

Characterizing the interactive interference of rice with barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Schoenoplectus planiculmis*) weeds in a replacement series experiment

Zohreh Ghojoghi¹, Elmira Mohammadvand^{2*}, Bijan Yaghoubi³, Jafar Asghari⁴

1,2, 4. Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Guilan, Rasht, Iran.

3. Rice Research Institute of Iran, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

(Received: November 23, 2021- Accepted: February 15, 2022)

ABSTRACT

In order to investigate the role of inter-species interference and competitive outcome of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) weeds with Guilaneh cultivar of rice, a factorial experiment with two factors including weed species (barnyard grass and bulrush) and rice: weed ratios in each pot (0: 4, 1: 3, 2: 2, 3: 1, and 4: 0) was conducted as a randomized complete-block design with three replications. The results showed that, except for height, all other traits of rice decreased more in competition with barnyard grass than competition with bulrush. The percentage of more reductions of traits in rice-barnyard grass competition than rice-bulrush competition, averaged over planting ratios, were 10 and 21% for biological yield, 12 and 23% for seed yield, 10 and 21% for number of panicle, 13 and 25% for number of filled seeds, 7 and 16 for total number of seeds, and 10 and 17% for number of tillers on pot and single plant levels, respectively. These results, along with the replacement series diagrams studies have indicated the severe competition of barnyard grass with rice plants. However, no significant difference in the competitive effect of the two weed species, as well as the insignificant dominance index and the ratio of barnyard grass and bulrush competition, indicates the importance of bulrush as a new weed in rice fields. Therefore, effective management of bulrush in addition to barnyard grass should be taken into consideration in the development of the weed management programs in paddy rice fields.

Keywords: Competition index, density, dominance, relative performance, relative yield.

ارزیابی تعامل تداخلی برنج و علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در سری‌های جانشینی

زهرة قجقی^۱، المیرا محمدوند^{۲*}، بیژن یعقوبی^۳، جعفر اصغری^۴

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان،

رشت. ۳- دانشیار پژوهشی، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶)

چکیده

به منظور مطالعه نقش تداخل بین گونه‌ای و برآیند رقابتی سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) با برنج رقم گیلانه، این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ترکیب فاکتوریل گونه علف هرز (سوروف و پیروز دریایی) و نسبت‌های کاشت برنج: علف هرز در گلدان (۴:۰، ۳:۱ و ۲:۲، ۱:۳، ۰:۴) انجام شد. نتایج نشان داد که بجز ارتفاع، سایر صفات برنج در رقابت با سوروف نسبت به رقابت با پیروز کاهش بیشتری نشان دادند. درصد این کاهش‌ها، در میانگین نسبت‌های کاشت، به واسطه رقابت برنج با سوروف در مقایسه با پیروز برای عملکرد بیولوژیک ۱۰ و ۲۱، عملکرد دانه ۱۲ و ۲۳، تعداد پانیکول ۱۰ و ۲۱، تعداد دانه پر ۱۳ و ۲۵، تعداد کل دانه ۷ و ۱۶ و تعداد پنجه ۱۰ و ۱۷ درصد به ترتیب در سطح گلدان و تک‌بوته بیشتر از پیروز بود. این نتایج و نیز بررسی نمودارهای سری جانشینی بیانگر رقابت شدیدتر سوروف با برنج بود. اگرچه تفاوت اندک اثر رقابتی دو گونه علف هرز و نیز عدم معنی‌داری شاخص چیرگی و نسبت رقابت سوروف و پیروز حاکی از اهمیت رقابت پیروز به عنوان گونه هرز جدید در مزارع برنج است؛ لذا مدیریت موثر پیروز نیز علاوه بر سوروف بایستی در طراحی راهبردهای مدیریت علف‌های هرز شالیزار مورد توجه قرار گیرد. واژه‌های کلیدی: تراکم، چیرگی، شاخص رقابت، عملکرد نسبی، نمود نسبی.

* Corresponding author: mohammadvand@guilan.ac.ir

مقدمه

مختل می‌سازد اشاره کرد (Zhao et al., 2006). گونه‌های مختلف علف هرز بسته به ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک، سازوکار تولیدمثل و بقا و سازگاری با شرایط کشت و عوامل و شرایط محیطی توان رقابت متفاوتی دارند (Swanton et al., 2015). سوروف (*Echinochloa crus-galli*) یکی از رقابتی‌ترین علف‌های هرز برنج است که در تمام طول فصل رشد، گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Moon et al., 2010). سوروف از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع برنج استان گیلان است؛ همچنین از این جنس گونه دیگری نیز با نام سوروف آبی زودرس (*E. oryzoides*) از مزارع برنج استان گیلان گزارش شده است (Mohammadvand et al., 2013, 2014, 2015a,b,c, 2019, 2020; Yaghoubi et al., 2011). گزارش‌های متعدد در شرایط متنوع حاکی از کاهش عملکرد برنج به‌واسطه رقابت سوروف است. کاهش عملکرد برنج در رقابت با سوروف در حضور یک بوته در فاصله ۴۰ سانتی‌متری ۲۷ درصد (Stauber et al., 1991)، در تراکم ۹ بوته در متر مربع ۵۷ درصد (Maun & Barrett, 1986)، در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع ۲۰ درصد (Vasilakoglou et al., 2000)، در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع ۸۰ درصد (Van Devender et al., 1997)، در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع ۷۰ درصد (Vidotto et al., 2007)، در رقابت تمام فصل ۵۰ بوته در متر مربع تا ۶۵ درصد (Smith, 1988) کاهش یافته است. پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) نیز به‌عنوان گونه‌ای که جمعیت آن در شالیزار رو به افزایش است، مورد توجه قرار گرفته است (Ghojoghi et al., 2018; Aminpanah & Yaghoubi, 2018). تکثیر پیروز دریایی علاوه بر بذر از طریق تولید سریع شبکه‌ای از ریزوم‌ها و غده‌ها نیز صورت می‌گیرد و بدین علت توانایی تکثیر و آلوده‌سازی بالایی داشته و مدیریت آن

از میان تنش‌های زیستی گوناگونی که عملکرد برنج را تهدید می‌کند، اصلی‌ترین تنش به‌وسیله علف‌های هرز تحمیل می‌شود. به‌طوری‌که عملکرد برنج در کشت نشایی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد و در کشت مستقیم ۷۰ تا ۸۰ درصد کاهش می‌یابد (Dass et al., 2017). عملکرد شلتوک برنج در شرایط کشت نشایی و آلودگی تمام فصل علف‌های هرز به‌ترتیب ۸۱ و ۳۱ درصد در استان‌های گیلان و مازندران نسبت به تیمار وجین دستی کاهش یافت (Yaghoubi, 2019). خسارت علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج در شرایط استان گیلان حدود ۹۶ درصد گزارش شده است (Rajabian et al., 20). رقابت برنج و علف‌های هرز زمانی بحرانی‌تر خواهد بود که سیستم ریشه، مورفولوژی و اکثر عادات رشد برنج و علف هرز شبیه به هم باشند (Chauhan, 2012). قابلیت رقابت بالا در برابر علف‌های هرز با ویژگی‌هایی نظیر گسترش سریع و زودهنگام کانوپی با سطح فتوسنتزی بیشتر به‌ویژه شاخص سطح برگ بزرگ‌تر و نیز رشد بیشتر ریشه از نظر وزن خشک، طول و حجم رابطه مستقیم دارد. ارقام زراعی که رشد اولیه بیشتری دارند و کانوپی خود را سریع‌تر گسترش می‌دهند، به‌سرعت در محیط مستقر شده و فضا را اشغال می‌کنند. این امر منجر به فرونشانی علف‌های هرز شده و بدین‌ترتیب گیاه زراعی کمتر تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار می‌گیرد (Dass et al., 2017). از صفات تعیین‌کننده در توانایی گیاه زراعی برای فرونشانی هرچه بیشتر علف‌های هرز می‌توان به اندازه و اندوخته غذایی بذر، بنیه گیاهچه، مدت‌زمان استقرار، ارتفاع بوته و عادت رشد، نوع و آرایش برگ‌ها، قابلیت پنجه‌زنی، خصوصیات ریشه، طول دوره رشد، مقاومت در برابر تنش‌های محیطی اعم از زیستی و غیر زیستی، تولید ترکیبات آلوپاتیک که رشد علف‌های هرز را متوقف و چرخه زندگی آن‌ها را

علف‌های هرز و پاسخ گونه‌های موجود به شرایط سیستم‌های زراعی، مطالعه اثرگذاری رقابتی گونه‌ها نیز در پیش‌بینی تغییرات احتمالی جمعیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ لذا با توجه به نقش تعیین‌کننده قدرت رقابتی گونه‌ها در روابط تداخلی گیاه زراعی-علف هرز و اهمیت درک این روابط به‌عنوان جزئی از مدیریت تلفیقی آفات، در این پژوهش روابط رقابتی سوروف و پیروز دریایی با برنج رقم گیلانه با بهره‌گیری از مدل سری‌های جانشینی ارزیابی و کمی‌سازی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی پاسخ برنج رقم گیلانه به رقابت علف‌های هرز سوروف و پیروز دریایی، این مطالعه گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط هوای آزاد در مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت طی بهار و تابستان سال ۱۳۹۴ اجرا شد. عوامل آزمایشی عبارت از گونه علف هرز (سوروف و پیروز دریایی) و نسبت تراکم برنج: علف هرز در هر گلدان (شامل پنج سطح ۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:۴ برنج: علف هرز) بود. بذره‌های سوروف در سال قبل جمع‌آوری و تا شروع آزمایش در یخچال با دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری شد. تیمار بذره‌های سوروف با اسیدسولفوریک ۹۷ درصد به مدت ۸ دقیقه قبل از کاشت جهت رفع رکود بذر انجام شد (Mohammadvand *et al.*, 2014). غده‌های پیروز دریایی نیز در سال قبل از شالیزارهای استان گیلان جمع‌آوری و در گلدان تکثیر و غده‌های آنها تا قبل از شروع آزمایش جهت اطمینان از رویش یکنواخت حداقل به مدت دو ماه در یخچال با دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری شده (Ghojoghi *et al.*, 2018) و چهار روز قبل از شروع آزمایش در شرایط جوانه‌زنی و سبز شدن قرار گرفتند. گلدان‌های پلاستیکی فاقد زهکش به قطر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به‌عنوان یک واحد آزمایشی، تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری با خاک جمع‌آوری شده از مزارع

