مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۴، شماره ۳، ۱۳۹۲ (۴۷۸-۴۶۷)

مطالعه واکنش برنج و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) به دز و زمان مصرف برخی علف‌کش‌های شالیزار

صبرینه فرزان[۱]، بیژن یعقوبی[۲*]، جعفر اصغری[۳]، المیرا محمدوند[۴] و آتوسا فرح‌پور[۵]
۱و۵، دانشجویان سابق کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان
۲، استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)
۳ و۴، دانشیار و استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
(تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۰ - تاریخ تصویب: ۹۲/۸/۱)

چکیده

این بررسی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور به منظور مطالعه واکنش علف هرز سوروف و گیاه زراعی برنج به علف‌کش‌های اکسادیارژیل، بوتاکلر و تیوبنکارب اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دز علف‌کش در شش سطح (تا سه برابر دز توصیه شده) و زمان مصرف علف‌کش در دو سطح (قبل و بعد از نشاءکاری) بود. نتایج نشان داد که کارایی علف‌کش‌ها در کنترل سوروف تا ۴-هفته پس از نشاکاری مشابه (≥۹۵٪) بود. کارایی اکسادیارژیل در ۶-هفته پس از کشت به ۶۰-۵۰ درصد کاهش، امّا کارایی دو علف‌کش دیگر مشابه مرحله قبلی ارزیابی بود. گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها بر روی برنج با افزایش دز علف‌کش دارای روند افزایشی بود، امّا میزان آن برای علف‌کش‌های مورد بررسی در زمان‌های مختلف مصرف متفاوت بود. کاربرد اکسادیارژیل قبل از نشاءکاری و تیوبنکارب و بوتاکلر بعد از نشاءکاری دارای گیاه‌سوزی کمتری بودند. همه علف‌کش‌ها سبب افزایش طول دوره تا ۵۰٪ گلدهی شدند، ولی شیب مدل خطی برازش شده برای علف‌کش تیوبنکارب در روش کاربرد قبل از نشاءکاری حدود دو برابر دیگر تیمارها بود. میزان تغییرات عملکرد شلتوک در تیمارهای علف‌کشی نسبت به شاهد آلوده به علف‌هرز ۵۰۰ تا ۹۰۰ درصد افزایش پیدا کرد، که کمترین عملکرد در کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری و بیشترین آن در کاربرد بوتاکلر بعد از نشاءکاری به دست آمد. کاربرد اکسادیارژیل قبل از نشاءکاری و دو علف‌کش بوتاکلر و تیوبنکارب بعد از نشاءکاری عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. اثرات بازدارندگی علف‌کش‌ها بر عملکرد بیولوژیک کمتر از عملکرد اقتصادی بود. در کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری با افزایش دز علف‌کش شاخص برداشت به صورت خطی و با شیب ۰/۱۴کاهش یافت و در دیگر تیمارها شاخص برداشت نسبت به شاهد دارای تغییرات کمتری بود. بر اساس نتایج این تحقیق برنج رقم هاشمی دارای واکنش متفاوتی به دز و زمان مصرف علف‌کش‌های شالیزار بود. اکسادیارژیل علف‌کش مناسب برای کاربرد قبل از نشاءکاری و تیوبنکارب و بوتاکلر برای کاربرد پس از نشاءکاری دارای کارآیی بهتری بودند. بطور کلی تحمل برنج رقم هاشمی به تیوبنکارب کمتر از بوتاکلر و اکسادیارژیل بود.

واژه های کلیدی: زمان مصرف، قبل از نشاءکاری، بعد از نشاءکاری، بوتاکلر، اکسادیارژیل، تیوبنکارب، دز علف‌کش

مقدمه

برنج مهمترین فعالیت زراعی، اقتصادی، اجتماعی و اشتغال در استان‌های گیلان و مازندران است و حدود ۷۰ درصد تولید برنج کشور منحصر به این دو استان است (Yaghoubi et al., 2008). بیش از نیم میلیون بهره‌بردار بطور مستقیم و هزاران شغل جانبی بطور غیر

* نویسنده مسئول: بیژن بعقوبی تلفن: ۰۹۱۱۱۳۸۷۵۸۵ E-mail: byaghoubi@ut.ac.ir

مستقیم به این زراعت وابسته هستند. خسارت زیاد علف‌های‌هرز در زراعت برنج مهم‌ترین مانع در فرآیند تولید این محصول بوده و دشواری عملیات مدیریت علف‌های هرز تداوم زراعت این محصول را تحت شعاع خود قرار داده‌اند (Yaghoubi et al., 2008). خسارت علف‌های هرز تا ۹۵ درصد در صورت عدم کنترل گزارش شده است(Moody, Mohammad Sharifi, 2001;).

علف‌کش‌ها به دلیل قیمت ارزان، سهولت کاربرد، دسترسی آسان و کارائی مطلوب، از اصلی‌ترین نهاده‌ها در زراعت برنج کشور هستند (Yaghoubi et al., 2010). میزان تیمار اراضی شالیزاری با علف‌کش‌ها در دنیا متناسب با میزان توسعه یافتگی کشورها متفاوت است (Naylor, 1996). در کشورهای کمتر توسعه یافته جنوب شرق آسیا به دلیل نیروی کار ارزان و رواج وجین دستی علف‌های‌هرز، کمتر از ۵۰ درصد مزارع برنج با علف‌کش‌ها تیمار می‌شوند، در حالیکه میزان تیمار شالیزارها با علف‌کش در ژاپن ۲۴۰ و در ایران ۱۲۰ درصد گزارش شده است (Yaghoubi et al., 2010; Naylor, 1996). بهره‌گیری از علف‌کش‌ها حدود ۹۰٪ صرفه‌جوئی در زمان و هزینه مورد نیاز برای وجین دستی علف‌های‌هرز در کشت نشائی برنج را سبب شده‌اند (Matsunaka, 2001). در سه دهه اخیر سطح زیر کشت اراضی شالیزاری در ایران دو برابر شده است (USDA, 2009). روند افزایش سطح زیر کشت برنج کشور با ورود و مصرف گسترده علف‌کش‌ها هم‌زمان بوده است. به نظر می‌رسد علاوه بر نقش علف‌کش‌ها در کاهش هزینه تولید و صعوبت وجین دستی توزیع علف‌کش‌ها توسط بخش‌های دولتی با قیمت‌های یارانه‌ای در پذیرش زودهنگام علف‌کش‌ها و مصرف گسترده آنها مؤثر بوده است. پروپانیل اولین علف‌کش انتخابی ثبت شده شالیزار در ایران است که در سال ۱۳۴۷ معرفی گردید. از آن زمان تاکنون ۱۲ علف‌کش اختصاصی این زراعت، در ایران ثبت شده است (Meschi, 2007). همه این علف‌کش‌ها (به استثنای پروپانیل) که به صورت برگ‌مصرف (با استفاده از سمپاش) قابلیت کاربرد داشت، به روش بسیار آسانتر خاک‌مصرف و قطره‌پاشی (دستپاش یا نمک‌پاش) مصرف می‌شوند. در این روش علف‌کش‌ها به روش دستی و به وسیله قوطی‌های سوراخ‌دار مخصوص ساخته شده برای این منظور در کرت‌های غرقاب پاشیده شده و آب امکان توزیع یکنواخت علف‌کش بر روی سطح کرت را فراهم می‌آورد. بدیهی است که کمبود آب یک مانع جدی در توزیع یکنواخت علف‌کش‌های مصرفی در شالیزار به روش فوق‌الذکر است که ممکن است افزایش دز در محل برخورد علف‌کش به سطح خاک را موجب و گیاه‌سوزی برنج یا کنترل غیریکنواخت علف‌هرز را سبب گردد. بعلاوه وزش باد و رانش و تجمع علف‌کش در حاشیه و مجاورت مرزها در در کرت‌های غرقاب برای علف‌کش‌های آب‌گریز محتمل است (Doran et al., 2006). از این رو ضروری به نظر می‌رسد حساسیت برنج به دزهای بالاتر علف‌کش‌ها به منظور مدیریت مصرف آنها مطالعه گردد. نتایج یک بررسی میدانی در گیلان نشان داد که در حدود ۵۴ درصد شالیکاران علف‌کش‌ها را قبل از نشاءکاری، ۱۵ درصد همزمان با نشاءکاری و حدود ۳۰ درصد علف‌کش‌ها را پس از نشاءکاری (مطابق توصیه‌ها) مصرف می‌کنند (اطلاعات منتشر نشده). بررسی‌های غیر رسمی در استان مازندران نیز روند مشابهی را نشان می‌دهد. اراضی شالیزاری قبل از نشاءکاری اراضی غرقاب نبوده و به حالت اشباع هستند که توزیع غیر یکنواخت علف‌کش‌های خاک‌مصرف دست‌پاش در این شرایط محتمل است. اگرچه اکثریت کشاورزان علف‌کش‌ها را از نظر زمان مصرف بر خلاف روش‌های توصیه شده تحقیقاتی به کار می‌برند، امّا تاکنون مطالعه‌ای بر روی تأثیر زمان مصرف علف‌کش‌های شالیزار بر کارآیی آنها انجام نشده است. به عبارت دیگر دلیل علمی برای مردود کردن این روش کاربرد علف‌کش وجود نداشته و اطلاعاتی از معایب یا مزایای احتمالی آن در دست نیست. امّا رواج گسترده این روش بیانگر نیاز شالیکاران به علف‌کش مناسب جهت کاربرد قبل از کشت است. به گزارش زیمدال تقریباً همه علف‌کش‌ها باید در یک زمان خاص به کار برده شوند تا کنترل مطلوب علف‌های هرز و عملکرد انتخابی برای گیاه زراعی حاصل گردد، امّا به دلیل اینکه برخی علف‌کش‌ها را می‌توان به صورت موفقیت‌آمیزی در زمان‌های مختلف به کار برد، این امر موجب شده است تا در چنین سیستم‌های کشتی بطور جدّی به کاربرد صحیح دیگر علف‌کش‌ها نیز پرداخته

