

Competitive Ability of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars with weeds in different Altitudes

Seyed Hadi Taheri Otaghsara¹, Faezeh Zaefarian^{2*} , Rahmat Abbasi², Shahram Nazari³,
Kerry C. Harrington⁴

Received: April 10, 2024

Accepted: July 4, 2024

1-Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.

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

3-Research Assist. Prof., Guilan Branch, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

4-School of Agriculture and Environment, Massey University, New Zealand.

*Corresponding Author Email: fa_zaeferian@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: This research was conducted with the aim of investigating the seed yield of rice cultivars (Hashmi, Shiroudi and Fajr) in competition with weeds in three regions of Tarikola, Firouzabad and Firouzjeh of Mazandaran province

Materials and Methods: This research was carried out as factorial complete randomized block design in three replications in Babol city of Mazandaran province in 2022 and 2021. The experimental factors included three regions Tarikola, Firouzabad and Firouzjeh (with elevation of 8, 180 and 400 meters above sea level), three varieties of rice (Hashemi, Fajr and Shiroudi) in two levels of weed infestation (weeding and no weeding). Sampling of weeds was done during the stages of tillering, panicle inatiation, flowering and final harvesting, also, density and dry weight of weeds were measured separately. At the final harvesting stage, the seed yield of rice cultivars was measured. Also, the yield loss percentage and the competitiveness index of rice cultivars were calculated.

Results: The results showed that *Echinochloa crus-galli*, *Cyperus rotundus* and *Paspalum distichum* were the dominant weeds in the fields of rice cultivars. The highest weed density was observed in Hashemi variety in all three regions, and the density of weed species was higher in the final harvest stage than in other stages. The results showed that different regions (with different elevation above the sea level) have significantly influenced seed yield in rice cultivars. The seed yield of all three cultivars was higher in Tarikola fields. The lowest seed yield among the three regions was observed in Firouzjeh farms, where the seed yield of Hashemi, Fajr and Shiroudi cultivars was 2709.26, 3174.59 and 4441.09 kg. ha⁻¹, respectively. Among rice cultivars, the highest grain yield was related to Shiroudi cultivar. Competitive index of Hashemi, Fajr and Shiroudi cultivars were 0.63, 1.04 and 1.40 respectively in Tarikola region.

Conclusion: The results of the present study can be used to estimate the yield of rice in different regions in Mazandaran province. According to the findings of this study, the percentage of yield loss in Hashemi cultivar was higher than the other two cultivars. Due to having a higher competitive index under weed-infested conditions, Shiroudi cultivar has a lower yield loss than Fajr and Hashemi.

Keywords: Air Temperature, Competition, Rice Yield, Weed Density



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright@ 2025 Faezeh Zaefarian Email: fa_zaeferian@yahoo.com

<https://doi.org/10.22034/saps.2024.61164.3206>



ارزیابی توان رقابتی ارقام مختلف برنج با علف‌های هرز در ارتفاعات مختلف از سطح دریا

سیدهدای طاهری اطاقسرا^۱، فائزه زعفریان^{۲*}، رحمت عباسی^۲، شهرام نظری^۳، کری هرینگتون^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۲

۱- دانشجوی دوره دکتری زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲- استاد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران،
۳- استادیار پژوهش، بخش اصلاح و تهیه بذر، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۴- دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه مسی، نیوزلند.
*مسئول مکاتبه: Email: fa_zaefarian@yahoo.com

چکیده

مقدمه و اهداف: این تحقیق با هدف بررسی عملکرد دانه ارقام برنج (هاشمی، شیروودی و فجر) در رقابت با علف‌های هرز در سه مکان تاریکلا، فیروزآباد و فیروزجاه استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان بابل استان مازندران در دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل سه مکان تاریکلا، فیروزآباد و فیروزجاه (به ترتیب با ارتفاع ۸، ۱۸۰ و ۴۰۰ متر از سطح دریا)، سه رقم برنج (هاشمی، فجر و شیروودی) در دو سطح آلودگی علف‌های هرز (علف‌های هرز و بدون علف‌های هرز) بودند. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در مراحل پنجه‌زنی، شروع پانیکول، گلدهی و برداشت نهایی انجام شد و تراکم و زیست توده علف‌های هرز به تفکیک اندازه‌گیری شد. در مرحله برداشت نهایی، عملکرد دانه ارقام برنج اندازه‌گیری شد. همچنین درصد کاهش عملکرد و شاخص رقابت‌پذیری ارقام برنج محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)، اوپارسلام (*Cyperus rotundus* L.) و بندواش (*Paspalum distichum* L.) علف‌های هرز غالب در مزارع ارقام برنج بودند. بیشترین تراکم علف‌های هرز در هر سه مکان در رقم هاشمی مشاهده شد و تراکم گونه‌های علف‌های هرز، در مرحله برداشت نهایی بیشتر از سایر مراحل بود. نتایج نشان داد که مکان‌های مختلف (با ارتفاع متفاوت از سطح دریا) به طور معنی‌داری بر عملکرد دانه در ارقام برنج تأثیر داشت. عملکرد دانه هر سه رقم در مزارع تاریکلا بیشتر بود. کمترین میزان عملکرد دانه در بین سه مکان در مزارع فیروزجاه مشاهده شد که عملکرد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیروودی به ترتیب ۲۶/۲۷۰۹، ۵۹/۳۱۷۴ و ۰۹/۴۴۴۱ کیلوگرم در هکتار بود. کاهش عملکرد رقم شیروودی، فجر و هاشمی از مزرعه مکان تاریکلا به مزرعه مکان فیروزجاه به ترتیب ۶۹/۳۰، ۳۴/۰۳ و ۶۳/۳۳ درصد بود. در بین ارقام برنج، بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم شیروودی بود. شاخص رقابتی ارقام هاشمی، فجر و شیروودی به ترتیب ۶۳/۰، ۴۰/۱ و ۴۰/۱ در مکان تاریکلا بود.

نتیجه گیری: از نتایج مطالعه حاضر می توان برای و برآورد عملکرد برنج در مناطق مختلف در استان مازندران استفاده نمود. براساس یافته های این مطالعه درصد کاهش عملکرد در رقم هاشمی بیشتر از دو رقم دیگر بود. رقم شیرودی به دلیل داشتن شاخص رقابتی بالاتر در شرایط آلوده به علف های هرز، نسبت به فجر و هاشمی پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: تراکم علف هرز، دمای هوا، رقابت، عملکرد برنج

مقدمه

عوامل اقلیمی به ویژه الگوی بارندگی و درجه حرارت می تواند در تغییر دامنه بوم شناختی علف های هرز در پهنه های مختلف مؤثر باشد (هوانگ و همکاران ۲۰۱۳). این تغییرات سبب خواهد شد تا برخی از گونه های واقع در عرض های جغرافیایی پایین تر به دلیل بالاتر رفتن دما از حد تحمل آنها به سمت عرض های جغرافیایی بالا انتقال یابند و یا برخی گونه های حساس به سرما بتوانند در عرض های جغرافیایی که قبلاً نمی توانستند به حیات ادامه دهند، گسترش یابند (ژو و همکاران ۲۰۲۲). همچنین حتی اگر در مورد علف های هرز انتقال مکانی هم صورت نگیرد، با افزایش تولید زیست توده و سطح برگ در گیاهان، توان رقابتی آنها به شکل قابل توجهی افزایش خواهد یافت (دنگ و همکاران ۲۰۲۱). چنانچه گونه های رقیب دارای مسیرهای فتوسنتزی مختلف باشند، افزایش فتوسنتز به دلیل افزایش غلظت دی اکسید کربن، افزایش کارایی مصرف آب، پیروزی در رقابت برای جذب و مصرف عناصر غذایی به دلیل بالابودن کارایی مصرف نیتروژن، افزایش تراکم پذیری گیاه و بهبود عملکرد کوانتومی گیاه، راهکارهایی هستند که از طریق آنها ویژگی های رقابتی در گیاهان در شرایط تغییر اقلیم بهبود می یابد؛ و در صورتی که گونه های رقیب دارای مسیرهای فتوسنتزی مشابه هم باشند، از آنجایی که جمعیت علف های هرز دارای تنوع ژنتیکی بیشتری بوده و کارایی استفاده از منابع و عناصر غذایی نیز در علف های هرز بیشتر از گیاهان زراعی است، به نظر می رسد در شرایط اقلیمی تغییر یافته به جایگاه رقابتی قدرتمندتری نسبت به گیاهان زراعی رقیب خود دست یابند (ارشد و همکاران ۲۰۱۷).

برنج (*Oryza sativa* L.) به عنوان یکی از مهم ترین محصولات زراعی با سطح زیر کشت بیش از ۱۶۸ میلیون هکتار و مقدار تولید ۸۳۰ میلیون تن در جهان، نقش مهمی

در تأمین نیاز غذایی جوامع بشری دارد (فائو ۲۰۲۲). این گیاه غذای بیش از نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می دهد و روزانه بیش از سه و نیم میلیارد نفر در حدود ۲۰ درصد کالری مورد نیاز خود را از این گیاه استراتژیک تأمین می کنند (پریا و همکاران ۲۰۱۹). بر اساس پیش بینی ها جهت ایجاد امنیت غذایی تولید برنج باید طی سال های ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ به ترتیب حدود ۲۶ و ۵۰ درصد افزایش یابد (فائو ۲۰۲۲). از این رو، بهبود بهره وری در واحد سطح، مهم ترین راهبرد در افزایش تولید برنج می باشد. برنج محصول نواحی مرطوب استوایی و مناطق نسبتاً گرم و معتدل است و در مناطقی که بارندگی سالانه ۱۰۰۰ میلی متر باشد به خوبی از خود سازگاری نشان می دهد و محصول مناسبی از نظر کمیت و کیفیت تولید می کند. از نظر عرض جغرافیایی در بیشتر نقاط دنیا از استوا تا ۴۵ درجه شمالی و ۴۵ درجه جنوبی رشد می نماید. در هندوستان این گیاه تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری و در ایران تا ارتفاع ۱۴۰۰ متری کشت شده و رشد می نماید. لکن اکثر مناطق کشت برنج در ایران در ارتفاع از سطح دریای کمتر از ۶۰۰ متر واقع شده اند و بیشتر شالیزارهای دنیا در دلتای رودخانه ها قرار دارند (خدا بنده ۲۰۱۲).

علف های هرز یکی از مهم ترین موانع بیولوژیک در تولید برنج می باشند (پاول و همکاران ۲۰۱۴؛ نی و همکاران ۲۰۰۹)؛ عدم کنترل علف های هرز به ترتیب سبب کاهش ۵۷ و ۸۲ درصد عملکرد در کشت غرقابی و مستقیم برنج شد (ماهاجان و همکاران ۲۰۰۹). متوسط کاهش عملکرد برنج به واسطه رقابت علف های هرز بین ۴۰ تا ۶۰ درصد برآورد می شود که در شرایط عدم کنترل در کشت مستقیم می تواند به ۹۴ تا ۹۶ درصد نیز افزایش یابد (چاوهان و جانسون ۲۰۱۰). گونه های مختلف علف هرز نیز بر مبنای ویژگی هایی چون ارتفاع گیاه، سرعت گسترش سطح برگ، تراکم سیستم ریشه، چرخه زندگی

هاشمی، شیروودی و فجر) در شرایط رقابت با علف‌های هرز در سه مکان مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد دانه ارقام برنج طارم هاشمی، شیروودی و فجر در شرایط رقابت با علف هرز در مناطق مختلف، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در سه مکان با ارتفاع متفاوت از سطح آب‌های آزاد در شهرستان بابل استان مازندران اجرا شد. مناطق مورد مطالعه شامل مزارع در مناطق تاریکلا، فیروزآباد و فیروزجاه بود. مشخصات هر مکان و داده‌های هواشناسی هر مکان در طول دوره‌ی آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت تجزیه مرکب در مکان اجرا شد. سه رقم برنج (طارم هاشمی، فجر و شیروودی) به عنوان فاکتور اول و دو سطح مدیریت علف هرز (وجین و عدم وجین علف هرز) به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. سه مکان مورد مطالعه (با ارتفاع‌های ۸، ۱۸۰ و ۴۰۰ متر از سطح دریا) به عنوان مکان در تجزیه مرکب مورد آنالیز قرار گرفت.

