نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۴(۴۰)، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۸۲۲ـ۸۰۹

تغییرات عملکرد برنج در سیستم کشت مستقیم با بستر مرطوب متاثر از کاربرد علف‌کش‌ها

پویا اعلایی بازکیایی[1*]، جعفر اصغری[2]، پرستو مرادی[3] و ابراهیم امیری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴

چکیده

با توجه به متکّی بودن کشت مستقیم برنج به مصرف علف‌کش و خطر مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، کاربرد مخلوطی از علف‌کش‌ها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به‌منظور بررسی اثرات مصرف علف‌کش‌های مختلف مشتمل بر تیوبنکارب، پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، اتوکسی‌سولفورون+ آنیلوفوس، بوتاکلر و پروپانیل و با مصرف متوالی در یک فصل زراعی با غلظت کمتر از غلظت توصیه شده بر تراکم علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار، در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. نتایج نشـان داد که ارتفاع بوته، عملکرد شلتوک، عملکرد ماده خشک، شـاخص برداشت، تعـداد پنجه و تعداد گلچه‌های پر در گل‌آذین به‌طور معنی‌دار تحت‌تاثیر تیمارها قرار گرفتند. کاربرد برخی از علف‌کش‌ها در بازه زمانی متوالی از جمله تیوبنکارب (نه روز قبل از کاشت)، بن‌سولفورون‌متیل (نه روز پس از کاشت) و پروپانیل (۳۰ روز پس از کاشت) در کنترل وزن خشک و تراکم علف‌های هرز به‌ترتیب ۹۲ و ۹۸ درصد مؤثر واقع شدند. بیش‌ترین تعداد دانه پر در گلچه‌های خوشه (۷۱ عدد) و تعداد پنجه (۱۴ عدد) در تیمار کاربرد متوالی تیوبنکارب، بن‌سولفورون‌متیل و پروپانیل به‌دست آمدند. در این تیمار، عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب ۷۳ و ۷۲ درصد نسبت به‌تیمار بدون وجین افزایش یافتند. کاربرد پرتیلاکلر در مخلوط با علف‌کش‌ها، سبب آسیب به گیاهچه برنج و همچنین کاهش ارتفاع بوته و عملکرد شلتوک برنج گردید. بیش‌ترین عملکرد شلتوک برنج (۳۰۹۲ کیلوگرم بر هکتار) در تیمار مصرف متوالی تیوبنکارب، بن‌سولفورون‌متیل و پروپانیل به‌دست آمد. این تیمار کارآیی بالاتری را نسبت تیمار دو بار وجین در کنترل وزن خشک و تراکم علف‌های هرز نشان داد. مصرف تیوبنکارب و بدنبال آن بن‌سولفورون‌متیل و پروپانیل بهترین تیمارها در این آزمایش بودند.

واژگان کلیدی: عملکرد، کارایی علف‌کش، کشت مستقیم برنج، مخلوط علف‌کش.

۱- دانشجوی دکتری گروه آموزشی زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
(* نگارنده‌ی مسئول) pooya.aalaee@gmail.com
۲- استاد گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- دانشجوی سابق دکتری گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۴- دانشیار گروه آموزشی مهندسی آبیاری دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان، ایران

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان و ماده غذایی ضروری مهم برای حدود نیمی از جمعیت جهان است که ۹۰ درصد سطح زیر کشت آن در آسیا قرار دارد (Mann *et al*., 2007). در آسیا برنج به‌طور سنتی و به‌صورت دستی در زمین گلخراب نشاء می‌شود. اجرای این روش میزان مصرف آب را به شدت بالا می‌برد. بنابراین، با توجه به محدودیت‌های روزافزون منابع آبی، سختی دسترسی به نیروی کار و بالابودن هزینه‌های تولید در این نوع کشت، جستجو برای یافتن روش‌های کم‌هزینه و اثربخش، لزوم اتخاذ راه‌کارهای مدیریتی کارآمد در زراعت برنج را بیش از پیش آشکار می‌کند (Chauhan, 2013). کشت مستقیم برنج به‌دلیل بازده اقتصادی مناسب، کشت سریع‌تر و آسان‌تر، بکارگیری نیروی انسانی کم‌تر، بازده مناسب‌تر آب، قابلیت مکانیزاسیون بیش‌تر و طول دوره رشد کوتاه‌تر نسبت به کشت نشایی، تمایل کشاورزان به کشت مستقیم برنج را در سال‌های اخیر افزایش داده است، اما بزرگ‌ترین عامل محدود کننده در کشت مستقیم برنج، هجوم بالای علف‌های‌هرز است (Farooq *et al*., 2011). در ایران، کشت مستقیم فقط در برخی نقاط نظیر اهر، مشکین‌شهر، میانه، کرخه، و بعضی از قسمت‌های آذربایجان شرقی رایج می‌باشد (Ivani *et al*, 2014). در بررسی کشت مستقیم برنج در مازندران علف‌های هرز غالب مزرعه شامل سوروف به میزان ۷۹ درصد و جگن به میزان ۲۱ درصد گزارش گردید (Ala *et al*., 2014). اگرچه راهبردهای مختلفی اعم از روش‌های زراعی، مکانیکی و شیمیایی برای کنترل علف‌های‌هرز وجود دارد، اما کنترل شیمیایی به دلیل نیاز کم‌تر به نیروی انسانی مناسب‌ترین راه‌حل به نظر می‌رسد (Rao *et al*., 2007). انجام این شیوه نه‌تنها با حداقل نیروی انسانی امکان‌پذیر است، بلکه کشت‌وکار و تولید را در سطح گسترده ممکن می‌سازد (Rao *et al*., 2007). غلظت‌های ثبت شده برای کاربرد علف‌کش‌ها اصولاً برای کنترل آنها در شرایط متغیّر محیطی توصیه می‌شود و مقدار توصیه شده ممکن است در حالت عادی بیش از نیاز لازم در کنترل علف‌های هرز باشد (Barroso *et al*., 2009). کاربرد علف‌کش‌ها در غلظت پایین با راندمان بالا مورد توجّه است و از لحاظ حفاظت محیط زیست، بهداشت انسان می‌تواند حایز اهمیت باشد (Pal *et al*., 2009). کارآیی مصرف اگزادیارژیل در غلظت کاهش یافته نسبت به مقدار توصیه شده در کشت نشایی برنج در کنترل وزن خشک و تراکم علف‌های هرز به‌ترتیب برابر ۵۰ و ۴۰ درصد گزارش شده است (Nasiri *et al*., 2014). استفاده از یک علف‌کش به‌طور مداوم منجر به ایجاد مقاومت در علف‌های هرز می‌شود و ترجیحاً استفاده علف‌کش باید در تناوب با علف‌کش‌های دیگر، با مکانیسم عمل متفاوت، جهت تأخیر انداختن یا جلوگیری از ایجاد علف هرز مقاوم به علف‌کش باشد (Kumar and Ladha, 2011).

