

کنترل شیمیایی علف‌های هرز شالیزار در شرایط آبیاری تناوبی

فرزانه اسداللهی شریفی^۱، هاشم امین‌پناه^{۲*} و بیژن یعقوبی^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۰

چکیده

کمبود منابع آب، پایداری نظام‌های کشت برنج غرقابی دائم را تهدید می‌کند. به‌منظور بررسی تأثیر طول دوره غرقاب بر کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز شالیزار و خسارت علف‌های هرز بر عملکرد برنج، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام برنج (هاشمی و گیلانه) و طول دوره غرقاب اولیه (غرقاب به‌مدت ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۲ هفته اول پس از نشاکاری غرقاب و سپس آبیاری تناوبی) بود. بر اساس عرف منطقه، ۱۲ هفته غرقاب، معادل غرقاب دائم در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که از لحاظ درصد کارایی علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری در بین ارقام هاشمی (۸۷/۹ درصد) و گیلانه (۸۵/۶ درصد) وجود نداشت. با کاهش طول دوره غرقاب اولیه از ۱۲ هفته به ۶ هفته، کاهش معنی‌داری در کارایی علف‌کش مشاهده نشد، اما با کاهش بیش‌تر مدت زمان غرقاب اولیه به چهار و دو هفته، کارایی علف‌کش‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. حداکثر عملکرد شلتوک (۳۹۸۹/۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار غرقاب دائم + مصرف علف‌کش مشاهده شد و با کاهش طول مدت زمان غرقاب به شش هفته، عملکرد شلتوک برنج به‌میزان ۱۰ درصد کاهش یافت که البته از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کاهش بیش‌تر طول دوره غرقاب به چهار و دو هفته، منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد شلتوک به‌ترتیب به‌میزان ۱۶ و ۳۱ درصد شد. در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که تحت شرایط کم‌آبی، اعمال حداقل شش هفته غرقاب اولیه جهت دستیابی به کارایی مطلوب علف‌کش‌ها (بیش‌تر از ۹۰ درصد)، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد شلتوک نسبت به تیمار غرقاب دائم ضروری است.

واژه‌های کلیدی: روش آبیاری، کارایی علف‌کش، کاهش عملکرد، مزارع برنج

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: aminpanah@iaurasht.ac.ir

مقدمه

کشت برنج در نظام‌های آبیاری متداول (غرقاب دائم) نیازمند مصرف مقدار قابل توجهی آب است (SOSBAI, 2014). با توجه به تغییر اقلیم و کاهش نزولات جوی، کمبود آب در سال‌های اخیر به‌عنوان یک نگرانی مهم و جدی در سرتاسر دنیا مطرح شده است. این موضوع به‌ویژه در کشور ایران که میزان متوسط بارندگی سالیانه آن به‌طور چشمگیری کمتر از متوسط مقدار جهانی است، از اهمیت دوچندانی برخوردار است. گزارش شده است که کشورهای بیش‌تری در جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه خواهند شد (Rosegrant et al., 2002) و پیش‌بینی می‌شود که ادامه حیات و پایداری بوم‌نظام‌های کشت غرقابی برنج در معرض خطر جدی قرار گیرد. یکی از راه‌کارهای پیشنهادی جهت کاهش مقدار آب مصرفی و افزایش کارایی مصرف آب در مزارع برنج بدون کاهش قابل توجه عملکرد، استفاده از نظام آبیاری تناوبی است (Sarkar et al., 2012) که از لحاظ اقتصادی، مقرون به صرفه و از لحاظ زیست محیطی، پایدار می‌باشد (Kumar and Ladha, 2011). اتفاق نظر در خصوص تأثیر آبیاری تناوبی بر عملکرد برنج وجود ندارد. بر اساس گزارش برخی از محققان، تغییر سیستم آبیاری از حالت غرقابی دائم به آبیاری تناوبی، عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Miri et al., 2012)، در حالی که به گزارش بعضی دیگر این روش آبیاری فاقد تأثیر سوء بر عملکرد است و سبب بهبود رشد برنج می‌شود (Mao, 2002). تصور می‌شود که رشد ریشه در نظام آبیاری تناوبی بهبود یافته و در نتیجه با افزایش جذب عناصر غذایی، رشد گیاه بهبود می‌یابد (Mao, 2002). لین و همکاران (Lin et al., 2005) نیز بهبود رشد گیاه در نظام آبیاری تناوبی را به افزایش تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه (افزایش مخزن) و افزایش میزان فتوسنتز خالص برگ‌ها نسبت دادند. برخی از پژوهشگران هم مشاهده کردند که عملکرد دانه برنج و زیست‌توده آن تحت تأثیر نوع سیستم آبیاری در مزارع برنج قرار نگرفت (Ye et al., 2013; Borin et al., 2016). علف‌های هرز مهم‌ترین عامل کاهش دهنده عملکرد برنج محسوب می‌شوند (Mahajan et al., 2009). معاذی کجال و همکاران (Maazi Kajal et al., 2012) میزان خسارت علف‌های هرز در مزارع برنج را تا ۷۹ درصد گزارش کردند. اگرچه در نظام‌های کشت غرقابی برنج، میزان مصرف آب به نحو چشمگیری افزایش می‌یابد، اما غرقاب نقش

مهمی در جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد برخی از گونه‌های علف‌های هرز از قبیل سوروف و در نتیجه کاهش خسارت آن‌ها ایفا می‌کند (Baldwin and Slaton, 2001). با تغییر نظام آبیاری مزارع برنج از حالت غرقابی دائم به آبیاری تناوبی، مشکل علف‌های هرز و میزان خسارت آن‌ها افزایش می‌یابد. گزارش شده است که میزان خسارت علف‌های هرز در نظام‌های کشت هوازی برنج بیشتر است، به‌طوری‌که کاهش عملکرد دانه تا ۹۰ درصد نیز گزارش شده است (Gowda et al., 2009).

با وجود نگرانی‌های مربوط به مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف علف‌کش‌ها و افزایش بروز مقاومت در علف‌های هرز، عواملی از قبیل کارایی مطلوب علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز، کمبود و گرانی کارگر جهت وجین دستی علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های تولید سبب شده است که اساس مدیریت علف‌های هرز شالیزار هم‌چنان بر کنترل شیمیایی استوار باشد (Awan et al., 2015). در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد علف‌کش‌های شالیزارهای ایران منحصر به مصرف مخلوط علف‌کش‌های بوتاکلر (یا پرتیلاکلر) و بن‌سولفورون‌متیل شده است (Yaghoubi et al., 2010). این علف‌کش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز در بوم‌نظام‌های کشت غرقابی برنج معرفی شده و کارایی آن‌ها در کنترل علف‌های هرز در شرایط غیرغرقاب یا آبیاری تناوبی بررسی نشده است. گزارش شده است که فرآیندهایی نظیر جذب، تبخیر، آبشویی، پایداری و در نتیجه کارایی علف‌کش‌های خاک‌مصرف در بوم‌نظام‌های کشاورزی تحت تأثیر آبیاری تناوبی قرار می‌گیرند (López-Piñero et al., 2016).