مساحت هر کرت ۶ متر مربع در نظر گرفته شد. که هر کرت دارای ۲ متر عرض و ۳ متر طول بود. فاصله کرت‌ها از یکدیگر نیم متر و فاصله هر تکرار یک متر در نظر گرفته شد. جهت آماده‌سازی زمین در هر سه مکان، شخم زمین در دو نوبت انجام شد. شخم نوبت اول در پاییز و شخم نوبت دوم در بهار و عمود بر جهت شخم اول انجام گرفت. تسطیح و ایجاد پشته‌های حد واسط بین کرت‌ها در اوایل فروردین ماه برای تمام کرت‌ها به طور یکسان اعمال گردید. نیاز پایه کودی شامل کودهای شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) برای هر مکان و مزرعه به طور جداگانه و بر اساس نتایج آزمون خاک محاسبه شد. در این آزمایش ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره و کودهای فسفره و پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. به طوری که، ۵۰ درصد کود اوره به صرت پایه و ۲۵ درصد آن در زمان طویل شدن ساقه و ۲۰ درصد دیگر نیز در زمان

و روش‌های تولیدمثل دارای قابلیت رقابت متفاوتی هستند (سوانتون و همکاران ۲۰۱۵). رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی تحت تأثیر ویژگی‌های رشد و توسعه‌ی هر یک از گونه‌ها قرار می‌گیرد. تولید کل ماده خشک و سطح برگ، فرآیندهای اصلی رشد رویشی هستند. ارتفاع گیاه، ماده خشک و سطح برگ نشان‌دهنده اندازه نسبی، باروری و ظرفیت فتوسنتزی گیاه هستند که توانایی رقابتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (بوند و اولیور ۲۰۰۶). علاوه بر آن بسته شدن زود هنگام کانوپی گیاه زراعی با استفاده از مقادیر بیش‌تر بذر، آرایش مکانی، تغذیه گیاه زراعی و ارقام زراعی دارای قابلیت رقابت بالاتر می‌تواند سبب فرونشانی رشد علف هرز و کاهش نیاز به دوره عاری از علف هرز جهت دستیابی به عملکرد مطلوب شود (چاوهران و جانسون ۲۰۱۰).

با توجه به اهمیت رقم گیاه زراعی در تعیین نتیجه رقابت، اخیراً توجه به ارقام رقابت کننده در راستای بهبود مدیریت علف‌های هرز برنج افزایش یافته است. این راهکار، مقرون به صرفه و ایمن بوده و سبب کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز می‌شود (چاوهران ۲۰۱۲؛ نی و همکاران ۲۰۱۴). در واقع استفاده از ژنوتیپ‌های با قابلیت رقابت بالا با علف‌های هرز به عنوان جزئی از راهبردهای مدیریت تلفیقی علف هرز، ممکن است گزینه جالبی برای افزایش یا تولید پایدار باشد. ژنوتیپ‌های ایده‌آل با قابلیت رقابتی در هر دو شرایط عدم وجود و وجود علف‌های هرز، عملکرد بالایی دارند. این نوع ارقام باید قابلیت سرکوب‌کنندگی بالایی علیه علف‌های هرز داشته باشند که این توانایی از طریق کاهش رشد و تولید بذر علف هرز یا از طریق تحمل رقابت با علف‌های هرز به دست می‌آید (سایتو ۲۰۱۰).

برنج مهم‌ترین محصول غذایی و تأثیرگذار در اقتصاد جمعیت ساکن در مناطق شمالی ایران محسوب می‌شود. از آنجا که ارقام متفاوت یک گیاه می‌توانند در مناطق و شرایط متفاوت عملکرد متفاوتی داشته باشند، لذا این آزمایش امکان‌سنجی کشت رقم مناسب برنج در هر مکان را با توجه به توانایی رقابتی بالاتر نسبت به علف هرز مورد بررسی قرار می‌دهد. پژوهش حاضر به منظور بررسی عملکرد دانه سه رقم برنج (طارم

شیرودی و فجر و با فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر مربع برای رقم طارم هاشمی به صورت یک بوته در هر کپه انجام شد (علیزاده افروزی و همکاران ۲۰۲۳). در کرت های وجین (عدم حضور علف های هرز)، به محض مشاهده علف های هرز عملیات وجین دستی صورت گرفت و در تیمارهای حضور علف هرز، هیچ گونه کنترلی جهت حذف علف های هرز صورت نگرفت.

تشکیل پانیکول مصرف شد. همچنین، تمام کود فسفر به صورت پایه و کود پتاس نیز ۵۰ درصد به صورت پایه و ۵۰ درصد دیگر در زمان تشکیل پانیکول به شکل سرک مصرف گردید. خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک هر یک از مزارع در جدول ۲ ارائه شده است. نشاکاری با گیاهچه های پرورش یافته در خزانه در مرحله سه تا چهار برگی با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی متر مربع برای رقم

جدول ۱- مشخصات و داده های هواشناسی در طول دوره ی آزمایش طی سال های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در مناطق مورد مطالعه

آمار هواشناسی سال زراعی ۱۴۰۱				آمار هواشناسی سال زراعی ۱۴۰۰				ماه	مکان
بارندگی	رطوبت نسبی	میانگین دمای حداکثر	میانگین دما حداقل	بارندگی	رطوبت نسبی	میانگین دمای حداکثر	میانگین دما حداقل		
(mm)	(%)			(mm)	(%)				
۱۱/۷۸	۷۵	۱۸/۴۵	۱۲/۱۱	۱۰/۷۰	۷۹	۱۷/۷۳	۱۳/۰۷	فروردین	تاریکلا
۳۱/۳۰	۷۵	۱۸/۶۵	۱۲/۸۷	۴۲/۲۳	۷۴	۱۹/۷۰	۱۳/۳۴	اردیبهشت	
۵۹/۶۵	۷۰	۲۵/۱۰	۱۷/۷۳	۷۱/۷	۷۹	۲۵/۷۸	۱۵/۶۳	خرداد	
۲۸/۲۹	۷۸	۲۹/۰۹	۲۱/۶۷	۳۴/۲	۷۸	۳۰/۹۵	۱۹/۸۰	تیر	
۳۹/۱۰	۷۳	۲۹/۰۹	۲۴/۲۳	۴۱/۲۱	۷۰	۳۰/۱۷	۲۳/۶۲	مرداد	
۴۱/۱۹	۷۵	۲۷/۷۸	۲۱/۹۸	۴۸/۲۰	۷۶	۲۸/۵۴	۲۲/۸۷	شهریور	
۹/۸۷	۷۸	۱۷/۰۹	۱۰/۷۷	۱۱/۸۹	۸۰	۱۶/۶۵	۱۱/۰۱	فروردین	فیروزآباد
۷۸/۳۶	۷۵	۲۲/۸۷	۱۵/۰۹	۱۸/۹	۷۶	۱۷/۸۱	۱۶/۱۷	اردیبهشت	
۶۲/۷۶	۷۵	۲۰/۸۷	۱۷/۷۸	۶۰/۱	۷۸	۲۱/۰۱	۱۵/۲۶	خرداد	
۲۶/۷۸	۶۵	۲۰/۸۳	۱۹/۷۸	۷۹/۷	۷۵	۲۳/۱۹	۱۸/۴۲	تیر	
۳۳/۰۹	۷۳	۲۴/۳۸	۲۱/۳۴	۲۴/۲	۷۴	۲۵/۳۲	۱۹/۶۸	مرداد	
۱۹/۲۹	۷۶	۲۶/۸۷	۲۰/۲۹	۱۱/۲۳	۷۵	۲۶/۵۶	۱۹/۳۴	شهریور	
۱۳/۹۳	۵۹	۱۵/۲۶	۶/۷۶	۱۲/۳۴	۶۸	۱۶/۸۷	۵/۱۲	فروردین	فیروزجاه
۶۷/۳۱	۷۶	۱۸/۸۳	۱۴/۷۸	۲۹/۴۵	۶۴	۱۹/۰۵	۱۳/۱۷	اردیبهشت	
۸۹/۰۸	۷۱	۱۹/۹۸	۱۶/۲۸	۱۱۱/۴	۶۴	۲۰/۲۶	۱۴/۹۵	خرداد	
۶/۲۹	۶۰	۲۱/۲۹	۱۸/۸۹	۱۵	۷۳	۲۱/۱۰	۱۷/۶۴	تیر	
۵۷/۴۷	۶۴	۲۲/۹۰	۱۹/۶۲	۴۸/۴۲	۷۸	۲۳/۹۸	۱۶/۲	مرداد	
۲۰/۴۷	۶۷	۲۱/۷۲	۱۷/۰۹	۱۶/۹	۶۹	۲۲/۲۳	۱۵/۲۳	شهریور	

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

کربن (%)	مواد آلی (%)	عناصر غذایی			اسیدیته	هدایت الکتریکی	بافت خاک	عمق	مکان
		نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)					
۴/۵۶	۴/۶۵	۰/۶	۳۲	۱۸۵	۷/۸	۱/۳۴	لوم	۰-۳۰	تاریکلا
۴/۰۱	۶/۹۲	۰/۴	۲۵	۲۴۰	۷/۷۸	۰/۷۸	لوم	۰-۳۰	فیروزآباد
۶/۵۱	۷/۲۳	۰/۶۵	۴۶	۲۲۸	۷/۴	۱/۷	لوم	۰-۳۰	فیروزجاه

هرز در کرت‌های مربوط به تمام ارقام است (امین پناه و شریفی ۲۰۱۳).

پیش از انجام آنالیز میانگین مربعات و به‌منظور تعیین یکنواختی و متجانس بودن واریانس اشتباه آزمایش طی دو سال، از آزمون بارتلت استفاده گردید. پس از حصول اطمینان یکنواختی خطاها، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای دو سال انجام شد. جهت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SAS (ver, 9.2) و در صورت معنی‌دار بودن اثر متقابل از روش برش‌دهی جهت تفسیر اثر استفاده شد. مقایسه میانگین بین تیمارها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Sigmaplot (ver, 12.5) استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی شرایط آب و هوایی سه مکان مورد مطالعه نشان می‌دهد که میانگین پارامترهای آب و هوایی طی دوره آزمایش در مکان تاریکلا بالاتر از دو مکان دیگر بود. به‌طوری‌که مقایسه داده‌های آب و هوایی نشان داد که کمترین دمای حداقل با میانگین ۱۴/۶۴ درجه سانتی‌گراد مربوط به مزارع مکان فیروزجاه و بیشترین دمای حداقل با میانگین ۱۸/۲۴ درجه سانتی‌گراد مربوط به مزارع مکان تاریکلا بود (جدول ۱). در این آزمایش سه مکان از نظر ارتفاع از سطح دریا با هم تفاوت دارند؛ به طوری که مکان تاریکلا، فیروزآباد و فیروزجاه به ترتیب در ارتفاع ۸، ۱۸۰ و ۴۰۰ متر از سطح دریا قرار داشتند.