نسبت به بسیاری از علف‌های هرز غالب موجود در مزرعه برنج مشکل‌تر است (Audebert *et al.*, 2013). رقابت تمام فصل پیروز دریایی با برنج سبب کاهش ۶۰ تا ۱۰۰ درصدی عملکرد می‌شود (Ampong-Nyarko & De Detta, 1991). این علف هرز توانایی قابل‌توجهی در اشغال سریع محیط دارد؛ چنان‌که ۲۴۵ ساقه در متر مربع توسط یک گیاهچه پیروز دریایی پس از گذشت ۶۰ روز تولید شد (Audebert *et al.*, 2013). قابلیت رقابت ارقام مختلف برنج با علف‌های هرز متفاوت است. در مطالعه‌ای با بررسی رقابت ارقام برنج خالص و هیبرید با علف‌های هرز، برنج هیبرید با داشتن توان بیشتر در فرونشانی علف‌های هرز ۱۵ تا ۲۵ درصد عملکرد بیشتری نسبت به برنج خالص تولید کرد (Walker *et al.*, 2008). ارقام برنج اصلاح‌شده زودرس و هیبریدها به‌دلیل توانایی ایجاد تاج‌پوشش بزرگ‌تر و زود هنگام نسبت به ارقام رایج با دوره رشد طولانی‌تر، در فرونشانی علف‌های هرز موفق‌تر عمل می‌کنند (Mahajan & Chauhan, 2013). قابلیت رقابت رقم دیلمانی برنج با علف‌های هرز سوروف و سوروف آبی بیشتر از رقم هاشمی بود؛ درحالی‌که توانایی رقابت رقم دیلمانی برنج بیشتر از سوروف آبی و معادل علف هرز سوروف بود (Aminpanah & Javadi, 2011a,b). اثر بازدارندگی پیروز بر ارقام برنج رایج در گیلان متفاوت بود و زیست‌توده رقم بومی هاشمی نسبت به رقم اصلاح‌شده خزر کاهش بیشتری نشان داد (Ghojoghi *et al.*, 2018). برنج گیلانه از ارقام پاکوتاه اصلاح‌شده زودرس با طول دوره رشد ۱۱۰ تا ۱۱۵ روز و ارتفاع ۱۰۵ تا ۱۱۵ سانتی‌متر، دارای عملکرد ۵ تا ۵/۵ تن در هکتار و کیفیت پخت مشابه ارقام بومی می‌باشد که در سال ۱۳۹۵ معرفی شده است (Kavoosi & Allahgholipour, 2017; Allahgholipour *et al.*, 2018). در زمینه قابلیت رقابت این رقم با علف‌های هرز تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است. از آنجایی‌که علاوه بر پایش نوع و تراکم گونه‌های

دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری و محاسبه شاخص‌ها

پس از مرتب‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار اکسل، آزمون نرمالیت و در صورت نیاز نرمال‌سازی داده‌ها صورت گرفت. آنالیز واریانس با استفاده از رویه مدل خطی عمومی در نرم‌افزار SAS, ver. 9.2 انجام شد. جهت انجام مقایسات میانگین از آزمون LSD محافظت‌شده در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تجزیه داده‌های گیاه زراعی برنج به صورت ترکیب فاکتوریل گونه علف هرز سوروف و پیروز دریاپی و نسبت تراکم علف هرز: برنج در هر گلدان (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:۴ علف هرز: برنج) انجام شد. جهت نرمال‌سازی داده‌های عملکرد بیولوژیک و دانه، تعداد پانیکول، تعداد دانه پر و کل دانه برنج در گلدان تبدیل داده با بهره‌گیری از روش لگاریتم طبیعی انجام شد. داده‌های سایر صفات برنج نرمال بوده و از داده‌های اصلی استفاده شد. جهت مقایسه ارتفاع، ازدیاد و زیست‌توده برنج و علف هرز در هر تیمار، مقایسه جداگانه‌ای به صورت فاکتوریل اسپلیت که در آن گیاه برنج و علف هرز در کرت‌های اصلی، خرد شده بودند صورت گرفت. در این مقایسه نیز برای نرمال‌سازی داده‌ها از تبدیل لگاریتم طبیعی استفاده شد. به منظور ارزیابی رقابت دو گونه علف هرز با برنج، شاخص‌های عملکرد نسبی (معادله ۱)، مجموع عملکرد نسبی (معادله ۲)، شاخص چیرگی (معادله ۳)، و نسبت رقابت (معادله ۴) محاسبه شد.

$$RYab = \frac{Yab}{Yaa} \quad \text{معادله (۱)}$$

معادله (۲)

$$RYT = RYab + RYba = \frac{Yab}{Yaa} + \frac{Yba}{Ybb} \quad \text{معادله (۳)}$$

$$AIab = RYa - RYb = \frac{Yab}{Yaa} - \frac{Yba}{Ybb} \quad \text{معادله (۴)}$$

$$CRab = \frac{Yab}{Yaa \times Zab} \div \frac{Yba}{Ybb \times Zba} = \frac{RYab}{Zab} \div \frac{RYba}{Zba}$$

برنج مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت پر شدند. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۴۶ درصد نیتروژن) طی دو مرحله تقسیم مساوی در هنگام آماده‌سازی گلدان‌ها و پنجاهه‌ی برنج و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (۴۶ درصد اکسید فسفر) و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم (۵۰ درصد اکسید پتاس و ۱۷/۵ درصد گوگرد) در هکتار در هنگام آماده‌سازی گلدان‌ها پس از محاسبه بر مبنای مساحت سطح گلدان، به هر واحد آزمایشی افزوده شد. خاک پادله (گل‌آب شده) مشابه شرایط شالیزار با افزودن آب به خاک هر گلدان و اختلاط آنها با دست ایجاد شد. کشت گیاهچه‌های سه‌برگی برنج (نشا‌های ۳۰ روزه) و بذور سوروف و غده‌های پیروز تازه جوانه‌دار شده متناظر با هریک از نسبت‌های کاشت، پس از تثبیت نسبی خاک گلدان در شرایط خاک اشباع در ابتدای خردادماه انجام شد. جهت اطمینان از استقرار تعداد بوته مورد نظر، ابتدا دو گیاهچه، غده یا بذر در هر کپه کاشته شده و یک هفته بعد از کاشت تعداد گیاهچه برنج و علف هرز در هر گلدان بررسی و تطبیق داده شد. ارتفاع آب گلدان‌ها با رشد گیاهان به تدریج طی بازدیدهای روزانه افزایش یافت و از نیمه فصل به بعد به ۱۰ سانتی‌متر رسید. برداشت هریک از گونه‌های زراعی و علف هرز در هنگام رسیدگی آنها صورت گرفت؛ به نحوی که برداشت پیروز دریایی باتوجه به رسیدگی زودتر حدوداً دو هفته‌ای، اواخر مردادماه و برداشت برنج و سوروف اوایل شهریور با کف‌برکردن بوته‌ها انجام شد. برای برنج، ارتفاع (از ابتدای ساقه تا انتهای بلندترین برگ یا پانیکول)، تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد شلتوک، شاخص برداشت، تعداد پانیکول، طول پانیکول، تعداد دانه، تعداد دانه پر، و وزن صد دانه در هر گلدان و برای علف هرز ارتفاع، تعداد ساقه یا پنجه و وزن خشک بوته‌های هر گلدان اندازه‌گیری و ثبت شد. عملکرد بیولوژیک پس از قرارگیری بوته‌ها در آون با

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برنج

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برنج در سطح گلدان و تک‌بوته در رقابت با سوروف نسبت به رقابت با پیروز کاهش بیشتری نشان داد. این روند در همه نسبت‌های کاشت بجز نسبت ۳ برنج: ۱ علف هرز که در آن عملکرد بیولوژیک برنج در رقابت با دو گونه علف هرز در هر دو سطح گلدان و تک‌بوته تفاوت معنی‌داری نداشت، مشاهده شد. همچنین با کاهش تعداد بوته‌های برنج و افزایش سهم علف هرز سوروف یا پیروز در نسبت کاشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برنج در گلدان کاهش یافت (شکل ۱). عملکرد بیولوژیک برنج در گلدان در شرایط رقابت نسبت به تک‌کشتی، به ترتیب با اضافه‌شدن هر بوته علف هرز در نسبت کاشت (۱، ۲ و ۳ بوته علف هرز) در رقابت با سوروف ۴۹، ۷۹ و ۸۷ درصد و در رقابت با پیروز ۴۰، ۶۳ و ۸۲ درصد کاهش یافت. با وارد شدن اولین بوته سوروف در نسبت کاشت، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته برنج ۳۲ درصد کاهش یافت. با افزایش بیشتر بوته‌های سوروف به دو و سه بوته در نسبت کاشت، کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیک تک‌بوته برنج به ترتیب به مقدار ۵۸ و ۵۰ درصد مشاهده شد (شکل ۱). معنی‌دار نبودن کاهش عملکرد بیولوژیک برنج در تیمار حضور دو بوته سوروف با تیمار سه بوته سوروف احتمالاً به دلیل اهمیت یافتن و تشدید رقابت درون‌گونه‌ای بین بوته‌های سوروف است. عملکرد تک‌بوته برنج در رقابت با پیروز (میانگین نسبت‌های کاشت) ۲۵ درصد کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تراکم پیروز مشاهده نشد. این نتیجه بیانگر این مهم است که رقابت بین بوته‌های پیروز با یکدیگر بیشتر از رقابت بین گونه‌ای با برنج است و تمایز نیچ تا حدی وجود دارد. عملکرد دانه برنج در شرایط رقابت نسبت به تک‌کشتی به ترتیب با اضافه‌شدن هر بوته سوروف در نسبت کاشت، ۴۷، ۷۸ و ۸۷ درصد و با اضافه‌شدن هر بوته پیروز در نسبت کاشت، ۳۵، ۶۰ و ۸۲ درصد در گلدان کاهش یافت؛ به طوری که در هر

در این معادلات، Yaa عملکرد تولیدی گونه a در تک‌کشتی، Ybb عملکرد تولیدی گونه b در تک‌کشتی، Yab عملکرد تولیدی گونه a در مخلوط، Yba عملکرد تولیدی گونه b در مخلوط، RYab عملکرد نسبی گونه a در مخلوط، RYba عملکرد نسبی گونه b در مخلوط، RYT مجموع عملکرد نسبی، AIab شاخص چیرگی، CR نسبت رقابت، Zab و Zba نسبت کاشت گونه a و b در کشت مخلوط (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵) است. رسم نمودارهای سری جانشینی برای ازدیاد نسبی و عملکرد بیولوژیک نسبی گونه‌های علف هرز و برنج در نسبت‌های مختلف کاشت، با استفاده از نرم‌افزار Sigma Plot, ver. 11 صورت گرفت. معنی‌داری تفاوت مجموع عملکرد نسبی با عدد "یک" با استفاده از آزمون t-test در سطح احتمال ۵ درصد و با گزینه one sample t-test در SPSS, ver. 27 صورت گرفت.