مروری بر نتایج آزمایش‌های محققان نشان می‌دهد که تنوع قابل ملاحظه‌ای در بین ارقام برنج از نظر توانایی رقابتی در تداخل با علف‌های هرز وجود دارد. توانایی رقابتی ارقام به ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و پنجه‌دهی زود هنگام، سرعت توسعه ارتفاع در مراحل اولیه رشد، شاخص سطح برگ، سطح برگ ویژه و توان اولیه گیاهچه نسبت داده شده است (Zhao et al., 2006). به نظر می‌رسد که ارقام گیلاانه (رقم اصلاح شده جدید با منشاء بومی) و هاشمی (رقم بومی) با تفاوت در ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع و پتانسیل پنجه‌زنی، واکنش متفاوتی در رقابت با علف‌های هرز داشته باشند. در عین حال، واکنش متفاوت ارقام برنج به آبیاری تناوبی نیز گزارش شده است (Miri et al., 2012). رضوی‌پور و همکاران (Razavipor et al., 2012).

گزارش کردند که ارقام بومی به شرایط غیرغرقابی مقاوم‌تر هستند.

آبیاری حدود ۱۷۰ هزار هکتار از اراضی شالیزاری استان گیلان که تحت پوشش شبکه آبیاری سد سپیدرود گیلان قرار دارد، با روش آبیاری تناوبی اجتناب‌ناپذیر است، زیرا آب ذخیره‌شده در پشت سد کفاف آبیاری غرقاب دائم این مزارع را نمی‌کند. به دلیل غیرهمزمانی زمان نشاکاری این مزارع، اراضی مختلف ممکن است در مراحل مختلفی از دوره بحرانی مدیریت علف‌های هرز در معرض آبیاری تناوبی قرار گیرند. از سوی دیگر تمام علف‌کش‌های شالیزار در شرایط غرقاب دائم مطالعه شده‌اند و کارایی آن‌ها جهت کنترل شیمیایی علف‌های هرز در نظام آبیاری تناوبی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی‌های مقدماتی نشان داده‌اند که از بین علف‌کش‌های ثبت‌شده برنج، بوتاکلر+بن‌سولفورون‌متیل دارای کارایی بهتری در آبیاری تناوبی هستند (اطلاعات منتشر نشده). بنابراین، مهم‌ترین اهداف تحقیق حاضر، بررسی کارایی تیمار علف‌کشی رایج منطقه (بوتاکلر+بن‌سولفورون‌متیل) در شرایط آبیاری تناوبی در کنترل علف‌های هرز، تعیین زمان شروع آبیاری تناوبی در تیمار علف‌کش رایج منطقه و نیز واکنش عملکرد دو رقم برنج (رقم بومی هاشمی و اصلاح‌شده گیلانه) به آبیاری تناوبی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۴ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) با طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع حدود ۱۰ متر پایین‌تر از سطح دریا انجام شد. قبل از انجام آزمایش، از خاک مزرعه جهت تعیین برخی از ویژگی‌های خاک نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج تجزیه خاک نشان داد که pH خاک مزرعه برابر ۷/۲، ماده آلی خاک برابر ۲/۴ درصد، هدایت الکتریکی آن برابر با ۱/۲۷ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب برابر ۰/۲۱ درصد، ۹/۳ و ۱۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار رس، سیلت و شن آن به ترتیب برابر با ۴۲، ۵۰ و ۸ درصد بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام برنج (رقم بومی هاشمی و اصلاح‌شده گیلانه) و طول دوره غرقاب (غرقاب به مدت ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۲ هفته

اول پس از نشاکاری غرقاب و سپس آبیاری تناوبی) بود. بر اساس روش آبیاری عرف منطقه، ۱۲ هفته غرقاب معادل غرقاب دائم در نظر گرفته شد. ارتفاع آب کرت‌ها در طول دوره غرقاب ۷-۵ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد. در تمامی این تیمارها مخلوطی از علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل (DF 60%) (2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-carbamoylsulfamoyl)-o-toluic acid methyl ester) و بوتاکلر (N-(butoxymethyl)-2-) (chloro-N-(2,6-diethylphenyl)acetamide) به ترتیب به میزان ۷۵ گرم در هکتار جهت کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌های شالیزار و چهار لیتر در هکتار جهت کنترل سوروف، پنج روز پس از نشاکاری طبق عرف زراعت نشایی برنج و به روش دست‌پاش مصرف شد. همچنین تیمارهای شاهد شامل سه مرتبه و جین دستی+غرقاب دائم، سه مرتبه و جین دستی+ آبیاری تناوبی، عدم و جین+ غرقاب دائم و عدم و جین+ آبیاری تناوبی به سطوح فاکتور دوم اضافه شدند. در این آزمایش، پس از اتمام مدت زمان غرقاب، کرت‌ها به صورت تناوبی آبیاری شدند. زمان آبیاری در روش تناوبی بر اساس ارزیابی‌های چشمی و زمانی بود که ترک‌های مویی در کرت‌ها مشاهده شد و معمولاً آبیاری با تناوب ۱۰-۷ روز تکرار شد (Amiri and Rezaei, 2013).

نشاکاری در تاریخ هفتم خرداد سال ۱۳۹۴ انجام شد و نشاهای ۳۰ روزه برنج به تعداد سه نشا در هر کپه با فاصله کاشت ۲۰×۲۵ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۴/۵ × ۵ متر با دست نشا شدند. جهت جلوگیری از آبهویی و یا نفوذ علف‌کش‌ها به کرت‌های مجاور، کرت‌ها دارای دریچه مستقل ورودی آب بودند و مرزهای خاکی بین کرت‌ها با پوشش پلاستیک به عمق حدود ۲۰ سانتی‌متر پوشانده شدند. میزان کود نیتروژن مورد استفاده در زمین اصلی ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار برای رقم اصلاح شده گیلانه و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم بومی هاشمی بود که ۵۰ درصد آن در زمان آخرین مرحله آماده‌سازی زمین (یک روز قبل از نشاکاری) و ۵۰ درصد بقیه در زمان تشکیل اولین جوانه پانیکول در غلاف به خاک داده شد. همچنین ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار در زمان آخرین مرحله آماده‌سازی زمین به عنوان کود پایه به خاک اضافه و با خاک مخلوط شد. به دلیل عدم آلودگی مزرعه آزمایشی به بیماری بلاست نیاز به مبارزه با بلاست نبود، اما مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج طبق عرف منطقه با حشره‌کش دیازینون (گرانول ۱۰ درصد) به میزان

اساس معنی‌داری تجزیه رگرسیون، ضریب تبیین (R^2) بالا و معنی‌داری پارامترهای مدل، با استفاده از تابع لجستیک سه پارامتره زیر صورت گرفت:

$$Y = \frac{a}{1 + \frac{X}{X_0} b} \quad (2)$$

در این رابطه، Y کارایی علف‌کش، a حداکثر کارایی علف‌کش، b شیب منحنی در نقطه X_0 و X_0 مدت زمان غرقاب اولیه برای رسیدن به ۵۰ درصد کارایی علف‌کش است.

