Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (125-141)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.232598.654315

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص۱۴۱-۱۲۵)

ارزیابی تأثیر علف‌کش‌ها بر مدیریت علف‌های هرز و عملکرد دانهٔ نژادگان‌های برنج در شرایط کشت مستقیم

مریم رجبیان[۱]، جعفر اصغری[۲*]، سید محمدرضا احتشامی[۳] و بیژن یعقوبی[۴]

۱.دانشجوی دکتری زراعت، ۲. استاد، ۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی- دانشگاه گیلان
٤. استادیار بخش گیاهپزشکی موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۹٦/۰٤/۲۱- تاریخ پذیرش:۹٦/۰٦/۲۵)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر علف‌کش‌ها بر مدیریت علف‌های هرز و عملکرد دانهٔ نژادگان (ژنوتیپ)های مختلف برنج، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۹٤ در مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت انجام گرفت. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل پنج سطح مدیریت علف هرز به‌صورت ۱- کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ بوتیل ۲- کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل ۳- کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل، ٤- کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل به‌همراه ۵- شاهد آلوده به علف هرز (بدون کاربرد علف‌کش) تحت جامعه طبیعی علف‌های هرز و کرت‌های فرعی نیز شامل ده نژادگان برنج بودند. نتایج نشان داد، اثر نژادگان، مدیریت علف هرز و اثر متقابل آن‌ها بر همهٔ صفات مورد ارزیابی شامل زیست‌تودهٔ علف‌های هرز، ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و عملکرد دانهٔ برنج معنی‌دار بود. نژادگان‌های برنج واکنش‌های متفاوتی را از نظر صفات مورد بررسی در هر سطح مدیریت علف هرز نشان دادند که علت این امر به ویژگی‌های ژنتیکی و توانایی رقابتی متفاوت رقم‌ها نسبت داده می‌شود. همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب کاهش معنی‌دار زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه در همهٔ نژادگان‌ها در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شدند؛ با این وجود تیمار کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل با داشتن کمترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و بالاترین کارایی مدیریت و مهار (کنترل) آن‌ها و همچنین بالاترین میزان عملکرد دانه در همهٔ نژادگان‌ها، بهترین ترکیب علف‌کشی برای مدیریت مطلوب علف‌های هرز بوده و به‌نظر می‌رسد که بتواند جایگزین مناسبی برای وجین دستی به‌منظور کاهش هزینه‌های کارگری و اقتصادی‌تر کردن تولید برنج باشد.

واژه‌های کلیدی: بن‌سولفورون‌متیل، پرتیلاکلر، پروپانیل، پندیمتالین، سای‌هالوفوپ‌بوتیل.

Evaluation the effect of herbicides on weed management and grain yield of rice genotypes in direct- seeded conditions

Maryam Rajabian [1], Jafar Asghari [2 *], Seyyed Mohammad Reza Ehteshami [3] and Bijan Yaghoobi [4]

1. PhD. Student of Agronomy, 2. Professor 3. Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Guilan 4. Assistant professor, Plant protection Department. Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

(Received: July 12, 2017 - Accepted: September 16, 2017)

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of herbicides on weed management and grain yield of different rice genotypes, an experiment was conducted at Rice Research Institute of Iran in Rasht during 2015-16 cropping season. The experiment was laid out in a split plot based on randomized complete block design with three replications. The treatments included five levels of weed management as 1- sequential application of pendimethalin followed by bensulfuron-methyl followed by cyhalofop- butyl; 2- sequential application of pretilachlor followed by bensulfuron- methyl followed by cyhalofop-butyl; 3- sequential application of pendimathelin followed by bensulfuron- methyl followed by propanil; 4- sequential application of pretilachlor followed by bensulfuron- methyl followed by propanil) along with 5- weedy check (without using herbicide) under natural weed flora as the main plots and ten rice genotypes as subplots. The results showed that the effects of genotype, weed management and their interaction was significant on all traits including weed biomass, plant height, yield components and grain yield of rice. Rice genotypes showed different responses in terms of evaluated traits at each level of weed management, which may be related to different genetic characteristics and competitive ability of genotypes. All herbicide treatments significantly reduced the weed biomass and increased grain yield of all genotypes compared with weedy check; however sequential application of pretilachlor followed by bensulfuron-methyl followed by propanil is the best herbicide combination because of the least weed biomss and highest weed control efficiency and also the highest grain yield in all genotypes. It seems that this combination of herbicides can be a good alternative for hand weeding in order to reduce labor costs and more economical production of rice.

Keywords: Bensulfuron- methyl, cyhalofop- butyl, pendimethalin, pretilachlor, propanil.

* Corresponding author E-mail: jafarasghari7@gmail.com

مقدمه

برنج، یکی از غلات مهم و غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان است. در حدود ۹۰ درصد از کل برنج جهان، در قارهٔ آسیا تولید و مصرف می‌شود (FAO, 2014). در ایران نیز برنج پس از گندم، مهم‌ترین محصول زراعی بوده و سطح زیر کشت آن به‌طور تقریبی ۵۳۰ هزار هکتار است.

روش عمدهٔ تولید برنج در آسیا و همچنین ایران، نشاکاری دستی گیاهچه‌ها در خاک گل‌آب شده با شرایط غرقاب دائم است. این روش کشت برتری‌هایی همچون استقرار بهتر گیاه، مدیریت و مهار (کنترل) مناسب علف‌های هرز توسط آب ایستا و همچنین کاهش اتلاف پرانشت[1] عمیق دارد (Sharma *et al*., 2003). با این حال، وجود تنگناهایی همچون دشواری عملیات احداث خزانه و نشاکاری، کاهش دسترسی به نیروی کارگری در زمان نشاکاری به دلیل مهاجرت آنان از مناطق روستایی به نواحی شهری و در نتیجه، افزایش هزینه‌های کارگری و همچنین کمبود آب برای غرقاب دائم در نظام کشت نشایی، ضرورت توجه به روشی جایگزین را به‌منظور کاهش هزینه‌های تولید این محصول راهبردی و اقتصادی‌تر کردن تولید برنج آشکار می‌سازد.

کشت مستقیم برنج در شرایط بوم‌شناختی و نظام‌های تولیدی مختلف، نوید چیرگی بر چالش‌های موجود را داده و به‌عنوان جایگزینی بالقوه برای کشت نشایی قابل‌تصور است (Singh *et al*., 2016). این نظام کشت نیاز به نیروی کارگری، آب و نهاده‌های کمتری داشته و از دیگر سودمندی‌های آن می‌توان به آسانی و سرعت کشت و به دنبال آن، کاهش طول دورهٔ رشد و رسیدگی زودتر (۱۰-۷ روز) و در نتیجه کاشت بهنگام گیاه زراعی بعدی،کاهش احتمال آسیب‌پذیری برنج در نتیجهٔ خشکی پایان فصل و همچنین قابلیت ماشینی شدن اشاره کرد (Chauhan *et al*., 2015; Farooq *et al*., 2011; Balasubramanian & Hill, 2002; Kim *et al*., 2000).

باوجود همهٔ برتری‌های یادشده برای کشت مستقیم، مدیریت علف‌های هرز چالش اصلی در این نظام کشت به شمار می‌آید. در این نظام کشت، علف‌های هرز همزمان با گیاهچهٔ برنج سبز شده و در مقایسه با کشت نشایی، با سرعت بیشتری در خاک مرطوب رشد می‌کنند و در نتیجه، رقابتی شدید برای منابع میان گیاه زراعی و علف‌های هرز رخ می‌دهد (Khaliq & Matloob, 2011). از این‌رو، علف‌های هرز بزرگ‌ترین و مهم‌ترین عامل محدودکنندهٔ زیستی در موفقیت کشت مستقیم به شمار آمده و ناموفق بودن مدیریت آن‌ها سبب افت عملکرد در محدودهٔ ۵۰ تا ۹۰ درصد می‌شود (Chauhan, 2012).

روش‌های سنتی و متداول مدیریت علف‌های هرز در برنج شامل وجین توسط خاک همزن یا دست است، با این وجود، این روش به دلیل کمبود کارگر در زمان بحرانی وجین و افزایش هزینه‌های کارگری قابلیت کاربرد عملی کمتری دارد (Chauhan, 2012; Kumar&Ladha, 2011). افزون بر این، انتخاب نظام کشت مستقیم سبب تغییر گیاهان (فلور) علف‌های هرز به سمت علف‌های هرز سخت- مدیریت و مهار[2] می‌شود (Singh *et al*., 2013). در این شرایط، انتخاب علف‌کش‌ها به دلیل کارایی بیشتر، کاربرد آسان‌تر، مدیریت انتخابی بهتر و صرفه‌جویی در به‌کارگیری نیروی نسانی و کاهش هزینه‌ها عمومیت بیشتری دارد.

با توجه به اینکه نظام کشت مستقیم در شرایط هجوم گونه‌های پرشمار و متنوع علف‌های هرز قرار دارد، تنها یک نوع علف‌کش قادر به مهار همهٔ آن‌ها نیست. بنابراین، ترکیبی از علف‌کش‌ها با چگونگی عمل متفاوت (کاربرد متوالی یا همزمان به‌صورت مخلوط در مخزن سمپاش با در نظر گرفتن اثر هم‌افزایی یا هم‌کاهی آن‌ها روی یکدیگر) و یا کاربرد علف‌کش‌های طیف گستردهٔ مهار علف‌های هرز به همراه دیگر اعمال زراعی به‌منظور مهار مؤثر گروه‌های مختلف علف‌های هرز از جمله جگن‌ها، پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها ضروری است (Awan *et al*., 2015). این روش می‌تواند مشکل مقاومت به علف‌کش‌ها و تغییر گیاهان علف‌های هرز که ناشی از کاربرد مداوم یک نوع علف‌کش است را نیز به تأخیر بیندازد (Mahajan

1 .Percolation

2. Hard- to- control

& Chauhan, 2015).