با توجّه به این که کشت مستقیم برنج در بستر مرطوب در مزارع استان گیلان کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و مشکلاتی که بر سر راه کشت نشایی نظیر کمبود آب و نیروی کار وجود دارد، بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کاربرد متوالی علف‌کش‌ها باغلظت کم‌تر از غلظت توصیه شده بر کنترل علف‌های هرز و و عملکرد و اجزای

عملکرد در کشت مستقیم برنج در بستر مرطوب در یک زمین پژوهشی در استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشگاه گیلان در شهر رشت در عرض جغرافی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و هفت متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد انجام شد. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش در جدول (۱) ارایه شده است. در جدول (۲) میانگین ماهانه دما و مجموع بارندگی ماهیانه شش ماه اول سال ۱۳۹۴ ارایه شده است. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش و غلظت علف‌کش‌ها در جدول (۳) ارایه شده است. در این آزمایش تیوبنکارب (ساترن) و پرتیلاکلر (ریفیت) با مقدار ماده مؤثره EC50%[1] (۵۰ درصد غلظت مؤثر)، بن‌سولفورون‌متیل (لونداکس) DF60%[2] (۶۰ درصد غلظت مؤثر)، اتوکسی‌سولفورون+آنیلوفوس (سان‌رایس‌پلاس) با فرمولاسیون anilofos (300 g a.i./l) + ethoxysulfuron (15 g a.i./l) با مقدار ماده مؤثره (5.1% +30% SC[3])، بوتاکلر (ماچتی) EC60% (۶۰ درصد غلظت مؤثر) و پروپانیل (استام اف) با مقدار ماده مؤثره EC48% (۴۸ درصد غلظت مؤثر) مصرف گردید. تیوبنکارب نه روز قبل از کاشت، بن‌سولفورون‌متیل نه روز پس از کاشت، اتوکسی‌سولفورون+آنیلوفوس نه روز پس از کاشت، بوتاکلر هشت روز پس از کاشت، پرتیلاکلر سه روز پس از کاشت و پروپانیل ۳۰ روز پس از کاشت مصرف گردیدند. مصرف علف‌کش‌های خاک‌پاش (تیوبنکارب، پرتیلاکلر، بن‌سولفورون متیل، اتوکسی سولفورون+آنیلوفوس و بوتاکلر) با آب‌گیری در کرت‌های ایزوله‌شده با مرز و مصرف علف‌کش‌های شاخ‌وبرگ‌پاش (پروپانیل) با استفاده از سم‌پاش دستی یک لیتری صورت گرفت. در این تیمارها وجین دستی ۱۵ و ۲۸ روز بعد کاشت صورت گرفت. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه و ثانویه و تسطیح و گل‌خرابی به نحو مطلوب صورت گرفت. غرقاب دایم قبل کشت انجام شد و در زمان کشت آب زمین تخلیه شده و کشت در خاک اشباع صورت گرفت. ابعاد هر کرت ۵×۳ متر بود که با فاصله ۰/۷۵ متر بین بلوک‌ها و مرزبندی بین کرت‌ها، تفکیک کرت‌ها و بلوک‌ها از هم صورت گرفت. برای عملیات کشت مستقیم، به روش کشت در بستر مرطوب بر اساس روش توصیه شده انستیتو بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI)، بذور به مدت ۲۴ ساعت در آب خیس خورده، سپس در محیط مرطوب (بین کاه و پلاستیک) به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته و سپس کشت بذور جوانه‌زده صورت گرفت. در زمان قرار دادن بذور در آب، بذور سالم با سبک و سنگین کردن جدا شد. روش مورد استفاده آزمایش، با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار بذر به روش کپه‌ای در ابعاد ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر و با تعداد چهار تا هفت بذر در هر کپه بود. تقریباً ۹۵ درصد بذور در این روش کاشت، با توجّه به عدم وجود عوامل محدودکننده جوانه‌زنی در مزرعه، سبز شدند و سطح سبز مناسبی ایجاد کردند. نیازهای کودی گیاه برنج با افزودن کود نیتروژن (اوره)، فسفر (سوپرفسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار با توجه به تجزیه شیمیایی خاک (جدول

۱ - Emulsifiable Concentrate
۲ - Dry Flowable
۳ - Suspension Concentrate

۱) تأمین گردید. نمونه‌برداری از علف‌های هرز هر کرت در یک متر مربع با استفاده از کوادرات با ابعاد یک متر در یک متر از ۱۴ روز بعد از کاشت انجام و فاصله هر دو هفته یک‌بار، تا زمان برداشت محصول (شش مرتبه) ادامه یافت. یک ردیف کاشت برنج در نمونه‌برداری‌ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. علف‌های هرز پس از کف‌بر کردن، شناسایی و تفکیک شده و تراکم آنها اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه‌ی سلسیوس در آون قرار گرفتند و وزن خشک آنها یادداشت گردید.

در این آزمایش علاوه بر تراکم و ماده خشک علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ و عملکرد شلتوک، صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد دانه پر هر خوشه، تعداد پنجه و وزن هزار دانه نیز اندازه‌گیری شدند. برداشت در ۱۶ شهریور صورت گرفت. جهت تعیین عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک بوته‌های دو متر مربع با کاربرد کوادرات برداشت گردید و عملکرد شلتوک با رطوبت ۱۴ درصد ثبت شد. همچنین، شاخص برداشت که بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی (عملکرد شلتوک) و عملکرد کل (عملکرد زیستی) است، محاسبه گردید. کارآیی علف‌کش‌ها بر اساس فرمول تغییر یافته آبوت محاسبه شد (تفاضل وزن خشک علف‌هرز تیمار مصرف علف‌کش و تیمار شاهد تقسیم بر وزن خشک علف هرز در تیمار شاهد (Lesnik, 2003). کارآیی علف‌کش‌ها در کنترل تراکم علف‌هرز نیز با جاگذاری مقادیر تراکم علف هرز محاسبه شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها در مرحله برداشت، ابتدا تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. قبل از تجزیه داده‌ها آزمون نرمال بودن داده‌ها صورت گرفت. کلیه تجزیه‌های آماری و محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9 انجام شد (SAS, 1985).