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ (SAS, 2004) انجام شد. قبل از تجزیه داده‌ها، فرض نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و با همین نرم‌افزار مورد بررسی و تایید قرار گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های هرز و کارایی علف‌کش

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر معنی‌دار رقم قرار نگرفت، در حالی که اثر طول دوره غرقاب بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۱). حداکثر وزن خشک (زیست‌توده) علف‌های هرز (۷۱۰ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار عدم وجین + عدم مصرف علف‌کش همراه با آبیاری تناوبی بود. این میزان زیست‌توده علف‌های هرز نشان‌دهنده آلودگی شدید کرت‌های آزمایشی به علف‌های هرز در صورت عدم کنترل آن‌ها (مکانیکی و شیمیایی) و اعتبار داده‌های مربوط به زیست‌توده علف‌های هرز در کرت‌های با کنترل شیمیایی یا مکانیکی است. اعمال غرقاب دائم (بدون علف‌کش) سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز به میزان ۱۷ درصد در مقایسه با آبیاری تناوبی شد (جدول ۲). این نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت غرقاب در کنترل علف‌های هرز مزارع برنج می‌باشد. گزارش شده است که غرقاب در کاهش جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز از قبیل سوروف معمولی (*Echinochloa crus-galli*) مؤثر است (Baldwin and Slaton, 2001). اگرچه عمق آب در مزارع برنج غرقابی تأثیری بر جوانه‌زنی برخی دیگر از گونه‌های سوروف نظیر سوروف هوشمند (*Echinochloa oryzoides*) و انواع

۱۵ کیلوگرم در هکتار در تاریخ ۱۹ تیر انجام شد. وجین‌دستی علف‌های هرز در تیمارهای مورد نیاز در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری به‌ترتیب در تاریخ‌های ۲۱ خرداد و ۴ و ۱۸ تیر صورت گرفت.

برداشت رقم هاشمی در تاریخ ۲۹ مرداد و رقم گیلانه در تاریخ ۱۰ شهریور صورت گرفت. در زمان رسیدگی محصول، عملکرد شلتوک از مساحتی معادل پنج مترمربع ($2 \times 2/5$ متر) با در نظر گرفتن اثر حاشیه اندازه‌گیری و سپس بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری تعداد پنجه بارور، از مساحتی به اندازه یک مترمربع در هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و تعداد پنجه بارور آن شمارش شد. همچنین تعداد ۲۰ خوشه ساقه اصلی در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه پر و پوک در هر خوشه شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد دانه پر و پوک در هر خوشه منظور شد. سپس، تعداد ۵۰۰ عدد دانه پر به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شد و سپس وزن هزار دانه برای هر تیمار محاسبه شد. درصد باروری خوشه از تقسیم تعداد دانه پر در خوشه به تعداد کل دانه در خوشه ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه شد. برای اندازه‌گیری زیست‌توده برنج، در هر تیمار بوته‌های برنج از مساحت یک مترمربع در زمان رسیدگی محصول کفبر و پس از ۲۴ ساعت آفتاب‌خشک، به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس توزین شدند. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک شلتوک به زیست‌توده ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه شد.

زیست‌توده علف‌های هرز در زمان رسیدگی محصول از سطحی معادل ۰/۲۵ مترمربع در چهار نقطه از هر کرت برداشت و پس از قرار دادن آن‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت، وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری و بر حسب گرم بر مترمربع بیان شد. کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز نیز بر اساس رابطه (۱) محاسبه شد (Lesnik, 2003):

$$HE = \frac{W_{Un}}{W_T} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، HE کارایی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز بر حسب درصد، W_{Un} وزن خشک علف‌های هرز در کرت بدون سمپاشی شده و W_T وزن خشک علف‌های هرز در کرت سمپاشی شده می‌باشد.

برازش واکنش کارایی علف‌کش به مدت زمان غرقاب اولیه پس از تأیید صحت برازش مدل‌های رگرسیونی بر

خاک‌مصرف در بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌شود و فرآیندهایی مانند جذب، تبخیر، آبشویی و پایداری علف‌کش‌ها در خاک تحت تأثیر نحوه آبیاری قرار می‌گیرد (López-Piñero *et al.*, 2016). تغییر فعالیت میکروبی خاک (Vasquez *et al.*, 2011)، تغییر مقدار ماده آلی و pH خاک (Si *et al.*, 2011; López-Piñero *et al.*, 2013) نیز در اثر تغییر نظام آبیاری از شرایط غیرهوازی به هوازی، رفتار علف‌کش‌های خاک‌مصرف مزارع برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مجموع این عوامل با کاهش طول دوره غرقابی، سبب کاهش کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز شد. افزایش جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز از قبیل سوروف در شرایط آبیاری تناوبی (Yamasue, 2002) نیز سبب افزایش زیست‌توده علف‌های هرز در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش شد که این امر به نوبه خود منجر به کاهش کارایی علف‌کش‌ها در شرایط آبیاری تناوبی شد.

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم و مدت زمان غرقاب قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع رقم هاشمی (۱۳۷ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از ارتفاع رقم گیلانه (۱۰۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۲). ارقام اصلاح شده در مقایسه با ارقام بومی برنج دارای ارتفاع کم‌تری هستند. حداکثر ارتفاع بوته (۱۳۰ سانتی‌متر) با اعمال غرقاب دائم (۱۲ هفته) حاصل شد، هر چند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمارهای ۶ و ۸ هفته غرقاب + مصرف علف‌کش و غرقاب دائم + وجین دستی علف‌های هرز وجود نداشت (جدول ۲).