امروزه اطلاعات محدودی در رابطه با علف‌کش‌های پرشمار پیش‌رویشی، پس‌رویشی زودهنگام و دیرهنگام با نحوهٔ عمل متفاوت در هنگامی‌که به‌صورت انفرادی (جداگانه) یا متوالی در نظام‌های کشت مستقیم به کار می‌روند، وجود دارد. به‌منظور فراهم کردن حق انتخاب گسترده‌تر برای کشاورزان برای مدیریت مناسب علف‌های هرز در نظام کشت مستقیم، ارزیابی کارایی علف‌کش‌های مختلف پیش رویشی، پس رویشی زودهنگام و دیرهنگام که به‌تنهایی یا به‌صورت متوالی به کار می‌روند، ضرورت دارد (Awan *et al*., 2015).

باوجوداینکه علف‌کش‌ها مؤثرترین و قابل اطمینان‌ترین فناوری موجود برای مدیریت علف‌های هرز در کشت مستقیم هستند، ولی مدیریت پایدار و درازمدت علف‌های هرز در برگیرندهٔ تلفیقی از روش‌های چندی است. از این‌رو، لازم است که کاربرد علف‌کش‌ها با دیگر راهبردهای مدیریت علف‌های هرز تلفیق شود. شناسایی و گسترش رقم‌های رقیب می‌تواند در فرونشانی رشد علف‌های هرز بسیار مؤثر بوده و ابزاری برای مدیریت تلفیقی آن‌ها فراهم آورد (Fischer *et al*., 2001; Caton *et al*., 2003). استفادهٔ مؤثر از ابزار زراعی همچون رقم‌های رقیب درعین‌حال که کم‌هزینه و اطمینان‌بخش است، می‌تواند وابستگی کشاورزان به کاربرد بیشتر علف‌کش‌ها را کاهش داده و امید به تولید پایدار را بیشتر کند.

پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با تأثیر رقم‌های Prabhat, Gautam, Krishna Hamsa و کاربرد متوالی علف‌کش‌های بوتاکلر و 2, 4- D، پرتیلاکلر و آزیم‌سولفورون، پنوکسولام، اتوکسی‌سولفورون و فنوکساپروپ، پروپانیل و تریکلوپیر، پیرازوسولفورون و بیس‌پریباک‌سدیم بر مدیریت علف‌های هرز و عملکرد دانهٔ برنج نشان داد، همهٔ تیمارهای علف‌کشی در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز (رقابت تمام فصل) برتری معنی‌داری داشته و میان رقم‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری در زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و عملکرد دانه وجود داشت. علف‌کش‌های مختلف با داشتن کارایی متفاوت در مدیریت علف‌های هرز سبب تفاوت در بهره‌گیری رقم‌ها از منابع موجود و در نتیجه تفاوت در عملکرد دانه شدند (Kumar *et al*., 2012). ارزیابی علف‌کش‌های مختلف به‌منظور مدیریت علف‌های هرز در سه رقم برنج در نیجریه نیز نشان‌دهندهٔ برتری کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر و دیمتامترین و همچنین پیپروفوس و سینوسولفورون در مدیریت علف‌های هرز و وجود تفاوت معنی‌دار میان رقم‌های مختلف از نظر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و عملکرد دانه بود. دلیل تفاوت میان رقم‌ها به تفاوت در ارتفاع و توان رقابتی آن‌ها نسبت داده شد (Ishaya *et al*., 2007). تحقیقات انجام گرفته در ارتباط با ارزیابی کارایی علف‌کش‌های کوئینکلوراک، بوتاکلر، بن‌سولفورون‌متیل+ بوتاکلر و کوئینکلوراک+ بن‌سولفورون‌متیل و همچنین رقم‌های برنج در مدیریت علف هرز پیزور در شالیزار نشان داد، زیست‌تودهٔ این علف هرز تحت تأثیر رقم برنج و تیمارهای علف‌کشی قرار گرفته و در رقم هاشمی در مقایسه با رقم خزر به میزان ۶۲ درصد کمتر بود. دلیل این امر به قدرت رقابتی کمتر رقم خزر نسبت داده شد. ترکیب علف‌کش‌های بوتاکلر+ بن‌سولفورون‌متیل نیز بالاترین کارایی در مدیریت پیزور در هر دو رقم را داشت (Yaghoubi and Tahghighi, 2015).

تحقیقات مربوط به اصلاح و ارزیابی سازگاری رقم‌های برنج برای کشت نشایی به‌طور منظم در کشور انجام می‌شود، امّا کشت مستقیم این گیاه زراعی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به کشت برنج به‌روش مستقیم در بیش از ده استان کشور، این پژوهش به‌منظور بررسی تناسب برخی رگه (لاین)های امیدبخش و نیز رقم‌های رایج برای کشت مستقیم و نیز ارزیابی کارایی شماری از علف‌کش‌ها در مدیریت علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی رشت صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور واقع در ۵

کیلومتری شهرستان رشت با طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقهٔ شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقهٔ شمالی از نصف‌النهار گرینویچ و با ارتفاع ۷- متر از سطح دریای آزاد انجام گرفت. خاک محل اجرای آزمایش بافت لوم‌سیلتی‌رسی با اسیدیتهٔ ۷/۵، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع ۱/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر، کربن آلی و نیتروژن کل به‌ترتیب ۱/۸۹ و ۰/۱۵ درصد و فسفر و پتاسیم قابل‌جذب نیز به‌ترتیب، ۱۲/۷۶ و ۱۶۵/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم داشت. میانگین مجموع بارندگی، کمینه و بیشینهٔ دما و کمینه و بیشینهٔ رطوبت در دورهٔ رشد برنج به‌ترتیب ۵۲/۱۲ میلی‌متر، ۲۰/۱۴ و ۲۹/۴۴ درجهٔ سلسیوس، ۶۱/۳ و ۹۵/۷۱ درصد بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی (ابعاد ۱۱/۵×۱۵ متر) شامل سطوح مدیریت علف هرز به‌صورت ۱- کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل ۲- کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل ۳- کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل و ۴- کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (مشخصات علف‌کش‌ها در جدول ۱ آورده شده است) به همراه ۵- شاهد آلوده به علف هرز (بدون کاربرد علف‌کش) تحت جامعهٔ طبیعی علف‌های هرز به‌دلیل پراکنش یکنواخت آن‌ها و کرت‌های فرعی (ابعاد ۰/۷ ×۱۵ متر) نیز شامل ۱۰ نژادگان (ژنوتیپ) برنج (۲ رقم بومی، چهار رقم اصلاح‌شده و چهار رگهٔ امیدبخش) بود.

نژادگان‌های مورد ارزیابی با غربالگری از میان ۳۵ رقم و رگهٔ امیدبخش در شرایط آزمایشگاه و گلخانه و بر مبنای صفاتی همچون درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی، وزن تر و خشک کل، سطح برگ و درنهایت، شاخص طولی و وزنی بنیهٔ گیاهچه (صفات اولیهٔ مرتبط با توان رقابتی) انتخاب شدند (پس از نمره‌دهی و بر مبنای میانگین رتبه در مجموعهٔ صفات) (داده‌ها آورده نشده است). ده نژادگان منتخب و مورد بررسی در این تحقیق شامل رقم‌های بومی هاشمی و آبجی‌بوجی، رقم‌های اصلاح‌شدهٔ گیلانه، صالح، شیرودی و تازه‌حسنی و چهار رگهٔ امیدبخش RI18430-1، RI18430-60، RI18430-72 و RI18430-77 بودند (ویژگی‌های رقم‌های بالا در کشت نشایی در جدول ۲ آورده شده است (ارزیابی در شرایط کشت مستقیم صورت نگرفته است).

عملیات آماده‌سازی و تسطیح زمین در نیمهٔ اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ماه، زمین غرقاب اولیه شده (به عمق حدود ۳ سانتی‌متر) و یک روز بعد، عملیات کاشت رقم‌های با تراکم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (Hill *et al*., 1990) انجام گرفت. نظام کشت مستقیم به‌کاررفته در این پژوهش، کشت در بستر آبی و به‌صورت پخش بذرهای جوانه‌دارشده بر سطح آب ایستا بود. پیش‌جوانه‌دار کردن بذرها نیز در شرایط مناسب (خیساندن در آب به مدت ۲۴ ساعت و قرار دادن در محیط مرطوب (بین کاه و پلاستیک) به مدت ۴۸ ساعت) انجام گرفته بود (مبنای جوانه‌زنی، رسیدن طول ریشه‌چه به حدود ۲ میلی‌متر بود) (ISTA, 2009).

کاربرد علف‌کش‌های خاک‌مصرف پندیمتالین (EC 33%) (شرکت سازنده: یوپی‌ال هند) و پرتیلاکلر (EC 50%) (شرکت سازنده: آریا شیمی) بر مبنای دُز توصیه‌شده و به ترتیب به میزان ۴ و ۱/۷۵ لیتر در هکتار (به‌ترتیب ۱۳۲۰ و ۸۷۵ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار)، هفت روز پیش از کشت و پس از ایجاد غرقاب به ارتفاع ۷-۵ سانتی‌متر در کرت‌ها انجام گرفته و پس‌ازآن، آب موجود در کرت‌ها به‌طور طبیعی به‌منظور بیرون آمدن خاک از حالت باتلاقی (خشک شدن خاک)، خارج شد. بن‌سولفورون‌متیل (WG 60%) (شرکت سازنده: برزگر برجسته) به میزان ۶۰ گرم در هکتار (۳۶ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار)، ۱۲ روز پس از کاشت (در مرحلهٔ دوبرگی برنج و حدود یک تا دوبرگی علف هرز) و پروپانیل (EC 36%) (شرکت سازنده: متروپل کیمیا ترکیه) و سای‌هالوفوپ‌بوتیل (EC 18%) (شرکت سازنده: Shanghai Bosman Industrial Co., Ltd) نیز در مرحلهٔ ۶-۵ برگی گیاه

