

Comparison of Competitive Ability of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars in Interference with Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.)

Sadegh Kavosi¹, Rahmat Abbasi², Hemmatollah Pirdashti³, Faezeh Zaefarian⁴

Received: 03 June 2023 Accepted: 23 July 2023

1-PhD Student of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

3-Prof., Dept. of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

4-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

*Corresponding Author Email: r.abasi@sanru.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This research was conducted in order to investigate competitive ability of four rice cultivars in competition with in interference with barnyard grass and to select the appropriate cultivar with the ability to more competitive.

Materials and Methods: A field experiment was conducted as a factorial arrangement based on randomized complete block design (RCBD) with three replications in Babolsar, Iran, in 2021. Factors included Four levels of rice cultivar (Tarem Hashemi, Shiroudi, Deylamani and Hasani) and and six levels of barnyard grass density (0, 10, 20, 30, 40 and 50 plants m⁻²).

Results: The results showed that the barnyard grass biomass, yield and biological yield of rice were affected only by the interaction effects of rice cultivar and weed density. The highest and lowest amount of barnyard grass biomass was observed in Tarem Hashemi at a density of 50 plants m⁻² and Shiroudi at a density of 10 plants m⁻² (301.3 and 68.3 g m⁻², respectively). The highest and lowest biological and seed yield of rice were observed in Shiroudi at weed-free conditions and Hasni in interference with the density of 50 plants m⁻², respectively. The amount of decrease in grain yield in the conditions of interference with the investigated densities of barnyard grass compared to weed-free condition are 2.6-30, 3.2-18.8, 2.8-31.5 and 5.6-30.8%., were observed in Tarem Hashemi, Shiroudi, Deylamani and Hasni cultivars, respectively.

Conclusion: Since Shiroudi cultivar had higher competitive ability than other cultivars, therefore, can be recommended for cultivation in paddy fields which highly infested with barnyard grass weed in order to reduce the herbicides application and meet sustainable agriculture goals.

Keywords: Biological Yield, Biomass, Herbicide, Sustainable Agriculture, Weed Density

مقایسه قدرت رقابتی ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) در تداخل با علف‌هرز (*Echinochloa crus-galli* L.) سوروف

صادق کاوسی^۱، رحمت عباسی^۲، همت اله پیردشتی^۳، فائزه زعفریان^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۳ تاریخ: ۱۴۰۲/۵/۱

- ۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - ۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - ۳- استاد گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
 - ۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- * مسئول مکاتبه: E-mail: r.abasi@sanru.ac.ir

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور بررسی قدرت رقابت چهار رقم برنج در رقابت با علف‌هرز سوروف و انتخاب رقم مناسب با توانایی رقابتی بالاتر در برابر این علف‌هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان بابلسر انجام شد. عامل اول رقم برنج در چهار سطح شامل طارم هاشمی، شیروودی، دیلمانی و حسنی و عامل دوم تراکم علف‌هرز سوروف در شش سطح شامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تنها زیست توده علف‌هرز سوروف، عملکرد دانه و بیولوژیک برنج تحت تاثیر اثر متقابل تراکم سوروف در رقم برنج قرار گرفت. بیشترین و کمترین میزان زیست توده سوروف به ترتیب در تیمارهای طارم هاشمی در تراکم ۵۰ بوته سوروف و شیروودی در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع سوروف (به ترتیب ۳۰۱/۳ و ۶۸/۳ گرم در متر مربع) مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه و بیولوژیک برنج، به ترتیب در تیمارهای رقم شیروودی در شرایط عاری از علف‌هرز و رقم حسنی در تداخل با تراکم ۵۰ بوته سوروف در متر مربع مشاهده شد. میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط تداخل با تراکم‌های بررسی شده علف‌هرز سوروف نسبت به عدم تداخل این علف‌هرز، ۳۰-۲/۶، ۱۸/۸-۳/۲، ۳۱/۵-۲/۸ و ۵/۶-۳۰/۸ درصد، به ترتیب در ارقام طارم هاشمی، شیروودی، دیلمانی و حسنی بود.

نتیجه‌گیری: رقم شیروودی توان رقابتی بسیار بالا در رقابت با علف‌هرز سوروف داشت، لذا این رقم را می‌توان در شالیزارهای با سابقه آلودگی بالای این علف‌هرز برای کشت پیشنهاد نمود تا بتوات با کمک قدرت رقابتی بالاتر آن در برابر سوروف سبب کاهش مصرف علفکش‌ها شد و گامی در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار برداشت

واژه‌های کلیدی: تراکم علف‌هرز، زیست توده، علفکش، عملکرد بیولوژیک، کشاورزی پایدار

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) بعنوان یکی از مهمترین مواد غذایی اکثر مردم دنیا از تیره گندمیان بوده و سازمان خواربار جهانی بنا به اهمیت آن، سال ۲۰۰۴ را سال برنج نامگذاری کرد تا روشنگر اذهان جهانی در زمینه‌ی نقش اساسی برنج در هویت فرهنگی، ضروری بودن در سبد غذایی و سیستم کشاورزی جهانی باشد (امیرنژاد و همکاران ۲۰۱۹). بر اساس آخرین آمار منتشر شده از سوی سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد، سطح زیر کشت و تولید برنج در دنیا حدود ۱۶۲ میلیون هکتار و ۷۵۵ میلیون تن و در ایران ۸۵۵ هزار هکتار و ۲/۹ میلیون تن است (فائو ۲۰۲۰).

علاوه بر تنش‌های محیطی، تنش‌های زیستی از جمله حضور علف‌های هرز در کنار محصول زراعی مهمترین مانع زیستی در تولید محصولات زراعی همچون برنج می‌باشد و کاهش ۷۲-۵ درصد برنج در رقابت با علف‌های هرز گزارش شده است (گل‌محمدی و همکاران ۲۰۱۲؛ مکاریان و روحانی ۲۰۱۴). مزارع برنج گیلان و مازندران به دلیل شرایط خاص بوم‌شناختی و تک‌کشتی دارای علف‌های هرز انتخابی در مقایسه با سایر محصولات زراعی می‌باشند (امین‌پناه ۲۰۱۱). علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) یکی از مهمترین علف‌های هرز مزارع برنج می‌باشد که به علت برتری رقابتی سبب کاهش قابل توجه عملکرد در برنج می‌شود (مون و همکاران ۲۰۱۰). تاج پوشش متراکم، قدرت تولید پنجه زیاد، ارتفاع بلند، شباهت‌های بوم‌شناختی، بیولوژیک و گیاهشناسی آنها با برنج سبب شده تا این علف هرز از قدرت رقابتی بالایی نسبت به برنج برخوردار باشد (جردن ۱۹۹۳).

