نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره چهارم، زمستان ۹٤
۱-۲۳
http://ejcp.gau.ac.ir

تأثیر زمان غرقاب و کاربرد علف‌کش بر کارایی تیوبنکارب در شالیزار

صبرینه فرزان[۱]، *بیژن یعقوبی[۲]، جعفر اصغری[۳]، بابک ربیعی[۴] و المیرا محمدوند[۵]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، [۳و٤]استاد و [۵]استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان،
[۲]استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹٤/۷/۱

چکیده

سابقه و هدف: اختلالات رشدی و کاهش عملکرد در برخی مناطق کشت نشایی برنج که در شرایط غیرغرقاب با علف‌کش تیوبنکارب، تیمار شده‌اند، گزارش شده است، امّا اطلاعات بیشتری در این خصوص در دست نیست. این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر زمان مصرف علف‌کش و زمان غرقاب بر واکنش برنج و علف‌های‌هرز به دز تیوبنکارب اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیب فاکتوریل زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از نشاکاری) و زمان غرقاب مزرعه نسبت به زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از مصرف علف‌کش) به‌عنوان عامل اصلی و غلظت‌های علف‌کش تیوبنکارب (صفر، ۱، ۱/۵، ۳، ٤/۵ و٦ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی بود.

یافته‌ها: کارایی تیوبنکارب در کنترل سوروف و جگن‌ها تا ٤-هفته پس از نشاکاری تیوبنکارب دارای کارایی بهتری در کنترل سوروف بود. صرف‌نظر از زمان مصرف علف‌کش، در شرایط "غیرغرقاب" دز مورد نیاز به منظور ۵۰ و ۹۰ درصد بازدارندگی زیست‌توده سوروف و جگن نسبت به شرایط "غرقاب" کمتر بود، امّا در این شرایط عملکرد انتخابی علف‌کش بر روی برنج کاهش پیدا کرد. تیوبنکارب در صورت کاربرد قبل و پس از غرقاب به‌ترتیب ۱۲ و ٤ درصد و در صورت کاربرد قبل و پس از نشاکاری، به‌ترتیب ۹ و ۵ درصد مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج در بالاترین دز مورد بررسی را سبب شد. با افزایش دز تیوبنکارب تا ۵۰ درصد بیشتر از دز توصیه‌شده (سه کیلوگرم ماده موثره در هکتار)، سطح برگ برنج افزایش

*نویسنده مسئول: byaghoubi2002@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

و در دزهای بالاتر علی‌رغم کنترل بهتر علف‌های‌هرز، سطح برگ کاهش پیدا کرد که بیانگر اثرات گیاه‌سوزی تیوبنکارب است. بطورکلی با کاربرد تیوبنکارب پس از غرقاب، برنج به‌ترتیب دارای ۲۵ و ۱۵ درصد سطح برگ و پنجه بیشتری نسبت به مصرف علف‌کش قبل از غرقاب بود. واکنش ارتفاع برنج به دز تیوبنکارب مشابه سطح برگ بود و با کاربرد علف‌کش قبل از غرقاب، ارتفاع دارای کاهش بیشتری بود. خوشه بارور و نابارور نیز تحت تأثیر دز علف‌کش و زمان غرقاب قرار گرفتند و در صورت کاربرد علف‌کش پس از غرقاب خوشه بارور بیشتر و مصرف تیوبنکارب قبل از غرقاب خوشه نابارور بیشتری تولید شد. روند تغییرات عملکرد شلتوک و شاخص برداشت برنج با مدل سه پارامتره گاوسی قابل بیان بود ($R^2\geq$ ٨٤٪). با افزایش دز علف‌کش مقادیر این صفات افزایش و سپس دارای روند کاهشی بودند که کاهش زودهنگام این صفات در دزهای پایین‌تری از تیوبنکارب در صورت کاربرد قبل از غرقاب مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: علف‌کش تیوبنکارب به منظور کنترل علف‌های‌هرز در خاک‌های شالیزاری باتلاقی در صورت مواجهه با محدودیت غرقاب قبل از کاربرد علف‌کش، قابل توصیه نبوده و این علف‌کش علی‌رغم کنترل بهتر علف‌های‌هرز در شرایط غیرغرقاب، سبب ایجاد اختلالات رشدی دیرهنگام و کاهش عملکرد دانه می‌شود. مصرف تکراری تیوبنکارب در سال‌های متوالی سبب تشدید گیاه‌سوزی تیوبنکارب گردید.

واژه‌های کلیدی: برنج، علف‌کش تیوبنکارب، غلظت، کمبود آب.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

برنج تنها گیاه زراعی است که امکان زراعت آن در شرایط متفاوت آبیاری شامل غرقاب دائم، غرقاب متناوب و شرایط هوازی وجود دارد (١٤). در گیاهان زراعی متحمل به غرقاب، آب می‌تواند به‌عنوان یک جزء مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز مورد بهره‌برداری قرار گیرد (٢٨). گیاه زراعی برنج اگرچه برای رشد خود نیاز به غرقاب دائم ندارد، اما قادر است غرقاب مداوم و شرایط کمبود اکسیژن را بدون کاهش عملکرد تحمل نماید که این ویژگی برنج از دیرباز در مدیریت علف‌های‌هرز این محصول به‌عنوان یک روش مؤثر برای کنترل زراعی بسیاری از گونه‌های هرز شالیزار مورد استفاده قرار گرفته است (٣٣). غرقاب به‌تنهایی سبب کاهش خسارت علف‌های‌هرز شالیزار به میزان ٤٠ تا ٦٠ درصد () و تلفیق آن با علف‌کش سبب افزایش کنترل علف‌های‌هرز می‌گردد (٢١ و ٢٨). آب علاوه بر کاهش قدرت رقابت علف‌های‌هرز سبب افزایش کارایی علف‌کش‌ها و یکنواختی رشد برنج می‌شود (٢٨). رطوبت خاک می‌تواند سبب افزایش یا کاهش فعالیت علف‌کش‌ها شده و با تغییر در غلظت علف‌کش‌ها فعالیت آنها را تحت تأثیر قرار دهد (٢٦). غلظت علف‌کش در خاک رابطه معکوس با میزان رطوبت خاک و ضریب نسبت آب–خاک دارد و بنابراین، فعالیت علف‌کش‌های دارای ظرفیت جذب پایین در خاک تحت تأثیر رطوبت خاک قرار می‌گیرد (١٩، ٣٨). فعالیت علف‌کش ایمازاکوئین در خاک‌های مرطوب به دلیل جذب سطحی کمتر به ذرات خاک، بیشتر از خاک‌های خشک بود و میزان دسترسی بیولوژیکی به این علف‌کش افزایش یافت (٤). رطوبت خاک بر فعالیت علف‌کش ایمازامتابنز در کنترل دم‌روباهی بی‌تأثیر، امّا کنترل یولاف در شرایط غرقاب بیشتر از شرایط خشک بود (٣٢). کنترل سوروف و برنج قرمز با افزایش رطوبت خاک و رقیق شدن علف‌کش ایمازتاپیر در محلول خاک، کاهش یافت و کاهش نسبت آب–خاک سبب افزایش جذب علف‌کش به ذرات خاک گردید (١٣). زمان ایجاد غرقاب دائم نسبت به زمان مصرف علف‌کش نیز بر عملکرد انتخابی علف‌کش‌ها تأثیر می‌گذارد. فاصله بین زمان مصرف علف‌کش فنوکساپروپ و زمان غرقاب دائم بر میزان تحمل برنج به این علف‌کش مؤثر بود؛ چنانکه پس از تیمار برنج با علف‌کش فنوکساپروپ، برای حصول حداکثر عملکرد، غرقاب باید حداقل با ٥ روز تأخیر انجام شود (٣١).