تراکم و زیست توده علف‌های هرز

در این پژوهش ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز موجود در مزرعه ارقام برنج شامل سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.)، اوپارسلام (*Cyperus rotundus* L.) و بندواش (*Paspalum ditichum* L.) بود که دارای مسیر فتوسنتزی C₄ می‌باشند. ترکیب و تراکم جمعیت علف‌های هرز متأثر از عواملی مانند پاسخ ژنتیکی علف هرز، گونه‌های همجوار، روش‌های

به‌منظور نمونه‌برداری از علف‌های هرز در تیمارهای بدون وجین، نمونه‌برداری علف‌های هرز طی مراحل پنجه‌زنی، شروع پانیکول، گلدهی و زمان برداشت نهایی انجام شد. برای نمونه‌برداری از علف‌های هرز در هر کرت از کوادرات ۱ × ۱ متر مربع استفاده شد که به‌طور تصادفی در هر کرت قرار گرفت و نوع علف‌های هرز، تراکم و زیست توده آن به تفکیک گونه اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه زیست توده، نمونه‌های علف‌های هرز بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شد و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت و سپس زیست توده علف‌های هرز با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه برنج در مرحله رسیدگی کامل دو متر مربع از هر تکرار برداشت شد (با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای) و بعد از خرمکوبی عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. همچنین از بین نمونه‌های برداشت شده ده بوته انتخاب و صفات تعداد پانیکول و تعداد دانه در پانیکول ارزیابی شد.

برای تعیین رابطه بین درصد کاهش عملکرد ارقام برنج (YL) از رابطه (۱) استفاده شد:

$$YL = \left(1 - \frac{Y_{CW}}{Y_{CM}}\right) \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این معادله Y_{cm} و Y_{cw} به‌ترتیب عملکرد گیاه زراعی در شرایط رقابت با علف‌های هرز (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد گیاه زراعی در شرایط بدون رقابت با علف هرز (کیلوگرم در هکتار) را نشان می‌دهد (ماهاجان و همکاران ۲۰۱۴).

برای اندازه‌گیری توانایی جلوگیری از رشد زیست توده علف هرز از شاخص رقابتی (CI) طبق رابطه (۲) استفاده شد:

$$CI = \left(\frac{V_i}{V_{mean}} \right) / \left(\frac{W_i}{W_{mean}} \right) \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در این معادله V_i : عملکرد رقم i در حضور علف هرز، V_{mean} : متوسط عملکرد همه ارقام در حضور علف هرز، W_i : زیست توده علف‌های هرز در کرت مربوط به رقم i و W_{mean} : متوسط زیست توده علف‌های

نمونه برداری در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل سال و رقم، مکان، سال و رقم معنی دار نمی باشد. در حالی که اثر متقابل رقم و مکان بر تراکم و زیست توده علف هرز سوروف در همه مراحل نمونه برداری در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج، در منطقه فیروزجاه علف هرز سوروف و در منطقه تاریکلا علف هرز بندواش مشاهده نشد.

مدیریتی، شرایط آب و هوایی و ویژگی های خاک است. مزارع برنج در استان مازندران به دلیل شرایط خاص اکولوژیکی خود دارای علف های هرز اختصاصی در مقایسه با سایر محصولات زراعی می باشند. با توجه به نتایج، در مکان فیروزجاه علف هرز سوروف مشاهده نشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر مکان، سال و رقم برنج بر تراکم و زیست توده علف هرز سوروف نشان داد که اثر ساده مکان و رقم برنج بر تراکم و زیست توده علف هر سوروف در همه مراحل

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب تراکم و زیست توده علف هرز سوروف طی مراحل نمونه برداری مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تراکم علف هرز سوروف				زیست توده علف هرز سوروف			
		پنجه زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت	پنجه زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت
مکان	۱	۲۷۱/۰۳**	۴۰۵/۱۳**	۸۱۳/۴۹**	۸۷۸/۴۱**	۰/۰۱۰**	۱۰۳/۴۷**	۴۷۰/۹۴**	۷۶۴/۵۲**
سال	۱	۰/۹۶ ^{ns}	۱/۵۰ ^{ns}	۸/۶۴ ^{ns}	۱۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۸۶ ^{ns}	۴/۷۵ ^{ns}	۳/۴۶ ^{ns}
مکان × سال	۱	۰/۲۴*	۰/۳۷*	۲/۱۶*	۲/۵۳ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۲۱ ^{ns}	۱/۱۸ ^{ns}	۰/۸۶ ^{ns}
تکرار	۸	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۶۰ ^{ns}	۲/۰۹ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۴۹*	۰/۹۴**	۰/۸۷*
ارقام	۲	۲۴/۴۳**	۷۹/۰۶**	۱۳۱/۲۲**	۱۳۸/۳۰**	۰/۰۱۲**	۲/۸۱**	۴۴/۴۸**	۲۵/۳۸**
مکان × ارقام	۲	۶/۳۲**	۳۰/۲۲**	۴۶/۰۶**	۴۵/۸**	۰/۰۰۳**	۰/۷۰**	۱۱/۱۲**	۶/۳۴**
سال × رقم	۲	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}
مکان × سال × ارقام	۲	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}
خطا	۱۶	۰/۱۰	۰/۴۶	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۰۰۳	۰/۰۹	۰/۳۷	۰/۳۹
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۵۰	۱۳/۲۱	۶/۵۹	۹/۹۵	۲۰/۷۳	۱۴/۴۶	۷/۳۸	۹/۴۰

ns، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح ۵ و ۱٪ می باشند.

نهایی ۲۰/۱۱ بوته در مترمربع بود و رقم فجر و شیرودی به ترتیب با ۱۱/۳۱ و ۹/۹۵ بوته در مترمربع سوروف کمترین تراکم را داشتند (جدول ۴). در مکان فیروزآباد نیز، بیشترین تراکم سوروف در طی مراحل نمونه برداری در رقم هاشمی مشاهده شد؛ کمترین تراکم سوروف طی مراحل پنجه زنی، شروع پانیکول، گلدهی و برداشت به ترتیب به مقدار ۳/۵۶، ۴/۷۵، ۵/۱۶ و ۶/۵۸ بوته در مترمربع در رقم شیرودی مشاهده شد. تراکم سوروف در فیروزآباد کمتر از تاریکلا بود و در بین ارقام مورد بررسی بیشترین تراکم سوروف در رقم هاشمی و

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مکان و رقم برنج بر تراکم سوروف نشان داد که کمترین و بیشترین تراکم سوروف طی مراحل نمونه برداری به ترتیب در مرحله پنجه زنی و برداشت نهایی برنج مشاهده شد (جدول ۴). در مکان تاریکلا در مرحله پنجه زنی تراکم سوروف بین رقم فجر (۶/۹۳ بوته در مترمربع) و شیرودی (۶/۲۳ بوته در مترمربع) اختلاف معنی داری مشاهده نشد؛ در تمام مراحل نمونه برداری علف های هرز بیشترین تراکم سوروف در رقم هاشمی مشاهده شد، به طوری که بیشترین تراکم سوروف در مرحله برداشت

کمترین تراکم سوروف در رقم شیروودی مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مکان و رقم برنج بر زیست توده سوروف نشان داد که بیشترین زیست توده سوروف در رقم هاشمی مشاهده شد. در مکان تاریکلا زیست توده سوروف در رقم هاشمی در مراحل پنجه‌زنی، پانیکول‌دهی، گلدهی و برداشت به ترتیب ۰/۰۹، ۵/۳۸، ۱۲/۸۳ و ۱۴/۸۹ گرم در متر مربع بود که بیشترین زیست توده را نسبت به ارقام فجر و شیروودی داشت، درحالی‌که بین ارقام فجر و شیروودی از نظر زیست توده سوروف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین در مکان فیروزآباد در مرحله پنجه‌زنی و شروع پانیکول زیست توده سوروف در رقم

فجر و شیروودی اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما با گذشت زمان بین این دو رقم از نظر زیست توده سوروف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین زیست توده سوروف (۸/۹۱ گرم در متر مربع) در مرحله برداشت نهایی در رقم هاشمی مشاهده شد؛ اما زیست توده سوروف در رقم فجر (۶/۸۴ گرم در متر مربع) و شیروودی (۶/۳۶ گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری نشد (جدول ۴). با توجه به اینکه بیشترین تراکم سوروف در رقم هاشمی مشاهده شد؛ بنابراین بیشترین زیست توده سوروف بین ارقام مورد بررسی مربوط به این رقم بود. همچنین، در بین دو مکان مورد بررسی، بیشترین زیست توده سوروف در مزارع تاریکلا مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان و ارقام برنج بر تراکم و زیست توده علف هرز سوروف طی مراحل مختلف نمونه‌برداری

تیمارهای آزمایش		تراکم سوروف (no.m^{-2})				زیست توده سوروف (g.m^{-2})			
مکان	ارقام برنج	پنجه‌زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت	پنجه‌زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت
هاشمی		۹/۶۳a	۱۴/۵۰a	۱۹/۷۴a	۲۰/۱۱a	۰/۰۹a	۵/۳۸a	۱۲/۸۳a	۱۴/۸۹a
تاریکلا	فجر	۶/۹۳b	۷/۰۰b	۱۰/۹۴b	۱۱/۳۱b	۰/۰۲b	۴/۶۴b	۹/۵۹b	۱۲/۸۲b
شیروودی		۶/۲۳b	۶/۵۶c	۹/۵۸c	۹/۹۵c	۰/۰۹b	۴/۲۱b	۹/۲۵b	۱۲/۳۴b
هاشمی		۶/۹۸a	۸/۱۴a	۱۰/۲۳a	۱۱/۹۷a	۰/۰۸a	۲/۴۲a	۷/۵۵a	۸/۹۱a
فیروزآباد	فجر	۴/۹۳b	۵/۲۵b	۶/۶۳b	۷/۸۸b	۰/۰۱b	۱/۶۹b	۴/۳۱b	۶/۸۴b
شیروودی		۳/۵۶c	۴/۷۵c	۵/۱۶c	۶/۵۸c	۰/۰۱b	۱/۲۶b	۲/۹۷c	۶/۳۶b

میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر مکان، سال و رقم برنج بر تراکم و زیست توده اویارسلام در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، اثر ساده مکان و رقم بر تراکم اویارسلام طی مراحل نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل مکان و رقم در تمام مراحل نمونه‌برداری بر تراکم و زیست توده اویارسلام معنی‌دار بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر مکان و رقم بر تراکم اویارسلام نشان داد که در مکان تاریکلا بیشترین تراکم اویارسلام در رقم هاشمی در مرحله برداشت (۱۱/۹۷ بوته در مترمربع) و کمترین تراکم در رقم شیروودی در

مرحله پنجه‌زنی (۴/۵۶ بوته در متر مربع) مشاهده شد. در مرحله پنجه‌زنی تراکم اویارسلام در ارقام فجر (۴/۹۳ بوته در متر مربع) و شیروودی (۴/۵۶ بوته در متر مربع) اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در بین مراحل نمونه‌برداری مکان فیروزآباد بیشترین تراکم اویارسلام در مرحله برداشت مشاهده شد که در ارقام هاشمی، فجر و شیروودی به ترتیب مقدار ۳۹/۰۵، ۳۲/۸۹ و ۲۶/۸۲ درصد در مرحله برداشت نسبت به پنجه‌زنی افزایش نشان داد (جدول ۶). در مکان فیروزجاه ارقام فجر و شیروودی از نظر تراکم اویارسلام در مراحل پنجه‌زنی و شروع پانیکول اختلاف معنی‌داری نداشتند و بیشترین

شیرودی مشاهده شد. در بین مناطق مورد بررسی بیشترین و کمترین تراکم اوپارسلام به ترتیب در فیروزآباد و فیروزجاه مشاهده شد (جدول ۶).

