doi: 10.22124/c.2018.7567.1307

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

**تحقیقات غلات**

**دوره هشتم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۷ (۱۹۸-۱۸۵)**

# قابلیت رقابت علف هرز پیزور دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) با ارقام برنج هاشمی و خزر

**زهره قجقی[۱]، المیرا محمدوند[۲]*، بیژن یعقوبی[۳] و جعفر اصغری[۴]**

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۸

**چکیده**

تداخل دو رقم برنج هاشمی و خزر با علف هرز پیزور دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های کاشت ۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:۴ (گیاهچه برنج : غده پیزور) با استفاده از مدل سری‌های جانشینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارتفاع رقم هاشمی بیش‌تر از رقم خزر و پیزور و تعداد پنجه و وزن خشک تولیدشده دو رقم برنج کم‌تر از پیزور بود. ازدیاد ساقه و تولید ماده خشک پیزور در رقابت با رقم هاشمی بیش‌تر از خزر کاهش یافت. مجموع تولید پنجه برنج و ساقه پیزور در هر گلدان با افزایش سهم پیزور در نسبت کاشت افزایش یافت. یک غده پیزور نسبت به سه گیاهچه برنج، ازدیاد حدود چهار برابری و تولید ماده خشک برابری داشت. عملکرد نسبی، شاخص غالبیت برنج و ضریب تزاحم نسبی حاکی از قابلیت رقابت بالاتر پیزور در مقابل هر دو رقم برنج بود. عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، تعداد خوشه، و تعداد دانه کل، پر و پوک برنج با افزایش سهم برنج در نسبت کاشت افزایش یافت. در شرایط رقابت با پیزور، عملکرد زیست‌توده و طول خوشه رقم هاشمی کم‌تر از خزر و شاخص برداشت، تعداد خوشه، و وزن صد دانه رقم هاشمی بیش‌تر از خزر بود. علف هرز پیزور دارای قابلیت رقابت بالایی در برابر دو رقم برنج هاشمی و خزر بود و اثر تداخل رقم هاشمی بر پیزور بیش‌تر از رقم خزر بود. به‌طور کلی، با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که قدرت رقابتی بیشتر (ضریب تزاحم بالاتر) علف هرز پیزور بیانگر اهمیت آن به‌عنوان یک علف هرز مسئله‌ساز بوده و بنابراین توسعه راهکاری مناسب جهت مدیریت آن ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** تداخل، تراکم نسبی، شاخص غالبیت، عملکرد نسبی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۴- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: mohammadvand@guilan.ac.ir

**مقدمه**

علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین موانع بیولوژیک در تولید برنج می‌باشند (Ni *et al.*, 2000; Paul *et al.*, 2014)؛ چنانکه عدم کنترل علف‌های‌هرز به‌ترتیب سبب ۵۷ و ۸۲ درصد کاهش عملکرد در کشت غرقابی و مستقیم برنج شد (Mahajan *et al.*, 2009). متوسط کاهش عملکرد برنج به‌واسطه رقابت علف‌های هرز بین ۴۰ تا ۶۰ درصد برآورد می‌شود که در شرایط عدم کنترل در کشت مستقیم می‌تواند به ۹۴ تا ۹۶ درصد نیز افزایش یابد (Chauhan and Johnson, 2011). تداخل علف‌های هرز با برنج از طریق رقابت برای منابع محدود رشد مانند نور، مواد غذایی و آب صورت می‌گیرد. درجه رقابت برنج-علف هرز به عواملی چون رقم و تراکم برنج، سن برنج در شروع رقابت، دوره رشد برنج و علف‌هرز، تراکم و گونه علف هرز، عوامل مربوط به خاک، بارندگی، و منابع غذایی بستگی دارد (Ampong-Nyarko and De Datta, 1991). میان تراکم علف هرز و مدت زمان تداخل ارتباط وجود دارد (Dunan *et al.*, 1995). نظر به اهمیت نقش رقم گیاه زراعی در تعیین نتیجه رقابت، اخیرا توجه به ارقام رقابت‌کننده در راستای بهبود مدیریت علف‌های هرز برنج افزایش یافته است. این راهکار مقرون به‌صرفه و ایمن بوده و سبب کاهش هزینه کنترل علف‌های هرز می‌شود (Ni *et al.*, 2000; Chauhan, 2012). یک رقم رقابت‌کننده می‌تواند معادل یک یا دو بار وجین دستی در برنج عمل کند (Garrity *et al.*, 1992). گونه‌های مختلف علف هرز نیز بر مبنای ویژگی‌هایی چون ارتفاع گیاه، سرعت گسترش سطح برگ، تراکم سیستم ریشه، چرخه زندگی، روش‌های تولید مثل و ... دارای قابلیت رقابت متفاوتی هستند (Swanton *et al.*, 2015).

پیزور دریایی (*Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova) از جگن‌های چندساله و دارای تکثیر زایشی (بذر) و رویشی (ریزوم و غده) است. این گیاه به‌علت تولید زیاد ریزوم و غده، رشد سریع، توانایی سبزشدن در زمین‌های غرقاب و جذب سریع مواد غذایی به‌عنوان یک علف هرز رقابت‌کننده محسوب می‌شود (Audebert *et al.*, 2013). سیستم ریزوم زیرزمینی مشتمل بر غده‌ها می‌باشد که نه‌تنها تولید مثل گیاه بلکه بقای آن را نیز طی زمستان ممکن می‌سازد (Hroudová and Zákravský, 1995). غده‌های این علف هرز می‌توانند به حالت خواب درون خاک باقی بمانند و ریشه‌کن‌کردن این علف‌هرز را با مشکل مواجه کنند (Ampong-Nyarko and De Datta, 1991). قرار گرفتن غده‌ها در داخل خاک، کارایی وجین دستی در کنترل این علف‌هرز را در مقایسه با علف‌های‌هرز دارای ریشه افشان سطحی (نظیر سوروف) به‌نحو قابل توجهی کاهش می‌دهد. پیزور دریایی از مهم‌ترین علف‌های‌هرز در کشت غرقابی برنج و مهم‌ترین علف‌هرز برنج پس از سوروف است (Rice *et al.*, 1990; Matthews *et al.*, 1997). در روش کشت مستقیم برنج که خاک به صورت اشباع و غیرغرقاب نگهداری شد، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و پیزور دریایی (*Scirpus maritimus* L.) مهم‌ترین علف‌های هرز بودند (Al Mamun, 2014). طبق بررسی‌های میدانی محققین، جمعیت پیزور طی سال‌های اخیر در شالیزارهای دو استان گیلان و مازندران به‌شدت افزایش یافته است (اطلاعات منتشر نشده) درحالی‌که اطلاعاتی از میزان خسارت‌زایی آن وجود ندارد.

روش سری‌های جانشینی یکی از روش‌های مطالعه رقابت گیاهان است که به‌طور گسترده در مطالعات تداخل گیاهان استفاده می‌شود. این روش برای ارزیابی اثرات رقابتی دو گونه در یک تراکم کل واحد بسیار مفید بوده و اثرات نسبی تداخل درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای را تعیین می‌کند (Radosevich, 1987). از این‌رو، با توجه به اهمیت روزافزون علف هرز پیزور دریایی در کشت نشایی برنج به‌عنوان روش کشت رایج استان گیلان و نیز پتانسیل این گیاه برای تبدیل‌شدن به یک علف هرز مسئله‌ساز در کشت مستقیم برنج که با توجه به بحران کم‌آبی مورد توجه قرار گرفته است، از سری‌های جانشینی جهت ارزیابی قابلیت رقابت پیزور دریایی با دو رقم برنج هاشمی و خزر به عنوان ارقام رایج بومی و اصلاح‌شده دارای بیش‌ترین سطح زیر کشت در استان گیلان استفاده شد.

**مواد و روش‌ها**

این تحقیق به‌منظور بررسی قابلیت رقابت علف هرز پیزور دریایی با دو رقم برنج هاشمی (رقم محلی) و خزر (رقم اصلاح‌شده) طی سری‌های جانشینی شامل پنج تراکم اولیه متفاوت (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:۴ گیاهچه برنج : غده پیزور) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور-رشت طی بهار و تابستان ۱۳۹۴ (مقارن با دوره رشد برنج) صورت گرفت. غده‌های علف هرز پیزور دریایی در پاییز ۱۳۹۳ از شالیزارهای استان

گیلان جمع‌آوری و تا بهار در گلدان‌های حاوی خاک مزارع برنج در شرایط محیط طبیعی نگهداری شد. قبل از شروع آزمایش، جوانه‌زنی غده‌ها از طریق کاشت ۱۰ غده در عمق سه سانتی‌متری گلدان‌هایی به قطر ۱۸ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر که با خاک مزرعه برنج (بافت سیلتی، رسی، لومی؛ pH=۷/۲، مقادیر N، P وK به‌ترتیب ۲/۲، ۸/۶ و ۱۷۲ پی‌پی‌ام) پر شده و در شرایط محیط طبیعی در فضای آزاد قرار گرفته بودند، ارزیابی شد (گلدان‌ها در سطح خاک قرار داشتند). با توجه به مشاهده غیریکنواختی در جوانه‌زنی، کلیه غده‌های جمع‌آوری شده به درون یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس منتقل و به مدت دو ماه تا حصول جوانه‌زنی یکنواخت درون یخچال نگهداری شدند. پس از اطمینان از جوانه‌زنی مطلوب غده‌ها، نسبت به اجرای آزمایش اصلی اقدام شد.