تا سال ٢٠٢٥، حدود ٢٠–١٥ میلیون هکتار از مزارع برنج دنیا دچار بحران کمبود آب خواهند شد و این کمبود شرایط هوازی در خاک شالیزار را افزایش خواهد داد (٦). در چنین شرایطی آفات و بیماری‌های خاک‌زی رشد، کارایی بهره‌گیری از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن کاهش و تنوع

Archive of SID

www.SID.ir

علف‌های‌هرز و میزان مصرف علف‌کش‌ها افزایش خواهد یافت (۲۰). همچنین در واکنش به این چالش‌ها امکان تغییر در روش مصرف علف‌کش‌ها توسط کشاورزان وجود دارد (۲۸). روش‌های مختلف مدیریت آب نظیر ایجاد خاک اشباع و یا تناوب خشکی و غرقاب (بدون ایجاد تنش خشکی) می‌تواند بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، مصرف آب زراعی را حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش دهد (۳۷).

غرقاب و علف‌کش‌ها از مهمترین ابزارهای کنترل علف‌های‌هرز در شالیزارهای شمال کشور هستند که تلفیق این دو با وجین دستی دارای حدود ۹۹ درصد کارایی در کنترل علف‌های‌هرز است. اگرچه غرقاب و وجین دارای قدمت دیرینه‌ای در کنترل علف‌های‌هرز شالیزار هستند، اما ورود علف‌کش‌ها در نیم قرن اخیر بیش از ۹۵ درصد صرفه‌جویی در زمان مورد نیاز برای انجام وجین دستی را سبب شده است (٢٤). تیوبنکارب علف‌کشی از خانواده دی‌تیوکاربامات‌ها و یکی از نخستین علف‌کش‌های انتخابی ثبت‌شده برنج در ایران با بیش از چهل سال سابقه مصرف گسترده است. کاربرد این علف‌کش در شرایط غرقاب و پس از نشاءکاری توصیه شده است، امّا بیشتر شالیکاران تمام علف‌کش‌های خاک‌مصرف از جمله تیوبنکارب را بدون توجه به نوع آن، قبل از نشاءکاری مصرف می‌کنند. بررسی‌های میدانی در استان گیلان به‌عنوان یکی از مناطق اصلی تولید برنج در کشور نشان داد که در شرایط خشکسالی و سال‌هایی که کمبود آب در شالیزارها در اول فصل بیشتر بود، مزارع تیمارشده با تیوبنکارب علی‌رغم کنترل مطلوب علف‌های‌هرز با کاهش عملکرد مواجه شدند (اطلاعات منتشر نشده)؛ امّا اطلاعات بیشتری در این خصوص در دست نیست. به‌علاوه کاربرد این علف‌کش در شرایط توصیه‌شده (پس از نشاکاری و غرقاب) در برخی مناطق که معمولاً بادخیز و دارای عمق غرقاب بیشتری بودند، سبب اختلالات رشدی و کاهش شدید ارتفاع گیاهچه‌های برنج و دیررسی برنج بویژه در حاشیه کرت و مجاورت مرزها گردید (اطلاعات منتشر نشده).

با توجه به تأثیر آب بر کارایی علف‌کش و نقش زمان مصرف علف‌کش در تعیین میزان سمّیت و رفتار علف‌کش‌های خاک‌مصرف و نیز از آنجا که بحران کمبود آب از جمله نگرانی‌های عمده در تداوم کشت غرقابی برنج در آینده است، ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها در شرایط کمبود آب به منظور اتخاذ تصمیم مناسب در شرایط کم‌آبی و معرفی علف‌کش مناسب برای این منظور ضروری به‌نظر می‌رسد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر زمان غرقاب و زمان کاربرد علف‌کش بر کارآیی

Archive of SID

www.SID.ir

علف‌کش تیوبنکارب در کنترل علف‌های‌هرز و نیز مطالعه تحمل برنج به تیوبنکارب در شرایط کمبود آب به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت طی سال زراعی ۱۳۸۵ اجرا شد. زمین اصلی دارای بافت لوم سیلتی رسی با اسیدیته ۷/۲ و ماده آلی ۱/۸۹ درصد بود. براساس بررسی‌های مقدماتی در کرت‌های محل اجرای این آزمایش، در سال‌های قبل که با علف‌کش تیوبنکارب تیمار شده بودند اختلالات رشدی برنج مشاهده شده بود. شخم اول نیمه اول فروردین، شخم دوم در اواخر اردیبهشت و شخم سوم یا پیش‌کاول در اول خرداد در شرایط خاک گِل‌آب شده (چنین خاکی از نظر رطوبتی در شرایط اشباع قرار دارد) انجام و همزمان تسطیح و ماله‌کشی کرت‌ها انجام شد. گیاهچه‌های برنج رقم هاشمی در مرحله رشدی ۵-۳ برگی برنج با فواصل ۲۵×۲۰ و به تعداد سه گیاهچه در هر کپه در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۳ متر با دست در تاریخ ۱۳۸۵/۳/۳ نشاءکاری شدند. مطابق آزمایش خاک کوددهی شامل کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (٤٦ درصد نیتروژن) طی دو مرحله تقسیط (دو سوم هنگام نشاکاری و یک سوم در زمان پنجه‌زنی) بود. مبارزه با آفات و بیماری‌ها مطابق عرف منطقه بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل ترکیب فاکتوریل زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از نشاکاری) و زمان غرقاب مزرعه نسبت به زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از مصرف علف‌کش) به‌عنوان عامل اصلی و غلظت‌های علف‌کش تیوبنکارب (۰، ۱، ۱/۵، ۳، ٤/٥ و ٦ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی بود (دز توصیه شده تیوبنکارب ۳-۲/۵ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار است). علف‌کش در کاربرد قبل و بعد از نشاکاری، به‌ترتیب یک روز قبل و دو روز بعد از نشاکاری مصرف شد. در تیمارهای کاربرد علف‌کش بعد از غرقاب، ابتدا کرت‌های آزمایشی غرقاب و سپس علف‌کش مصرف شد. کاربرد علف‌کش در تیمارهای قبل از غرقاب، در شرایط رطوبت اشباع خاک صورت گرفت. کلیهٔ کرت‌ها سه روز بعد از نشاکاری تا دو هفته قبل از برداشت غرقاب بودند.

ارزیابی کارایی تیوبنکارب با نمونه‌برداری از کلیهٔ گیاهان هرز موجود در یک مترمربع از هر کرت در چهار و شش هفته بعد از نشاکاری صورت گرفت. علف‌های‌هرز پس از تفکیک و قرار دادن

Archive of SID

www.SID.ir

به‌مدت ٤٨ ساعت در آون دمای ٨٠ درجه سانتی‌گراد، زیست‌توده آنها اندازه‌گیری شد. به‌دلیل اختلالات رشدی شدید و مرگ گیاهچه‌های برنج در برخی تیمارها، میزان مرگ‌ومیر و گیاه‌سوزی برنج در تیمارهای علف‌کشی نسبت به شاهد، شش هفته بعد از نشاکاری با شمارش گیاهچه‌های در حال مرگ انجام شد. علائم گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی ناشی از مصرف تیوبنکارب شامل رنگ سبز تیره، ارتفاع کوتاه، تولید پنجه‌های زیاد، پیچیدگی برگ و ساقه و... بود که در برخی تیمارها منجر به مرگ‌ومیر و عدم توسعه و ورود برخی گیاهچه‌ها به مرحله زایشی شد. اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (Licor مدل LI-3000A) انجام شد. برای این منظور نمونه‌گیری تخریبی از سطح ٠/٢٥ مترمربع دو هفته پس از نشاءکاری تا دو هفته قبل از برداشت به تناوب هر دو هفته یک‌بار انجام شد.