زراعی و بیشینهٔ سه‌برگی علف هرز (۲۸ روز پس از کشت) به میزان به‌ترتیب ۱۲ لیتر (۴۳۲۰ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار) و ۲۵۰ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار و به‌صورت برگ‌پاش به‌کاربرده شدند. کاربرد علف‌کش‌های خاک‌مصرف با آب‌گیری از کرت‌های ایزوله شده با مرز و کاربرد علف‌کش‌های برگ‌مصرف نیز با استفاده از سمپاش پشتی (شارژی مدل ماتابی) (فشار ۲ مگا پاسکال و واسنجی (کالیبراسیون) بر پایهٔ ۲۰۰ لیتر در هکتار آب) انجام گرفت. غرقاب دوباره و پیوسته نیز در مرحلهٔ ۶-۵ برگی تا ۱۴ روز پیش از برداشت انجام گرفت. کودهای مصرفی بر پایهٔ آزمون خاک و توصیه‌های فنی برای هر رقم به‌صورت پایه و سرک استفاده شد (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره برای رقم‌های بومی هاشمی وآبجی بوجی و۱۳۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم‌های اصلاح‌شده و رگه‌ها به‌صورت تقسیطی در سه مرحله، همزمان با کاشت به‌صورت پایه و مرحلهٔ پنجه‌زنی فعال و آغاز خوشه‌دهی به‌صورت سرک و کودهای پتاس و فسفر به‌ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات‌پتاسیم و سوپرفسفات‌تریپل برای همهٔ رقم‌ها و رگه‌ها همزمان با کاشت). مبارزه با آفات نیز در دورهٔ رشد برنج انجام گرفت (استفاده از سم دانه‌ای (گرانول) دیازینون ۱۰درصد به‌میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج).

به‌منظور ارزیابی میزان آسیب (گیاه‌سوزی) ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها روی گیاه زراعی از جمله کوتاهی ارتفاع یا ریشه و شاخساره، تیمار وجین مورد نیاز است؛ ولی در این پژوهش اجرای تیمار وجین به‌دلیل نوع نظام و روش کشت مورد استفاده (پخش بذرها) و امکان آسیب به گیاه زراعی در نتیجهٔ وجین به‌دلیل نبود فضای کافی برای حرکت درون کرت آزمایشی و به‌طورکلی منطقی و اقتصادی نبودن تیمار وجین با وجود تراکم بسیار زیاد علف‌های هرز، وجود نداشت. از این‌رو، آسیب ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها تنها به‌صورت مشاهده چشمی سبزروی (کلروز) برگی برنج، هفت روز پس از کاشت و پس‌ازآن، در فاصلهٔ هفت‌روزه تا ۵۶ روز پس از کاشت (شش مرحله) و بر مبنای مقیاس ۰ تا ۱۰۰ (که ۰ به معنای بدون سبزروی و ۱۰۰ به معنای سبزروی کامل است)، برآورد شد (Singh *et al*., 2016).

کارایی علف‌کش‌ها برای مهار علف‌های هرز با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه شد (Mahajan& Chauhan, 2015):

$$HE(\%)= (DWC-DWT)/DWC\times100$$

در این رابطه، DWC، وزن خشک علف‌های هرز در کرت‌های شاهد آلوده به علف هرز و DWT، وزن خشک علف‌های هرز در کرت‌های تیمارشده با علف‌کش است. بدین منظور، همزمان با رسیدگی و برداشت محصول (تاریخ اول شهریور برای رقم‌های هاشمی، تازه‌حسنی و رگه‌های RI18430-1، RI18430-60 و RI18430-77، ششم شهریور برای رقم‌های صالح، گیلانه، آبجی‌بوجی و رگهٔ RI18430-72 و هشتم شهریور برای رقم شیرودی)، با استفاده از دو چهارگوش (کوادرات) ۰/۲۵ مترمربع از علف‌های هرز موجود در همهٔ کرت‌ها به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری کرده و نمونه‌ها را به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده و وزن خشک آن‌ها به تفکیک گونه اندازه‌گیری شد.

عملکرد دانه (شلتوک) با حذف اثر حاشیه از سطحی معادل ۵ مترمربع برای هر رقم و رگه و بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری شد. تعیین صفاتی همچون ارتفاع بوته و همچنین اجزای عملکرد شامل شمار خوشه در مترمربع، شمار دانه پر در خوشه و وزن هزاردانه نیز همزمان با برداشت و با انتخاب پنج بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انجام گرفت.

پس از اطمینان از عادی (نرمال) بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف، تجزیهٔ واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخهٔ ۹/۲) (رویهٔ GLM) انجام گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های علف‌کش‌های مورد بررسی در پژوهش

Table 1- Some Characteristics of herbicides studied in the experiment

Trade name	commone name	Chemical family	Mechanism of action
Stomp (EC)	Pendimethalin (EC 33%)	Dinitroaniline	Microtubule assembly inhibitor
Rifit (EC)	Pretilachlor (EC 50%)	Chloroacetamide	Inhibitor of synthesis of very long-chain fatty acids
Londax	Bensulfuron-methyl (WG 60%)	Sulfonylurea	Acetolactate synthase (ALS), inhibitor
Clincher 100(EC)	Cyhalofop-butyl (EC 18%)	Aryloxyphenoxy propionate	Acetyl CoA carboxylase (ACCase) inhibitor
Stam F (EC)	Propanil (EC 36%)	Amide	Photosynthesis inhibitor at photosystem II

جدول ۲. ویژگی‌های نژادگان‌های برنج مورد بررسی در پژوهش (کشت نشایی) (Allahgholipoor *et al*., 2011 و (Allahgholipoor *et al*., 2015

Table 2- Characteristics of rice genotypes studied in the experiment (Transplanting)

No	Genotype	Pedigree	Plant height (cm)	Days to 50% flowering	Amylose content (%)	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
1	Hashemi	Native cultivar	139.3	92.5	20.65	3500
2	Abjiboji	Native cultivar	163.3	95	19.6	3500
3	Tazeh Hasani	Improved cultivar	110	85	18.3	5040
4	Gilaneh	Improved cultivar	111.2	90	21.6	5420
5	Shiroodi	Improved cultivar	106	104	23	7500
6	Saleh	Improved cultivar	115	98	26.7	5000
7	RI18430-1	Line (Saleh/Hashemi)	120.75	87.5	20	4990
8	RI18430-60	Line (Saleh/Hashemi)	114	87.5	20.6	7140
9	RI18430-72	Line(Saleh/Hashemi)	117.75	88.5	20.5	4470
10	RI18430-77	Line(Saleh/Hashemi)	119.92	84.5	19.95	6490

نتایج و بحث

زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و کارایی مدیریت علف‌کش‌ها

ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز موجود در شالیزار شامل باریک‌برگ‌ها (سوروف)[1] و جگن‌ها (پیزوردریایی[3] و اویارسلام[4]) بود. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۳) نشان داد، اثر نژادگان، مدیریت علف هرز و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز معنی‌دار بود. معنی‌دار بودن اثر متقابل به این مفهوم است که تفاوت میان تیمارهای مختلف مدیریت علف هرز به رقم کشت‌شده بستگی دارد. از این‌رو، برش‌دهی اثر متقابل برای صفت یادشده انجام گرفت. تجزیهٔ واریانس برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۴) نشان داد، در همهٔ سطوح مدیریت علف هرز، واکنش متفاوتی میان رقم‌ها از نظر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز وجود داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد، زیست‌تودهٔ علف‌های هرز در تیمار شاهد آلوده به علف هرز (T5) بالاترین میزان و از ۲۴۶ تا ۶۰۴/۱۴ گرم در مترمربع در میان نژادگان‌های مختلف، متغیر بود. بالاترین زیست‌تودهٔ علف هرز (۶۰۴/۱۴ گرم در مترمربع) در رگهٔ RI18430-77 با ۵۸/۵۲ درصد سوروف و ۴۱/۴۸ درصد جگن و پایین‌ترین میزان آن (۲۴۶ گرم در مترمربع) در رقم بومی هاشمی با ۵۲/۱۳ درصد سوروف و ۴۷/۸۷ درصد جگن مشاهده شد. در نتایج پژوهشی دیگر، دلیل برتری رقم‌ها از نظر کاهش زیست‌تودهٔ علف هرز به ارتفاع و توان رقابتی بیشتر

1. *Echinochloa crus-galli*
2. *Scirpus maritimu*
3.*Cyperus difformis*

نسبت داده شد (Parvez *et al.*, 2013). نتایج تحقیقات دیگر پژوهشگران نیز تفاوت‌های مورفوفیزیولوژیکی میان رقم‌ها را به دلیل تأثیر بر توان رقابتی و در نتیجه هجوم علف‌های هرز، عامل تفاوت میان رقم‌ها از نظر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز معرفی کرد (Khaliq *et al.*, 2014).

به‌طورکلی در همهٔ نژادگان‌ها در شرایط آلوده به علف هرز، زیست‌تودهٔ سوروف بیشتر از جگن‌ها بود. دلیل این امر را می‌توان به توانایی تولید بذر زیاد، خواب بذر، رشد سریع، گلدهی در طیف گسترده‌ای از دورهٔ نوری (فتوپریود) و به‌طورکلی توانایی بالا در سازگاری با شرایط مختلف محیطی در سوروف نسبت داد (Muan Barrett, 1986). همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب کاهش معنی‌دار زیست‌تودهٔ علف‌های هرز در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شدند (جدول ۵). در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، رگهٔ RI18430-72 بدون تفاوت معنی‌دار با رقم بومی هاشمی به‌ترتیب با ۸۶ و ۷۳ درصد کاهش در زیست‌تودهٔ کل علف‌های هرز، بیشترین و رگهٔ RI18430-1 بدون تفاوت معنی‌دار با رقم گیلانه و رگهٔ RI18430-77 به‌ترتیب با ۹۲، ۹۴ و ۹۵ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز کمترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، به‌ترتیب رقم بومی آبجی‌بوجی با ۶۷ درصد و رگهٔ RI18430-77 با ۹۳ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز بیشترین و کمترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز را داشتند. با کاربرد متوالی علف‌کش‌های پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3)، رقم بومی آبجی‌بوجی و رگهٔ RI18430- 77 به‌ترتیب با ۲۱ و ۸۰ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز بیشترین و کمترین زیست‌تودهٔ علف هرز را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولوفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز رقم اصلاح‌شدهٔ گیلانه با ۹۷ درصد کاهش و رقم بومی آبجی‌بوجی بدون تفاوت معنی‌دار با رقم‌های هاشمی، تازه‌حسنی و رگهٔ RI18430-1 با حدود ۹۹ درصد کاهش (برای همه) در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز کمترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز را داشتند (جدول ۵). این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات برخی از پژوهشگران مبنی بر اینکه علف‌های هرز واکنش متفاوتی را نسبت به رقم‌های مختلف بسته به توان رقابتی آن‌ها نشان داده و رقابت آن‌ها بسته به نوع علف‌کش، طیف بازدارندگی و چگونگی عمل آن‌ها متفاوت است، همخوانی داشت (Mahajan *et al.*, 2014).