تراکم بین مراحل نمونه برداری مربوط به برداشت نهایی بود. به طور کلی، بین ارقام مورد بررسی بیشترین و کمترین تراکم اوپارسلام به ترتیب در رقم هاشمی و

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب تراکم و زیست توده علف هرز اوپارسلام طی مراحل نمونه برداری مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تراکم علف هرز اوپارسلام				زیست توده علف هرز اوپارسلام			
		پنجه زنی	شروع	گلدهی	برداشت	پنجه زنی	شروع	گلدهی	برداشت
مکان	۲	۱۰۳/۴۹ **	۱۳۶/۶۸ **	۱۷۲/۳۹ **	۱۶۱/۰۳ **	۰/۰۱ **	۱/۳۳ **	۱۵/۹۶ **	۳۱/۶۷ **
سال	۱	۲/۱۷ *	۳/۳۷ *	۱۹/۴۴ **	۲۲/۸۱ **	۰/۰۰ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰ ns	۰/۱۶ *
مکان × سال	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
تکرار	۱۲	۰/۳۱ ns	۰/۳۰ ns	۰/۲۶ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۲ ns	۰/۳۲ *	۰/۱۹ **
رقم	۲	۳۸/۹۰ **	۴۳/۲۲ **	۱۱۹/۲۸ **	۱۳۰/۲۷ **	۰/۰۲ *	۰/۱۹ *	۱/۸۴ **	۱/۸۳ **
مکان × رقم	۴	۱/۲۳ *	۶/۴۹ **	۴/۴۰ **	۵/۵۵ *	۰/۰۰ ns	۰/۰۲ ns	۰/۴۴ **	۰/۳۲ **
سال × رقم	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × سال × رقم	۴	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
خطا	۲۴	۰/۲۳	۰/۵۸	۰/۳۴	۰/۸۳	۰/۰۳	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۰۹
ضرب تغییرات (%)	-	۱۰/۳۰	۱۳/۴۰	۸/۵۵	۱۰/۴۱	۱۷/۴۰	۱۲/۴۴	۱۰/۵۴	۲/۰۳

ns، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح ۵ و ۱٪ می باشند.

اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶). بیشترین (۳/۹۱) گرم در مترمربع) و کمترین (۰/۰۱ گرم در مترمربع) زیست توده اوپارسلام به ترتیب در رقم هاشمی در زمان برداشت و شیرودی در زمان پنجه زنی مشاهده شد. با توجه به اینکه تراکم اوپارسلام در تمام مراحل نمونه برداری در مکان فیروزآباد بیشتر بود؛ در بین مناطق مورد بررسی طی مراحل نمونه برداری بیشترین زیست توده اوپارسلام نیز مربوط به مزارع فیروزآباد بود (جدول ۶).

با توجه به نتایج در مکان تاریکلا علف هرز بندواش مشاهده نشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر مکان، سال و رقم بر تراکم و زیست توده بندواش نشان داد که اثر ساده رقم و مکان و همچنین اثر متقابل مکان و رقم بر تراکم و زیست توده بندواش در تمام مراحل نمونه برداری معنی دار بود (جدول ۷).

مقایسه میانگین اثر متقابل مکان و رقم برنج بر زیست توده اوپارسلام نشان داد که در تاریکلا بیشترین زیست توده اوپارسلام در رقم هاشمی به مقدار ۰/۰۷، ۱/۷۵، ۳/۸۰ و ۵/۲۸ گرم در متر مربع به ترتیب در مراحل پنجه زنی، شروع پانیکول، گلدهی و برداشت نهایی مشاهده شد. در این مکان در مرحله پنجه زنی، شروع پانیکول و برداشت زیست توده اوپارسلام در ارقام فجر و شیرودی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶). در مکان فیروزآباد کمترین زیست توده اوپارسلام در مرحله پنجه زنی در رقم شیرودی به مقدار ۰/۰۲ گرم در متر مربع بود. در مراحل شروع پانیکول، گلدهی و برداشت زیست توده اوپارسلام بین ارقام فجر و شیرودی اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۶). همچنین بیشترین زیست توده (۶/۲۴ گرم در مترمربع) اوپارسلام در رقم هاشمی و مرحله برداشت مشاهده شد.

در مکان فیروزجاه زیست توده اوپارسلام در مراحل گلدهی و برداشت در ارقام فجر و شیرودی

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان و ارقام برنج بر تراکم و زیست توده علف هرز اوپارسلام طی مراحل نمونه‌برداری

تیمارهای آزمایش		تراکم اوپارسلام (g.m^{-2})				زیست توده اوپارسلام (g.m^{-2})			
مکان	ارقام برنج	پنجه‌زنی	شروع پانیکول	گل دهی	برداشت	پنجه‌زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت
هاشمی		۶/۹۸a	۸/۱۴a	۱۰/۲۳a	۱۱/۹۷a	۰/۰۷a	۱/۷۵a	۳/۸۰a	۵/۲۸a
تاریکلا	فجر	۴/۹۳b	۵/۲۵b	۶/۶۳b	۷/۸۸b	۰/۰۲b	۱/۰۴b	۲/۵۶c	۴/۹۹b
شیرودی		۴/۵۶b	۴/۷۵c	۵/۱۶c	۶/۵۸c	۰/۰۱b	۱/۰۵b	۳/۶۷b	۴/۹۵b
هاشمی		۸/۷۴a	۱۰/۸۹a	۱۳/۴۱a	۱۴/۳۴a	۰/۰۵a	۱/۲۰a	۴/۵۵a	۶/۲۴a
فیروزآباد	فجر	۶/۶۹b	۷/۸۰b	۸/۷۹b	۹/۹۷b	۰/۰۳b	۱/۰۴b	۴/۳۴b	۵/۷۰b
شیرودی		۵/۳۲c	۶/۱۴c	۶/۷۷c	۷/۲۸c	۰/۰۲c	۱/۰۹b	۴/۰۴b	۵/۳۷b
هاشمی		۳/۳۰a	۳/۳۱a	۵/۳۵a	۶/۵۳a	۰/۰۳a	۰/۹۰a	۲/۷۳a	۳/۹۱a
فیروزجاه	فجر	۱/۷۹b	۲/۵۵b	۳/۳۰b	۴/۴۸b	۰/۰۲b	۰/۷۵b	۲/۲۸b	۳/۰۲b
شیرودی		۱/۴۳b	۲/۵۴b	۱/۹۳c	۳/۱۱c	۰/۰۱c	۰/۶۸c	۲/۲۷b	۳/۱۸b

میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب تراکم و زیست توده علف هرز بندواش طی مراحل نمونه‌برداری مختلف

منابع تغییر		درجه آزادی		تراکم علف هرز بندواش				زیست توده علف هرز بندواش			
				پنجه‌زنی	پانیکول	گلدهی	برداشت	پنجه‌زنی	پانیکول	گلدهی	برداشت
مکان	۱	۱۵۷/۴۱ **	۳۲۱/۷۷ **	۴۲۹/۳۳ **	۵۵۹/۰۶ **	۰/۰۴ **	۲۰/۶۷ **	۴۹/۴۲ **	۲۳۸/۷۳ **	۰/۲۳ ns	۰/۷۳ ns
سال	۱	۰/۹۶ ns	۱/۵۰ *	۸/۶۴ **	۱۰/۱۴ **	۰/۰۹ **	۰/۲۶ *	۰/۶۷ **	۰/۲۳ ns	۰/۱۴ ns	۰/۷۳ ns
مکان × سال	۱	۰/۲۴ ns	۰/۳۷ ns	۲/۱۶ ns	۲/۵۳ *	۰/۰۲ *	۰/۰۶ ns	۰/۲۱ *	۰/۲۳ ns	۰/۱۴ ns	۰/۷۳ ns
تکرار	۸	۰/۰۵ ns	۰/۱۸ ns	۰/۰۹ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۱۴ ns	۰/۱۴ ns	۰/۷۳ ns
رقم	۲	۹/۳۹ **	۴۳/۶۰ **	۶۳/۱۹ **	۶۸/۸۵ **	۰/۰۱ *	۰/۲۴ **	۰/۹۲ **	۴/۰۲ **	۰/۲۴ ns	۰/۷۳ ns
مکان × رقم	۲	۲/۳۴ **	۱۱/۱۹ **	۱۷/۲۶ **	۱۸/۱۲ **	۰/۰۱ *	۰/۰۶ *	۰/۲۷ **	۱/۰۹ *	۰/۲۴ ns	۰/۷۳ ns
سال × رقم	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۶ ns	۰/۲۴ ns	۰/۲۴ ns	۰/۷۳ ns
مکان × سال × رقم	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۲۴ ns	۰/۲۴ ns	۰/۷۳ ns
خطا آزمایش	۱۶	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۷۳ ns
ضریب تغییرات(%)	—	۷/۶۹	۸/۳۳	۸/۲۴	۷/۶۸	۱۵/۵۱	۴/۲۹	۳/۹۶	۸/۱۸	۳/۹۶	۸/۱۸

ns، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱٪ می‌باشند.

در فیروزجاه تراکم بندواش در رقم هاشمی نسبت به رقم فجر و شیرودی بیشتر بود، به‌طوری‌که طی مراحل نمونه‌برداری ارقام هاشمی، فجر و شیرودی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در بین تمام مراحل نمونه‌برداری کمترین تراکم بندواش مربوط به مرحله پنجه‌زنی (۶/۷۵)، ۵/۳۴ و ۴/۵۷ بوته در متر مربع) و بیشترین تراکم بندواش مربوط به مرحله برداشت (۱۲/۷۳، ۹/۵۰ و ۷/۰۱ بوته در متر مربع) به‌ترتیب در ارقام هاشمی، فجر و شیرودی بود. به‌طورکلی، در بین ارقام مورد بررسی در

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تراکم بندواش (۱۲/۷۳ بوته در متر مربع) در رقم هاشمی در مکان فیروزجاه و در مرحله برداشت نهایی مشاهده شد. در فیروزآباد بیشترین تراکم بندواش طی مراحل پنجه‌زنی، شروع پانیکول، گلدهی و برداشت به‌ترتیب به‌مقدار ۵/۶۹، ۹/۳۸، ۱۰/۳۶ و ۱۱/۸۶ بوته در متر مربع در رقم هاشمی مشاهده شد؛ درحالی‌که تراکم بندواش طی این مراحل به‌ترتیب به مقدار ۴۴/۶۸، ۴۵/۵۵، ۵۴/۱۵ و ۳۶/۳۷ درصد در رقم شیرودی کاهش یافت (جدول ۸).

هر دو مکان بیشترین و کمترین تراکم بندواش به ترتیب در رقم هاشمی و شیروودی مشاهده شد؛ همچنین تراکم بندواش در مکان فیروزآباد نسبت به فیروزجاء کمتر بود (جدول ۸).