در مرحله برداشت (٢٣ مرداد) ابتدا محصول یک مترمربع از هر کرت از سطح زمین کف‌بر شده و پس از انتقال به آزمایشگاه، ارتفاع آنها از قاعده ساقه تا انتهای خوشه اندازه‌گیری و تعداد پنجه کامل (بارور) و ناقص (غیربارور یا دارای خوشه‌های کوتاه‌تر از ارتفاع برداشت) شمارش شد. عملکرد شلتوک یا اقتصادی با برداشت محصول هفت مترمربع هر کرت و پس از آفتاب خشک‌شدن اندازه‌گیری گردید. رطوبت در زمان توزین حدود ١٤ درصد بود. تبدیل داده‌ها در موارد لازم (زیست‌توده علف‌های‌هرز نسبت به تیمار عدم کنترل، مرگ‌ومیر برنج نسبت به شاهد وجین دستی و عملکرد اقتصادی و بیولوژیک نسبت به شاهد بدون وجین بر حسب درصد بیان شدند) انجام شده و تجزیه داده‌ها در نرم‌افزار SAS Ver. 9.2 صورت گرفت. به‌دلیل معنی‌داری اثرات متقابل در بیشتر صفات مورد بررسی (داده‌ها نشان داده نشده است)، روند تغییرات صفات با استفاده از مدل‌های رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت.

برازش منحنی‌های واکنش به دز زیست‌توده علف‌های‌هرز پس از تأیید صحت برازش مدل‌های رگرسیونی بر اساس معنی‌داری تجزیه رگرسیون، ضریب تبیین (R^2) بالا و معنی‌داری پارامترهای مدل، با استفاده از تابع لجستیک سه پارامتره (٨) صورت گرفت:

$$(Y=a/(1+(x/x_0)^b)) \quad \text{(معادله ١)}$$

که در آن Y: زیست‌توده علف‌هرز، a: حداکثر زیست‌توده علف‌هرز، b: شیب منحنی در نقطه x_0 و x_0: دز علف‌کش مورد نیاز برای کاهش ٥٠ درصدی از حداکثر زیست‌توده علف‌هرز است.

Archive of SID

www.SID.ir

برای بررسی روند تغییرات سطح برگ، پنجه بارور، شاخص برداشت و عملکرد شلتوک پس از برازش مدل‌های مختلف، معادله سه پارامتره گاوسی (۷) انتخاب شد:

$(Y=a*exp(-.5*((x-x0)/b)^{\wedge 2})$ (معادله ۲)

که در آن Y: صفت مورد بررسی، a: حداکثر صفت مورد بررسی، b: شیب منحنی در x_0 و x_0: دزی از علف‌کش است که در آن حداکثر صفت مورد بررسی به‌دست می‌آید.

روند مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج با برازش تابع سیگموئیدی سه پارامتره (۷، ۸) بررسی شد:

$(Y= a/(1+exp(-(x-x_0)/b))$ (معادله ۳)

که در آن Y: مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج، a: حداکثر مرگ‌ومیر، b: شیب منحنی در نقطه x_0 و x_0: دزی از علف‌کش که در آن ۵۰ درصد از حداکثر مرگ‌ومیر به‌دست می‌آید.

روند تغییرات پنجه‌های نابارور با مدل خطی بیان شد. تمام مدل‌های رگرسیونی فوق با استفاده از نرم‌افزار Sigma plot, ver. 12 برازش یافتند.

نتایج و بحث

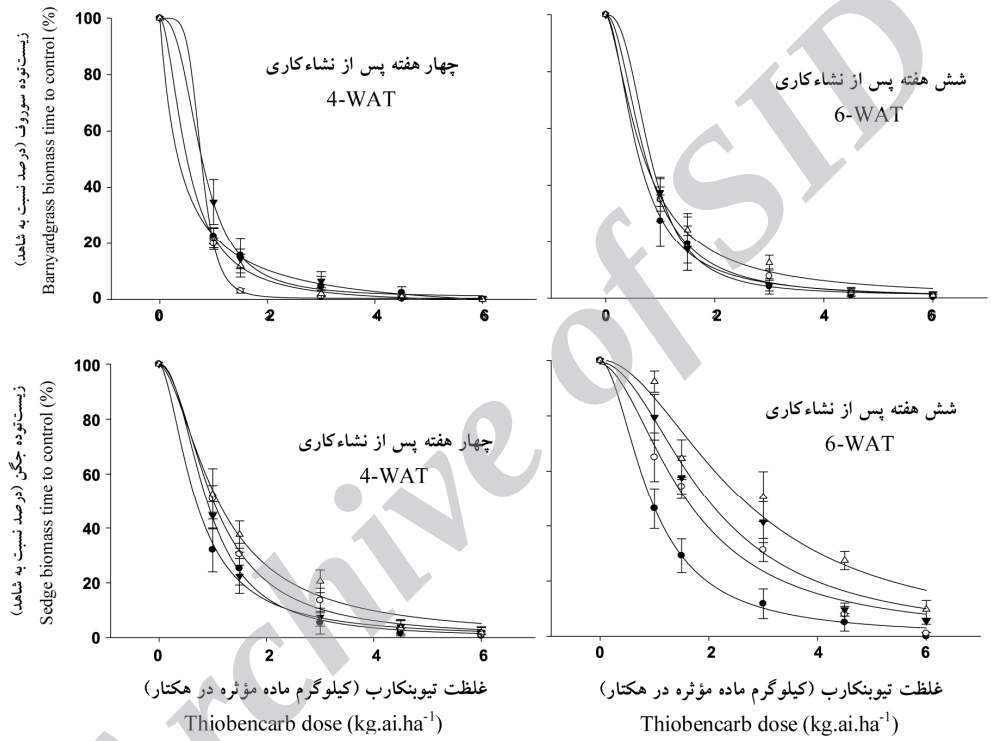
اثر علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز: زیست‌توده سوروف و جگن‌ها به‌ترتیب در چهار هفته پس از نشاءکاری ۲۲ و ۳۵ گرم در مترمربع و در شش هفته پس از نشاکاری ۲۹٤ و ۲۹۸ گرم در مترمربع در تیمار شاهد بود (داده‌ها نشان داده نشده است). کاربرد تیوبنکارب سبب کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز شد (شکل ۱) و روند کاهش با تابع لجستیک سه پارامتره (معادله ۱) قابل بیان بود. با توجه به مقادیر دز مؤثر[1] (ED)، کاربرد تیوبنکارب قبل از غرقاب دارای کارایی بیشتری در کنترل علف‌های‌هرز در مقایسه با پس از غرقاب بود و به همین ترتیب، کاربرد این علف‌کش قبل از نشاءکاری در مقایسه با بعد از نشاءکاری دارای کنترل بیشتری بود و این روند برای سوروف و جگن‌ها مشابه بود (جدول ۱). بطورکلی تیوبنکارب در کنترل سوروف در مقایسه با جگن‌ها مؤثرتر بود، زیرا که دز لازم برای ۵۰ یا ۹۰ درصد کاهش زیست‌توده سوروف (ED_{50}, ED_{90}) کمتر از دز مورد نیاز برای کاهش مشابه در زیست توده جگن‌ها در تمام مراحل ارزیابی بود (جدول ۱). با مقایسه مقادیر ED_{50} و ED_{90} سوروف و جگن‌ها به‌طورکلی می‌توان گفت که جگن‌ها دارای حدود سه برابر یا بیشتر

1. Effective dose

Archive of SID

www.SID.ir

تحمل بالاتری به علف‌کش تیوبنکارب بودند و تیوبنکارب در دز توصیه‌شده فاقد کارایی کافی در کنترل آنها بود. مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که گونه غالب جگن در مزرعه آزمایشی پیزور دریایی (*Scirpus maritimus* L.) بود و تیوبنکارب دارای بازدارندگی نسبی اندک بر روی این علف‌هرز بود. دیگران نیز کارایی خوب تیوبنکارب در کنترل سوروف و جگن‌های یک‌ساله (۲) و تحریک جوانه‌زنی جگن‌های چندساله را گزارش کرده‌اند (۱۷).



