

ارزیابی تأثیر پرورش تعداد متفاوت اردک در شالیزار بر میزان عملکرد ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) منطبق با زراعت ارگانیک

محمود محمدی¹، همت‌اله پیردشتی^{2*}، قاسم آقاجانی مازندرانی³، سید یوسف موسوی طغانی⁴

تاریخ دریافت: 91/02/27 تاریخ پذیرش: 92/04/23

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد، زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - 2- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - 3- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - 4- کارشناس زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- *. مسئول مکاتبه: E-mail: h.pirdashti@sanru.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر پرورش تعداد متفاوت اردک در شالیزار با هدف مدیریت تلفیقی آفات و منطبق با زراعت ارگانیک بر عملکرد ارقام برنج (*Oryza sativa* L.)، آزمایشی در سال زراعی 91-1390 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری پیاده گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش عامل اصلی تعداد اردک در سه سطح (شامل شاهد، 400 و 800 تعداد اردک در هکتار) و عامل فرعی رقم برنج در سه سطح (شامل طارم به عنوان رقم محلی، شیرودی و قائم به عنوان ارقام اصلاح‌شده) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر وجود تأثیر کاملاً معنی‌دار تعداد اردک، رقم و برهمکنش آن‌ها بر صفات تعداد پنجه، تعداد دانه پوک و پر، تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیکی، طول خوشه، روز تا 50 درصد گل‌دهی و عملکرد شلتوک ارقام برنج بود. همچنین اثر رقم و برهمکنش آن با تعداد اردک در صفت روز تا رسیدگی کامل معنی‌دار بود. نتایج به دست آمده نشان داد که بالاترین مقادیر صفات تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، عملکرد بیولوژیکی، روز تا 50 درصد گل‌دهی، روز تا رسیدگی کامل و عملکرد شلتوک مربوط به تیمار 800 تعداد اردک در هکتار بوده است. در میان ارقام مورد بررسی در این آزمایش، بالاترین مقادیر تعداد پنجه (23 عدد پنجه در کپه)، روز تا 50 درصد گل‌دهی (104 روز) و رسیدگی کامل (136 روز)، عملکرد بیولوژیکی (13/7 تن در هکتار) و عملکرد شلتوک (5/3 تن در هکتار) مربوط به رقم شیرودی و طول خوشه (28 سانتی‌متر)، تعداد دانه پر (125 عدد دانه در خوشه)، تعداد پنجه بارور (19 عدد در کپه) و تعداد دانه در خوشه (132 عدد) مربوط به رقم طارم و در تیمار 800 تعداد اردک در هکتار مشاهده گردید. در مجموع نتایج نشان داد که رقم طارم و شیرودی، به همراه تراکم 800 قطعه اردک در هکتار را می‌توان به عنوان بهترین تیمار برای مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه در کشت ارگانیک برنج، برای دستیابی کشاورز به عملکرد اقتصادی بالاتر معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: برنج، تعداد اردک، عملکرد شلتوک، زراعت ارگانیک.

Evaluating the Effect of Different Duck Number on Yield of Rice Cultivars (*Oryza sativa* L.) Based Organic Farming

M Mohammadi¹, H Pirdashti^{2*}, Gh Aqajani Mazandarani³ and SY Mosavi Toghani⁴

Received: May 16, 2012 Accepted: July 14, 2013

¹MSc of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

^{2*} Assoc Prof, Agronomy and Plant Breeding Department, Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

³Agriculture Instructor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

⁴Agriculture Expert, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Corresponding author E-mail: h.pirdashti@sanru.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the effect of duck number on paddy yield and yield components of tree rice cultivars, an experiment was conducted at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, during 2011. Experiment was arranged as split plot based randomized complete block design with four replicates. Main plots were duck number at three levels (control, 400 and 800 pieces ha⁻¹) and sub plot were rice cultivars (Tarom as traditional cultivar and Shirodi and Ghaem as improved cultivars). Results of ANOVA showed that there were significant differences between duck, cultivar and duck × cultivar in terms of tiller number, filled and unfilled grain number, grain number per panicle, biological yield, panicle length, days to 50% flowering and paddy yield. Maximum tiller number, fertile tiller number, filled and total grain number, panicle length, biological yield, days to 50% flowering and maturity and paddy yield were belonged to 800 ducks per hectare. The highest tiller number (23 tiller per hill), days to 50% flowering and maturity (104 and 136 days respectively), biological yield (13.7 ton ha⁻¹) and paddy yield (5.3 ton ha⁻¹) were recorded in Shirodi. By contrast, 800 duck per hectare in Tarom produced the highest panicle length (28 cm), filled grains per panicle (125 number), fertile tiller number (19 number) and total grain number (132 number). In conclusion, organic rice-duck farming using 800 ducks per hectare in Tarom and Shirodi cultivars could be recommended for similar regions.

Keywords: Duck number, Organic farming, Paddy yield, Rice.

انسان و محیط زیست سبب شده است تا روش‌های تولید و نهاده‌های بکار رفته در تولید آن‌ها مورد توجه خاص قرار گیرند (فلوهری و همکاران 2011). در همین زمینه یکی از روش‌هایی که اخیراً به عنوان جایگزینی

مقدمه

در سال‌های اخیر لزوم سلامت محصولات تولید شده در نظام‌های مختلف کشاورزی از نظر وجود بقایای سموم، مواد شیمیایی و تأثیر آنها بر سلامت

هرز و آفات به حداقل مقدار خود خواهد رسید (کاین و همکاران 2005). در این رابطه عدم استفاده از سموم و کودهای شیمیایی در مزارع ارگانیک برنج باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از این مواد شیمیایی می‌گردد (گان و همکاران 2005). بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از اردک به عنوان عامل بیولوژیکی در بهبود شرایط اکولوژیکی رشد برنج، علاوه بر افزایش تنوع زیستی، افزایش فعالیت موجودات زنده خاک، افزایش کارایی انرژی، افزایش رشد رویشی برنج، افزایش اکسیژن محلول آب، باعث افزایش عملکرد برنج نیز می‌گردد (لای و همکاران 2008). یو و همکاران (2005) با انجام تحقیقاتی در بررسی خصوصیات رویشی و عملکرد ارقام برنج با تعداد 300 قطعه اردک در هکتار نسبت به شاهد گزارش نمودند خصوصیات رویشی و میزان عملکرد ارقام برنج در واحد سطح، در این تعداد اردک افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. همچنین تحقیقاتی دیگر نشان داد که تعداد 240 قطعه اردک در هکتار نیز به دلیل کنترل مناسب تراکم علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها می‌تواند تا حدودی باعث افزایش عملکرد شلتوک ارقام برنج در این مزارع شود (وانگ و همکاران 2004). نتایج مطالعه‌ای دیگر در کشور ژاپن در بررسی میزان تعداد پنجه، ارتفاع گیاه برنج و عملکرد دانه برنج در کشت توأم برنج-اردک نشان داد تعداد 400 قطعه اردک در هکتار به دلیل کنترل مناسب تراکم علف‌های هرز، آفات، بیماری‌ها و خروج گازهای نامساعد از زمین این مزارع به میزان 20 تا 30 درصد باعث افزایش عملکرد شلتوک ارقام برنج می‌شود. این در حالی است که علاوه بر این تعدادها، در منابع بین‌المللی دیگر، تعدادهای متفاوتی از 225 تا 800 قطعه اردک در واحد سطح مزارع برنج برای کنترل تراکم علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها توصیه شده است که این موضوع نشان می‌دهد تعدادهای توصیه شده در واحد سطح بستگی به شرایط آب و هوایی، ارقام برنج و نوع اردک مورد بررسی در آزمایش دارد