نتایج و بحث

ترکیب علف‌های هرز: جمع‌آوری و شناسایی نمونه‌ها نشان داد که علف‌های هرز موجود در مزرعه شامل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، اویارسلام بذری (*Cyperus difformis* L.)، بندواش (*Paspalum distichum* L.) و پهن‌برگان شامل قاشق‌واش (*Alisma plantago-aquatica* L.) و تیرکمان‌آبی (*Sigitaria sagitifolia* L.) بودند. با توجه به ناچیز بودن تراکم بندواش، تیرکمان‌آبی و قاشق‌واش (کم‌تر از ۲ بوته در متر مربع) از بررسی آنها چشم‌پوشی شد.

تراکم و زیست‌توده کل علف‌های هرز: وزن خشک کل علف‌های‌هرز در ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶، ۷۰ و ۸۴ روز پس از کاشت در تیمار شاهد بدون وجین به‌ترتیب ۱۸/۱، ۱۳۱/۹، ۱۹۷/۸، ۱۸۷/۶، ۲۷۶/۵ و ۴۴۶/۶ گرم در متر مربع بود. با گذشت زمان مشاهده شد که در اواسط فصل رشد افزایش وزن خشک علف‌های هرز آهنگ کندتری یافت، به‌طوری‌که میانگین وزن خشک آنها در ۵۶ روز پس از کشت در تیمار بدون وجین کم‌تر از مقدار آن در ۴۲ روز پس از کشت بود (جدول ۴). با پیشرفت فصل رشد و زیاد شدن تعداد علف‌های هرز و نیز رشد گیاه زراعی، به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای و بین‌گونه‌ای افزایش وزن خشک آهنگ کندتری می‌یابد (Asghari *et al.*, 2011). تراکم کل علف‌های هرز نیز در ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶،

۷۰ و ۸۴ روز پس از کاشت به‌ترتیب ۵۹، ۵۴۵، ۶۴۷، ۶۲۱، ۳۷۸ و ۲۵۰ بوته در مترمربع در تیمار بدون وجین بود. کاهش تراکم علف‌های هرز در طول فصل می‌تواند به دلیل غالب شدن برنج بر علف هرز با افزایش سایه‌اندازی برنج بر علف هرز باشد. در بین تیمارهای مورد بررسی، تیمار t_1 بیش‌ترین کارآیی در کاهش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز را دارا بود که کنترلی برابر ۹۲ و ۹۸ درصد را در کاهش به‌ترتیب وزن خشک و تراکم علف‌های هرز نشان داد (جدول‌های ۴ و ۵). در تیمار دو بار وجین با وجود کارآیی مناسب کنترل علف‌های هرز در نمونه‌گیری اول و دوم، این تیمار نسبت به تیمارهای t_1 و t_4 کارآیی کم‌تری در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در نمونه‌گیری سوم تا ششم داشت (جدول‌های ۴ و ۵). به نظر می‌رسد کاهش کارآیی تیمار دو بار وجین در نمونه‌گیری‌های مذکور به دلیل رویش علف‌های هرز جدید پس از بین رفتن علف‌های هرز سبز شده اولیه، به علّت تنوع بانک بذر علف‌های هرز در مزرعه باشد (جدول‌های ۴ و ۵). با مقایسه تیمار بدون وجین با تیمار t_1 ، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد شلتوک برنج می‌شود (جدول‌های ۴، ۵ و ۶). با کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در شالیزار که اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توان به بالاترین عملکرد در برنج دست یافت (Mohadesi *et al.*, 2010). بالاترین عملکرد شلتوک در تیمار t_1 به‌دست آمد که دلیل آن را می‌توان کنترل مطلوب علف‌های هرز در طول دوره رشد برنج با مصرف متوالی علف‌کش‌ها دانست (جدول‌های ۴ و ۵). در تحقیق دیگر کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز (به ترتیب ۷۵ درصد و ۸۰ درصد) با مصرف علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم نسبت به تیمار شاهد به‌دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ با مکانیسم جلوگیری از آنزیم استولاکتات سنتاز در علف‌هرز و انتخاب‌پذیری مناسب روی برنج مشاهده شد (Khaliq *et al.*, 2012).

ارتفاع بوته: در بین تیمارهای آزمایشی، کاربرد تیمارهای t_1 (تیوبنکارب + بن‌سولفورون متیل+ پروپانیل) بالاترین میانگین ارتفاع را (۱۴۰/۶ سانتی‌متر) تولید کرد (جدول ۶). در شرایط رقابت شدید برنج با علف هرز، در دریافت نور بین این دو رقابت رخ می‌دهد و چون توانایی علف‌هرز در تسخیر منابع بیش از برنج است، بنابراین انرژی بیشتری را صرف رشد رویشی و افزایش ارتفاع خواهد نمود (جدول‌های ۴ و ۵). به نظر می‌رسد تیمارهایی که در آنها پرتیلاکلر به کار رفت (تیمارهای t_4، t_5 و t_6)، مصرف این علف‌کش روی ارتفاع بوته‌های برنج تاثیر منفی گذاشته است (جدول ۶). مکانیسم سمّیت پرتیلاکلر با بازداری از تقسیم سلولی است (Ma, 2002). تیمارهای t_2 (تیوبنکارب + اتوکسی‌سولفورون +آنیلوفوس+ پروپانیل) و t_3 (تیوبنکارب +بوتاکلر+ پروپانیل) نیز نسبت به تیمار بدون وجین ارتفاع بالاتری نداشتند (جدول ۶). کاهش ارتفاع بوته برنج در تیمارهای t_2، t_3 و شاهد بدون وجین به‌دلیل کنترل نامطلوب علف‌های هرز و در نتیجه افزایش رقابت علف‌های هرز با برنج بود (جدول‌های ۴ و ۵). به نظر می‌رسد تراکم زیاد علف‌های هرز با سایه‌اندازی باعث کاهش نور و به دنبال آن کاهش فتوسنتز و عدم رشد مطلوب برنج شده و رقابت شدید علف‌هرز با گیاه زراعی برای منابع موجود

(نور، فضا و مواد غذایی) موجب کاهش شدید ارتفاع برنج در این تیمارها شده است (جدول ۶). کمترین ارتفاع بوته برنج در تیمار t_5 (پرتیلاکلر + اتوکسی سولفورون+ آنیلوفوس+پروپانیل) مشاهده شد (جدول ۶). افزایش شاخص سطح برگ گیاه زراعی با کاهش تراکم علف‌های هرز گزارش شده است (Mahzari, 2011).