شکل ۱- زیست‌توده سوروف و جگن (درصد نسبت به شاهد) چهار و شش هفته بعد از نشاکاری در غلظت‌ها و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش تیوبنکارب. کاربرد علف‌کش: ● قبل از نشاکاری و قبل از غرقاب، ○ قبل از نشاکاری و بعد از غرقاب، ▼ بعد از نشاکاری و قبل از غرقاب، Δ بعد از نشاکاری و بعد از غرقاب).

Figure 1. Barnyardgrass and sedge biomass (% to control) four and six weeks after transplanting (WAT) in response to different thiobencarb (TB) rates, and application times. (● Before transplanting before flooding, ○ Before transplanting after flooding, ▼ After transplanting before flooding, Δ After transplanting after flooding).

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر زمان مصرف و رطوبت خاک بر کارایی علف‌کش‌های مختلف متفاوت است. رطوبت بـالای خاک سبب کاهش کارایی ایمازتاپیر در کنترل سوروف و برنج قرمز و افزایش وزن خشک آنها گردید (٤١)، در حالی‌که علف‌کش کوئینکلوراک در کنترل سوروف دارای رفتاری متفاوت از ایمازاتاپیر بود و کاربرد آن در خاک خشک موجب کاهش کارآیی علف‌کش شد (٣٧).

جدول ١- ضرایب مربوط به برازش معادله لجستیک (Y=a/(1+(x/x0)b)) به تغییرات زیست‌توده علف‌هـای‌هـرز سوروف و جگن **چهار و شش هفته بعد از نشاکاری در زمان‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب.**

Table 1. Coefficients related to logistic equation (Y=a/(1+(x/x0)b)) fitted to changes of barnyardgrass and sedges biomass under different thiobencarb application times four and six weeks after transplanting in different application time of TB.

نام علف هرز Weed name	زمان ارزیابی Evaluation time	زمان کاربرد علف‌کش Herbicide application time	ضرایب مدل برازش شده[a] Model coefficients	
			ED_{50}(se)	ED_{90}(se)
سوروف[b] Barnyardgrass	چهار هفته پس از نشاءکاری Four weeks after transplanting	قبل از نشاءکاری- قبل از غرقاب Before transplanting- before flooding	0.49 (0.09)	1.96 (0.09)
		قبل از نشاءکاری – بعد از غرقاب Before transplanting- after flooding	0.76 (0.004)	2.2 (0.2)
		بعد از نشاءکاری- قبل از غرقاب After transplanting- before flooding	0.59 (0.003)	2.01 (0.23)
		بعد از نشاءکاری – بعد از غرقاب After transplanting- after flooding	0.8 (0.016)	2.3 (0.08)
	شش هفته پس از نشاءکاری Six weeks after transplanting	قبل از نشاءکاری- قبل از غرقاب Before transplanting- before flooding	0.63 (0.05)	2.1 (0.2)
		قبل از نشاءکاری – بعد از غرقاب Before transplanting- after flooding	0.74 (0.001)	2.3 (0.28)
		بعد از نشاءکاری- قبل از غرقاب After transplanting- before flooding	0.72 (0.009)	2.2 (0.31)
		بعد از نشاءکاری – بعد از غرقاب After transplanting- after flooding	1.1 (0.03)	2.9 (0.35)
جگن‌ها[c] Sedges[c]	چهار هفته پس از نشاءکاری Four weeks after transplanting	قبل از نشاءکاری- قبل از غرقاب Before transplanting- before flooding	0.69 (0.09)	2.2 (0.1)
		قبل از نشاءکاری – بعد از غرقاب Before transplanting- after flooding	1.01 (0.05)	3.01 (0.32)

Archive of SID

www.SID.ir

2.36 (0.09)	0.89 (0.02)	بعد از نشاءکاری- قبل از غرقاب After transplanting- before flooding	
3.5 (0.4)	1.1 (0.1)	بعد از نشاءکاری – بعد از غرقاب After transplanting- after flooding	
9.6 (1.1)	0.93 (0.04)	قبل از نشاءکاری- قبل از غرقاب Before transplanting- before flooding	
6.4 (0.9)	1.59 (0.21)	قبل از نشاءکاری – بعد از غرقاب Before transplanting- after flooding	شش هفته پس از نشاءکاری Six weeks after transplanting
13.6 (1.3)	1.97 (0.3)	بعد از نشاءکاری- قبل از غرقاب After transplanting- before flooding	
8.4 (0.86)	2.6 (0.43)	بعد از نشاءکاری – بعد از غرقاب After transplanting- after flooding	

[a] se خطای استاندارد، ED_{50} و ED_{90} دز مورد نیاز (کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) به‌ترتیب برای ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش زیست‌توده علف هرز؛ [b] سوروف، *Echinochloa crus-galli*؛ [c] جگن .*Cyperus* sp., *Scirpus* sp.

[a] se standard error, ED_{50} and ED_{90} doses ($kg.ai.ha^{-1}$) for 50 and 90% weed biomass reduction; [b] barnyardgrass, *Echinochloa crus-galli*; Sedges, *Cyperus* sp., *Scirpus* sp.

نتایج بررسی دیگری نیز نشان داد که افزایش رطوبت خاک سبب افزایش کارایی اکسادیارژیل در کنترل سوروف شد، امّا در عین‌حال افزایش رطوبت خاک تشدید گیاه‌سوزی برنج را نیز موجب شد (۱۸). کارایی دیکلوفوپ در کنترل یولاف تحت تنش آبی، کمتر از زمانی بود که این علف‌کش در شرایط غیرتنش مصرف گردید (۱). در شرایط خشک ۲۵ تا ۵۰ درصد افزایش در میزان مصرف گراس‌کش‌هایی همانند دیکلوفوپ، فلوآزیفوپ، ستوکسیدیم و هالوکسی‌فوپ ضروری است تا سطح کنترل علف‌های‌هرز مشابه در شرایط مرطوب و دز توصیه‌شده علف‌کش به‌دست آید (۲۲). نتایج مشابه این تحقیق در خصوص علف‌کش سی‌هالوفوپ‌بوتیل گزارش شده است و مصرف زودهنگام علف‌کش در کرت‌های زه‌کشی شده در کنترل سوروف دارای کارایی بیشتری نسبت به مصرف دیرهنگام آن بود و در صورت افزایش دز علف‌کش از ۰/۱۵ به ۰/۲ (کیلوگرم در هکتار) دو زمان مصرف دارای کارایی مشابه بودند (۳۰).

مرگ و میر برنج: افزایش دز تیوبنکارب سبب افزایش مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج شد (شکل ۲)، اما این علف‌کش در دز مشابه دارای تأثیر متفاوتی بر گیاهچه‌های برنج در زمان‌های مختلف کاربرد بود و در دزهای مشابه میزان مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج در صورت کاربرد علف‌کش قبل از غرقاب

