آماده انتشار

اثرات فاصله کاشت و دزهای کاهش‌یافته علفکش پندیمتالین بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد ارقام منتخب برنج در سیستم کشت هوازی

داریوش زکوی[1]، جاوید قرخلو[2*]، علی مومنی[3]، افشین سلطانی[4]، آسیه سیاهمرگویی[5]

۱. دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: daryoushzakavi.2015@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: gherekhloo@gau.ac.ir
۳. دانشیار و عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران. رایانامه: amoumeni@areeo.ac.ir
۴. استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: afsoltani@yahoo.com
۵. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: siahmarguee@gau.ac.ir
شماره تماس: ۰۹۱۱۲۷۵۲۲۱۰

چکیده

سابقه و هدف: برنج یکی از غلات مهم و غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان است. تغییر شیوه زراعت از کشت غرقابی به هوازی با استفاده از ژنوتیپ‌های برنج هوازی نقش مهمی در حفظ و پایداری تولید برنج دارد. از طرفی مدیریت علف‌های هرز یکی از چالش‌های اصلی در این سیستم کاشت است. لذا بهره‌گیری از ارقام مناسب، فاصله کاشت مطلوب و کاربرد دزهای صحیح علف‌کش در سیستم کاشت هوازی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی امکان کاهش دز کاربرد علف‌کش پندیمتالین همراه با فواصل مختلف کاشت بر کنترل جمعیت علف‌های هرز و اثرات آن بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم برنج هوازی وندانا و پرمحصول ندا در شرایط کشت هوازی انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت اسپلیت بلوک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور معاونت مازندران- آمل طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ارقام برنج در دو سطح (ژنوتیپ هوازی وندانا و برنج پرمحصول و متحمل به خشکی ندا) به‌عنوان عامل اصلی، فاصله ردیف کاشت در سه سطح (۱۲/۵، ۲۵ و ۳۷/۵ سانتی‌متر) به‌عنوان عامل فرعی و تیمار علف‌کش در پنج سطح (شاهد بدون کنترل علف هرز، مصرف علفکش پندیمتالین (یک لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم، پندیمتالین (دو لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم، پندیمتالین (سه لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم و وجین) به‌عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. بیس‌پیریباک سدیم با دز مصرفی ۱۰۰ سی سی در هکتار در کرت‌های آزمایش مصرف شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تعداد دانه پر در پانیکل و توان رقابت با علف‌های هرز رقم هوازی وندانا در مقایسه با رقم پرمحصول ندا بیشتر بود. حداکثر ارتفاع بوته (۸۵/۴۶ سانتی‌متر) و طول پانیکل (۱۸/۷۱ سانتی‌متر) در فاصله کاشت ۱۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد؛ در حالی که با افزایش فواصل کاشت، ارتفاع و طول پانیکل به طور معنی‌داری کاهش یافتند. هم‌چنین، بیشترین تعداد پانیکل در متر مربع (۲۹۲/۲۶ پانیکل) در فاصله ردیف کاشت ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد و با افزایش فواصل ردیف کاشت به ۲۵ و ۳۷/۵ سانتی‌متر، تعداد پانیکل در متر مربع به‌ترتیب حدود ۸/۲ و ۱۹/۶ درصد کاهش یافت. تیمار وجین منجر به حصول حداکثر ارتفاع بوته، طول پانیکل، تعداد پانیکل در متر مربع، تعداد

دانه پر در پانیکل و عملکرد دانه گردید و تیمار پندیمتالین (سه لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم در رتبه بعدی قرار گرفت. علاوه بر این، استفاده از علف‌کش پندیمتالین (دو لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم سبب تولید بالاترین وزن هزار دانه (۲۵/۹۴ گرم) شد. اگرچه حداکثر عملکرد دانه در شرایط وجین (۷۳۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد ولی مصرف پندیمتالین (سه لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم به طور معنی‌داری منجر به کنترل علف‌های هرز و بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه در مقایسه با کاربرد پندیمتالین (یک لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم، پندیمتالین (دو لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم و شاهد گردید.
نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر در شرایط کشت هوازی، استفاده از رقم وندانا، فاصله ردیف کاشت ۱۲/۵ سانتی‌متر و مصرف علفکش پندیمتالین (سه لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم بیشترین تأثیر را در کاهش تجمع وزن خشک علف‌های هرز و بهبود عملکرد دانه برنج داشت.
واژه‌های کلیدی: برنج هوازی، عملکرد دانه، فاصله کاشت، کاهش وزن خشک علف هرز

مقدمه

آب یکی از منابع مهم محدودکننده در تولید محصولات زراعی به ویژه برنج محسوب می‌شود (۱). برنج با مصرف حدود ۸۰ درصد از کل مصرف آب شیرین آسیا، بیشترین مقدار آب مصرفی را در مقایسه با سایر محصولات زراعی دارد (۲). پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که تا سال ۲۰۲۵ میلادی، حدود ۱۵ تا ۲۰ میلیون هکتار از ۱۳۰ میلیون هکتار سطح برنج آبی آسیا ممکن است با کمبود منابع آبی مواجه شود (۳). هم‌چنین مطالعات نشان می‌دهد که بیش از ۵۵ درصد از سطح کشت برنج در جهان که حدود ۷۵ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است مبتنی بر سیستم کشت غرقابی می‌باشد (۴). در سیستم کشت غرقابی، بخش زیادی از میزان آب ورودی از طریق نشت، نفوذ و تبخیر تلف می‌شود (۵) که در نهایت موجب افزایش مصرف آب و کاهش راندمان آب آبیاری می‌گردد (۶). از اینرو متخصصین برنج در جستجوی راهکاری برای دستیابی به ارقام برنج با قابلیت تحمل به خشکی مانند برنج‌های آپلند و یا برنج‌های مبتنی بر سیستم آبیاری غیردائم، مقاوم به خوابیدگی و هم‌چنین دارای قابلیت رقابتی بالا در مقابل رشد علف‌های هرز به نام برنج‌های هوازی می‌باشند (۷). بنابراین تغییر شیوه زراعت از کشت غرقابی به هوازی با استفاده از ژنوتیپ‌های برنج هوازی در خاک‌های غیرغرقاب و زهکشی شده، ضمن تولید عملکرد مناسب در حفظ و پایداری تولید برنج نقش مهمی دارد (۸). در ایران و در آزمایش‌های انجام شده بر روی ژنوتیپ‌های هوازی برنج ارسالی از ایری و تعدادی ارقام ایرانی در منطقه دشت ناز ساری و در شرایط آبیاری بارانی و در بستر خشک، مشخص گردید که اغلب ارقام و ژنوتیپ‌هایی که مبتنی بر سیستم کشت هوازی توسعه داده شده‌اند، دارای واکنش مطلوبی در شرایط مورد آزمایش بودند در حالی

که اغلب ارقام ایرانی یا از بین رفته، تولید عملکرد اقتصادی نداشتند، حساس به بیماری بلاست بوده و اغلب به شدت کوتاه قد مانده بودند (۴). مؤمنی (۲۰۱۴) گزارش داد که علاوه بر ژنوتیپ‌های برنج هوازی مورد مطالعه که دارای صفات برتری در شرایط هوازی بودند، از بین ژنوتیپ‌های شاهد نیز رقم ندا دارای وضعیت مطلوبی در شرایط هوازی بود که از آن به عنوان رقم متحمل به کم‌آبی می‌توان در تحقیقات مربوط به تحمل به خشکی استفاده نمود (۴). سایر محققان با مطالعه ۱۲ ژنوتیپ برنج هوازی در شمال خوزستان گزارش نمودند که که ژنوتیپ هوازی وندانا ضمن عدم کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی، موجب افزایش عملکرد به میزان ۳۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار شد، از اینرو به عنوان ژنوتیپ مناسب برای کاشت در شرایط خشکی انتخاب گردید (۹).