نشود (Zimdahl, 2007). دیگر محققین نیز یکی از ویژگی‌های اصلی متمایز کننده علف‌کش‌ها را زمان مصرف آنها گزارش کرده‌اند (Monaco et al., 2002). بنابراین هدف از این تحقیق ارزیابی واکنش برنج رقم هاشمی و سوروف به دز و زمان مصرف علف‌کش‌های اکسادیارژیل، بوتاکلر و تیوبنکارب به منظور معرفی علف‌کش‌مناسب جهت مصرف در شرایط متفاوت بود.

مواد و روش ها

آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال‌های ۱۳۸۷ با علف‌کش‌های تیوبنکارب و بوتاکلر و در سال ۱۳۹۱ با علف‌کش اکسادیارژیل در مزارع آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا گردید.

این منطقه دارای آب و هوای معتدل و مرطوب، عرض جغرافیایی ۳۷ و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ارتفاع ۳۶/۷ متر از سطح دریا است. آزمایش در قطعه‌ای از اراضی با سابقه کشت طولانی برنج، و دارای بافت سیلتی، رسی، لومی اجرا گردید. دیگر خصوصیات این خاک در جدول-۱ آمده است. آماده‌سازی زمین به روش رایج منطقه شامل دو بار شخم در فروردین، و شخم سوم یا "پیش‌کاول" (پادلینگ یا گل‌خرابی) دو روز قبل از نشاءکاری بود. آزمایش با استفاده از علف‌کش‌های تیوبنکارب (ساترن ۵۰% EC)، بوتاکلر (ماچتی ۶۰% EC) و اکسادیارژیل (تاپ‌استار ۳% EC) و شامل سه آزمایش جداگانه بود. مقدار مصرف تیوبنکارب ۶-۵، بوتاکلر ۴-۳ و اکسادیارژیل ۳/۵-۳ (لیتر ماده تجاری در هکتار) توصیه شده است (Meschi, 2007).

بیش از ۹۰٪ علف‌کش‌های مصرفی شالیزار در سه دهه گذشته منحصر به این سه علف‌کش بوده است (Yaghoubi et al., 2010). آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل "زمان مصرف علف‌کش" در دو سطح "قبل و بعد از نشاءکاری" و دز علف‌کش در شش سطح بود. دزهای مورد بررسی برای تیوبنکارب ۰، ۲، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ (L/ha)، بوتاکلر ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ (L/ha) و اکسادیارژیل ۰، ۲/۵، ۴/۵، ۶/۵، ۸/۵ و ۱۰/۵ (L/ha) بود. این دزها بر اساس برخی آزمایشات گلدانی انتخاب شدند. بعلاوه شاهد سه بار وجین دستی نیز در مجاورت کرت‌های اصلی با تکرارهای بیشتر جهت مقایسه میزان گیاه‌سوزی یا کنترل علف‌های هرز در نظر گرفته شد. گیاهچه‌های برنج تهیه شده از خزانه در مرحله ۴- برگی به تعداد ۴-۳ عدد در هر کپه در زمین اصلی نشاءکاری شدند. دیگر ویژگیهای زراعی این آزمایش در جدول-۲ آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش تجزیه خاک

Oc(%)	K(ppm)	P(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)	N(ppm)	pH	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)	Oc(%)
2	172	8.6	21	14.1	2.2	7.2	44	52	4	2

جدول ۲- ویژگیهای مزرعه‌ای آزمایش

زمان برداشت	تاریخ نشاءکاری	زمان احداث خزانه	فواصل کشت	تراکم (m^{-2})	مساحت هر کرت
نیمه دوم مرداد	هفته آخر اردیبهشت	هفته آخر فروردین	۲۵*۲۰ cm	۲۰	$۲۰m^{-2}$

بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول-۱) از کود اوره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، و کودهای سولفات پتاسیم و سوپرفسفات‌تریپل به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کودهای با منبع پتاس و فسفات یکبار و همزمان با پادلینگ و کود اوره در سه مرحله کاشت، پنجه‌زنی و به ساقه‌رفتن به نسبت مساوی مصرف شد. سایر عملیات داشت (آبیاری، مبارزه با بیماری بلاست و کرم ساقه‌خوار برنج) بر اساس عرف منطقه صورت گرفت. تا شش هفته پس از نشاءکاری و هر هفته دو بار میزان گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی گیاهچه‌های برنج در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد به روش چشمی ارزیابی و میانگین آنها در تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. در این روش به شاهد بدون علف‌کش (وجین دستی) و فاقد هرگونه علائم گیاه‌سوزی (شادابی کامل) نمره صفر و به تیمار دارای مجموعه‌ای از نشانگان اختلالات رشدی (استقرار غیر