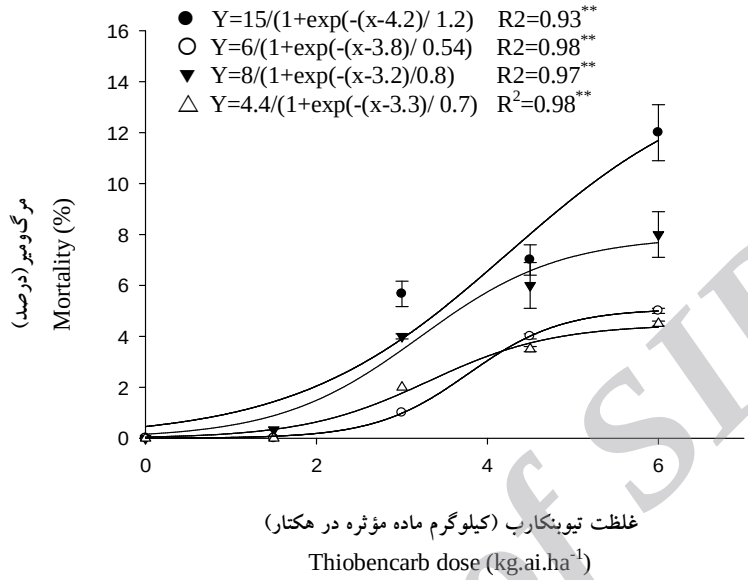
Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر از پس از غرقاب بود (شکل ۲). به‌علاوه کاربرد علف‌کش قبل از نشاکاری خسارت بیشتر برنج در مقایسه با پس از نشاکاری را سبب شد. شکل ۲ به‌خوبی نشان می‌دهد که با افزایش دز علف‌کش از میزان توصیه‌شده، تحمل برنج به شدت کاهش و خسارت به گیاه زراعی افزایش پیدا کرد. به‌عبارت دیگر تحمل برنج رقم هاشمی به تیوبنکارب محدود به دامنه خاصی بوده و پس از آن آسیب‌پذیری این رقم برنج به علف‌کش تیوبنکارب به‌شدت افزایش می‌یابد. جذب تیوبنکارب عمدتاً از طریق ریشه و طوقه است (۲۸). بنابراین با مصرف علف‌کش قبل از نشاکاری، تماس فیزیکی آن با ریشه‌های زخمی گیاه بیشتر و احتمال جذب آن توسط گیاه زراعی بیشتر خواهد بود. به‌علاوه تیوبنکارب علف‌کشی آب‌گریز است (۱٦) و کاربرد آن در شرایط غرقاب تماس فیزیکی آن با ریشه و طوقه برنج را کاهش خواهد داد. بنابراین به نظر می‌رسد با مصرف تیوبنکارب قبل از نشاکاری و در شرایط غیر غرقاب، تماس آن با ریشه گیاه زراعی بیشتر و تشدید خسارت علف‌کش و مرگ‌ومیر بیشتر گیاه زراعی را موجب شده است. دیگران نیز گیاه‌سوزی هالوکسی‌فوپ‌متیل برروی سورگوم را در صورت کاربرد علف‌کش در ناحیه ریشه نسبت به کاربرد بر روی اندام‌های هوائی بیشتر گزارش کردند (۹). بعلاوه علف‌کش کلومازون نیز در شرایط کمبود آب گیاه‌سوزی بیشتر و کاهش تراکم برنج را موجب شد (۲۷). کاربرد بیس‌پایریباک‌سدیم در شرایط کمبود آب حدود ۳۰ درصد گیاه‌سوزی برنج را سبب شد که این خسارت با افزایش دز افزایش پیدا کرد (۳۵). البته برخی علف‌کش‌ها دارای رفتار متفاوت از آنچه تاکنون عنوان گردید هستند و با افزایش رطوبت خاک، میزان علف‌کش در دسترس برای جذب از طریق ریشه افزایش یافته و پتانسیل خسارت به گیاه زراعی افزایش می‌یابد. علف‌کش هالوکسی‌فوپ دارای چنین ویژگی است (۳). همچنین زمان غرقاب بر تحمل ارقام برنج به علف‌کش‌ها مؤثر است (۲۱ و ۳٤).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج چهار هفته بعد از نشاکاری در دز و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش تیوبنکارب (● قبل از نشاکاری و قبل از غرقاب، ○ قبل از نشاکاری و بعد از غرقاب، ▼ بعد از نشاکاری و قبل از غرقاب، Δ بعد از نشاکاری و بعد از غرقاب).

Figure 2. Rice seedling mortality 4-WAT in response to thiobencarb (TB) doses and application times (● before transplanting before flooding, ○ before transplanting after flooding, ▼after transplanting before flooding, Δ after transplanting after flooding.

کاربرد زودهنگام علف‌کش کلومازون بر روی برخی ارقام برنج دارای اثرات گیاه‌سوزی و مرگ‌ومیر بیشتری بود و سبب کاهش تراکم گیاهچه‌های برنج شد (۱۱). همچنین، کاهش فاصله مصرف پندیمتالین و کشت برنج سبب کاهش ظهور گیاهچه‌های برنج شد (۲۳). بطورکلی، میزان گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش‌ها در کشت مستقیم برنج با افزایش رطوبت خاک افزایش می‌یابد، اگرچه خسارت به گیاه زراعی در اوایل فصل ممکن است موجب کاهش عملکرد نگردد، اما مشکلاتی همانند به تأخیر انداختن استقرار گیاهچه‌ها و کاهش سرعت بسته‌شدن کانوپی را سبب می‌گردد (۳). مطابق بررسی‌های میدانی در شالیزارهای استان گیلان گیاه‌سوزی شدید و مرگ‌ومیر گیاهچه‌های نشایی برنج ناشی از تیوبنکارب معمولاً منحصر به برخی اراضی شالیزاری است که آنها علاوه بر فصل زراعی در

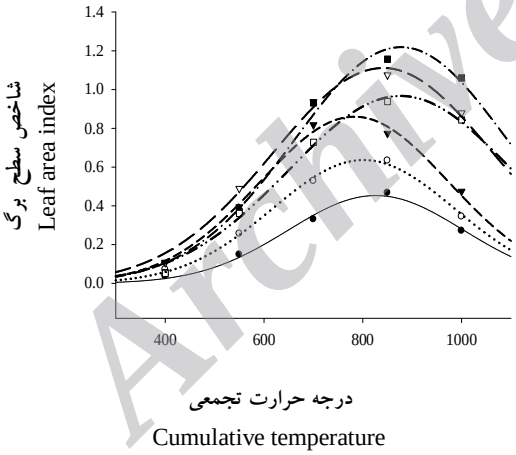
Archive of SID

www.SID.ir

خارج از فصل کشت برنج نیز به دلیل فقدان زه‌کشی حالت باتلاقی دارند. این خاک‌ها بطور نسبی احیایی بوده و دارای پتانسیل اکسیدآسیون-احیا منفی‌تری نسبت به خاک‌های دارای زه‌کشی (اراضی آپلند) هستند. به‌نظر می‌رسد مصرف تکراری تیوبنکارب سبب تشدید گیاهسوزی و اختلالات رشدی ناشی از این علف‌کش به‌ویژه در اراضی باتلاقی در نیمه دوم سال می‌شود (اطلاعات منتشر نشده).

شاخص سطح برگ برنج: سطح برگ، تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه و عملکرد شلتوک برنج است (۲). با افزایش دز تیوبنکارب سطح برگ برنج افزایش پیدا کرد و در بالاترین دز مورد بررسی در این تحقیق (٦ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) نسبت به دزهای پایین‌تر (۳ و ٤/٥ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) کاهش پیدا کرد. سطح برگ در ۷۸۰ تا ۸۷۰ درجه روز رشد دارای بیشترین مقدار و در دزهای مختلف تیوبنکارب متفاوت بود (شکل ۳ و جدول ۲).

افزایش دز علف‌کش کنترل بهتر علف‌های‌هرز را موجب شد (شکل ۱ و جدول ۱). ظاهراً انتظار می‌رود که با حذف علف هرز از رقابت، سطح برگ گیاه زراعی افزایش پیدا کند، اما سطح برگ برنج کاهش پیدا کرد.



شکل ۳- روند توسعه شاخص‌سطح برگ برنج در دزهای مختلف تیوبنکارب (○ شاهد آلوده به علف هرز، ● دز یک، ▼ دز دو، ▽ دز سه، ■ دز چهار و نیم و □ دز شش کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار (دزها میانگین زمان‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب هستند).