اثر متقابل نژادگان و مدیریت علف هرز بر کارایی کاربرد علف‌کش‌ها نیز معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر رقم‌ها بر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز به‌دلیل تفاوت در توان رقابتی آن‌ها، متفاوت بوده و از این‌رو، به‌صورت غیرمستقیم کارایی کاربرد علف‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار داد. با کاربرد متوالی علف‌کش‌های پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، بالاترین و پایین‌ترین کارایی مدیریت علف‌های هرز به‌ترتیب با ۹۵/۵۷ (۹۵/۷۵ درصد مدیریت سوروف و ۹۵/۳۱ درصد مدیریت جگن‌ها نسبت به شاهد آلوده به علف هرز) و ۷۳/۴۲ (۷۴/۱ درصد مدیریت سوروف و ۷۲/۶۳ درصد مدیریت جگن‌ها) درصد به رگهٔ RI18430-77 و رقم هاشمی اختصاص داشت. در زمان کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، بیشترین و کمترین کارایی مدیریت علف‌های هرز با ۹۳/۳۵ (۹۲/۶۴ درصد مدیریت سوروف و ۹۴/۲۵ درصد مدیریت جگن‌ها نسبت به شاهد) و ۶۵/۴۱ درصد (۶۲/۶۷ درصد مدیریت سوروف و ۶۹/۶۳ درصد مدیریت جگن‌ها) به‌ترتیب در رقم بومی آبجی‌بوجی و تازه‌حسنی دیده شد؛ اگرچه تفاوت معنی‌داری میان رقم تازه‌حسنی و رگهٔ RI18430-1 مشاهده نشد. بالاترین و پایین‌ترین کارایی مدیریت علف‌های هرز در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3) به‌ترتیب با ۸۱/۷۱ (۸۰/۶۷ درصد مدیریت سوروف و ۸۲/۷۸ درصد

مدیریت جگن‌ها نسبت به شاهد) و ۱۷/۱۴درصد (۴/۵۴ درصد مدیریت سوروف و ۳۶/۵۹ درصد مدیریت جگن‌ها) در رقم اصلاح‌شدهٔ گیلانه و تازه‌حسنی دیده شد. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز بالاترین کارایی مدیریت علف‌های هرز با ۹۹/۸۲ (۹۹/۹۸ درصد مدیریت سوروف و ۹۹/۵۷ درصد مدیریت جگن‌ها نسبت به شاهد) در رقم تازه‌حسنی بدون تفاوت معنی‌دار با رقم‌های هاشمی، آبجی‌بوجی و رگهٔ RI18430-1 و پایین‌ترین میزان آن با ۹۴/۴۷ درصد (۹۶/۱۸ درصد مدیریت سوروف و ۹۲/۴۵ درصد مدیریت جگن‌ها نسبت به شاهد) در رقم اصلاح‌شدهٔ صالح مشاهده شد (جدول ۵). نتایج تحقیقات نشان داده است، در نظام‌های متکی بر علف‌کش، کارایی کاربرد علف‌کش‌ها در ترکیب با گونه‌ها یا رقم‌هایی از گیاه زراعی با توان رقابتی بالاتر که سبب کاهش زیست‌تودهٔ علف هرز می‌شوند، بهبود می‌یابد (Lemerle *et al*., 1996; Rahman *et al*., 2012)، از این‌رو، دلیل کارایی متفاوت علف‌کش‌ها در رقم‌های مختلف ممکن است به تفاوت در ویژگی‌هایی از رقم که سبب تفاوت در توان رقابتی آن‌ها می‌شود؛ همچون تفاوت در الگوهای ریشه‌ای، تولید مواد دگرآسیب، شاخص سطح برگ بالاتر، ارتفاع بیشتر، دریافت نور بیشتر، ظرفیت پنجه‌زنی بالاتر و الگوی رشد رویشی متفاوت، نسبت داده شود (Dhima *et al*., 2008). افزون بر این، گاه کارایی متفاوت علف‌کش‌ها به تفاوت در حساسیت علف‌های هرز نسبت به علف‌کش نیز نسبت داده می‌شود (Fischer *et al*., 1993).

نتایج یک پژوهش، کارایی کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل در رقم بومی هاشمی را ۷۵ درصد گزارش کرده بود (Aalaee Bazkiyaei *et al*., 2017). تفاوت نتیجهٔ پژوهش یادشده با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با توجه به تفاوت در شرایط محیطی و همچنین زمان کاربرد علف‌کش‌ها (به‌ترتیب سه، ۹ و ۳۰ روز پس از کاشت) که بر کارایی آن‌ها تأثیرگذار است، قابل توجیه است. به‌طورکلی نتایج نشان داد، کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) در همهٔ نژادگان‌ها، پایین‌ترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و بالاترین کارایی مدیریت آن‌ها را دارد. پرتیلاکلر با تأثیر مناسب بر علف‌های هرز باریک‌برگ (سوروف) و جگن‌ها، بن‌سولفورون‌متیل با اثرگذاری بر جگن‌ها و پروپانیل نیز با مدیریت مناسب باریک‌برگ‌ها (سوروف) و جگن‌ها، ترکیب تیماری مطلوبی را برای مدیریت علف‌های هرز در طیفی مناسب فراهم آوردند.

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس تأثیر نژادگان و مدیریت علف هرز بر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و برخی صفات برنج

Table 3. Analysis of variance for the effects of genotype and weed management on weed biomass and some rice traits

S.O.V	d.f	MS					
		Weed biomass	Plant height	Panicles ($no.m^{-2}$)	Filled grains ($no.panicles^{-1}$)	1000-grain weight	Grain yield
Block	2	1.16^{ns}	20.58^{ns}	2662.32^{ns}	20.35^{ns}	1.15^{ns}	58652.8^{ns}
Herbicide	4	832694.36^{**}	5086.06^{**}	236823.91^{**}	5831.35^{**}	81.88^{**}	75139387.2^{**}
Error a	8	0.26	19.57	850.99	21,73	2.08	14895
Genotype	9	9638.91^{**}	2518.27^{**}	101956.45^{**}	757.59^{**}	103.56^{**}	6228095.7^{**}
Genotype×Herbicide	36	2418.86^{**}	176.03^{**}	22908.6^{**}	192.69^{**}	18.33^{**}	1346305.7^{**}
Error b	90	5.61	6.8	689.63	8.91	1.35	19747
C.V (%)	----	1.55	2.77	7.53	7.19	4.01	4.23

* and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively ns: Not- significant

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس و برش‌دهی اثر متقابل رقم‌های برنج در هر سطح مدیریت علف هرز برای صفات مورد بررسی
Table 4- Analysis of variance and slicing for interaction of rice genotypes in each weed management level for evaluated traits

Herbicide	d.f	MS					
		Weed biomass	Plant height	Panicles ($no.m^{-2}$)	Filled grains ($no.panicle^{-1}$)	1000-grain weight	Grain yield
Pendimethalin+Bensulfuron-methul+Cyhalofop-butyl	9	762.4**	518.59**	62201**	326.65**	54.92**	4501559**
Pretilachlor+Bensulfuron-methul+Cyhalofop-butyl	9	6693.42**	666.08**	41167**	413.02**	26.15**	2858954**
Pendimethalin+Bensulfuron-methul+Propanil	9	19602**	726.7**	38396**	502.58**	30.91**	1268404**
Pretilachlor+Bensulfuron-methul+Propanil	9	401.79**	793.56**	42421**	184.33**	46.61**	2507328**
Weedy check	9	36487**	515.47**	9405.87**	101.78**	18.29**	477074**

* and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively ns: Not- significant

تأثیر تیمارها بر گیاه زراعی

سبزروی برنج

هیچ‌گونه نشانه‌ای مبنی بر سبزروی در نتیجهٔ کاربرد تیمارهای علف‌کشی در هیچ‌یک از نژادگان‌ها مشاهده نشد. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات برخی از پژوهشگران نیز بدون آسیب‌رسانی و سبزروی ناشی از کاربرد علف‌کش‌های استام اف-۳۴[۵]، بنتازون[۶] و همچنین مفناست[۷] و رین بو[۸] را در رقم‌های برنج نشان داد (Pacanoski& Glatkova, 2009).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۳) نشان داد، اثر نژادگان، مدیریت علف هرز و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. نتایج برخی از پژوهش‌ها نیز معنی‌دار بودن اثر متقابل نژادگان و مدیریت علف هرز را نشان داده‌اند (Awan *et al*., 2001). برش‌دهی اثر متقابل برای ارتفاع بوته انجام شده و تجزیهٔ واریانس برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۴) نشان داد، در همهٔ سطوح مدیریت علف هرز، واکنش متفاوتی میان نژادگان‌ها از نظر ارتفاع بوته وجود داشت. بر مبنای مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۶)، ارتفاع بوته در تیمار شاهد آلوده به علف هرز (T5) کمترین میزان را نشان داده و از ۵۷ (رقم شیرودی) تا ۱۰۲/۳۳ سانتی‌متر (رقم هاشمی) متغیر بود. رقابت شدید علف هرز با گیاه زراعی بر سر منابع موجود (نور، آب، مواد غذایی و فضا) سبب عدم رشد مطلوب و کاهش ارتفاع برنج در این تیمارها شد (Nasiri *et al*., 2014). دلیل تفاوت موجود میان نژادگان‌ها را نیز می‌توان این‌گونه توضیح داد که ارتفاع بوته صفتی تنوع داشته و درواقع از اجزای ژنتیکی هر رقم است؛ از این‌رو تفاوت میان نژادگان‌ها به تفاوت‌های ژنتیکی آن‌ها بر می‌گردد (Parvez *et al*., 2013).