نتایج و بحث

پاسخ رقابتی برنج رقم گیلانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) عملکرد بیولوژیک و دانه، تعداد پانیکول، تعداد کل دانه و تعداد دانه پُر رقم گیلانه در رقابت با گونه علف هرز سوروف و پیروز دریایی متفاوت بود و تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت برنج و علف هرز و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت. شاخص برداشت، طول پانیکول و وزن صدانه رقم گیلانه در رقابت با علف‌های هرز سوروف و پیروز دریایی و نیز در نسبت‌های مختلف کاشت تفاوتی نشان نداد (داده‌ها نشان داده نشده است)؛ چنان‌که در میانگین تیمارها شاخص برداشت ۳۶ درصد با دامنه تغییرات ۳۷/۹-۳۴/۱ درصد، طول پانیکول ۱۵/۲ سانتی‌متر با دامنه تغییرات ۱۶/۵-۱۴ سانتی‌متر و وزن صدانه ۲/۱۹ گرم با دامنه تغییرات ۲/۲۸-۲/۱۰ گرم بود.

نسبت کاشت میزان کاهش عملکرد دانه برنج در نتیجه رقابت سوروف بیشتر از پیروز بود. به‌ازای تک‌بوته برنج، عملکرد دانه برنج در رقابت با یک بوته سوروف ۳۰ درصد کاهش و در رقابت با دو و سه بوته سوروف به‌ترتیب ۵۷ و ۴۷ درصد کاهش یافت. عملکرد دانه برنج در دو تیمار اخیر (حضور دو و سه بوته سوروف در نسبت کاشت)، احتمالاً به‌دلیل رقابت شدید بوته‌های سوروف با یکدیگر (اثر بیشتر رقابت درون‌گونه‌ای در مقایسه با رقابت بین‌گونه‌ای)، تفاوت معنی‌داری نداشت. با شروع رقابت اولین بوته پیروز، کاهش عملکرد دانه تک‌بوته برنج (کاهش ۱۳ درصد) نسبت به عملکرد دانه تک‌کشتی معنی‌دار نبود؛ اگرچه با افزایش بیشتر تراکم پیروز، کاهش عملکرد دانه تک‌بوته (کاهش ۲۰ و ۳۰ درصد) معنی‌دار شد (شکل ۱). بررسی روابط رقابتی ارقام هاشمی و دیلمانی برنج با سوروف حاکی از رقابت دو گونه برای منابع مشترک بود (Aminpanah & Javadi, 2011b). در رقابت برنج رقم هاشمی با سوروف و سوروف آبی زودرس (*E. oryzoides*) در نسبت‌های کاشت ۱:۳، ۲:۲ و ۳:۱ برنج: علف هرز به‌ترتیب کاهش عملکرد بیولوژیک برنج ۴۰، ۶۶ و ۷۹ و کاهش عملکرد دانه برنج رقم هاشمی ۴۲، ۶۶ و ۷۸ درصد گزارش شد (Mohammadvand *et al.*, 2015c). رقابت پیروز با ارقام هاشمی و خزر به‌ترتیب در نسبت‌های کاشت ۱:۳، ۲:۲ و ۳:۱ برنج: علف هرز، عملکرد بیولوژیک را ۴۷، ۶۳ و ۸۷ و عملکرد دانه را ۵۰، ۵۸ و ۸۷ درصد (میانگین دو گونه برنج) کاهش داد (Ghojoghi *et al.*, 2018). تولید زیست‌توده اندام هوایی و دانه تک‌بوته برنج شیرودی با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت و کاهش رقابت درون‌گونه‌ای افزایش یافت به‌نحوی که به‌ترتیب از ۲۶/۲ و ۱۵/۷ گرم در بوته در تک‌کشتی به ۵۹/۳ و ۳۶/۴ گرم در بوته رسید (Rezaeieh *et al.*, 2015). در شرایط رقابت با سوروف نسبت به تک‌کشتی، وزن

خشک اندام هوایی تک‌بوته برنج رقم هاشمی در نسبت کاشت ۲:۶ و ۴:۴ برنج: سوروف کاهش یافت؛ ولی در نسبت ۶:۲ برنج: سوروف تفاوت معنی‌داری نداشت؛ درحالی‌که در رقم دیلمانی تغییر معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی تک‌بوته برنج در نسبت‌های مختلف کاشت مشاهده نشد؛ همچنین در سطح گلدان، وزن خشک اندام هوایی با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت در رقم هاشمی تا ۷۵ درصد و در رقم دیلمانی تا ۷۳ درصد نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت (Aminpanah & Javadi, 2011b). در رقابت سوروف آبی و برنج، با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت وزن خشک اندام‌هوائی تک‌بوته برنج رقم هاشمی تا ۳۰ درصد کاهش و رقم دیلمانی تا ۳۸ درصد افزایش یافت (Aminpanah & Javadi, 2011a).

تعداد پانیکول

رقابت با سوروف نسبت به رقابت با پیروز کاهش بیشتری را در تعداد پانیکول برنج در همه نسبت‌های کاشت ایجاد کرد. افزایش تعداد بوته‌های سوروف یا پیروز در نسبت کاشت نیز سبب کاهش تعداد پانیکول تولیدشده در گلدان شد. اگرچه تعداد پانیکول تک‌بوته برنج با شروع رقابت کاهش یافت؛ ولی با افزایش تعداد بوته رقیب تغییر بیشتری مشاهده نشد (شکل ۱). تعداد پانیکول برنج در نسبت‌های کاشت ۱:۳، ۲:۲ و ۳:۱ برنج: علف‌هرز به‌ترتیب در رقابت با سوروف ۵۴، ۷۰ و ۸۵ و در رقابت با پیروز ۴۱، ۶۰ و ۷۹ درصد در گلدان کاهش یافت. در سطح تک‌بوته اگرچه تعداد پانیکول هر بوته برنج در نتیجه رقابت با یک بوته سوروف یا پیروز به‌ترتیب ۳۸ و ۲۲ درصد کاهش یافت، ولی در رقابت با دو بوته علف‌هرز کاهش پانیکول در بوته ۳۹ و ۱۹ درصد و در رقابت با سه بوته علف‌هرز ۴۲ و ۱۶ درصد بود و تفاوت بین تعداد پانیکول تک‌بوته برنج در شرایط رقابت معنی‌دار نبود. به‌نظر می‌رسد در تراکم‌های بالاتر رقابت درون‌گونه‌ای بوته‌های سوروف و پیروز سبب کاهش

تفاوت معنی دار بود که می تواند به دلیل تشدید رقابت بین بوته های سوروف با یکدیگر باشد؛ به نحوی که اثر رقابتی باعث کاهش تولید دانه تک بوته برنج نشده است. با جایگزین شدن یک بوته پیروز، تعداد کل دانه تک بوته برنج ۳۶ درصد کاهش یافت؛ اگرچه تعداد دانه پُر برنج در نسبت کاشت ۳ برنج: ۱ علف هرز در رقابت با پیروز به رغم کاهش ۱۴ درصدی، تفاوت معنی داری با تک کشتی برنج نداشت. با افزایش بیشتر پیروز در نسبت کاشت، کاهش تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه برنج معنی دار نبود (شکل ۱). در بررسی دیگری با افزایش تراکم پیروز به ترتیب به یک، دو و سه بوته در نسبت کاشت در مقایسه با تک کشتی چهار بوته از ارقام هاشمی و خزر برنج، تعداد دانه پُر ۵۴، ۵۸ و ۸۷ درصد و تعداد کل دانه ۴۹، ۶۵ و ۸۸ درصد نسبت به تک کشتی کاهش یافت (Ghojoghi *et al.*, 2018). به طور کلی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد پانیکول، تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه (شامل دانه پوک) برنج در رقابت با سوروف نسبت به رقابت با پیروز کاهش بیشتری نشان داد. این روند در همه نسبت های کاشت بجز نسبت ۳ برنج: ۱ علف هرز که در آن عملکرد بیولوژیک و تعداد کل دانه برنج در رقابت با دو گونه علف هرز تفاوت معنی داری نداشت (در هر دو سطح گلدان و تک بوته) مشاهده شد. بر این اساس می توان اظهار داشت که اثر رقابت سوروف بر برنج بیشتر از اثر پیروز بود. به نظر می رسد پیروز و برنج تا حدودی از رقابت اجتناب می ورزند. با توجه به تشابه گیاه شناسی بیشتر (تیره مشترک)، هم زمانی بیشتر دوره زندگی و تقلید بیشتر سوروف از برنج این نتیجه قابل انتظار بود. اگرچه توجه به مقدار این تفاوت که در میانگین نسبت های کاشت مخلوط به ترتیب در سطح گلدان و تک بوته برای عملکرد بیولوژیک ۱۰ و ۲۱، عملکرد دانه ۱۲ و ۲۳، تعداد پانیکول ۱۰ و ۲۱، تعداد دانه پُر ۱۳ و ۲۵ و تعداد کل دانه ۷ و ۱۶ درصد بود، حاکی از اهمیت رقابت پیروز به عنوان علف هرز مزارع برنج است.

تولید خود این گونه ها شده است و برنج کاهش کمتری نشان داده است. تولید پانیکول برنج با آلودگی یک، دو و سه بوته علف هرز در نسبت کاشت به ترتیب برای رقم هاشمی در رقابت با سوروف ۴۳، ۶۷ و ۷۸ درصد (Mohammadvand *et al.*, 2015b) و برای ارقام هاشمی و خزر در رقابت با پیروز ۴۲، ۶۲ و ۸۴ درصد (Ghojoghi *et al.*, 2018) ثبت شد.

تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه

کاهش بیشتر تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه برنج (شامل دانه پوک) در نتیجه رقابت سوروف در مقایسه با رقابت پیروز در همه نسبت های کاشت بجز نسبت ۱:۳ (برنج: علف هرز) که در آن کاهش تعداد کل دانه برنج در رقابت با هر دو گونه علف هرز تفاوت معنی داری نداشت، مشاهده شد. از آنجایی که تعداد کل دانه شامل دانه های پوک هم بوده و تعداد دانه های پوک برنج در رقابت با سوروف بیشتر از رقابت با پیروز بود؛ احتمالاً در شرایط رقابت یک بوته علف هرز سبب کاهش تفاوت تعداد کل دانه برنج در رقابت با دو گونه علف هرز و معنی دار نشدن آن شده است. در هر دو گونه علف هرز، تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه برنج در گلدان با کاهش تعداد بوته های برنج همراه با افزایش تراکم علف هرز در نسبت کاشت کاهش یافت؛ به طوری که تعداد دانه پُر در رقابت با سوروف ۵۱، ۷۹ و ۸۷ درصد و در رقابت با پیروز ۳۶، ۶۰ و ۸۳ درصد و تعداد کل دانه در رقابت با سوروف ۵۹، ۸۲ و ۸۹ درصد و در رقابت با پیروز ۵۲، ۷۱ و ۸۵ درصد به ترتیب در نسبت کاشت یک، دو و سه بوته علف هرز در گلدان کاهش یافت. به ازای تک بوته، تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه برنج با جایگزین شدن یک بوته سوروف ۳۴ و ۴۶ درصد کاهش یافت. کاهش بیشتر تعداد دانه پُر و کل با جایگزینی دو و سه بوته سوروف مشاهده شد؛ میزان کاهش با جایگزین شدن دو بوته سوروف بجای برنج به ترتیب ۵۸ و ۶۳ درصد و با جایگزین شدن سه بوته علف هرز ۴۹ و ۵۵ درصد بود. مقادیر این صفات در تراکم دو و سه بوته سوروف فاقد

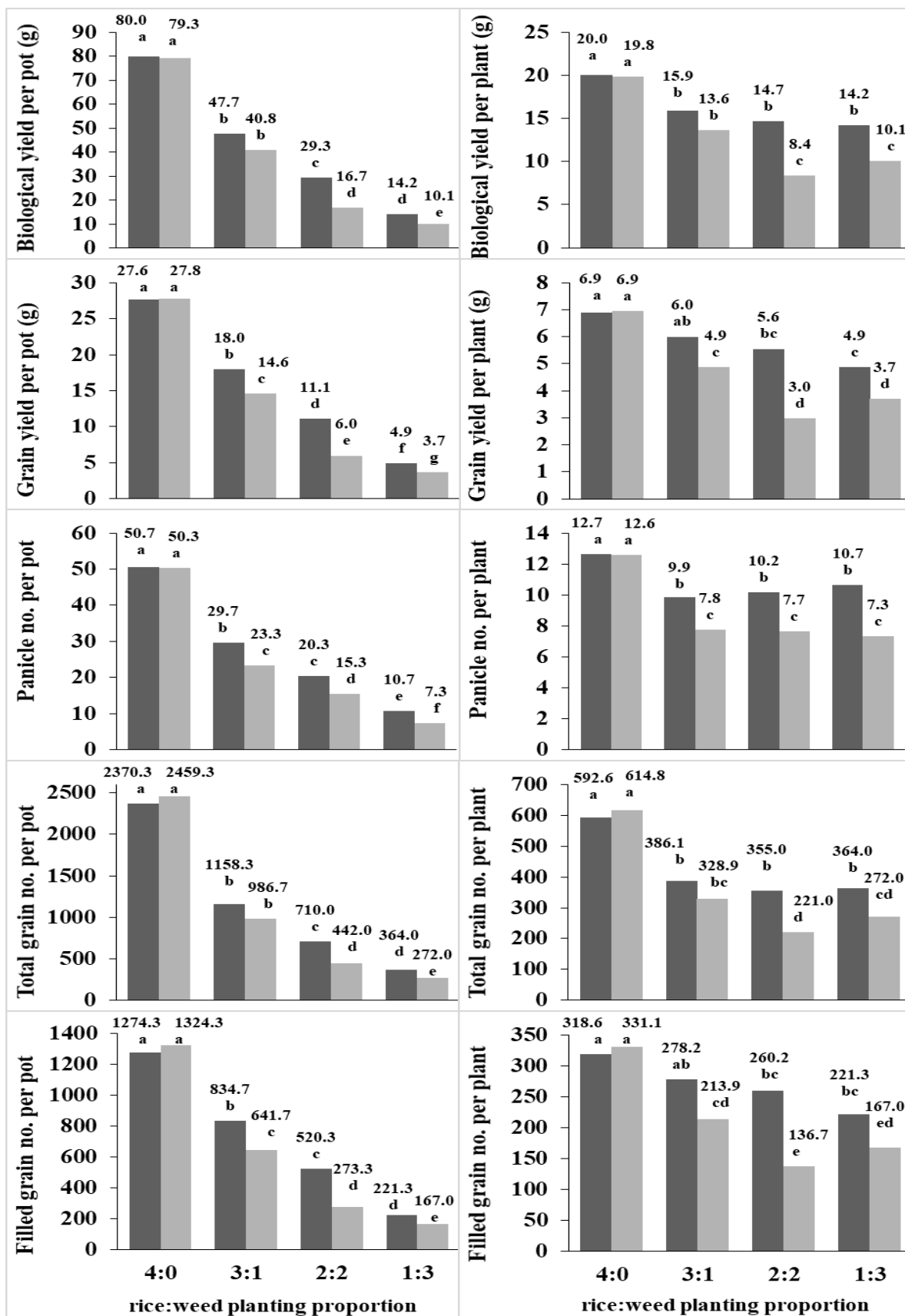
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) پاسخ صفات برنج رقم گیلانه به رقابت با علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت.

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for response of Guilaneh rice cultivar traits to barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) competition in different planting proportions.

Source of variation	d.f.	Pot							
		Biological yield	Grain yield	Harvest index	Panicle length	Panicle number	Total grain number	Filled grain number	100-seed weight
Replication	2	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	6.77 ^{ns}	2.73 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.005 ^{ns}
Weed ^a	1	0.42 ^{**}	0.44 ^{**}	0.29 ^{ns}	6.20 ^{ns}	0.31 ^{**}	0.30 ^{**}	0.46 ^{**}	0.002 ^{ns}
Ratio ^b	3	4.09 ^{**}	4.20 ^{**}	5.96 ^{ns}	2.45 ^{ns}	3.22 ^{**}	4.64 ^{**}	4.12 ^{**}	0.014 ^{ns}
Weed×Ratio	3	0.09 ^{**}	0.10 ^{**}	8.18 ^{ns}	0.54 ^{ns}	0.04 [*]	0.07 [*]	0.12 ^{**}	0.009 ^{ns}
Error	14	0.01	0.01	3.31	1.58	0.01	0.02	0.02	0.012
C.V. (%)		3.21	4.86	5.06	8.27	3.07	1.99	2.15	5.01
		Individual plant							
Replication	2	0.64 ^{ns}	0.36 ^{ns}			0.65 ^{ns}	3062.08 ^{ns}	1200.94 ^{ns}	
Weed ^a	1	62.50 ^{**}	8.74 ^{**}			1.92 ^{**}	25540.16 ^{**}	19779.47 ^{**}	
Ratio ^b	3	87.59 ^{**}	9.46 ^{**}			24.16 ^{**}	124605.25 ^{**}	22120.42 ^{**}	
Weed×Ratio	3	10.30 [*]	1.69 [*]			20.65 [*]	6581.40 [*]	4656.32 [*]	
Error	14	2.46	0.37			2.86	1738.83	1070.17	
C.V. (%)		10.77	11.57			8.19	10.64	13.58	

^a علف‌های هرز سوروف و پیروز دریایی؛ ^b نسبت تعداد گیاهچه برنج به گیاهچه سوروف یا غده پیروز در هر گلدان (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:۴)؛ * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

^a Weed including barnyard grass and bulrush; ^b rice seedling: barnyard grass seedling or bulrush tuber proportions in each pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4); * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: non-significant.



شکل ۱- پاسخ صفات برنج رقم گیلانه به رقابت با علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت.

Figure 1. Response of Guilaneh rice cultivar traits to barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) competition in different planting proportions.

در هر دو گونه علف هرز، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برنج، تعداد پانیکول و تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه در گلدان با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت کاهش یافت؛ اگرچه در سطح تک‌بوته، مقدار کاهش این صفات عموماً تفاوت معنی‌داری بین همه نسبت‌های کاشت در شرایط رقابت برنج با پیروز و بین نسبت دو و سه بوته علف هرز در شرایط رقابت برنج با سوروف نداشت. به عبارت دیگر با اضافه شدن دومین بوته پیروز و سومین بوته سوروف به نسبت کاشت عملکرد تک‌بوته برنج کاهش معنی‌داری پیدا نکرد. به نظر می‌رسد در این مرحله رقابت درون‌گونه‌ای بوته‌های سوروف و پیروز بیش از رقابت بین گونه‌ای بوده باشد.

ارزیابی رقابت برنج با علف‌های هرز سوروف و پیروز

دریابی

ارتفاع

واکنش ارتفاع گونه‌ها به نسبت کاشت با هم تفاوت داشت (جدول ۲ و ۳). ارتفاع سوروف تحت تأثیر نسبت کاشت قرار نگرفت (۱۱۷ سانتی‌متر در میانگین نسبت‌های کاشت) و در همه نسبت‌های کاشت بیشتر از پیروز و برنج بود. ارتفاع پیروز در شرایط رقابت (میانگین سه تراکم) ۱۰۵ سانتی‌متر و بیشتر از تک‌کشتی (۹۷ سانتی‌متر) بود. در همه نسبت‌های کاشت ارتفاع پیروز بیشتر از برنج بود. در هر نسبت کاشت، ارتفاع برنج در رقابت با سوروف تفاوت معنی‌داری با ارتفاع آن در رقابت با پیروز نداشت. ارتفاع نهایی برنج (میانگین دو گونه علف هرز) در تک‌کشتی و نسبت کاشت ۱:۳ برنج:علف هرز با میانگین ۸۰ سانتی‌متر، ۱۴ درصد بیشتر از نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۳:۱ برنج:علف هرز بود. در بررسی قجقی و همکاران (Ghojoghi et al., 2018) ارتفاع برنج رقم هاشمی ۱۴ درصد بیشتر از پیروز ولی ارتفاع خزر فاقد تفاوت معنی‌دار با پیروز بود. ارتفاع بیشتر سوروف نسبت به ارقام برنج نظیر رقم هاشمی به میزان ۱۶ درصد

(Mohammadvand et al., 2015b) و ارقام نیمه پاکوتاه برنج به میزان ۲۵ درصد (Gealy et al., 2005) گزارش شده است. در یک آزمایش دوساله ارتفاع سوروف آبی نُه درصد بیشتر از برنج هاشمی بود (Mohammadvand et al., 2019). با کاهش سهم برنج و سوروف در نسبت کاشت، در مقایسه با تک‌کشتی ارتفاع رقم شیروودی برنج ۱۴ درصد افزایش و ارتفاع سوروف ۳۰ درصد کاهش یافت

(Rezaeieh et al., 2015). در آزمایش دیگری ارتفاع رقم دیلمانی و هاشمی با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت در رقابت با سوروف آبی به ترتیب تا ۸ و ۲۲ درصد کاهش یافت. همچنین با کاهش سهم سوروف آبی در نسبت کاشت، ارتفاع سوروف آبی در رقابت با ارقام هاشمی و دیلمانی به ترتیب تا ۴ و ۲۸ درصد در نسبت کاشت ۶برنج: ۲سوروف آبی کاهش یافت (Aminpanah & Javadi, 2011a). در بررسی دیگری ارتفاع ارقام برنج دیلمانی و هاشمی با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت در رقابت با سوروف به ترتیب تا ۱۳ و ۲۹ درصد کاهش و ارتفاع سوروف نیز در رقابت با ارقام برنج با کاهش سهم سوروف در نسبت کاشت تا ۳۵ درصد در نسبت کاشت ۶برنج: ۲سوروف کاهش یافت (Aminpanah & Javadi, 2011b).