نتایج مقایسه میانگین زیست توده بندواش نشان داد که بین رقم هاشمی و فجر در مرحله پنجه زنی در مکان فیروزآباد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در این مکان بیشترین زیست توده بندواش (۶/۴۹ گرم در متر مربع) در رقم هاشمی در مرحله برداشت مشاهده شد. همانطور که کمترین تراکم بندواش در رقم شیروودی در مرحله پنجه زنی بود، کمترین زیست توده نیز به مقدار

۰/۱۷ گرم در متر مربع در این تیمار مشاهده شد (جدول ۸). در مکان فیروزجاء ارقام فجر و شیروودی در مرحله پنجه زنی و پانیکولدهی از نظر زیست توده بندواش اختلاف معنی داری مشاهده نشد، کمترین زیست توده (۰/۲۶ گرم در متر مربع) در رقم شیروودی در مرحله پنجه زنی مشاهده شد. با توجه به اینکه تراکم بندواش در مکان فیروزآباد نسبت به فیروزجاء کمتر بود، کمترین زیست توده نیز مربوط به مراحل نمونه برداری در این مکان بود. در بین ارقام مورد بررسی بیشترین و کمترین زیست توده بندواش به ترتیب در رقم هاشمی و شیروودی مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان و ارقام برنج بر تراکم و زیست توده علف هرز بندواش طی مراحل نمونه برداری

تیمارهای آزمایش		تراکم بندواش (no.m^{-2})				زیست توده بندواش (g.m^{-2})			
مکان	ارقام برنج	پنجه زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت	پنجه زنی	شروع پانیکول	گلدهی	برداشت
فیروزآباد	هاشمی	۵/۶۹a	۹/۳۸a	۱۰/۳۶a	۱۱/۸۶a	۰/۰۲۶a	۱/۹۴a	۳/۰۵a	۶/۴۹a
	فجر	۴/۲۶b	۶/۳۴b	۷/۸۷b	۹/۲۴b	۰/۰۲۶a	۱/۶۷b	۲/۷۳b	۵/۹۰b
	شیروودی	۳/۶۲c	۴/۳۰c	۵/۶۴c	۶/۵۶c	۰/۰۱۷b	۱/۶۱b	۲/۵۱c	۵/۳۰c
فیروزجاء	هاشمی	۶/۷۵a	۱۰/۰۶a	۱۲/۵۹a	۱۲/۷۳a	۰/۰۳۹a	۲/۱۴a	۳/۴۳a	۷/۴۲a
	فجر	۵/۳۴b	۷/۵۸b	۸/۴۱b	۹/۵۰b	۰/۰۲۶b	۱/۹۰b	۲/۷۹b	۶/۷۴b
	شیروودی	۴/۵۷c	۵/۸۵c	۶/۱۴c	۷/۰۱c	۰/۰۲۶b	۱/۷۶b	۲/۵۶c	۵/۷۷c

میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

سوروف یکی از ده علف هرز خطرناک دنیا می باشد که به دلیل شباهت مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی با برنج مهم ترین علف هرز آن در دنیا محسوب می شود (چو هان و ابوگو ۲۰۱۳). ارتفاع زیاد آن نیز باعث شده که رقیبی قوی برای جذب نور باشد، به طوری که بیشترین رشد و نمو خود را در نور کامل دارد و به سایه حساس می باشد. این علف هرز ممکن است باعث کاهش ۲۱ تا ۷۹ درصدی عملکرد در برنج بسته به سیستم و مدیریت کشت شود (اتیس و تالبرت ۲۰۰۷؛ ویلسون و همکاران ۲۰۱۴). تحقیقات روی رقابت سوروف نشان داده است که مدت زمان، زمان سبز شدن، تراکم علف های هرز و روش های کاشت محصول به طور قابل توجهی بر میزان رقابت و کاهش عملکرد تأثیر می گذارد (چاو هان ۲۰۱۲؛ چاو هان و ابوگو ۲۰۱۳). با توجه به نتایج زیست توده و

تراکم گونه سوروف به مکان آزمایشی نیز پاسخ معنی دار نشان داد (جدول ۳)، به طوری که متوسط زیست توده علف هرز سوروف در مکان تاریکلا بالاتر از فیروزآباد بود. در بررسی برهمکنش اثر رقم و مناطق مورد کشت، بیشترین زیست توده سوروف در رقم هاشمی و کمترین زیست توده سوروف در رقم شیروودی مشاهده شد. در مکان فیروزجاء نیز علف هرز سوروف مشاهده نشد (جدول ۴). اوپارسلام گیاهی از تیره جگنیان، چندساله، به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر که تکثیر غیرجنسی آن از طریق ریزوم صورت می گیرد (مطلوب و همکاران ۲۰۱۲). درجه حرارت پایین و همچنین خاک های شور از دیگر عوامل محدودکننده رشد این گیاه محسوب می شود. پتانسیل بالای تکثیر و ظرفیت رقابتی تولیدمثل رویشی آن توسط ریزوم ها و غده ها، تهاجمی

بودن و توزیع جهانی آن را توضیح می‌دهد و مانع از کنترل آن می‌شود (کومار و همکاران ۲۰۱۲). نیشیموتو (۲۰۰۱) گزارش کرد که هیچ جوانه‌زنی در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد رخ نمی‌دهد. محدوده بهینه دما برای رشد جوانه‌زنی ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. دمای زیر و بالاتر از این محدوده به شدت مانع رشد می‌شود. در دماهای پایین اثر بازدارندگی توسط نور تشدید می‌شود. تداخل اویارسلام با برنج بین ۱۲ تا ۳۸ درصد عملکرد دانه را کاهش داد (دونایر و همکاران ۲۰۲۲). در این پژوهش بین ارقام مورد بررسی بیشترین و کمترین تراکم اویارسلام به ترتیب در رقم هاشمی و شیرودی مشاهده شد. در بین مناطق مورد بررسی بیشترین و کمترین تراکم اویارسلام به ترتیب در فیروزآباد و فیروزجاه مشاهده شد (جدول ۶). همچنین با پیشرفت فصل رشد تا مرحله آخر نمونه‌برداری (برداشت نهایی) بر تعداد اویارسلام افزوده شد. با توجه به بالابودن دمای بحرانی در این گیاه و گرمادوست بودن این علف هرز، چنین روندی مورد انتظار است. بندواش گیاهی است چندساله و C₄ که توسط بذر، ریزوم و استولن تکثیر می‌یابد. این علف هرز در مزارع برنج بیشتر روی مرزها رشد می‌کند (هوانگ و هسیائو ۲۰۰۶). در این پژوهش در مزارع مکان تاریکلا علف هرز بندواش مشاهده نشد. از نظر تراکم، بالاترین تراکم بندواش در فیروزآباد، در رقم هاشمی مشاهده شد. کمترین تراکم نیز در رقم شیرودی مشاهده شد (جدول ۸).

با توجه به عوامل تأثیرگذار از جمله پتانسیل ژنتیکی هر رقم و نیز عوامل محیطی (مناطق کشت و شرایط اقلیمی هر مکان)، به نظر می‌رسد که قدرت رقابتی ارقام اصلاح شده بواسطه رشد سریع‌تر و استفاده از منابع موجود و سایه‌اندازی مطلوب، توانسته از میزان زیست توده علف هرز بکاهد. اما مکان تاریکلا با ارتفاع ۸ متر از سطح دریا و متوسط دما ۲۱/۶۶ درجه سانتی‌گراد، به علت شرایط محیطی مطلوب برای رشد علف‌های هرز

مناسب‌تر بود و تراکم و زیست توده علف‌های هرز بالاتر داشت. ماهاجان و چاوهان (۲۰۱۳) گزارش کردند که توانایی رقابتی ارقام برنج به ارتفاع بیشتر، سرعت رشد بیشتر در ابتدای فصل، تعداد پانیکول و برتری زیست توده برنج نسبت داده شده است. تحقیقات دیگر پژوهشگران نیز تفاوت‌های مورفولوژیکی میان ارقام را به دلیل تأثیر بر توان رقابتی و در نتیجه هجوم علف‌های هرز، عامل تفاوت میان ارقام از نظر زیست توده علف‌های هرز معرفی نمود (ماهاجان و همکاران ۲۰۱۴؛ ژائو و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به نتایج تراکم علف‌های هرز با افزایش ارتفاع از سطح دریا و کاهش دما در مزارع برنج کاهش یافت. سطوح اکسیژن و رطوبت در خاک ممکن است عوامل محدود کننده جوانه‌زنی باشند، اما عامل اصلی تنظیم کننده این فرآیند دما است (نیشیموتو ۲۰۰۱؛ لیو و همکاران ۲۰۱۳).

دمای مطلوب برای فتوسنتز C₄ معمولاً ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از فتوسنتز C₃ است، که توضیح می‌دهد که چرا گیاهان C₄ در آب و هوای سرد و معتدل کمتر هستند و در آب و هوای سرد یافت نمی‌شوند (کومار و همکاران، ۲۰۱۲). در این پژوهش تراکم گونه‌های علف‌های هرز در طی مراحل نمونه‌برداری، در مرحله براشت نهایی بیشتر از همه بود. عواملی از قبیل غنی بودن بانک بذر و وجود شرایط مناسب برای جوانه‌زنی علف‌های هرز به‌ویژه در صورت استقرار نامناسب گیاه زراعی، می‌تواند به افزایش تراکم علف‌های هرز در آخر فصل منجر شود؛ به‌طوری‌که قبل از برداشت محصول اصولاً نباید شرایط مناسبی برای رویش علف‌های هرز وجود داشته باشد، تراکم علف‌های هرز در مزرعه افزایش یابد. با توجه به اینکه این پژوهش در طی دو سال زراعی اجرا شد و در طی نمونه‌برداری در هر دو سال علف‌های هرز سوروف در مزارع مکان فیروزجاه و بندواش در مزارع مکان تاریکلا مشاهده نشد؛ احتمالاً به علت عدم وجود بذر این علف‌های هرز در بانک بذر خاک این مزارع بود.

جدول ۹- تجزیه واریانس مرکب تعداد پانیکول در بوته، تعداد دانه در پانیکول و عملکرد دانه ارقام برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تعداد پانیکول در بوته	تعداد دانه در پانیکول
مکان	۲	۵۱۳/۴۹ **	۱۲۲۵۴/۳۰ **
سال	۱	۱۰۹/۰۸ **	۲۵۹/۴۷ **
مکان × سال	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
تکرار	۱۲	۰/۵۱ ns	۲/۵۴ ns
رقم	۲	۹۱/۳۳ **	۱۸۹۵/۱۰ **
حضور علف هرز	۱	۸۲۲/۵۹ *	۱۹۴۶۹/۷۴ **
رقم × حضور علف هرز	۲	۸/۶۴ *	۴۳۵/۱۹ **
مکان × رقم	۴	۱۲/۵۷ *	۲۲۳/۰۵ **
سال × رقم	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × حضور علف هرز	۲	۰/۶۳ ns	۱۶۷/۰۸ **
سال × حضور علف هرز	۱	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × سال × رقم	۴	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × سال × حضور علف هرز	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × ارقام × حضور علف هرز	۴	۴/۴۷ **	۱۴۷/۴۲ **
سال × رقم × حضور علف هرز	۲	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
مکان × سال × رقم × حضور علف هرز	۴	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns
خطای آزمایش	۶۰	۰/۴۹	۳/۰۹
ضرب تغییرات	-	۷/۲۴	۸/۷۱

ns، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح ۵ و ۱٪ می باشند.

تعداد پانیکول در بوته

براساس تجزیه واریانس مرکب اثر ساده مکان، رقم و حضور علف هرز بر تعداد پانیکول معنی دار می باشد. اثر متقابل دوگانه مکان در رقم و رقم در حضور علف هرز در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است؛ همچنین اثر متقابل سه گانه مکان، رقم و حضور علف هرز بر تعداد پانیکول بوته های برنج در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۹).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد پانیکول در بوته (۲۵/۲۶) در رقم فجر در شرایط وجین علف هرز و در مکان تاریکلا مشاهده شد که با تعداد پانیکول در رقم شیرودی (۲۴/۶۵) در شرایط وجین علف هرز اختلاف معنی داری نداشت. کمترین تعداد پانیکول در رقم هاشمی (۱۵/۸۳) در شرایط عدم وجین مشاهده شد که تعداد پانیکول رقم شیرودی (۱۶/۹۱) در شرایط عدم وجین در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول

۱۰). تعداد پانیکول در بوته ارقام برنج در مکان فیروزآباد نسبت به تاریکلا کاهش یافت. به طوری که در مکان فیروزآباد تعداد پانیکول در ارقام هاشمی، فجر و شیرودی به ترتیب ۱۵/۶۳، ۲۱/۱۹ و ۱۸/۲۱ در شرایط وجین علف هرز بود که در شرایط عدم وجین علف هرز این تعداد به ۱۲/۸۳، ۱۶/۳۶ و ۱۳/۱۹ کاهش یافت. در مکان فیروزجاه، تعداد پانیکول در ارقام هاشمی (۹/۸۳) و شیرودی (۸/۷۱) در شرایط عدم وجین علف هرز با هم اختلاف معنی داری نداشتند. بیشترین تعداد پانیکول در رقم فجر (۱۶/۳۱) در شرایط وجین علف هرز مشاهده شد. با توجه به نتایج، بیشترین تعداد پانیکول ارقام برنج در شرایط وجین علف هرز در مکان تاریکلا بدست آمد و کمترین تعداد پانیکول ارقام برنج در مزارع فیروزجاه مشاهده شد. تغییرات تعداد پانیکول در سه مکان برای رقم هاشمی از ۱۴/۲۳ به ۱۹/۶۳، برای رقم فجر از ۱۶/۳۱ به ۲۵/۲۶ و برای رقم شیرودی از ۱۵/۸۶ به ۲۴/۶۵ عدد

متغیر بود. در بین ارقام برنج، بیشترین تعداد پانیکول در بوته مربوط به رقم فجر بود. به طور کلی در شرایط عدم وجین رقابت با علف هرز تعداد پانیکول کاهش یافت (جدول ۱۰).