جگن‌ها به‌ویژه جگن‌های چندساله ندارد. البته گزارشاتی مبنی بر تأثیر مثبت شرایط غرقابی شالیزار بر گسترش پیروز به درون مزارع برنج نیز ارائه شده است (Mahelka, 2006). ارزیابی‌های چشمی (داده‌ها ارائه نشده است) نیز نشان داد که علف‌های هرز غالب در کرت‌های با سیستم آبیاری غرقابی شامل انواع جگن‌ها و سوروف هوشمند بود، در حالی‌که علف هرز غالب کرت‌های با سیستم آبیاری تناوبی، سوروف معمولی بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری در وزن خشک علف‌های هرز بین تیمارهای غرقاب دائم + مصرف علف‌کش و غرقاب اولیه به‌مدت ۴، ۶ و ۸ هفته به‌همراه مصرف علف‌کش وجود نداشت (جدول ۲)، اما وزن خشک علف‌های هرز در تیمار غرقاب اولیه به‌مدت دو هفته + مصرف علف‌کش به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای غرقاب دائم + مصرف علف‌کش و غرقاب اولیه به‌مدت ۴، ۶ و ۸ هفته به‌همراه مصرف علف‌کش بود.

همچنین نتایج نشان داد که از لحاظ کارایی علف‌کش، اختلاف معنی‌داری بین ارقام هاشمی (۸۷/۹ درصد) و گیلانه (۸۵/۶ درصد) وجود نداشت، اما طول دوره غرقاب اثر معنی‌داری بر کارایی علف‌کش‌ها داشت. حداکثر کارایی علف‌کش‌ها (۹۴/۷ درصد) در تیمار غرقاب دائم مشاهده شد، هر چند که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در کارایی علف‌کش بین این تیمار و تیمارهای ۶ و ۸ هفته غرقاب اولیه (به‌ترتیب با کارایی ۹۰/۴ و ۹۰/۶ درصد) وجود نداشت. کارایی علف‌کش‌ها با کاهش طول دوره غرقاب به چهار و دو هفته، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و به‌ترتیب به‌میزان ۸۷/۹ و ۷۱ درصد رسید (شکل ۱). به گزارش محققین دیگر، آبیاری تناوبی منجر به تغییر رفتار علف‌کش‌های

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر رقم و طول دوره غرقاب

Table 1. Analysis of variance of the measured traits as affected by cultivar and flooding duration

Source of variations	df	Mean squares					
		Weed dry weight	Herbicide efficacy	Height	Panicle number per m ²	Filled grain number per panicle	Total grain number per panicle
Replication	2	253 ^{ns}	96 ^{ns}	183 ^{**}	1922 ^{ns}	78 ^{ns}	30 ^{ns}
Cultivar (C)	1	1568 ^{ns}	38 ^{ns}	11180 ^{**}	7490 [*]	570 ^{**}	812 ^{**}
Flooding duration (F)	8	403063 ^{**}	503 ^{**}	83 [*]	20835 ^{**}	287 ^{**}	312 ^{**}
C × F	8	1473 ^{ns}	15 ^{ns}	20 ^{ns}	1870 ^{ns}	36 ^{ns}	40 ^{ns}
Error	34	2968	14	36	1275	76	66
CV (%)	-	27	4	5	13	11	10

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

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم و طول دوره غرقاب بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. Mean comparison for the effect of cultivar and flooding duration on the measured traits

Factor	Weed dry weight (g.m ⁻²)	Height (cm)	Panicle number per m ²	Filled grain number per panicle	Total grain number per panicle
Cultivar					
Hashemi	205.4 a	137.1 a	260.6 b	73.8 b	82.3 b
Gilaneh	194.6 a	108.3 b	284.2 a	80.3 a	90.1 a
LSD _(5%)	30.0	3.3	19.7	4.8	4.5
Flooding duration					
12- week	30.0 d	130.0a	339.3 a	81.8 ab	90.0ab
8- week	54.8 d	126.3ab	318.3 ab	87.1 a	96.1 a
6- week	60.6 d	123.0abc	315.3 ab	81.2 ab	92.5ab
4- week	70.5 d	122.3bc	294.3 b	78.1 abc	87.8 ab
2- week	166.6 c	120.1bc	249.3 c	72.5 bcd	83.9 bc
Three hand-weeding and continuous flooding	65.9d	123.5abc	292.3 b	80.2ab	88.8 ab
Three hand-weeding and intermittent irrigation	53.7d	122.3bc	285.3 bc	78.3 abc	86.2 bc
No hand-weeding and continuous flooding	586.9 b	119.0c	190.3 d	65.7 d	73.3 d
No hand-weeding and intermittent irrigation	710.9 a	117.8c	167.3 d	68.2 cd	77.1 cd
LSD _(5%)	63.9	7.1	41.9	10.2	9.6

Means followed by similar letters in each column for each factor (cultivar or flooding duration) are not significantly differ at 5% probability level LSD test.

شده می‌تواند به دلیل نوع یا بافت خاک محل اجرای آزمایش و ظرفیت متفاوت آن‌ها در نگهداری رطوبت و نیز استفاده از ارقام مختلف در آزمایش‌ها و واکنش متفاوت ارقام مورد بررسی به آبیاری تناوبی باشد. عدم وجین علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته هم در شرایط آبیاری غرقابی و هم در شرایط آبیاری تناوبی نسبت به تیمار غرقاب دائم + مصرف علف‌کش شد. گزارش شده است که برخی از علف‌های هرز مانند سوروف توانایی بالایی در جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن دارند و بنابراین به‌نظر می‌رسد که رقابت بین علف‌های هرز و بوته‌های برنج بر سر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن سبب کاهش فراهمی این عناصر برای برنج و در نهایت سبب کاهش ارتفاع آن‌ها شد (Ampong-Nyarko and De Detta, 1991).

تعداد خوشه در متر مربع

اثر اصلی رقم و مدت زمان غرقاب بر تعداد خوشه در مترمربع معنی‌دار بود، در حالی که برهمکنش بین آن‌ها بر تعداد خوشه معنی‌دار نبود (جدول ۱). تعداد خوشه در رقم گیلانه (۲۸۴ خوشه در متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تعداد آن در رقم هاشمی (۲۶۰ خوشه در متر مربع) بود

با کاهش مدت زمان غرقاب به ۴ و ۲ هفته، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار غرقاب دائم + مصرف علف‌کش کاهش یافت (جدول ۱). نتایج مشابهی توسط میری و همکاران (Miri et al., 2012) و قربانلی و همکاران (Ghorbanli et al., 2004) گزارش شده است. کاهش ارتفاع را می‌توان احتمالاً به کنترل نامطلوب علف‌های هرز در این تیمار (جدول ۲) و در نتیجه تشدید رقابت بین برنج و علف‌های هرز بر سر مواد غذایی نسبت داد. بعلاوه، کاهش ارتفاع گیاه زراعی در شرایط آبیاری تناوبی به کمبود آب در دسترس، کاهش میزان تولید هورمون جیبرلین در شرایط هوازی در مقایسه با شرایط غرقابی (Miri et al., 2012)، افزایش تلفات نیتروژن از طریق دنیتریفیکاسیون (Sahrawat, 2008) و کاهش دسترسی برنج به نیتروژن نسبت داده شده است. در عین حال، با توجه به این‌که برنج یک گیاه با رشد محدود است، اعمال آبیاری تناوبی بعد از مرحله گلدهی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته برنج ندارد (Miri et al., 2012). برخلاف نتایج این آزمایش، برخی محققان گزارش کردند که رژیم‌های متفاوت آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته برنج نداشت (Rezaei et al., 2010). یکی از دلایل احتمالی اختلاف در نتایج گزارش