ازدیاد

در سطح گلدان، تولید ساقه پیروز در همه نسبت‌های کاشت بیشتر از تعداد پنجه سوروف و نیز برنج بود. تولید پنجه سوروف و برنج در نسبت کاشت ۳برنج: ۱سوروف و تک‌کشتی دو گونه تفاوت معنی‌داری نداشت و در سایر نسبت‌های کاشت در سوروف بیشتر از برنج بود (جدول ۲ و ۳). این نتایج نشان می‌دهد که حتی یک بوته پیروز در رقابت با برنج می‌تواند تعداد ساقه بیشتری نسبت به گیاه زراعی تولید کند. برای سوروف نیز اگرچه تعداد پنجه در تک‌کشتی دو گونه تقریباً یکسان بود، اما در شرایط رقابت، حتی یک بوته سوروف توانست تعداد

تعداد بوته در مخلوط اگرچه کل تعداد ساقه در گلدان افزایش یافت، اما تولید ساقه تک‌بوته کاهش یافت و کمترین تولید ساقه تک‌بوته در تک‌کشتی پیזור به تعداد ۳۲ ساقه مشاهده شد. این نتیجه نشان می‌دهد که رقابت درون‌گونه‌ای پیזור با اضافه شدن دومین بوته علف هرز در نسبت کاشت ۲:۲ آغاز می‌شود. برای سوروف تعداد پنجه تک‌بوته در نسبت‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نشان نداد. تعداد پنجه تک‌بوته برنج در تک‌کشتی بیشترین مقدار بود و در نتیجه رقابت با سوروف تا ۵۴ درصد (۴۹ درصد در میانگین نسبت‌های کاشت) و با پیזור ۳۲ درصد کاهش یافت. کاهش تولید پنجه برنج گیلا نه در میانگین نسبت‌های کاشت شرایط رقابتی به ترتیب در سطح گلدان و تک‌بوته در رقابت با سوروف ۱۰ و ۱۷ درصد بیشتر از پیזור بود. در بررسی رقابت ارقام برنج با سوروف آبی، تعداد پنجه تک‌بوته برنج رقم هاشمی با کاهش سهم برنج در نسبت کاشت تا ۳۶ درصد کاهش و رقم دیلمانی تا ۵۳ درصد نسبت به تک‌کشتی افزایش یافت؛ درحالی‌که تعداد پنجه تک‌بوته سوروف آبی نسبت به تک‌کشتی با کاهش بوته‌های علف هرز در نسبت کاشت ۲:۶ برنج: سوروف آبی در رقابت با برنج رقم هاشمی ۲۵ درصد افزایش ولی در رقابت با رقم دیلمانی روند کاهشی نشان داد؛ چنان‌که در نسبت کاشت ۲:۶ برنج: سوروف آبی ۲۸ درصد کاهش یافت (Aminpanah & Javadi, 2011a).

زیست‌توده اندام هوایی

در سطح گلدان، زیست‌توده سوروف در تک‌کشتی و نسبت کاشت ۱ برنج: ۳ علف‌هرز بیشتر از پیזור و در همه نسبت‌های کاشت بجز ۳ برنج: ۱ علف‌هرز بیشتر از برنج بود. وزن خشک پیזור در تک‌کشتی و نسبت کاشت ۳ برنج: ۱ علف‌هرز فاقد تفاوت معنی‌دار با برنج و در سایر نسبت‌های کاشت بیشتر از برنج بود (جدول ۲ و ۳). این نتایج نشان می‌دهد که حضور تنها یک بوته سوروف و پیזור می‌تواند وزن خشکی برابر سه بوته برنج تولید

پنجه‌ای برابر با سه بوته برنج تولید کند. در سطح تک‌بوته، پیזור در همه نسبت‌های کشت دارای تعداد ساقه بیشتری از سوروف و برنج بود. تعداد پنجه تک‌بوته تنها در تک‌کشتی برنج و سوروف فاقد تفاوت معنی‌دار بود و در شرایط رقابت همواره تک‌بوته سوروف پنجه بیشتری نسبت به برنج تولید کرد. کاهش تولید پنجه برنج گیلا نه در نتیجه رقابت با سوروف و پیזור دریایی در میانگین نسبت‌های کاشت مخلوط در سطح گلدان سوروف ۷۶ و برای پیזור ۶۶ درصد بود. در هر سه گونه با کاهش تعداد بوته در نسبت کاشت، تولید ساقه و پنجه کاهش یافت؛ به‌نحوی‌که با حضور تنها یک بوته مقدار این کاهش نسبت به تک‌کشتی برای پیזור ۴۰ درصد، برای سوروف ۷۱ درصد و برای برنج در رقابت با پیזור ۸۳ درصد و در رقابت با سوروف ۸۵ درصد بود (جدول ۳). در بررسی قجقی و همکاران (Ghojoghi *et al.*, 2018) نیز روند تغییرات ازدیاد برنج و پیזור با افزایش تعداد بوته در نسبت کاشت افزایشی و برای دو گونه متفاوت بود؛ چنان‌که در مقایسه با تک‌کشتی، تولید پنجه یک بوته برنج ۱۶/۴ درصد ولی تولید ساقه یک غده پیזור ۵۵/۶ درصد بود. همچنین در میانگین نسبت‌های کاشت تولید پنجه در برنج رقم هاشمی ۸۰ درصد و در رقم خزر ۸۹ درصد کمتر از پیזור ثبت شد. در بررسی رقابت سوروف و برنج با استفاده از طرح سری‌های جانیشینی در شرایط مزرعه‌ای مشاهده شد که افزایش سوروف به ۱، ۲ و ۳ بوته به‌ترتیب سبب ۴۳، ۶۷ و ۷۸ درصد کاهش تولید پنجه بارور برنج نسبت به تک‌کشتی شد (Mohammadvand *et al.*, 2015b). معنی‌دار تعداد پنجه برنج و سوروف در تک‌کشتی گزارش شده است (Gealy *et al.*, 2005). در بررسی ازدیاد تک‌بوته بیشترین تولید ساقه پیזור (۷۶ ساقه) در شرایط رقابت یک بوته پیזור مشاهده شد و با افزایش

کند. همچنین مقایسه تک‌کشتی گونه‌ها حاکی از آن است که سوروف قابلیت بالاتری در استفاده از منابع محیطی دارد و تولید زیست‌توده بیشتری در واحد سطح یکسان داشته است. این نتیجه می‌تواند مرتبط با مسیر فتوسنتزی چهارکربنه سوروف باشد. زیست‌توده برنج گیلانه در میانگین نسبت‌های کاشت مخلوط در سطح گلدان در رقابت با سوروف ۷۲ و در رقابت با پیروز ۶۲ درصد کاهش یافت. در بررسی توانایی رقابت علف‌هرز پیروز دریایی با دو رقم برنج هاشمی و خزر، زیست‌توده پیروز و برنج در تک‌کشتی چهار بوته در گلدان به ترتیب ۶۸ و ۶۲ گرم و فاقد تفاوت معنی‌دار بود؛ درحالی‌که در شرایط رقابت وزن خشک پیروز ۲۷ درصد بیشتر از رقم هاشمی و ۳۶ درصد بیشتر از رقم خزر بود (Ghojoghi *et al.*, 2018). تولید زیست‌توده گونه‌ها عموماً تحت تأثیر نسبت کاشت قرار گرفت و با کاهش سهم در نسبت کاشت کاهش یافت (جدول ۳). زیست‌توده سه بوته سوروف در کشت مخلوط (نسبت کاشت ۱برنج: ۳سوروف) تفاوتی با تک‌کشتی این علف هرز نداشت، ولی با کاهش بیشتر تراکم سوروف به دو و یک بوته در مخلوط، زیست‌توده آن ۳۱ و ۶۶ درصد نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت. کاهش تراکم پیروز به یک بوته در گلدان (نسبت کاشت ۳برنج: ۱پیروز) زیست‌توده آن را ۴۵ درصد نسبت به تک‌کشتی پیروز کاهش داد و در سایر نسبت‌های کاشت تفاوت معنی‌داری در زیست‌توده پیروز مشاهده نشد. در سطح تک‌بوته، زیست‌توده سوروف در همه نسبت‌های کاشت بیشتر از برنج و نیز در همه نسبت‌های کاشت بجز ۳برنج: ۱علف هرز بیشتر از پیروز بود. زیست‌توده پیروز بجز در تک‌کشتی در سایر نسبت‌های کشت بیشتر از برنج بود. بدین ترتیب می‌توان اظهار داشت که توانایی تولید زیست‌توده تک‌بوته دو گونه هرز نیز بر برنج برتری دارد. زیست‌توده برنج گیلانه در میانگین نسبت‌های