یکی از روش‌های مدیریت علف‌های هرز که در سال‌های اخیر به دلایل اقتصادی و زیست محیطی مورد توجه بیشتری قرار گرفته، استفاده از ارقامی است که از توانایی رقابتی بیشتری با علف‌های هرز برخوردار هستند (داس و همکاران ۲۰۱۷؛ کریستنسن و همکاران ۲۰۰۸). مطالعات توانایی رقابتی ارقام در بعضی از گیاهان زراعی نظیر جو (*Hordeum vulgare*) (دیما و

همکاران ۲۰۰۰)، گندم نان (*Triticum aestivum*) (لیمرل و همکاران ۱۹۹۶)، گندم دوروم (*Triticum durum*) (پائولینی و همکاران ۲۰۰۲)، سویا (*Glycine max*) (رضوانی و همکاران ۲۰۱۳) و گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) (پائولینی و همکاران ۱۹۹۸) صورت گرفته است، اما اطلاعات اندکی روی ارقام با قدرت رقابتی بالای برنج موجود است. پژوهش امین‌پناه (۲۰۱۲) که رقابت دو گونه سوروف *Echinochloa crus-galli* و *E. oryzicola* را با برنج رقم دیلمانی مورد مطالعه قرار داد و اشاره نمود که رقم دیلمانی برنج قابلیت رقابتی بالاتری نسبت به هر دو گونه علف هرز سوروف داشت. علا و همکاران (۲۰۱۴) درمقایسه سیستم کشت مستقیم و نشایی برنج در استان مازندران با رقابت علف هرز، عملکرد و اجزای عملکرد نشان دادند برای استفاده از قدرت رقابتی ارقام به منظور کنترل علف‌های هرز و مصرف کمتر علفکش در کشت مستقیم، رقم بومی طارم دیلمانی توانمندی بهتری نسبت به دو رقم اصلاح شده خزر و لاین ۸۴۳ داشت.

توسعه ارقام با قدرت رقابتی بالا در برابر علف‌های هرز از روش‌های بالقوه برای کاهش مصرف علفکش هستند (کالاولی ۱۹۹۲). لیمرل و همکاران (۱۹۹۶) پیشنهاد کردند که ارقام گیاهان زراعی نیز می‌توانند کارایی لازم برای کاهش رشد علف هرز را همانند کنترل مکانیکی یا مصرف علفکش کاهش یافته داشته باشند و در کنترل تلفیقی نقش بسزایی ایفاء نمایند. موندوا و همکاران (۲۰۱۶) نیز اشاره داشتند که برخی از ارقام گندم حتی در صورت عدم وجود علفکش، عملکرد قابل قبولی را تولید می‌کنند و علف‌های هرز را سرکوب می‌کنند. افزایش توانایی رقابتی گونه‌های گیاهان زراعی یکی از روش‌های کنترلی قابل توجه بوده که می‌تواند در آینده به‌عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده سیستم‌های مدیریتی علف‌های هرز محسوب گردد (یوروین و همکاران ۱۹۹۶). در بررسی‌های محمد دوست چمن‌آباد و همکاران (۲۰۱۶) توانایی تحمل و رقابت ارقام گندم به حضور علف‌های هرز متفاوت نشان داده شد و بیان داشتند که از این

میزان کود پایه مورد استفاده در زمین اصلی، اوره ۵۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم طارم هاشمی و ۷۵ کیلو در هکتار برای ارقام شیروودی و دیلمانی و حسنی کود سوپرفسفات تریپل، ۲۰ کیلو در هکتار برای طارم هاشمی و ۵۰ کیلو در هکتار برای ارقام شیروودی، دیلمانی و حسنی، سولفات پتاسیم برای طارم هاشمی، ۱۰۰ کیلو در هکتار و برای ارقام شیروودی، دیلمانی و حسنی، ۲۰۰ کیلو در هکتار، همچنین کود سرک طی دو مرحله، مرحله اول ۲۰ روز بعد از نشاء کاری کود اوره برای طارم هاشمی، ۲۵ کیلو در هکتار و برای ارقام شیروودی، دیلمانی و حسنی، ۷۵ کیلو در هکتار (بر اساس توصیه انجام شده مرکز تحقیقات برنج کشور) استفاده شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک برنج (۱۸، ۸، ۲۵ و ۱۸ مرداد ۱۴۰۱، بترتیب در ارقام طارم هاشمی، شیروودی، دیلمانی و حسنی) با حذف اثرات حاشیه‌ای از مساحت دو متر مربع هر کرت نمونه‌گیری صورت گرفت و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه پر، وزن هزار دانه، عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک ارقام برنج و ارتفاع بوته، تعداد پنجه و زیست توده علف‌هرز سوروف اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری زیست توده سوروف و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه برنج، نمونه‌ها در داخل آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفته بودند.

آنالیز واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد مقایسه شدند. برای بیان قدرت رقابتی ارقام برنج در برابر تراکم‌های علف‌هرز سوروف از رابطه ۱ (مدل هندلولی مستطیلی کوزنس ۱۹۸۵ و ویلسون و وایت ۱۹۹۰) از رگرسیون غیرخطی و نرم‌افزار SigmaPlot استفاده شد.

$$Y = \frac{y_0}{1+bx} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که Y ، عملکرد محصول، y_0 ، عملکرد محصول در شرایط عاری از علف هرز و b ، قدرت رقابتی گیاه

تفاوت‌ها می‌توان در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در کشاورزی پایدار استفاده نمود. دستاوردهای این پژوهش می‌تواند ضمن معرفی ارقام برنج با قدرت رقابتی بالا در برابر علف‌هرز سوروف به استفاده از این ارقام جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی را نیز ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در روستای نصرت کلا شهرستان بابلسر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ارتفاع محل آزمایش ۱۵ متر پائین تر از سطح دریا و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی بود که دارای آب و هوای معتدل و مرطوب است. بافت خاک، رسی لومی و pH آن ۷/۴ بود. چهار سطح رقم برنج (طارم هاشمی، شیروودی، دیلمانی و حسنی) و شش سطح تراکم علف هرز سوروف (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع)، فاکتورهای آزمایش بودند.