به دلیل کاشت مستقیم بذر در بستر خشک در روش کشت برنج هوازی جهت تولید عملکرد مطلوب نیاز به مدیریت‌های مناسب زراعی در زمینه‌های تغذیه گیاه، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز می‌باشد (۱۰). میزان شدت علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم بیشتر از کشت نشایی است که دلیل آن سبز شدن همزمان علف هرز با برنج و عدم وجود آب برای نابودی علف‌های هرز در کشت مستقیم می‌باشد که در نهایت منجر به کاهش عملکرد برنج در اثر رقابت با علف هرز می‌شود (۱۱). از اینرو، یکی از راهکارهای مهمی که به عنوان جزئی از مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج می‌توان به آن اشاره نمود کاهش فاصله ردیف بوته‌ها می‌باشد (۱۲). درخشان و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی فواصل ردیف کاشت (۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر) و مصرف علف‌کش‌های مختلف بر شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه برنج در شرایط کشت مستقیم (کاشت بذر در بستر خشک و پس از ظهور گیاهچه‌ها در سطح خاک، آبیاری تا انتهای فصل رشد به صورت نواری)، گزارش دادند که کمترین میزان کاهش شاخص‌های رشدی برنج در رقابت با علف‌های هرز و هم‌چنین کمترین میزان افت عملکرد شلتوک در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر مشاهده گردید. هم‌چنین این محققان افزودند که مصرف علفکش پندیمتالین اثرات بهتری روی شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد برنج در مقایسه با کاربرد علف‌کش‌های بنتازون و اکسادیارژیل داشت (۱۲).

کاربرد دزهای مناسب علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز می‌تواند اقدامی مؤثر جهت کاهش جمعیت علف‌های هرز در شالیزارها به‌خصوص در شرایط کشت مستقیم در بستر خشک باشد. گزارش شده که مصرف علف‌کش پندیمتالین به مقدار ۶۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار منجر به کنترل مؤثر علف‌های هرز در اوایل فصل رشد برنج گردید (۱۳). بررسی‌های به عمل آمده

توسط رجبیان و همکاران (۲۰۱۸) در سیستم کشت مستقیم در بستر آبی نشان داد که مصرف علف‌کش پندیمتالین سبب کاهش زیست‌توده علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه برنج در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شد (۱۴). سایر محققان با بررسی اثرات غلظت‌های مختلف علف‌کش پندیمتالین (۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیب‌زمینی بیان داشتند که کاربرد مقدار ۴ لیتر در هکتار از علف‌کش پندیمتالین سبب کاهش معنی‌دار زیست‌توده علف‌های هرز و همچنین افزایش دو برابری عملکرد کل بوته در هکتار گردید (۱۵).

بنابراین، تحقیق حاضر به منظور مطالعه امکان کاهش دز کاربرد علف‌کش پندیمتالین همراه با فواصل مختلف کاشت بر کنترل جمعیت علف‌های هرز و اثرات آن بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم شامل برنج هوازی وندانا و پرمحصول ندا سازگار به هوازی در شرایط کشت هوازی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایشی به‌صورت اسپلیت بلوک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران-آمل) طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا گردید. منطقه اجرای طرح با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۲۹/۸ متری از سطح دریای آزاد قرار گرفته است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش که با تهیه نمونه‌هایی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در چند نقطه و مخلوط کردن نمونه‌ها و تهیه نمونه مرکب گردید، در جدول ۱ ارائه گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1- Soil physical and chemical properties.

بافت خاک Soil Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon (%)	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل جذب P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب K ($mg.kg^{-1}$)
Clay Loam	7.59	0.53	1.06	1.82	0.11	23.4	184

تیمارهای آزمایش شامل سه عامل ارقام برنج در دو سطح رقم هوازی وندانا و برنج پرمحصول ندا به‌عنوان عامل اصلی، فاصله ردیف کاشت در سه سطح ۱۲/۵، ۲۵ و ۳۷/۵ سانتی‌متر به‌عنوان عامل فرعی و تیمار علف‌کش در پنج سطح شاهد بدون کنترل

هرگونه علف هرز، مصرف علف‌کش پندیمتالین (یک لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم ، پندیمتالین (دو لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم، پندیمتالین (سه لیتر در هکتار) + بیس‌پیریباک سدیم و وجین به‌عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند، که پرول ۱، پرول ۲ و پرول ۳ به‌ترتیب کاربرد یک، دو و سه لیتر در هکتار پندیمتالین در مطالعه حاضر بود. علف‌کش پندیمتالین با نام تجاری پرول و دز توصیه شده سه لیتر در هکتار، تولید شرکت یو پی ال هند و علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم با نام تجاری نوینو و دز توصیه شده ۱۰۰ سی سی در هکتار، تولید شرکت گل سم گرگان می‌باشد. آماده‌سازی کامل زمین جهت کاشت با انجام دو بار دیسک به عمق ۲۰ سانتی‌متر و سپس تسطیح مزرعه انجام شد. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه تقسیط (یک‌سوم به صورت پایه، یک‌سوم حدود ۴۰ روز پس از کاشت و یک‌سوم حدود ۸۰ روز پس از کاشت) و هم‌چنین کودهای فسفر و پتاسیم به‌ترتیب از منابع سوپرفسفات تریپل و کلرور پتاسیم به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های آزمایش مصرف شدند. کود روی نیز از منبع سولفات روی (گرانوله ۳۴ درصد) به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار قبل از بذرپاشی همراه با آخرین مرحله آماده‌سازی زمین پخش گردید و با خاک مخلوط شد. بذور برنج ارقام هوازی وندانا و پرمحصول ندا در فواصل ردیف مورد نظر در کرت‌هایی به طول ۸ متر و در ۱۰ ردیف کاشته شدند. برای جلوگیری از سله بستن خاک، در فواصل کوتاه کرت‌ها تا ظهور گیاهچه در سطح خاک با استفاده از سیستم آبیاری بارانی آبیاری گردید. پندیمتالین حدود ۳ الی ۷ روز پس از کاشت برنج و قبل از رویش علف‌های هرز با دزهای مصرفی تعیین شده و بیس‌پیریباک سدیم در مرحله ۳ الی ۵ برگی علف-های هرز (علف‌های هرز باریک برگ، پهن برگ و جگن‌ها) با دز مصرفی ۱۰۰ سی سی در هکتار در کرت‌های آزمایش مصرف شدند. سمپاشی با استفاده از دستگاه سمپاش تلمبه‌ای (۲۰ لیتری) با نازل پلی جت و میزان آب ۲۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. جهت جلوگیری از فرار علف‌کش، سمپاشی در شرایط مناسب آب و هوایی که میزان باد حداقل بود انجام گرفت. جهت تعیین وزن خشک علف‌های هرز، نمونه‌برداری طی شش مرحله از ۴۰ روز تا ۱۱۰ روز پس از کاشت به فواصل ۱۴ روزه در سطح نیم متر مربع انجام گرفت. علف‌های هرز از سطح زمین کف‌بر و به آزمایشگاه انتقال و به تفکیک نوع باریک برگ و پهن‌برگ به مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، نمونه‌های گیاهی به صورت تصادفی از هر کرت آزمایش انتخاب شدند. ارتفاع بوته و طول پانیکل با اندازه‌گیری از ۱۵ بوته در هر کرت تعیین شدند. تعداد پانیکل در متر مربع با شمارش