گیاهچه‌های سه‌برگی برنج (نشاهای ۳۰ روزه) و غده‌های تازه جوانه‌دار شده پیزور دریایی (چهار روز قرار گرفتن غده‌ها در شرایط مشابه شالیزار) در اوایل خردادماه به گلدان‌های پلاستیکی به قطر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری آن با خاک مزرعه برنج (دارای ویژگی‌های بالا) پر شده بودند، منتقل شد. یک هفته بعد از کاشت، تعداد گیاهچه برنج و علف هرز در هر گلدان بررسی و در صورت نیاز اصلاح شدند. آبیاری (به‌صورت غرقاب به ارتفاع ۷ سانتی‌متر) و کوددهی (به‌ترتیب ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) مطابق روش‌های رایج ومنطبق بر عرف زراعت برنج انجام شد. برداشت پیزور با توجه به اینکه مراحل رشدی این علف هرز حدود دو هفته زودتر از برنج تکمیل می‌شود، پس از گلدهی و تغییر رنگ بوته‌ها از سبز به قهوه‌ای انجام شد. حداکثر ارتفاع، تعداد ساقه و وزن خشک بوته‌های هر گلدان اندازه‌گیری شد. برداشت برنج در انتهای فصل رشد (۹۰ روز پس از نشاکاری) صورت گرفت. حداکثر ارتفاع، تعداد پنجه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد شلتوک (با رطوبت ۱۴ درصد)، شاخص برداشت، تعداد خوشه، طول خوشه، تعداد دانه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک و وزن صد دانه در هر گلدان ثبت شد. ارتفاع از ابتدای ساقه تا انتهای بلندترین برگ یا خوشه، و توزین با دقت ۰/۰۱ گرم پس از انتقال بوته‌ها به آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس و رسیدن به وزن ثابت صورت گرفت.

تجزیه داده‌ها برای برنج و علف هرز به‌طور جداگانه انجام شد. همچنین، به‌منظور مقایسه برنج و پیزور در هر تیمار، تجزیه به‌روش فاکتوریل- کرت‌های خردشده که در آن برنج و علف هرز به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند، نیز صورت گرفت. ارزیابی توانایی رقابت گونه‌ها به‌وسیله عملکرد نسبی (Relative Yield=RY)، مجموع عملکرد نسبی (Total Relative Yield = RTY)، شاخص غالبیت (Aggressivity Index=AI) و ضریب تزاحم نسبی (Relative Crowding Coefficient=RCC) بر اساس تعداد پنجه و عملکرد زیست‌توده (رابطه ۱) ارزیابی شد. رقابت‌پذیری هر رقم در مقابل علف هرز پیزور با استفاده از نمودارهای سری جانشینی (Harper, 1977) مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد نسبی به‌عنوان نسبت میان عملکرد گونه‌ها در مخلوط و عملکرد گونه‌ها در کشت خالص، مجموع عملکرد نسبی با جمع مقادیر عملکرد نسبی دو گونه (De Wit and Van Den Bergh, 1965; Harper, 1977)، شاخص غالبیت (که فقط برای برنج محاسبه شد) از حاصل تفریق عملکرد نسبی علف هرز از عملکرد نسبی برنج (Wang *et al.*, 2006)، و ضریب تزاحم نسبی با استفاده از معادله (۱) (Jolliffe *et al.*, 1984) تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD محافظت‌شده در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

$$RCC = \frac{W_{1m}/W_{2m}}{W_{1p}/W_{2p}} \quad \text{or} \quad \frac{W_{2m}/W_{1m}}{W_{2p}/W_{1p}} \qquad (۱)$$

در این رابطه، RCC ضریب تزاحم نسبی، $W_{1m}$ و $W_{2m}$ به‌ترتیب وزن خشک اندام‌های هوایی گونه ۱ و ۲ در کشت مخلوط ۲:۲ و $W_{1p}$ و $W_{2p}$ به‌ترتیب وزن خشک اندام‌های هوایی گونه ۱ و ۲ در کشت خالص هستند.

## نتایج و بحث

### ارتفاع

ارتفاع دو گونه برنج و پیزور (میانگین دو رقم هاشمی و خزر در نسبت‌های مختلف کاشت) متفاوت بود (جدول ۱)، به‌طوری که ارتفاع برنج (۹۸/۲ سانتی‌متر) بیش‌تر از ارتفاع پیزور (۹۲/۹ سانتی‌متر) بود. این تفاوت ناشی از بیش‌تر بودن ارتفاع رقم هاشمی نسبت به پیزور (به‌ترتیب ۱۰۱/۰ و ۸۸/۷ سانتی‌متر در میانگین نسبت‌های کاشت) بود (جدول ۲)، زیرا در رقم خزر در هیچ‌یک از نسبت‌های کاشت، تفاوت معنی‌داری بین دو گونه مشاهده نشد (به‌ترتیب ۹۵/۳ و ۹۷/۲ سانتی‌متر در میانگین نسبت‌های کاشت). نسبت‌های مختلف کاشت اثری بر ارتفاع نهایی

بوته‌ها در رقم خزر نداشت، درحالی‌که ارتفاع برنج و علف هرز را در رقم هاشمی تحت تأثیر قرار دادند، چنان‌که به‌جز در نسبت ۳:۱ گیاهچه برنج:غده پیزور که ارتفاع دو گونه مشابه بود، در سایر نسبت‌ها تفاوت معنی‌دار و ارتفاع برنج هاشمی بیش‌تر از پیزور بود. همچنین نسبت‌های مختلف کاشت ارتفاع پیزور را نیز تحت تأثیر قرار دادند، به‌نحوی که وقتی ۱ و ۲ بوته برنج در گلدان کاشته شد، ارتفاع پیزور در رقابت با رقم هاشمی در مقایسه با رقابت با رقم خزر کم‌تر بود. در مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها ارتفاع رقم هاشمی (۱۱۴/۳ سانتی‌متر) به‌نحو معنی‌داری بیشتر از رقم خزر (۹۸ سانتی‌متر) و نیز پیزور (۹۳/۲ سانتی‌متر) بود. طبق گزارش گیلی و همکاران (Gealy *et al.*, 2005) تفاوت ارتفاع میان برنج و سوروف در یک گلدان بسته به رقم برنج و مستقل از نسبت کاشت متفاوت بود. در آزمایش ایشان که سه رقم برنج نیمه پاکوتاه هر یک با علف هرز سوروف در گلدان‌های مجزا در نسبت‌های کاشت (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:۴ برنج: سوروف) در رقابت بودند، ارتفاع سوروف (۸۹، ۸۶ و ۸۸ سانتی‌متر) هم در مخلوط و هم در تک‌کشتی گونه‌ها بیش‌تر از سه رقم برنج (۶۵، ۷۲ و ۷۴ سانتی‌متر) بود. به‌نظر می‌رسد نیمه پاکوتاه بودن ارقام برنج سبب رقابت کم‌تر برنج برای منابع یکسان در مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی هر گونه می‌شود. در مطالعه رقابت ارقام خزر و هاشمی با علف هرز سوروف (Yaghoubi *et al.*, 2011)، رقم خزر نسبت به رقم هاشمی سرعت توسعه ارتفاع، ضریب استهلاک نور و قدرت رقابت کم‌تری داشت. به‌نظر می‌رسد در بررسی حاضر نیز به دلایل مشابه، آثار بازدارندگی رقم هاشمی بر علف هرز پیزور بیش‌تر از رقم خزر بود.

**ازدیاد (تولید پنجه در برنج و ساقه در پیزور)**

از آنجا که رویش غده‌ها و تولید سیستم ریزومی در پیزور منجر به ظهور گیاهچه‌های جدید می‌شود، تولید ساقه‌های جدید پیزور متناظر با تولید پنجه برنج در نظر گرفته شد و تحت عنوان ازدیاد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۲). ازدیاد در پیزور بیش‌تر از برنج بود (به‌ترتیب ۹۵ ساقه و ۱۵ پنجه در میانگین دو رقم هاشمی و خزر و نسبت‌های مختلف کاشت). هر دو رقم هاشمی و خزر تعداد پنجه کم‌تری نسبت به پیزور تولید کردند، به طوری‌که در میانگین نسبت‌های مختلف کاشت، تولید ساقه پیزور ۸۰ درصد بیش‌تر از رقم هاشمی (به‌ترتیب ۹۰ ساقه و ۱۸ پنجه) و ۸۹ درصد بیش‌تر از رقم خزر (به‌ترتیب ۱۰۰ ساقه و ۱۱ پنجه) بود. مقایسه تعداد پنجه دو رقم هاشمی و خزر نشان داد که تولید پنجه در دو رقم برنج تفاوتی ندارد (به‌ترتیب ۱۸ و ۱۱ پنجه در میانگین نسبت‌های مختلف کاشت)، ولی توانایی ازدیاد پیزور در شرایط رقابت با رقم خزر در مقایسه با رقم هاشمی بیش‌تر بود (به‌ترتیب ۹۰ و ۱۰۰ ساقه در گلدان در میانگین نسبت‌های کاشت).