یکنواخت، برگ‌های سبز تیره، کاهش ارتفاع، پیچیدگی برگ و ساقه و ..) نمره ۱۰۰ داده شد (Zhang et al., 2004; Yaghoubi et al., 2010). به منظور بررسی کارآیی علف‌کش‌ها در کنترل سوروف ۴ و ۶ هفته پس از کاربرد علف‌کش، ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز در تیمارهای علف‌کشی نسبت به شاهد آلوده به علف هرز (و وجین دستی) به عمل آمد. در این روش به تیمار بدون علف هرز (شاهد وجین دستی) نمره ۱۰۰ و تیمار دارای آلودگی طبیعی (شاهد آلوده به علف هرز) نمره صفر اختصاص داده شد و دیگر تیمارهای علف‌کشی نسبت به این دو تیمار نمره‌دهی شدند. تعداد روز از زمان نشاءکاری تا ۵۰٪ ظهور خوشه و گلدهی نیز در تیمارهای مختلف به روش چشمی تعیین گردید. در مرحله برداشت با حذف یک ردیف حاشیه تمام محصول هر کرت درو، و پس از ۴۸ ساعت آفتاب خشک، با استفاده از خرمنکوب، دانه از کاه و کلش جدا و شلتوک (دانه) توزین گردید. رطوبت شلتوک در زمان توزین حدود ۱۴ درصد بود. عملکرد بیولوژیک با کف‌بر کردن کل محصول یک متر مربع و قرار دادن آن به مدت ۷۲ ساعت یا بیشتر (تا تثبیت وزن) در آون ۷۵ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد. از نرم‌افزار SAS برای تجزیه واریانس و از نرم‌افزار Excel جهت تبدیل داده‌ها استفاده شد. روند تغییرات صفات مورد بررسی با برازش مدل‌های رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ انجام شد. انتخاب مدل‌ها بر اساس معنی‌داری تجزیه رگرسیون، R^2 بالا و معنی‌داری پارامترهای مدل صورت گرفت.

به دلیل دارا بودن مفهوم بیولوژیک برای پارامترهای مدل‌های برازش شده، با استفاده از این مدل‌ها می‌توان بیان بهتری از روند تغییرات پدیده‌های زیستی ارائه نمود (Knezevic et al., 2007; Streibig et al., 1993).

نتایج و بحث

کارآئی اکسادیارژیل در کنترل سوروف

کارائی اکسادیارژیل در حداقل دز توصیه شده در کنترل سوروف تا چهار هفته پس از نشاءکاری حدود ۹۸ درصد و در دزهای بالاتر ۱۰۰ درصد بود. اثر باقیمانده[1] اکسادیارژیل در کنترل سوروف شش هفته پس از کاربرد علف‌کش کاهش پیدا کرد و در حداکثر دز توصیه شده حدود ۶۰ و ۵۰ درصد به ترتیب در کاربرد به روش قبل و بعد از نشاءکاری بود. بر اساس ضرایب مدل رگرسیونی سیگموئیدی برازش شده، همواره دز لازم برای ۵۰٪ کنترل سوروف در کاربرد اکسادیارژیل قبل از نشاءکاری کمتر از دز لازم برای سطح کنترلی مشابه در صورت کاربرد پس از نشاءکاری بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

کارآیی بوتاکلر در کنترل سوروف

بوتاکلر در حداقل دز توصیه شده تا شش هفته پس از نشاءکاری دارای حدود ۹۸ درصد کارآیی در کنترل سوروف بود و در تمام تیمارهای مورد بررسی و مراحل ارزیابی روند مشابهی وجود داشت. بر اساس مدل‌های رگرسیونی برازش شده تفاوتی مابین دو زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از نشاءکاری) در دز لازم برای ۵۰٪ کنترل سوروف تا شش هفته پس از سمپاشی وجود نداشت. به عبارت دیگر بوتاکلر در دزهای مشابه و زمان‌های مختلف مصرف دارای کارآئی مشابه بود. به نظر می‌رسد در صورت حفظ غرقاب و ممانعت از آبشوئی، کاهش دز مصرفی این علف‌کش به نصف حداکثر دز توصیه شده میسّر است (داده‌ها نشان داده نشده است). در کشت مستقیم برنج کاربرد بوتاکلر قبل از کشت دارای ۹۰ درصد کارائی در کنترل علف‌های هرز، و ۷۰ درصد عملکرد دانه بیشتری بود (IRRI, 1987).

کارائی تیوبنکارب در کنترل سوروف

تیوبنکارب دارای کارائی بسیار خوبی در کنترل سوروف بود و باقیمانده فعال این علف‌کش توانست در حداقل دز توصیه شده تا شش هفته پس از نشاءکاری حدود ۹۵٪ علف‌هرز سوروف را کنترل کند. تفاوت معنی‌داری در دز تیوبنکارب به منظور ۵۰٪ کنترل سوروف، در دو زمان مصرف قبل و بعد از نشاءکاری وجود نداشت و در دزهای بالاتر نیز میزان کنترل سوروف در دو زمان مصرف قبل و بعد از نشاءکاری دارای روند مشابهی بود (داده‌ها نشان داده نشده است). مقدار دز توصیه شده

1. residual effect

تیوبنکارب در ایران (فرمولاسیون تجاری EC 50%) در کشت نشائی برنج ۶-۵ (L/ha) است (Meschi, 2007). میزان مصرف این علف‌کش در منابع IRRI برای برنج نشائی ۸-۳ لیتر و برای کشت مستقیم ۴-۱ لیتر در هکتار گزارش شده است (Ampong & De Detta, 1991).

گیاه‌سوزی برنج ۲ و ۴ هفته پس از نشاءکاری

علائم گیاهسوزی تیوبنکارب شامل رنگ سبز تیره، کاهش ارتفاع، افزایش تولید پنجه، تولید پنجه‌های نابجا از گره‌های بالاتر از سطح خاک و ... بود که در دزهای بالاتر از دز توصیه شده و در کاربرد قبل از نشاءکاری بیشتر نمایان بودند. نشانگان گیاه‌سوزی اکسادیارژیل شامل کلروز عمومی بود. لکه‌های نکروز بر روی غلاف ساقه و برگ از نشانه‌های اختلالات فیزیولوژیک ناشی از علف‌کش اکسادیارژیل بود (Yaghoubi et al., 2010). این لکه‌ها به صورت نقطه‌ای و قهوه‌ای کم رنگ بودند و تمام ساقه را در بر نمی‌گرفتند. این علائم به دلیل تشابه ظاهری و هم‌زمانی نسبی در زمان بروز، ممکن است با علائم بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج در گیلان اشتباه شوند. برنج دارای تحمل بیشتری به بوتاکلر بود. تأخیر در استقرار و تثبیت اولیه، و کاهش رشد طولی برنج، بوته‌های خشبی و برگ‌های کوتاه و تیره‌از علائم خسارت بوتاکلر در دزهای بالا بود.

کاهش تقسیم سلولی و عدم توسعه ارتفاع گیاه در اثر کاربرد علف‌کش‌های گروه کلرواستامیدها قبلاً گزارش شده است (Zimdahl, 2007; Ahrens et al., 1994). میزان گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی علف‌کش‌های مورد بررسی بر روی برنج با افزایش دز دارای روند افزایشی، امّا در دزها و روش‌های مختلف کاربرد متفاوت بود. بطور کلی گیاه‌سوزی بوتاکلر و تیوبنکارب در صورت مصرف قبل از نشاءکاری بیشتر از بعد از نشاءکاری بود. علف‌کش اکسادیارژیل متفاوت از دو علف‌کش مذکور بود و گیاه‌سوزی آن در تمام دزهای مورد بررسی در صورت کاربرد قبل از نشاءکاری کمتر از پس از نشاءکاری بود (شکل-۱). بعلاوه زمان بروز و میزان دوام علائم گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها متفاوت بود. شیب مدل‌های خطی برازش شده نشان می‌دهد که گیاه‌سوزی تیوبنکارب در ۴- هفته پس از نشاءکاری حدود ۳-برابر گیاه‌سوزی این علف‌کش در ۲-هفته پس از نشاءکاری بود. در ۴-هفته پس از نشاءکاری گیاه‌سوزی بوتاکلر و اکسادیارژیل نسبت به هفته دوم تخفیف، و به حدود نصف تا یک‌سوم رسید (شکل-۱).