کاشت مخلوط در سطح تک‌بوته در رقابت با سوروف ۴۶ و در رقابت با پیروز ۲۵ درصد کاهش یافت. در تک‌کشتی با حضور چهار بوته سوروف در گلدان، زیست‌توده تک‌بوته سوروف کمتر از مخلوط‌ها بود و در شرایط رقابت نسبت حضور سوروف در مخلوط اثری بر تولید وزن خشک تک‌بوته این علف هرز نداشت. در پیروز با افزایش تعداد بوته پیروز در نسبت کاشت، زیست‌توده تک‌بوته کاهش یافت؛ چنان‌که عملکرد زیست‌توده تک‌بوته در تک‌کشتی و ۱برنج: ۳پیروز به ترتیب ۵۵ و ۴۵ درصد کمتر از نسبت کاشت ۳برنج: ۱علف هرز بود. علت این موضوع را می‌توان مرتبط با تشدید رقابت درون‌گونه‌ای بوته‌های پیروز با یکدیگر دانست. در برنج برعکس پیروز با افزایش سهم برنج در نسبت کاشت، زیست‌توده تک‌بوته افزایش یافت؛ چنان‌که در تک‌کشتی عملکرد تک‌بوته تا حدود دو برابر افزایش یافت. این نتیجه اهمیت رقابت بین گونه‌ای در کاهش زیست‌توده برنج و توانایی رقابت پایین برنج با سوروف و نیز پیروز را نشان می‌دهد. در بررسی روابط رقابتی سوروف و ارقام برنج با کاهش سهم علف هرز به ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد نسبت کاشت، وزن خشک اندام هوایی سوروف در سطح گلدان به ترتیب در رقابت با رقم هاشمی ۱۸، ۴۲ و ۶۲ درصد و در رقابت با رقم دیلمانی ۲۲، ۴۵ و ۷۶ درصد نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت. وزن خشک اندام هوایی تک‌بوته سوروف در رقابت با برنج رقم هاشمی با کاهش سهم سوروف در نسبت کاشت روند افزایشی نشان داد و در مقایسه با تک‌کشتی ۴۲ درصد در نسبت کاشت ۲:۶ برنج: سوروف افزایش یافت؛ درحالی‌که در رقابت با رقم دیلمانی روند مشخصی مشاهده نشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات برنج رقم گیلانه و علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیזור دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت.

Table 2. Analysis of variance (mean squares) for Guilaneh rice cultivar and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) traits in different planting proportions.

Source of variation	d.f.	Pot			Individual plant		
		Final height	Proliferation ^d	Total dry weight	Proliferation ^d	Total dry weight	
Replication	2	0.010 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Weed ^a	1	0.058 ^{**}	6.47 ^{**}	0.11 [*]	6.47 ^{**}	0.11 [*]	0.11 [*]
Ratio ^b	3	0.013 [*]	2.80 ^{**}	2.19 ^{**}	0.15 [*]	0.16 ^{**}	0.16 ^{**}
Weed×Ratio	3	0.002 ^{ns}	0.17 [*]	0.09 [*]	0.17 [*]	0.09 [*]	0.09 [*]
Main error	14	0.004	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
Species ^c	1	1.742 ^{**}	14.72 ^{**}	7.82 ^{**}	14.72 ^{**}	7.82 ^{**}	7.82 ^{**}
Weed×Species	1	0.044 ^{**}	3.25 ^{**}	1.56 ^{**}	3.25 ^{**}	1.56 ^{**}	1.56 ^{**}
Ratio×Species	3	0.028 ^{**}	1.67 ^{**}	2.78 ^{**}	0.62 ^{**}	0.60 ^{**}	0.60 ^{**}
Weed×Ratio×Species	3	0.010 [*]	0.01 ^{ns}	0.10 ^{**}	0.01 ^{ns}	0.10 ^{**}	0.10 ^{**}
Sub error	16	0.002	0.04	0.01	0.04	0.01	0.01
C.V. (%)		1.07	5.54	2.30	7.21	2.89	2.89

^a علف‌های هرز سوروف و پیזור دریایی؛ ^b نسبت تعداد بوته برنج به بوته سوروف یا پیזור در هر گلدان (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:۴)؛ ^c گونه کاشته شده (برنج و پیזור)؛ ^d ازدیاد معادل تعداد پنجه برنج و سوروف و تعداد ساقه پیזור در نظر گرفته شد؛ * و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱، ns عدم وجود تفاوت معنی دار.

^a Weed including barnyard grass and bulrush; ^b rice seedling: barnyard grass seedling or bulrush tuber proportions in each pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4); ^c Species (rice and weed); ^d Proliferation refers to tiller number of rice and barnyard grass and stem number of bulrush; * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: non-significant.

جدول ۳- میانگین صفات برنج رقم گیلانه و علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیזור دریایی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 3. Means of Guilaneh rice cultivar and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) traits in different planting proportions

Rice : weed proportion	Weed species	Pot									Individual plant					
		Height			Proliferation ^b			Total dry weight			Proliferation			Total dry weight		
		Rice	Weed	d ^c	Rice	Weed	d ^c	Rice	Weed	d ^c	Rice	Weed	d ^c	Rice	Weed	d ^c
1rice : 3weed	barnyard grass	68 ^c	121 ^a	**	7.33 ^e	33.67 ^d	**	10.06 ^e	125.16 ^a	**	7.33 ^{bc}	11.22 ^d	*	10.06 ^c	41.72 ^a	**
	bulrush	72.67 ^{bc}	101 ^{bc}	**	8.33 ^e	116.67 ^a	**	14.24 ^d	63.04 ^c	**	8.33 ^b	38.89 ^{bc}	**	14.24 ^b	21.01 ^d	**
2rice : 2weed	barnyard grass	70.33 ^c	115.67 ^a	**	11.33 ^d	24.67 ^d	**	16.75 ^d	87.00 ^b	**	5.67 ^{cd}	12.33 ^d	**	8.37 ^c	43.50 ^a	**
	bulrush	69.67 ^c	107 ^b	**	16.33 ^c	93.67 ^{ab}	**	29.33 ^c	57.03 ^c	**	8.17 ^b	46.83 ^b	**	14.67 ^b	28.52 ^c	**
3rice : 1weed	barnyard grass	82.67 ^a	115.33 ^a	**	16.00 ^c	15.33 ^e	ns	40.85 ^b	42.79 ^d	ns	5.33 ^d	15.33 ^d	**	13.62 ^b	42.79 ^a	**
	bulrush	75.33 ^{abc}	106.67 ^b	**	24.33 ^b	76.33 ^{bc}	**	47.68 ^b	38.28 ^d	**	8.00 ^b	76.33 ^a	**	15.89 ^b	38.28 ^{ab}	**
Monoculture	barnyard grass	81.67 ^a	116 ^a	**	48.00 ^a	53.33 ^c	ns	79.33 ^a	125.80 ^a	**	12.00 ^a	13.33 ^d	ns	19.83 ^a	31.45 ^{bc}	**
	bulrush	81 ^{ab}	96.67 ^c	**	47.67 ^a	127.67 ^a	**	80.01 ^a	69.40 ^{bc}	ns	11.92 ^a	31.92 ^c	**	20.00 ^a	17.36 ^d	ns

^a نسبت تعداد بوته برنج به بوته سوروف یا پیזור در هر گلدان (۴:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:۴)؛ ^b ازدیاد معادل تعداد پنجه برنج و سوروف و تعداد ساقه پیזור در نظر گرفته شد؛ ^c معنی دار بودن تفاوت برنج و علف هرز در هر یک از نسبت‌های کاشت و رقابت با علف هرز سوروف یا پیזור؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی داری ندارند.

^a Rice seedling: barnyard grass seedling or bulrush tuber proportions in each pot (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4); ^b Proliferation refers to tiller number of rice and barnyard grass and stem number of bulrush; ^c Significant differences between rice and weed in each planting proportions and competition with barnyard grass and bulrush. Means within a column followed by the same letter are not different according to Fisher's protected LSD at P=0.05.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های رقابت علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریاپی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت با برنج
Table 4. Analysis of variance (mean squares) for indices of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) competition with rice in different planting proportions

Source of variation	d.f.	Relative proliferation ^a				Relative biological yield			
		Relative yield	Total Relative yield	Aggressivity index	Competition ratio	Relative yield	Total Relative yield	Aggressivity index	Competition ratio
Replication	2	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.83 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Weed ^a	1	0.35 ^{**}	0.65 ^{**}	0.15 [*]	1.31 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.32 [*]	0.01 ^{ns}	0.63 ^{ns}
Ratio ^b	2	0.18 [*]	0.01 ^{ns}	0.55 ^{**}	2.69 [*]	0.39 ^{**}	0.01 ^{ns}	1.28 ^{**}	0.62 ^{ns}
Ratio×Weed	2	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.59 [*]
Error	10	0.02	0.01	0.02	0.38	0.02	0.02	0.02	0.29

^a ازدیاد معادل تعداد پنجه برنج و سوروف و تعداد ساقه پیروز در نظر گرفته شد؛ * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

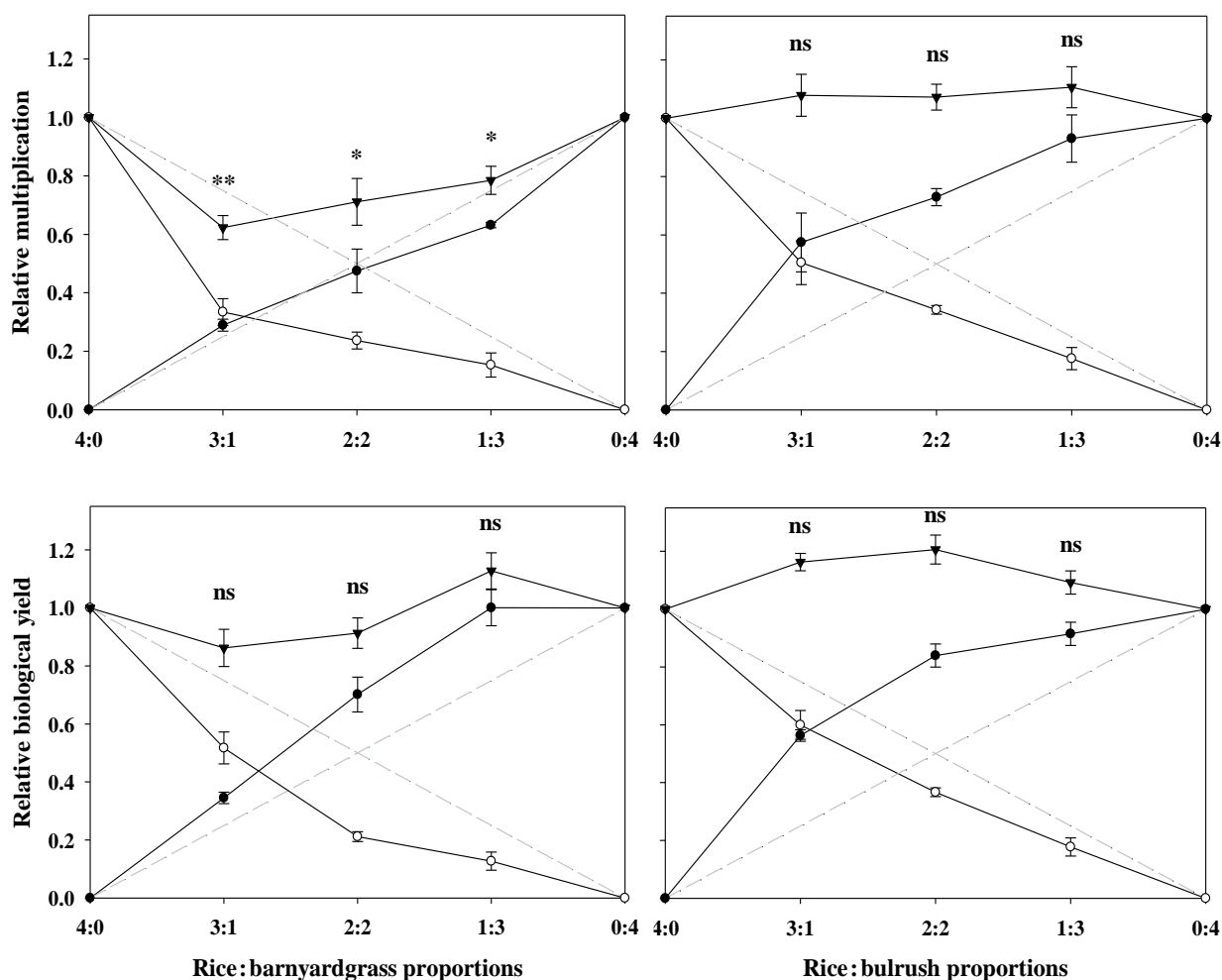
^a Proliferation refers to tiller number of rice and barnyard grass and stem number of bulrush; * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: non-significant.