نتایج این پژوهش نشان داد که تعداد پانیکول ارقام برنج در مناطق مختلف مورد بررسی متغیر بود. به طوری که بیشترین تعداد پانیکول ارقام برنج در مکان تاریکلا مشاهده شد و با افزایش ارتفاع از سطح دریا و کاهش دما تعداد پانیکول در ارقام برنج کاهش یافت. در بین ارقام برنج نیز بیشترین تعداد پانیکول مربوط به رقم فجر بود و رقم هاشمی کمترین تعداد پانیکول را داشت. تعداد پانیکول یک بخش مهم در تعیین عملکرد می باشد؛ به طوری که تعداد آن در یک بوته با فراهمی نیتروژن و کربوهیدرات ها در طول مرحله زایشی تعیین می گردد (ارشد و همکاران ۲۰۱۷). هوانگ و همکاران (۲۰۲۱) اظهار داشتند که وقوع دماهای پایین در مرحله زایشی برنج موجب تولید پنجه بارور کمتر و در نهایت تعداد پانیکول کمتر می شود. تشکیل پانیکول به طور کلی در دمای بین ۱۸ تا ۳۰ درجه سانتی گراد رخ می دهد. در مرحله پنجه زنی، اگر دمای هوا کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد باشد، تعداد پانیکول ها افزایش می یابد. بررسی فلاح و میارستمی (۲۰۱۵) نشان داد با کاهش دما از ۳۲ به ۱۶ درجه سانتی گراد طول پانیکول برنج از ۲۷/۲ به ۲۵/۱ سانتی متر کاهش یافت.

با توجه به نتایج در شرایط رقابت با علف های هرز در هر سه مکان مورد بررسی تعداد پانیکول در بوته ارقام برنج کاهش یافت (جدول ۱۰). کاهش تعداد پانیکول در گیاه برنج می تواند به دلیل کاهش تولید پنجه یا عدم تولید پنجه به پانیکول در روند تکامل گیاه به دلیل رقابت و محدودیت منابع باشد. به نظر می رسد به دلیل قانون ثبات عملکرد در واحد سطح، با ورود علف هرز به داخل برنج، بخشی از فضا توسط علف هرز تسخیر شده و سهم گیاه زراعی از منابع موجود کاهش خواهد یافت (اسماعیلی و همکاران ۲۰۲۱). در واقع وجین علف های هرز موجب از بین رفتن فشار رقابت علف های هرز شده و برنج توانست با دسترسی بهتر به آب و مواد غذایی تا انتهای فصل، تعداد پانیکول بیشتری از تیمار تداخل علف هرز (عدم

وجین) داشته باشد. بنابراین، با کنترل جمعیت علف های هرز در تیمار وجین کامل، به دلیل افزایش نفوذ نور به داخل جمعیت گیاهی و کاهش رقابت، تعداد پانیکول در بوته افزایش می یابد (منصور قناعی پاشاکی و همکاران ۱۳۹۹). داستان و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تعداد پانیکول در مترمربع برنج رقم طارم محلی در تداخل با علف هرز به طور معنی داری کاهش یافت.

تعداد دانه در پانیکول

بر اساس تجزیه واریانس مرکب داده های تعداد پانیکول، اثر ساده مکان، رقم و مدیریت علف هرز و نیز اثرات متقابل دوگانه مکان در رقم، رقم در حضور علف هرز و مکان در حضور علف هرز بر تعداد دانه در پانیکول معنی دار می باشد. همچنین اثر متقابل سه گانه مکان، ارقام و مدیریت علف هرز بر تعداد دانه های پانیکول بوته های برنج در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۹).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه (۱۴۰/۲۱) در رقم شیروودی در شرایط وجین علف هرز در مکان تاریکلا مشاهده شد و کمترین تعداد دانه (۱۰۵/۳۷) در رقم هاشمی در شرایط عدم وجین علف هرز بدست آمد. در مکان فیروزآباد، تعداد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیروودی به ترتیب ۱۰۳/۷۷، ۱۱۹/۱۴ و ۱۲۵/۵۱ در شرایط وجین علف هرز بود که در شرایط عدم وجین علف هرز به ۸۲/۴۰، ۸۸/۴۸ و ۹۳/۲۲ کاهش یافت. تعداد دانه در مزارع فیروزجاه نسبت به دو مکان دیگر کاهش یافت؛ به طوری که در مکان فیروزجاه تعداد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیروودی در شرایط وجین علف هرز به ترتیب ۸۵/۷۶، ۱۰۴/۱۸ و ۱۰۶/۱۸ بود که این مقدار در شرایط عدم وجین کاهش یافت. به طور کلی، بین سه مکان مورد مطالعه بیشترین تعداد دانه ارقام برنج در مکان تاریکلا مشاهده شد، بیشترین و کمترین تعداد دانه به ترتیب در رقم شیروودی و هاشمی بدست آمد. با توجه به نتایج تعداد دانه ارقام برنج در شرایط رقابت با علف هرز و عدم وجین کاهش یافت (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل مکان، ارقام برنج و مدیریت علف هرز بر تعداد پانیکول در بوته و تعداد دانه در پانیکول

تیمارهای آزمایش		صفات	
مکان	رقم	حضور علف هرز	تعداد پانیکول در بوته
تاریکلا	هاشمی	وجین	۱۹/۶۳b
		عدم وجین	۱۲۱/۶۸c
	فجر	وجین	۲۵/۲۶a
		عدم وجین	۱۰۵/۳۷d
	شیرودی	وجین	۲۴/۶۵a
		عدم وجین	۱۱۱/۴۵e
فیروزآباد	هاشمی	وجین	۱۵/۶۳c
		عدم وجین	۱۲/۸۳d
	فجر	وجین	۲۱/۱۹a
		عدم وجین	۱۱۹/۱۴b
	شیرودی	وجین	۱۸/۲۱b
		عدم وجین	۸۸/۴۸e
فیروزجاه	هاشمی	وجین	۱۴/۲۳b
		عدم وجین	۸۵/۷۶c
	فجر	وجین	۱۶/۳۱a
		عدم وجین	۵۶/۴۳f
	شیرودی	وجین	۱۵/۸۶a
		عدم وجین	۱۰۴/۱۸b

میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

اندازه مخزن در برنج به دو جزء یعنی تعداد کل دانه در پانیکول و تعداد پانیکول در بوته بستگی دارد (امین پناه و شریفی ۲۰۱۳). دوره بحرانی اثرگذار بر اندازه نهایی مخزن برنج ۲۰ الی ۳۰ روز قبل از گلدهی می باشد و دما با تأثیر بر میزان تجمع ماده خشک در ابتدای مرحله تشکیل پانیکول و مرحله گلدهی بر تعداد کل دانه اثر می گذارد (کیم و همکاران ۲۰۱۱). در این پژوهش تعداد دانه در پانیکول ارقام برنج در مزارع تاریکلا بیشتر از دو مکان دیگر (فیروزآباد و فیروزجاه) بود. میانگین دما در مکان تاریکلا بیشتر از فیروزجاه بود، به نظر می رسد در زمان تشکیل پانیکول و شکل گیری پانیکول، شرایط دمایی در مکان تایکلا در مقایسه با مزارع مکان فیروزجاه مطلوب تر بوده که باعث تولید دانه بیشتر در پانیکول گردید. در واقع وقوع دمای پایین در مرحله

گلدهی موجب افزایش عقیمی گلچه ها و کاهش تعداد دانه در پانیکول می شود (ژانگ و همکاران ۲۰۱۱). همچنین دمای پایین باعث تجزیه مواد فتوسنتزی شده که بر کمیت و کیفیت عملکرد تأثیر گذاشته و یا با تغییر رابطه منبع و مخزن موجب کاهش میزان دانه پر در پانیکول خواهد شد (ژو و همکاران ۲۰۱۸). شیمونو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که دمای زیر ۲۰ درجه سانتی گراد قبل از شروع پانیکول برنج منجر به افزایش عقیمی سنبلیچه می شود. نتایج گویای این مطلب بود که رقم شیرودی از تعداد دانه بیشتری در هر پانیکول برخوردار بود و کمترین تعداد دانه در پانیکول مربوط به رقم هاشمی بود. همچنین در شرایط عدم وجین تعداد دانه در ارقام برنج کاهش یافت. گل محمدی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند در تداخل با علف هرز سوروف تعداد دانه در

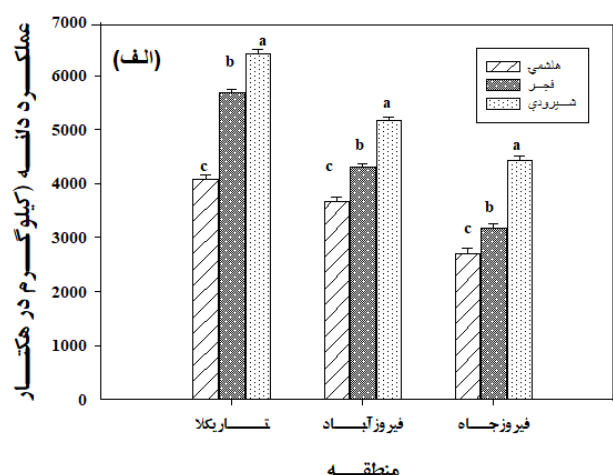
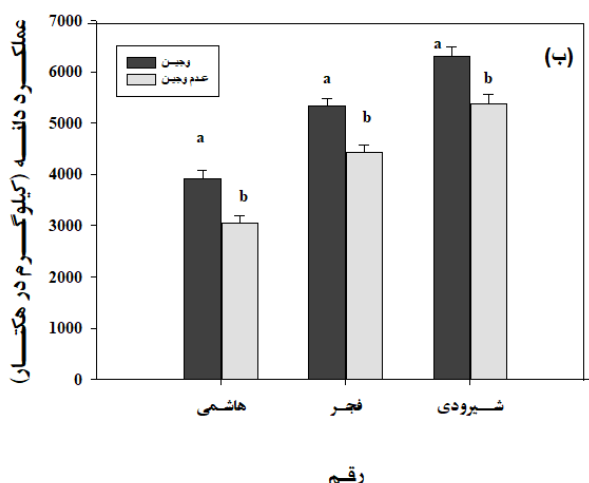
پانیکول برنج کاهش یافت و میزان پوکی دانه نیز حدود ۲۰۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (عاری از علف هرز) ۲۰۰ درصد افزایش یافت.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌های عملکرد دانه نشان داد که اثر ساده مکان، رقم و حضور علف هرز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوگانه مکان در رقم و رقم در مدیریت علف هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در حالی‌که اثر متقابل سه گانه، مکان، رقم و مدیریت علف هرز بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۹).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در رقم شیرودی (۶۴۰۷/۹۲) کیلوگرم در هکتار) در مزارع مکان تاریکلا بدست آمد، درحالی‌که کمترین عملکرد دانه در این مکان مربوط به رقم هاشمی به مقدار ۴۰۸۲/۴۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱ الف). در مزارع مکان فیروزآباد عملکرد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیرودی به ترتیب ۳۶۶۴/۰۹، ۴۲۹۹/۵۹ و ۵۱۷۸/۵۹ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین مقدار عملکرد دانه بین