مناسب در تولید محصولات کشاورزی، بدون استفاده از نهاده‌های شیمیایی و سازگار با محیط زیست در جهان پذیرفته شده است زراعت ارگانیک می‌باشد (گابریل و تسچامکت 2007). در این نوع کشاورزی برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه زراعی، از انواع کودهای آلی و برای مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از مبارزه مکانیکی و بیولوژیکی استفاده می‌گردد (مکفادیان 2009). آزمایش‌ها و مطالعات پژوهشی مختلف، نتایج ضد و نقیضی را در رابطه با عملکرد تولیدی در زراعت ارگانیک نشان می‌دهد (آنیچریکا و پیسیتی 2010). گزارش‌های متعددی نشان‌دهنده کاهش عملکرد در زراعت ارگانیک هستند (نیمیچک و همکاران 2011). بررسی‌های انجام شده در این زمینه نشان داد مهم‌ترین دلیل کاهش عملکرد در زراعت ارگانیک عمدتاً ناشی از وجود آفات و علف‌های هرز به دلیل محدودیت استفاده از سموم شیمیایی بوده است (جورگن و هکاران 2009). این در حالی است که اردک در شالیزار برنج به عنوان یک ابزار قدرتمند در مدیریت تلفیقی آفات و کنترل علف‌های هرز عمل کرده و باعث کاهش تراکم آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در این مزارع می‌شود (حسین و همکاران 2002). اردک بسیاری از علف‌های هرز کوچک و در حال رشد را که در زیر سطح آب قرار دارند به همراه بذر آنها در بانک بذر خاک، مورد تغذیه قرار داده و با گل‌آلود نمودن آب از طریق تحرک و جابجایی خود در آب شالیزار برای بدست آوردن غذا از خاک زیر آن، به طور قابل ملاحظه‌ای مانع از رسیدن نور کافی به سطح خاک شالیزار شده و در نتیجه از جوانه‌زنی و رشد مجدد علف‌های هرز در شالیزار به طور چشمگیری جلوگیری می‌کند (زهانگ و همکاران 2009). همچنین اردک با تغذیه از حشرات به عنوان یک منبع غذایی مهم، باعث کاهش تراکم و خسارت آنها در این مزارع می‌گردد (یانگ و همکاران 2004). در نتیجه میزان استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها برای کنترل تراکم علف‌های

چهار برگی)، تعداد نشای برنج در هر کپه سه عدد، ابعاد هر کرت 33 متر مربع، فاصله پشت‌ها از همدیگر 50 سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی هر خط 25 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین آرایش بوته‌ها در داخل کرت‌ها به حالت مربعی و فاصله بین تکرارها یک متر بود. همچنین برای تأمین نیاز مواد غذایی ارقام برنج در طول دوره‌ی آزمایش، به ترتیب به میزان 200، 1000 و 34 کیلوگرم در هکتار از کودهای حیوانی شامل مرغی، گاوی و همچنین کود ارگانیک هیومیسول (منبع آن از کودهای حیوانی و سنگ‌های معدنی بوده و توسط شرکت زیست‌گستران تینا پارس تولید شده است) برای تأمین نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر میکرو در سه مرحله نشاکاری، پنجه‌زنی و خوشه‌دهی با توجه به کمبود این مواد غذایی در طول دوره‌ی رشد برنج (از طریق تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش) استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت (جدول 1)، کودهای حیوانی (جدول 2) و کود ارگانیک هیومیسول (جدول 3) ارائه شده است.

(وانگ و همکاران 2003). با توجه به اهمیت تولید محصولات سالم و طبیعی در بوم‌نظام‌های زراعی نظیر برنج آزمایش حاضر با هدف بررسی واکنش عملکرد و برخی از صفات اجزای عملکرد شلتوک سه رقم برنج در زراعت ارگانیک برنج-اردک به همراه تعیین مناسب‌ترین رقم برنج و تعداد اردک در واحد سطح به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایشی در سال زراعی 91-1390 در مزرعه‌ی پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر نه جاده دریا انجام شد. این منطقه در مختصات 36 درجه و 39 دقیقه عرض شمالی و 53 درجه و 4 دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. پس از آماده‌سازی زمین خزانه به صورت جوی پشته، بذره‌ای برنج در آن قرار داده شد و در طول مدت رشد نشای برنج، عملیات تهیه بستر زمین اصلی به مساحت 1500 متر مربع شامل شخم، تسطیح، مرزبندی و مال‌کشی انجام شد. میزان بذر مصرفی 60 کیلوگرم در هکتار، طول نشای برنج 20 سانتی‌متر (مرحله سه تا

جدول 1- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (30-0 سانتی‌متری).

بافت خاک	اسیدیته					مواد آلی		نیتروژن		هدایت الکتریکی	
	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	(درصد)		(درصد)		دسی‌زیمنس بر متر	
رسی - سیلتی	3/2	3/7	4/2	209/7	8/7	0/02	2/01	7/22	1/84		

جدول 2- برخی از خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده.

نوع نهاده	اسیدیته					نیتروژن			هدایت الکتریکی	
	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	(درصد)			دسی‌زیمنس بر متر	
کود مرغی	36	209	298	955	0/77	1/39	2/9	5/14	11/82	
کود گاوی	4	72	54	1611	0/81	1/02	2/4	7/73	13/6	

جدول 3- برخی از خصوصیات شیمیایی کود ارگانیک هیومیسول.

نوع نهاده	آهن روی مس بور				مواد آلی پتاسیم فسفر نیتروژن				فولویک اسید	هیومیک اسید
	(میلی گرم در کیلوگرم)				(درصد)					
کود هیومیسل	100	200	500	2000	20	10	3	2	11/82	12

ساقه خوار برنج با فرمولاسیون جدید جامد آهسته¹ در جذب حشرات نر برای جفت گیری و شکار آنها (تاکتیک: Mass trapping) و از اختلال کننده های جنسی به میزان 40 گرم در هکتار برای ایجاد سرگردانی حشرات بالغ در جفت گیری و عدم موفقیت آنها در جفت یابی (تاکتیک: Mating disruption) استفاده شد. برای اندازه گیری تعداد پنجه در هر کرت پنج بوته علامت گذاری شد و تعداد آن در دو نوبت، یکی در زمان حداکثر پنجه زنی گیاه و دیگری در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه شمارش گردید و سپس از میانگین آن برای محاسبات آماری استفاده گردید. برای اندازه گیری ارتفاع بوته ی برنج از سطح خاک تا بلندترین نقطه ی گیاه، تعداد پنج بوته علامت گذاری شده و متوسط اندازه آنها محاسبه گردید (لازم به ذکر است که اندازه گیری ها در دو نوبت، یکی در زمان حداکثر پنجه زنی گیاه و دیگری در زمان رسیدگی کامل انجام شد). همچنین برای تعیین روز تا 50 درصد گل دهی و رسیدگی کامل از تعداد روز بعد از نشاکاری تا زمانی که در هر کرت، 50 درصد بوته ها در مرحله ی گل دهی بودند، مرحله ی رشدی گیاه برنج و به عنوان تعداد روز تا 50 درصد گل دهی منظور گردید. همچنین تعداد روز بعد از نشاکاری تا زمان رسیدگی کامل و قبل از برداشت محصول در هر کرت به عنوان روز تا رسیدگی کامل تعیین گردید. برای تعیین اجزای عملکرد (طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، وزن 100 دانه)، قبل از برداشت محصول با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای داخل هر کرت (حذف دو ردیف از