Figure 3. Leaf area index expansion trend in response to thiobencarb dose, ○ weedy check, ● 1, ▼ 2, ▽ 3, ■ 4.5 & □ 6 kg.ai.ha-^{1} (data are the means of different time of thiobencarb application.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٢- ضرایب مربوط به برازش معادله سه پارامتره گوسین (Y=a*exp(-.5*((x-x0)/b)^2)) به روند توسعه سطح برگ برنج طی فصل رشد در دزهای مختلف علف‌کش تیوبنکارب.

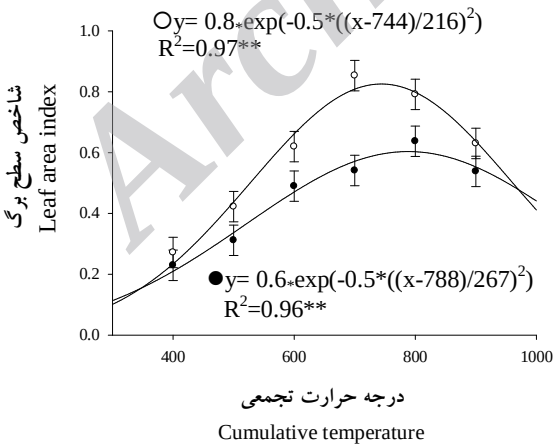
Table 2. Coefficients related to Gaussians 3-parameter equation Y=a*exp(-.5*((x-x0)/b)^2) fitted to leaf area expansion rate during growing season in different TB rates.

ضرایب مدل برازش شده Model coefficients							دز تیوبنکارب Thiobencarb dose ($kg.ai.ha^{-1}$)
R^2	p	x_0 (se)	p	b (se)	p	a (se)	
0.98 **	0.002	827 (10)	0.004	177 (12)	0.002	0.45 (0.02)	0
0.98 **	<0.0001	801 (6.6)	0.001	183 (7)	0.0009	0.64 (0.01)	1
0.99 **	0.0001	782 (9)	0.002	191 (10)	0.0001	0.86 (0.03)	1.5
0.99 **	0.0002	841 (12)	0.001	223 (14)	0.001	1.1 (0.04)	3
0.98 **	0.0004	877 (17)	0.007	216 (19)	0.0002	1.2 (0.06)	4.5
0.99 **	0.0003	876 (15)	0.005	225 (16)	0.0001	0.97 (0.03)	6

a حداکثر سطح برگ، b شیب مدل، x_0 درجه حرارت تجمعی که در آن حداکثر سطح برگ به‌دست می‌آید، p سطح احتمال معنی‌داری، R^2 ضریب تبیین و se خطای استاندارد است.

a, maximum leaf area; b, slope; x_0, cumulative temperature in which maximum leaf area is obtained; p, probability level; R^2, R-square, coefficient of determination; se, standard error.

به‌نظر می‌رسد این امر به دلیل مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج (شکل ٢) و احتمالاً اختلالات فیزیولوژیک ناشی از علف‌کش تیوبنکارب باشد. حداکثر سطح برگ برنج در این آزمایش ١/٢ بود، درحالیکه معمولاً شاخص سطح برگ برنج رقم هاشمی حدود ٤-٣ است. به نظر می‌رسد آلودگی کرت‌های آزمایشی به جگن‌های چندساله و فقدان کارایی تیوبنکارب در کنترل آنها دلیل کاهش سطح برگ است.



شکل ٤- روند توسعه شاخص سطح برگ برنج در دز و زمان‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب (● قبل از نشاکاری، ○ بعد از نشاکاری). نقاط میانگین دزهای مورد بررسی و خطوط عمودی خطای استاندارد میانگین‌ها هستند.

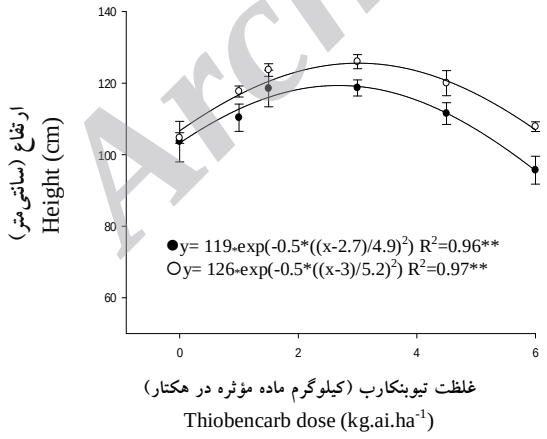
Figure 4. Leaf area index expansion trend in response to thiobencarb rates and application times (● before transplanting and ○ after transplanting). Vertical bars represent standard errors of means.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طور کلی، شاخص سطح برگ برنج در صورت کاربرد تیوبنکارب پس از نشاکاری بیشتر از قبل از نشاکاری (شکل ٤)؛ و حداکثر میانگین شاخص سطح برگ در دو زمان مصرف قبل و بعد از نشاکاری به‌ترتیب ۰/٦ و ۰/۸ بود. کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاکاری دارای کارایی بهتری در کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۱)؛ بنابراین رقابت علف‌های‌هرز با برنج نمی‌تواند دلیل کاهش سطح برگ باشد. به‌نظر می‌رسد کاهش سطح برگ برنج به دلیل اختلالات رشدی و گیاه‌سوزی تیوبنکارب باشد که در صورت کاربرد علف‌کش قبل از نشاکاری همواره بیشتر بود.

ارتفاع برنج در زمان برداشت: بطورکلی ارتفاع برنج در صورت کاربرد علف‌کش پس از نشاکاری بیشتر از ارتفاع آن در صورت کاربرد علف‌کش قبل از نشاکاری بود (شکل ۵). حداکثر ارتفاع در کاربرد تیوبنکارب قبل و بعد از غرقاب به‌ترتیب ۱۱۹ و ۱۲٦ سانتی‌متر بود (شکل ۵). افزایش غلظت تیوبنکارب به دلیل کنترل بهتر علف‌های‌هرز توسعه بیشتر ارتفاع برنج را موجب شد، امّا با افزایش بیشتر غلظت علف‌کش ارتفاع برنج کاهش پیدا کرد. کاهش ارتفاع علی‌رغم کنترل بهتر علف‌های‌هرز بیانگر اختلالات رشدی برنج ناشی از دزهای بالاتر علف‌کش تیوبنکارب است. کاربرد تیوبنکارب قبل از غرقاب دارای اثرات بازدارندگی بیشتری بر ارتفاع برنج بود و حداکثر ارتفاع در دز ۲/٦۷ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار به‌دست آمد که پایین‌تر از دز توصیه‌شده این علف‌کش است. کاربرد این علف‌کش پس از غرقاب سبب افزایش تحمل برنج به آن شده و حداکثر ارتفاع در دز سه کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار به‌دست آمد.



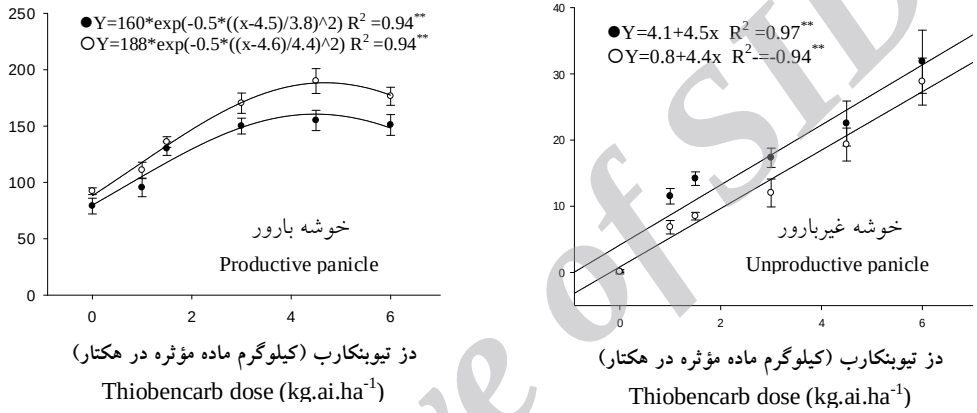
شکل ۵- ارتفاع برنج در زمان برداشت در تیمار با دزهای مختلف علف‌کش تیوبنکارب (کاربرد علف‌کش تیوبنکارب قبل از غرقاب●، و بعد از غرقاب○). خطوط عمودی (خطوط بار) نشان‌دهنده خطای استاندارد میانگین‌ها هستند.