(جدول ۲). حداکثر تعداد خوشه در تیمار غرقاب دائم (۳۳۹ خوشه در متر مربع) حاصل شد، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمارهای اعمال غرقاب در هشت و شش هفته اول پس از نشاکاری (به ترتیب ۳۱۸ و ۳۱۵ خوشه در متر مربع) مشاهده نشد (جدول ۲). با کاهش مدت زمان غرقاب اولیه به ۴ و ۲ هفته، تعداد خوشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). برخلاف نتایج این آزمایش، برخی از محققان گزارش کردند که تعداد خوشه برنج در واحد سطح در صورت آبیاری سطحی به‌همراه خیس و خشک کردن خاک نسبت به آبیاری متداول افزایش یافت (Lin *et al.*, 2005). حداقل تعداد خوشه به‌ترتیب در کرت‌های آبیاری تناوبی (۱۶۷ خوشه در متر مربع) و غرقاب دائم (۱۹۰ خوشه در متر مربع) به‌همراه عدم وجین علف‌های هرز مشاهده شد. عدم وجین علف‌های هرز در کرت‌های آبیاری غرقاب دائم و تناوبی سبب کاهش معنی‌دار تعداد خوشه به‌ترتیب به‌میزان ۴۴ و ۵۱ درصد در مقایسه با تیمار غرقاب دائم+مصرف علف‌کش شد، البته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین سیستم آبیاری غرقاب دائم و تناوبی از لحاظ تعداد خوشه مشاهده نشد (جدول ۲).

عواملی مانند توانایی بالای علف‌های هرز در جذب عناصر غذایی (Ampong-Nyarko and De Detta, 1991) و بنابراین کاهش دسترسی بوته‌های برنج به آن‌ها از قبیل نیتروژن و فسفر در شرایط رقابت، ارتفاع بیش‌تر برخی از علف‌های هرز مانند سوروف نسبت به برنج (Ntanos and Koutroubas, 2002) و در نتیجه کاهش جذب نور در شرایط رقابت و افزایش تعداد پنجه‌های نابارور در شرایط رقابت می‌تواند منجر به کاهش تعداد خوشه بارور شود. قبلاً نیز کاهش تعداد خوشه برنج در رقابت با علف‌های هرز گزارش شده است (Aminpanah *et al.*, 2014).

تعداد دانه پر، تعداد کل دانه و درصد باروری خوشه

تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه تحت تأثیر معنی‌دار آثار اصلی رقم و مدت زمان غرقاب قرار گرفت (جدول ۱). در مقابل، درصد باروری خوشه تحت تأثیر فاکتورهای مورد بررسی و برهمکنش بین آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه در رقم گیلانه به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از تعداد آن‌ها در رقم هاشمی بود (جدول ۲). با کاهش مدت زمان غرقاب از ۱۲ هفته (غرقاب دائم) به چهار هفته پس از نشاکاری، تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در

خوشه به‌تدریج کاهش یافت، اما از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. با کاهش بیشتر مدت زمان غرقاب اولیه به دو هفته، تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب به‌میزان ۱۱ و ۷ درصد در مقایسه با غرقاب دائم+مصرف علف‌کش کاهش یافت (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که کنترل نامناسب علف‌های هرز در تیمار دو هفته غرقاب+مصرف علف‌کش سبب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خوشه در مقایسه با سایر تیمارهای آبیاری غرقابی+مصرف علف‌کش باشد. میری و همکاران (Miri *et al.*, 2012) نیز گزارش کردند که با کاهش طول دوره غرقاب، تعداد دانه در خوشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که تعداد دانه در خوشه در تیمار آبیاری تناوبی در تمام طول فصل سبب کاهش تعداد دانه در خوشه به‌میزان ۴۰ درصد در مقایسه با تیمار غرقابی در کل فصل شد. آن‌ها دلیل کاهش تعداد دانه پر در خوشه را افزایش درصد پوکی دانه‌ها به‌علت تلقیح نامناسب دانه‌های گرده با تخمک در شرایط آبیاری تناوبی اعلام کردند. عدم کنترل علف‌های هرز در سیستم آبیاری غرقاب دائم منجر به کاهش معنی‌دار تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه به‌ترتیب به‌میزان ۲۰ و ۱۹ درصد و در سیستم آبیاری تناوبی منجر به کاهش معنی‌دار تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه به‌ترتیب به‌میزان ۱۷ و ۱۴ درصد نسبت به غرقاب دائم شد (جدول ۲). کاهش دانه در صورت عدم وجین علف‌های هرز به‌دلیل رقابت بر سر مواد غذایی و نور بین علف‌های هرز و بوته‌های برنج است. نتایج مشابهی قبلاً توسط ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2006) نیز گزارش شده است.

وزن هزار دانه

اثر اصلی رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر اصلی تلفیق نحوه آبیاری و مدیریت علف‌های هرز و نیز برهمکنش بین فاکتورهای مورد بررسی بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). وزن هزار دانه در رقم هاشمی (۲۵/۷ گرم) به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از مقدار آن در رقم گیلانه (۲۴/۸ گرم) بود (جدول ۴). وزن هزار دانه در برنج یک صفت ژنتیکی است که بیش‌تر تحت تأثیر ژنوتیپ رقم قرار می‌گیرد و در اغلب موارد اثر عوامل محیطی بر وزن هزار دانه ناچیز است. برخلاف نتایج این تحقیق، در آزمایش میری و همکاران (Miri *et al.*, 2012) آبیاری تناوبی منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه شد.