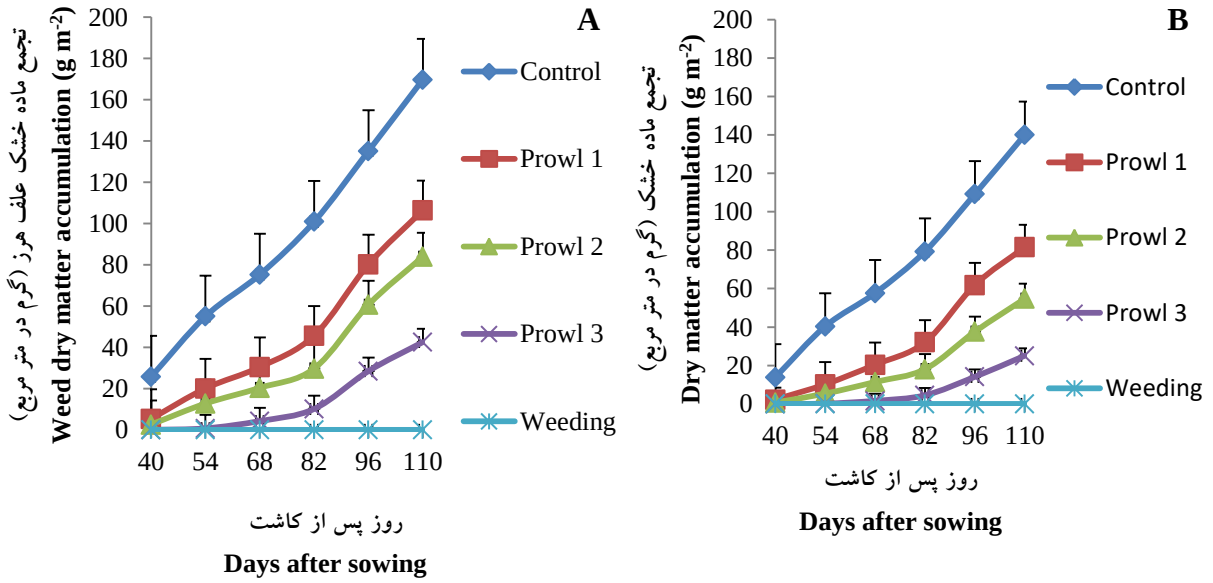
تعداد پانیکل‌ها در یک متر مربع از هر کرت آزمایش تعیین شد. تعداد دانه پر در پانیکل با شمارش از روی ۲۰ پانیکل در هر کرت تعیین گردید. اندازه‌گیری وزن هزار دانه با شمارش ۱۰ نمونه صدتایی و توزین آن‌ها انجام شد. عملکرد دانه با برداشت مساحت چهار متر مربع از وسط هر کرت آزمایش و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. تجزیه واریانس مرکب داده‌های آماری با فرض تصادفی بودن اثرات سال، با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. هم‌چنین، نمودارها توسط نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ

مطابق نتایج ارائه شده در شکل ۱، بیشترین تجمع ماده خشک علف‌های هرز باریک برگ در کشت هر دو رقم ندا و وندانا مربوط به تیمار شاهد آلوده به علف هرز بود، اگرچه وزن خشک علف‌های هرز در تمامی بازه‌های زمانی ۴۰ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت در مجاورت رقم ندا بالاتر از رقم هوازی وندانا بود. گزارش شده که افزایش ارتفاع و توان رقابتی بالاتر ارقام می‌تواند دلیل برتری آن‌ها در کاهش وزن خشک علف‌های هرز باشد (۱۶). محققان گزارش دادند که افزایش تولید پنجه موجب افزایش توان رقابتی ارقام برنج در تداخل با علف‌های هرز می‌گردد (۱۷). مشاهدات نشان داد که فقط کاربرد علف‌کش پرول ۳ و تیمار وجین توانستند مانع از سبز شدن و رشد علف‌های در ابتدای فصل رشد (۴۰ روز پس از کاشت) شوند. به طور کلی نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر علف‌کش‌ها تا بازه زمانی ۸۲ روز پس از کاشت بود و پس از آن، رشد علف‌های هرز افزایش یافت. در بین تیمارهای کاربرد علف‌کش، مصرف علف‌کش پرول ۳ بیشترین تأثیر را در مهار رشد علف‌های هرز داشت، به طوری که در بازه زمانی ۸۲ روز پس از کاشت، وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ در شرایط مصرف علف‌کش پرول ۳ در مجاورت ارقام ندا و وندانا به‌ترتیب حدود ۱۰/۱۶ و ۴/۵۲ گرم در متر مربع بود در حالی که تحت مصرف علف‌کش‌های پرول ۱ و پرول ۲ در کشت رقم ندا، وزن خشک علف‌های هرز به‌ترتیب حدود ۷۷/۸ و ۳۲/۲ درصد و تحت کاربرد علف‌کش‌های پرول ۱ و پرول ۲ در کشت رقم وندانا، وزن خشک علف‌های هرز به‌ترتیب حدود ۸۵/۹ و ۷۵ درصد افزایش یافت. این نتیجه گویای آن بود که تأثیر علف‌کش پرول ۳ بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ در کشت رقم وندانا بیشتر از رقم ندا بود. تفاوت در خصوصیات یک رقم مانند الگوی رشد ریشه‌ای متفاوت، تولید مواد دگرآسیب، ارتفاع بالاتر، شاخص سطح برگ بیشتر و ظرفیت پنجه‌زنی بالاتر موجب کارآیی مؤثرتر علف‌کش‌ها در آن رقم می‌گردد (۱۸). به هر حال، اعمال وجین در کرت‌های هر دو رقم

مورد مطالعه در فاصله زمانی ۴۰ تا ۱۱۰ روز پس از نشاکاری منجر به عدم سبز شدن علف‌های هرز باریک برگ گردید. گزارش شده که کاربرد علف‌کش پندیمتالین نقش مؤثری در کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد برنج داشت ولی با گذشت زمان، کارآیی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز کاهش یافت (۱۳)، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. شیرمحمدی و همکاران (۲۰۱۲) بیان نمودند که مصرف ۳ الی ۵ لیتر در هکتار از ماده تجارتی پندیمتالین منجر به کاهش ۹۳ درصدی وزن خشک علف هرز سوروف گردید (۱۹).



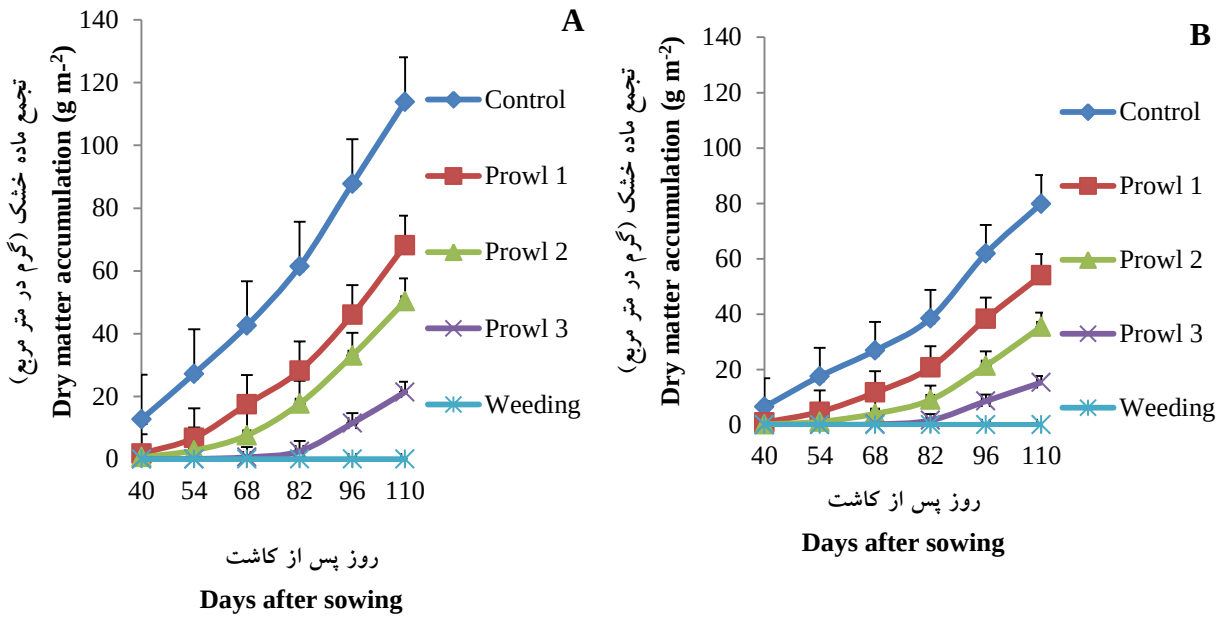
شکل ۱- تجمع ماده خشک علف‌های هرز باریک برگ در ارقام ندا (A) و وندانا (B) پس از کاربرد علف‌کش. تیمارها عبارت بودند از پرول ۱ (پندیمتالین به میزان یک لیتر در هکتار)، پرول ۲ (پندیمتالین به میزان دو لیتر در هکتار) و پرول ۳ (پندیمتالین به میزان سه لیتر در هکتار)

Figure 1. Weed dry matter accumulation in Neda (A) and Vandana (B) varieties after herbicide application. Treatments were Prowl 1 (Pendimethalin 1 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 2 (Pendimethalin 2 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 3 (Pendimethalin 3 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1})

وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ

ارزیابی نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تجمع ماده خشک علف‌های هرز پهن برگ (شکل ۲) نشان داد که اعمال تیمار وجین در تمام فصل رشد موجب جلوگیری از سبز شدن علف‌های هرز در کشت ارقام ندا و وندانا گردید. در کشت هر دو رقم مورد مطالعه، تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز دارای بیشترین میزان وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در کل دوره رشد محصول بود، ضمن این که میزان تجمع ماده خشک علف‌های هرز در تمام بازه‌های زمانی پس از کاشت (۴۰ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت) در مجاورت رقم ندا بیشتر از رقم وندانا بود. تفاوت بین ارقام از نظر وزن خشک علف‌های هرز را می‌توان به اختلافات

مورفوفیزیولوژیکی بین ارقام ناشی از تأثیر بر توان رقابتی و در نتیجه هجوم علف‌های هرز نسبت داد (۲۰). در بین تیمارهای کاربرد دزهای مختلف علف‌کش پرول، مصرف پرول ۳ مانع از رشد علف‌های هرز پهن برگ در ۴۰ روز پس از کاشت در کشت رقم ندا و هم‌چنین جلوگیری از سبز شدن علف‌های هرز در ۴۰ و ۵۴ روز پس از کاشت در کشت رقم وندانا گردید. این نتیجه نشان داد که کاربرد علف‌کش پرول ۳ در کشت رقم وندانا توانست مدت زمان بیشتری بر کنترل علف‌های هرز اثرگذاری داشته باشد. واکنش ارقام مختلف در رقابت با علف‌های هرز بسته به نوع علف‌کش، طیف بازدارندگی و نحوه عمل آن‌ها متفاوت می-باشد (۲۱). نتایج نشان داد که در بازه زمانی ۸۲ روز پس از کاشت تا انتهای فصل رشد (۱۱۰ روز پس از کاشت)، رشد علف‌های هرز پهن برگ به طور قابل توجهی در تمامی تیمارهای کاربرد علف‌کش افزایش یافت که نشان از کاهش اثرگذاری علف‌کش‌ها در اواخر فصل رشد می‌باشد. به هر حال مصرف علف‌کش‌ها به‌خصوص پرول ۳ در بازه زمانی ۸۲ روز پس از کاشت موجب کاهش قابل توجه وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در کشت ارقام ندا (۲/۵۲ گرم در متر مربع) و وندانا (۱/۵۸ گرم در متر مربع) گردید. مطالعات انجام شده توسط احمد و چائوهان (۲۰۱۵) نشان داد که با دو برابر شدن دز مصرفی پندیمتالین از ۸۰۰ به ۱۶۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، زیست توده علف‌های هرز طی دو سال زراعی ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ به‌ترتیب به میزان ۴۴ و ۴۳/۳ درصد کاهش یافت (۲۲). گزارش شده که افزایش دز مصرف علف‌کش پندیمتالین منجر به کاهش معنی‌دار زیست توده کل علف‌های هرز طی ۲۰ و ۶۰ روز پس از سمپاشی در کشت سیب‌زمینی گردید (۱۵).



شکل ۲- تجمع ماده خشک علف‌های هرز باریک برگ در ارقام ندا (A) و وندانا (B) پس از کاربرد علف‌کش. تیمارها عبارت بودند از پرول ۱ (پندیمتالین به میزان یک لیتر در هکتار)، پرول ۲ (پندیمتالین به میزان دو لیتر در هکتار) و پرول ۳ (پندیمتالین به میزان سه لیتر در هکتار)

Figure 2. Weed dry matter accumulation in Neda (A) and Vandana (B) varieties after herbicide application. Treatments were Prowl 1 (Pendimethalin 1 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 2 (Pendimethalin 2 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 3 (Pendimethalin 3 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1})

صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش نشان داد که اثرات اصلی رقم بر هیچ یک از صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد مورد بررسی به جز تعداد دانه پر در پانیکل ($P\leq0.05$) معنی‌دار نبود. ارتفاع بوته ($P\leq0.01$)، طول پانیکل و تعداد پانیکل در متر مربع ($P\leq0.05$) تحت تأثیر اثرات اصلی فاصله کاشت قرار گرفتند. کاربرد تیمار علف‌کش بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. اثرات متقابل دوگانه بین رقم × فاصله کاشت، رقم × علف‌کش و فاصله کاشت × علف‌کش بر هیچ یک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نگردید. هم‌چنین هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر اثرات متقابل سه‌گانه رقم × فاصله کاشت × علف‌کش قرار نگرفتند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد برنج

Table 2- Combined analysis of variance for morphological traits and yield components of rice

Source of	منابع تغییرات	درجه	ارتفاع بوته	طول پانیکل	تعداد پانیکل در	تعداد دانه پر در	وزن هزار دانه

variation		آزادی df	Plant height	Panicle length	متر مربع No. panicle m^{-1}	پانیکل No. filled grains $panicle^{-1}$	1000-grain weight
Year (Y)	سال	1	5.68^{ns}	1.80^{ns}	5152.05^{ns}	0.67^{ns}	1.31^{ns}
Error	خطا	4	50.53	2.64	135.01	35.52	1.45
Variety (V)	رقم	1	583.20^{ns}	17.42^{ns}	33156.93^{ns}	464.00^{*}	2.99^{ns}
Y×V	سال×رقم	1	11.75^{ns}	4.35^{ns}	496.67^{ns}	0.27^{ns}	25.23^{ns}
Error	خطا	4	84.09	2.95	121.58	94.62	0.52
Sowing space (SS)	فاصله کاشت	2	998.68^{**}	61.50^{*}	49551.90^{*}	66.80^{ns}	1.76^{ns}
Y×SS	سال×فاصله کاشت	2	5.42^{ns}	1.31^{ns}	931.71^{ns}	31.00^{ns}	3.93^{ns}
Error	خطا	8	40.71	3.15	241.70	61.17	2.02
V×SS	رقم×فاصله کاشت	2	170.46^{ns}	3.67^{ns}	210.97^{ns}	46.33^{ns}	11.83^{ns}
Y×V×SS	سال×رقم×فاصله کاشت	2	17.42^{ns}	1.50^{ns}	517.87^{ns}	7.07^{ns}	3.58^{ns}
Error	خطا	8	39.93	1.13	208.38	74.08	1.33
Herbicide (H)	علف‌کش	4	5206.53^{**}	127.06^{**}	361806.71^{**}	14735.58^{**}	147.19^{**}
V×H	رقم×علفکش	4	7.15^{ns}	0.60^{ns}	164.81^{ns}	17.47^{ns}	14.20^{ns}
SS×H	فاصله کاشت×علف‌کش	8	24.95^{ns}	0.44^{ns}	42.11^{ns}	33.84^{ns}	3.07^{ns}
V×SS×H	رقم×فاصله کاشت×علف‌کش	8	11.71^{ns}	0.16^{ns}	104.18^{ns}	25.72^{ns}	0.85^{ns}
Y×H	سال×علف‌کش	4	102.17^{ns}	0.86^{ns}	173.89^{ns}	26.89^{ns}	7.89^{ns}
Y×V×H	سال×رقم×علف‌کش	4	42.18^{**}	0.28^{ns}	57.51^{ns}	14.32^{ns}	7.22^{ns}
Y×SS×H	سال×فاصله کاشت×علف‌کش	8	31.32^{*}	1.07^{*}	49.06^{ns}	11.10^{ns}	2.91^{ns}
Y×V×SS×H	سال×رقم×فاصله کاشت×علف‌کش	8	5.47^{ns}	0.29^{ns}	42.71^{ns}	16.12^{ns}	2.83^{*}
Error	خطای کل	96	36.64	2.43	334.85	40.97	1.33
CV (%)	ضریب تغییرات	-	7.4	8.8	6.9	8.4	4.7