کنترل بهتر علف‌های هرز در تیمار t_1 (جدول‌های ۴ و ۵)، باعث شد که برنج سرعت رشد و ارتفاع بیش‌تری در مراحل اولیه رشد پیدا کرد و قدرت رقابت آن با علف‌های هرز بیش‌تر شد که با دسترسی به نور بیش‌تر و سایه اندازی روی علف‌های هرز، شرایط را برای استفاده از دیگر منابع (عناصر غذایی، آب و فضا) فراهم نمود و همین امر موجب برتری گیاه زراعی و افزایش ارتفاع بوته‌های برنج در این تیمار شد (جدول ۶). با کنترل علف‌های هرز و ایجاد رقابت تغذیه‌ای کم‌تر، ارتفاع گیاه برنج افزایش می‌یابد (Asghari, 2002).

تعداد پنجه: بیش‌ترین تعداد پنجه در تیمار t_1 (تیوبنکارب+ بن سولفورون متیل+ پروپانیل) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با شاهد دو بار وجین نداشت ولی نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۶). این افزایش تعداد پنجه در تیمار t_1 می‌تواند به علت کنترل مطلوب علف‌های هرز و در نتیجه افزایش توانایی برنج در رقابت با علف‌های هرز و تولید پنجه باشد (جدول‌های ۴ و ۵). بین تیمارهای t_2، t_3، t_4، t_5 و t_6 با تیمار شاهد رقابت نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). در بین تیمارهای مصرف علف‌کش کم‌ترین تعداد پنجه در تیمار t_3 (تیوبنکارب + بوتاکلر + پروپانیل) مشاهده شد که نسبت به بیشترین تعداد پنجه ۵۹/۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). به نظر می‌رسد وجود علف‌های هرز به دلیل ایجاد رقابت سبب کاهش تولید پنجه و در نتیجه کاهش عملکرد شلتوک گردید (جدول ۶). همچنین، میزان کاهش تعداد پنجه در شاهد رقابت نسبت به t_1 ۴۹/۷ درصد بود (جدول ۶). در تحقیق دیگر در مورد برنج، با کنترل علف‌های هرز افزایش تعداد پنجه برنج نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌های هرز مشاهده گردید (Dastan *et al*, 2011). مصرف بن‌سولفورون‌متیل در تیمار t_1 (تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل + پروپانیل) در بین تیمارهایی که در آنها تیوبنکارب به کار رفته بود بیش‌ترین پنجه (۱۴ عدد) را تولید کرد. در تیمارهایی که پرتیلاکلر نیز به‌عنوان علف‌کش اولیه به‌کار رفته بود، مصرف بن سولفورون متیل در t_4 (پرتیلاکلر+ بن سولفورون متیل +پروپانیل) بیش‌ترین پنجه (۹/۷ عدد) را ایجاد کرد که با تیمارهای t_5، t_6 و تیمار دو بار وجین تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد اثر گیاه‌سوزی پرتیلاکلر روی گیاهچه‌های برنج سبب کاهش ارتفاع برنج و در نتیجه کاهش توانایی رقابتی آن شده است که این اثر در کاهش تعداد پنجه نمود پیدا کرد (جدول ۶).

به دلیل ارتباط بین زیست‌توده برنج و علف‌های هرز، رشد اولیه برنج، تولید پنجه، ارتفاع گیاه و دریافت نور با افزایش تراکم و زیست توده علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Tindall *et al.*, 2005). کارآیی مناسب علف‌کش در جلوگیری از علف‌های هرز می‌تواند دلیلی برای رشد بهتر، افزایش قدرت رقابت و در پی آن تعداد پنجه، ارتفاع و عملکرد بالاتر برنج باشد (Mahadi *et al.*, 2006).

تعداد دانه پر در خوشه: تعداد دانه پر در خوشه از مهم‌ترین اجزای عملکرد اقتصادی در

برنج می‌باشد. بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه متعلق به تیمار t_1 (تیوبنکارب+بن سولفورون متیل+پروپانیل) بود (۷۱/۳ عدد) که با t_4 (پرتیلاکلر + بن‌سولفورون متیل+پروپانیل) اختلاف معنی‌داری نداشت در حالی‌که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۶). در تیمارهایی که بن‌سولفورون‌متیل در مخلوط علف‌کش‌ها به‌کار رفت (t_1 و t_4) بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه مشاهده شد (جدول ۶). تیمار t_1 با بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه، ۵۱/۳ درصد افزایش نسبت به تیمار رقابت نشان داد (جدول ۶). به‌علاوه، تعداد دانه پر در خوشه در تیمارهای کاربرد علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل (t_4 و t_1) ۳۵ و ۴۵ درصد بیش‌تر از شاهد دو بار وجین بود (جدول ۶). در تیمارهای t_4 و t_1 کنترل مطلوب علف‌های هرز سبب گردید تا در طول دوره رویشی ماده خشک بیش‌تری ایجاد شود و این افزایش ماده خشک سبب تولید دانه پر بیش‌تری گردد (جدول‌های ۴ و ۵). دلایل داشتن تعداد دانه پر بیش‌تر در خوشه، کاهش تراکم علف‌های هرز در واحد سطح، افزایش قدرت رقابتی گیاه برنج و بالا بودن شاخص‌های رشدی LAI (Leaf Area Index)، TDM (Total Dry Mater)، RGR (Relative Growth Rate) و CGR (Crop Growth Rate) می‌باشد (Mahzari, 2011). کاهش عملکرد به دلیل کاهش تعداد پنجه، خوشه و تعداد دانه در خوشه تحت‌تاثیر تراکم علف‌هرز رخ می‌دهد (Tindall *et al.*, 2005).