در این پژوهش تأثیر دو عامل تعداد اردک و رقم برنج در قالب کرت های یک بار خرد شده با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. عامل اصلی تعداد اردک در سه سطح شامل D_1 (بدون حضور اردک)، D_2 (تعداد 400 قطعه اردک در هکتار) و D_3 (تعداد 800 قطعه اردک در هکتار) و عامل فرعی رقم برنج در سه سطح شامل R_1 (طارم) به عنوان رقم محلی، R_2 (شیرودی) و R_3 (قائم) به عنوان ارقام اصلاح شده در نظر گرفته شدند. آزادسازی جوجه اردک ها از نوع محلی (با توجه به مقاومت بیشتر آنها به شرایط اقلیمی موجود منطقه) با سن 30 روز و وزن تقریبی 600-700 گرم، بعد از گذشت 20 روز از نشاکاری انجام گرفت. در ضمن برای جداسازی اردک ها و اعمال تیمارها، اطراف مزرعه به وسیله ی توری های فلزی و درون مزرعه به وسیله ی توری های پلاستیکی از یکدیگر جدا گردید و روزانه جهت اجبار فعالیت اردک ها برای کنترل بهتر تراکم آفات و علف های هرز (تغذیه از آنها) به میزان 30 درصد کمتر از حد مطلوب تغذیه شدند. همچنین در طول دوره ی رشد ارقام برنج برای مبارزه با آفات از جمله کرم ساقه خوار برنج (*Chilo suppressalls*) از اسپری سیلیس مایع در دو مرحله پنجه زنی و خوشه دهی (غلظت 3 در 1000)، زنبور تریکوگراما (*Trichogramma*) به تعداد 100 بسته در هکتار (تهیه شده از مؤسسات معتبر در زیر نظر سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران)، قرار دادن فرمون های جنسی (تعداد 3 کپسول در هکتار) در تله های نوع دلتا (Delta trap) برای هر دوره از سیکل زندگی کرم

تأثیر تیمارهای تعداد اردک، رقم و برهمکنش آنها قرار گرفت. همچنین رقم و برهمکنش آن با تعداد اردک از نظر صفت روز تا رسیدگی کامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 4). در بین ارقام برنج از لحاظ روز تا 50 درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل در شرایط حضور و عدم حضور اردک تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که در شرایط عدم حضور اردک رقم شیروودی (100 روز تا 50 درصد گل‌دهی و 122 روز تا رسیدگی کامل) و رقم طارم (83 روز تا 50 درصد گل‌دهی و 105 روز تا رسیدگی کامل) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان روز تا 50 درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل بودند. رابطه‌ی بین میزان این صفات با تیمار تعداد اردک در واحد سطح در بین ارقام برنج مورد بررسی در این آزمایش براساس نتایج حاصل از تجزیه‌ی رگرسیونی نشان داد که رقم طارم در بین ارقام مورد استفاده با بالاترین میزان شیب خط و همبستگی در روز تا 50 درصد گل‌دهی $(y = 71/07 + 0/0291x)$ با ضریب تبیین $(R^2 = 0/98)$ و روز تا رسیدگی کامل $(y = 97/65 + 0/0323x)$ با ضریب تبیین $(R^2 = 0/89)$ دارای بالاترین میزان رابطه‌ی خطی و همبستگی نسبت به افزایش تعداد اردک در واحد سطح با افزایش این صفات بوده است (شکل 1، A و B). نتایج تحقیقات قلی‌پور و مهرزاد (1382) نشان داد روز تا 50 درصد گل‌دهی با روز تا رسیدگی کامل و میزان عملکرد دارای همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌داری می‌باشد، که با نتایج این آزمایش نیز کاملاً مطابقت دارد. همچنین گزارش شده است ارقام نیمه‌دیررس و دیررس مرحله رویشی آهسته و طولانی دارند که به آنها اجازه می‌دهد پیش از ورود به مرحله‌ی زایشی بتوانند کربوهیدرات بیشتری را در ساقه خود ذخیره و در پایان عملکرد بیشتری را تولید کنند (صبوری و همکاران، 1383). که در این آزمایش نیز رقم شیروودی به عنوان یک رقم نیمه‌دیررس از بالاترین میزان روز تا 50 درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل به همراه بالاترین میزان عملکرد برخوردار بود. گزارش‌های متعددی

(طرفین) 10 بوته انتخاب گردیدند. سپس از بلندترین پنجه هر بوته، یک خوشه جدا گردید و در پاکت اتیکت گذاری قرار گرفت تا صفات مورد نظر اندازه‌گیری شود. در همان زمان تعداد پنجه بارور 10 بوته شمارش شد و با میانگین گرفتن اعداد بدست آمده تعداد پنجه بارور در بوته محاسبه گردید. به منظور شمارش دانه‌های پر پس از شمارش دانه‌ها، در آب قرار داده شدند و دانه‌هایی که روی سطح آب باقی مانده بودند، به عنوان دانه‌های پوک محسوب و شمارش شدند. برای تعیین میزان عملکرد دانه شلتوک ارقام برنج در زمان رسیدگی یک متر مربع از درون هر کرت آزمایشی، از نزدیکی سطح زمین کف بر و پس از جدا کردن دانه از بقایای گیاهی به مدت 24 ساعت در دمای 75 درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد و با ترازوی حساس میزان وزن دقیق (براساس رطوبت دانه حدود 14 درصد) تعیین و یادداشت گردید (مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج آماری SAS نسخه‌ی 6/12 انجام و مقایسه میانگین اثرات ساده صفات با استفاده از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. همچنین از معادلات خطی ساده (با توجه به معنی‌دار بودن آنها) برای تقریب زدن صفات به تراکم اردک در واحد سطح استفاده گردید. ضمن این‌که برای این صفات ضرایب رگرسیون استاندارد شده نیز محاسبه شدند. این ضرایب فاقد واحد بوده و حساسیت نسبی صفات مورد نظر به تراکم اردک در واحد سطح را نشان می‌دهند، ضریب بزرگتر نشان دهنده‌ی حساسیت بیشتر آن صفت به تراکم اردک در واحد سطح می‌باشد. در پایان برای رسم نمودارها از برنامه‌های SPSS نسخه‌ی 21 و Sigma plot نسخه‌ی 12 استفاده شد.

نتایج و بحث

روز تا 50 درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها روز تا 50 درصد گل‌دهی در سطح احتمال یک درصد تحت

حاکمی از افزایش طول دوره‌ی رشد بوته برنج در کشت توأم برنج-اردک به دلیل کنترل مناسب آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خروج گازهای نامساعد از خاک، افزایش نیتروژن و فسفر خاک می‌باشد (وانگ و همکاران 2003، وانگ و همکاران 2004، فومیاکی و همکاران 2003، ایسوبه و همکاران 1998).

تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عامل رقم، تعداد اردک و برهمکنش رقم \times تعداد اردک از نظر صفت تعداد پنجه در کپه و اثر تعداد اردک و برهمکنش آن با رقم در سطح احتمال یک درصد از نظر تعداد پنجه بارور معنی-دار بود (جدول 4). رابطه‌ی رگرسیونی بین ارقام برنج از لحاظ صفات تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در کپه در شرایط حضور و عدم حضور اردک تفاوت معنی-داری را نشان داد به طوری که در شرایط عدم حضور اردک، برنج رقم شیروودی (15 عدد پنجه و 8 پنجه بارور) و رقم طارم (13 عدد پنجه و 10 پنجه بارور) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کمترین میزان تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در کپه بودند. این در حالی بود که ارقام مختلف برنج نتایج متفاوتی را در تعدادهای مختلف اردک نشان دادند که شدت آن تابعی از خصوصیات ژنتیکی برنج و شرایط محیطی متغییر به دلیل حضور تعدادهای مختلف اردک در واحد سطح بوده است (لای و همکاران 2008). در همین زمینه نتایج حاصل از شیب معادلات در تجزیه رگرسیونی بیانگر آن بود که رقم طارم در بین ارقام مورد استفاده با دارا بودن بالاترین میزان شیب خط در تعداد پنجه $y = 11/45 + 0/0132x$ به همراه ضریب تبیین آن $(R^2 = 0/87)$ و تعداد پنجه بارور $(y = 12/62 + 0/0128x)$ به همراه ضریب تبیین آن $(R^2 = 0/93)$ دارای بالاترین میزان رابطه‌ی خطی و همبستگی بین تیمار تعداد اردک در واحد سطح با صفات تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در کپه بوده است و از همین نظر نیز ارقام شیروودی و