ابعاد کرت‌های آزمایش ۲×۳ متر و فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر از هم بود. ابتدا بذور ارقام برنج با قارچ‌کش تیوفانات متیل (همای) به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند و در خزانه، هر رقم جداگانه پرورش داده شد. جهت کاشت (انتقال نشاء به زمین اصلی) یکنواخت برنج به کمک مارکر اقدام به علامت گذاری مزرعه محل آزمایش گردید و نشاءکاری با گیاهچه‌های پرورش یافته در خزانه در مرحله سه تا چهار برگی با فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۴۰۱/۳/۱۰ انجام شد. گیاهچه‌های سوروف جهت نشاء کاری از طریق کشت بذر سوروف که از سال قبل تهیه شده بود و در خزانه جداگانه در مزرعه تهیه شد و یک هفته پس از نشاءکاری برنج به‌صورت تک بوته و با فواصل یکسان با تراکم‌های مورد نظر در اطراف هر کپه برنج نشاء گردیدند. در این طرح از هیچ علف‌کشی استفاده نشد و در دو مرحله اقدام به وجین دستی همه علف‌های هرز (بجز بوته‌های سوروف نشاء شده) گردید.

نتایج و بحث

سوروف

تجزیه واریانس صفات بررسی شده علف‌هرز سوروف نشان داد که اثر رقم برنج و تراکم سوروف بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و زیست توده سوروف اثر معنی‌داری داشت و اثر متقابل این دو عامل بررسی شده تنها بر زیست توده سوروف اثرگذار بود (جدول ۱).

زراعی در برابر علف هرز ($\frac{1}{b}$)، تراکمی از علف هرز که باعث کاهش ۵۰ درصد محصول می‌شود) است. در نهایت می‌توان با مقایسه مقدار برآورد شده پارامتر b برای هر رقم، رقم با قدرت رقابتی بالاتر در برابر علف‌هرز سوروف را معرفی کرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات بررسی شده علف‌هرز سوروف تحت تاثیر ارقام برنج

و تراکم علف‌هرز سوروف

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	زیست توده
تکرار	۲	۲۸۶/۴**	۳/۷۸ ^{NS}	۵۲۵۲**
رقم (A)	۳	۶۲۱۸**	۳۲۲/۸**	۸۶۶۴۸**
تراکم سوروف (B)	۴	۱۱۱۲**	۲۳/۲**	۱۳۵۱۹۸**
A×B	۱۲	۶۳/۴ ^{NS}	۱۱/۶۸ ^{NS}	۷۰۲۲**
خطا	۳۸	۳۵۹/۶	۱۸/۸۷	۱۳۹۲
ضریب تغییرات (%)		۸/۳۵	۸/۷۸	۱۰/۳۹

***، * و NS به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

ارتفاع بوته سوروف

بیشترین میزان ارتفاع بوته علف‌هرز سوروف (۱۴۵/۳ سانتیمتر) در تداخل با رقم طارم هاشمی‌برنج دیده شد و میزان ارتفاع این علف‌هرز در تداخل با ارقام

شیرودی، دیلمانی و حسنی، به ترتیب ۱۲، ۹ و ۲۰ درصد نسبت به رقم طارم هاشمی‌کاهش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات بررسی علف‌هرز سوروف در ارقام بررسی شده برنج

رقم برنج	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه
طارم هاشمی	۱۴۵/۳a	۱۰/۵a
شیرودی	۱۲۸c	۴/۸d
دیلمانی	۱۳۲/۶b	۶/۹c
حسنی	۱۱۶/۹d	۹/۹b

میانگین‌های تیمار هر ستون که حداقل با یکدیگر یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری ندارند.

شده (۵۰ بوته علف‌هرز سوروف در مربع) حاصل شد و تراکم های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته سوروف در متر مربع، به ترتیب باعث کاهش ارتفاع بوته به میزان ۸/۸،

افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته علف‌هرز سوروف با افزایش تراکم آن دیده شد، بطوریکه بیشترین ارتفاع علف‌هرز (۱۳۷ سانتیمتر) در بالاترین تراکم بررسی

۷/۴، ۳/۷ و ۳/۳ درصد نسبت به تراکم ۵۰ بوته سوروف در مربع شدند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات بررسی علف‌هرز سوروف در تراکم‌های مختلف سوروف

تراکم سوروف (تعداد در متر مربع)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه
۱۰	۱۲۵c	۸/۶۸a
۲۰	۱۲۶/۹c	۸/۷۳a
۳۰	۱۳۲/۱b	۸/۰۱b
۴۰	۱۳۲/۵b	۷/۵۶bc
۵۰	۱۳۷/۱a	۷/۱۴c

میانگین‌های تیمار هر ستون که حداقل با یکدیگر یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیشترین و کمترین میزان زیست توده سوروف به‌ترتیب در تیمارهای رقم طارم هاشمی در تراکم ۵۰ بوته سوروف (۳/۱۳ گرم در متر مربع) و شیروودی در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع سوروف (۳/۶۸ گرم در متر مربع) مشاهده شد. همچنین میزان زیست توده سوروف در تراکم‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع سوروف نسبت به ۵۰ بوته سوروف، به‌ترتیب ۵۷، ۳۳، ۱۸ و ۴ درصد در رقم طارم هاشمی، ۵۸، ۲۷، ۱۳ و ۲/۵ درصد در رقم شیروودی، ۵۸، ۳۲، ۱۴ و ۶ درصد در رقم دیلمانی و ۵۶، ۳۳، ۱۶ و ۵ درصد در رقم حسنی کاهش نشان داد (شکل ۱). برخی از محققان نیز در گزارش خود، نقش ارقام در کاهش فراوانی و زیست توده علف‌های هرز که منجر به بهبود کیفیت اجزای عملکرد گیاه زراعی می‌گردند را مثبت ارزیابی نمودند. ژائو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که ارقامی از توانایی رقابتی بیشتری در برابر علف‌هرز برخوردار بودند به میزان بیشتری زیست توده علف‌هرز را کاهش دادند. تحقیقات نشان داده‌اند که تنوع قابل ملاحظه‌ای در میان ارقام گیاهی از نظر رقابت با علف‌هرز وجود دارد (زند و بیگی، ۲۰۰۲). نانگجو (۱۹۷۸) در آزمایشات خود بر روی تداخل علف‌هرز با سویا دریافت که رقم Jupiter توانست به میزان ۵۸٪ زیست توده علف‌هرز را در مقایسه با رقم Bossier کاهش دهد و کاهش عملکرد آن