نسبت‌های مختلف کاشت (میانگین برنج و علف‌هرز و ارقام برنج)، ازدیاد را تحت تأثیر قرار داد. به نحوی که مجموع تولید پنجه برنج و ساقه پیزور در هر گلدان در تک‌کشتی گونه‌ها بیشترین مقدار بود و پس از آن با افزایش سهم پیزور در نسبت کاشت افزایش یافت. با افزایش سهم هر گونه در نسبت کاشت، ازدیاد آن افزایش یافت، اگرچه میزان این افزایش در برنج و پیزور (میانگین دو رقم برنج) متفاوت بود. تولید پنجه یک بوته برنج در گلدان ۱۶/۴ درصد تک‌کشتی برنج بود، در حالی‌که یک غده پیزور توانست ۵۵/۶ درصد تک‌کشتی پیزور ساقه جدید تولید کند. میزان تولید ساقه با حضور سه، دو و یک غده پیزور در نسبت کاشت، به‌ترتیب ۲۳/۷ ، ۹/۳ و ۳/۹ برابر تعداد پنجه برنج بود. مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها نشان داد که تعداد پنجه در رقم هاشمی کم‌تر از خزر (به‌ترتیب ۳۳/۷ و ۲۱/۳ پنجه در گلدان (معادل ۸/۴ و ۵/۳ پنجه در بوته)) و به‌طور معنی‌داری کم‌تر از علف هرز (۱۲۳ ساقه در گلدان معادل ۳۰/۸ ساقه از هر غده) بود. در میانگین دو رقم برنج تولید ساقه پیزور ۴/۵ برابر برنج بود. طبق گزارش گل‌محمدی و همکاران (Golmohammadi *et al.*, 2010) تداخل تمام فصل سوروف برنج در تراکم‌های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع به‌طور متوسط موجب ۴۹، ۶۷ و۶۱ درصد کاهش در تعداد پنجه برنج شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات برنج و پیزور دریایی در هنگام برداشت

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for rice and *Bolboschoenus planiculmis* characters at harvesting time

| Source of variations | df | Final height | multipl.[d] | Total dry weight | df | Aggressivity index | | Relative yield | | Total relative yield | | | Relative crowding coefficient | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Multipl. | BY [e] | Multipl. | BY | df | Multipl. | BY | df | Multipl. | BY |
| Cultivar (C)[a] | 1 | 24.08$^{ns}$ | 21.33$^{ns}$ | 2478.61$^{**}$ | 1 | 0.01$^{ns}$ | 0.03$^{ns}$ | 0.04$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | 1 | 0.05$^{ns}$ | 0.03$^{ns}$ | 1 | 0.64$^{ns}$ | 0.12$^{ns}$ |
| Ratio (R)[b] | 3 | 285.92$^{**}$ | 2623.36$^{**}$ | 2648.53$^{**}$ | 2 | 0.89$^{**}$ | 0.88$^{**}$ | 0.03$^{ns}$ | 0.01$^{ns}$ | 3 | 0.05$^{ns}$ | 0.04$^{*}$ | | | |
| C × R | 3 | 222.81$^{*}$ | 95.94$^{ns}$ | 175.94$^{**}$ | 2 | 0.05$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | 0.04$^{ns}$ | 0.05$^{**}$ | 3 | 0.05$^{ns}$ | 0.07$^{**}$ | | | |
| Main error | 14 | 47.97 | 124.37 | 16.14 | 10 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 14 | 0.02 | 0.01 | 2 | 0.53 | 1.16 |
| Species (S)[c] | 1 | 330.75$^{*}$ | 77280.75$^{**}$ | 3236.85$^{**}$ | 1 | | | 0.97$^{**}$ | 1.56$^{**}$ | | | | 1 | 9.77$^{*}$ | 13.54$^{*}$ |
| C × S | 1 | 602.08$^{**}$ | 901.33$^{*}$ | 326.63$^{ns}$ | 1 | | | 0.01$^{ns}$ | 0.02$^{ns}$ | | | | 1 | 1.54$^{ns}$ | 0.43$^{ns}$ |
| R × S | 3 | 101.47$^{ns}$ | 1655.47$^{**}$ | 1914.66$^{**}$ | 2 | | | 0.44$^{**}$ | 0.44$^{**}$ | | | | | | |
| C × R × S | 3 | 17.92$^{ns}$ | 110.06$^{ns}$ | 75.71$^{ns}$ | 2 | | | 0.03$^{ns}$ | 0.01$^{ns}$ | | | | | | |
| Sub-error | 16 | 40.06 | 134.20 | 93.63 | 12 | | | 0.01 | 0.03 | | | | 4 | 0.79 | 1.41 |
| CV (%) | | 6.62 | 21.18 | 22.61 | | 56.12 | 56.24 | 22.23 | 29.11 | | 14.02 | 8.00 | | 62.34 | 76.95 |

$^{ns}$, $^{*}$, and $^{**}$: not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

[a] Cultivar, Hashemi and Khazar; [b] rice seedling to weed tuber ratio in each pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3 and 0:4); [c] species (rice and weed); [d] Multiplication; [e] Biological yield.

**وزن خشک نهایی**

میزان کل وزن خشک تولیدشده در هر گلدان (میانگین برنج و پیزور و نسبت‌های مختلف کاشت) در رقم برنج هاشمی کم‌تر از خزر بود (به‌ترتیب ۳۵/۶۱ و ۴۹/۹۸ گرم در گلدان) (جدول‌های ۱ و ۲). مقایسه دو رقم هاشمی و خزر نشان داد که رقم هاشمی وزن خشک کم‌تری نسبت به خزر و هر دو رقم هاشمی و خزر نیز وزن خشک کم‌تری نسبت به پیزور تولید کردند، اگرچه تولید ماده خشک پیزور در رقابت با رقم هاشمی کم‌تر از رقم خزر بود. در میانگین نسبت‌های مختلف کاشت، وزن خشک پیزور ۲۷ درصد نسبت به رقم هاشمی (به‌ترتیب ۳۰/۰ و ۴۱/۲ گرم در گلدان) و ۳۶ درصد نسبت به رقم خزر (به‌ترتیب ۳۹/۲ و ۶۰/۸ گرم در گلدان) بیش‌تر بود. به نظر می‌رسد که تداخل پیزور با رقم هاشمی شدیدتر از رقم خزر بوده است، چنانکه علاوه بر کاهش بیش‌تر وزن خشک علف هرز، تولید کل ماده خشک در گلدان نیز کم‌تر از تداخل پیزور با رقم خزر بود. کاهش بیش‌تر تولید ساقه پیزور در شرایط تداخل با رقم هاشمی در مقایسه با رقم خزر نیز مؤید این مطلب است.

بیش‌ترین وزن خشک تولیدی در هر گلدان (مجموع برنج و پیزور) و نیز وزن خشک هریک از گونه‌ها در شرایط تک‌کشتی مشاهده شد و تفاوتی بین برنج و علف هرز وجود نداشت (به‌ترتیب ۶۸/۱۶ و ۶۱/۷۰ گرم در گلدان). با افزایش سهم در نسبت کاشت، افزایش وزن خشک برنج و پیزور (میانگین دو رقم برنج) متفاوت بود. وزن خشک سه بوته برنج در نسبت کاشت تفاوت معنی‌داری با وزن خشک حاصل از کاشت یک غده پیزور نداشت (به‌ترتیب ۳۶/۲۹ و ۳۵/۴۹ گرم در گلدان). این نتیجه نشان می‌دهد که یک غده پیزور می‌تواند وزن خشکی معادل سه گیاهچه برنج ایجاد کند. اما در نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۳:۱ (گیاهچه‌برنج: غده پیزور)، وزن خشک پیزور به‌ترتیب ۲ و ۶/۴ برابر برنج بود. با حضور یک، دو و سه بوته برنج در نسبت کاشت، وزن خشک رقم هاشمی به‌ترتیب ۱۱، ۲۷/۰۴ و ۶۴/۱۲ درصد تک‌کشتی و وزن خشک پیزور ۸۲/۸۴، ۷۳/۴۱ و ۵۸/۴۹ درصد تک‌کشتی پیزور بود. این مقادیر در کاشت رقم خزر به‌ترتیب برای برنج ۱۴/۶۶، ۴۳/۹۶ و ۴۴/۸۳ درصد تک‌کشتی و برای علف هرز ۱۰۰/۶۳، ۸۴/۸۹ و ۵۶/۷۷ درصد تک‌کشتی بود. در مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها وزن خشک هاشمی ۵۹/۳۵ گرم در گلدان و کم‌تر از رقم خزر و پیزور (به‌ترتیب ۷۶/۹۷ و ۶۱/۷۰ گرم در گلدان) بود.