جدول ۵- میانگین شاخص‌های رقابت علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریاپی (*Bolboschoenus planiculmis*) در نسبت‌های مختلف کاشت با برنج
Table 5. Analysis of variance (mean squares) for indices of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) competition with rice in different planting proportions

		Relative proliferation ^a				Relative biological yield			
		Relative yield	Total relative yield	Aggressivity index	Competition ratio	Relative yield	Total relative yield	Aggressivity index	Competition ratio
Weed species	Barnyard grass	0.47 ^b	0.71 ^b	0.22 ^b	2.01 ^a	0.68 ^a	0.97 ^b	0.40 ^a	2.66 ^a
	Bulrush	0.74 ^a	1.09 ^a	0.40 ^a	2.55 ^a	0.77 ^a	1.15 ^a	0.39 ^a	2.29 ^a
Rice : weed proportion	1rice : 3barnyard grass								2.67 ^{abc}
	1rice : 3bulrush								1.72 ^c
	1rice : 3weed (mean)	0.78 ^a	0.95 ^a	0.62 ^a	1.73 ^b	0.96 ^a	1.11 ^a	0.81 ^a	
	2rice : 2barnyard grass								3.32 ^a
	2rice : 2bulrush								2.34 ^{abc}
	2rice : 2weed (mean)	0.60 ^b	0.89 ^a	0.31 ^b	2.08 ^b	0.77 ^b	1.06 ^a	0.48 ^b	
	3rice : 1barnyard grass								2.00 ^{bc}
3rice : 1bulrush								2.81 ^{ab}	
	3rice : 1weed (mean)	0.43 ^c	0.85 ^a	0.01 ^c	3.03 ^a	0.45 ^c	1.01 ^a	-0.10 ^c	

^a ازدیاد معادل تعداد پنجه برنج و سوروف و تعداد ساقه پیروز در نظر گرفته شد؛ میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

^a Proliferation refers to tiller number of rice and barnyard grass and stem number of bulrus; means within a column followed by the same letter are not different according to Fisher's protected LSD at P=0.05



شکل ۲- عملکرد نسبی برنج رقم گیلانه \circ و علف هرز \bullet و مجموع عملکرد نسبی \blacktriangledown در نسبت‌های کاشت برنج و علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و پیروز دریاپی (*Bolboschoenus planiculmis*); *, ** و ns به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و معنی‌دار نبودن تفاوت مجموع عملکرد نسبی با "یک".

Figure 2. Relative yield of Guilaneh rice cultivar \circ and weed \bullet and Relative yield total \blacktriangledown in planting proportions of rice and weeds including barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*); *, ** and ns represent significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant difference between relative yield total and 1, respectively.

شاخص‌های رقابت سوروف و پیروز براساس ازدیاد و عملکرد بیولوژیک

عملکرد نسبی هر گونه علف هرز در هر نسبت مخلوط با تقسیم عملکرد بوته‌های آن گونه در گلدان بر عملکرد تک‌کشتی آن گونه محاسبه شد. این شاخص نشان داد که عملکرد نسبی سوروف و پیروز براساس ازدیاد (تعداد پنجه و ساقه) متفاوت بود، ولی براساس عملکرد

وزن خشک اندام هوایی تک‌بوته سوروف آبی در رقابت با برنج رقم هاشمی با کاهش سهم سوروف آبی در نسبت کاشت تا ۴۲ درصد در نسبت کاشت ۲:۶ برنج:سوروف آبی افزایش یافت؛ ولی در رقابت با رقم دیلمانی تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (Aminpanah & Javadi, 2011a).

معنی است که اگرچه ممکن است گونه‌ها برای منابع مشترکی نیز رقابت کنند، اما تقاضا برای بعضی منابع دیگر متفاوت است. به عبارت دیگر تقاضای گونه‌ها برای برخی منابع مشترک و برای برخی دیگر متفاوت است. مجموع عملکرد نسبی کمتر از یک نشان‌دهنده وجود آنتاگونیسم است. نمودارهای سری جانشینی برای تعیین توانایی رقابت نسبی دو گونه علف هرز با برنج پس از محاسبه عملکردهای نسبی و مجموع عملکرد نسبی هر گونه در نسبت‌های مختلف کاشت، به عنوان معیاری از میزان تداخل بین دو گونه رقیب مورد استفاده قرار گرفت. در هر دو گونه علف هرز محل تقاطع خطوط عملکرد نسبی یعنی جایی که عملکرد نسبی برنج و علف هرز برابر است نزدیک به تراکم ۱:۳ برنج:علف هرز بود که حاکی از قابلیت رقابت بالاتر سوروف و پیروز نسبت به برنج است. مجموع عملکرد نسبی در پیروز بیشتر از سوروف بود مجموع عملکرد نسبی براساس زیست‌توده در هر دو علف هرز تفاوت معنی‌داری با یک نداشت که بیانگر اثرات رقابتی سوروف و پیروز با برنج است؛ اگرچه براساس پنجه مجموع عملکرد نسبی سوروف و برنج کمتر از یک بود (جدول ۴، ۵ و شکل ۲). به نظر می‌رسد سوروف و برنج نیازهای مشترک بیشتری داشته و در نتیجه رقابت بیشتری با هم ایجاد کرده و لذا اثر رقابتی سوروف بر برنج شدیدتر از پیروز بوده، درحالی‌که در پیروز تا حدی از رقابت اجتناب می‌شود. مجموع عملکرد نسبی اندام هوایی معادل یک در رقابت سوروف و سوروف آبی با ارقام برنج در مطالعات متعددی گزارش شده است (Aminpanah & Javadi, 2011a,b; Estorninos *et al.*, 2002; Gealy *et al.*, 2005; Ghoghghi *et al.*, 2018; Mohammadvand *et al.*, 2015c, 2020; Rezaeieh *et al.*, 2015). در بررسی امین‌پناه و جوادی (Aminpanah & Javadi, 2011a) مجموع عملکرد نسبی پنجه برنج و سوروف آبی کمتر از یک گزارش شد.

بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به نظر می‌رسد در سوروف بر اثر رقابت در مقایسه با تک‌کشتی، تعداد ساقه بیشتر از مجموع وزن ساقه‌های تولیدشده کاهش می‌یابد. اثر نسبت کاشت نیز بر عملکرد نسبی معنی‌دار بود و در هر دو علف هرز سوروف و پیروز با کاهش سهم علف هرز در نسبت کاشت، عملکرد نسبی کاهش یافت (جدول ۴ و ۵).

در بررسی رقابت علف قناری (*Phalaris minor*) و ساق‌ترشک (*Rumex dentatus*) با گندم، محل تلاقی خطوط عملکرد نسبی در نمودارهای سری جانشینی حاکی از برتری رقابتی ساق‌ترشک بود؛ درحالی‌که محل تلاقی روی نسبت ۲:۲ گندم:علف قناری بیانگر قدرت رقابت یکسان دو گونه بود (Sing *et al.*, 2013). اگرچه بررسی نمودارهای سری جایگزینی در رقابت برنج و سوروف براساس زیست‌توده اندام هوایی نشان داد که قابلیت رقابت رقم شیرودی بالاتر از سوروف بود (Rezaeieh *et al.*, 2015). در مطالعه دیگری (Aminpanah & Javadi, 2011a) قابلیت رقابت براساس زیست‌توده در رقم دیلمانی بیشتر ولی در رقم هاشمی کمتر از سوروف آبی بود؛ درحالی‌که براساس پنجه قابلیت رقابت دو رقم برنج معادل سوروف آبی بود. قابلیت رقابت بالاتر سوروف (Aminpanah & Javadi, 2015c; Mohammadvand *et al.*, 2011b) و سوروف آبی (Mohammadvand *et al.*, 2020) براساس پنجه و زیست‌توده نسبت به رقم هاشمی برنج و همچنین قابلیت رقابت برابر رقم دیلمانی و سوروف (Aminpanah & Javadi, 2011b) نیز گزارش شده است. مجموع عملکرد نسبی از جمع مقادیر عملکرد نسبی دو گونه حاضر در مخلوط به دست می‌آید. مجموع عملکرد نسبی در ارزیابی میزان مکمل بودن گونه‌ها در جذب عناصر غذایی کاربرد دارد. مقدار برابر یک نشان می‌دهد که دو گونه تقاضای یکسانی برای منابع محدود معینی در محیط دارند. مقدار بزرگ‌تر از یک به این