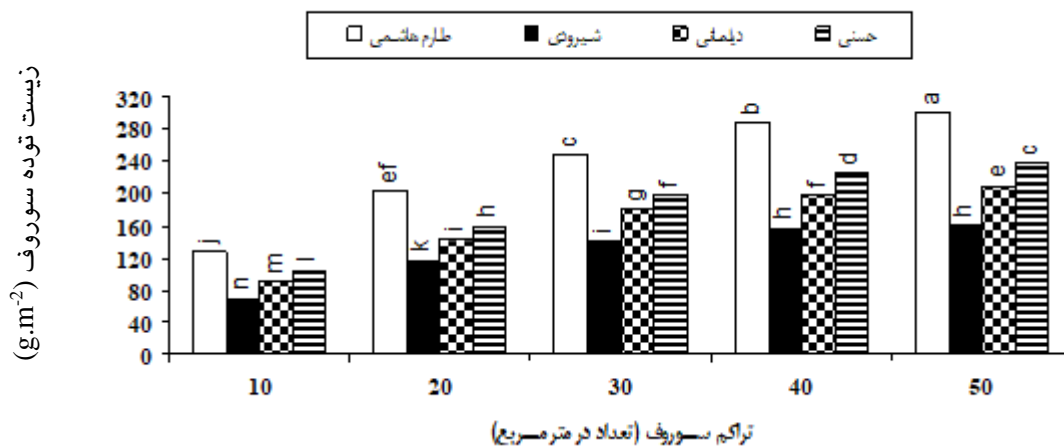
یاماسو (۲۰۰۱) گزارش داد که در شرایط رقابت، ارتفاع سوروف همیشه کمی بیشتر از ارتفاع برنج پس از دوره ظهور خوشه می‌باشد و این شرایط باعث می‌شود تا نور کمتری به برنج برسد (نتانوس و کوتروباس ۲۰۰۲).

تعداد پنجه سوروف

بیشترین و کمترین تعداد پنجه سوروف (به‌ترتیب ۱۰/۵ و ۴/۸ پنجه)، به‌ترتیب در تداخل با ارقام طارم هاشمی و شیروودی دیده شدند و تعداد پنجه این علف‌هرز در تداخل با ارقام دیلمانی و حسنی، به‌ترتیب ۳۴ و ۵ درصد نسبت رقم طارم هاشمی کاهش نشان داد (جدول ۲). بیشترین تعداد پنجه سوروف (۸/۷ پنجه) در تراکم ۲۰ بوته سوروف در متر مربع حاصل شد که البته با تیمار تراکم ۱۰ بوته سوروف در متر مربع تفاوت معنی‌دار آماری نداشت و کمترین تعداد پنجه سوروف (۷/۱ پنجه) در بیشترین تراکم بررسی شده سوروف دیده شد که البته با تعداد پنجه در تیمار تراکم ۴۰ بوته سوروف در متر مربع تفاوت معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۳). ورتینگتون و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که توانایی سرکوب علف‌های هرز با ویژگی‌های رقابتی از جمله قدرت و عادت رشد در هنگام پنجه زدن، شاخص سطح برگ بالا در گسترش ساقه، ارتفاع بوته در پنجه زنی و گسترش ساقه ارتباط دارد.

زیست توده سوروف

نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز ۴۲٪ در مقایسه با ۵۳٪ در رقم Bossier بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری ارقام برنج و تراکم‌های سوروف برای زیست توده علف‌هرز سوروف

صفت برنج
دو عامل تنها بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برنج
معنی‌دار بود (جدول ۴).

تجزیه واریانس صفات بررسی شده برنج نشان داد که اثر رقم برنج و تراکم سوروف بر تمامی صفات بررسی شده برنج اثر معنی‌داری داشت و اثر متقابل این

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات بررسی شده برنج تحت تاثیر رقم برنج و تراکم علف‌هرز سوروف

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	تعداد دانه پر	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۶۴/۱**	۲۸/۵۳ ^{NS}	۲۲۵/۳ ^{NS}	۰/۰۳۷ ^{NS}	۱۳۷۵۲**	۱۱۸۸**
رقم (A)	۳	۷۵۱۲**	۴۲۴**	۹۳۱۳**	۲۵۰/۹**	۱۱۴۴۶۱**	۱۰۱۴۷۶۴**
تراکم سوروف (B)	۵	۱۴۸/۸*	۱۷۶/۴**	۱۲۴۶**	۲۰/۶۹**	۶۲۸۱۴۶**	۹۴۱۱۹**
A×B	۱۵	۱۹/۸۲ ^{NS}	۱۰/۳۳ ^{NS}	۱۵/۲۲ ^{NS}	۰/۹۵ ^{NS}	۲۲۶۶۶**	۲۲۱۲*
خطا	۴۶	۴۰/۱/۲	۴۲/۱۴	۱۱۶	۴/۰۹	۱۵۱۴۶	۳۲۳۷
ضریب تغییرات (%)		۹/۴۹	۷/۶۷	۱۲/۰۳	۳/۱۷	۱۲/۳۲	۱۱/۵

***, ** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

ارتفاع بوته برنج
بیشترین و کمترین میزان ارتفاع بوته برنج
(به ترتیب ۱۳۴/۱ و ۱۰۸/۳ سانتیمتر)، به ترتیب در ارقام

طارم هاشمی و حسینی دیده شد و میزان کاهش ارتفاع بوته در ارقام شیرودی و دیلمانی، به ترتیب ۱۸ و ۱۰

در یک آزمایش، لاین‌های رقیب برنج با خصوصیات چگون شاخص سطح برگ بالا، توانائی پنجه دهی بالا و ارتفاع زیاد در مرحله رسیدگی برای رقابت بهتر با علف‌های هرز معرفی شده‌اند (کاتون و همکاران، ۲۰۰۳).

درصد نسبت به رقم طارم هاشمی بود (جدول ۵). اعلا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که توانایی رقابتی ارقام به ارتفاع بیشتر، سرعت رشد بیشتر در ابتدای فصل، تعداد خوشه و برتری وزن خشک برنج نسبت داده شد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات بررسی برنج در ارقام بررسی شده برنج

رقم برنج	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه	تعداد دانه پر	وزن هزار دانه (g)
طارم هاشمی	۱۳۴/۱a	۱۰/۶c	۷۱/۲b	۲۵/۲۵c
شیرودی	۱۱۰/۴c	۱۶/۴a	۹۶/۸a	۲۷/۳۷a
دیلمانی	۱۲۰/۴b	۱۲/۴b	۶۹/۱c	۲۶/۴۴b
حسنی	۱۰۸/۳d	۱۰/۴c	۶۸/۹c	۲۲/۴۱d

میانگین‌های تیمار هر ستون که حداقل با یکدیگر یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری ندارند.