عملکرد شلتوک: مقایسه میانگین‌ها بالاترین عملکرد شلتوک را در تیمار t_1 (تیوبنکارب+ بن سولفورون متیل+ پروپانیل) با میانگین ۳۰۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار نشان داد که با سایر تیمارهای مصرف علف‌کش و تیمار شاهد دو بار وجین تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۶). عملکرد شلتوک در تیمار t_1، ۸۰ درصد بیشتر از کم‌ترین عملکرد شلتوک در تیمار t_2 (تیوبنکارب + اتوکسی سولفورون + آنیلوفوس+ پروپانیل) و ۷۲ درصد بیشتر از عملکرد شلتوک در تیمار شاهد رقابت بود (جدول ۶). عملکرد شلتوک در تیمار شاهد رقابت با تیمارهای t_2، t_3 و t_6 اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). کاهش عملکرد در تیمارهای t_2 و t_3 (تیوبنکارب+بوتاکلر+پروپانیل) به سبب تراکم زیاد علف‌های هرز (جدول ۶) و افزایش رقابت برون گونه‌ای برنج و علف‌های هرز می‌باشد که موجب کاهش عملکرد شلتوک برنج شد (جدول ۶). با افزایش رقابت برون‌گونه‌ای برنج و علف‌های هرز عملکرد نسبی (حاصل تقسیم عملکرد برنج در شرایط رشد با حضور علف‌هرز بر عملکرد برنج در شرایط عاری از علف هرز) کاهش می‌یابد. به‌علاوه، عملکرد شلتوک در تیمار کاربرد علف‌کش t_1 ۵۲/۵ درصد نیز بیش‌تر از شاهد دو بار وجین بود (جدول ۶). علت افزایش عملکرد شلتوک در تیمار t_1 را می‌توان به کنترل مطلوب علف‌های هرز و افزایش اجزای عملکرد برنج (تعداد پنجه و تعداد دانه پر در خوشه) در این تیمار نسبت داد، به‌طوری‌که این تیمار بیش‌ترین کنترل را نسبت به سایر تیمارها در تمامی مشاهدات داشت (جدول‌های ۴ و ۵). در تیمارهای t_4، t_5 و t_6 با کاربرد پرتیلاکلر در توالی مصرف علف‌کش در یک فصل زراعی مصرف پرتیلاکلر سبب آسیب به گیاهچه برنج از جمله کاهش ارتفاع بوته و تعداد پنجه و در نتیجه کاهش عملکرد شلتوک در این تیمار شد (جدول ۶). مکانیسم سمیت پرتیلاکلر با بازداری از تقسیم سلولی است (Ma, 2002). عملکرد شلتوک در گیاه برنج متأثر از فراوانی علف‌های هرز بوده و تأثیر این تراکم و زیست‌توده

علف هرز بر عملکرد برنج معنی‌دار می‌باشد. با حذف رقابت علف‌های هرز، اجزای عملکرد گیاهان برنج افزایش یافته و سبب افزایش تولید شلتوک می‌گردد (Mosavi *et al.*, 2010).

عملکرد بیولوژیک: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک برنج متعلّق به تیمار t_1 (تیوبنکارب+بن سولفورون متیل+پروپانیل) (۷۷۲۰/۸ کیلوگرم در هکتار) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶). تیمار t_1 با تیمارهای دیگر و حتی شاهد دو بار وجین تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۶). عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد رقابت با t_2، t_3، t_6 و تیمار دو بار وجین اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). تیمار t_1 با بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک، ۶۹ درصد افزایش نسبت به کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار t_5 (پرتیلاکلر+اتوکسی سولفورون+ آنیلوفوس+ پروپانیل) و ۷۳ درصد نسبت به شاهد رقابت نشان داد (جدول ۶). به‌علاوه، عملکرد بیولوژیک در تیمار کاربرد علف‌کش t_1 ۵۳ درصد بیش‌تر از شاهد دو بار وجین بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد این کاهش عملکرد بیولوژیک می‌تواند ناشی از تراکم بالای علف‌های هرز (جدول ۵)، کاهش سطح برگ و اندام‌های هوایی برنج و استفاده بیش‌تر علف‌های هرز از منابع مشترک باشد که کاهش وزن خشک برنج را موجب شد (جدول ۶).

در کشت مستقیم برنج مشاهده شده است با کاربرد پندی‌متالین، به‌دنبال آن آزیمسولفورون و به‌دنبال آن یک وجین دستی در ۴۰ روز پس از کاشت، مقادیر عملکرد شلتوک و کاه توانسته است با تیمار بدون علف‌هرز برابری کند (Kumar *et al.*, 2012). کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تراکم بالای علف‌های هرز، کاهش سطح برگ و اندام‌های هوایی بوته برنج و استفاده بیش‌تر علف‌های هرز از منابع مشترک بوده است که سبب کاهش ماده خشک تولیدی برنج می‌گردد (Nasiri *et al.*, 2014). به‌نظر می‌رسد در تیمارهایی که در آنها پرتیلاکلر به‌کار رفت تولید ماده خشک برنج به دلیل اثر گیاه‌سوزی این علف‌کش روی برنج کاهش یافت (جدول ۶).

شاخص برداشت: نتایج نشان داد که بیشترین شاخص برداشت متعلق به تیمار t_4 (پرتیلاکلر+بن سولفورون متیل+پروپانیل) و t_5 (پرتیلاکلر + اتوکسی سولفورون + آنیلوفوس + پروپانیل) (۴۳ درصد) بود که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول ۶). شاخص برداشت در تیمار شاهد رقابت با تیمار t_3 (تیوبنکارب+بوتاکلر+پروپانیل) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). تیمار t_5 ۱۵ درصد افزایش شاخص برداشت نسبت به کم‌ترین مقدار آن در بین تیمارهای مصرف علف‌کش در تیمار t_3 و ۱۵ درصد افزایش نسبت به شاهد رقابت نشان داد (جدول ۶). علت کاهش شاخص برداشت در تیمار بدون وجین را تأثیر نامطلوب علف‌های هرز روی فضای تغذیه‌ای برنج می‌توان عنوان کرد (جدول‌های ۴ و ۵). در تیمار بدون وجین، تأثیر منفی علف‌هرز روی ارتفاع گیاه، عملکرد کاه و شاخص برداشت مشاهده شده است که همه این پارامتر ها در تیمار بدون علف‌هرز بهبود می‌یابد (Rao *et al.*, 2007). گیاهانی که تحت تأثیر منفی وجود علف‌های هرز قرار گرفتند ماده خشک کم‌تری تولید کردند که تولید ماده خشک کم‌تر منجر به تولید عملکرد شلتوک کم‌تر شد و همین امر موجب کاهش شاخص برداشت گردید اما در تیمار t_1 که کارآیی کنترل علف‌هرز آن از تیمار بدون وجین بیش‌تر بود (جدول‌های ۴ و ۵)

بوته‌های برنج ماده خشک بیش‌تری تولید کرده و مقدار بیش‌تری از آن را به تولید دانه تخصیص دادند (جدول ۶). در تیمارهای t_4، t_5 و t_6 مصرف پرتیلاکلر سبب کاهش عملکرد کاه بوته برنج و افزایش شاخص برداشت گردید (جدول ۶). در تحقیقات مشابه در کشت مستقیم برنج شاخص برداشت با مصرف پرتیلاکلر ۲/۸۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کنترل بهبود یافت که به دلیل تولید میزان کاه کم‌تر نسبت به تولید دانه تحت تأثیر این تیمار بود (Akbar *et al.*, 2011). افزایش ارتفاع گیاه در تیمار بدون علف‌هرز نسبت به تیمار بدون وجین، به دلیل بهبود رشد گیاه زراعی نسبت به تیمارهای تحت فشار علف‌هرز است (Pacanoski and Glatkova, 2009). در کشت مستقیم برنج در بستر خشک، در تیمار مصرف پروپانیل و به‌دنبال آن تریکلوپیر و تیمار بدون علف‌هرز مقدار شاخص برداشت به‌ترتیب ۴۴/۸ و ۴۵ درصد گزارش شده است (Singh *et al.*, 2006).