تفاوت میزان گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها بر روی برنج رقم هاشمی بیانگر تفاوت در تحمل این رقم به علف‌کش‌های مختلف است. گیاه‌سوزی تیوبنکارب تا ۶-هفته تشدید و پس از آن نیز فقط بخشی از علائم اختلالات رشدی ناشی از این علف‌کش بهبود پیدا کرد، در حالیکه گیاه‌سوزی دو علف‌کش دیگر پس از ۴-هفته بهبود پیدا کرد (داده‌ها نشان داده نشده است). در این تحقیق دو برابر دز توصیه شده تیوبنکارب و حدود سه برابر دز توصیه شده بوتاکلر و اکسادیارژیل بررسی گردید. بر این اساس تیوبنکارب دارای گیاه‌سوزی به مراتب بیشتری بر روی برنج هاشمی بود. بررسی‌ها نشان داد که ارقام برنج به علف‌کش‌های مختلف دارای تحمل متفاوتی بودند (Zhang et al., 2004). برنج‌های ایرانی از نوع ایندیکا[1] هستند. گیاه‌سوزی بیشتر علف‌کش تیوبنکارب بر روی برنج‌های ایندیکا قبلاً گزارش شده است (Shin et al., 1989).

گلدهی

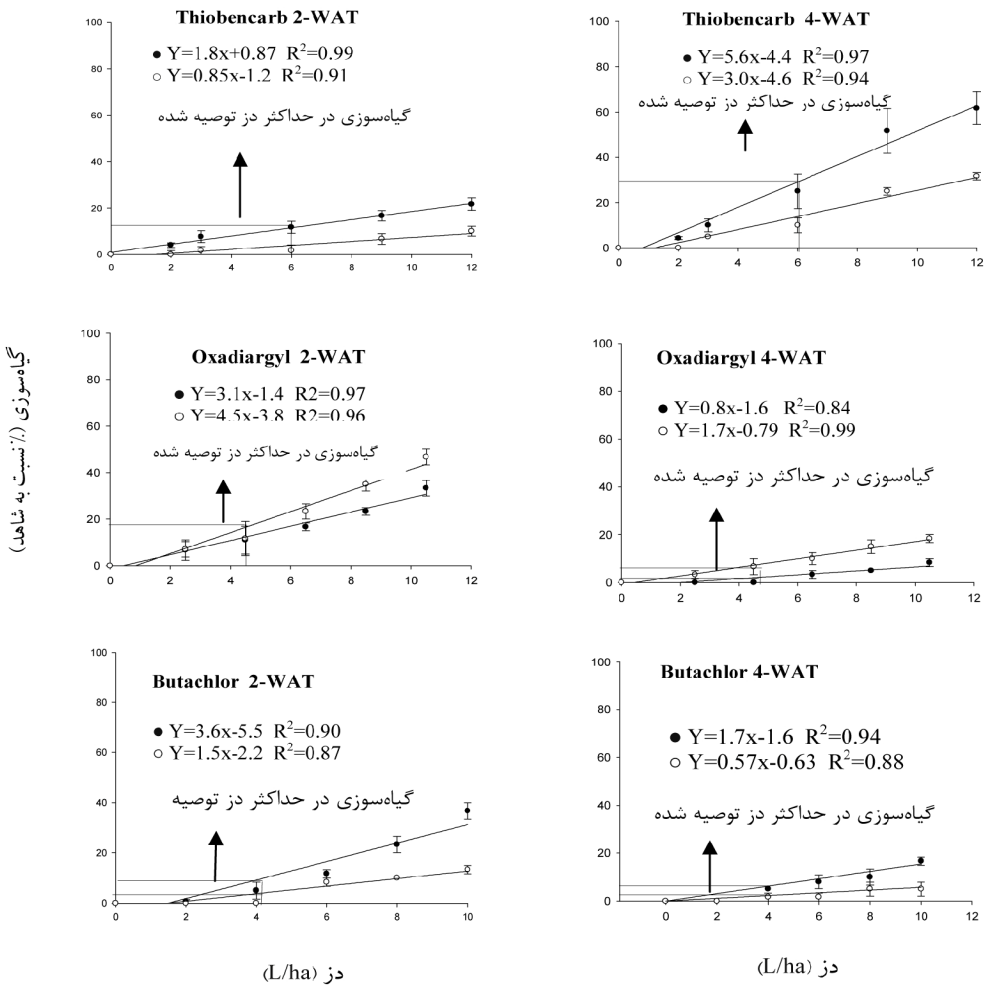
روز تا ۵۰٪ گلدهی تحت تأثیر رقم برنج بوده و این دوره از ۹۰ تا ۱۱۵ روز از زمان کشت در خزانه برای ارقام زودرس و دیررس برنج متغیر است (Allahgholiour, & Mohammad salehi, 2001).

برخی لاین‌های وارداتی از مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج که در جنوب شرق آسیا از لاین‌های مرغوب زراعی محسوب می‌شدند، در شرایط اقلیمی شمال کشور به گل نرفته و امکان بهره‌برداری از آنها در پروژه‌های اصلاح نباتات میسّر نگردید. تمام علف‌کش‌های مورد بررسی در این تحقیق سبب افزایش طول دوره بین نشاءکاری تا ۵۰٪ گلدهی شدند، امّا شیب افزایش مدل خطی برازش شده برای تیوبنکارب بیشتر از بوتاکلر و اکسادیارژیل بود (شکل-۲). روز تا ۵۰٪ گلدهی از زمان نشاءکاری برای برنج بومی رقم هاشمی در تیمار شاهد (وجین دستی) حدود ۶۰ روز بود. این صفت در تیمار برنج با بوتاکلر و اکسادیارژیل در دو زمان مصرف قبل و بعد از نشاءکاری

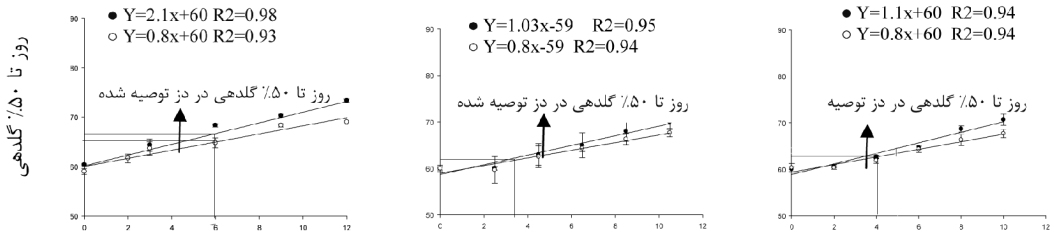
1. indica

دارای روند مشابهی بود. تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی برای علف‌کش تیوبنکارب در دز توصیه شده و کاربرد علف‌کش قبل و بعد از نشاءکاری به ترتیب ۶۷ و ۶۵ روز بود. گلدهی علاوه بر رقم برنج تحت تأثیر نوع خاک نیز قرار می‌گیرد و همواره خاک‌های باتلاقی و حاوی ماده آلی بالاتر نیاز به زمان بیشتری تا گلدهی دارند (اطلاعات منتشر نشده). محققین شرایط محیطی همانند غرقاب، سرمای هوا و سایه را در تأخیر گلدهی مؤثر گزارش کرده‌اند (Bryson et al., 2006).