Figure 5. Rice height at harvest in response to thiobencarb rate applied at before flooding ● and after flooding ○. Vertical bars represent standard errors of means.

Archive of SID

www.SID.ir

خوشه بارور و غیربارور برنج در زمان برداشت: در دو زمان کاربرد قبل و بعد از غرقاب با افزایش دز تیوبنکارب تا ٤/٥ و ٤/٦ (کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) تعداد خوشه روند افزایشی و سپس دارای روند کاهشی بود (شکل ٦). مقایسه تعداد پنجه برنج در دزهای پایین (تا حدود سه کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) در دو زمان کاربرد علف‌کش مشابه بود، ولی در دزهای بالاتر تعداد خوشه در صورت کاربرد علف‌کش پس از غرقاب بیشتر بود (شکل ٦).



شکل ٦- خوشه بارور و غیربارور برنج در کاربرد علف‌کش تیوبنکارب قبل (●) و بعد از غرقاب (○). روند تغییرات خوشه بارور و خوشه غیربارور به‌ترتیب با مدل سه پارامتره گوسی و مدل خطی نمایش داده شده است. خطوط عمودی (خطوط بار) نشان‌دهنده خطای استاندارد میانگین‌ها هستند.

Figure 6. Rice productive and unproductive panicle in response to TB rate applied at: ● before flooding and ○ after flooding. Productive and unproductive panicle trends were fitted by using Gaussian 3-parameters and linear model respectively. Vertical bars represent standard errors of means.

حداکثر تعداد پنجه ١٨٨ و ١٦٠ عدد در مترمربع در دز ٤/٦ و ٤/٥ کیلوگرم ماده مؤثره تیوبنکارب به‌ترتیب در کاربرد بعد و قبل از غرقاب بود.

به‌علاوه، تعداد خوشه غیربارور یا پنجه‌های ناقص (عدم توانایی در تولید خوشه کامل با ارتفاع مشابه خوشه‌های کامل) تحت تأثیر دز تیوبنکارب و زمان کاربرد علف‌کش بود (شکل ٦). پنجه‌های غیربارور با افزایش دز تیوبنکارب به‌صورت خطی افزایش نشان داد که همواره میزان آن در کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

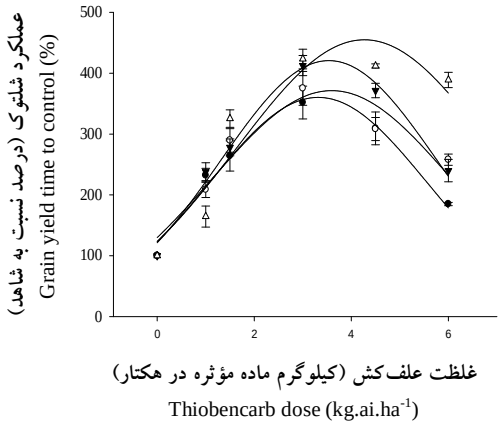
تیوبنکارب قبل از غرقاب بیشتر از بعد از غرقاب بود، اگرچه در دزهای بالاتر از دز توصیه‌شده اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت (شکل ٦). مطالعه اثرات غلظت‌های متفاوت علف‌کش‌های بوتاکلر و بن‌سولفورون‌متیل نشان داد که غلظت متداول و دو برابر مصرف متداول علف‌کش‌ها می‌توانند به طور مؤثر علف‌های‌هرز را کنترل کنند و میزان کنترل به‌ترتیب ۸۰ و ۹۰ درصد بود، اما در غلظت بالا عملکرد شلتوک به علت کاهش تعداد پانیکول‌های مؤثر و تعداد دانه در هر پانیکول، کاهش یافت (۵۰).

عملکرد شلتوک: عملکرد شلتوک در تیمار شاهد بدون وجین ٥٣٤ کیلوگرم در هکتار و حداکثر مقدار شلتوک ٢٥٦٦ کیلوگرم در هکتار در غلظت ٤/٢ (کیلوگرم ماده مؤثره) تیوبنکارب و کاربرد علف‌کش بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب به‌دست آمد که بیانگر حدود ۸۰ درصد خسارت علف‌های‌هرز است (داده‌ها نشان داده نشده است). با افزایش دز علف‌کش عملکرد شلتوک در تمام زمان‌های کاربرد علف‌کش افزایش پیدا کرد و در دزهای بالاتر مورد بررسی عملکرد دارای روند کاهشی بود. افزایش عملکرد در دزهای پایین‌تر به‌دلیل کنترل علف‌های‌هرز و دسترسی بیشتر گیاه زراعی به منابع بود و کاهش عملکرد در دزهای بالاتر علی‌رغم کنترل بهتر علف‌های‌هرز، می‌تواند به‌دلیل اثرات سوء ناشی از تیوبنکارب بر روی گیاه زراعی باشد. مطابق نتایج این تحقیق نه فقط عملکرد شلتوک در زمان‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب متفاوت بود، بلکه دزی از علف‌کش که در آن حداکثر عملکرد به‌دست آمد نیز در حالت‌های مختلف مورد بررسی متفاوت بود (جدول ۳). در کاربرد تیوبنکارب بعد از نشاءکاری و در حالت غرقاب بیشترین عملکرد حاصل به‌دست آمد و افزایش دز علف‌کش تا دو برابر دز توصیه‌شده سبب کاهش قابل‌توجه عملکرد نشد (شکل ۷). برخلاف تیمار فوق، در دیگر زمان‌های مصرف مورد بررسی، هم حداکثر عملکرد و هم تحمل گیاه به علف‌کش کمتر بود و با افزایش دز از مقدار توصیه‌شده کاهش شدید عملکرد شلتوک مشاهده شد (جدول ۳ و شکل ۷). کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری و در کرت‌های اشباع دارای کمترین عملکرد در بین تیمارهای مورد بررسی بود (جدول ۳). با توجه به اینکه کاربرد تیوبنکارب تحت شرایط کمبود آب دارای کارایی مشابه یا بهتری در کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز بود (شکل ۱ و جدول ۱)، بنابراین احتمالاً کاهش عملکرد شلتوک در این شرایط می‌تواند به‌دلیل افزایش مرگ‌ومیر گیاهچه‌های برنج (شکل ۲)، کاهش پنجه‌های بارده و افزایش پنجه‌های نابارور (شکل ٦) باشد. به‌علاوه کاهش بیشتر شاخص سطح برگ (شکل ۳ و ٤) و

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص برداشت در شرایط کمبود آب (شکل ۸) و احتمالاً اختلالات فیزیولوژیک ناشناخته نیز در این پدیده نقش دارند.



شکل ۷- عملکرد شلتوک برنج در دز و زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش (● قبل از نشاکاری و قبل از غرقاب، ○ قبل از نشاکاری و بعد از غرقاب، ▼ بعد از نشاکاری و قبل از غرقاب، Δ بعد از نشاکاری و بعد از غرقاب).

Figure 7. Rice grain in response to TB rates, and application times. (● Before transplanting before flooding, ○ Before transplanting after flooding, ▼ After transplanting before flooding, Δ After transplanting after flooding).