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

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

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی فاصله کاشت نشان داد که ارتفاع بوته با افزایش فواصل ردیف کاشت به‌تدریج کاهش یافت، به طوری که در فواصل ردیف کاشت ۲۵ و ۳۷/۵ سانتی‌متر، ارتفاع به‌ترتیب به میزان ۵/۴ و ۹/۵ درصد در مقایسه با فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر کمتر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش رقابت درون گونه‌ای برای کسب نور و جلوگیری از اتیوله شدن نقش مهمی در کاهش ارتفاع بوته در فواصل ردیف عریض‌تر دارد. در راستای نتایج حاصل از مطالعه حاضر، درخشان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که ارتفاع بوته در فواصل ردیف ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر به‌ترتیب حدود ۶/۹۲ و ۸/۱۴ درصد کمتر از فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود (۱۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمار علف‌کش نشان داد که حداقل ارتفاع بوته (۶۳/۳۸ سانتی-

متر) در تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز مشاهده شد و با مصرف علف‌کش، ارتفاع بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتیجه حاکی از آن بود که با افزایش دز مصرف علف‌کش پندیمتالین، ارتفاع نیز افزایش یافت به طوری که در شرایط مصرف پرول ۳، ارتفاع به‌ترتیب به میزان ۱۴/۲ و ۶/۵ درصد در مقایسه با کاربرد پرول ۱ و پرول ۲ افزایش یافت، اگرچه حداکثر ارتفاع بوته (۹۴/۳۸ سانتی‌متر) در شرایط وجین به‌دست آمد که به طور قابل توجهی بالاتر از تیمارهای کاربرد علف‌کش و تیمار شاهد بود (جدول ۳). کاهش دسترسی به منابع در اثر رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی یکی از عوامل اصلی در کاهش رشد رویشی و ارتفاع بوته گیاه برنج می‌باشد (۲۳). سایر محققان نیز رقابت بین علف‌های هرز و گیاه زراعی جهت بهره‌گیری از عوامل محیطی نظیر آب، نور و مواد غذایی را دلیل کاهش ارتفاع بوته برنج عنوان نمودند (۲۴). گزارش شده که کاربرد تیمارهای مختلف علف-کش موجب بهبود ارتفاع بوته ارقام مختلف برنج در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز گردید (۱۴)، که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد.

جدول ۳- **مقایسه میانگین تأثیر فاصله کاشت و کاربرد علف‌کش بر صفات مورفولوژیکی برنج**

Table 3- Mean comparison of the effect of sowing space and herbicide application on rice morphological trait

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول پانیکل (سانتی‌متر) Panicle length (cm)
فاصله کاشت (سانتی‌متر) Sowing space (cm)		
12.5	85.46a	18.71a
25	80.83b	17.55b
37.5	77.33c	16.70c
$LSD_{0.05}$	2.19	0.56
کاربرد علفکش Herbicide application		
شاهد Control	63.38e	14.97e
پرول ۱ + نوینو Prowl 1+Novino	76.27d	16.83d
پرول ۲ + نوینو Prowl 2+Novino	83.08c	17.72c
پرول ۳ + نوینو Prowl 3+Novino	88.91b	18.97b
وجین Weeding	94.38a	19.77a
$LSD_{0.05}$	2.83	0.72

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

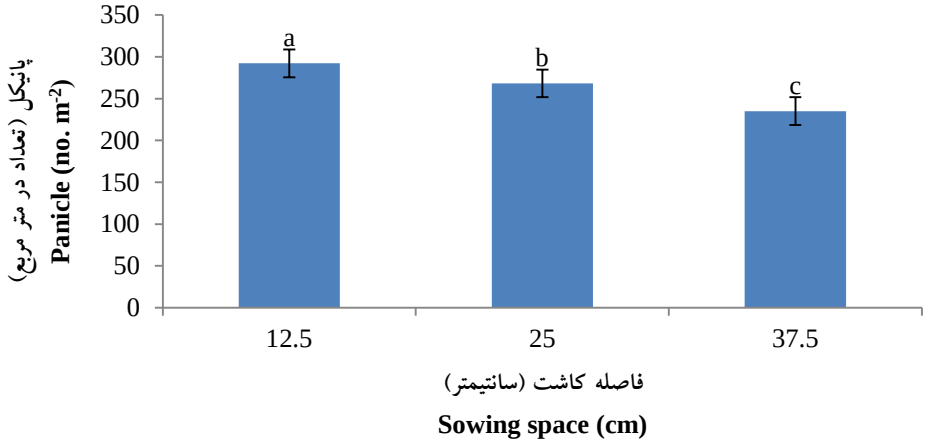
Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to LSD test.

تیمارها عبارت بودند از پرول ۱ (پندیمتالین به میزان یک لیتر در هکتار)، پرول ۲ (پندیمتالین به میزان دو لیتر در هکتار) و پرول ۳ (پندیمتالین به میزان سه لیتر در هکتار)

Treatments were Prowl 1 (Pendimethalin 1 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 2 (Pendimethalin 2 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 3 (Pendimethalin 3 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1})

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی فاصله ردیف کاشت نشان داد که با افزایش فاصله ردیف از ۱۲/۵ به ۳۷/۵ سانتی‌متر، طول پانیکل به میزان ۱۰/۷ درصد کاهش یافت، که نشان دهنده اثر منفی افزایش فواصل ردیف کاشت بر مقدار طول پانیکل می‌باشد (جدول ۳). صفت طول پانیکل تحت تأثیر تیمارهای کاربرد علف‌کش، روند مشابهی با ارتفاع بوته را نشان داد، به طوری که حداکثر مقدار طول پانیکل (۱۹/۷۷ سانتی‌متر) در تیمار وجین حاصل شد در حالی که حداقل میزان آن با کاهش ۲۴/۳ درصدی در شاهد آلوده به علف هرز مشاهده گردید. در بین تیمارهای کاربرد علف‌کش، مصرف علف‌کش پرول ۳ اثرات بهتری بر افزایش طول پانیکل در مقایسه با کاربرد پرول ۱ و پرول ۲ داشت (جدول ۳).

مشاهدات نشان داد که بیشترین تعداد پانیکل در متر مربع (۲۹۲/۲۶ پانیکل) در فاصله ردیف کمتر (۱۲/۵ سانتی‌متر) و کمترین تعداد پانیکل در متر مربع (۲۳۵/۰۳ پانیکل) در فاصله ردیف بیشتر (۳۷/۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد (شکل ۳). کاهش فاصله ردیف کاشت به واسطه توسعه سریع‌تر سایه‌انداز گیاهی و کاهش نفوذ نور موجب افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌گردد (۲۵). در نتایجی مشابه، درخشان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که افزایش فاصله ردیف کاشت از ۱۵ سانتی‌متر به ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر به‌ترتیب منجر به افزایش درصد کاهش پنجه در بوته به میزان ۱۴ و ۱۱ درصد گردید. این پژوهشگران عنوان نمودند که افزایش فاصله ردیف کاشت منجر به افزایش رقابت بین گیاهچه‌های برنج و علف‌های هرز گردید و در نهایت سبب کاهش تعداد پنجه در بوته شد (۱۲).



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر فاصله کاشت برنج بر تعداد پانیکل بوته

Figure 3. Mean comparison of the effect of rice sowing space on the number of plant panicles

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد علف‌کش نشان داد که کمترین تعداد پانیکل در متر مربع (۱۰۴/۸۶ پانیکل) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شد در حالی که بیشترین تعداد پانیکل در متر مربع با حدود ۷۱/۵ درصد افزایش در شرایط وجین حاصل گردید، اگرچه کاربرد علف‌کش‌های پرول به‌خصوص پرول ۳ نیز بعد از تیمار وجین، در رتبه بعدی از نظر بهبود معنی‌دار تعداد پانیکل در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۴). مدیریت مناسب علف‌های هرز از طریق کاربرد علف‌کش موجب بهبود شرایط رشد گیاه زراعی و در نتیجه افزایش تعداد پنجه تولیدی و متعاقب آن بهبود تعداد پانیکل در واحد سطح می‌گردد (۱۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر کاربرد علف‌کش بر اجزای عملکرد برنج

Table 4- Mean comparison of the effect of herbicide application on rice yield components

Treatment تیمار	تعداد پانیکل در متر مربع No. panicle m^{-2}	تعداد دانه پر در پانیکل No. filled grains $panicle^{-1}$	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)
کاربرد علفکش Herbicide application			
شاهد Control	104.86e	39.77d	20.98d
پرول ۱ + نوینو Prowl 1+Novino	250.41d	81.11c	25.50ab
پرول ۲ + نوینو	277.83c	83.86bc	25.94a