قائم به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند (شکل 1، C و D). قابلیت پنجه‌زنی در برنج یک صفت زراعی مهم در تولید دانه محسوب می‌گردد (مهدوی و همکاران 1384). تعداد آن با پاکوتاهی گیاه برنج همبستگی مثبت داشته و برنج‌های اصلاح شده امروزی (شیروودی و قائم) قابلیت پنجه‌دهی بالاتری نسبت به ارقام محلی (طارم) دارند (نعمت‌زاده و کیانی 2007). همچنین میلر و همکاران (1991) اظهار داشتند که تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور به شرایط رشد و محدودیت‌های محیطی بستگی دارد و تعداد آنها با بهبود شرایط محیطی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در همین راستا آزمایش‌های انجام شده توسط زهانگ و همکاران (2009) نشان داده است تلفیق پرورش اردک با برنج نقش بسیار مهم و مؤثری در بهبود شرایط اکولوژیکی رشد برنج و افزایش معنی‌دار تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور به دلیل بهبود خصوصیات خاک، خروج گازهای نامساعد، کنترل مناسب آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در این مزارع دارد. در این آزمایش با افزایش تعداد اردک در تیمار 800 قطعه اردک در هکتار با بهبود شرایط اکولوژیکی رشد برنج تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور نیز به طور کاملاً معنی‌داری افزایش یافته بود. در همین زمینه نتایج (حسین و همکاران 2002) افزایش 20 درصدی تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در تعداد 400 قطعه اردک در هکتار را به دلیل کنترل مناسب آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز نشان داد. همچنین شنگیمائو و همکاران (2005) نیز افزایش 12 درصدی تعداد پنجه و 8 درصدی تعداد پنجه بارور را به دلیل کنترل مناسب آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز بیان نمودند. در همین راستا نیز نتایج مشابهی توسط دیگر محققان در رابطه با افزایش تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در مزارع کشت توأم برنج-اردک گزارش شده است (ایسوبه و همکاران 1998 و کیم و همکاران 1994).

تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور

جدول 4- تجزیه واریانس برخی صفات، عملکرد و اجزای عملکرد شلتوک در تیمارهای تعداد اردک و رقم

		میانگین مربعات (MS)							
منابع تغییر	d.f	تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر	تعداد دانه پوک	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	عرض دانه	طول دانه
تکرار	3	1/80 ^{ns}	2/69 ^{ns}	5/73 ^{ns}	18/47 ^{ns}	0/41 ^{ns}	9/88 ^{ns}	0/08 ^{ns}	0/16 ^{ns}
تعداد اردک	2	179/10**	287/02**	5338/52**	504/75**	114/61**	2476/78**	0/76**	9/70**
خطای a	6	0/30	0/47	2/78	9/63	0/33	4/96	0/07	0/03
رقم	2	9/02**	0/02 ^{ns}	11350/86**	630/25**	9/16**	6992/53**	1/57**	1/44**
تعداد اردک × رقم	4	5/61**	6/94**	372/19**	105**	2/3*	65/94*	0/02 ^{ns}	0/25 ^{ns}
خطای آزمایشی	18	0/97	0/71	9/71	9/97	0/52	14/99	0/03	0/18
ضریب تغییرات	-	5/40	5/00	4/80	13/40	9/30	4/40	9/10	4/60

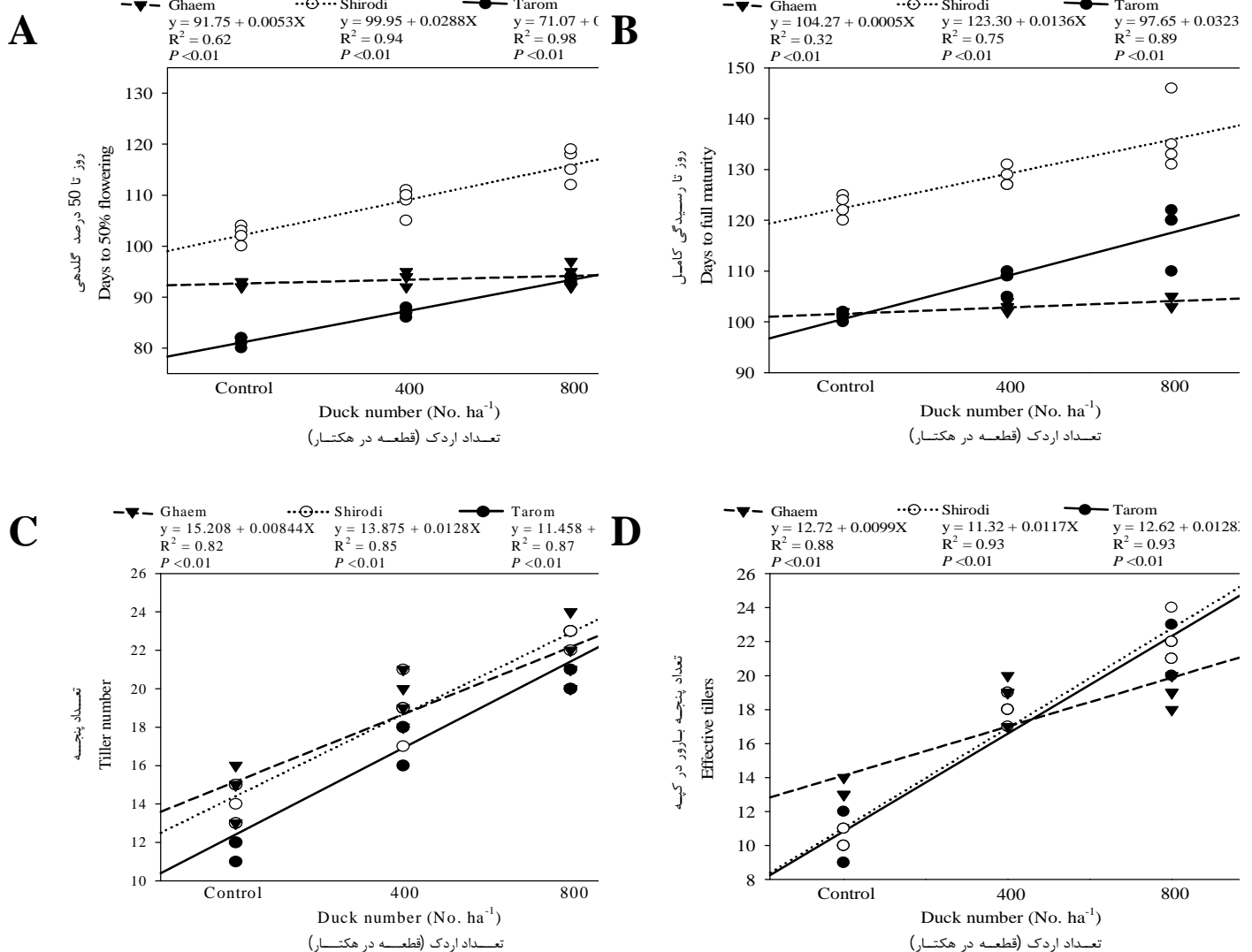
		میانگین مربعات (MS)							
منابع تغییر	d.f	روز تا رسیدگی کامل	روز تا 50 درصد گل-دهی	سطح برگ پرچم	ارتفاع بوته	عملکرد شلتوک	عملکرد بیولوژیکی	وزن 100 دانه	
تکرار	3	21/48 ^{ns}	2/25 ^{ns}	1/82 ^{ns}	61/41 ^{ns}	207/12 ^{ns}	1411/00 ^{ns}	0/02 ^{ns}	
تعداد اردک	2	307/52 ^{ns}	434/52**	4/18 ^{ns}	3963/11**	186348/00*	1662797/00**	0/06 ^{ns}	
خطای a	6	12/89	5/30	5/72	16/52	1168/00	10604/00	0/01	
رقم	2	2115/02**	1948/77**	6/57 ^{ns}	994/78**	43574/12**	385913/00**	0/62*	
تعداد اردک × رقم	4	83/61**	114/65**	3/33 ^{ns}	16/90 ^{ns}	8495/00**	79329/00**	0/02 ^{ns}	
خطای آزمایشی	18	7/23	3/06	4/52	38/79	1046/82	9331/00	0/01	
ضریب تغییرات	-	25/00	14/34	7/00	5/90	3/00	16/00	4/20	

ns: غیر معنی‌دار * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ارتفاع گیاه و وزن 100 دانه