**شاخص غالبیت برنج، عملکرد نسبی و مجموع عملکرد نسبی برنج و پیزور بر اساس ازدیاد و عملکرد زیست‌توده**

شاخص غالبیت برنج تحت تأثیر نسبت کاشت قرار گرفت (جدول ۱) و با افزایش نسبت علف هرز به گیاه زراعی در مخلوط، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این مقادیر برای ازدیاد نسبی در نسبت‌های ۳:۱، ۲:۲ و ۱:۳ (گیاهچه‌برنج: غده پیزور)، به‌ترتیب ۰/۷۱-، ۰/۳۲- و ۰/۰۵ و برای عملکرد نسبی زیست‌توده ۰/۷۹-، ۰/۴۲- و ۰/۰۲- بود (جدول ۳).

عملکرد نسبی برنج و پیزور متفاوت بود و تحت تأثیر نسبت کاشت قرار گرفت. اثر نسبت کاشت بر عملکرد نسبی بر اساس زیست‌توده در دو رقم هاشمی و خزر نیز متفاوت بود. (جدول ۱). عملکرد نسبی (بر مبنای ازدیاد و عملکرد زیست‌توده) همواره در پیزور بیش‌تر از ۰/۵ و در برنج کم‌تر از ۰/۵ بود. مقدار عملکرد نسبی برنج تحت شرایط مواد غذایی زیاد در مقایسه با شرایط مواد غذایی کم، کم‌تر (همواره کم‌تر از ۰/۵) از سوروف (همواره بزرگ‌تر از ۰/۵) بود (Perera *et al.*, 1992). عملکرد نسبی برنج با افزایش نسبت در مخلوط، افزایش یافت. ازدیاد نسبی علف هرز در نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (گیاهچه برنج: غده پیزور) تفاوتی نداشت و به‌طور معنی‌داری کم‌تر از نسبت ۳:۱ (گیاهچه برنج : غده پیزور) بود. عملکرد نسبی زیست‌توده علف هرز با افزایش نسبت علف هرز در مخلوط، در هر سه سطح افزایش یافت، به‌طوری که در نسبت ۲:۲ و۳:۱ (گیاهچه‌برنج : غده پیزور) عملکرد نسبی زیست‌توده علف هرز مشابه و به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از نسبت ۱:۳ (گیاهچه برنج: غده پیزور) بود (جدول۳). در مقایسه دو گونه برنج و علف هرز، ازدیاد و عملکرد نسبی زیست‌توده در نسبت کاشت ۱:۳(گیاهچه برنج : غده پیزور) مشابه اما در سایر نسبت‌ها در علف هرز بیش‌تر از برنج بود (جدول ۳). به‌عبارت دیگر، در شرایط رقابت سه بوته برنج و یک غده پیزور، میزان تولید برنج ۵۸ درصد تک‌کشتی و معادل تولید یک غده پیزور (۵۷ درصد تک کشتی) بود. این نتیجه بیانگر قابلیت بالای رقابت این علف هرز است (جدول ۳). عملکرد نسبی زیست‌توده در رقم هاشمی با حضور یک و دو بوته برنج تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت و به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سه بوته برنج بود، مقدار محاسبه شده این صفت برای رقم خزر در نسبت ۳:۱ (گیاهچه برنج : غده پیزور) به‌طور معنی‌داری کم‌تر از نسبت ۲:۲ و ۱:۳ بود. با حضور یک غده علف هرز میزان کاهش عملکرد در رقم خزر بیش‌تر

از هاشمی بود، ولی با افزایش سهم علف هرز به دو غده در گلدان، کاهش عملکرد رقم خزر کم‌تر از هاشمی بود. به‌نظر می‌رسد درجه رقابت رقم هاشمی با پیزور بیش‌تر از خزر است، چنان‌که با حضور یک بوته رقم هاشمی، وزن خشک پیزور ۱۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت، اما وجود یک بوته رقم خزر اثری بر عملکرد نسبی زیست‌توده پیزور نداشت (جدول ۴).

مجموع ازدیاد نسبی در ارقام هاشمی و خزر و نسبت‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت و مجموع تولید پنجه برنج و ساقه پیزور در شرایط رقابت مشابه تک‌کشتی بود. مجموع عملکرد نسبی زیست‌توده ارقام برنج در نسبت‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند، به‌نحوی که در رقم هاشمی بیش‌ترین مقدار مجموع عملکرد نسبی زیست‌توده (۱/۲۴) در نسبت ۱:۳ (گیاهچه برنج:غده پیزور) بدست آمد، در حالی‌که سایر نسبت‌های کاشت تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در رقم خزر، نسبت کاشت ۲:۲ برنج : علف هرز با مقدار ۱/۳۰ به‌طور معنی‌داری از سایر نسبت‌های کاشت بیش‌تر بود (جدول ۴).

جدول ۲- اثر نسبت کاشت و رقم برنج بر ارتفاع نهایی، ازدیاد و وزن خشک کل برنج و پیزوردریایی در هنگام برداشت

Table 2. Effect of planting ratio and rice cultivar on final height, multiplication and total dry weight of rice and *Bolboschoenus planiculmis*at at harvesting time

| Rice seedling to weed tuber ratio | Rice cultivar | Final height (cm) | | | Multiplication (per pot) | | | Total dry weight (g/pot) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Rice | Weed | d | Rice | Weed | d | Rice | Weed | d |
| 1 : 3 | Hashemi | 85.67$^{c}$ | 82.67$^{c}$ | ns | 5.33$^{cd}$ | 103.33$^{bc}$ | ** | 6.53$^{d}$ | 43.39$^{cd}$ | ** |
| | Khazar | 92.33$^{bc}$ | 97.33$^{ab}$ | ns | 3.67$^{d}$ | 110.33$^{ab}$ | ** | 11.29$^{d}$ | 71.49$^{a}$ | ** |
| 2 : 2 | Hashemi | 102.33$^{b}$ | 89.67$^{bc}$ | * | 9.00$^{c}$ | 76.33$^{cd}$ | ** | 16.05$^{d}$ | 38.44$^{de}$ | * |
| | Khazar | 99.33$^{b}$ | 105.67$^{a}$ | ns | 8.33$^{cd}$ | 86.00$^{bcd}$ | ** | 33.84$^{c}$ | 60.31$^{ab}$ | ** |
| 3 : 1 | Hashemi | 101.67$^{b}$ | 89.33$^{bc}$ | * | 25.00$^{b}$ | 68.00$^{d}$ | ** | 38.06$^{c}$ | 30.64$^{e}$ | ns |
| | Khazar | 91.67$^{bc}$ | 92.00$^{bc}$ | ns | 10.33$^{c}$ | 68.67$^{d}$ | ** | 34.51$^{c}$ | 40.34$^{de}$ | ns |
| Monoculture | Hashemi | 114.33$^{a}$ | 93.00$^{bc}$ | ** | 33.67$^{a}$ | 111.67$^{ab}$ | ** | 59.36$^{b}$ | 52.36$^{bc}$ | ns |
| | Khazar | 98.00$^{b}$ | 93.67$^{b}$ | ns | 21.33$^{b}$ | 134.33$^{a}$ | ** | 76.97$^{a}$ | 71.05$^{a}$ | ns |

Means followed by the same letters in each column have not significant difference by LSD test at 5% probability level.

d: Significant test between rice and weed in each planting ratio and rice cultivar (ns, * and ** not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- اثر نسبت کاشت بر عملکرد نسبی برنج و پیزور دریایی بر مبنای ازدیاد، عملکرد زیست‌توده و شاخص غالبیت برنج

Table 3. Effect of planting ratio on the relative yield of rice and *Bolboschoenus planiculmis* based on multiplication, biological yield and aggressivity index of rice

| Rice seedling to weed tuber ratio | Relative multiplication | | | | Aggressivity index of rice | Relative biological yield | | | | Aggressivity index of rice |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rice | Weed | d$^{a}$ | Total | | Rice | Weed | d$^{a}$ | Total | |
| 1 : 3 | 0.16$^{c}$ | 0.87$^{a}$ | ** | 1.04$^{a}$ | -0.71$^{c}$ | 0.13$^{c}$ | 0.92$^{a}$ | ** | 1.05$^{ab}$ | -0.79$^{c}$ |
| 2 : 2 | 0.33$^{b}$ | 0.65$^{b}$ | ** | 0.99$^{a}$ | -0.32$^{b}$ | 0.36$^{b}$ | 0.79$^{a}$ | ** | 1.16$^{a}$ | -0.42$^{b}$ |
| 3 : 1 | 0.62$^{a}$ | 0.56$^{b}$ | ns | 1.18$^{a}$ | 0.05$^{a}$ | 0.55$^{a}$ | 0.58$^{b}$ | ns | 1.13$^{a}$ | -0.02$^{a}$ |
| Monoculture | | | | 1.00$^{a}$ | | | | | 1.00$^{b}$ | |
| Mean | 0.37 | 0.69 | | 1.07 | -0.33 | 0.35 | 0.76 | | 1.11 | -0.41 |

The values are average of two rice cultivars, Hashemi and Khazar. Means followed by the same letters in each column have not significant difference by LSD test at 5% probability level.

d: Significant test between rice and weed in each planting ratio and rice cultivar (ns, * and ** not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