Prowl 2+Novino پرول ۳ + نوینو	324.75b	85.33ab	24.77c
Prowl 3+Novino وجین	368.00a	88.27a	25.39b
Weeding			
$LSD_{0.05}$	8.56	2.99	0.54

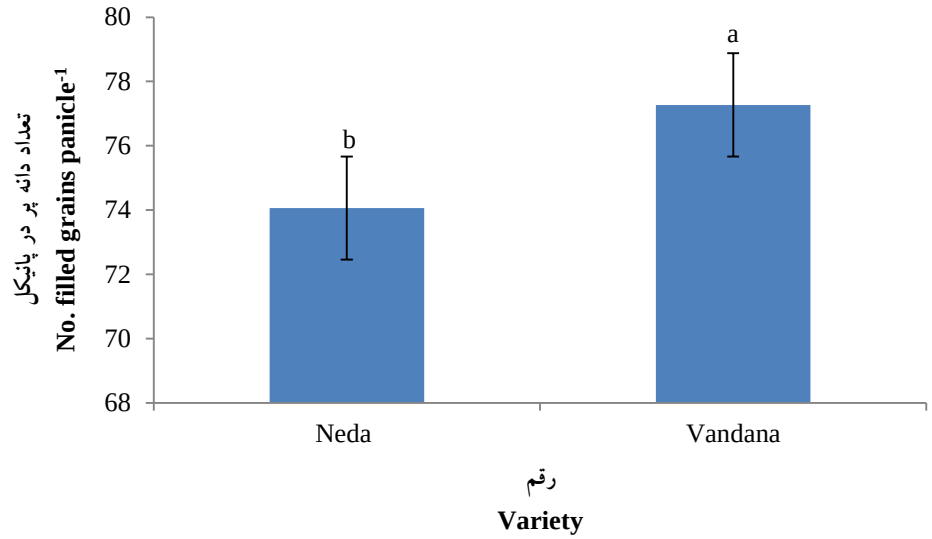
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to LSD test.

تیمارها عبارت بودند از پرول ۱ (پندیمتالین به میزان یک لیتر در هکتار)، پرول ۲ (پندیمتالین به میزان دو لیتر در هکتار) و پرول ۳ (پندیمتالین به میزان سه لیتر در هکتار)

Treatments were Prowl 1 (Pendimethalin 1 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 2 (Pendimethalin 2 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 3 (Pendimethalin 3 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1})

نتایج ارائه شده در شکل ۴ نشان داد که تعداد دانه پر در پانیکل تولیدی برای رقم هوازی وندانا به میزان ۴/۱ درصد بالاتر از رقم پرمحصول ندا بود. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمار مصرف علف‌کش نشان داد که اگرچه مصرف دزهای مختلف علف-کش پرول موجب بهبود معنی‌دار تعداد دانه پر در پانیکل نسبت به تیمار شاهد گردید ولی بیشترین تعداد دانه پر در پانیکل تولیدی (۸۸/۲۷ دانه پر) مربوط به تیمار وجین بود که با تیمار کاربرد پرول ۳ (۸۵/۳۳ دانه پر) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۴). مصرف علف‌کش موجب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و افزایش برگ و ساقه‌های برنج و در نتیجه بهبود فرآیند فتوسنتز و افزایش ماده پرورده و در نهایت بهبود پر شدن دانه برنج می‌گردد (۲۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر رقم بر تعداد دانه پر در پانیکل

Figure 4. Mean comparison of the effect of variety on filled grains number per panicle

بررسی اثرات مصرف علف‌کش نشان داد که حداکثر وزن هزار دانه با میانگین ۲۵/۹۴ گرم تحت تیمار کاربرد پرول ۲ + نوینو حاصل شد، در حالی که اختلاف معنی‌داری با مصرف پرول ۱ + نوینو (۲۵/۵۰ گرم) نداشت ولی در شرایط عدم کاربرد علف-کش، وزن هزار دانه به میزان ۱۹/۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد وزن هزار دانه بیشتر از آن که تحت تأثیر مصرف تیمارهای علف‌کش قرار گرفته باشد تحت تأثیر سایر اجزای عملکردی می‌باشد به گونه‌ای که کاهش تعداد دانه پر در پانیکل منجر به افزایش وزن هزار دانه و بالعکس افزایش دانه پر سبب کاهش وزن دانه گردید که در مطالعه حاضر کاملاً مشهود بود.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

ارزیابی نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش نشان داد که اثرات اصلی مصرف علف‌کش بر عملکرد دانه و شاخص برداشت ($P\leq0.05$) معنی‌دار بود. اثرات متقابل بین سال × علف‌کش ، سال × رقم × علف‌کش و سال × فاصله کاشت × علف‌کش بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ($P\leq0.01$) معنی‌دار شد. هم‌چنین شاخص برداشت تحت تأثیر اثرات اصلی رقم، علف‌کش، اثرات متقابل بین رقم × فاصله کاشت ($P\leq0.05$) و اثرات متقابل بین سال × علف‌کش و سال × فاصله کاشت × علف‌کش ($P\leq0.01$) معنی‌دار گردید (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی مصرف علف‌کش نشان داد که حداقل عملکرد دانه با میانگین ۱۸۸۳/۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شد در حالی که مصرف تمامی تیمارهای علف‌کش پرول به‌خصوص کاربرد دزهای بالاتر موجب بهبود معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با شاهد گردید، اگرچه حداکثر عملکرد با حدود ۷۴/۳ درصد افزایش نسبت به شاهد، در تیمار وجین به‌دست آمد (جدول ۶). افزایش عملکرد دانه برنج با مصرف علف‌کش‌ها در مطالعه حاضر را می‌توان به بهبود صفات رشدی و اجزای عملکردی نظیر طول پانیکل، تعداد پانیکل در متر مربع و تعداد دانه پر در پانیکل نسبت داد. استفاده از تیمارهای علف‌کش از طریق کاهش زیست‌توده علف‌های هرز موجب افزایش فراهمی آب، نور و عناصر غذایی برای گیاه زراعی شده در نتیجه منجر به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه برنج می‌گردد (۲۶). گزارش شده که افزایش مقدار مصرف

علف‌کش پندیمتالین موجب کاهش بیوماس ریشه و بیوماس اندام هوایی علف هرز گردید (۲۷). گروه دیگری از پژوهشگران بیان نمودند که کاربرد پندیمتالین به مقدار ۸۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار منجر به حصول حداکثر بیوماس برنج گردید ولی مصرف مقادیر بالاتر (۱۲۰۰ و ۱۶۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) علف‌کش پندیمتالین اگرچه موجب کاهش بیشتر بیوماس علف هرز گردید ولی از مقدار عملکرد دانه کاسته شد (۲۲). در نتایجی مشابه، رجبیان و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که اعمال تمام تیمارهای علف‌کش موجب افزایش عملکرد دانه برنج در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز شد (۱۴).