بررسی شده (۵۰ بوته سوروف در مربع) حاصل شد؛ هر چند ارتفاع بوته برنج در تداخل با تراکم های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته سوروف در متر مربع تفاوت معنی دار آماری با یکدیگر نداشتند (جدول ۶).

کاهش ارتفاع بوته برنج با افزایش تراکم سوروف دیده شد و بیشترین و کمترین ارتفاع بوته برنج (به ترتیب ۱۲۰/۸ و ۱۱۶/۵ سانتیمتر)، به ترتیب در تیمار عاری از علف‌هرز و تداخل با بالاترین تراکم

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات بررسی برنج در تراکم‌های مختلف سوروف

تراکم سوروف (تعداد در متر مربع)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه	تعداد دانه پر	وزن هزار دانه (g)
۰	۱۲۰/۸a	۱۴/۸۳a	۸۳/۴a	۲۶/۰۳a
۱۰	۱۱۹/۴ab	۱۳/۹۲b	۸۲/۶a	۲۵/۸۷ab
۲۰	۱۱۸bc	۱۳c	۷۹/۱b	۲۵/۷b
۳۰	۱۱۷/۷bc	۱۱/۵d	۷۶/۷c	۲۵/۱۷c
۴۰	۱۱۷/۲bc	۱۱/۰۸de	۷۴/۱d	۲۴/۸۹d
۵۰	۱۱۶/۵c	۱۰/۵e	۷۲/۱e	۲۴/۵۶e

میانگین‌های تیمار هر ستون که حداقل با یکدیگر یک حرف مشترک دارند تفاوت معنی‌داری ندارند.

تعداد پنجه بارور در بوته

علف‌هرز سوروف دیده شد و بیشترین تعداد پنجه بارور برنج (۱۴/۸۳) در تیمار عاری از علف‌هرز حاصل شد و تراکم های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته سوروف در متر مربع، به ترتیب باعث کاهش ۶، ۱۲، ۲۲ و ۲۵ و ۲۹ درصد تعداد پنجه بارور در بوته برنج نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز شدند (جدول ۶).

بیشترین تعداد پنجه بارور در بوته برنج (۱۶/۴) در رقم شیرودی دیده شد. همچنین کمترین تعداد (۱۰/۴) در رقم حسنی دیده شد که البته تفاوت معنی داری با تعداد پنجه رقم طارم هاشمی نداشت (جدول ۵). کاهش معنی دار تعداد پنجه بارور برنج با افزایش تراکم

که میزان درصد کاهش تعداد دانه در خوشه در رقابت با علف‌هرز سوروف در ارقام مختلف برنج متفاوت است.

وزن هزار دانه

بیشترین و کمترین میزان وزن هزار دانه برنج (به ترتیب ۲۷/۳۷ و ۲۲/۴۱ گرم)، به ترتیب در ارقام شیروودی و حسنی دیده شد (جدول ۵). وزن هزار دانه برنج در تداخل سوروف با افزایش تراکم علف‌هرز، کاهش معنی داری نشان داد و تراکم های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته سوروف در متر مربع، به ترتیب باعث کاهش ۰/۶، ۱/۳، ۲/۳، ۴/۴ و ۵/۷ درصد وزن هزار دانه برنج نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز (۲۶/۰۳ گرم) شدند (جدول ۶). امین‌پناه (۲۰۱۱) نیز گزارش داد که وزن هزار دانه برنج فقط تحت تاثیر رقم قرار گرفت و تداخل علف‌هرز تاثیری بر وزن هزار دانه برنج نداشت. موسوی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش دادند که وزن هزار دانه ارقام برنج در شرایط رقابت با علف‌هرز سوروف کاهش معنی‌داری یافت.

عملکرد بیولوژیک

بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک برنج (به ترتیب ۱۱۷۴ و ۵۰۸ گرم در متر مربع)، به ترتیب در تیمارهای رقم شیروودی در شرایط عاری از علف‌هرز و رقم حسنی در تداخل با تراکم ۵۰ بوته سوروف در متر مربع مشاهده شد. میزان کاهش عملکرد بیولوژیک رقم طارم هاشمی در تداخل با تراکم های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته سوروف در متر مربع نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز، به ترتیب ۳/۷، ۷/۵، ۱۶/۱، ۲۰/۱ و ۲۷ درصد؛ در رقم شیروودی، به ترتیب ۸/۸، ۱۶/۲، ۲۰/۷، ۲۵ و ۲۷/۲ درصد؛ در رقم دیلمانی، به ترتیب ۵/۴، ۸/۴، ۱۷/۹، ۲۱/۱ و ۳۰/۵ درصد و در رقم حسنی، به ترتیب ۴/۳، ۱۵/۴، ۱۹/۴، ۲۸/۹ و ۳۴/۱ درصد بود (شکل ۲). ژائو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک ارقام برنج در رقابت با علف‌های هرز ۴۹-۲۵ درصد کاهش یافت و ارقامی که زیست توده

محمودند و همکاران (۲۰۱۵) اشاره داشتند که آلودگی سوروف باعث کاهش تعداد پنجه بارور (خوشه) برنج نسبت به شاهد عاری از علف‌هرز شد. عالمیان درونکلا و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که بیشینه ارتفاع و تعداد پنجه به ترتیب در رقم طارم هاشمی و وجین کامل علف هرز و رقم شیروودی تحت روش وجین کامل علف هرز مشاهده شد. نتایج تحقیق گل‌محمدی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که تداخل تمام فصل سوروف برنج در تراکم‌های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به‌طور متوسط موجب ۴۹، ۶۷ و ۶۱ درصد کاهش در تعداد پنجه برنج گردید. یکی از عوامل کاهش تعداد پنجه بارور در متر مربع در شرایط رقابت با سوروف، محدودیت بوته‌های برنج در دسترسی به عناصر غذایی به خصوص نیتروژن می‌باشد، به خصوص که سوروف در مقایسه با برنج از کارایی مصرف نیتروژن بالاتری برخوردار است (آمپونگ-نیارکو و دی دیتا ۱۹۹۱) گزارش شده است که در صورت آلودگی شدید، سوروف قادر است ۶۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن خاک را جذب نماید (هولم و همکاران ۱۹۷۷).