نتیجه‌گیری کلی

تیمار t_1 (تیوبنکارب + بن سولفورون متیل + پروپانیل) به دلیل کنترل بهتر و مؤثرتر علف‌های هرز باعث افزایش ارتفاع، تعداد پنجه، و تعداد دانه پر در خوشه شد که در نتیجه عملکرد شلتوک تیمار t_1 به‌طور معنی‌داری بالاتر از عملکرد شلتوک سایر تیمارها و تیمار بدون وجین بود (جدول ۶). کاربرد بوتاکلر و اتوکسی سولفورون + آنیلوفوس همراه با مصرف سایر علف‌کش‌ها در طول فصل زراعی کارآیی چندانی در کنترل علف‌های هرز نشان ندادند و عملکرد شلتوک برنج مشاهده شده در این تیمارها با تیمار بدون وجین تفاوت معنی دار نداشت. در تیمارهای کاربرد پرتیلاکلر در توالی مصرف علف‌کش در یک فصل زراعی، مصرف این علف‌کش سبب آسیب به گیاهچه برنج و کاهش عملکرد شلتوک برنج در این تیمارها شد. تیمار t_1 توانست کارآیی بالاتری را نسبت تیمار دو بار وجین در کنترل وزن خشک و تراکم علف‌های هرز نشان دهد. بنابراین، مصرف متوالی چندین علف‌کش در غلظت کاهش یافته در یک فصل زراعی می‌تواند موضوع مناسبی برای مطالعه در چندسال یا چند مکان باشد.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی و فیزیکی لایه سطحی خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر)

Table 1- Chemical and physical analysis of the soil surface layer (zero to 30 cm depth)

مشخصات نمونه Profile sample	بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل جذب K (p.p.m)	فسفر قابل جذب P (p.p.m)	نیتروژن کل T.N (٪)	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC ($Ec\times10^3$)	کربن آلی O.C (٪)
	رسی-لومی Clay-loam	190	51.7	0.152	7.31	0.96	1.9

جدول ۲- آمار هواشناسی مربوط به شش ماه اول سال ۱۳۹۳

Table 2- Weather statistics for the first six months of 2014

ماه Months	میانگین دما Temperature average	بارندگی ماهانه Monthly rainfall
فروردین (April)	14	12
اردیبهشت (May)	22.2	10.9
خرداد (June)	24.8	3.2
تیر (July)	26.4	10.2
مرداد (August)	27.6	15.6
شهریور (September)	23.8	54.3

جدول ۳- تیمارهای آزمایشی مصرف علف‌کش‌ها

Table 3- Exprimental treatments of herbicides application

تیمارها* treatments	علف‌کش اول First herbicide	علف‌کش دوم Second herbicide	علف‌کش سوم third
t1	تیوبنکارب ((thi (1/5L))	بن‌سولفرون‌متیل ((bsm (50g)	پروپانیل ((pro (2L)
t2	تیوبنکارب ((thi (1/5L))	اتوکسی‌سولفورون+آنیلوفوس ((sun (1/5L)	پروپانیل ((pro (2L)
t3	تیوبنکارب ((thi (1/5L))	بوتاکلر ((but (1L)	پروپانیل ((pro (2L)
t4	پرتیلاکلر ((pre (1L)	بن‌سولفرون‌متیل ((bsm (50g)	پروپانیل ((pro (3L)
t5	پرتیلاکلر ((pre (1L)	اتوکسی‌سولفورون+آنیلوفوس ((sun (1/5L)	پروپانیل ((pro (3L)
t6	پرتیلاکلر ((pre (1L)	بوتاکلر ((but (1L)	پروپانیل ((pro (3L)
t7	دو بار وجین Twice handweeding	-	-
t8	بدون وجین uncontrol	-	-

*: اطلاعات جدول شامل نام عمومی علف‌کش (علامت اختصاری (مصرف در هکتار)) است.

Table Information is contained the generic name of herbicides (Symbol (consumption per hectare)).
Thio: thiobencarb; bsm: bensulfuron methyl; sun: ethoxysulfuron +anilofos; but: butachlor; pro:propanil; re : pretilachlor.

جدول ۴- مقایسه آماری کارایی تیمارهای علف‌کش در کنترل مجموع علف‌های در طول دوره رشد نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز (بر اساس وزن خشک علف هرز)

Table 4- Statistical comparison of different treatments of herbicides to control total weeds in during growing season in comparison with untreated control (Based on dry weight)

تیمارها† treatments	روز بعد کاشت Day after seeding					
	14	28	42	56	70	84
thi+bsm+pro (t1)	87 (2.3±0.9)a	80 (25.2±3.2)a	76(47.7±15.7)a	89 (20.4±17)a	86 (36.1±30)a	92.2 (35±29)a
thi+sun+pro (t2)	24 (13.7±0.9)c	59 (53.3±3.2)c	20.7(157.9±15.7)d	30 (131.7±17)e	10 (248.9±30)e	29 (317±29)d
thi+but+pro (t3)	29 (13±0.9)c	45 (71.4±3.2)d	15.5(167.6±15.7)d	28.7 (135.1±17)e	0 (450.4±30)f	11.4 (395±29)e
pre+bsm+pro (t4)	63 (6.6±0.9)b	86 (18.4±3.2)a	77(45.6±15.7)a	21 (148.3±17)e	52 (131.6±30)b	75 (111±29)b
pre+sun+pro (t5)	0 (24±0.9)d	77 (29.6±3.2)b	59(80.4±15.7)b	63 (69.1±17)c	40 (165.9±30)c	37.8 (277±29)c
pre+but+pro (t6)	8 (6.6±0.9)d	64 (46.5±3.2)c	37(124.3±15.7)c	47.8 (97.5±17)d	24 (210.1±30)d	39 (272±29)c
دو بار وجین (t7) Twice handweeding	90 (1.8±0.9)a	80 (26.3±3.2)a	65(69.2±15.7)b	71 (54.4±17)b	57 (118.6±30)b	42 (259.4±29)c

†: thio: تیوبنکارب؛ bsm: بن‌سولفورون‌متیل؛ sun: اتوکسی سولفورون+آنیلوفوس؛ but: بوتاکلر؛ pro: پروپانیل؛ pre: پرتیلاکلر

††: اعداد داخل جدول شامل درصد کارایی تیمارها (وزن خشک علف هرز) است.