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت برنج

Table 5- Combined analysis of variance for grain yield, biological yield and harvest index of rice

Source of variation	منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
		df	Grain yield	Biologicalyield	HI
Year (Y)	سال	1	17695821.4^{ns}	12585440^{ns}	87.78^{ns}
Error	خطا	4	50467.2	525310	1.72
Variety (V)	رقم	1	13622401.8^{ns}	47499784^{ns}	60.41*
Y×V	سال×رقم	1	925647.0^{ns}	5826961^{ns}	0.23^{ns}
Error	خطا	4	278532.7	1122741	2.25
Sowing space (SS)	فاصله کاشت	2	14056348.4^{ns}	35795670^{ns}	143.93^{ns}
Y×SS	سال×فاصله کاشت	2	2048729.4^{ns}	19399024^{ns}	10.11^{ns}
Error	خطا	8	458849.5	2147640	1.70
V×SS	رقم×فاصله کاشت	2	247515.8^{ns}	797262^{ns}	3.23*
Y×V×SS	سال×رقم×فاصله کاشت	2	118055.0^{ns}	621014^{ns}	0.11^{ns}
Error	خطا	8	423111.7	1898286	1.79
Herbicide (H)	علف‌کش	4	153353296.9*	568384280^{ns}	881.26*
V×H	رقم×علفکش	4	95618.3^{ns}	383996^{ns}	8.78^{ns}
SS×H	فاصله کاشت×علف‌کش	8	149032.0^{ns}	273725^{ns}	10.60^{ns}
V×SS×H	رقم×فاصله کاشت×علف‌کش	8	29587.4^{ns}	94279^{ns}	0.25^{ns}
Y×H	سال×علف‌کش	4	23265872.3**	114499216**	120.98**
Y×V×H	سال×رقم×علف‌کش	4	391116.4**	1735966**	2.29^{ns}
Y×SS×H	سال×فاصله کاشت×علف‌کش	8	157957.9**	1122748**	10.47**
Y×V×SS×H	سال×رقم×فاصله کاشت×علف‌کش	8	18564.5^{ns}	148916^{ns}	0.90^{ns}
Error	خطای کل	96	318048.8	1307690	2.26
CV (%)	ضریب تغییرات	-	10.7	9.60	3.52

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

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

جدول ۶- مقایسه میانگین تأثیر کاربرد علف‌کش بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت برنج

Table 6- Mean comparison of the effect of herbicide application on grain yield, biological yield and harvest index of rice

تیمار Treatment	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Biologicalyield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) HI (%)
کاربرد علفکش Herbicide application			
شاهد Control	1883.5e	5285.1e	34.15e
پرول ۱ + نوینو Prowl 1+Novino	5139.4d	11823.8d	43.47d
پرول ۲ + نوینو Prowl 2+Novino	5648.3c	12738.9c	44.24c
پرول ۳ + نوینو Prowl 3+Novino	6361.8b	14001.5b	45.26b
وجین Weeding	7323.9a	15677.8a	46.62a
$LSD_{0.05}$	263.86	535.02	0.70

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to LSD test.

تیمارها عبارت بودند از پرول ۱ (پندیمتالین به میزان یک لیتر در هکتار)، پرول ۲ (پندیمتالین به میزان دو لیتر در هکتار) و پرول ۳ (پندیمتالین به میزان سه لیتر در هکتار)

Treatments were Prowl 1 (Pendimethalin 1 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 2 (Pendimethalin 2 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1}), Prowl 3 (Pendimethalin 3 L ha^{-1}) + Bispyribac sodium (100 cc ha^{-1})

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد علف‌کش نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۵۶۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار) تحت تیمار وجین حاصل شد، در حالی که کمترین آن با حدود ۶۶/۳ درصد کاهش در شرایط شاهد مشاهده گردید. مشاهدات نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف علف‌کش سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد شد ولی بالاترین کارآیی در بین تیمارهای علف‌کش، مربوط به علف‌کش پرول ۳ + نوینو با میانگین عملکرد بیولوژیک برابر با ۱۴۰۰۱/۵ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب به میزان ۱۵/۵ و ۹ درصد بیشتر از علف‌کش پرول ۱ + نوینو و علف‌کش پرول ۲ + نوینو بود (جدول ۶). در نتایجی مشابه، درخشان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که استفاده از تیمارهای وجین و کاربرد علف-کش پندیمتالین به‌ترتیب موجب افزایش ۴۶/۹ و ۲۸/۱ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با عدم کنترل علف‌های هرز گردید. بررسی‌های به عمل آمده توسط سایر پژوهشگران نشان داد که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیک برنج به میزان ۶۴ درصد کاهش یافت (۲۸). نتایج گویای آن بود که درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد یا عدم کنترل علف-

های هرز نسبت به تیمارهای وجین و کاربرد علف‌کش کمتر از درصد کاهش عملکرد دانه بود. حساسیت کمتر عملکرد بیولوژیک به تنش رقابت علف‌های هرز نسبت به عملکرد دانه می‌تواند ناشی از حساسیت کمتر رشد رویشی گیاهان در مقایسه با رشد زایشی باشد (۱۲).

بررسی‌ها نشان داد که کمترین میزان شاخص برداشت (۳۴/۱۵ درصد) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز مشاهده گردید در حالی که کاربرد دزهای مختلف علف‌کش پرول سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در مقایسه با تیمار شاهد گردید، ولی بالاترین شاخص برداشت با میانگین ۴۶/۶۲ درصد تحت تیمار وجین حاصل شد و مصرف علف‌کش پرول ۳ + نوینو در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۶). مطالعات قبلی بیانگر این بود که مقدار شاخص برداشت برنج در شرایط متفاوت رقابتی، ارقام مختلف و تیمارهای مختلف علف‌کشی در محدوده ۲۴ تا ۵۸ درصد متغیر می‌باشد (۲۹). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده که بیشترین میزان شاخص برداشت با میانگین ۴۸/۲ درصد در تیمار شاهد کنترل علف هرز مشاهده شد(۲۸)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین مقدار صفات مورفولوژیکی، تعداد پانیکل در متر مربع و هم‌چنین کمترین ماده خشک علف‌های هرز در فاصله ردیف کمتر حاصل شد در حالی که با افزایش تدریجی فاصله ردیف کاشت، صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری کاهش یافتند. اعمال تیمار وجین منجر به حصول حداکثر عملکرد دانه گردید، اگرچه مصرف علف‌کش پرول در دزهای مختلف نیز سبب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در بین تیمارهای مصرف علف‌کش، کاربرد پرول ۳ بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه داشت. رقم هوازی وندانا از توان رقابتی بالاتر در تداخل با علف‌های هرز در مقایسه با رقم پرمحصول ندا برخوردار بود. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر در شرایط کشت هوازی، استفاده از رقم وندانا، فاصله ردیف کاشت ۱۲/۵ سانتی‌متر و مصرف علفکش پرول ۳ بیشترین تأثیر را در کاهش تجمع وزن خشک علف‌های هرز و بهبود عملکرد دانه برنج داشت.

References

1. Vial, L.K. 2007. Aerobic and alternate-wet-and-dry (AWD) rice systems. Nuffield Australia publishing. Griffith NSW 2680. Australia.
2. Bouman, B.A.M., Lampayan, R.M. and Tuong, T.P. 2007 Water Management in Irrigated Rice*:* Coping with Water Scarcity. International Rice ResearchInstitute, Los Baños, Philippines. 54 p.
3. Tuong, T.P. and Bouman, B.A.M. 2003 Rice production in water-scarce environments. In: Kijne, J.W., Barker, R. and Molden, D (Eds), Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, UK, pp 53-67.
4. Moumeni, A. 2014. Study on possibility of changing rice cultivation system from irrigation to aerobic condition in Mazandaran provinc. J. Crop Prod. *6*(4): 215-228. (In Persian)
5. Shao, G., Cui, J., Lu, B., Brian, B.J., Ding, J. and She, D. 2015. Impacts of controlled irrigation and drainage on the yield and physiological attributes of rice. Agric. Water Manage. 149: 156-165.
6. Ebrahimi Rad, H., Babazadeh, H., Amiri, E. and Sedghi, H. 2018. Effect of irrigation management and planting density on yield and water productivity of rice (Hashemi cultivar). J. Water Res. Agric. 31(4): 625-636. (In Persian)
7. Templeton, D. and Bayot, R. 2011. Aerobic rice-responding to water scarcity: An impact assessment of the 'developing a system of temperate and tropical aerobic rice (STAR) in Asia' project. CGIAR Challenge Program on Water and Food. www.waterandfood.org.
8. Moumeni, A. 2017. An overview on potential of aerobic rice production in water crisis conditions in Iran. Iranian J. Crop Sci. 18(3): 179-195. (In Persian)
9. Limouchi, K. and Yarnia, M. 2016. The effect of drought stress on the yield stability and grain field elements of aerobic rice genotype in the north of khouzestan. App. Field Crops Res. 29(4): 60-71. (In Persian)
10. Rajakumar, D., Subramanian, E., Ramesh, T., Maragatham, N., Martin, G.J. and Thiyagarajan, G. 2009. Striding towards aerobic rice cultivation- A review. Agric. Rev. 30(3): 213-218.
11. Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 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 Res. 117: 177-182.
12. Derakhshan, A., Gherekhloo, J. and Bagherani, N. 2015. Effect of row spacing and herbicide application on the growth indices, yield and yield components of rice in direct seeding. J. Crop Prod. 8(2): 31-49. (In Persian)
13. Derakhshan, A., Gharakhlou, J. and Bagherani, N. 2013. Evaluating the effect of row spacing and herbicide application on weed control in direct-seeded rice. Weed Res. J. 5(2): 137-152.