تعداد دانه پر در خوشه

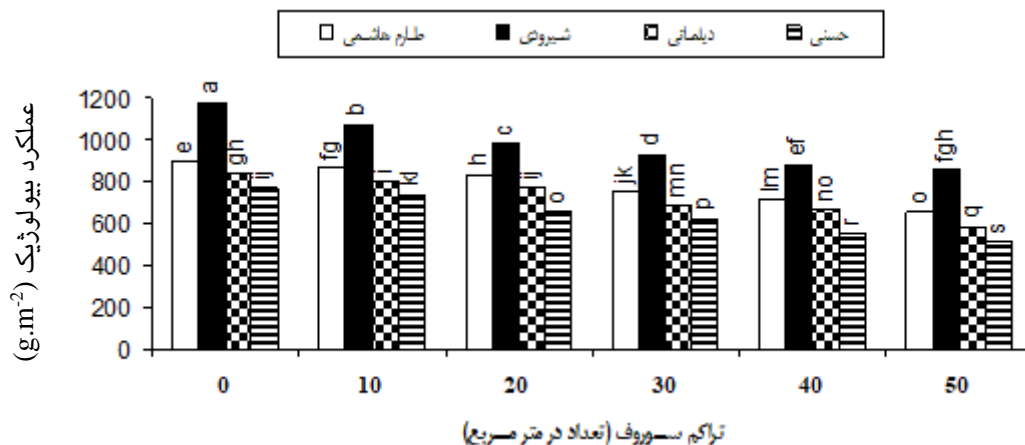
بیشترین تعداد دانه پر در خوشه (۹۶/۸) در رقم شیروودی دیده شد. کمترین تعداد دانه پر در خوشه (۶۸/۹) نیز در رقم حسنی دیده شد که البته تفاوت معنی داری با تعداد دانه پر در خوشه رقم دیلمانی نداشت (جدول ۵). بیشترین دانه پر در خوشه برنج (۸۳/۴) در تیمار عاری از علف‌هرز حاصل شد و کاهش معنی دار این صفت با افزایش تراکم سوروف دیده شد و تراکم های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته سوروف در متر مربع، به ترتیب باعث کاهش ۱، ۵، ۸، ۱۱ و ۱۳ درصد تعداد دانه پر در خوشه برنج نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز شدند (جدول ۶). گل محمدی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش دادند که با افزایش تراکم سوروف از صفر به ۴۰ بوته در متر مربع در تداخل با برنج، میزان پوکی دانه برنج حدود ۲۰۰ درصد افزایش یافت. ژائو و همکاران (۲۰۰۶) و امین‌پناه (۲۰۱۱) اظهار کردند

علف‌هرز، به ترتیب ۲/۶، ۱۰/۹، ۲۷/۲ و ۳۰ درصد؛ در رقم شیرودی، به ترتیب ۳/۲، ۸/۶، ۱۳/۲، ۱۵/۸ و ۱۸/۸ درصد؛ در رقم دیلمانی، به ترتیب ۲/۸، ۷/۹، ۱۶/۱، ۲۳/۹ و ۳۱/۵ درصد و در رقم حسنی، به ترتیب ۵/۶، ۱۱/۱، ۲۰/۳، ۲۵/۹ و ۳۰/۸ درصد بود (شکل ۲). طبق گزارش ژائو و همکاران (۲۰۰۶) رقابت علف‌های هرز با برنج سبب کاهش عملکرد دانه (۲۲ تا ۵۲ درصد) شد. ون دوندرو و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که ۲۰ بوته سوروف در مترمربع می‌تواند عملکرد برنج را به میزان ۸۰ درصد کاهش دهد.

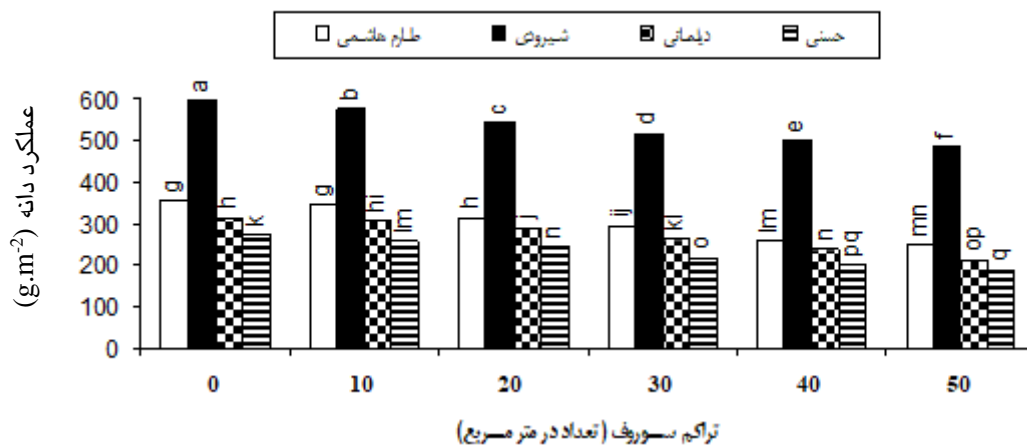
بیشتری داشتند از توانایی رقابتی بیشتری با علف‌هرز برخوردار بودند.

عملکرد دانه

بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه برنج (به ترتیب ۱۱۷۴ و ۵۰۸ گرم در متر مربع)، به ترتیب در تیمارهای رقم شیرودی در شرایط عاری از علف‌هرز و رقم حسنی در تداخل با تراکم ۵۰ بوته سوروف در متر مربع مشاهده شد. میزان کاهش عملکرد دانه رقم طارم هاشمی در تداخل با تراکم‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته سوروف در متر مربع نسبت به شرایط عاری از



شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری ارقام برنج و تراکم‌های علف هرز سوروف برای عملکرد بیولوژیک برنج



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری ارقام برنج و تراکم‌های علف هرز سوروف برای عملکرد دانه برنج

معکوس آن، تراکمی از علف‌هرز سوروف است که باعث کاهش ۵۰ درصد میزان عملکرد هر رقم می‌شود. مقدار پارامتر b در ارقام طارم هاشمی، شیرودی، دیلمانی و حسنی، به ترتیب $۰/۰۰۹۶$ ، $۰/۰۰۴۸$ ، $۰/۰۰۸۶$ و $۰/۰۰۰۶$ برآورد شد (جدول ۷). بنابراین در تحقیق حاضر، تراکم‌های ۱۰۴، ۲۰۸، ۱۱۶ و ۱۶۶ بوته در متر مربع علف‌هرز سوروف لازم است تا به ترتیب عملکرد شلتوک ارقام طارم هاشمی، شیرودی، دیلمانی و حسنی به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد. این نتایج حاکی از قدرت رقابتی بسیار بالای رقم شیرودی در برابر سوروف داشت و رقم طارم هاشمی، پایین ترین توان رقابتی در برابر سوروف را داشت. علیزاده افروزی و همکاران (۱۴۰۰) با مطالعه توان رقابتی سه رقم برنج در تراکم های مختلف علف هرز سوروف به توان رقابتی بالاتر ارقام ندا و فجر نسبت به طارم هاشمی اشاره داشتند.