لحاظ آماری این میزان کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۴). با کاهش بیش‌تر مدت زمان غرقاب اولیه به ۴ و ۲ هفته، کاهش معنی‌دار عملکرد شلتوک به ترتیب به میزان ۱۶ و ۳۱ درصد مشاهده شد (جدول ۴). نتایج این آزمایش با نتایج میری و همکاران (Miri *et al.*, 2012) که کاهش عملکرد برنج در آبیاری تناوبی نسبت به آبیاری غرقابی را گزارش کردند، مطابقت داشت. این محققان دریافتند که عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری تناوبی در تمام طول فصل رشد برنج، غرقابی تا مرحله پنجه‌زنی، غرقابی تا مرحله ساقه‌رفتن و غرقابی تا مرحله گل‌دهی، سبب کاهش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۳۰، ۲۶، ۲۶ و ۴ درصد در مقایسه با آبیاری غرقاب دائم شدند. کاهش عملکرد در این شرایط می‌تواند ناشی از عدم کارایی مناسب علف‌کش‌ها در کنترل مناسب علف‌های هرز باشد. در نتیجه، وقوع رقابت بین علف‌های هرز و بوته‌های برنج بر سر مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به کاهش عملکرد شود. در عین حال، خشک و خیس شدن متناوب زمین طی فرآیند آبیاری تناوبی شرایط را برای دینتریفیکاسیون مهیا می‌کند (Sahrawat, 2008) و در نتیجه افزایش تلفات نیتروژن و کاهش فراهمی آن برای گیاه زراعی نیز می‌تواند دلیل دیگر کاهش عملکرد در این تیمارها باشد. کاهش عملکرد برنج در شرایط آبیاری تناوبی به کاهش فراهمی فسفر به دلیل افزایش جذب سطحی آن به ذرات جامد خاک در شرایط آبیاری تناوبی (Kirk, 2004) و نیز به کاهش میزان کلسیم و منیزیم در محلول خاک به دلیل جذب دوباره آن‌ها در جایگاه‌های تبادل‌ی خاک (Buss *et al.*, 2011) نسبت داده شده است.

عملکرد شلتوک، زیست‌توده برنج و شاخص برداشت
عملکرد شلتوک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار گرفت، در حالی‌که اثر رقم بر زیست‌توده برنج و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳). رقم گیلانه با تولید پنجه بارور و تعداد دانه پر بیش‌تر در خوشه در مقایسه با رقم هاشمی توانست عملکرد بالاتری (حدود ۹ درصد) تولید کند (جدول ۴). همچنین بر طبق جدول تجزیه واریانس، عملکرد شلتوک، زیست‌توده و شاخص برداشت برنج تحت تأثیر معنی‌دار مدت زمان غرقاب قرار گرفت (جدول ۳). معنی‌دار نبودن برهمکنش بین رقم و طول دوره غرقاب برای عملکرد شلتوک و زیست‌توده برنج (جدول ۳)، نشان‌دهنده واکنش مشابه ارقام گیلانه و هاشمی به طول دوره غرقاب بود. برخلاف نتایج این آزمایش، میری و همکاران (Miri *et al.*, 2012) واکنش متفاوت ارقام برنج به آبیاری تناوبی را گزارش کردند. ارقام مورد بررسی در این تحقیق جزء ارقام بومی (هاشمی) و یا حاصل تلاقی ارقام بومی (گیلانه) بودند و به‌نظر می‌رسد که ژنوم بومی منطقه دارای پتانسیل و مکانیزم مشابهی در مواجهه با تنش باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر عملکرد شلتوک (۳۹۸۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار غرقاب دائم + مصرف علف‌کش حاصل شد، اگرچه بین این تیمار و تیمارهای غرقاب دائم + سه مرتبه وجین دستی (۳۶۵۲ کیلوگرم در هکتار)، تیمارهای هشت و شش هفته اول غرقاب و سپس آبیاری تناوبی به‌همراه مصرف علف‌کش (به ترتیب با ۳۶۱۷ و ۳۵۸۱ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). با کاهش طول دوره غرقاب از ۱۲ به ۸ و ۶ هفته، عملکرد شلتوک به ترتیب به میزان ۹ و ۱۰ درصد کاهش یافت، اما از

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر رقم و طول دوره غرقاب

Table 3. Analysis of variance of the measured traits as affected by cultivar and flooding duration

Source of variations	df	Mean squares				
		Fertility percent	Thousand grain weight	Paddy yield	Biological yield	Harvest index
Replication	2	18 ^{ns}	2.2 ^{ns}	94501 ^{ns}	67179 ^{ns}	10 ^{ns}
Cultivar (C)	1	2 ^{ns}	10.8*	910521*	1085734 ^{ns}	66 ^{ns}
Flooding duration (F)	8	14 ^{ns}	0.9 ^{ns}	4589926**	12130862**	156**
C × F	8	11 ^{ns}	1.6 ^{ns}	161375 ^{ns}	1130333 ^{ns}	7 ^{ns}
Error	34	14	2.1	200263	1230412	35
CV (%)	-	4	6	15	17	12

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

تیمار ۱۲ هفته اول غرقاب به همراه مصرف علف‌کش و حداقل آن نیز در صورت عدم وجین علف‌های هرز و انجام آبیاری تناوبی (۳۸۶۴/۲) کیلوگرم در هکتار) یا آبیاری غرقابی (۴۸۷۴/۵) کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که با کاهش طول مدت غرقاب به ۸، ۶، ۴ و ۲ هفته، زیست‌توده برنج به ترتیب ۱۷، ۱۶، ۲۶ و ۳۷ درصد نسبت به غرقاب دائم کاهش یافت (جدول ۴).

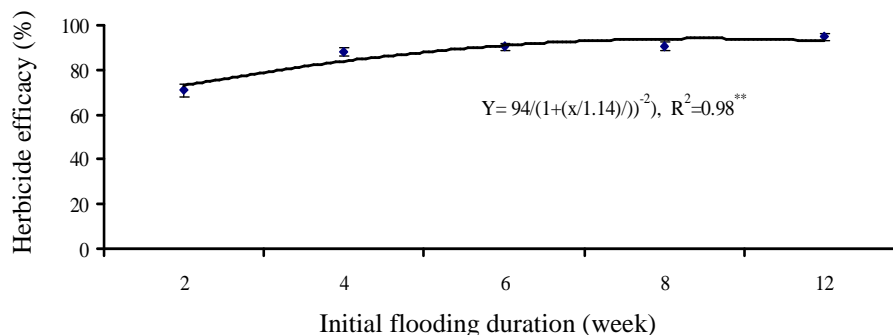
کمترین میزان عملکرد شلتوک (۱۳۷۹) کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم وجین علف‌های هرز با انجام آبیاری تناوبی مشاهده شد، به طوری که عدم وجین علف‌های هرز در این کرت سبب کاهش عملکرد شلتوک به میزان ۶۵ درصد در مقایسه با تیمار غرقاب دائم + مصرف علف‌کش شد. این امر نشان‌دهنده توانایی علف‌های هرز در کاهش عملکرد برنج و لزوم کنترل آن‌ها می‌باشد. مشابه عملکرد شلتوک، حداکثر زیست‌توده برنج (۸۵۲۵/۲) کیلوگرم در هکتار) در