Thio: thiobencarb; bsm: bensulfuron methyl; sun: ethoxysulfuron +anilofos; but: butachlor; pro:propanil; pre : pretilachlor. Table Information is contained the treatments efficiency (dry weight of weeds±SE).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test $P \leq 0.05$.

جدول ۵- مقایسه آماری کارایی تیمارهای علف‌کش در کنترل مجموع علف‌های در طول دوره رشد نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز (بر اساس تراکم علف‌هرز)

Table 5- Statistical comparison of different treatments of herbicides to control total weeds in during growing season in comparison with untreated control (Based on weeds density)

تیمارها† treatments	روز بعد کاشت Day after seeding					
	14	28	42	56	70	84
thi+bsm+pro (t1)	72(16.3±4.9)b	88 (65.3±16)a	76(155±28.8)a	84(98.3±20.4)a	74(98.3±22)a	98 (10±9)a
thi+sun+pro (t2)	0(81.6±4.9)e	66 (185.5±16)b	27(472±28.8)d	46(333±20.4)b	13(328±22)d	48 (130±9)d
thi+but+pro (t3)	25(44.3±4.9)d	33 (365.3±16)c	20(520±28.8)d	32(421±20.4)c	0(378±22)e	27 (182±9)e
pre+bsm+pro (t4)	50(29.5±4.9)c	89 (60.5±16)a	76(158±28.8)a	33(414±20.4)c	42(219±22)c	84 (40±9)b
pre+sun+pro (t5)	0(154±4.9)e	7 (506±16)d	63(240±28.8)b	78(136±20.4)a	55(170±22)b	57 (107±9)d
pre+but+pro (t6)	0(65±4.9)e	71 (158±16)b	47(342±28.8)c	50(310±20.4)b	63(140±22)ab	75 (63±9)c
دو بار وجین (t7) Twice handweeding	90(5.9±4.9)a	80 (109±16)ab	71(187±28.8)a	66(211±20.4)b	49(193±22)bc	50 (125±9)d

†: thio: تیوبنکارب؛ bsm: بن‌سولفورون‌متیل؛ sun: اتوکسی سولفورون+آنیلوفوس؛ but: بوتاکلر؛ pro: پروپانیل؛ pre: پرتیلاکلر ††: اعداد داخل جدول شامل درصد کارایی تیمارها (تراکم علف هرز) است.

Thio: thiobencarb; bsm: bensulfuron methyl; sun: ethoxysulfuron +anilofos; but: butachlor; pro: propanil; pre : pretilachlor. Table Information is contained the Treatments efficiency (density of weeds±SE).

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test P≤0.05.

جدول ۶- مقایسه آماری اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج

Table 6- Statistical comparison of treatments effect on yield and yield component of rice

تیمارها† treatments	عملکرد زیستی Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد دانه پر Number of filled grain	تعداد پنجه Number of tiller
thi+bsm+pro(t1)	7720.8±407a	3091.7±163a	40±0.87d	140.6±3.9a	71.3±2.6a	14±0.76a
thi+sun+pro(t2)	1565±407d	595±163c	38±0.87e	111.8±3.9b	40±2.6bc	5.7±0.76bc
thi+bu+pro(t3)	1572.3±407d	581.7±163c	37±0.87f	115.6±3.9b	38±2.6bc	5.7±0.76bc
pre+bsm+pro(t4)	3295±407bc	1417±163b	43±0.87a	90±3.9c	60±2.6ab	9.7±0.76ab
pre+sun+pro(t5)	2358±407c	1014±163b	43±0.87a	73.7±3.9d	40.8±2.6bc	6.4±0.76bc
pre+bu+pro(t6)	1723.4±407cd	724±163c	42±0.87b	98±3.9c	52.6±2.6b	7±0.76bc
دو بار وجین(t7) Twice handweeding	3580.7±407b	1468.3±163b	41±0.87c	113.7±3.9b	39.2±2.6bc	10.1±0.76ab
بدون کنترل(t8) uncontrol	2027±407d	750±163c	37±0.87f	104.5±3.9b	34.7±2.6c	3.7±0.76c

†: thi: تیوبنکارب؛ bsm: بن‌سولفورون‌متیل؛ sun: اتوکسی سولفورون+آنیلوفوس؛ but: بوتاکلر؛ pro: پروپانیل؛ pre: پرتیلاکلر

Thio: thiobencarb; bsm: bensulfuron methyl; sun: ethoxysulfuron +anilofos; but: butachlor; pro: propanil; pre : pretilachlor.

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with same letters in each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test P≤0.05.