برادران و قهاری (۲۰۱۶) نشان دادند که بیشترین و کمترین عملکرد دانه (با مقادیر $۵۶/۸۱$ و $۴۳/۱۲۰$ گرم در متر مربع) به ترتیب مربوط به تیمارهای تراکم ۴۰ و ۱۰ بوته در متر مربع بود. علا و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش دادند که عملکرد دانه در رقابت با علف هرز نسبت به شرایط بدون رقابت به طور معنی داری (۳۹ درصد) کاهش یافت. مون و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که سوروف کاهش قابل توجهی بر میزان عملکرد برنج را سبب می‌شود.

داده‌های عملکرد دانه ارقام برنج در رقابت با تراکم‌های سوروف با رابطه ۱ برازش داده شد و خلاصه نتایج برازش در جدول ۵ ارائه شده است. این رابطه توانست با دقت بالایی ($r^2 = ۰/۹۳ - ۰/۹۹$) عملکرد دانه ارقام بررسی شده برنج را در رقابت با تراکم‌های بررسی شده علف‌هرز سوروف برآورد نماید. برای پیدا کردن قدرت رقابتی ارقام از پارامتر b استفاده شد که

جدول ۷- برآورد پارمترهای رابطه هذلولی (رابطه ۱) در ارقام بررسی شده برنج

رقم	پارامتر	ضریب	خطای استاندارد	معنی داری	ضریب تبیین
طارم هاشمی	y_0	$۳۶۰/۹$	$۸/۱۷$	$<۰/۰۰۰۱$	$۰/۹۶$
	b	$-۰/۰۰۹۶$	$۰/۰۰۱۲$	$۰/۰۰۱۲$	
شیرودی	y_0	$۵۹۷/۳$	$۳/۲۸$	$<۰/۰۰۰۱$	$۰/۹۹$
	b	$-۰/۰۰۴۸$	$۰/۰۰۰۲$	$<۰/۰۰۰۱$	
دیلمانی	y_0	$۳۲۳/۸$	$۸/۹۲$	$<۰/۰۰۰۱$	$۰/۹۳$
	b	$-۰/۰۰۸۶$	$۰/۰۰۱۴$	$۰/۰۰۳۲$	
حسنی	y_0	$۲۷۴/۱$	$۱/۱۳$	$<۰/۰۰۰۱$	$۰/۹۹$
	b	$-۰/۰۰۰۶$	$۰/۰۰۰۲$	$<۰/۰۰۰۱$	

y_0 ، عملکرد محصول در شرایط عاری از علف‌هرز و b ، قدرت رقابتی علف‌هرز

(معکوس b ، تراکمی از علف‌هرز است که باعث کاهش ۵۰ درصد محصول می‌شود) می‌باشند.

نتیجه‌گیری

ارتفاع بوته در قدرت رقابتی ارقام بررسی شده برنج در برابر سوروف بیشتر باشد و بهتر است این صفت ملاک انتخاب ارقام نتحمل در برابر سوروف در نظر گرفته شود. برازش داده‌های عملکرد ارقام برنج در رقابت با تراکم‌های سوروف حکایت از توان رقابتی بسیار بالای

رقم شیرودی با داشتن بالاترین تعداد پنجه در بوته توانست زیست توده علف‌هرز سوروف را به مقدار بالایی کاهش دهد و بالاترین میزان عملکرد دانه حاصل شود. بنظر می‌رسد سهم صفت تعداد پنجه نسبت به

بدین وسیله از ریاست محترم مرکز تحقیقات برنج کشور (معاونت آمل) و پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان جهت در اختیار قرار دادن ارقام برنج صمیمانه تشکر می‌شود.

رقم شیرودی داشت؛ لذا می‌توان در شالیزارهای با سابقه آلودگی بالای علف‌هرز سوروف، رقم شیرودی را برای کشت پیشنهاد نمود تا کاهش وابستگی به علفکش‌ها از سوی شالیکاران حاصل شود.

سپاسگزاری

منابع مورد استفاده

- Ala A, Alijani MA, Amiri Larijani B and Sofizadeh S. 2014. Comparison of direct cultivation system and rice transplantation in Mazandaran province: weed competition, yield and yield components. Iranian Journal of Crop Research, 12(3): 463-475. (In Persian). DOI: 10.22067/gsc.v12i3.22637
- Alamian Daronkola A, Zaefarian F, Abadian H and Mansouri I. 2022. The Response of Different Rice Cultivars (*Oryza sativa* L.) to Different Weed Management Methods under Direct Cultivation System. Iranian Journal of Field Crops Research. 20(3): 275-289. (In Persian). DOI: 10.22067/jcsc.2022.73706.1114.
- Alizadeh Afrozi1 M, Abbasi R and Mousavi Toghani SY. 2023. Evaluation of competitive ability for three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in different barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.) densities. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 33(1): 319-329. (In Persian). DOI: 10.22034/saps.2023.46271.2686.
- Amin Panah H. 2011. Response of competing and non-competing cultivars to Different densities of barnyardgrass weed. Electronic Journal of Crop Production. 4(4): 67-84. (In Persian). Available from: <https://sid.ir/paper/134985/fa>
- Aminpanah H. 2012. Competition between rice (*Oryza sativa* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) or rice barnyardgrass (*Echinochloa oryzicola* Vasing.). Romanian Agricultural Research. 29: 395-403.
- Amirnejad H, Mirkarimi Sh, Tonakbar P and Heidari N. 2011. Investigation of Consumer's Preferences of Rice by Applying Choice Modeling Approach with Emphasis on National Production: Case Study of Gorgan. Agricultural Economics Research. 11(43): 279-302. (In Persian). DOI: 20.1001.1.20086407.1398.11.43.14.3.
- Among-Nyarko K and De Detta SK. 1991. A Handbook for Weed Control in Rice. IRRI, Manila. Pp. 113.
- Baradaran R and Ghahhari M. 2016. Effect of Weed Interference on Yield and Agronomical Characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum greacum*) in Different Plant Density under Birjand Conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 13(4): 665-674. DOI: 10.22067/gsc.v13i4.21929.
- Callaway MB. 1992. A compendium of crop varietal tolerance to weeds. American Journal of Alternative Agriculture. 7: 169-180. DOI: 10.1017/S088918930000477X.
- Caton BP, Cope AE and Mortimer M. 2003. Growth traits of diverse rice cultivars under severe competition: Implications for screening for competitiveness. Field Crops Research. 83: 157-172. DOI: 10.1016/S0378-4290(03)00072-8.
- Cousens RD. 1985. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with the other models. Journal of Agricultural Science. 105: 513-521. DOI: 10.1017/S0021859600059396.