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر رقم و طول دوره غرقاب بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 4. Mean comparison for the effect of cultivar and flooding duration on measured traits

Factors	Fertility percent	1000- grain weight (g)	Paddy yield (kg.ha ⁻¹)	Rice biomass (kg.ha ⁻¹)	Harvest index (%)
<u>Cultivar</u>					
Hashemi	89.7 a	25.7 a	2916.3 b	6172.9 a	47.2 a
Gilaneh	89.1 a	24.8 b	3176.3 a	6456.5 a	49.2 a
LSD _(5%)	4.2	0.8	247.5	682.3	3.3
<u>Flooding duration</u>					
12- week	90.9 a	25.2 a	3989.2 a	8525.2 a	46.7a
8- week	90.6 a	25.7 a	3617.2 ab	7068.5 b	51.2 a
6- week	87.8 a	25.9 a	3581.7 ab	7114.3b	50.3 a
4- week	88.9a	25.3 a	3340.7b	6344.3 bc	52.6a
2- week	86.4 b	24.9a	2725.2 c	5350.0 cd	50.9 a
Three hand-weeding and continuous flooding	90.3 a	24.8a	3652.5ab	7349.3 ab	49.7 a
Three hand-weeding and intermittent irrigation	90.8 a	24.8a	3204.2 bc	6341.5 bc	50.5 a
No hand-weeding and continuous flooding	89.6 a	25.7 a	1925.2 d	4874.5de	39.7 b
No hand-weeding and intermittent irrigation	88.5 a	25.3 a	1379.0 e	3864.2 e	35.7 b
LSD _(5%)	4.5	1.7	525.0	1301.5	7.0

Means followed by similar letters in each column for each factor (cultivar or flooding duration) are not significantly differ at 5% probability level LSD test.



شکل ۱- اثر مدت زمان غرقاب اولیه بر کارایی علف‌کش

Figure 1. Effect of initial flooding duration on herbicide efficacy

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش مدت زمان غرقاب اولیه از غرقاب دائم به هشت، شش، چهار و دو هفته پس از نشاکاری، عملکرد شلتوک برنج به‌ترتیب به‌میزان ۹، ۱۰، ۱۶ و ۳۱ درصد کاهش یافت. این امر اهمیت اعمال آبیاری غرقابی دائم در دستیابی به حداکثر عملکرد شلتوک در برنج را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این آزمایش، پیشنهاد می‌شود جهت دستیابی به کارایی بهتر علف‌کش‌ها در کنترل مطلوب علف‌های هرز (بیش‌تر از ۹۰ درصد) تحت شرایط کم‌آبی، شرایط غرقابی اولیه حداقل به مدت شش هفته پس از نشاکاری ادامه یابد.

مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بین تیمارهای مختلف مدت زمان غرقاب از لحاظ شاخص برداشت، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که عدم وجین علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار شاخص برداشت هم در آبیاری غرقابی و هم در آبیاری تناوبی نسبت به سایر تیمارها شد (جدول ۴). همانند نتایج این آزمایش، گزارش شده است که شاخص برداشت برنج در اثر رقابت با علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Heafele *et al.*, 2004). در مقابل، ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2006) اعلام کردند که شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار رقابت با علف‌های هرز قرار نگرفت. کاهش معنی‌دار شاخص برداشت در رقابت با علف‌های هرز نشان‌دهنده اثر سوء بیش‌تر علف‌های هرز بر عملکرد شلتوک نسبت به تجمع زیست‌توده در برنج است.

References

- Aminpanah, H., Sharifi, P., Mohaddesi, A., Abbasian, A. and Javadi, M. 2014. Rice grain yield and weed growth as affected by plant density and pretilachlor rate. **Philippine Agricultural Scientist** 97 (3): 266-272.
- Amiri, E. and Rezaei, M. 2013. Evaluation of water balance components and water productivity of rice under interval irrigation and nitrogen fertilizer conditions. **Iranian Journal of Irrigation and Drainage** 4 (6): 306-315.
- Ampong-Nyarko, K. and De Detta, S. K. 1991. A handbook for weed control in rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 113 p.
- Awan, T. H., Sta-Cruz, P. C. and Chauhan, B. S. 2015. Efficacy and economics of different herbicides, their weed species selectivity, and the productivity of mechanized dry-seeded rice. **Crop Protection** 78: 239-246.
- Baldwin, F. and Slaton, N. 2001. Rice weed control. In: Rice production handbook. Arkansas Cooperative Extension Service, University of Arkansas, Little Rock, AR. MP192. pp: 37-44.
- Borin, J. B. M., Carmona, F. C., Anghinoni, I., Martins, A. P., Jaeger, I. R., Marcolin E., Hernandez G. C. and Camargo, E. S. 2016. Soil solution chemical attributes, rice response and water use efficiency under different flood irrigation management methods. **Agricultural Water Management** 176: 9-17.
- Buss, G. L., Wolter, R. C. D., Wesz, J., Sehn, C. F. S., Soncini, M. M., Sousa, R. O. and Scivittaro, W. B. 2011. Reduction dynamics of a flooded Albaugh and nutrient contents in the rice shoot as a function of water management. Proceedings of The 7th Brazilian Congress of Irrigated Rice, August 09-12, 2011, Balneário Camboriú, Brazil. (In Portuguese).
- Farzan, S., Yaghoubi, B., Asghari, J., Rabiei, B. and Mohammadvand, E. 2015. Flooding and application time effects on thiobencarb herbicide efficacy in paddy rice. **Electronic Journal of Crop Production** 8 (4): 1-23. (In Persian with English Abstract).
- Ghorbanli, M., Hashemi Moghadam, Sh. and Fallah, A. 2004. Evaluation of interaction of irrigation and nitrogen on some physiological and morphological traits of rice. **Journal of Agricultural Science** 3: 415-428.
- Gowda, P. T., Govindappa, M., Murthy, K. N. K., Shankaraiah, C. and Jnanasha, A. C. 2009. Effects of herbicides and cultural treatments on uptake of major nutrients by crop and weeds under aerobic rice cultivation. **Journal of Crop and Weed** 5: 327-330.
- Heafele, S. M., Johnson, D. E., M'Bodj, D., Wopereis, M. C. S. and Miezán, K. M. 2004. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. **Field Crops Research** 88: 39-56.
- Kirk, G. J. D. 2004. The Biogeochemistry of submerged soils. 8th Ed. John Wiley, Chichester.
- Kumar, V. and Ladha, J. K. 2011. Direct seeding of rice: Recent developments and future research needs. **Advances in Agronomy** 111: 297-396.