**ضریب تزاحم نسبی**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ضریب تزاحم نسبی برنج و علف هرز متفاوت بود، اما تحت تأثیر رقم برنج قرار نگرفت (جدول ۱). ضریب تزاحم نسبی پیزور بر مبنای ازدیاد و عملکرد زیست‌توده بیش‌تر (به‌ترتیب ۲/۳۲ و ۲/۶۰) از برنج (۰/۵۲ و ۰/۴۷) بود (شکل ۱). ضریب تزاحم نسبی به‌عنوان یک شاخص رقابت زمانی که دو گونه با نسبت‌های مساوی مخلوط می‌شوند، به‌کار می‌رود (Jollife *et al.*,

1984). گونه دارای ضریب تزاحم نسبی بیش‌تر در مخلوط، رقیب قوی‌تری محسوب می‌شود (Fischer *et al.*, 2000). ضریب تزاحم نسبی بیش‌تر سوروف نسبت به رقم غیررقیب برنج در تولید پنجه و وزن‌خشک شاخساره، حاکی از تهاجم علف هرز در مقابل رقم ضعیف‌تر برنج بود، در حالی‌که رقم فرو نشاننده برنج و هیبرید آن دو ضریب تزاحم نسبی مشابهی با سوروف داشتند که بیان‌کننده قدرت رقابتی یکسان برنج و علف هرز بود (Gealy *et al.*, 2005).

## عملکرد زیست‌توده برنج

اثر رقم و نسبت‌های مختلف کاشت بر زیست‌توده برنج معنی‌دار بود (جدول۵). عملکرد زیست‌توده رقم خزر ۳۰/۵ درصد بیش‌تر از رقم هاشمی بود (به‌ترتیب ۳۹/۱۶ و ۳۰/۰۰ گرم در گلدان در میانگین نسبت‌های کاشت) (شکل ۲). عملکرد زیست‌توده برنج با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت کاهش یافت. بیشترین مقدار عملکرد زیست‌توده (۶۸/۱۷ گرم در گلدان) در شرایط تک‌کشتی حاصل شد و در نسبت کاشت ۳:۱ (گیاهچه برنج: غده پیزور) با ۸۶/۹ درصد کاهش به کم‌ترین مقدار (۸/۹۲ گرم در گلدان) رسید (شکل ۳). عملکرد زیست‌توده رقم هاشمی و خزر در تک‌کشتی به‌ترتیب ۵۹/۳۵ و ۷۶/۹۷ گرم در گلدان بود. طبق گزارش ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2006) رقابت علف‌های هرز با برنج سبب کاهش عملکرد زیست‌توده برنج (۳۵ تا ۴۹ درصد)، شاخص برداشت (۲۱ تا ۳۸ درصد) و عملکرد دانه (۲۲ تا ۵۲ درصد) شد.

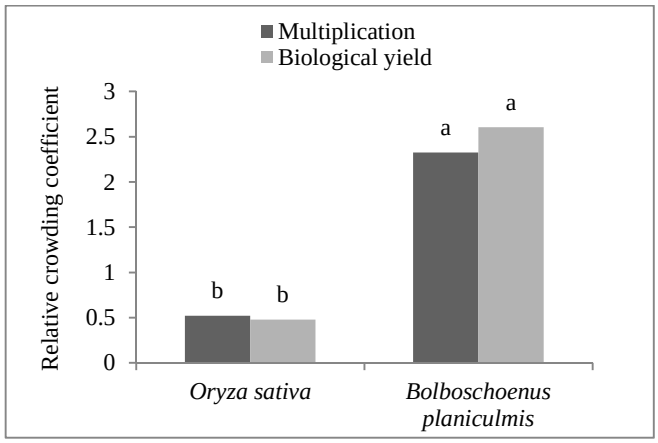
جدول ۴- اثر نسبت کاشت بر عملکرد و مجموع عملکرد نسبی زیست‌توده ارقام برنج هاشمی و خزر و پیزور دریایی

Table 4. Effect of planting ratio on relative and total biological yield of rice cultivars, Hashemi and Khazar, and *Bolboschoenus planiculmis*

| Rice seedling: weed tuber proportions | Hashemi | | | | Khazar | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rice | Weed | d[a] | Total | Rice | Weed | d[a] | Total |
| 1 : 3 | 0.11[b] | 0.84[a] | ** | 0.94[b] | 0.15[b] | 1.01[a] | ** | 1.15[b] |
| 2 : 2 | 0.28[b] | 0.74[ab] | ** | 1.02[b] | 0.45[a] | 0.85[ab] | ** | 1.30[a] |
| 3 : 1 | 0.66[a] | 0.59[b] | ns | 1.24[a] | 0.45[a] | 0.58[b] | ns | 1.03[c] |
| Monoculture | | | | 1.00[b] | | | | 1.00[c] |
| Mean | 0.35 | 0.72 | | 1.05 | 0.35 | 0.81 | | 1.12 |

The values are average of two rice cultivars, Hashemi and Khazar. Means followed by the same letters in each column have not significant difference by LSD test at 5% probability level.

d: Significant test between rice and weed in each planting ratio and rice cultivar (ns, * and ** not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.




شکل ۱- ضریب تزاحم نسبی بر مبنای ازدیاد و عملکرد زیست‌توده برنج و پیزور دریایی. اعداد میانگین دو رقم برنج هاشمی و خزر هستند.

Figure 1. Relative crowding coefficient based on multiplication and biological yield of rice and *Bolboschoenus planiculmis*. The values are average of two rice cultivars, Hashemi and Khazar.

**عملکرد دانه**

اثر رقم برنج بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۵) و میانگین عملکرد دانه دو رقم برنج در میانگین نسبت‌های کاشت ۱۱/۵۲ گرم در گلدان بود. اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). عملکرد دانه در تک‌کشتی برنج بیش‌ترین مقدار (۲۳/۰۳ گرم) و در نسبت کاشت ۳، ۲ و ۱ بوته برنج به‌ترتیب ۱۰/۵۷، ۹/۵۶ و ۲/۹۳ گرم در گلدان (معادل ۴۹/۸۹، ۴۱/۵۱ و ۱۲/۷۲ درصد تک‌کشتی) ثبت شد (شکل۳). عملکرد دانه رقم هاشمی و خزر در تک‌کشتی به‌ترتیب ۲۲/۹۷ و ۲۳/۱۰ گرم در گلدان بود. طبق گزارش محققان تداخل تمام‌فصل سوروف، عملکرد برنج را تا ۷۰ درصد کاهش داد (Smith,1983).

**شاخص برداشت**

اثر رقم برنج بر شاخص برداشت معنی‌دار (جدول ۵) و در رقم هاشمی ۰/۳۹ و بیش‌تر از رقم خزر (۰/۲۸) بود (شکل ۲). امین‌پناه (Aminpanah, 2011) اظهار داشت که افزایش تراکم سوروف سبب کاهش شاخص برداشت رقم لاین ۸۴۳ نشد، در حالی‌که شاخص برداشت رقم خزر با افزایش تراکم سوروف به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

**اجزای عملکرد برنج**

**طول خوشه:** طول خوشه تحت تأثیر رقم برنج قرار گرفت (جدول ۵) و در رقم هاشمی (۱۷/۹ سانتی‌متر) کم‌تر از رقم خزر (۱۹/۵ سانتی‌متر) بود. در مقابل، نسبت‌های مختلف کاشت اثری بر طول خوشه ارقام برنج نشان ندادند. در تک‌کشتی برنج طول خوشه رقم هاشمی ۱۸/۵ و رقم خزر ۱۹/۵ سانتی‌متر بود.

**تعداد خوشه:** اثر رقم و نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد خوشه در گلدان معنی‌دار بود (جدول ۵). در رقم هاشمی تعداد خوشه (۱۸/۲ عدد در گلدان) و ۶۰ درصد بیش‌تر از رقم خزر (۱۰/۹ عدد در گلدان) بود (شکل ۲). در تک‌کشتی برنج، بیش‌ترین تعداد خوشه (۲۷ خوشه در گلدان) و در نسبت‌های ۱:۳، ۲:۲ و ۳:۱ (گیاهچه برنج:غده پیزور) به ترتیب ۱۶، ۱۰ و ۵ خوشه در گلدان (معادل ۵۹/۲۵، ۳۷/۰۳ و ۱۸/۵۱ درصد تک‌کشتی) مشاهده شد (شکل ۳). در تک‌کشتی برنج به‌ترتیب برای رقم هاشمی و خزر ۳۳/۶۷ و ۲۱/۳۳ خوشه در گلدان ثبت شد. طبق گزارش اوتیس و تالبرت (Ottis and Talbert, 2007) به ازای هر ۱۰ درصد افزایش کنترل علف هرز سوروف، ۱۴ خوشه برنج در مترمربع اضافه شد.