علف‌کش‌های انتخابی برنج همانند کلومازون نیز سبب تأخیر در گلدهی می‌شوند. افزایش دز این علف‌کش از ۰/۸۴ به ۲/۲ کیلوگرم در هکتار سبب تأخیر در طول دوره تا ۵۰٪ گلدهی به میزان ۲ و ۸ روز گردید (Bollich et al., 2000). علف‌کش‌های سولفونیل اوره (nicosulfuron +rimsulfuron) سبب افزایش تعداد روز تا گلدهی در سورگوم شدند و افزایش دز این علف‌کش‌ها سبب افزایش زمان مورد نیاز برای گلدهی گردید (Hennigh et al., 2010). برنج مقاوم به علف‌کش گلی‌فوسینات ۱۵-۷ روز تأخیر در ظهور خوشه را سبب گردید (Lanclos et al., 2003). در برخی بررسی‌های دیگر گیاه‌سوزی تا ۴۰٪ در اول فصل بر تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، ظهور خوشه و یا عملکرد برنج تأثیری نداشت (Scherder et al., 2004).



شکل ۱- میزان گیاهسوزی علف‌کش‌های تیوبنکارب، اکسادیارژیل و بوتاکلر بر روی برنج ۲ و ۴ هفته پس از نشاءکاری، در دو زمان مصرف (● قبل از نشاءکاری، ○ بعد از نشاءکاری)، (هفته پس از نشاءکاری WAT=Week After Transplanting) (خطوط نشانگر خطای استاندارد هستند)

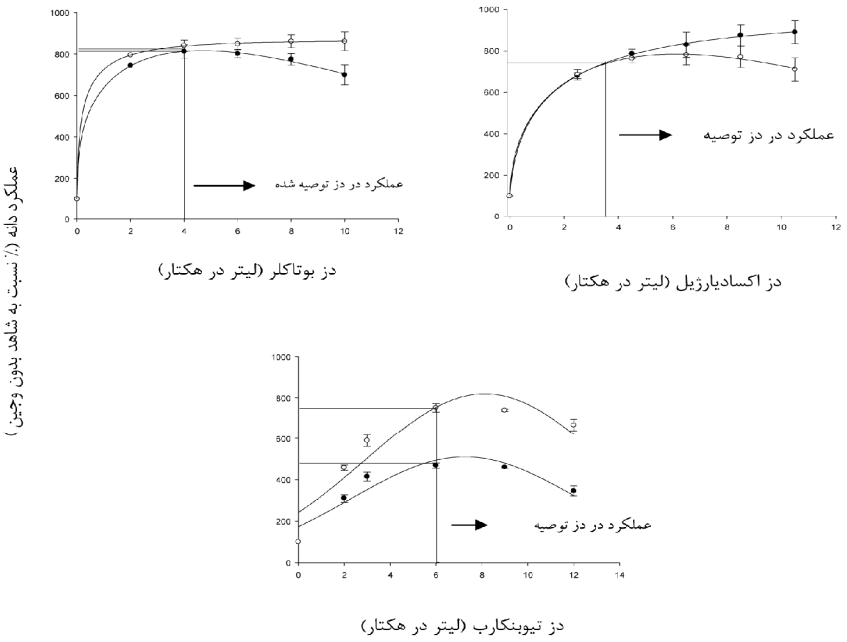


شکل ۲- تعداد روز پس از نشاکاری تا ۵۰٪ ظهور خوشه در علف‌کش‌های بوتاکلر، اکسادیارژیل و تیوبنکارب، در دو روش کاربرد علف‌کش (● کاربرد علف‌کش قبل از نشاءکاری، ○ کاربرد علف‌کش بعد از نشاءکاری)

عملکرد شلتوک

کمترین شلتوک در تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز ۳۵۰ کیلوگرم و بیشترین آن در شاهد وجین دستی ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

این میزان اختلاف بیانگر حدود ۹۰ درصد خسارت اقتصادی علف‌های هرز در کشت نشائی برنج در صورت عدم بهره‌گیری از هر گونه روش مبارزه است (داده‌ها نشان داده نشده است). عملکرد شلتوک در تیمار شالیزار با اکسادیارژیل در صورت کاربرد این علف‌کش قبل از نشاءکاری در دزهای مورد بررسی دارای روند افزایشی و در کاربرد آن پس از نشاءکاری، تا دز ۶/۲ (L/ha) افزایش و در دزهای بالاتر کاهش پیدا کرد (شکل-۳). افزایش عملکرد نسبت به شاهد آلوده به علف هرز به دلیل کنترل سوروف و کاهش رقابت بود.



شکل ۳- تأثیر دز علف‌کش‌های انتخابی شالیزار بر عملکرد شلتوک در دو روش کاربرد علف‌کش (● قبل از نشاءکاری، ○ بعد از نشاءکاری). رابطه عملکرد و دز برای دو علف‌کش بوتاکلر و اکسادیارژیل با مدل Sigmoidal, Weibull, 4 Parameter و برای علف‌کش تیوبنکارب با مدل Gaussian, 3 Parameter بیان شده است.

بعلاوه عدم کاهش عملکرد در دزهای بالا علی‌رغم گیاهسوزی بیشتر، بیانگر عدم انتقال گیاه‌سوزی مرحله رویشی به زایشی است. اگرچه خسارت به گیاه زراعی در اوایل فصل ممکن است موجب کاهش عملکرد نگردد، امّا

مشکلاتی همانند به تأخیر انداختن استقرار گیاهچه‌ها و کاهش سرعت بسته شدن کانوپی را سبب می‌گردد، که نیاز به درک دارد تا از اثر سوء علف‌کش‌ها بر گیاه زراعی کاسته شود (Baldwin et al., 1996). افزایش عملکرد در دزهای پایین و کاهش عملکرد در دزهای بالاتر یک علف‌کش بیانگر سمیّت آن علف‌کش برای برنج در دزهای بالاتر است. میزان گیاه‌سوزی اکسادیارژیل در محیط غرقاب (مصرف علف‌کش بعد از نشاءکاری) بیشتر از محیط غیرغرقاب (مصرف علف‌کش قبل از نشاءکاری) بود (شکل-۱). به نظر می‌رسد حلالیت علف‌کش در محیط غرقاب، جذب بیشتر علف‌کش توسط گیاه زراعی و گیاه‌سوزی بیشتر را سبب گردید، ولی در محیط غیرغرقاب ذرات علف‌کش توسط خاک جذب و تماس آنها با گیاهچه‌های برنج کمتر بود. عملکرد شلتوک در کاربرد بوتاکلر بعد از نشاءکاری همواره دارای روند صعودی بود. تحمل برنج به این علف‌کش در صورت کاربرد قبل از کشت، کمتر بود و در دزهای بالاتر از ۵/۲ (L/ha) کاهش پیدا کرد (شکل-۳). مرگ‌ومیر برخی گیاهچه‌ها و کاهش تولید پنجه در کاربرد بوتاکلر قبل از نشاءکاری، دلیل احتمالی کاهش عملکرد برنج (در دزهای بالا) در این روش کاربرد علف‌کش علی‌رغم کنترل بهتر سوروف بود. روند تغییرات عملکرد در تیمار شالیزار با علف‌کش تیوبنکارب متفاوت از دو علف‌کش دیگر بود و عملکرد شلتوک در دز مشابه و در دو زمان مصرف قبل و بعد از نشاءکاری دارای اختلاف به مراتب بیشتری بود. در این تحقیق همواره کمترین عملکرد شلتوک در کاربرد قبل از نشاءکاری تیوبنکارب حاصل گردید. کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری و در بالاترین دز توصیه شده سبب ۴۰٪ کاهش عملکرد شلتوک نسبت به دز مشابه و کاربرد علف‌کش پس از نشاءکاری گردید و افزایش دز، کاهش بیشتر عملکرد دانه را موجب شد (شکل-۳). مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری نه فقط دارای بیشترین علائم گیاه‌سوزی بود، بلکه دوام علائم اختلالات رشدی نیز در این علف‌کش بیشتر بود.