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای تعداد اردک و رقم معنی‌دار بود و همچنین وزن 100 دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمار رقم معنی‌دار بود (جدول 4). نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده نشان داد بالاترین میزان ارتفاع گیاه مربوط به رقم طارم (110 سانتی‌متر) بود که نسبت به رقم شیرودی (95 سانتی‌متر) و قائم (90 سانتی‌متر) به ترتیب به میزان 14 و 19 درصد بیشتر بود (شکل 2، A). بالاترین میزان

ارتفاع بوته در تیمار 800 قطعه اردک در هکتار (114 سانتی‌متر) بود که نسبت به تیمار شاهد (95 سانتی‌متر) به میزان 16 درصد افزایش داشت (شکل 2، B). همچنین بر اساس نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده از میان رقم‌های مورد ارزیابی بالاترین میزان وزن 100 دانه مربوط به رقم طارم (3/4 گرم) بود که نسبت به ارقام شیرودی (3 گرم) و قائم (2/7 گرم) به ترتیب به میزان 12 و 21 درصد افزایش یافته بود (شکل 2، C). بالاترین میزان وزن 100 دانه در تیمار 800 قطعه اردک در هکتار (3/5 گرم) مشاهده شد که نسبت به تیمار 400



شکل 1- رابطه‌ی رگرسیونی بین صفات روز تا 50 درصد گل‌دهی (A)، روز تا رسیدگی کامل (B)، تعداد پنجه (C) و تعداد پنجه بارور در کپه (D) به همراه ضرایب رگرسیون آنها در برهمکنش تیمارهای تعداد اردک × ارقام برنج

اردک در هکتار نسبت به سایر تیمارها به طور کاملاً معنی‌داری به علت حضور اردک و مزایای آن در مزرعه افزایش یافته بود.

طول و عرض دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین رقم و تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد از نظر صفات طول و عرض دانه بود. همچنین اثر رقم و برهمکنش آن با تعداد اردک در سطح احتمال یک درصد از نظر این صفات معنی‌دار بود (جدول 4). براساس

قطعه اردک در هکتار (3/1 گرم) و شاهد (2/6 گرم) به ترتیب به میزان 11 و 26 درصد افزایش داشت (شکل 2، D). وزن 100 دانه یکی از اجزاء عملکرد می‌باشد که نشان دهنده اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه-هاست (هنرژاد 1381). همچنین حسین و همکاران (2002) در مطالعه‌ی نشان دادند وزن 100 دانه در تعداد 400 قطعه اردک در هکتار نسبت به تیمار شاهد به میزان 20 درصد افزایش کاملاً معنی‌داری یافته بود. گو و همکاران (2001) نیز بیان نمودند وزن 100 دانه با افزایش تعداد اردک در واحد سطح در تیمار 600 قطعه

احتمال یک درصد از نظر صفات تعداد دانه پر و پوک بود (جدول 4). در شرایط عدم حضور اردک رقم شیروودی (30 عدد دانه پر در خوشه) و رقم طارم (58 عدد دانه پر) به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان تعداد پر در خوشه در تیمار شاهد بودند. رابطه‌ی بین صفت تعداد دانه پر با تیمار تعداد اردک در واحد سطح در تجزیه‌ی رگرسیونی بین ارقام برنج مورد بررسی در این آزمایش نشان داد که واکنش تعداد دانه پر ارقام برنج نسبت به افزایش تعداد اردک یکسان نبوده است به‌طوری‌که در تعدادهای مختلف اردک رقم طارم با بالاترین میزان شیب خط $(y=73/50+0/638x)$ و ضریب تبیین $(R^2=0/95)$ در افزایش تعداد دانه پر، دارای بالاترین میزان رابطه‌ی خطی نسبت به ارقام دیگر در این آزمایش بود (شکل 3، A). در همین راستا نوربخشیان و رضائی (1378) بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه را تعداد دانه پر و پوک در خوشه دانستند. پوکی دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است به این دلیل که بین دانه‌های پر و پوک یک همبستگی بسیار منفی وجود داشته و با کاهش تعداد دانه‌های پوک تعداد دانه‌های پر در خوشه و در نتیجه عملکرد نیز به طور معنی‌داری افزایش خواهد یافت (نیک‌نژاد و همکاران 1386). در همین زمینه گزارش شده است افزایش طول دوره پر شدن دانه و بهینه‌سازی صفات مورفولوژیکی گیاه نقش بسیار مهمی در افزایش درصد تعداد دانه‌های پر در خوشه و افزایش عملکرد دارد (مهدوی و همکاران 1384). همچنین زهانگ و همکاران (2009) نیز اظهار داشتند در تولید برنج به روش کشت توأم برنج-اردک کمترین میزان درصد دانه‌های پوک به دلیل افزایش طول دوره‌ی رشد اکولوژیکی گیاه برنج و بهبود صفات مورفولوژیکی ارقام برنج وجود دارد. آزمایش دیگری توسط زهانگ و همکاران (2002) در تولید برنج به روش زراعت ارگانیک برنج-اردک نشان داد تعداد دانه پر در خوشه در تعداد 300 قطعه اردک در هکتار نسبت به تیمار شاهد به میزان هفت درصد به دلیل بهبود