شخص چیرگی یا شاخص غالبیت (Aggressivity Index, AI) هر گونه که از تفریق عملکرد نسبی گونه رقیب از عملکرد نسبی گونه مورد نظر محاسبه می‌شود، بیانگر موفقیت نسبی دو گونه گیاهی در بهره‌برداری از منابع و معیاری برای ارزیابی تداخل بین چند گونه گیاهی است. مقدار مثبت این شاخص نشان می‌دهد که توانایی رقابت گونه مورد نظر بیشتر است. کمیت این شاخص نیز میزان این تفاوت را نشان می‌دهد. مقدار شاخص چیرگی در هر دو گونه علف هرز سوروف و پیروز مثبت بود که بیانگر قابلیت بالاتر رقابت در مقابل برنج است. مقدار شاخص چیرگی براساس ازدیاد در پیروز بیشتر از سوروف بود؛ ولی براساس زیست‌توده فاقد تفاوت معنی‌دار بین دو علف هرز بود. تولید تعداد زیاد ساقه در پیروز از خصوصیات رشدی این گونه است و به نظر می‌رسد که در شرایط رقابت بیشتر از آنکه از تعداد ساقه‌ها کم شود از وزن ساقه‌ها کاسته می‌شود. در هر دو علف هرز سوروف و پیروز با کاهش تعداد بوته در نسبت کاشت، شاخص چیرگی کاهش یافت. نسبت رقابت، برای مقایسه قابلیت رقابت گیاهان به کار می‌رود و بر مبنای عملکرد تک‌بوته محاسبه می‌شود (معادله ۴). نسبت رقابت سوروف و پیروز بیشتر از برنج و به ترتیب براساس ازدیاد ۲/۰۱ و ۲/۵۵ و براساس زیست‌توده ۲/۶۶ و ۲/۲۹ بود و تفاوت معنی‌داری بین دو علف هرز مشاهده نشد (جدول ۵).

بیشترین قابلیت رقابت سوروف و پیروز به ترتیب در نسبت کاشت ۲:۲ و ۱:۳ علف هرز مشاهده شد. بیشتر بودن عملکرد نسبی و شاخص چیرگی پیروز بر مبنای ازدیاد و زیست‌توده نسبت به رقم هاشمی و خزر (Ghojoghi *et al.*, 2018) و برتری عملکرد نسبی و شاخص چیرگی سوروف (Mohammadvand *et al.*, 2015c; Perera *et al.*, 1992) و سوروف آبی

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد رقم گیلانه به یک مقدار تحت تأثیر رقابت سوروف و پیروز قرار نگرفته است. به عبارت دیگر سوروف و پیروز قدرت رقابت یکسانی در برابر برنج ندارند. چنان‌که بجز ارتفاع، سایر صفات برنج شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد پانیکول، تعداد پنجه، تعداد دانه پُر و تعداد کل دانه در رقابت با سوروف نسبت به رقابت با پیروز کاهش بیشتری نشان دادند. در بررسی نمودارهای سری جانمایی نیز رقابت سوروف با برنج شدیدتر از رقابت پیروز با برنج بود. اگرچه مقدار کم تفاوت اثر رقابتی دو گونه علف هرز بر برنج و نیز عدم معنی‌داری شاخص چیرگی و نسبت رقابت سوروف و پیروز می‌تواند دلیلی بر اهمیت رقابت پیروز به عنوان علف هرز مزارع برنج باشد. به نظر می‌رسد پیروز بتواند با ایجاد تراکم‌های بالا در سال‌های نخست پس از ورود به شالیزار، خسارت قابل توجهی در شرایط مزرعه‌ای به بار آورد؛ چنان‌که مشاهدات میدانی نیز حاکی از اهمیت روزافزون این گونه با بالا رفتن سطوح جمعیت آن در شرایط غرقاب دائم حاکم در شالیزارهای استان گیلان است. از آنجایی که مدیریت علف‌های هرز شالیزارهای برنج استان گیلان عمدتاً بر مبنای سوروف صورت گرفته و اهمیت جگن‌ها مورد غفلت قرار می‌گیرد، لذا ضروری است جهت جلوگیری از گسترش این علف هرز در شالیزار و متعاقباً خسارت جدی در تولید برنج، مدیریت موثر پیروز نیز علاوه بر سوروف، در طراحی راهبردهای مدیریت علف‌های هرز شالیزار مورد توجه و تأکید قرار گیرد.

REFERENCES

- Allahgholipour, M., Kavooosi, M., Majidi, F., Yazdani, M.R., Sharafi, N. & Shafiei-Sabet, H. (2018). Gilaneh, a new rice cultivar with origin of Iranian landrace varieties. *Research Achievements for Fields and Horticulture Crops*, 7(2), 277-289. (In Persian)

2. Aminpanah, H. & Javadi, M. (2011a). A replacement series evaluation of competition between rice (*Oryza sativa* L.) and rice barnyard grass (*Echinochloa oryzicola* Vasing). *Scientific Research and Essays*, 6(23), 5065-5071.
3. Aminpanah, H. & Javadi, M. (2011b). Competitive ability of two rice cultivars (*Oryza sativa* L.) with barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) in a replacement series study. *Advances in Environmental Biology*, 5(9), 2669-2675.
4. Aminpanah, H. & Yaghoubi, B. (2018). Efficacy of some herbicide for bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla control in paddy fields of northern Iran. *Journal of Plant Protection*, 32(2), 245-255.
5. Ampong-Nyarko, K. & De Detta, S.K. (1991). *A Handbook for Weed Control in Rice*. International Rice Research Institute, Philippines, 113 pp.
6. Audebert, A., Mouret, J.C., Roques, S., Carrara, A., Hammond, R., Gaungoo, A., Sanusan, S. & 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.
7. Chauhan, B.S. (2012). Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. *Weed Technology*, 26, 1-13.
8. Dass, A., Shekhawat, K., Choudhary, A.K., Sepat, S., Rathore, S.S., Mahajan, G. & Chauhan, B.S. (2017). Weed management in rice using crop competition-A review. *Crop Protection*, 95, 45-52.
9. Ghojoghi, Z., Mohammadvand, E., Yaghoubi, B. & Asghari, J. (2018). Competitiveness of bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) with rice cultivars, Hashemi and Khazar. *Cereal Research*, 8(2), 185-198. (In Persian)
10. Kavooosi, M. & Allahgholipour M. (2017). Effect of rate and split application of nitrogen fertilizer on growth and grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) cvs. Gilaneh and Abjiboji. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19(2), 165-180. (In Persian)
11. Mahajan, G. & Chauhan, B.S. (2013). The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Protection*, 49, 52-57.
12. Maun M.A. & Barrett, S.C.H. (1986). The biology of canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 66, 739-759.
13. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Shahdi Kumleh, A. (2013). The effects of seed burial and flooding depths on emergence and seedling growth of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and barnyard grass (*E. crus-galli*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(4), 699-708. (In Persian)
14. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Shahdi Kumleh, A. (2014). Phenology, morphology and yield characteristics of two *Echinochloa* Species. *Journal of Plant Protection*, 28, 346-360. (In Persian).
15. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Shahdi Kumleh, A. (2015a). Investigating the germination response of two *Echinochloa* species to temperature and photoperiod with emphasis on invasiveness. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45(4), 639-648. (In Persian)
16. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Yaghoubi, B. (2019). Effects of emergence time in nursery and density of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) on competitive ability with rice (I. during season studies: Growth and development). *Journal of Agroecology*, 11(3), 955-974. (In Persian)
17. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Yaghoubi, B. (2020). Effects of emergence time in nursery and density of watergrass (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch) on competitive ability with rice (II. end season studies: Yield and competitiveness). *Journal of Agroecology*, 11(4), 1225-1239. (In Persian).
18. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Shahdi Kumleh, A. & Avarseji, Z. (2015b). Characterizing the competitive traits of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) as a new-introduced, and barnyard grass (*E. crus-galli*) as a common weed species in rice. *Journal of Plant Production Research*, 22(3), 223-241. (In Persian)
19. Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Shahdi Kumleh, A. & Avarseji, Z. (2015c). Competitive relationships of watergrass and barnyard grass with rice in a replacement series study. *Journal of Crop Production*, 8(1), 205-222. (In Persian)
20. Moon, B.C., Cho, S.H., Kwon, O.D., Lee, S.G., Lee, B.W. & Kim, D.S. (2010). Modelling rice competition with *Echinochloa crus-galli* and *Eleocharis kuroguwai* in transplanted rice cultivation. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 13, 121-126.
21. Rajabian, M., Asghari, J., Ehteshami, S.M.R. & Yaghoubi, B. (2017). Response of landrace and improved genotypes of rice to weed competition in direct-seeded system. *Iranian Journal of Weed Science*, 13(1), 79-96. (In Persian)

22. Rezaeieh, A., Aminpanah, H. & Sadeghi, S.M. (2015). Competition between rice (*Oryza sativa* L.) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) as affected by methanol foliar application. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 87(2), 879-890.
23. Smith, R.J. (1988). Weed thresholds in southern U.S. rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, 2, 232-241.
24. Stauber, L.G., Smith, R.J. & Talbert, R.E. (1991). Density and spatial interference of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) with rice (*Oryza sativa*). *Weed Science*, 39, 163-168.
25. Swanton, C.J., Nkoa, R. & Blackshaw, R.E. (2015). Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*, Special Issue, 2-11.
26. Van Devender, K.W., Costello T.A. & Smith, R.J. (1997). Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. *Weed Science*, 45, 218-224.
27. Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G. & Dhima, K.V. (2000). Propanil-resistant barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes found in Greece. *Weed Technology*, 14, 524-529.
28. Vidotto, F., Tesio, F., Tabacchi, M. & Ferrero, A. (2007). Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp. accessions in Italian rice fields. *Crop Protection*, 26, 285-293.
29. Walker, T.W., Bond, J.A., Ottis, B.V., Gerard, P.D. & Harrell, D.L. (2008). Hybrid rice response to nitrogen fertilization for mid-southern United States rice production. *Agronomy Journal*, 100, 381-386.
30. Yaghoubi, B., Mazaheri, D., Baghestani, M.A., Mohammadalizadeh, H. & Atri, A. (2011). Study on morphological traits and growth indices of indigenous and improved rice cultivars in interference with barnyard grass. *Agronomy Journal*, 88, 54-68.
31. Yaghoubi, B. (2019). *Study the efficacy of Pirazchlor herbicide (Pyrazosulfuron + pretilachlor Tablet 17%) in transplanted rice weed control*. Final report, Agriculture Research, Education and Extension Organization. 55 pp.
32. Zhao, D.L., Atlin, G.N., Bastiaans, L. & Spiertz, J.H.J. (2006). Developing selection protocols for weed competitiveness in aerobic rice. *Field Crops Research*, 97, 272-285.