مزارع سه مکان در مزارع فیروزجاه مشاهده شد؛ به‌طوری‌که عملکرد ارقام هاشمی، فجر و شیرودی به ترتیب ۲۶/۲۷۰۹، ۵۹/۳۱۷۴ و ۰۹/۴۴۴۱ کیلوگرم در هکتار بود. به‌طورکلی، بیشترین عملکرد دانه ارقام برنج در مزارع مکان تاریکلا و کمترین عملکرد دانه در مزارع مکان فیروزجاه بدست آمد. در بین ارقام برنج بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در رقم شیرودی و هاشمی مشاهده شد (شکل ۱ الف). اثر متقابل رقم برنج و مدیریت علف هرز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۹). با توجه به نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیرودی به ترتیب ۶۴/۳۰۴۹، ۲۰/۴۴۳۱ و ۷۶/۵۳۷۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم وجین علف هرز بود که این مقدار در شرایط رقابت با علف هرز کاهش یافت؛ به‌طوری‌که مقدار عملکرد دانه در این ارقام به ترتیب ۸۷/۳۰۴۹، ۲۰/۴۴۳۱ و ۷۶/۵۳۷۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم وجین علف هرز بود. به طور کلی عملکرد دانه ارقام هاشمی، فجر و شیرودی در شرایط عدم وجین ۲۰/۲۲، ۹۸/۱۶ و ۹۱/۱۴ درصد نسبت به شرایط وجین علف هرز کاهش یافت (شکل ۱ ب).



شکل ۱- اثر متقابل مکان و ارقام برنج بر عملکرد دانه برنج (الف)، اثر متقابل ارقام برنج و حضور علف هرز بر عملکرد دانه برنج به روش برش‌دهی فیزیکی (ب). میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتایج نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر مناطق و نوع رقم قرار گرفت در بین ارقام مورد بررسی، بیشترین عملکرد دانه را رقم شیروودی داشت که می تواند متأثر از ویژگی های ژنوتیپ، عوامل محیطی و برآیند و همگرایی مثبت آن ها در این رقم باشد که در نهایت سبب برتری تولید مخزن فعال و ظرفیت تجمع ماده خشک بالاتر در این رقم نسبت به دیگر ارقام شد. تولید ماده خشک بالا در مرحله گلدهی و بعد از آن، می تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده در این مرحله، به دانه ها انتقال می یابند (کیم و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به اینکه رقم اصلاح شده انرژی کمتری صرف رشد طولی ساقه و اندام رویشی می کند در نتیجه می تواند با تخصیص بیشتر مواد غذایی به بخش زایشی و اقتصادی گیاه سبب بالا رفتن راندمان استفاده از نهاده ها برای افزایش عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت شود (دنگ و همکاران ۲۰۲۱). مهدوی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده ایندیکا (ندا، فجر، پویا، دشت و شفق) گزارش کردند که ارقام اصلاح شده به علت قابلیت پنجه زنی، تولید ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت بالا عملکرد دانه بیشتری تولید کردند؛ همچنین اظهار داشتند که دلیل اصلی بالا بودن شاخص برداشت و عملکرد ارقام پرمحصول، تعادل و هماهنگی مخزن، منبع و مواد فتوسنتزی جاری است.

مطالعات قبلی نشان داده است که عملکرد برنج علاوه بر اثر ژنوتیپ به شدت تحت تأثیر اثرات محیطی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط قرار می گیرد (هوانگ و همکاران ۲۰۲۱؛ لیو و همکاران ۲۰۱۳). کاهش عملکرد رقم شیروودی، فجر و هاشمی از مزارع مکان تاریکلا به مزارع مکان فیروزجاه به ترتیب ۳۰/۶۹، ۳۴/۰۳ و ۳۳/۶۳ درصد بود. در واقع با افزایش ارتفاع از سطح دریا عملکرد ارقام برنج مورد بررسی کاهش یافت. علت کاهش عملکرد در مزارع مکان فیروزجاه را می توان احتمالاً به وقوع دمای پایین در مرحله زایشی نسبت داد. ژو و همکاران (۲۰۲۲) بیان داشتند که افزایش ارتفاع محل کشت از سطح دریا

باعث کاهش تعداد پنجه مؤثر در بوته، تعداد دانه در بوته و در نهایت کاهش عملکرد برنج می شود و علت آن را به عقیمی گلچه ها، ضعف در باروری و اختلال در سرعت پر شدن دانه نسبت دادند. اکثر تحقیقات قبلی نشان داد که دمای پایین در مرحله گلدهی به طور قابل توجهی باروری و عملکرد دانه را کاهش می دهد (ارشد و همکاران ۲۰۱۷). علاوه بر این، دمای پایین حساسیت گیاه برنج را در رشد پانیکول افزایش می دهد، باعث عقیمی سنبله ها می شود، زیست توده را به شدت کاهش می دهد و در نهایت به عملکرد و کیفیت دانه برنج آسیب می زند (تو و همکاران ۲۰۲۲). دما با تأثیر مستقیم بر فرآیندهای فیزیولوژیکی درگیر در تولید دانه بر عملکرد برنج تأثیر می گذارد. دنگ و همکاران (۲۰۲۱) افزایش عملکرد دانه برنج را در محدوده دمایی ۲۲ تا ۲۸ درجه سانتی گراد در دوره زایشی گزارش کردند. وقوع دمای پایین از طریق تأثیر بر برخی از اجزای عملکرد از قبیل تعداد پانیکول، تعداد دانه در پانیکول و طول پانیکول نیز کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت. با توجه به پارامترهای هواشناسی، احتمالاً وجود عوامل محیطی مناسب در مکان تاریکلا همچون درجه حرارت مطلوب در زمان گلدهی و پر شدن دانه موجب افزایش بازده فتوسنتزی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه در مزارع این مکان شد.

مومنی زاده و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی برهمکنش مکان در ۱۰ ژنوتیپ لاین امیدبخش برنج در مازندران گزارش نمودند که اثر متقابل مکان در ژنوتیپ برای صفات تعداد دانه پوک در پانیکول، ظرفیت دانه پوک، ظرفیت دانه کل و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و برای صفت تعداد کل دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود که بیانگر پاسخ متفاوت ژنوتیپ ها از مکانی به مکان دیگر بود. طی دوره تمایز و توسعه پانیکول، کاهش دمای محیط سبب کاهش تعداد سنبله در پانیکول، افزایش پوکی و نهایتاً کاهش میزان عملکرد محصول می شود. تاشیرو و واردلاو (۱۹۹۹) گزارش کردند که دمای بین ۲۱/۷ تا ۲۶/۷ درجه سانتی گراد در مرحله پر شدن دانه برای پر شدن دانه بهینه است، درحالی که دمای بالاتر از ۲۷ درجه

سانتی‌گراد به دلیل کاهش وزن دانه منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود.

همچنین عملکرد دانه ارقام برنج در شرایط وجین علف هرز بیشتر از شرایط عدم وجین بود. تراکم زیاد علف هرز در تیمار عدم وجین موجب کمبود شدید عناصر غذایی به دلیل رقابت برون گونه‌ای برنج و علف هرز شده که این امر موجب کاهش عملکرد برنج گردید. کاهش عملکرد دانه برنج را می‌توان به سایه‌اندازی علف‌های هرز، کاهش اجزای عملکرد، تخصیص بیشتر مواد به رشد رویشی به دلیل سایه‌اندازی علف هرز و افزایش بوته نسبت داد. در واقع وجین علف‌های هرز

موجب از بین رفتن فشار رقابت علف‌های هرز شد و برنج توانست با دسترسی بهتر به آب و مواد غذایی تا انتهای فصل، عملکرد بیشتری از سایر تیمارهای تداخل داشته باشد (رائو و همکاران ۲۰۰۷).

افت عملکرد و شاخص رقابت

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ساده مکان و رقم بر درصد افت عملکرد و شاخص رقابت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوگانه مکان در رقم بر درصد افت عملکرد و شاخص رقابت معنی‌دار بود (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- تجزیه واریانس مرکب افت عملکرد و شاخص رقابت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		افت عملکرد	شاخص رقابت
مکان	۲	۶۵۹/۱۲**	۰/۰۰۱**
سال	۱	۱۰/۴۲ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}
مکان×سال	۲	۷/۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
تکرار	۱۲	۴/۱۷ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}
ارقام	۲	۹۶۱/۵۴**	۱/۷۲**
مکان×ارقام	۴	۴۸/۱۰*	۱/۰۳**
سال×ارقام	۲	۳/۵۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}
مکان×سال×ارقام	۴	۱۹/۷۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
خطای آزمایش	۲۴	۸/۱۷	۰/۰۶
ضریب تغییرات		۹/۴۵	۳/۹۳

ns، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱٪ می‌باشند.

ارقام هاشمی، فجر و شیروودی به ترتیب ۰/۶۳، ۱/۰۴ و ۱/۴۰ در مکان تاریکلا بود (جدول ۱۲).

یکی از شاخص‌های توانایی رقابتی، شاخص رقابت می‌باشد که مبتنی بر جلوگیری از رشد علف هرز به واسطه کاهش زیست توده آن است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین ارقام از نظر این شاخص اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین شاخص رقابت به رقم شیروودی و کمترین آن به رقم هاشمی تعلق داشت (جدول ۱۲). بالا بودن توانایی رقابتی رقم شیروودی را می‌توان به کاهش بیشتر

با توجه به نتایج مقایسه میانگین درصد افت عملکرد رقم هاشمی بیشتر از رقم فجر و شیروودی بود (جدول ۱۲). در بین هر سه مکان مورد بررسی، بیشترین درصد افت عملکرد در رقم هاشمی مشاهده شد و رقم شیروودی کمترین درصد افت عملکرد را داشت. همچنین مزارع ارقام برنج در مکان فیروزآباد بیشترین درصد افت عملکرد را داشتند. مقایسه میانگین شاخص رقابتی ارقام زراعی برنج نشان داد که در هر سه مکان مورد مطالعه، بیشترین شاخص رقابتی را رقم شیروودی داشت؛ در حالی که رقم هاشمی شاخص رقابتی کمتری نسبت به ارقام دیگر برنج داشت. به طور مثال، شاخص رقابتی

علف هرز قرار گیرد (امین پناه و شریفی ۲۰۱۳). نتایج نشان داد که رقابت با علف های هرز عملکرد دانه را در ارقام برنج کاهش داد. کمترین و بیشترین درصد افت عملکرد به ترتیب در رقم شیروودی و رقم هاشمی مشاهده شد. میزان افت عملکرد ارقام به میزان حساسیت آن ها به رقابت با علف های هرز و یا توانایی رقابت آنها بستگی دارد که این موضوع نیز تابع صفات مورفولوژیک و خصوصیات رشدی گیاه می باشد (ماهاجان و همکاران ۲۰۱۴).