تیوبنکارب علف‌کش آب‌گریز است و مصرف آن پس از نشاءکاری و غرقاب جذب آن توسط برنج را کاهش می‌دهد (Doran et al., 2006) به گزارش محققین ۷۵-۸۰ درصد کربوهیدرات‌های تجمع یافته در دانه پس از گلدهی تولید می‌گردد (Ampong & De Detta, 1991). احتمالاً تأخیر در گلدهی و کاهش طول دوره از گلدهی تا برداشت در کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاکاری در کاهش مواد فتوسنتزی تجمع یافته در دانه و کاهش عملکرد مؤثر بود. کاهش شدت تابش و تقلیل ترکیبات فتوسنتزی می‌توانند از دیگر دلایل احتمالی مؤثر در کاهش عملکرد در صورت تأخیر در گلدهی باشند. بر حسب نوع علف‌کش جذب آنها به وسیله ریشه یا اندام‌های هوائی متفاوت است.

علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره، ایمیدازولینون‌ها، تریازین‌ها، کلروراستامیدها، تیوکاربامات‌ها و دی‌نیتروآنیلین‌ها به وسیله ریشه و اگزادیازول‌ها بیشتر از طریق ساقه‌چه و برگ‌های نخستین جذب می‌شوند (Ahrens et al.,1994). عملکرد انتخابی علف‌کش‌ها می‌تواند از طریق مصرف آنها بر روی یک عضو خاص[1] به دست آید (Zimdahl, 2007). بر این اساس جایگذاری یا کاربرد آنها در ناحیه مورد نظر می‌تواند به کاهش یا افزایش جذب آنها کمک کند. اگرچه این امری بدیهی است ولی حصول به آن به دلیل تحرک علف‌کش‌ها در خاک به راحتی میّسر نیست (Zimdahl, 2007).

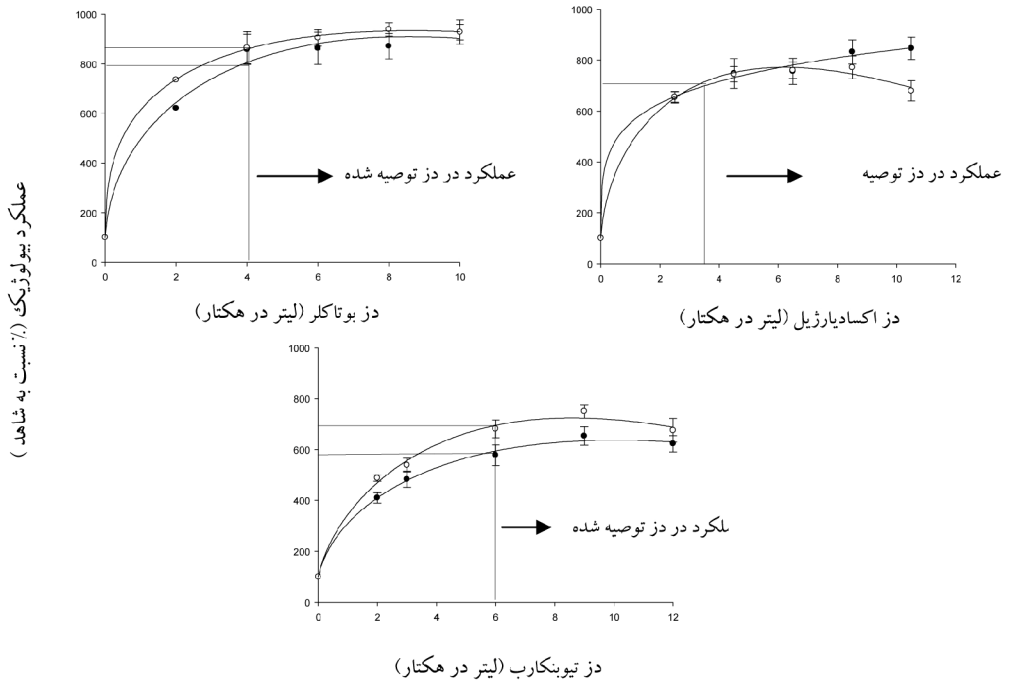
ماده خشک کل

کمترین میزان عملکرد بیولوژیک ۷۹۰ و بیشترین میزان آن ۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در دو تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز و عاری از علف‌هرز (وجین دستی) بود که همانند عملکرد اقتصادی حدود ۹۰٪ خسارت علف‌های هرز را نشان می‌دهد (داده‌ها نشان داده نشده است). عملکرد برنج در کاربرد اکسادیارژیل قبل از کشت دارای روند افزایشی و در کاربرد این علف‌کش بعد از کشت، در دزهای‌بالاتر از دز ۶/۳ (L/ha) دارای روند کاهشی بود.

کاهش عملکرد بیولوژیک در زمان برداشت در دزهای بالا در کاربرد علف‌کش پس از نشاءکاری، علی‌رغم کنترل بهتر علف‌های هرز به دلیل انتقال گیاه‌سوزی مرحله رویشی به زایشی است. گیاهسوزی بیشتر اکسادیارژیل در صورت مصرف در شرایط غرقاب (پس از

1. herbicide placement

نشاءکاری) نسبت به شرایط اشباع توسط دیگر محققین گزارش شده است (Gitsopoulos & Froud, 2004). عملکرد بیولوژیک برنج در تمام دزها در کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری کمتر از تیمارهای مشابه و کاربرد تیوبنکارب پس از نشاءکاری بود، امّا اختلاف بین عملکرد بیولوژیک در دو زمان مصرف نسبت به عملکرد دانه به مراتب کمتر بود. مقایسه روند تغییرات عملکرد بیولوژیک و اقتصادی در تیمارهای مختلف بیانگر این واقعیت است که گیاه‌سوزی مرحله رشد رویشی نه در عملکرد بیولوژیک بلکه در عملکرد اقتصادی نمایان می‌گردد (شکل-۴).



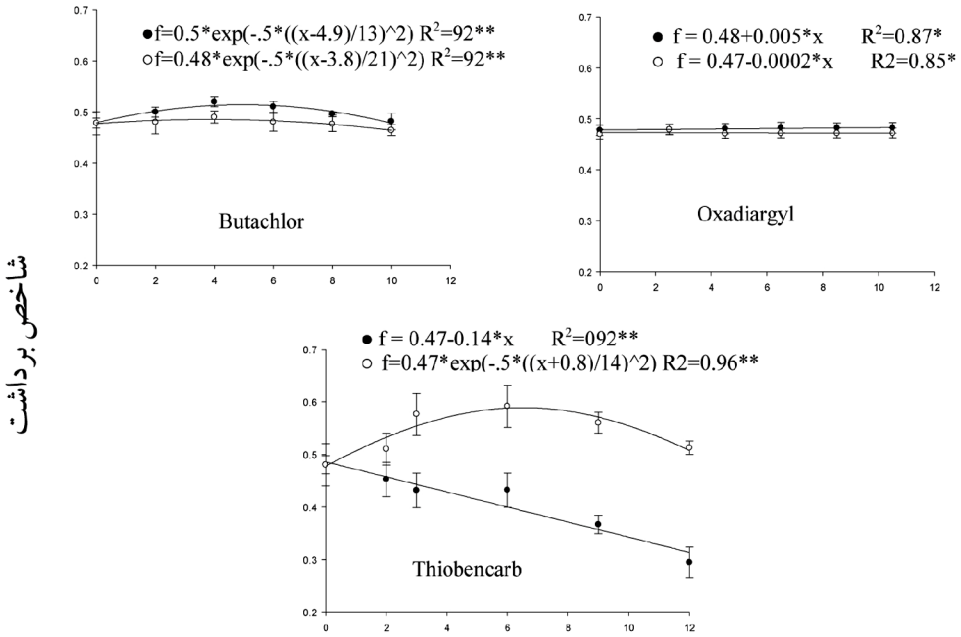
شکل ۴- تأثیر علف‌کش‌های انتخابی شالیزار بر عملکرد بیولوژیک برنج با برازش مدلWeibull, 4 Parameter (● قبل از نشاءکاری، ○ بعد از نشاءکاری).