کاربرد همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب افزایش ارتفاع بوته در همهٔ نژادگان‌ها در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شد. کاربرد علف‌کش‌ها به‌واسطهٔ مدیریت علف‌های هرز و کاهش رقابت میان آن‌ها و گیاه زراعی بر سر منابعی همچون نور، آب، مواد غذایی و فضا سبب افزایش توانایی برنج در بهره‌گیری از منابع و افزایش ارتفاع می‌شود (Nasiri *et al*., 2014). در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، رقم هاشمی بدون تفاوت معنی‌دار با رگهٔ RI18430-60 به‌ترتیب با ۱۱ و ۳۱ درصد افزایش، بیشترین و رقم شیرودی با ۳۰ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، کمترین

1. Stam F-34
2. Bentazon
3. Mefenacet
4. Rainbow

ارتفاع بوته را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، رقم آبجی‌بوجی و شیرودی به‌ترتیب با ۹۲ و ۴۰ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع بوته را نشان دادند. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3) و همچنین پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز رقم آبجی‌بوجی به‌ترتیب با ۹۳ و ۹۸ درصد و رقم شیرودی با ۴۶ و ۴۲ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، بیشترین و کمترین میزان ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۶). در نتایج برخی از پژوهش‌ها نیز به افزایش ارتفاع بوته در نتیجهٔ کاربرد علف‌کش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز اشاره کرده‌اند (Aalaee Bazkiyaei *et al*., 2017, Nasiri *et al*., 2014).

اجزای عملکرد و عملکرد دانه (شلتوک)

تجزیهٔ واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد، اثر نژادگان، مدیریت علف هرز و اثر متقابل آن‌ها بر اجزای عملکرد و عملکرد دانهٔ برنج معنی‌دار بود. نتایج برخی از پژوهش‌ها نیز معنی‌دار بودن اثر متقابل نژادگان و مدیریت علف‌های هرز را بر عملکرد دانه و اجزای آن نشان داده‌اند (Awan *et al*., 2001؛ Kumar *et al*., 2012؛ Bhurer *et al*., 2013؛ Ishaya *et al*., 2007). برش‌دهی اثر متقابل برای عملکرد دانه و اجزای آن انجام شده و نشان‌دهندهٔ واکنش متفاوت میان نژادگان‌ها از نظر همهٔ این صفات در همهٔ سطوح مدیریت علف هرز بود (جدول ۴).

مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد، پایین‌ترین شمار خوشه در مترمربع در شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شده و میزان آن از ۱۴۹/۳۳ (رگهٔ RI18430-72) تا ۳۱۷/۳۳ (رقم هاشمی) متغیر بود. به‌طورکلی رقابت علف‌های هرز سبب محدودیت عنصرهای غذایی، نبود خوشه‌دهی در بسیاری از پنجه‌ها و در نهایت کاهش شمار خوشه در واحد سطح نیز می‌شود (Aminpanah, 2011).

همهٔ تیمارهای علف‌کشی با مدیریت علف‌های هرز و ایجاد فضای مطلوب‌تر برای رشد گیاه زراعی سبب افزایش تولید پنجه و به دنبال آن، پنجهٔ بارور (خوشه) شدند.

در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، بالاترین شمار خوشه در واحد سطح (مترمربع) با ۱۸۲ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز به رگهٔ RI18430-60 تعلق داشته و پایین‌ترین شمار نیز در رقم آبجی‌بوجی با ۶۰ درصد افزایش بدون تفاوت معنی‌دار با رقم‌های صالح و تازه‌حسنی به‌ترتیب با ۲۷ و ۱۱ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شد. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، بالاترین و پایین‌ترین شمار خوشه در مترمربع به رگهٔ RI18430-77 و رقم ابجی‌بوجی به‌ترتیب با ۱۶۴ و ۶۳ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز اختصاص داشت. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3)، بالاترین و پایین‌ترین شمار خوشه در مترمربع به‌ترتیب در رگهٔ RI18430-1 با ۱۴۳ درصد افزایش و رقم آبجی‌بوچی با ۹۱ درصد افزایش نسبت به شاهد دیده شد. در شرایط کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولوفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز به‌ترتیب رقم شیرودی با ۱۳۰ درصد و آبجی‌بوجی با ۱۵۶ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، بیشترین و کمترین شمار خوشه در مترمربع را داشتند (جدول۶).

کمترین شمار دانهٔ پر در خوشه در شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شده و میزان آن از ۱۰/۳۳ (رقم تازه‌حسنی) تا ۲۶/۳۳ (رگهٔ RI18430-60) متغیر بود (جدول ۶). کاهش نور رسیده به تاج‌پوشش برنج در اثر رقابت و سایه‌اندازی علف‌های هرز روی گیاه زراعی سبب کاهش نورساخت (فتوسنتز) به‌ویژه در دورهٔ پر شدن دانه شده و در نتیجه شمار دانه‌های پر کاهش می‌یابد (Yamasue, 2001).

همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب افزایش شمار دانه پر در خوشه در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شدند (جدول ۶). کاهش تراکم و زیست‌تودهٔ علف‌های هرز امکان تولید شاخ و برگ بیشتر برای برنج و

دسترسی بهتر به نور را فراهم کرده و این امر سبب افزایش نورساخت تاج‌پوش و به دنبال آن، افزایش توان رقابتی، فراهمی مادهٔ پروردهٔ بیشتر، تقویت همه‌جانبهٔ گیاه و پر شدن بهتر دانه خواهد شد (Ebrahimpour Lish *et al.*, 2017). در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، گیلانه با ۳۸۶ درصد افزایش، بیشترین و هاشمی بدون تفاوت معنی‌دار با رگهٔ RI18430-1 به‌ترتیب با ۵۲ و ۲۵۸ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، کمترین شمار دانه پر در خوشه را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، آبجی بوجی با ۳۵۳ درصد افزایش نسبت به شاهد، بالاترین و رگهٔ RI18430- 77 بدون تفاوت معنی‌دار با رگهٔ RI18430-72 به‌ترتیب با ۱۴۷ و ۱۷۹ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، پایین‌ترین شمار دانه پر در خوشه را به خود اختصاص دادند. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3)، آبجی‌بوجی با ۴۲۸ درصد و رگهٔ RI18430-1 با ۱۳۰ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز به‌ترتیب بیشترین و کمترین شمار دانه پر در خوشه را نشان دادند. در شرایط کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز به‌ترتیب گیلانه با ۳۲۵ درصد و رگهٔ RI18430-72 با ۱۴۶ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز بالاترین و پایین‌ترین شمار دانه پر در خوشه را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). نتایج پژوهش‌های چندی افزایش شمار خوشه در واحد سطح و شمار دانه پر در خوشه در نتیجهٔ کاربرد علف‌کش را در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز نشان دادند (Awan *et al.*, 2015 ؛ Bhurer *et al.*, 2012).

میزان وزن هزاردانه در شاهد آلوده به علف هرز از ۲۳/۰۷ (گیلانه) تا ۳۲ (تازه‌حسنی) متغیر بود (جدول ۶). کاربرد علف‌کش‌ها همیشه سبب افزایش وزن هزاردانه در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز نشد. برخی از منابع نیز اشاره کرده‌اند، گاهی استفاده از برخی علف‌کش‌ها تأثیر منفی بر وزن هزاردانه دارد. نتایج پژوهشی نشان داد، کاربرد سموم شیمیایی روی علف‌های هرز اثر منفی بر وزن هزاردانهٔ عدس داشت (Elkoca *et al.*, 2004). ممکن است گیاه برنج با انتقال دوبارهٔ منابع به دانه‌های موجود که تحت رقابت علف‌های هرز از شمار آن‌ها کاسته شده است، قادر به حفظ وزن تک‌دانه در سطح شایان‌پذیرشی باشد. این‌گونه به نظر می‌رسد که کاهش شمار دانهٔ پر در تیمارهای آلوده به علف هرز سبب افزایش بهره‌مندی دانه‌ها از مواد نورساختی شده و گاه حتی میزان آن بیشتر از هنگامی است که علف‌کش مصرف شده است. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، رقم تازه‌حسنی با ۱۷ درصد افزایش، بیشترین و رگهٔ RI18430-1 با ۰/۰۶ درصد کاهش بدون تفاوت معنی‌دار با RI18430-60 با ۲۶/۶۷ درصد افزایش و رقم‌های گیلانه با ۱۱ درصد افزایش و صالح با ۰/۰۷ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز پایین‌ترین وزن هزاردانه را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، تازه‌حسنی و RI18430-72 به‌ترتیب با ۰/۰۶ و ۲۷ درصد افزایش نسبت به شاهد، بیشترین و RI18430-77 با ۰/۰۳ درصد کاهش بدون تفاوت معنی‌دار با RI18430-1، RI18430-60، رقم شیرودی و صالح به ترتیب با ۰/۰۰۱ درصد کاهش، ۰/۰۳ درصد افزایش، ۱۳ درصد افزایش و ۰/۰۳ درصد کاهش نسبت به شاهد، کمترین وزن هزاردانه را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3)، رقم بومی هاشمی با ۲۹ درصد و رقم اصلاح‌شدهٔ صالح با ۰/۰۹ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان وزن هزاردانه را نشان دادند. در شرایط کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز رقم تازه‌حسنی با ۱۴ درصد افزایش نسبت به شاهد، بیشترین و رگهٔ RI18430-1 بدون تفاوت معنی‌دار با رگهٔ RI18430-77 و رقم صالح به‌ترتیب با ۰/۰۰۹ درصد، ۶/۴۸ درصد

و ۰/۰۵ درصد کاهش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، کمترین میزان وزن هزاردانه را نشان دادند (جدول ۶).

مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد، پایین‌ترین میزان عملکرد دانه در همهٔ نژادگان‌ها در شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شده و میزان آن از ۴۰۵/۷ (آبجی‌بوجی) تا ۱۵۲۷/۹۱ (هاشمی) متغیر بود. در شرایط آلوده به علف هرز، رقابت برون‌گونه‌ای میان علف‌های هرز و گیاه زراعی سبب کمبود شدید عنصرهای غذایی، کاهش اجزای عملکرد و در نهایت،، عملکرد دانه شد (Nasiri *et al*., 2014).

همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شدند. علف‌کش‌ها با تأثیر بر جمعیت و زیست‌تودهٔ علف‌های هرز، سبب افزایش فضای رشدی و دسترسی بیشتر گیاه زراعی به نور، آب و عنصرهای غذایی شده و از این‌رو، توان رقابتی گیاه برنج افزایش یافته و این امر سبب غلبه بر علف‌های هرز، افزایش رشد، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه شد (Ebrahimpour Lish *et al*., 2017). در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T1)، رقم شیرودی با ۳۲۳ درصد افزایش، بیشترین و رقم آبجی‌بوجی بدون تفاوت معنی‌دار با رقم صالح به‌ترتیب با ۳۲۳ و ۲۱۵ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، کمترین عملکرد دانه را نشان دادند.

در شرایط کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (T2)، شیرودی با ۳۸۸ درصد افزایش، بالاترین و رگهٔ RI18430-72 بدون تفاوت معنی‌دار با رقم آبجی‌بوجی به‌ترتیب با ۶۴۶ و ۶۶۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد، پایین‌ترین عملکرد دانه را داشتند. در شرایط کاربرد متوالی پندیمتالین، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T3)، رقم اصلاح‌شدهٔ شیرودی با ۲۹۰ درصد افزایش، بیشترین و تازه‌حسنی بدون تفاوت معنی‌دار با رگهٔ RI18430-77 به‌ترتیب با ۴۳۷ و ۴۲۸ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، کمترین عملکرد دانه را نشان دادند. در شرایط کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل (T4) نیز رقم شیرودی با ۴۷۷ درصد افزایش، بالاترین و آبجی‌بوجی بدون تفاوت معنی‌دار با رقم‌های گیلانه، صالح و هاشمی به‌ترتیب با ۹۴۵، ۶۷۹، ۶۵۲ و ۱۸۴ درصد افزایش نسبت به شاهد آلوده به علف هرز، پایین‌ترین میزان عملکرد دانه را نشان دادند (جدول ۶).

به‌طورکلی، بالاترین میزان عملکرد دانه در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز در همهٔ نژادگان‌ها با کاربرد متوالی پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل به دست آمد. با توجه به اینکه عملکرد دانه تابعی از شمار خوشه در واحد سطح، شمار دانه پر در خوشه و وزن هزاردانه است، بالاتر بودن مجموعه این صفات در شرایط کاربرد این تیمار علف‌کشی که بالاترین کارایی مدیریت و پایین‌ترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز را نشان داد، سبب مشاهده بالاترین میزان عملکرد دانه در همهٔ نژادگان‌ها شد. افزون بر این، عملکرد دانه در شرایط کاربرد این تیمار علف‌کشی در برخی از نژادگان‌ها در مقایسه با کشت نشایی (جدول ۲) بیشتر بود، علت این امر ممکن است به کاربرد تراکم کشت مناسب (برای رقم) و یا دیگر اعمال مدیریتی (کوددهی در زمان و به‌میزان مناسب برای آن رقم و ...) مربوط باشد که به گیاه زراعی توانایی رقابتی مطلوب برای مقابله با علف‌ها را داده و توان رقابتی مناسب به‌همراه تیمار علف‌کشی با کارایی مدیریت بسیار مطلوب، سبب کاهش زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و افزایش عملکرد در مقایسه با کشت نشایی شد.

نتایج به‌دست‌آمده از یک پژوهش، میزان افزایش عملکرد دانهٔ رقم هاشمی در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز با کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل را ۸۸ درصد نشان داد (Aalaee Bazkiyaei *et al*., 2017). زمان متفاوت در مصرف علف‌کش‌ها و همچنین شرایط محیطی و مدیریتی متفاوت که بر کارایی علف‌کش‌ها و زیست‌تودهٔ علف‌های هرز اثرگذار است، تفاوت در نتایج را توجیه می‌کند.

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و کارایی علف‌کش‌ها در واکنش به اثر متقابل نژادگان و مدیریت علف‌های هرز با استفاده از برش‌دهی اثر متقابل

Table 5- Mean comparison of weed biomass and herbicide efficiency in response to the interaction of genotype and weed management with slicing of interaction

Genotype	Weed management	Weed biomass ($g.m^{-2}$)			Herbicide efficiency (%)		
		Total	Grasses	Sedges	Total	Grasses	Sedges
Hashemi	T1	65.34 ^{a}	33.10 ^{ab}	32.24 ^{a}	73.42 ^{g}	74.1 ^{d}	72.63 ^{d}
Abji boji	T1	35.44 ^{e}	19.9 ^{bc}	15.54 ^{bc}	92.01 ^{c}	91.87 ^{a}	92.16 ^{ab}
Gilaneh	T1	24.85 ^{f}	12.88 ^{c}	11.97 ^{bc}	94.18 ^{b}	94.06 ^{a}	94.3 ^{ab}
Saleh	T1	39.47 ^{d}	23.69 ^{abc}	15.78 ^{bc}	91.37 ^{d}	90.45 ^{ab}	92.44 ^{ab}
Shiroodi	T1	46.27 ^{c}	19.95 ^{bc}	26.32 ^{ab}	91.79 ^{cd}	93.34 ^{a}	89.06 ^{bc}
Tazeh Hasani	T1	37.83 ^{de}	18.18 ^{c}	19.65 ^{abc}	88.75 ^{e}	91.08 ^{a}	85.15 ^{c}
RI18430-1	T1	23.09 ^{f}	15.71 ^{c}	7.37 ^{c}	92.69 ^{c}	91 ^{a}	94.8 ^{ab}
RI18430-60	T1	56.53 ^{b}	32.46 ^{ab}	23.58 ^{ab}	85.07 ^{f}	84.3 ^{c}	86 ^{c}
RI18430-72	T1	66.02 ^{a}	36.49 ^{a}	29.53 ^{ab}	86.06 ^{f}	85.71 ^{bc}	86.45 ^{c}
RI18430-77	T1	26.77 ^{f}	15.04 ^{c}	11.74 ^{bc}	95.57 ^{a}	95.75 ^{a}	95.31 ^{a}
Hashemi	T2	68.3 ^{g}	37.76 ^{e}	30.54 ^{de}	72.23 ^{d}	70.5 ^{cd}	74.07 ^{c}
Abji boji	T2	29.48 ^{h}	18.05 ^{f}	11.43 ^{f}	93.35 ^{a}	92.64 ^{a}	94.25 ^{a}
Gilaneh	T2	79.44 ^{f}	42.87 ^{de}	36.57 ^{d}	81.39 ^{b}	80.25 ^{b}	82.65 ^{b}
Saleh	T2	89.77 ^{e}	69.68 ^{b}	20.09 ^{ef}	80.38 ^{b}	71.97 ^{cd}	90.42 ^{a}
Shiroodi	T2	33.35 ^{h}	15.96 ^{f}	16.39 ^{ef}	94.26 ^{a}	94.73 ^{a}	93.46 ^{a}