- Dass A, Shekhawat K, Choudhary K, Sepat S, Rathore SS, Mahajan G and Chauhan BS. 2017. Weed management in rice using crop competition. *Crop Protection*. 95: 45-52. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.08.005
- Dhima KV, Eleftherohorinos IG and Vasilakoglou IB. 2000. Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars. *Weed Research*. 40: 549-559. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2000.00213.x.
- FAO. 2020. Rice Production, available online from <http://www.faostat.org>.
- Gol Mohammadi MJ, Alizadeh H, Yaqubi B, Nahvi M and Oveyssi M. 2012. Effect of competition between two species of barnyardgrass weed on yield, yield components and rice growth indices. *Iranian Journal of Crop Science*, 43(2): 189-201. (In Persian). DOI: 10.22059/ijfcs.2012.28482.
- Holm LG, Plucknett DL, Pancho JV and Herberger JP. 1997. *The Worlds Worst Weeds: Distribution and Biology*. Honolulu: University of Hawaii Press, 609 P.
- Jordan N. 1993. Prospects for weed control through crop interference. *Ecological Applications*. 3: 84-91. DOI: 10.2307/1941794.
- Kristensen L, Olsen J and Weiner J. 2008. Crop density, sowing pattern and nitrogen fertilization effects on weed suppression and yield in spring wheat. *Weed Science*. 56: 97-102. DOI: <https://www.jstor.org/stable/25148484>
- Lemerle D, Verbeek B and Coombes NE. 1996. Interaction between wheat (*Triticum aestivum*) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) control. *Weed Science*. 44: 634-639. DOI: 10.1017/S0043174500094467.
- Makarjian H and Rohani A. 2014. Determining the spatial distribution of weeds based on damage threshold in two winter wheat fields in Shahroud region. *Journal of Plant Production Research*, 21(3): 51-73. (In Persian). DOR: 20.1001.1.23222050.1393.21.3.3.7
- Mohamaddost Chamanabad HR and Bakhshi M. 2016. Study of morphophysiological properties affecting the competitiveness of wheat against weeds. *Journal of Agriculture and Sustainable Production*, 1: 57-66. (In Persian). DOI: SID. <https://sid.ir/paper/180775/fa>.
- Mohammadvand E, Koocheki AR, Nassiri Mahallati M, Shahdi Kumleh A and Avarseji Z. 2015. Competitive relationships of watergrass and barnyardgrass with rice in a replacement series study. *Journal of Crop Production*. 8(1): 205-232. (In Persian). DOI: magiran.com/p1415670
- Moon BC, Cho SH, Kwon OD, Lee SG, Lee BW and Kim DS. 2010. Modelling rice competition with *Echinochloa crus-galli* and *Eleocharis kuroguwai* in transplanted rice cultivation. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 13: 121-126. DOI: 10.1007/s12892-010-0066-z.
- Mousavi SH, Fathi G, Alami Saeed KH, Siahposh A, Garineh MH and Moradi Talavat MR. 2010. Evaluation of the effect of herbicide application and seed rate on rice competition with barnyardgrass. *Electronic Journal of Crop Production*. 3(1): 173-186. (In Persian). DOI: SID. <https://sid.ir/paper/135183/fa>
- Mwendwa JM, Brown WB, Haque S, Heath G, Wu H, Quinn JC and Weston LA. 2016. Field evaluation of Australian wheat genotypes for competitive traits and weed suppression. In 20th Australasian Weeds Conference, Perth, Western Australia, 11–15 September 2016 (pp. 48–53). Weeds Society of Western Australia.
- Nangju D. 1978. Effect of plant density, spatial arrangement and plant type on weed control in cowpea and soybean. In *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics*, ed, I. O. Akubunda. 288-299. Ibadan, Nigeria. ITTA.
- Natanos DA and Koutroubas SD. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for indica and japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 74: 93- 101 DOI: 10.1016/S0378-4290(01)00203-9.

- Paolini R, Faustini F and Benedetti G. 2002. Early growth and competitive ability of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties. pp. 266-267. In: Proceedings of 12th Symposium European Weed Research Society, Wageningen, Netherlands.
- Paolini R, Del Puglia S, Principi M, Barcellona O and Riccardi E. 1998. Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time. *Weed Research*. 38: 247-255. DOI: 10.1046/j.1365-3180.1998.00096.x.
- Rezvani M, Zaefarian F and Joveini M. 2013. Weed suppression ability of six soybean (*Glycine max* (L.) MERR) varieties under weed development conditions. *Acta Agronomica Hungarica*. 61(1): 43-53. DOI: 10.1556/AAgr.61.2013.1.5.
- Urwin CP, Wilson RG and Mortensen DA. 1996. Late season weed suppression from dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Weed Technology*, 10: 699-704. DOI: 10.1017/s0890037x00040677.
- Van Devender KW, Costello TA and Smith JrRJ. 1997. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. *Weed Science*. 45: 218-224 DOI: 10.1017/S0043174500092742.
- Wilson BJ and Wright KJ. 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research*, 30: 201-211. DOI: 10.1111/j.1365-3180.1990.tb01704.x.
- Worthington M, Reberg-Horton SC, Brown-Guedira G, Jordan D, Weisz R and Murphy JP. 2015. Relative contributions of allelopathy and competitive traits to the weed suppressive ability of winter wheat lines against Italian Ryegrass. *Crop Science*. 55(1): 57-64. DOI: 10.2135/cropsci2014.02.0150.
- Yamasue Y. 2001. Strategy of *Echinochloa oryzicola* for survival in flooded rice. *Weed Biology and Management*. 1: 28-36. DOI: 10.1046/j.1445-6664.2001.00008.x.
- Zand E and Beckie H. 2002. Competitive ability of hybrid and open pollination canola (*Brassica napus* L.) with wild oat (*Avena fatua* L.). *Canadian Journal of Plant Science*. 82: 473-480. DOI: 10.4141/P01-149.
- Zhao DL, Atlin GN, Bastiaans L and Spiertz JHJ. 2006. Comparing rice germplasm for growth, grain yield, and weed-suppressive ability under aerobic soil conditions. *Weed Research*. 46: 444-452 DOI: 10.1111/j.1365-3180.2006.00529.x..