- Lesnik, M. 2003.** The impact of maize stands density on herbicide efficiency. **Plant, Soil and Environment** 49 (1): 29-35.
- Lin, X. Q., Zhou, W. J., Zhu, D. F. and Zhang, Y. B. 2005.** Effect of SWD irrigation on photosynthesis and grain yield of rice (*Oryza sativa* L.). **Field Crops Research** 94: 67-75.
- López-Piñero, A., Peña, D., Albarrán, A., Sánchez-Llerena, J. and Becerra, D. 2013.** Behaviour of MCPA in four intensive cropping soils amended with fresh, composted, and aged olive mill waste. **Journal of Contaminant Hydrology** 152: 137-146.
- López-Piñero, A., Sánchez-Llerena, J., Peña, D., Albarrán, A. and Ramirez, M. 2016.** Transition from flooding to sprinkler irrigation in Mediterranean rice growing ecosystems: Effect on behaviour of bispyribac sodium. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 223: 99-107.
- Maazi Kajal, V., Yaghoubi, B., Farahpour, A., Mehrpouyan, M. and Vahedi, A. 2012.** Comparison of the efficacy of penoxsulam with some common paddy rice herbicides. **Cereal Research** 2: 223-235. (In Persian with English Abstract).
- Mahajan, G., Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2009.** Weed management comparison in aerobic in north western Indo-Gangetic plains. **Journal of Crop Improvement** 23: 366-382.
- Mahelka, V. 2006.** Response to flooding intensity in *Elytrigia repens*, *E. intermedia* (Poaceae: Triticeae) and their hybrid. **Weed Research** 46: 82-90.
- Mao, Z. 2002.** Water saving irrigation for rice and its effect on environment. **Engineering Science** 4 (7): 8-16.
- Miri, H. R., Niakan, V. and Bagheri, A. R. 2012.** Effect of alternating irrigation on yield, yield components and water productivity in direct seeding of rice in Kazerun region. **Journal of Crop Production and Processing** 2 (5):13-27. (In Persian with English Abstract).
- Ntanos, D. A. and Koutroubas, S. D. 2002.** Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research** 74: 93-101.
- Razavipor, T., Yazdani, M. R. and Kavousi, M. 2000.** The effects of water stress in different growing stage on rice yield. Proceedings of The 6th National Congress on Soil Science. June 26-28, 2000, Tehran, Iran. (In Persian).
- Rezaei, M., Motamed, M. K., Yousefi, A. and Amiri, A. 2010.** Evaluation of different irrigation managements on rice yield. **Journal of Water and Soil** 24: 565-573.
- Rosegrant, M. W., Cai, X. and Cline, S. A. 2002.** World water and food to 2025: Dealing with scarcity. International Food Policy Research Institute, Washington DC.
- Sahrawat, K. L. 2008.** Organic matter accumulation in submerged soils. **Advances in Agronomy** 81: 735-739.
- Sarkar, S., Basu, B., Kundu, C. K. and Patra, P. K. 2012.** Deficit irrigation: An option to mitigate arsenic load of rice grain in west Benga, India. **Agriculture, Ecosystem and Environment** 146: 147-152.
- SAS. 2004.** Statistical analysis system. Ver. 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Si, Y., Wang, M., Tian, C., Zhou, J. and Zhou, D. 2011.** Effect of charcoal amendment on adsorption, leaching and degradation of isoproturon in soils. **Journal of Contaminant Hydrology** 123: 75-81.
- SOSBAI. 2014.** Irrigated Rice Society of Southern Brazil. Irrigated rice: Technical research recommendations for southern Brazil. 30th Ed. Santa Maria, Brazil. (In Portuguese).
- Vasquez, M. E., Holstege, D. M. and Tjeerdema, R. S. 2011.** Aerobic versus anaerobic microbial degradation of etofenprox in a California rice field soil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 59: 2486-2492.
- Yaghoubi, B., Alizadeh, H., Rahimian, H., Baghestani, M., Sharifi, M. and Davatgar, N. 2010.** A review on researches conducted on paddy field weeds and herbicides in Iran. Key Papers of The 3rd Iranian Weed Science Congress. Babolsar, Mazandaran, Iran. (In Persian).
- Yamasue, Y. 2002.** Strategy of *Echinochloa oryzicola* Vasing. for survival in flooded rice. **Weed Biology and Management** 1: 28-36.
- Ye, Y., Liang, X., Chen, Y., Liu, J., Gu, J., Guo, R. and Li, L. 2013.** Alternate wetting anddrying irrigation and controlled-release nitrogen fertilizer in late-season rice. Effects on dry matter accumulation, yield, water and nitrogen use. **Field Crops Research** 144: 212-224.
- Zhao, D. L., Atlin, G. N., Bastiaans, L. and Spiertz, J. H. J. 2006.** Comparing rice germplasm for growth, grain yield and weed-suppressive ability under aerobic soil conditions. **Weed Research** 46: 444-452.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 8, No. 1, Spring 2018 (45-56)

Chemical weed control in paddy fields under intermittent irrigation

Farzaneh Asadollahi- Sharifi¹, Hashem Aminpanah ^{*2} and Bijan Yaghoubi³

Received: January 17, 2017

Accepted: November 11, 2017

Abstract

Water resources shortage threatens the sustainability of continuous flooding rice culture. To investigate the effect of initial flooding duration on herbicide efficacy and rice yield loss, a field experiment was conducted at Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran, in 2015. The experiment was arranged in a factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications. The experimental factors were two rice cultivars (Hashemi and Gilaneh) and five initial flooding durations (flooding for 2, 4, 6, 8 and 12 weeks after transplanting and then applying intermittent irrigation). Consistent with the paddy fields irrigation method in northern Iran, 12-week flooding duration was considered as continuous flooding irrigation. Results showed that there was no significant difference in herbicide efficacy between Hashemi (87.9%) and Gilaneh (85.6%) cultivars. No significant reduction in herbicide efficacy was observed when initial flooding duration reduced from 12 to 6 weeks, but with further reduction in initial flooding duration to four and two weeks, herbicide efficacy was significantly reduced. The highest paddy yield ($3989.2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) was observed in permanent flooding (flooding for 12 weeks) + herbicide application treatment and the paddy yield was decreased about 10% by reducing the initial flooding duration to six weeks but it was not statistically significant. With further decrease in initial flooding duration to four and two weeks, rice paddy yield reduced significantly by 16% and 31%, respectively. In conclusion, results of this experiment revealed that under water shortage conditions, it is necessary to apply initial flooding duration at least for 6 weeks after transplanting for obtaining favorable herbicide efficacy (more than 90%) without paddy yield loss compared to permanent flooding treatment.

Keywords: Herbicide efficacy, Irrigation method, Paddy fields, Yield loss

1. M. Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

3. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* Corresponding author: aminpanah@iaurasht.ac.ir