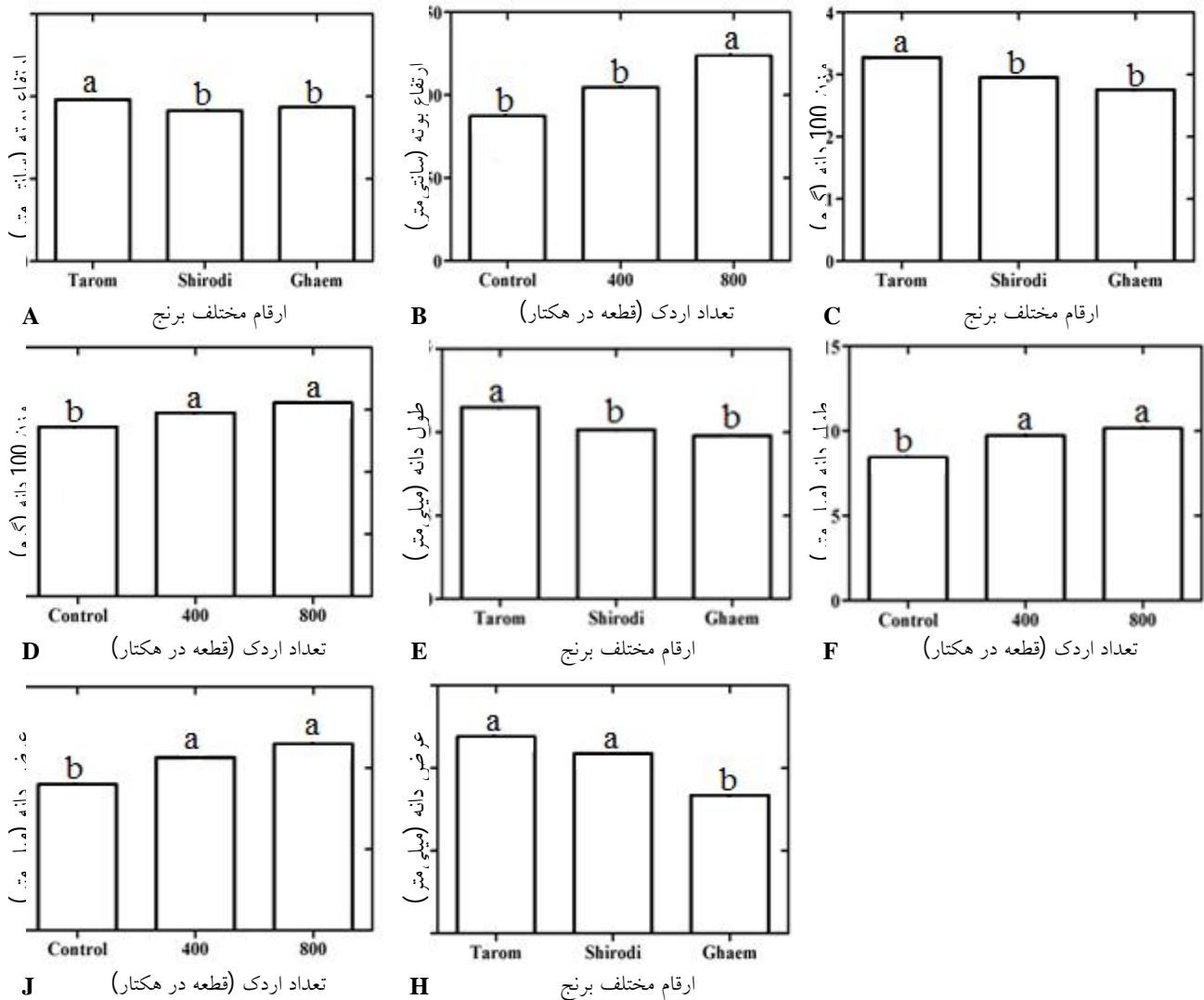
نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده از میان رقم‌های مورد ارزیابی بالاترین میزان طول دانه به ترتیب متعلق به ارقام طارم (10/1 میلی‌متر)، شیروودی (9/6 میلی‌متر) و قائم (9/2 میلی‌متر) بود (شکل 2، E). میزان طول دانه با افزایش تعداد اردک در واحد سطح افزایش داشت و حداکثر میزان آن در تیمار 800 قطعه اردک در هکتار (10/4 میلی‌متر) حاصل شد که نسبت به تیمار 400 قطعه اردک در هکتار (9/1 میلی‌متر) و شاهد (8/3 میلی‌متر) به ترتیب به میزان 12 و 20 درصد افزایش یافت (شکل 2، F). نتایج حاصل از میانگین اثرات ساده عرض دانه نشان داد این صفت با افزایش تعداد اردک در واحد سطح افزایش و حداکثر میزان آن در تیمار 800 قطعه اردک در هکتار (2/8 میلی‌متر) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (1/8 میلی‌متر) بود (شکل 2، J). بالاترین میزان عرض دانه در ارقام مورد استفاده متعلق به رقم طارم (2/4 میلی‌متر) بود که نسبت به ارقام شیروودی (2/1 میلی‌متر) و قائم (1/7 میلی‌متر) به ترتیب به میزان 12 و 29 درصد افزایش داشت (شکل 2، H). گزارش شده است که طول و عرض دانه از صفاتی هستند که در بین رقم‌های مختلف برنج متفاوت است و عوامل محیطی نیز می‌تواند در اندازه آن بسیار تأثیرگذار باشد (زمانی‌محور و همکاران 1385). در همین راستا حسین و همکاران (2002) گزارش نمودند طول و عرض دانه در کشت توأم برنج-اردک به دلیل بهبود شرایط محیطی و اکولوژیکی رشد برنج افزایش معنی‌داری یافته بود. همچنین نتایج گو و همکاران (2001) نشان داد طول دانه در تیمار 600 قطعه اردک در هکتار نسبت به تیمار 300 قطعه اردک در هکتار به دلیل کنترل مناسب‌تر آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از افزایش معنی‌داری برخوردار بود.

تعداد دانه پر

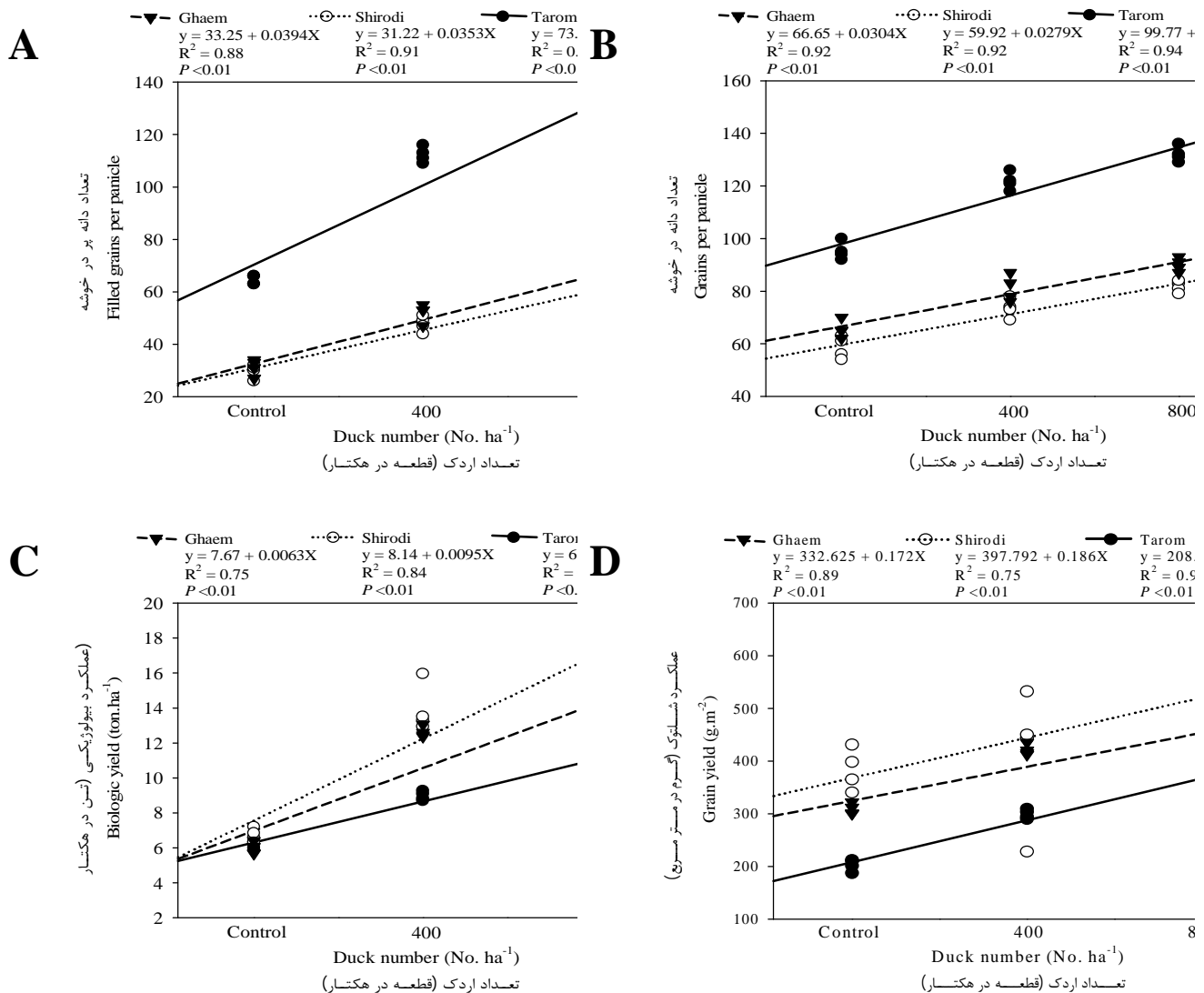
نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین رقم، تعداد اردک و برهمکنش آنها در سطح

هکتار نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش معنی‌داری تعداد دانه پر و در نتیجه‌ی آن کاهش تعداد دانه پوک در خوشه شده بود. در همین راستا نیز نتایج مشابهی توسط گو و همکاران (2001) گزارش شده است.