14. Rajabian, M., Asghari, J., Ehteshami, S.M.R. and yaghoubi, B. 2018. Evaluation the effect of herbicides on weed management and grain yield of rice genotypes in direct-seeded conditions. Iranian J. Field Crop Sci. 49(1): 125-141.
15. Samadi kalkhoran, E., Alebrahim, M.T. and Faraji, H. 2019. The evaluation of Ethalfluralin, Trifluralin and Pendimethalin efficacy of different doses on controlling of potato (*Solanum tuberosum* L.) weed. J. Crop Prod. 12(1): 79-98. (In Persian)
16. Parvez, M.D.S., Abdus Salam, M.D., Kato-Noguchi, H. and Begum, M. 2013. Effect of cultivar and weeding regime on the performance of translant aman rice. Int. J. Agric. Crop Sci. 6(11): 654-666.
17. Yaghoubi, B., Aminpanah, H. and Sharifi, P. 2021. Efficacy of some new herbicides for barnyardgrass controlling (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv) in different rice genotypes. J. Plant Prod. Res. 28(1): 169-184.
18. Dhima, K., Vasilakoglu, I., Lithourgidis, A., Mecolari, E., Keco, R., Agolli, X. and Eleftherohorinos, I. 2008. Phytotoxicity of 10 winter barley varieties and their competitive ability against common poppy and ivy-leaved speedwell. Experiment. Agric. 44: 385-397.
19. Shir Mohammadi, K., Zand, A., Baghestani, M.A., Rahil, A.R. and Mirhadi, S.M.J. 2012. Evaluation of the efficacy of different herbicides for controlling broadleaf weeds in potato *(Solanum tuberosum* L.). J. Plant Ecol. 24: 77-87. (In Persian)
20. Khaliq, A., Hussain, M., Matloob, A., Tanveer, A., Zamir, S.I., Afzal. I. and Aslam, F. 2014. Weed growth, herbicide efficacy indices, crop growth and yield of wheat are modified by herbicide and cultivar interaction. Pakistan J. Weed Sci. Res. 20(1): 91-109.
21. Mahajan, G., Poonia, V. and Chauhan, B.S. 2014. Integrated weed managemnt using planting pattern, cultivar, and herbicide in dry-seeded rice in northwest India. Weed Sci. 62: 350-359.
22. Ahmed, S. and Chauhan, B.S. 2015. Efficacy and phytotoxicity of different rates of oxadiargyl and pendimethalin in dry-seeded rice (*Oryza sativa* L.) in Bangladesh. Crop Protec. 72: 169-174.
23. Namuco O.S., Cairns J.E. and Johnson, D.E. 2009. Investigating early vigour in upland rice *(Oryza sativa* L.): Part I. Seedling growth and grain yield in competition with weeds. Field Crops Res. 113: 197-206.
24. Nasiri, S., Asghari, J., Samizadeh, H., Moradi, P. and Shirzad, F. 2014. Evaluation of oxadiargyl and thiobencarb herbicides efficacy on rice *(Oryza sativa* L.) yield and yield components. Cereal Res. 3(4): 307-319. (In Persian)
25. Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. Field Crops Res. 121: 226-231.

26. Ebrahimpour Lish, A., Asghari, J., Moradi, P. and Samizade, H. 2017. Determining the optimum concentration of pretilachlor and sunrice plus herbicides for weed control in rice. J. Crop Prod. Process. 6(22): 121-134. (In Persian)
27. Onwuchekwa-Henry, C.B., Coe, R., Ogtrop, F.V., Roche, R. and Tan, D.K.Y. 2023. Efficacy of pendimethalin rates on barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) and their effect on photosynthetic performance in rice. Agron. 13: 582.
28. Tokasi, S., Nouralizadeh Otaghsara, M. and Faez, R. 2020. Investigating the efficacy of bispyribac sodium SC42% herbicide in rice (*Oryza sativa* L.) weeds control. Cereal Res. 9(4): 331-345. (In Persian)
29. Mahdavi, F.L., Esmaeili, M.A., Fallah, A. and Pirdashti, H. 2005. Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. Iranian J. Crop Sci. 7 (4): 280-298. (In Persian)

The effects of sowing space row and reduced doses of pendimethalin on weed control and yield of selected rice cultivars in aerobic cultivation system

Daryoush Zakavi[1], Javid Gherekhloo[2*], Ali Moumeni[3], Afshin Soltani[4], Asieh Siahmarguee[5]

1. Ph.D Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: daryoushzakavi.2015@gmail.com
2. Corresponding author, Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: gherekhloo@gau.ac.ir
3. Associate Professor, Faculty member, Rice Research Institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran. E-mail: amoumeni@areeo.ac.ir
4. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: afsoltani@yahoo.com
5. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: siahmarguee@gau.ac.ir

Abstract

Background and objectives: Rice is one of the most important cereals and the main food of more than half of the world's population. Changing the farming method from submerged to aerobic cultivation using aerobic rice genotypes plays an important role in maintaining and sustaining rice production. On the other hand, weed management is one of the main challenges in this planting system. Therefore, the use of suitable varieties, optimal planting distance and application of the correct doses of herbicides are of great importance in the aerobic cultivation system. thus, the present study was conducted with the aim of investigating the possibility of reducing the dose of pendimethalin herbicide with different planting intervals on weed population control and its impacts on yield components and grain yield of two aerobic Vandana and high-yielding Neda rice varieties under aerobic cultivation conditions.

Materials and methods: The experiment was carried out as a split-block in a randomized complete block design with three replications in the Rice Research Institute of Iran (Mazandaran-Amol) during 2020-2021 and 2021-2022 growing season. Experimental treatments were the rice varieties at two levels (Vandana (aerobic genotype) and Neda (high-yielding and drought-tolerant rice)) as the main factor, sowing row spacing at three levels (12.5, 25 and 37.5 cm) as the sub-factor and herbicide treatment at five levels (control (without weed control), pendimethalin (1 L ha^{-1}) + bispyribac sodium, pendimethalin (2 L ha^{-1}) + bispyribac sodium, pendimethalin (3 L ha^{-1}) + bispyribac sodium and weeding) as the sub-sub factor were considered. The bispyribac sodium was used at the dose of 100 cc ha^{-1} in all experimental plots.

Results: The results indicated that the number of filled grains per panicle and the ability to compete with weeds of the aerobic variety Vandana were higher compared with the high-yielding variety Neda. The highest plant height (85.46 cm) and panicle length (18.71 cm) were observed at a sowing space of 12.5 cm, while the plant height and panicle length significantly reduced when the sowing space increased. Also, the highest number of panicles m^{-2} (292.26 panicles m^{-2}) was obtained at the sowing row spacing of 12.5 cm, while increasing the sowing row spacing to 25 and 37.5 cm, the number of panicles m^{-2} reduced by 8.2% and 19.6 %, respectively. The weeding treatment led to highest plant height, panicle length, number of panicles (m^{-2}), number of filled grains per panicle and grain yield, and the treatment of pendimethalin (3 L ha^{-1}) + bispyribac sodium ranked next. In addition, the use of pendimethalin (2 L ha^{-1}) + bispyribac sodium produced the highest 1000-grain weight (25.94 g). Although the highest grain yield was achieved in weeding conditions (7323.9 kg ha^{-1}), but the application of pendimethalin (3 L ha^{-1}) + bispyribac sodium significantly led to the control of weeds and improvement of yield components and

grain yield compared with the use of pendimethalin (1 L ha^{-1}) + bispyribac sodium, pendimethalin (2 L ha^{-1}) + bispyribac sodium and control conditions.
Conclusion: According to the results of the present study, in the aerobic cultivation conditions, the use of Vandana variety, the sowing row spacing of 12.5 cm and the application of pendimethalin (3 L ha^{-1}) + bispyribac sodium had the greatest impact in reducing the dry weight accumulation of weeds and improving rice grain yield.
Keywords: Aerobic rice, grain yield, sowing space, weed dry weight reduction