Table 5- Continued

Tazeh Hasani	T2	116.29 ^{b}	76.15 ^{b}	40.14 ^{cd}	65.41 ^{f}	62.67 ^{e}	69.63 ^{cd}
RI18430-1	T2	106.9 ^{c}	48.55 ^{de}	58.35 ^{b}	66.13 ^{f}	72.22 ^{cd}	58.46 ^{e}
RI18430-60	T2	97 ^{d}	54.9 ^{cd}	42.1 ^{cd}	74.14 ^{c}	73.45 ^{c}	74.99 ^{c}
RI18430-72	T2	118.55 ^{b}	64.61 ^{bc}	53.94 ^{bc}	74.97^{c}	74.75 ^{c}	75.3 ^{c}
RI18430-77	T2	193.79 ^{a}	110.46 ^{a}	83.33 ^{a}	67.92 ^{e}	68.76 ^{d}	66.71 ^{d}
Hashemi	T3	144.43 ^{g}	77.1 ^{e}	67.33 ^{ef}	41.28 ^{f}	39.87 ^{e}	42.82 ^{c}
Abji boji	T3	346.77 ^{a}	214.28 ^{a}	132.5 ^{a}	21.79 ^{i}	12.48 ^{g}	33.23 ^{d}
Gilaneh	T3	78.09 ^{j}	41.89 ^{f}	36.2 ^{h}	81.71 ^{a}	80.67 ^{a}	82.78 ^{a}
Saleh	T3	188.02 ^{f}	129.81 ^{d}	58.21 ^{f}	58.91 ^{e}	47.73 ^{c}d	72.15 ^{b}
Shiroodi	T3	221.87 ^{d}	147.69 ^{c}	74.17 ^{de}	60.64 ^{d}	51.13 ^{c}	69.26 ^{b}
Tazeh Hasani	T3	278.58 ^{b}	194.72 ^{b}	83.86 ^{cd}	17.14 j	4.54 ^{h}	36.59 ^{d}
RI18430-1	T3	216.95 ^{e}	119.33 ^{d}	97.63 ^{bc}	31.24 ^{h}	31.63 ^{f}	30.66 ^{d}
RI18430-60	T3	226.37 ^{c}	118.5 ^{d}	107.86 ^{b}	39.67 ^{g}	42.71 ^{de}	35.93 ^{d}
RI18430-72	T3	127.88 ^{h}	73.21 ^{e}	54.67 ^{fg}	73 ^{c}	71.35 ^{b}	74.92 ^{b}
RI18430-77	T3	118.71 ^{i}	77.43 ^{e}	41.28 ^{gh}	80.35 ^{b}	78.1 ^{a}	83.5 ^{a}
Hashemi	T4	0.6 ^{f}	0 ^{a}	0.6 ^{b}	99.76 ^{a}	100 ^{a}	99.49 ^{a}
Abji boji	T4	3.72 ^{f}	2.03 ^{a}	1.69 ^{b}	99.16 ^{a}	99.17 ^{a}	99.15 ^{a}
Gilaneh	T4	78.09 ^{j}	11.9 ^{a}	22.3 ^{a}	97.46 ^{b}	94.51 ^{b}	89.39 ^{b}
Saleh	T4	25.3 ^{b}	9.48 ^{a}	15.82 ^{a}	94.47 ^{d}	96.18 ^{ab}	92.45 ^{b}
Shiroodi	T4	11.7 ^{e}	0.1 ^{a}	11.6 ^{a}	97.92 ^{b}	99.97 ^{a}	95.33 ^{ab}
Tazeh Hasani	T4	0.61 ^{f}	0.04 ^{a}	0.56 ^{b}	99.82 ^{a}	99.98 ^{a}	99.57 ^{a}
RI18430-1	T4	0.61 ^{f}	0.02 ^{a}	0.59 ^{b}	99.81 ^{a}	99.99 ^{a}	99.58 ^{a}
RI18430-60	T4	9.53 ^{e}	0.04 ^{a}	9.49 ^{ab}	97.38 ^{b}	99.98 ^{a}	94.36 ^{ab}
RI18430-72	T4	19.54 ^{c}	10.46 ^{a}	9.08 ^{ab}	95.87 ^{c}	95.91 ^{ab}	95.83 ^{ab}
RI18430-77	T4	15.85 ^{d}	0.72 ^{a}	15.12 ^{a}	97.38 ^{b}	99.8 ^{a}	93.96 ^{ab}
Hashemi	T5	246 ^{j}	128.25 ^{f}	117.75 ^{f}	-----	-----	-----
Abji boji	T5	443.4 ^{e}	244.84 ^{c}	198.56 ^{c}	-----	-----	-----
Gilaneh	T5	427.02 ^{f}	216.68 ^{d}	210.33 ^{bc}	-----	-----	-----
Saleh	T5	457.54 ^{d}	248.49 ^{c}	209.05 ^{bc}	-----	-----	-----
Shiroodi	T5	563.7 ^{b}	309.67 ^{b}	254.03 ^{a}	-----	-----	-----
Tazeh Hasani	T5	336.23 ^{h}	203.99 ^{d}	132.23 ^{e}	-----	-----	-----
RI18430-60	T5	375.22 ^{g}	206.84 ^{d}	168.39 ^{d}	-----	-----	-----
RI18430-72	T5	473.61 ^{c}	255.66 ^{c}	217.95 ^{b}	-----	-----	-----
RI18430-77	T5	604.14 ^{a}	353.59 ^{a}	250.55 ^{a}	-----	-----	-----

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey 's Test.
T_1: Pendimethalin followed by bensulfuron-methyl followed by cyhalofop-butyl, T_2:Pretilachlor followed by bensulfuron-methyl followed by cyhalofop-butyl, T_3:Pendimethalin followed by bensulfuron-methyl followed by propanil, T_4: Pretilachlor followed by bensulfuron-methyl followed by propanil and T_5: Weedy check

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین برخی صفات برنج در واکنش به نژادگان و مدیریت علف هرز با استفاده از برش‌دهی اثر متقابل

Table 6- Mean comparison of some rice traits in response to the interaction of genotype and weed management with slicing of interaction

Genotype	Weed management	Plant height (cm)	Panicles ($no.m^{-2}$)	Filled grains ($no.panicle^{-1}$)	1000-grain weight (g)	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
Hashemi	T1	114 a	329.33 c	37 e	27.23 d	3006.63 e
Abji boji	T1	107 b	198.67 e	41.67 de	28.97 cd	1717.5 g
Gilaneh	T1	86.67 d	336 c	69.67 a	25.67 e	4255.6 c
Saleh	T1	82.67 d	212 e	42.67 d	25.7 e	1820.5 g
Shiroodi	T1	74.33 e	286.67 d	55 b	34.33 b	5301.3 a
Tazeh Hasani	T1	107.33 b	240 e	38 de	37.57 a	2158.17 f
RI18430-1	T1	86 d	560 b	37 e	24.03 e	3624.97 d
RI18430-60	T1	113 a	637.33 a	42.67 d	25.47 e	4804.8 b
RI18430-72	T1	84 d	313.33 cd	49.33 c	29.5 c	3502.43 d
RI18430-77	T1	81 d	354.67 c	37.67 e	27.6 d	2990.87 e
Hashemi	T2	116.67 b	377.33 e	49.67 c	29.87 b	3751 d
Abji boji	T2	126.67 a	202.67 g	65 a	29.27 b	3095.23 fg
Gilaneh	T2	83.33 fg	226.67 g	59.67 b	29.73 b	3318.2 ef
Saleh	T2	93.33 de	342.67 ef	52 c	26.73 c	3416.63 e
Shiroodi	T2	80 g	417.33 d	65 a	27.1 c	6113.9 a
Tazeh Hasani	T2	104.67 c	370 e	48 c	34.23 a	5038.93 b
RI18430-1	T2	97 d	466.67 c	39 d	25.53 c	3672.13 d
RI18430-60	T2	105 c	512 b	39.67 d	27.1 c	4335.67 c
RI18430-72	T2	86.33 f	306.67 f	36.33 de	32.6 a	3041.87 g
RI18430-77	T2	91.33 e	568 a	33 e	25.4 c	3492.73 e
Hashemi	T3	125 a	282.67 c	50.67 cd	36.5 a	3688.17 d
Abji boji	T3	128 a	237.33 d	75.67 a	29.07 de	4183.07b
Gilaneh	T3	107.67 c	358.67 b	59 b	30.87 cd	3938.23 c
Saleh	T3	91.67 e	348 b	53.33 c	25.13 f	3384.53 e
Shiroodi	T3	83 f	366 b	47 de	28.53 e	4886.8 a
Tazeh Hasani	T3	104.67 c	262.67 c	41.33 fg	34 b	2764.47 f
RI18430-1	T3	100 d	509.33 a	30 h	33.23 b	3139.77 e
RI18430-60	T3	114 b	345.33 b	44.33 ef	29.5 cde	3291.27 e
RI18430-72	T3	93 e	340 b	39.33 g	31 c	3302.13 e
RI18430-77	T3	86 f	332 b	36.67 g	29.33 cde	2838.57 f
Hashemi	T4	121 b	370.67 e	50.67 c	32.4 c	4349.07 d
Abji boji	T4	130.67 a	318.67 f	51 c	31.53 c	4240.67 d
Gilaneh	T4	99 c	320 f	61 a	27.6 de	4268.3 d
Saleh	T4	87.67 e	372.67 e	56 b	26.17 ef	4339.73 d
Shiroodi	T4	81.33 f	621.33 a	52.33 bc	34.37 b	7229.43 a
Tazeh Hasani	T4	117 b	369.33 e	50.33 c	36.43 a	5507.17 b
RI18430-1	T4	96.67 cd	572 bc	43.33 d	25.33 f	5016.87 c
RI18430-60	T4	117.33 b	474.67 d	45.33 d	28.93 d	5066.17 c
RI18430-72	T4	95 cd	597.33 ab	32 e	33.57 bc	4913.27 c
RI18430-77	T4	94.33 d	540 c	51.67 bc	26.03 ef	5580.23 b
Hashemi	T5	102.33 a	317.33 a	24.33 a	28.2 b	1527.91 a
Abji boji	T5	66 ef	124 e	14.33 c	26.67 bcd	405.7 c
Gilaneh	T5	76.67 c	212 c	14.33 c	23.07 f	547.84 c
Saleh	T5	63.33 f	166.67 d	14.33 c	27.67 bc	576.88 c
Shiroodi	T5	57 g	269.33 b	24.33 a	23.9 ef	1251.57 b
Tazeh Hasani	T5	67.67 de	216 c	10.33 c	32 a	513.94 c
RI18430-1	T5	70.67 d	209.33 c	13 c	25.57 de	603.3 c

Table 6-Continued

RI18430-60	T5	86 b	222.67 c	26.33 a	26.07 cd	1130.98 b
RI18430-72	T5	65.33 ef	149.33 de	13 c	25.7 de	407.23 c
RI18430-77	T5	69 de	214.67 c	13.33 c	26.2 cd	537.3 c

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey 's Test.

T_1: Pendimethalin followed by bensulfuron-methyl followed by cyhalofop-butyl, T_2:Pretilachlor followed by bensulfuron-methyl followed by cyhalofop-butyl, T_3:Pendimethalin followed by bensulfuron-methyl followed by propanil, T_4: Pretilachlor followed by bensulfuron-methyl followed by propanil and T_5: Weedy check

نتیجه‌گیری کلی

هیچ‌گونه نشانه‌ای مبنی بر سبزروی در نتیجهٔ کاربرد هیچ‌یک از تیمارهای علف‌کشی در نژادگان‌ها دیده نشد. بر مبنای نتایج، نژادگان‌های مختلف واکنش‌های

متفاوتی را نسبت به تیمارهای علف‌کشی از نظر صفاتی همچون ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد نشان دادند. زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و کارایی مدیریت آن‌ها توسط علف‌کش‌ها نیز در نژادگان‌های مختلف، متفاوت بود. توانایی رقابتی نژادگان‌ها که خود متأثر از صفات مختلف مورفوفیزیولوژیکی گیاه زراعی است، با تأثیر بر زیست‌تودهٔ علف‌های هرز، به‌طور غیرمستقیم می‌تواند کارایی کاربرد علف‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. از این‌رو، به نظر می‌رسد که توان رقابتی متفاوت نژادگان‌ها عامل تأثیرگذار بر کارایی متفاوت علف‌کش‌ها باشد.