خصوصیات خاک با گذشت زمان، خروج گازهای نامساعد از خاک، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز افزایش یافته بود. در این آزمایش نیز بهبود کنترل عوامل نامساعد محیطی در تعداد 800 قطعه اردک در



شکل 2- اثر تعداد اردک و ارقام مختلف برنج بر صفات ارتفاع بوته (A و B)، وزن 100 دانه (C و D)، طول دانه (E و F) و عرض دانه (G و H)



شکل 3- رابطه‌ی رگرسیونی بین صفات تعداد دانه پر در خوشه (A)، تعداد دانه در خوشه (B)، عملکرد بیولوژیکی (C) و شلتوک (D) به همراه ضرایب رگرسیون آنها در برهمکنش تیمارهای تعداد اردک \times ارقام برنج

قائم (55 دانه در خوشه) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تعداد دانه در خوشه بودند. همچنین تعداد دانه در خوشه در ارقام برنج طارم، شیرودی و قائم در تعدادهای 400 و 800 قطعه اردک در هکتار بسیار متفاوت بود که میزان تغییرات آنها بستگی به خصوصیات ژنتیکی و شرایط محیطی متفاوت در تعداد 400 و 800 قطعه اردک در هکتار بود. رابطه‌ی بین میزان صفت تعداد دانه در خوشه با تیمار تعداد اردک در واحد سطح در بین ارقام برنج مورد بررسی در این

طول و تعداد دانه در خوشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها طول خوشه و تعداد دانه در خوشه تحت تأثیر تیمارهای تعداد اردک و رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول 4). در بین ارقام برنج از لحاظ تعداد دانه در خوشه در شرایط حضور و عدم حضور اردک تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که در شرایط عدم حضور اردک رقم طارم (90 دانه در خوشه) و رقم

عملکرد بیولوژیکی و شلتوک در واحد سطح در شرایط حضور و عدم حضور اردک تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که در شرایط عدم حضور اردک در مزرعه رقم شیروودی (6 تن عملکرد بیولوژیکی و 2/5 تن عملکرد شلتوک) و رقم طارم (5/5 تن عملکرد بیولوژیکی و 1/8 تن عملکرد شلتوک) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیکی و شلتوک بودند. این در حالی بود که ارقام مختلف برنج نتایج متفاوتی را در تعدادهای مختلف اردک نشان دادند. در همین زمینه شیب معادلات بیانگر این مطلب است که رقم طارم در بین ارقام مورد استفاده با دارا بودن کمترین میزان شیب خط در عملکرد بیولوژیکی ($y=6/65+0/0046x$) با ضریب تبیین ($R^2=0/92$) و بالاترین شیب خط در عملکرد شلتوک ($y=208/12+0/0199x$) با ضریب تبیین ($R^2=0/98$)، به ترتیب دارای کمترین و بالاترین میزان رابطه‌ی خطی نسبت به افزایش تعداد اردک با کاهش عملکرد بیولوژیکی و افزایش عملکرد شلتوک در واحد سطح بوده است (شکل 3، C و D). عملکرد شلتوک در تیمار 800 تعداد اردک در هکتار به ترتیب در ارقام شیروودی، قائم و طارم نسبت به ارقام شیروودی (4/1 تن در هکتار)، قائم (4 تن در هکتار) و طارم (2/9 تن در هکتار) در تیمار 400 قطعه رهاسازی اردک در هکتار به ترتیب به میزان 23، 7 و 20 درصد افزایش یافته بود و این میزان نسبت به همین ارقام در تیمار شاهد به ترتیب به میزان 58، 56 و 44 درصد افزایش عملکرد شلتوک را به خود اختصاص داده بودند. عملکرد بیولوژیکی در تیمار 800 تعداد اردک در هکتار در ارقام شیروودی، قائم و طارم نسبت به ارقام شیروودی (11/5 تن در هکتار)، قائم (10/3 تن در هکتار) و طارم (7/5 تن در هکتار) در تیمار 400 قطعه اردک در هکتار به ترتیب به میزان 16، 9 و 21 درصد افزایش داشت. مهدوی و همکاران (1384) در بررسی ارقام بومی و پابلند با اصلاح شده و پاکوتاه اثر مستقیم ارتفاع بوته بر عملکرد بیولوژیکی و شلتوک را

آزمایش بر اساس نتایج تجزیه‌ی رگرسیونی نشان داد رقم طارم با بالاترین میزان شیب خط ($y=99/77+0/0391x$) و ضریب تبیین ($R^2=0/94$)، نسبت به افزایش تراکم اردک و افزایش تعداد دانه در خوشه دارای بالاترین میزان رابطه‌ی خطی و همبستگی نسبت به ارقام دیگر بوده است و از همین نظر نیز ارقام شیروودی و قائم به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند (شکل 3، B). این نتایج مطابق با نتایج حسین و همکاران (2002) بود. طول خوشه و تعداد دانه در خوشه از عوامل مهم در افزایش عملکرد شلتوک هستند (مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی 1382). همچنین نتایج مطالعات یانگ و همکاران (2002) نشان داد که تعداد زیاد دانه در خوشه در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی باعث پر شدن ضعیف دانه می‌گردد و همچنین افزایش تعداد دانه در خوشه لزوماً نشانگر زیاد بودن عملکرد نیست زیرا باید درصد باروری دانه‌ها زیاد گردد به عنوان مثال در تیمار شاهد این آزمایش رقم شیروودی دارای بالاترین میزان تعداد دانه در خوشه به همراه بالاترین میزان تعداد دانه پوک در خوشه به دلیل شرایط نامساعد در این تیمار بود. در همین راستا گو و همکاران (2001) با بررسی تعداد 600 قطعه اردک در هکتار گزارش نمودند میزان طول خوشه و تعداد دانه در خوشه با افزایش تعداد اردک در واحد سطح به طور کاملاً معنی‌داری به دلیل کنترل مناسب عوامل نامساعد محیطی از جمله کنترل علف‌های به طور معنی‌داری افزایش یافته بود. در همین راستا نتایج مشابهی توسط دیگر محققان گزارش گردیده است (وانگ و همکاران 2003 و زهانگ 2002).

عملکرد بیولوژیکی و شلتوک

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین رقم، تعداد اردک و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد از نظر صفت عملکرد بیولوژیکی و شلتوک بود (جدول 4). در بین ارقام برنج از لحاظ

خروج گازهای نامساعد از زمین این مزارع و افزایش فعالیت موجودات زنده خاک این مزارع گزارش نمودند. در همین آزمایش نیز مشاهده گردید با افزایش تعداد اردک از تیمار 400 به 800 قطعه اردک در هکتار کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به طور مؤثرتری انجام شده است (محمدی و همکاران 2011).

نتیجه‌گیری

در مجموع افزایش تعداد اردک در واحد سطح تا تعداد 800 قطعه اردک در هکتار به دلیل کنترل مناسب- تر عوامل محیطی (کنترل آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، خروج گازهای نامساعد از زمین زراعی و افزایش فعالیت موجودات زنده خاک) نسبت به تعداد 400 قطعه اردک در هکتار و شاهد در ارقام طارم و شیرودی منجر به افزایش عملکرد شلتوک، علاوه بر سازگاری با محیط زیست شده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مسئولان محترم پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان به خاطر حمایت‌های مالی در انجام این پژوهش و از آقای مهندس کریم باباجانی (مسئول مزرعه‌ی برنج سالم) به خاطر نظرات ارزنده و راهگشا، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منفی گزارش کردند و بیان نمودند استفاده از ارقام بومی و پابلند باعث کاهش عملکرد بیولوژیکی و شلتوک می‌شود. این بدان معناست که عموماً عملکرد بیولوژیکی و شلتوک در اثر ارتفاع بیش از حد گیاه کاهش می‌یابد. گو و همکاران (2001) اظهار داشتند عملکرد بیولوژیکی و شلتوک در تعداد 600 قطعه اردک در هکتار نسبت به تعداد 300 قطعه اردک در هکتار به ترتیب به میزان 15 و 10 درصد به دلیل بهبود شرایط اکولوژیکی رشد برنج و افزایش فعالیت موجودات زنده خاک افزایش یافته بود. در تحقیق دیگری (یو و همکاران 2005) در بررسی خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در تعداد 250 قطعه اردک در هکتار گزارش نمودند عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در این تعداد اردک به طور معنی‌داری افزایش یافته بود. روح و همکاران (2005) در تحقیق دیگری دلیل افزایش عملکرد بیولوژیکی و شلتوک را در کشت توأم برنج-اردک به دلیل کاهش تراکم آفات و بیماری‌های گیاهی در این مزارع دانستند. افزایش عملکرد در کشت ارگانیک برنج-اردک را (لای و همکاران 2008) نیز گزارش نمودند. همچنین (وانگ و همکاران 2006)، لوپز و همکاران (2011)، (کیم و همکاران 1994)، زهانگ و همکاران (2009)، (حسین و همکاران 2002) مشاهده کردند در کشت ارگانیک برنج-اردک عملکرد بیشتری تولید می‌ود و علت آن را کنترل آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز،

منابع مورد استفاده

زمانی‌محور، م.، اصفهانی، م.، هنرنژاد، ر. و قلی‌پور مهرزاد، ا.، 1385. بررسی روابط هم بستگی سرعت و دوره پرشدن دانه با اجزای عملکرد و سایر صفات فیزیولوژیک در ارقام برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 10، شماره 4. صفحه‌های 213-225.