References منابع مورد استفاده

- Akbar, N., K. Jabran, and M.A. Ali. 2011. Weed management improves yield and quality of direct seeded rice. *Australian Journal of Crop Science*. 5(6): 688.
- Ala, A., M. Aghaalikhani, B. Amiri Larijani, and S. Sofizadeh. 2014. Comparison of direct seeding and transplanting rice cultivation systems in Mazandaran province: competition weeds, yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(3): 463-475. (In Persian).
- Asghari, J. 2002. The critical period of weed control in two (improved and local) cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) In drought stress condition. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 33(4): 637-649. (In Persian).
- Asghari. J., A. Vahedi, and H.R. Khoshghol. 2011. Critical period of weed control in sunflower (*Helianthus annus*, L.) in west of Guilan province. *Journal of Plant Protection*. 25 (2): 126-116. (In Persian).
- Barroso, J., D.C. Ruiz, L. Escribano, and C. Fernandez-Quintanilla. 2009. Comparison of three chemical control strategies for *Avena sterlis* ssp. ludoviciana. *Crop Protection*. 28: 393-400.
- Chauhan, B.S. 2013. Shade reduces growth and seed production of *Echinochloa colona*, *Echinochloa crus- galli*, and *Echinochloa glabrescens*. *Crop Protection*. 43: 241-245.
- Dastan, S., M. R. Malek, H. R. Mobasser and B. Delkhosh. 2011. Study the effect of weeds control and row spacing on weeds traits and agronomical characteristics in rice Tarom Mahalli cultivar. *Crop Physiology*. 3 (11): 3-20. (In Persian).
- Farooq, M., K.H.M. Siddique, H. Rehman, T. Aziz, D.J. Lee, and A. Wahid. 2011. Rice direct seeding: Experiences, challenges and opportunities. *Soil and Tillage Research*. 111(2): 87-98.
- IRRI. 2015. International Rice Research Institute (sited in: http://irri.org/, 16/6/2015.
- Ivani, A., M. Safari, and A. Hedayatipour. 2014. Comparison of rice direct seeding methods (mechanical and manual) with transplanting method. *Journal of Agricultural Machinery*. 4(1): 108-115. (In Persian).
- Khaliq, A., A. Matloob, N. Ahmad, F. Rasul, and I.U. Awan 2012. Post emergence chemical weed control in direct seeded fine rice. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 22(4): 1101-1106.
- Kumar, V., and J.K. Ladha. 2011. Direct seeding of rice: recent developments and future needs. *Advances in Agronomy*. 111: 297–413.
- Kumar, S.N., U.P. Singh, J.M. Sutaliya, C.M. Parihar, and S.L. Jat. 2012. Performance of direct seeded rice under different integrated weed management and crop establishment practices in indo-gangetic plains of India. *Indian Journal of Agronomy*. 57(4): 1-2.
- Lesnik, M. 2003. The impact of maize stands density on herbicide efficiency. *Plant, Soil and Environment*. 49: 29-35.
- Ma, J. 2002. Differential sensitivity to 30 herbicides among populations of two green algae *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 68(2): 275-281.

- Mahadi, M.A., S.A. Dadari, M. Mahmud, and B.A. Babaji. 2006. Effect of pre-emergence herbicides on yield and yield components of rice. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 4(2): 164-167.
- Mahzari, S. 2011. Study of management weeds beneficial usage geminate herbicide and cono-weeder in rice (*Oryza sativa* L.). M.Sc. Dissertation. Islamic Azad University, Takestan Branch. (In Persian).
- Mann, R.A., S. Ahmad, G. Hassan, and M.S. Baloch 2007. Weed management in direct seeded rice crop. *Pakistan Journal Weed Science Reseaech*. 13(3-4): 219-226.
- Mohadesi, A., M. Mohammadian, M. Mohammad Salehi, A. Abasian, and S. Bakhshipor. 2010. Study o effect of plowing and phosphate fertilizer on weed population and rice agronomic traits. The Proceeding of 3rd Iranian Weed Science Congress. 2: 50-54. (In Persian).
- Mosavi, H., A.A. Gilani, M.R. Moradi, A. Moshtali, and M.S. Mosavi. 2010. Effects of orderam herbicide and seed density on yield and yield components of rice in competition with barnyagrass in Ahvaz. The Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress. 2: 571-573. (In Persian).
- Nasiri, S., J. Asghari, H. Samizadeh, P. Moradi, and F. Shirzad. 2014. Evaluation of oxadiargyl and thiobencarb herbicides efficacy on rice (*Oryza sativa* L.) yield and yield components. *Cereal Research*. 3(4): 307-319.
- Pacanoski, Z., and G. Glatkova. 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 Protect Science*. 45(3): 113-118.
- Pal, S., H. Banerjee, and N.N. Mandal. 2009. Efficacy of low dose of herbicides against weeds in transplanted Kharif rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Protection Sciences*. 1(1): 31-33.
- Rao, A.N., D.E. Johnson, B. Sivaprasad, J.K. Ladha, and A.M. Mortimer. 2007. Weed mamnagment in direct seeded rice. *Advances in Agronomy*. 93: 153-255.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide: statistics (Vol. 2). Sas Institute.
- Singh, S., L. Bhushan, J.K. Ladha, R.K. Gupta, A.N. Rao, and B. Sivaprasad. 2006. Weed management in dry-seeded rice (*Oryza sativa* L.) cultivated in the furrow-irrigated raised-bed planting system. *Crop Protection*. 25(5): 487-495.
- Tindall, K.V., B.J. Williams, M.J. Stout, J.P. Geaghan, B.R. Leonard, and E.P. Webster. 2005. Yield components and quality of rice in response to graminaceous weed density and rice sink bug populations. *Crop Protection*. 24(11): 991-998.

Rice Yield Variations as Affected by Direct Seeding and Herbicide Application

Pooya Aalaee Bazkiyaei[1*], Jafar Asghari[2], Parasto Moradi[3], and Ebrahim Amiri[4]

Received: February 2016, Revised: 13 May 2016, Accepted: 3 January 2017

Abstract

Due to the dependency of direct seeding of rice on the application of herbicide and possibility of weed resistance to herbicides, the use of mixtures of herbicides is of considerable importance. To evaluate the effectiveness of consecutive applications of some herbicides with lower concentrations, including Thiobencarb, Pretilachlor, Bensulfuronmethyl, Ethoxysulfuron + Anilofos, Butachlor, and Propanil, on weed density, yield and yield components of rice (O*ryza sativa* L. cv. Hashemi) an experiment based on a randomized complete block design with eight treatments and three replications was conducted at the Research Farm of Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan in 2014. The results showed that plant height, seed yield, dry matter yield, harvest index, number of tillers and number fertile florets per panicle were affected by these treatments. Tandem use of Thiobencarb (9 day before sowing), Bensulfuronmethyl (9 day after sowing) and Propanil (30 day after sowing) affected weed dry matter and weed density by 92 and 98 %, respectively. The highest number of fertile floret per panicle (71 pcs) and tillers number per plant (14 pcs) were observed in plots where Thiobencarb, Bensulfuronmethyl and Propanil were used consecutively. In this treatment, seed yield and biological yield increased by 72 and 73 percent respectively as compared with that of control. Application of Pretilachlor caused phytotoxicity, where by reduced plant height and seed yield. The highest grain yield of rice (3092 $kg.ha^{-1}$) was produced by consecutive use of Thiobencarb, Bensulfuronmethyl and Propanil. This treatment was more effective in reducing density of weeds and their dry matters than of two times hand weeding. The use of Thiobencarb followed by Bensulfuronmethyl and Propanil was the most effective treatment in this expriement.

Key words: Direct seeding rice, Herbicide efficiency, Herbicide mixture, Yield.

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
4- Associate Prof., Water Engineering Department, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
**** Corresponding Author:*** *pooya.aalaee@gmail.com*