همهٔ تیمارهای علف‌کشی سبب کاهش زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز شدند؛ با این وجود، کاربرد متوالی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، پروپانیل در همهٔ نژادگان‌ها، کمترین زیست‌تودهٔ علف‌های هرز و بالاترین کارایی مدیریت آن‌ها و همچنین، بالاترین میزان عملکرد دانه را داشته و برای مدیریت بهینهٔ علف‌های هرز در همهٔ نژادگان‌های مورد بررسی در شرایط کشت مستقیم، بسیار مناسب و موفق به‌نظر می‌رسد.

REFERENCES

1. Aalaee Bazkiyaei, P., Asghari, J., Moradi, P. & Amiri, E. (2017). Rice yield variations as affected by direct seeding and herbicide application. *Journal of Plant Ecophysiology*, 10(4):809-822 (In Farsi)
2. Allahgholipour, M., Moumeni, A., Nahvi, M., Yekta, M, & Zarbafi, S. (2012). Identification of parental combinations for improvement of rice grain quality, yield and yield components in rice. *Cereal Research*, 1(1): 1-10 (In Farsi).
3. Allahgholipour, M., Skokoofeh, A. A., Yekta, M., Shafiei Sabet, H., Mohammadi, M. & Lotfi, A. (2015). Improvement of rice cultivars for yield and quality characters through farmer 's participatory breeding programs. Rice Research Institute of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran. Pp. 41.
4. Aminpanah, H (2011). Response of more and less competitive rice cultivars to different densities of barnyardgrass. *Electronic Journal of Crop Production*, 4(4):67-84 (In Farsi).
5. Awan, I. U., Abbas, T. & Nadeem, M. A. (2001). Production efficiency of six rice cultivars against various herbicides applied for weed control in direct wet- seeded rice (*Oryza sativa* L.) culture. *Journal of Biological Sciences*, 9, 823-830.
6. Awan, T. H., Sta Cruz, P. C. & Chauhan, B. S. (2015). Agronomic indices, yield- contributing traits, and yield of dry- seeded rice under varying herbicides. *Field Crops Research*, 177, 15- 25.
7. Balasubramanian, V. & Hill, J. E. (2002). Direct seeding of rice in Asia: emerging issues and strategic research needs for the 21st century. In: Pandey, S., Mortimer, M., Wade, L., Tuong, T. P., Lopez, K., Hardy, B. (Eds), Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities. Inter. Rice. Res. Inst., Los Baños, Philippines, pp. 15- 42.
8. Bhurer, K. P., Yadav, D. N., Ladha, J. K., Thapa, R. B. & Pandey, K. R. (2013). Efficacy of various herbicides to control weeds in dry direct seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Global Journal of Biology, Agriculture& Health Sciences*, 2(4):205-212.
9. Caton, B. P., Cope, E. A. & Mortimer, M. (2003). Growth traits of diverse rice cultivars under severe competition: Implication for screening for competitiveness. *Field Crops Research*, 83, 157- 172.
10. Chahan, B. S. (2012). Weed ecology and weed management sterategies for dry seeded rice in Asia. *Weed Technology*, 26, 1-13.
11. Chauhan, B. S., Awan, T. H., Abugho, S. B., Evengelista, G. & Yadav, S. (2015). Effect of crop establishment methods and weed control treatments on weed management, and rice yield. *Field Crops Research*,172,72-84.
12. Crops Statistics. (2014-2015). growing season. Ministry of Agriculture, Department of planning and economy, center of information and communication technology. Pp.163 (In Farsi).
13. Dhima, K., Vasilakoglu, I., Lithourgidis, A., Mecolari, E., Keco, R., Agolli, X. & Eleftherohorinos, I. (2008). Phytotoxicity of 10 winter barley varieties and their competitive ability against common poppy and ivy-leaved speedwell. *Experimental Agriculture*, 44, 385-397.
14. Ebrahimpour Lish, A., Asghari, J., Moradi, P. & Samizade, H. (2017). Determining the Optimum Concentration of Pretilachlor and Sunrice plus Herbicides for Weed control in rice. *Journal of Crop Production and Processing* , 6 (22), 121-134 (In Farsi).
15. Elkoca, E., Kantar, F. & Zengin, H. (2004). Effects of chemical and agronomical weed control treatments on weed density, yield and yield parameters of lentil (*Lens culinaris* L. Cv. Eruzurum-89).

Asian *Journal of Plant Science*, 3(2):187-192.
16. FAO, 2014. FAOSTAT. Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http:/ www.fao.org
17. Farooq, M., Siddique, K. H. M., Rehman, H., Aziz, T., Lee, D-J. & Wahid, A. (2011). Rice direct seeding: Experiences, challenges and opportunities. *Soil and Tillage Research*, 111, 87- 98.
18. Fischer, A. J., Granados, E. & Trujillo, D. (1993). Propanil resistance in population of jungle rice (*Echinochloa colona*) in Combodian rice fields. *Weed Science*, 41, 201-206.
19. Fischer, A. J., Ramirez, H.V., Gibson, K. D. & Da Silveira, P. D. (2001). Competitiveness of semi dwarf upland rice cultivars against palisadegrass (*Brachiaria brizantha*) and signalgrass (*B. decumbens*) . *Agronomy Journal*, 93, 967- 973.
20. Hill, J. E., Bayaer, D. E., Bocchi, S. & Clampett, W. S. (1990). Direct seeded rice in thetemperate climates of Australia, Italy, and the United States. Selected papers from the International Rice Research Conference, Seoul, Korea. 27-31 August 1990. pp, 91- 102.
21. Ishaya, D. B., Dadari, S. A. & Shebayan, J. A. Y. (2007). Evaluation of herbicide for weed control in three varieties of upland rice (*Oryza sativa* L.) in the Nigerian Savannah. *Crop Protection*, 26, 1490-1495.
22. ISTA (International Seed Testing Association). (2009). International rules for seed testing. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
23. Khaliq, A. & Matloob,A. (2011). Weed crop competition period in three fine rice cultivars under direct seeded rice culture. *Pakistan Journal of Weed Science and Research*, 17, 229-243.
24. Khaliq, A., Hussain, M., Matloob, A., Tanveer, A., Zamir, S. I., Afzal. I. & Aslam, F. (2014). Weed growth, herbicide efficacy indices, crop growth and yield of wheat are modified by herbicide and cultivar interaction. *Pakistan Journal of Weed Science and Research*, 20(1):91-109.
25. Kim, J. K., Lee, M. H. & Kim, Y. S. (2000). Labor saving cultivation technologies of rice in Korea direct seeding and machine transplanting- national crop experimental station, Rural development Administration (RDA), Republic of Korea.
26. Kumar, P., Singh, Y. & Singh, U. P. (2012). Effect of cultivars and herbicides on weed growth and yield of boro rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Bio- resource and Stress Management*, 3, 59- 62.
27. Kumar, V. & Ladha, J. K. (2011). Direct seeding of rice: recent developments and future research needs. *Advances in Agronomy*, 111, 297- 413.
28. Lemerle, D., Verbleek, B., Cousens, R. D. & Coombes, N. E. (1996). The potential for selecting wheat cultivars strongly competitive against weeds. *Weed Research*, 36, 505- 513.
29. Mahajan, G. & B. S. Chauhan. (2015). Weed control in dry direct-seeded rice using tank mixtures of herbicides in South Asia. *Crop Protection*, 72, 90- 96.
30. Mahajan, G., Poonia, V. & Chauhan, B. S. (2014). Integrated weed managemnt using planting pattern, cultivar, and herbicide in dry- seeded rice in northwest India. *Weed Science*, 62, 350- 359.
31. Muan, M. A. & Barrett, S. C. H. (1986). The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 66:739-759.
32. Nasiri, S., Asghari, J., Samizadeh, H., Moradi, P. & Shirzad, F. (2014). Evaluation of oxadiargyl and thiobencarb herbicides efficacy on rice (*Oryza sativa* L.) yield and yield components. *Cereal Research*, 3(4): 307-319 (In Farsi).
33. Pacanoski, Z. & Glatkova, G. (2009). The use of herbicides for weed control in direct wet-seeded rice (*Oryza sativa* L.) in rice production regions in the Republic of Macedonia. *Plant Protection Science*, 45, 113-118.
34. Parvez, Md.S., Abdus Salam, Md., Kato-Noguchi, H. & Begum, M. (2013). Effect of cultivar and weeding regime on the performance of translant aman rice. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(11): 654-666.
35. Rahman,M., Juraimi, A. S., Suria J., Man, A. B. & Anwar, P. (2012). Response of weed flora to different herbicides in aerobic rice system. *Scientific Research and Essays*, 7, 12-23.
36. Sharma, P. K., Ladha, J. K. & Bhushan, L. (2003). Soil physical effects of puddling in the rice- wheat cropping system.In: Ladha , J. K., et al. (Eds), Improving the productivity and sustainability of rice-wheat systems: Issues and Impacts, ASA Spec Publ. 65. ASA, CSSA, and SSA. Madison, WI, pp.97-114.
37. Singh, V. P., Singh, S. P., Dhyani, V. C., Tripathy, N., Banga, A. & Yadav, V. R. (2013). Effect of establishment methods on shifting of weed flora in rice- wheat cropping systems. In: Proc. 24th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, October 22-25, 2013, Bandung, Indonesia, p, 494.
38. Singh, V., Jat, M. L., Ganie, Z. A., Chauhan, B. S. & Gupta, R. K. (2016). Herbicide options for

effective weed management in dry direct- seeded rice under scented rice- wheat rotation of Western Indo- Gangetic Plains. *Crop Protection*, 81, 168-176.

39. Yaghoobi, B. & Tahghighi, H. (2015). Herbicide Efficacy and rice cultivar type effect on *Scirpus maritimus* L. control in paddy rice. In: Proceedings of 6th Iranian Weed Science Congress, 1-3 sep, University of Birjand, Birjand, Iran, pp. 1158- 1161 (In Farsi).
40. Yamasue, Y. (2001). Strategy of *Echinochloa oryzicola* for survival in flooded rice. *Weed Biological Management*, 1:28-36.