**وزن صد دانه.** وزن صد دانه برنج فقط تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۵). وزن صد دانه در میانگین نسبت‌های کاشت در رقم هاشمی (۲/۴۹ گرم در گلدان) بیش‌تر از میزان آن در رقم خزر (۲/۲۲ گرم در گلدان) بود (شکل ۲). وزن صد دانه در تک‌کشتی برنج برای رقم هاشمی ۲/۴۸ و برای رقم خزر ۲/۳۵ گرم در گلدان ثبت شد. اوتیس و تالبرت (Ottis and Talbert, 2007) رقابت سوروف با برنج را فاقد تأثیر معنی‌دار روی وزن هزار دانه برنج گزارش کردند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات برنج در شرایط رقابت با علف هرز پیزور دریایی

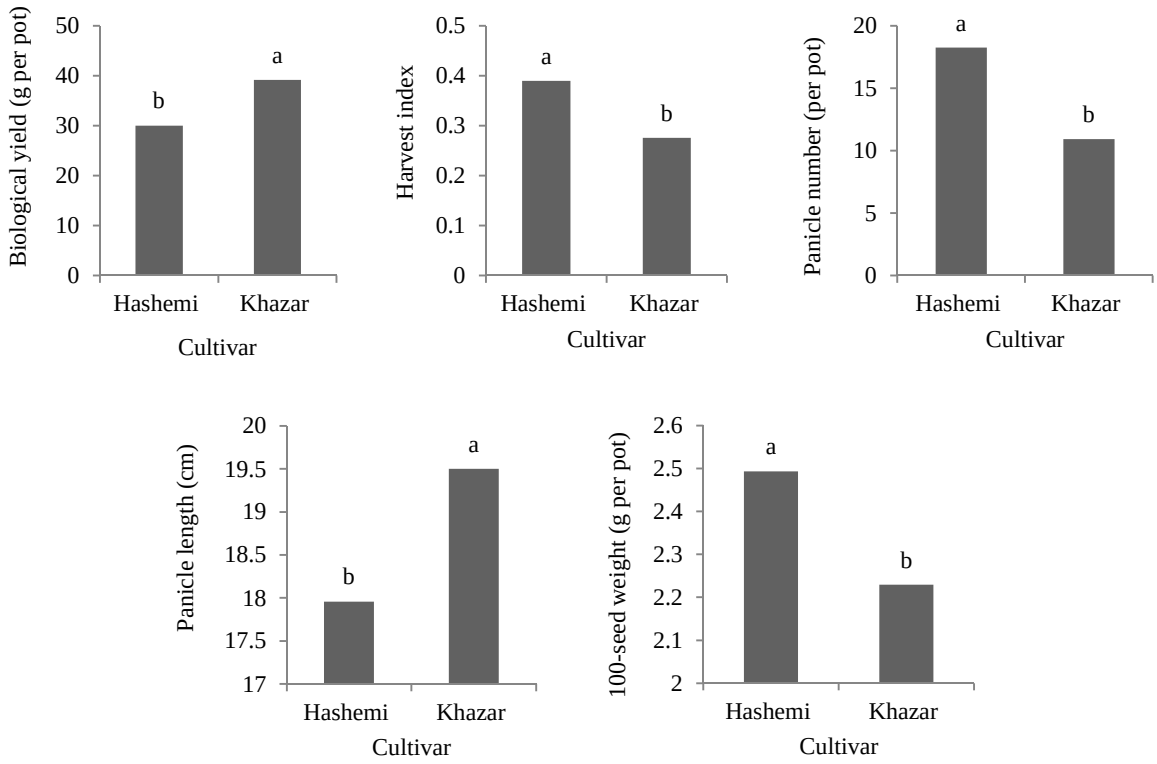
Table 5. Analysis of variance (mean squares) for rice characters in competition with *Bolboschoenus planiculmis*

| Source of variations | df | Biological yield | Grain yield | Harvest index | Panicle number | Total seed number |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cultivar[a] | 1 | 502.84$^{*}$ | 0.95$^{ns}$ | 0.09$^{**}$ | 322.66$^{**}$ | 972440.04$^{**}$ |
| Ratio[b] | 3 | 3764.44$^{**}$ | 422.06$^{**}$ | 0.02$^{ns}$ | 577.16$^{**}$ | 2530579.04$^{**}$ |
| Cultivar × Ratio | 3 | 163.48$^{ns}$ | 17.22$^{ns}$ | 0.003$^{ns}$ | 42.11$^{ns}$ | 191699.70$^{*}$ |
| Error | 14 | 62.47 | 13.28 | 0.005 | 29.48 | 53778.81 |
| CV (%) | - | 22.86 | 31.62 | 21.02 | 37.23 | 27.019 |

| Source of variations | df | Number of filled grains per pot | Number of unfilled grains per pot | 100-seeds weight | Panicle length |
|---|---|---|---|---|---|
| Cultivar[a] | 1 | 1962.04$^{ns}$ | 887041.5$^{**}$ | 0.41$^{**}$ | 14.26$^{*}$ |
| Ratio[b] | 3 | 710977.93$^{**}$ | 573057.66$^{**}$ | 0.07$^{ns}$ | 5.83$^{ns}$ |
| Cultivar × Ratio | 3 | 23275.81$^{ns}$ | 165368.72$^{**}$ | 0.01$^{ns}$ | 1.28$^{ns}$ |
| Error | 14 | 23700.73 | 15131.16 | 0.042 | 2.85 |
| CV (%) | | 32.06 | 32.52 | 8.76 | 9.01 |

$^{ns}$, $^{*}$, and $^{**}$: not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

[a] Cultivar, Hashemi and Khazar; [b] rice seedling to weed tuber ratio in each pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3 and 0:4).




شکل ۲- عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، تعداد خوشه، طول خوشه و وزن صد دانه دو رقم برنج هاشمی و خزر. اعداد میانگین نسبت‌های کاشت گیاهچه برنج: غده پیزور (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:۴) در هر گلدان هستند.

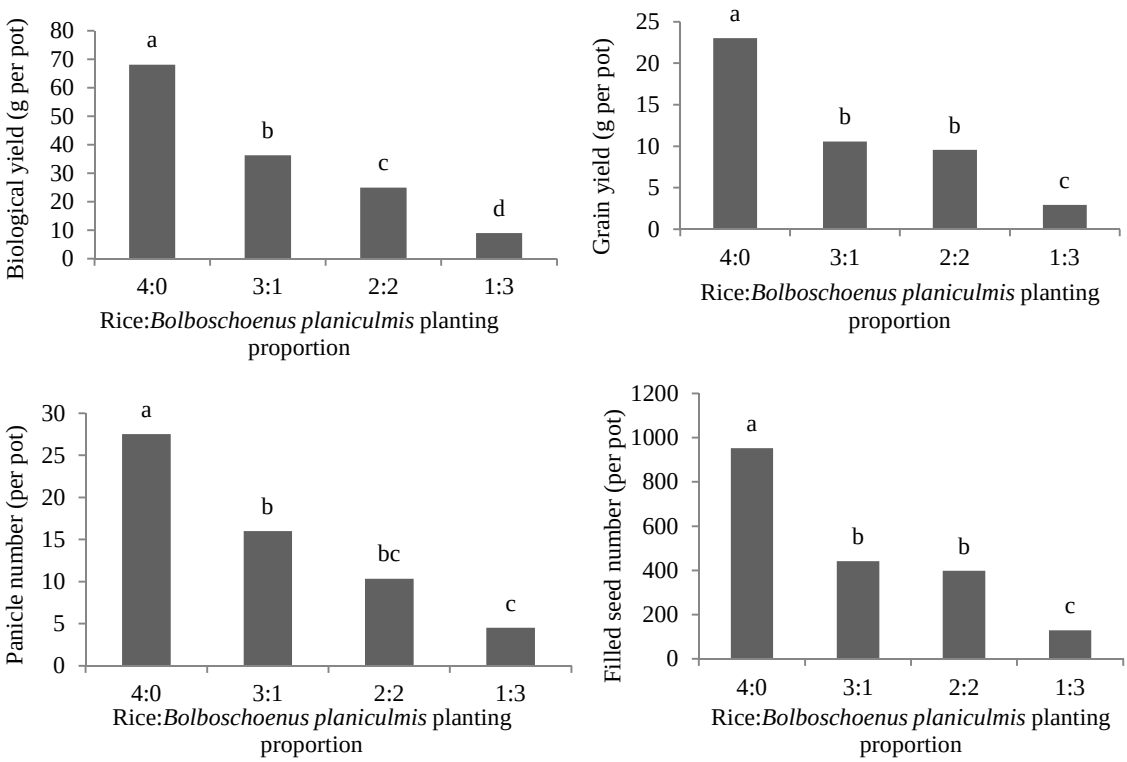
Figure 2. Biological yield, harvest index, panicle number, panicle length and 100-grain weight in rice cultivars of Hashemi and Khazar. Values are average of rice seedling : weed tuber ratios per pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4).