زیست توده علف هرز در حضور این رقم و عملکرد نسبتاً بالای این رقم تحت شرایط رقابت نسبت به سایر ارقام نسبت داد. رقم هاشمی نیز به عنوان یک رقم ضعیف دارای کمترین عملکرد دانه در شرایط رقابت بود و بیشترین زیست توده علف هرز در حضور این رقم تولید شد. علت برتری رقم شیروودی در رقابت با علف هرز را می توان به پروفیل مناسب کانوپی ارتباط داد. رقم شیروودی به دلیل داشتن همین ویژگی توانست با دسترسی بیشتر به نور و به دنبال آن جذب مواد غذایی و تسخیر فضا، کمتر از دیگر ارقام تحت تأثیر اثرات رقابتی

جدول ۱۲- اثر متقابل مکان و رقم برنج بر درصد افت عملکرد و شاخص رقابت با علف هرز

مکان	ارقام	تیمارهای آزمایش	
		افت عملکرد (%)	شاخص رقابت با علف هرز
تاریکلا	هاشمی	۲۱/۴۲a	۰/۶۳c
	فجر	۱۹/۹۰b	۱/۰۴b
	شیروودی	۱۶/۸۷c	۱/۴۰a
فیروزآباد	هاشمی	۲۹/۰۲a	۰/۶۰c
	فجر	۲۷/۱۸b	۰/۹۹b
	شیروودی	۲۱/۶۴c	۱/۳۴c
فیروزجاه	هاشمی	۲۷/۱۷a	۰/۵۴c
	فجر	۲۳/۰۸b	۰/۹۱b
	شیروودی	۱۷/۵۰c	۱/۲۴a

میانگین با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون کمترین اختلاف معنی دار (LSD) تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتیجه گیری کلی

ترکیب گونه ای علف های هرز موجود در مزرعه شامل سوروف، اویارسلام و بندواش بود. بیشترین و کمترین تراکم و زیست توده علف های هرز به ترتیب در رقم هاشمی و رقم شیروودی مشاهده شد. در هر سه رقم، مزرعه تاریکلا از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بوده است که علت آن را می توان وقوع میانگین دمای مناسب تر در طول رشد برنج در این مکان نسبت داد. در بین ارقام مورد بررسی بیشترین تعداد پانیکول در بوته، تعداد دانه در پانیکول و عملکرد دانه مربوط به رقم شیروودی بود. در مدیریت علف های هرز شاخص رقابت از اهمیت بالایی برخوردار است و ارقامی که شاخص رقابت بالایی داشته

باشند؛ در درازمدت می توانند تراکم علف های هرز را کاهش دهند. از آنجا که نتایج بدست آمده در این مطالعه بیشترین شاخص رقابت مربوط به رقم شیروودی بود؛ لذا می توان از این رقم جهت کاهش حداقلی عملکرد برنج استفاده کرد.

سپاسگزاری

به این وسیله از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به خاطر حمایت های مالی پژوهش حاضر کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh Afrozi 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. <https://doi.org/10.22034/saps.2023.46271.2686>.
- Alvarado V and Bradford KJ. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant Cell Environment, 25: 1061e1069. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00894.x>.
- Aminpanah H and Sharifi P. 2013. Path analysis of rice (*Oryza sativa* L.) grain yield and its related components in competition with barnyard grass [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.]. Journal of Crop Production and Processing, 3(9): 105-121. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.22518517.1392.3.9.9.2>.
- Arshad MS, Farooq M, Asch F, Krishna JSV, Prasad PVV and Siddique KHM. 2017. Thermal stress impact reproductive development and grain yield in rice. Plant Physiology and Biochemistry, 115: 57-72. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.03.011>.
- Bond JA and Oliver LR. 2006. Comparative growth of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) accessions. Weed Science, 54: 121-126. <https://doi.org/10.1614/WS-04-155R2.1>.
- Chauhan BS. 2012. Weed ecology and weed management strategies for dry seeded rice in Asia. Weed Technology, 26: 1-13. <https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00105.1>.
- Chauhan BS and Johnson DE. 2010. Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. Field Crops Research, 117: 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.02.014>.
- Chauhan BS and Abugho SB. 2012. Effect of growth stage on the efficacy of post emergence herbicides on four weed species of direct-seeded rice. The Scientific World Journal, 7: 23-31. <https://doi.org/10.1100/2012/123071>.
- Dastan S, Malek M, Mobasser H, Delkhosh B. 2011. Study the effect of weeds control and row spacing on weeds traits and agronomical characteristics in rice Tarom Mahalli cultivar. Crop Physiology Journal, 11: 3-20. <https://doi.org/20.1001.1.2008403.1390.3.11.1.0>.
- Deng F, Li QP, Chen H, Zeng YL, Li B, Zhong XY, Wang L and Ren WJ. 2021. Relationship between chalkiness and the structural and thermal properties of rice starch after shading during grain-filling stage. Carbohydrate Polymers, 225: 117212. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117212>.
- Donayre DKM, Jimenez JLL, Martin EC, Latonio AMLS and Chauhan BS. 2012. Lowland ecotype *Cyperus rotundus* L. affects growth and yield of rice under flooded conditions in the Philippines. Philippine Journal of Science, 151(3): 1087-1097. <https://doi.org/10.56899/151.03.24>.
- Esmaeli M A, Ahamadi khatir M, Abbasi R, and kaveh, M. 2022. Evaluation of Morphological Traits, Yield and Yield Components of Different Rice Cultivars (*Oryza sativa* L.) in Direct Cultivation in Competition with Weeds. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 32(2), 145-159. <https://doi.org/10.22034/saps.2021.44978.2650>.
- Fallah A and Miarostami P. 2015. Effect of temperature treatments on growth stages and yield of rice varieties in greenhouse. Applied Field Crops Research, 28(106): 94-103. <https://doi.org/10.22092/aj.2015.105728>.
- Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations Database; Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. Available online: <http://www.fao.org>.
- Golmohammadi M, Alizadeh J, Yaghoubi H and Nahvi M. 2011. The response of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) and rice barnyardgrass (*Echinochloa oryzoides* (Ard) Fisher) to flooding and soil depth. Iranian Journal of Crop Science, 42(4): 663-672. <https://doi.org/20.1001.1.20084811.1390.42.4.2.4>.

- Huang M, Jiang L, Zou Y and Zhang W. 2013. On-farm assessment of effect of low temperature at seedling stage on early-season rice quality. *Field Crops Research*, 141, 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.10.019>.
- Huang, W.Z. & Hsiao, A.I. (2006). Factors affecting seed dormancy and germination of *Paspalum distichum*. *Weed Research*, 27(6): 405-415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1987.tb01591.x>.
- Huang X, Jang S, Kim B, Piao Z, Redona E and Koh HJ. 2021. Evaluating genotype $\times$ environment interactions of yield traits and adaptability in rice cultivars grown under temperate, subtropical and tropical environments. *Agriculture*, 11: 558. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060558>.
- Khodabandeh N. 2012. Cereals. Tehran University Press, 537 p. (In Persian).
- Kim J, Shon J, Lee CK, Yang W, Yoon Y, Yang WH, Kim YG and Lee BW. 2011. Relationship between grain filling duration and leaf senescence of temperate rice under high temperature. *Field Crops Research*, 122: 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.03.014>.
- Kumar M, Das TK and Yaduraju NT. 2012. An integrated approach for management of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in soybean-wheat cropping system. *Crop Protection*, 33: 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.11.016>.
- Liu L, Zhu Y, Tang L, Cao W and Wang E. 2013. Impacts of climate changes, soil nutrients, variety types and management practices on rice yield in East China: A case study in the Taihu region. *Field Crops Research*, 149: 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.022>.
- Mahajan G and Chauhan BS. 2013. The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Protection*, 49: 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.03.008>.
- Mahajan G, Chauhan BS and Johnson DE. 2009. Weed management in aerobic rice in northwestern Indo-Gangetic Plains. *Journal of Crop Improvement*, 23: 366-382. <https://doi.org/10.1080/15427520902970458>.
- Mahajan G, Ramesha MS and Chauhan BS. 2014. Response of rice genotypes to weed competition in dry direct-seeded rice in India. Hindawi Publishing Corporation. *The Scientific World Journal*, 14: 641589. <https://doi.org/10.1155/2014/641589>.
- Mahdavi F, Esmaili MA, Fallah A and Pirdashti H. 2006. Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 7(4): 280-297. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.15625540.1384.7.4.1.9>.
- Mansour Ghanaei-Pashaki K, Mohsen abadi, GR, Bigluei M H, Farhangi MB and Mokhtassi-Bidgoli A. 2022. Effect of rice-duck co-cultivation on the trend of changes in growth indices, photosynthesis and irrigation and precipitation water productivity in different cultivation systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 32(1), 149-174. (In Persian). <https://doi.org/10.22034/saps.2021.44833.2646>.
- Matloob A, Khaliq A, Farooq M and Cheema ZA. 2010. Quantification of allelopathic potential of different crop residues for the purple nutsedge suppression. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 16: 1-12.
- Momenyazadeh T, Najafizarrini H, Norozi M and Nabipor A. 2018. A consideration on genotype and environment interactions and stability of grain yield in promising lines of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Breeding*, 10(27): 135-142. (In Persian). <https://doi.org/10.29252/jcb.10.27.135>.
- Ni HK, Moody RP, Robles EC, Paller JR and Lales JS. 2000. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. *Weed Science*, 48: 200-204. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0200:OSPTCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0200:OSPTCC]2.0.CO;2).
- Nishimoto RK. 2001. Purple nutsedge tuber sprouting. *Weed Biology and Management*, 1: 203-208. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00037.x>.
- Ottis BV and Talbert R. 2007. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) control and rice density effects on rice yield components. *Weed Technology*, 21: 110e118. <https://doi.org/10.1614/WT-06-018.1>.
- Paul J, Choudhary AK, Suri WK, Sharma AK, 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. <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.867051>.
- Priya TSR, Nelson ARLE, Ravichandran K and Antony U. 2019. Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of South India: A review. Journal of Ethnic Foods, 6: 1-11. <https://doi.org/10.1186/s42779-019-0017-3>.
- Rao AN, Johnson DE, Sivaprasad B, Ladha JK and Mortimer AM. 2007. Weed management in direct-seeded rice. Advances in Agronomy, 93: 153–255. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)93004-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)93004-1).
- Saito K. 2010. Weed pressure level and the correlation between weed competitiveness and rice yield without weed competition: An analysis of empirical data. Field Crop Research, 117: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.02.009>.
- Swanton CJ, Nkoa R and Blackshaw RE. 2015. Experimental methods for crop-weed competition studies. Weed Science, 63: 2-11. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00062.1>.
- Tashiro T and Wardlaw IF. 1999. The effect of high temperature on the accumulation of dry matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. Australian Journal Plant Physiology, 18: 259-265. <https://doi.org/10.1071/PP9910259>.
- Tu D, Wu W, Xi M, Zhou Y, Xu Y, Chen J, Shao C, Zhang Y and Zhao Q. 2022. Effect of temperature and radiation on Indica rice yield and quality in Middle rice cropping system. Plants, 11(20): 2697. <https://doi.org/10.3390/plants11202697>.
- Wilson MJ, Norsworthy JK, Scott RC and Gbur EE. 2014. Program approaches to control herbicide-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Midsouthern United States rice. Weed Technology, 28: 39-46. <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00062.1>.
- Xu L, Zhan X, Yu T, Nie, L, Huang J, Cui K. Wang F, Li Y, Peng S. 2018. Yield performance of direct-seeded, double-season rice using varieties with short growth durations in central China. Field Crop Research, 227: 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.08.002>.
- Zhao DL, Atlin GN, Bastiaans L and Spiertz JHJ. 2006. Cultivar weed-competitiveness in aerobic rice: heritability, correlated traits, and the potential for indirect selection in weed-free environments. Crop Science, 46(1): 372-380. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0192>.
- Zhou Z, Jin J and Wang L. 2022. Modeling the effects of elevation and precipitation on rice (*Oryza sativa* L.) production considering multiple planting methods and cultivars in Central China. Science of The Total Environment, 20(813): 152679. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152679>.