شاخص برداشت

شاخص برداشت نشان دهنده‌ی میزان اختصاص مواد فتوسنتزی به عملکرد اقتصادی است. به بیان دیگر شاخص برداشت بیانگر توانایی گیاه در اختصاص منابع بین اندامهای رویشی و زایشی (منبع و مخزن) است. میزان شاخص برداشت برنج در شرایط مختلف رقابتی، تیمارهای علف‌کشی، مناطق و ارقام مختلف از ۲۴ تا ۵۸ درصد گزارش شده است (Mahdavi et al., 2005). برخی شاخص برداشت برای ارقام سنتی پابلند و اصلاح شده پاکوتاه به ترتیب ۰/۳ تا ۰/۵ گزارش کرده‌اند (Yoshida, 1981). مقدار شاخص برداشت در تیمار شاهد (وجین دستی) ۰/۴۸ بود. تأثیر دز، زمان مصرف و نوع علف‌کش بر شاخص برداشت متفاوت بود (شکل-۵). مقدار شاخص برداشت در تیمار شالیزار با علف‌کش اکسادیارژیل دارای تغییرات اندک و بطور کلی دارای روند کاهشی خطی بود ولی تفاوتی بین تیمارهای مورد بررسی وجود نداشت (شکل-۵). روند تغییرات این صفت در تیمار شالیزار با بوتاکلر با مدل گوس دارای بهترین بیان بود. بر اساس این مدل با افزایش دز علف‌کش شاخص برداشت ابتدا روند افزایشی و سپس روند کاهشی نشان داد.

شاخص برداشت در تمام دزهای مورد بررسی در کاربرد به روش قبل از نشاءکاری اندکی بیشتر از پس از نشاءکاری بود (شکل-۵). بر خلاف دو علف‌کش فوق‌الذکر دز و زمان مصرف علف‌کش تیوبنکارب دارای تأثیر متفاوتی بر شاخص برداشت برنج بود (شکل-۵). مصرف

تیوبنکارب قبل از نشاءکاری سبب کاهش شدید شاخص برداشت گردید، که روند تغییرات آن با مدل خطی قابل بیان بود. بر اساس شیب مدل خطی برازش شده به ازای مصرف هر لیتر ماده تجاری تیوبنکارب مقدار شاخص برداشت ۰/۱۴ کاهش یافت. روند تغییرات شاخص برداشت در کاربرد تیوبنکارب به روش بعد از نشاءکاری در دامنه دز توصیه شده ابتدا سبب افزایش شاخص برداشت و در دزهای بالاتر سبب کاهش این شاخص گردید. بر اساس این مدل حداکثر شاخص برداشت ۰/۵۸ بود که در دز ۶/۳ (L/ha) تیوبنکارب حاصل گردید. این میزان شاخص برداشت بیشترین مقدار این شاخص در تیمارهای مختلف علفکشی مورد بررسی بود. کاهش شدید شاخص برداشت در تیمار برنج با علفکش تیوبنکارب به روش قبل از نشاءکاری بیانگر اختلالات فیزیولوژیک در فتوسنتز یا انتقال مواد فتوسنتزی از برگ به دانه است. افزایش غلظت علفکش سینوسولفورون سبب کاهش شاخص برداشت برنج گردید. کمترین شاخص برداشت برنج در بیشترین غلظت علفکش سینوسولفورون (۲۰۰ گرم در هکتار) به علت عوامل فیزیولوژیکی ناشناخته بدست آمد که توزیع ماده خشک به دانه را کاهش داد. بیشترین شاخص برداشت برنج در تیمار با علفکش اکسی‌فلورفن با مصرف کمترین میزان علفکش (۱۲/۳۵ گرم در هکتار) به علت انتقال بهتر ماده خشک به دانه گزارش شده است (Begum et al., 2003).



شکل ۵- بررسی تأثیر علفکش‌های انتخابی شالیزار بر شاخص برداشت برنج در دو روش کاربرد علفکش (● قبل از نشاءکاری، ○ بعد از نشاءکاری). روند تغییرات شاخص برداشت در تیمار برنج با بوتاکلر و تیوبنکارب (بعد از نشاءکاری) با مدل سه پارامتره گوس و در تیمار با علفکش اکسادیارژیل و تیوبنکارب (قبل از نشاءکاری) با مدل خطی قابل بیان بود.

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که علفکش‌های رایج شالیزار دارای رفتار متفاوتی در صورت مصرف در شرایط مشابه بودند. کارایی علفکش‌های مورد بررسی در کنترل سوروف در زمان‌های مختلف مصرف مشابه ولی قابلیت عملکرد انتخابی یا گیاه‌سوزی آنها بر روی برنج متفاوت بود. بر اساس نتایج این بررسی علفکش اکسادیارژیل را می‌توان به دلیل گیاه‌سوزی کمتر، بازیابی زودهنگام گیاه‌سوزی و عملکرد بیشتر به عنوان علفکش مناسب جهت کاربرد قبل از نشاءکاری معرفی کرد. بر

اساس بررسی‌های قبلی انجام شده در مؤسسه تحقیقات برنج‌کشور (Mohammad Sharifi et al., 2001) و توصیه‌های شرکت سازنده (بر چسب روی بطری علف‌کش) اکسادیارژیل برای کاربرد ۵-۳ روز بعد از نشاءکاری توصیه شده بود. نیاز به علف‌کش مناسب جهت سمپاشی مزارع قبل از نشاءکاری به دلیل وقت آزاد شالیکاران قبل از شروع عملیات کشت و کنترل زودهنگام علف‌های هرزی که قبل از نشاءکاری جوانه می‌زنند از نظر کاربردی حائز اهمیت است. علف‌کش بوتاکلر بر خلاف اکسادیارژیل بیشترین کارآیی (گیاه‌سوزی کمتر و عملکرد بیشتر) را در کاربرد پس از نشاءکاری نشان داد، اگرچه این علف‌کش را در دز توصیه شده و پایین‌تر می‌توان قبل از کشت نیز مصرف کرد و کاهش عملکرد نسبت به روش توصیه شده اندک بود (شکل-۳). دیگر محققین کاربرد بوتاکلر را پس از نشاءکاری و پرتیلاکلر (هر دو از خانواده کلرواستامیدها هستند) را قبل از نشاءکاری توصیه کرده‌اند (Ampong & De Detta, 1991). به نظر می‌رسد برنج رقم هاشمی در مرحله رشدی چهار برگی (زمان تیمار با علف‌کش) تحمل خوبی به علف‌کش بوتاکلر حتی در صورت مصرف قبل از نشاءکاری را دارد. دیگر محققین نیز تحمل برنج به علف‌کش‌ها را وابسته به رقم و مرحله رشدی گزارش کرده‌اند (Bond et al., 2007). اختلاف عملکرد دانه در کاربرد علف‌کش تیوبنکارب به دو روش قبل و بعد از نشاءکاری به مراتب بیشتر از دو علف‌کش دیگر بود. به دلیل ایجاد اختلالات شدید رشدی و دوام طولانی‌مدت علائم گیاه‌سوزی تیوبنکارب بر روی برنج در صورت کاربرد قبل از نشاءکاری، این علف‌کش فقط برای کاربرد پس از کشت قابل توصیه است. بعلاوه بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای کاربرد تیوبنکارب در کرت‌های غرقاب جهت عملکرد انتخابی آن ضروری بود. بطور کلی پتانسیل تولید برنج در تیمار با تیوبنکارب کمتر از دو علف‌کش دیگر بود. تجزیه تیوبنکارب به ترکیبات سمّی‌تر و ایجاد اختلالات رشدی در برنج قبلاً گزارش شده است (Yaghoubi, 2011).