**تعداد دانه پر:** تعداد دانه پر تحت تأثیر رقم برنج قرار نگرفت، اما تفاوت آن در نسبت‌های مختلف کاشت معنی‌دار بود (جدول ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه پر به‌ترتیب در تک‌کشتی برنج (۹۵۲/۸۳ دانه در گلدان) و نسبت ۳:۱ (گیاهچه برنج: غده پیزور) (۱۲۸/۳۳ دانه در گلدان معادل ۱۳/۴۷ درصد تک‌کشتی) مشاهده شد. نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (گیاهچه برنج: غده پیزور) تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند (۴۱۹/۶۶ دانه در گلدان معادل ۴۴/۰۴ درصد تک‌کشتی) (شکل ۳). تعداد دانه پر در تک‌کشتی برنج برای رقم هاشمی ۹۲۲/۶۷ و برای رقم خزر ۹۸۳ دانه در گلدان ثبت شد. گل‌محمدی و همکاران (Golmohammadi *et al.*, 2010) اظهار داشتند که کاهش تولید برنج در اثر رقابت ۴۰ بوته سوروف در برنج نسبت به سایر تیمارها (تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته سوروف در مترمربع) در نتیجه کاهش تولید ماده خشک، عملکرد زیست‌توده، تعداد خوشه و تعداد دانه پر در خوشه می‌باشد.

**تعداد کل دانه:** اثر رقم برنج و نسبت‌های مختلف کاشت و برهمکنش آن‌ها بر تعداد کل دانه در گلدان معنی‌دار بود. تعداد کل دانه در رقم هاشمی در نسبت‌های کاشت ۴:۰، ۳:۱، ۲:۲ و ۱:۳ (گیاهچه برنج: غده پیزور) به‌ترتیب ۱۲۸۷، ۷۶۷، ۴۳۲ و ۱۴۱ دانه در گلدان و در رقم خزر به‌ترتیب ۲۲۰۶، ۹۴۸، ۷۹۷ و ۲۸۶ دانه در گلدان بود (شکل ۴). با کاهش گیاهچه برنج در نسبت کاشت به ۳، ۲ و ۱ بوته در گلدان، تعداد کل دانه نسبت به تک‌کشتی برای رقم هاشمی به‌ترتیب ۵۹/۵۹، ۳۳/۵۶ و ۱۰/۹۵ درصد و برای رقم خزر ۴۲/۹۷، ۳۶/۱۲ و ۱۲/۹۶ درصد بود. تنها در تک‌کشتی برنج، تعداد دانه رقم خزر به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از هاشمی بود و در سایر نسبت‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه در آزمایش امین‌پناه (Aminpanah, 2011) در شرایط عدم حضور سوروف (۱۳۲ دانه در خوشه) و کم‌ترین میزان آن (۹۸ دانه در خوشه) در تراکم ۴۰ بوته سوروف در مترمربع حاصل شد. از طرف دیگر، تعداد دانه در خوشه در لاین ۸۴۳ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تعداد آن در رقم خزر بود.

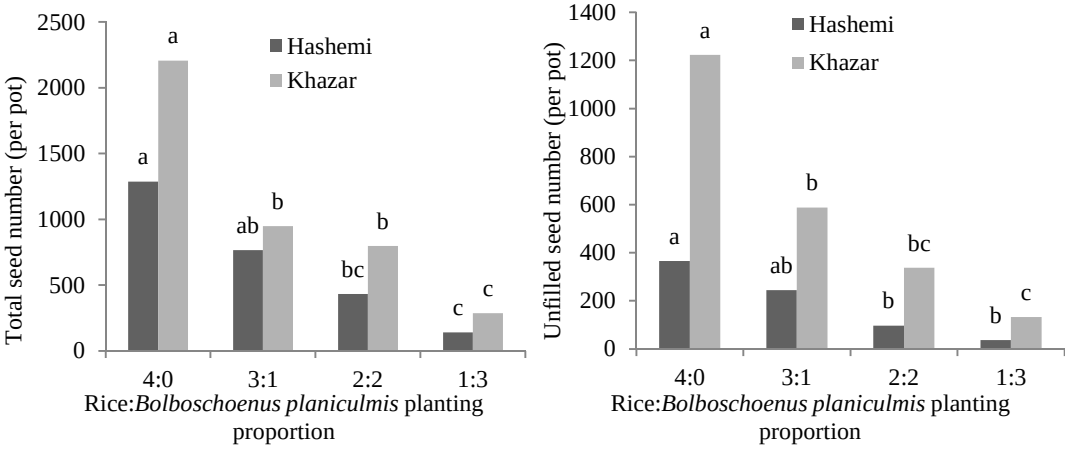
**تعداد دانه پوک.** تعداد دانه پوک تحت تأثیر رقم برنج و نسبت‌های مختلف کاشت و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۵). در هر دو رقم برنج با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت، تعداد دانه پوک در گلدان کاهش یافت، به‌نحوی که

بیش‌ترین مقدار در تک‌کشتی و کم‌ترین مقدار در نسبت کاشت ۳:۱ (گیاهچه برنج : غده پیزور) (در رقم هاشمی ۱۰/۲۳ درصد تک‌کشتی و در رقم خزر ۱۰/۸۷ درصد تک‌کشتی) مشاهده شد. در نسبت کاشت ۳:۱ (گیاهچه برنج :غده پیزور) تعداد دانه پوک دو رقم برنج تفاوت معنی‌داری نداشت اما در سایر نسبت‌ها در رقم خزر بیش‌تر از رقم هاشمی بود. این مقدار در نسبت‌های کاشت ۴:۰، ۳:۱ و ۲:۲ (گیاهچه برنج:غده پیزور) در رقم خزر به‌ترتیب ۷۰، ۵۸ و ۷۱ درصد بیش‌تر از رقم هاشمی بود (شکل۴).




شکل ۳- عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، تعداد خوشه و تعداد دانه پر در نسبت‌های کاشت گیاهچه برنج:غده پیزور در هر گلدان (۴:۰، ۱:۳، ۲:۲، ۳:۱، ۴:۰). اعداد میانگین ارقام برنج (هاشمی و خزر) هستند.

Figure 3. Biological yield, grain yield, panicle number and filled grain number in rice seedling : weed tuber ratios per pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4). Values are average of rice cultivars, Hashemi and Khazar.




شکل ۴- تعداد کل دانه و دانه پوک ارقام برنج در نسبت‌های کاشت گیاهچه برنج:غده پیزور در هر گلدان (۴:۰، ۱:۳، ۲:۲، ۳:۱، ۴:۰).

Figure 4. Total and unfilled grain number of rice cultivars in rice seedling : weed tuber ratios per pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4).

**نتیجه‌گیری کلی**

نتایج این تحقیق نشان داد که در میانگین نسبت‌های کاشت، ارتفاع رقم هاشمی بیش‌تر از پیزور (به‌ترتیب ۱۰۱/۰ و ۸۸/۷ سانتی‌متر) بود، اما ارتفاع رقم خزر تفاوت معنی‌داری با پیزور (به‌ترتیب ۹۵/۳ و ۹۷/۲ سانتی‌متر) نداشت. تعداد پنجه در هر دو رقم هاشمی (۱۸) و خزر (۱۱) کم‌تر از ازدیاد ساقه پیزور (۹۵ ساقه) بود. تولید پنجه در دو رقم برنج تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی ازدیاد پیزور در شرایط رقابت با رقم هاشمی کم‌تر بود. وزن خشک کل تولیدشده در رقم هاشمی کم‌تر از خزر و در هر دو رقم برنج کم‌تر از پیزور بود، اما تولید ماده خشک پیزور در رقابت با هاشمی بیش‌تر از خزر کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد تداخل پیزور با رقم هاشمی شدیدتر از خزر باشد. عملکرد زیست‌توده و طول خوشه رقم هاشمی کم‌تر از خزر و شاخص برداشت، تعداد خوشه و وزن صددانه رقم هاشمی بیش‌تر از خزر بود، اما عملکرد دانه و تعداد دانه پر در دو رقم تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

نسبت‌های مختلف کاشت اثری بر ارتفاع نهایی بوته‌ها در رقم خزر نداشت. با حضور یک بوته برنج هاشمی در نسبت کاشت، ارتفاع برنج و پیزور تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در سایر نسبت‌ها ارتفاع هاشمی بیش‌تر بود. همچنین با حضور یک و دو غده پیزور در نسبت کاشت، ارتفاع پیزور در رقابت با رقم هاشمی نسبت به خزر کاهش بیش‌تری نشان داد. نسبت‌های مختلف کاشت، ازدیاد را تحت تأثیر قرار داد. با افزایش سهم پیزور در نسبت کاشت، مجموع تولید پنجه برنج و ساقه پیزور در هر گلدان افزایش یافت. ازدیاد هر گونه با افزایش سهم در نسبت کاشت متفاوت بود. میزان تولید ساقه با حضور سه، دو و یک غده پیزور در نسبت کاشت، به‌ترتیب ۲۳/۷، ۹/۳ و ۳/۹ برابر تعداد پنجه برنج و میزان تولید ماده خشک به‌ترتیب ۶/۴، ۲ و ۱ برابر برنج بود. به‌عبارت دیگر، یک غده پیزور نسبت به سه گیاهچه برنج ازدیاد چهار برابری و تولید ماده خشک برابری داشت. پیزور بیش‌ترین ازدیاد را در تک‌کشتی داشت و بیش‌ترین مجموع وزن خشک و نیز وزن خشک هر گونه در تک‌کشتی گونه‌ها حاصل شد و تفاوتی بین برنج و علف هرز وجود نداشت. شاخص غالبیت برنج با افزایش نسبت علف هرز به گیاه زراعی در مخلوط، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. عملکرد نسبی همواره در پیزور بیش‌تر از ۰/۵ و در برنج کم‌تر از ۰/۵ و ضریب تزاحم نسبی پیزور حدود ۵ برابر برنج بود.

عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، تعداد خوشه، تعداد دانه کل، تعداد دانه پر و پوک برنج با افزایش سهم برنج در نسبت کاشت افزایش یافت، ولی شاخص برداشت، طول خوشه و وزن صد دانه تحت تأثیر نسبت کاشت قرار نگرفت. مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها نشان داد که ارتفاع رقم هاشمی (۱۱۴/۳ سانتی‌متر) به‌نحو معنی‌داری بیش‌تر از رقم خزر (۹۸ سانتی‌متر) و پیزور (۹۳/۲ سانتی‌متر) بود. تعداد پنجه در رقم هاشمی ۱/۶ برابر خزر و ۰/۲۷ پیزور بود. وزن خشک رقم هاشمی در تک‌کشتی ۵۹/۳۵ گرم در گلدان و کم‌تر از رقم خزر و پیزور (به‌ترتیب ۷۶/۹۷ و ۶۱/۷۰ گرم در گلدان) بود. در تک‌کشتی برنج، تعداد کل دانه و تعداد دانه پوک رقم خزر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از هاشمی بود، اما تعداد دانه پر تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت رقابت علف هرز پیزور دریایی بیش‌تر از دو رقم برنج هاشمی و خزر بود، اگرچه شدت تداخل پیزور با رقم هاشمی شدیدتر از رقم خزر بود، چنان‌که علاوه بر کاهش بیش‌تر تولید ساقه وزن خشک علف هرز پیزور، تولید کل ماده خشک در گلدان نیز کم‌تر از تداخل پیزور با رقم خزر بوده است.

**References**

**Ampong-Nyarko, K. and De Datta, S. K. 1991.** A Handbook for weed control in rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. 113 p.

**Al Mamun, M. A. 2014.** Modeling rice-weed competition in direct-seeded rice cultivation. **Agricultural Research** 3: 346-352.

**Aminpanah, H. 2011.** Response of more and less competitive rice cultivars to different densities of barnyardgrass. **Electronic Journal of Crop Production** 4: 67-84. (In Persian with English Abstract).

**Audebert, A., Mouret, J. C., Roques, S., Carrara, A., Hammond, R., Gaungoo, A., Sanusan, S. and Marnotte, P. 2013.** Colonization and infestation ability of *Bolboschoenus maritimus* Palla in rice paddies of the Camargue, France. **Weed Biology and Management** 13 (2): 70-78.

**Chauhan, B. S. 2012.** Weed ecology and weed management strategies for dry seeded rice in Asia. **Weed Technology** 26: 1-13.

**Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2011.** Ecological studies on *Echinochloa crus-galli* and the implications for weed management in direct-seeded rice. **Crop Protection** 30: 1385-1391.

**Dunan, C. M., Westra, P., Schweizer, E. E., Lybecker, D. W. and Moore, F. D. 1995.** The concept and application of early economic period threshold: the case of DCPA in onions (*Allium cepa*). **Weed Science** 43: 634-639.

**De Wit, C. T. and Van Den Bergh, J. P. 1965.** Competition between herbage plants. **Journal of Agricultural Science** 13: 212-221.

**Fischer, A. J., Ateh, C. M., Bayer, D. E. and Hill, J. E. 2000.** Herbicide-resistant *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* in California *Oryza sativa* fields. **Weed Science** 48: 225-230.

**Garrity, D. P., Movillon, M. and Moody, K. 1992.** Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agronomy Journal** 84: 586-591.

**Gealy, D. R., Estorninos, Jr. L. E., Gbur, E. E. and Chavez, R. S. C. 2005.** Interference interactions of two rice cultivars and their F3 cross with barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in a replacement series study. **Weed Science** 53: 323-330.

**Golmohammadi, M. J., Alizadeh, H., Yaghuobi, B. and Nahvi, M. 2010.** Effect of competition invasive species barnyardgrass (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) in rice fields of Guilan. **Journal of Agroecology** 2: 95-102. (In Persian with English Abstract).

**Harper, J. L. 1977.** Population biology of plants. London, Academic Press.

**Hroudová, Z. and Zákravský, P. 1995.** *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla - tuber production and dormancy in natural habitats. **Abstracta Botanica** 19: 89-94.

**Jolliffe, P. A., Minjas, A. N. and Runecles, V. C. 1984.** A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments. **Journal of Applied Ecology** 21: 227-243.

**Mahajan, G., Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2009.** Weed management in aerobic rice in northwestern Indo-Gangetic Plains. **Journal of Crop Improvement** 23: 366-382.

**Matthews, R., Kropff, M., Horie, T. and Bachelet, D. 1997.** Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluating options for adaptation. **Agricultural Systems** 54: 399-425.

**Ni, H., Moody, K., Robles, R. P., Paller Jr, E. C. and Lales, J. S. 2000.** *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Science** 48: 200-204.

**Ottis, B. V. and Talbert, R. E. 2007.** Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and rice density effects on rice yield components. **Weed Technology** 21: 110-118.

**Perera, K. K., Ayres, P. G. and Gunasena, H. P. M. 1992.** Root growth and the relative importance of root and shoot competition in interactions between rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa crus-galli*. **Weed Research** 32: 67-76.

**Paul, J., Choudhary, A. K., Suri, V. K., Sharma, A. K., Kumar, V. and Shobhn, A. 2014.** Bioresource nutrient recycling and its relationship with biofertility indicators of soil health and nutrient dynamics in rice wheat cropping system. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 45 (7): 912-924.

**Rice, I. W., South, R. B. and Asia, S. 1990.** Crop loss assessment in rice: Papers given at the International Workshop on Crop Loss Assessment to Improve Pest Management in Rice and Rice-based Cropping Systems in South and Southeast Asia. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp: 11-17.

**Radosevich, S. R. 1987.** Methods of interactions among crops and weeds. **Weed Technology** 1: 190-198.

**Swanton, C. J., Nkoa, R. and Blackshaw, R. E. 2015.** Experimental methods for crop-weed competition studies. **Weed Science** 63: 2-11.

**Smith R. J. 1983.** Weeds of economic importance major in rice and yield losses due to weed competition. In: Proceedings of the Conference on Weed Control in Rice, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp: 19-36.

**Wang, G., McGiffen, Jr. M. E. and Ehlers, J. D. 2006.** Competition and growth of six cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes, sunflower (*Helianthus annuus*), and common purslane (*Portulaca oleracea*). **Weed Science** 54: 954-960.

**Yaghoubi, B., Mazaheri, D., Baghestani, M. A., Alizadeh, H. M. and Atri, A. 2011.** Studying morphological traits and growth indices of indigenous and improved rice cultivars in interference with barnyardgrass. **Agronomy Journal** 88: 54-68. (In Persian with English Abstract).

**Zhao, D. L., Atlin, G. N., Bastiaans, L. and Spiertz, J. H. J. 2006.** Comparing rice germplasm for growth, grain yield, and weed-suppressive ability under aerobic soil conditions. **Weed Research** 46: 444-452.

doi: 10.22124/c.2018.7567.1307

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

**Cereal Research**
**Vol. 8, No. 2, Summer 2018 (185-198)**

# Competitiveness of bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) with rice cultivars, Hashemi and Khazar

**Zohreh Ghojoghi[1], Elmira Mohammadvand[2*], Bijan Yaghoubi[3] and Jafar Asghari[4]**

Received: June 19, 2017 Accepted: December 19, 2017

**Abstract**

Interference interaction of two rice cultivars (Hashemi and Khazar) with *Bolboschoenus planiculmis* in planting ratios of 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 and 0:4, rice seedling : weed tuber were investigated in a replacement series studies. The results showed higher height for Hashemi cultivar than Khazar and *B. planiculmis* and less tiller number and total dry weight for both rice cultivars comparing to *B. planiculmis*. Stem multiplication and dry matter production of *B. planiculmis* decreased more in competition with Hashemi than that with Khazar. Total production of rice tillers and weed stems per pot increased with raising the ratio of weed at the planting proportion. Multiplication of one tuber of weed comparing to three plant of rice was four times more and produced equal dry weight.Relative yield, rice aggressivity index and relative crowding coefficient showed more competitive ability for weed against both rice varieties. As the ratio of rice at the planting proportion raised, biological yield, grain yield, panicle number, and total, filled and unfilled seed number increased. At the competition condition, lower biological yield and panicle length, while higher harvest index, panicle number and 100-seeds weight for Hashemi than khazar. In general, this experiment indicated greater competitiveness for *B. planiculmis* than the rice cultivars,and Hashemi cultivar showed more interference interactions on the weed than Khazar.

**Keywords:** Aggressivity index, Interference, Relative density, Relative yield

1. M. Sc. Graduated, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran
4. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
* Corresponding author: mohammadvand@guilan.ac.ir