صبوری، ح.، عبدالمجید، ر.، میرمحمدی‌میبدی، س. ع.، اصفهانی، م. و کاوسی، م.، 1383. مقایسه مدل‌های رگرسیون لجستیک، تکه ای و خطی در تخمین سرعت و طول دوره موثر پرشدن دانه ارقام برنج در آرایش‌های مختلف کاشت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 35، شماره 3. صفحه‌های 603-612.

قلی پور مهرزاد، ا.، علی اکبر، ع. و محمد صالح، م.، 1383. بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه بندی ارقام مختلف برنج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 35، شماره 3. صفحه‌های 973-981.

مصطفوی راد، م. و طهماسبی سروسستانی، ز.، 1382. ارزیابی اثرات کود نیتروژنه بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه ژنوتیپ برنج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 10، شماره 2. صفحه‌های 21-31.

مهدوی، ف.، اسماعیلی، م.ع.، فلاح، ا. و پیردشتی، ه.، 1384. مطالعه خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج. مجله علوم زراعی ایران، جلد 7، شماره 4. صفحه‌های 280-298.

نوربخشیان، ج. و رضائی، ع. م.، 1378. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج. مجله علوم زراعی ایران، جلد 1، شماره 2. صفحه‌های 121-133.

نیکنژاد، ی.، ضرغامی، ر.، نصیری، م. و پیردشتی، ه.، 1386. اثر محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چند رقم برنج. مجله نهال و بذر، جلد 23، شماره 1. صفحه‌های 113-123.

هنرنژاد، ر.، 1381. بررسی همبستگی بین برخی از صفات کمی برنج با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت. مجله علوم زراعی ایران، جلد 4، شماره 1. صفحه‌های 25-31.

Annicchiarico P and Pecetti L, 2010. Forage and seed yield response of Lucerne cultivars to chemically weeded and non-weeded managements and implications for choice in organic farming. *Eur. J. Agron.* 33: 74-80.

Flohre A, Rudnick M, Traser G, Tschardtke T and Eggers T, 2011. Does soil biota benefit from organic farming in complex vs. simple landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141: 210-214.

Fumiaki T, Takuya T and Kazuhiko E, 2003. Nitrogen balance in the paddy field of the aigamo-paddy cultivation (part 2). *Jpn. J. Soil. Sci. Plant. Nutr.* 74: 73-75.

Gabriel D and Tschardtke G, 2007. Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118: 43-48.

Goh B, Song Y and Manda M, 2001. Effect of duck free-ranging density on duck behavior pattern and rice growth and yield under a rice-duck farming system in paddy field. *Kor. J. Environ. Agric.* 20(2): 86-92.

Gan DX, Huang H and Jiang TJ, 2005. Decrease in CH₄ emission and its mechanism in no-tillage rice-duck complex system. *Rural. Ecosyst. Environ.* 21(2): 1-6.

Hossain ST, Ahmed GJU, Islam MR and Mahabub AA, 2002. Role of ducks in controlling weeds and insects in integrated rice-duck farming. *Banglad. J. Environ. Sci.* 6(2): 424-427.

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

- Isoke K, Asano H and Tsuboki Y, 1998. Effects of cultivation methods on the emergence of weeds and the growth and yield of paddy rice, with special reference to aigamo ducks. *Jpn. J. Crop Sci.* 67(3): 297-301.
- Jorgen E, Askegaard M and Rasmussen A, 2009. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. *Eur. J. Agron.* 30: 119-128.
- Kim HD, Park JS, Bang KH, Cho YC, Park KY, Kwon KC and Rhoe YD, 1994. Rice growth and yield response in a rice/duck farming system in paddy fields. *Kor. J. Crop Sci.* 39(4): 339-347.
- Li CF, Cao CG, Wang JP, Zhan M, Yuan WL and Shahrear A, 2008. Nitrogen losses from integrated rice-duck and rice-fish ecosystems in southern China. *J. Plant and Soil.* 307: 207-217.
- Lopes AR, Faria C, Fernandez AP, Cepeda CT, Manaia CM and Nunes OC, 2011. Comparative study of the microbial diversity of bulk paddy soil of two rice fields subjected to organic and conventional farming. *J. Soil Biol. Biochem.* 43: 115-125.
- Macfadyen S, Gibson R, Raso L, Sint D, Traugott M and Memmott M, 2009. Parasitoid control of aphids in organic and conventional farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 133: 14-18.
- Miller BC, Hill JE and Robert SR, 1991. Plant population effects and in water seeded rice. *Agron. J.* 83: 291-297.
- 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).* 14-15 Dec. 2011. IRAN. p. 36-40.
- Nematzade GA, and Kiani G, 2007. Agronomic and quality characteristics of high-yielding rice lines. *Pakistan J. Biol. S.* 10(1): 142-144.
- Nemecek T, Dubois D, Huguenin EO, Gaillard G, 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: Integrated and organic farming. *Agric. System.* 104: 217-232.
- Quan GM, Zhang JE and Huang ZX, 2005. Review on the ecological effects of integrated rice-duck farming system. *Chinese Agric. Sci. Bull.* 21(5): 360-365.
- 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 Sci. Soc.* 16: 651-652.
- Shengmiao YO, Younan Z, Qiuying P, Gang X and Dehai J, 2005. Effects of rice-duck farming system on *Oryza sativa* growth and its yield. *China. J. Applied Ecol.* 16(7): 1252-1256.
- Wang JP, Cao CG, Jin H and Liu FH, 2006. Effects of rice-duck farming on aquatic community in rice fields. *Sci. Agric. Sinica.* 39(10): 2001-2008.
- Wang QS, Huang PS, Zhen RH, 2004. Effect of rice-duck mutualism on nutrition ecology of paddy field and rice quality. *Chin. J. Appl. Ecol.* 25(4): 639-645.

- Wang H, Huang H, Yang ZH and Liao XL, 2003. Integrated benefits of rice-duck complex ecosystem. *Rural Ecol. Environ.* 19: 23-26.
- Wang H, Huang H, Yang ZH and Liao XL, 2003. Studies on integrated benefits of wetland rice-duck complex ecosystem. *Rural Ecol. Environ.* 3: 45-48.
- Yang ZP, Liu XY, Huang H, Liu DZ, Hu LD, Su W and Tan SQ, 2004. A study on the influence of rice-duck intergrowth on spider, rice diseases, insect and weeds in rice-duck complex ecosystems. *Acta. Ecol. Sinica.* 24: 2756-2760.
- Yang ZH, Huang H and Wang H, 2004. Paddy soil quality of a wetland rice-duck complex ecosystem. *China. J. Soil Sci.* 35(2): 117-121.
- Yu SM, Ouyang YN, Zhang QY, Peng G, Xu DH and Jin QY, 2005. Effects of rice-duck farming system on *Oryza sativa* growth and its yield. *Chin. Appl. Ecol.* 16(7): 1252-1256.
- Zhang JE, Xu R, Chen X and Quan G, 2009. Effects of duck activities on a weed community under a transplanted rice-duck farming system in southern China. *Weed Biol. Manag.* 9: 250-257.
- Zhang JE, Lu JX, Zhang GH and Luo SM, 2002. Study on the function and benefit of rice-duck agro ecosystem. *Ecol. Sci.* 21(1): 6-10.