REFERENCES

1. Ahrens, W. H., Anderson, C. D., Campbell, J. M., Clay, S., DiTomaso, J. M., Dyer, W. E., Edwards, M. T., Her, R. J., Frank, J. R., Hickman, M. V., Hill, E. R., Isensee, A. R., Koskinen, W. C., McAvoy, W. J., Mitich, L. W., Ratliff, R. L. & Sterling T. M. (1994). *Herbicide Handbook*. Seventh Edition. Weed Science Society of America. Champaign, IL. Pp 352.
2. Allahgholiour, M. & Mohammad Salehi, M. (2001). Determination of characters of some local rice cultivars in Guilan Province. *Agriculture research, education and extension organization press*. (In Persian). Pp 28. (In Persian).
3. Ampong, N. K. & De Detta, S. K. (1991). *A handbook for weed control in rice*. International Rice Research Institute (IRRI). Pp 113.
4. Baldwin, J. L., Coats, E. G., Street, J. E. & Verno, B. L. (1996). Effect of growth stage and application site on tolerance of rice (*Oryza sativa*) to haloxyfop. *Weed Technology*, 10, 268-272.
5. Begum, M. K., Hasan, K. M., Salim, M., Hossain, M. A. & Rahman, M. K. (2003). Effect of herbicides on different crop characters used in controlling weeds of aman rice grown under wet seeded culture. *Pakistan Journal of Agronomy*, 2 (1), 44-51.
6. Bollich, P. K., Jordan, D. L., Walker, D. M. & Burns, A. B. (2000). Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulation of clomazone. *Weed Technology*, 14, 89-93.
7. Bond J. A., Walker T. W., Webster E. P., Buehring N. W. & Dustin, L. H. (2007). Rice cultivar response to penoxsulam. *Weed Technology*, 21, 961-965.
8. Bryson, C. T., Fox, A. M. & Byrd, J. D. JR. (2006). Wetland nightshade *(Solanum tampicense)* growth response to temperature, and winter survival, in relation to potential spread. *Weed Technology*, 20, 778–783.
9. Doran, G., Eberbach, P. & Helliwell, S. (2006). The sorption and degradation of the rice pesticides fipronil and thiobencarb on two Australian rice soils. *Australian Journal of Soil Research*, 44, 599-610.
10. Gitsopoulos, T. K. & Froud-Williams, R. J. (2004). Effects of oxadiargyl on direct-seeded rice and *Echinochloa crus-galli* under aerobic and anaerobic conditions. *Weed Research*, 44, 329-334.
11. Hennigh, D. S., Al-Khatib, K. & Mitchell, R. T. (2010). Response of acetolactate synthase resistant grain sorghum to nicosulfuron plus rimsulfuron. *Weed Technology*, 24, 411-415.
12. IRRI. International Rice Research Institute. (1987). Progress in irrigated rice research. *Selected papers and abstracts from the International Rice Research Conference*. 21-25 September. Hangzhou, China. Pp 398.

13. Knezevic, S. Z., Streibig, J. C. & Ritz, C. (2007). Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. *Weed Technology*, 21, 840-848.
14. Lanclos, D. Y., Webster, E. P., Zhang, W. & Linscombe, S. (2003). Response of glufosinate-resistant rice (*Oryza sativa*) to glufosinate application timings. *Weed Technology*, 17, 157-160.
15. Mahdavi, F. L., Esmaeili, M. A., Fallah, A. & Pirdashti, H. (2005). Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*, 7(4), 280-298. (In Persian with English summary).
16. Matsunaka, S. (2001). Historical review of rice herbicides in Japan. *Weed Biology and Management*, 1, 10-14.
17. Meschi, M. (2007). The registered pesticides of Iran. *Amozesh Keshavarzi Press*. Pp 276. (In Persian with English summary).
18. Mohammad Sharifi, M. (2001). *Practical guide of weed management in paddy fields of Iran*. Agriculture Jihad Ministry Publication, Extension Deputy. Pp 114. (In Persian).
19. Mohammad Sharifi, M., Ebtali, Y. & Shimi, P. (2001). *Study the efficacy of new herbicide oxadiargyl in paddy field*. Agriculture research, education and extension organization. Pp 29. (In Persian with English summary).
20. Monaco, T. J., Weller, S. C., & Ashton, F. M. (2002). Weed science, principle and practices. Fourth Edition. John wiley & Sons, INC. Pp 685.
21. Moody, K. (1991). Weed management in rice. In: Pimentel D, editor. *Handbook of pest management in agriculture*. Boca Raton (Florida). CRC Press, Pp 301-328.
22. Naylor, R. (1996). *Herbicides in Asian rice transitions in weed management*. Stanford University. Pp 270.
23. Scherder, E. F., Talbertm, R. E. & Clark, S. (2004). Rice (*Oryza sativa*) cultivar tolerance to clomazone. *Weed Technology*, 18, 140-144.
24. Shin, D. H., Moody, K., Zapata, F. J. & Kim, K. U. (1989). Differences in response of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to herbicides. *Proceedings of the 12th Asian-Pacific Weed Science Society Conference*, Seoul, Republic of Korea. Pp 393-403.
25. Streibig, J. C., Rudemo, M. & Jensen, J. E. (1993). Dose-response curves and statistical models. *Herbicide Bioassays*, J. C. Streibig and P.Kudsk, eds. Boca Raton, FL: CRC. Pp 29-55.
26. Yaghoubi, B. (2011). *Study of some herbicides effect on causing dwarfism in rice*. Ph.D Thesis. Tehran University Pp 131. (In Persian with English summary).
27. Yaghoubi, B., Alizadeh, H., Rahimian H., Baghestani M. A. & Davatgar, N. (2010). Comparison of some herbicides on causing dwarfism on rice. *Iranian Journal of Weed Science*, 6(2), 23-40. (In Persian with English summary).
28. Yaghoubi, B., Alizadeh, H., Rahimian H., Baghestani M. A., Mohammad Sharifi, M. & Davatgar, N. (2010). A review on researches conducted on paddy field weeds and herbicide in Iran. (Flour change, bioassay of herbicide degradation and dwarfism in rice. *The proceedings of 3rd Iranian weed Science congress*. Babolsar, Iran. 2: 2 – 11. (In Persian with English summary).
29. Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. IRRI Publication. Pp 277.
30. Zhang, W., Webster, E. P., Bllouin, D. C. & Steve, D. L. (2004). Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. *Weed Technology*, 18, 73-76.
31. Zimdahl, R .L. (2007). *Fundamental of Weed Science*. Elsevier Inc. Pp 689.