مصرف زودهنگام و پیش از ظهور برنج، کلومازون در غلظت بالا (۰/۵٦ کیلوگرم در هکتار) سبب کاهش شدید (۳۵ درصد) عملکرد دانه برنج شد (۵). همچنین غرقاب دائم در افزایش کارآیی علف‌کش بوتاکلر مؤثرتر از اشباع دائم بود و عملکرد دانه بیشتری را به دنبال داشت (۳٦). مصرف علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم بعد از غرقاب و پس از ظهور برنج، دارای عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با مصرف علف‌کش قبل از غرقاب بود، به‌طوری‌که افزایش عملکرد در این شرایط بیشتر از ۳۰ درصد بود (۱۰). دیمتریوسا و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که افزایش دز علف‌کش سی‌هالوفوپ‌بوتیل علی‌رغم کنترل بهتر علف‌هرز سوروف موجب ایجاد گیاه‌سوزی در برنج و کاهش عملکرد دانه شد (۱۵).

برخی علف‌کش‌ها دارای رفتار متفاوتی در مقایسه با تیوبنکارب در واکنش به آب هستند. عملکرد برنج در کاربرد سی‌هالوفوپ‌بوتیل پس از زهکشی بیشتر از زمانی بود که این علف‌کش در کرت‌های غرقاب مصرف شد (۲۹) و کاهش فواصل آبیاری پس از کاربرد علف‌کش فنوکساپروپ سبب کاهش عملکرد برنج شد (۳۷). اکسادیارژیل در شرایط اشباع موجب کاهش کمتر وزن خشک برنج نسبت به شرایط غرقاب شد (۱۸)، در حالی که علف‌کش‌هایی مانند تیوبنکارب تنیلاکلر، مفناست و پرتیلاکلر دارای رفتار متفاوتی بودند (۱۲، ۲۵). علف‌کش بیس‌پایریباک - سدیم سبب کاهش زیست‌توده اندام‌های هوایی

Archive of SID

www.SID.ir

برنج ۱۷–۹ درصد در دز ۰/۰۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط هوازی و ۳۷–۲۳ درصد در شرایط اشباع خاک گردید که از این‌نظر مشابه علف‌کش تیوبنکارب است (۱۱).

جدول ۳- ضرایب مربوط به برازش معادله سه پارامتره گوسین (Y=a*exp(-.5*((x-x0)/b)^2)) به داده‌های عملکرد شلتوک برنج در زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش تیوبنکارب.

Table 3. Coefficients related to Gaussians 3-parameter equation Y=a*exp(-.5*((x-x0)/b)^2) fitted to rice grain and biological yield under different thiobencarb application time.

زمان مصرف علف‌کش Herbicide application times	ضرایب مدل برازش شده Model coefficients			
عملکرد دانه Grain yield	a (se)	b (se)	x0 (se)	R^2
قبل از نشاءکاری- قبل از غرقاب Before transplanting- before flooding	360 (14)	2.3 (0.12)	3.3 (0.1)	0.98 **
قبل از نشاءکاری- بعد از غرقاب Before transplanting- after flooding	371 (29)	2.1 (0.01)	3.6 (0.06)	0.90 **
بعد از نشاءکاری- قبل از غرقاب After transplanting- before flooding	420 (14)	2.2 (0.08)	3.31 (0.07)	0.98 **
بعد از نشاءکاری - بعد از غرقاب After transplanting- after flooding	454 (41)	2.6 (0.15)	4.2 (0.39)	0.90 **

a حداکثر عملکرد (٪ نسبت به شاهد بدون وجین)؛ b شیب خط؛ x_0 دزی از علف‌کش (کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) که در آن حداکثر عملکرد به‌دست می‌آید؛ R^2 ضریب تبیین؛ se خطای استاندارد ؛ تمام پارامترها معنی‌دار بودند ($P<0.001$).

a, maximum yield (% to weed-infested control); b, slope; x_0, herbicide dose ($kg.ai.ha^{-1}$) in which maximum yield is obtained; R^2, R-square, coefficient of determination; se, standard error; all parameters were significant ($P<0.001$).

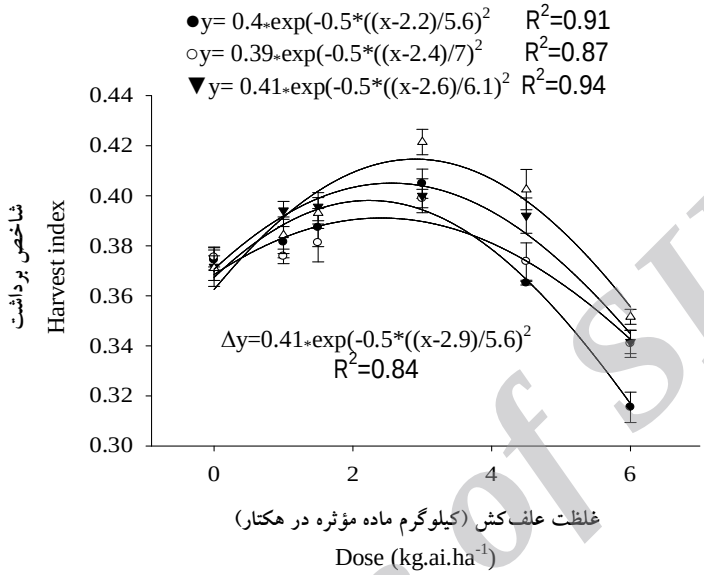
شاخص برداشت: با افزایش دز علف‌کش شاخص برداشت دارای روند کاهشی بود که شدت کاهش در زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش متفاوت بود. بر اساس مدل برازش شده، بیشترین شاخص برداشت (x_0) در کاربرد تیوبنکارب پس از نشاءکاری و پس از غرقاب و کمترین شاخص برداشت در کاربرد این علف‌کش قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب به‌دست آمد (شکل ۸).

بررسی‌ها نشان داد که کمترین شاخص برداشت برنج در بیشترین غلظت علف‌کش سینوسولفورون (۲۰۰ گرم در هکتار) به‌دست آمد که دلیل آن اختلال در توزیع ماده خشک به دانه گزارش شد. بر اساس همین تحقیق بیشترین شاخص برداشت با مصرف کمترین غلظت علف‌کش اکسی‌فلورفن (۱۲/۳۵ گرم در هکتار) به‌دست آمد و دلیل آن توزیع بهتر ماده خشک و تجمع آن در دانه به‌خاطر عدم

Archive of SID

www.SID.ir

ایجاد اختلال فیزیولوژیکی عنوان شد. کاهش شاخص برداشت بیانگر اختلال در رشد زایشی گیاه زراعی است (١٤).



شکل ٨- روند تغییرات شاخص برداشت برنج در نتیجه کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش تیوبنکارب قبل از نشاکاری و قبل از غرقاب ●، قبل از نشاکاری و بعد از غرقاب ○، بعد از نشاکاری و قبل از غرقاب ▼، بعد از نشاکاری و بعد از غرقاب Δ).

Figure 8. Rice Harvest Index (HI) trend in response to TB rate applied at before transplanting before flooding●, before transplanting after flooding ○, after transplanting before flooding ▼ and after transplanting after flooding Δ.

نتیجه‌گیری کلی

در شرایط کم‌آبی و کاربرد علف‌کش تیوبنکارب قبل از نشاکاری، این علف‌کش دارای کارایی بهتری در کنترل علف‌های‌هرز بود، امّا عملکرد انتخابی آن برروی برنج کاهش یافت و گیاه‌سوزی و اختلالات فیزیولوژیک علف‌کش سبب کاهش عملکرد برنج شد. برنج رقم هاشمی حساس به دزهای بیشتر از میزان توصیه‌شده تیوبنکارب بود و افزایش دز علف‌کش سبب کاهش شدید عملکرد گردید که در شرایط غیرغرقاب حساسیت برنج به علف‌کش بیشتر بود. بطورکلی تیوبنکارب علف‌کش مناسبی برای کاربرد پس از نشاکاری و در شرایط غرقاب بوده و این علف‌کش برای کاربرد قبل از نشاکاری و یا کاربرد در شرایط کم‌آبی و خشکسالی به‌ویژه در خاک‌های باتلاقی مناسب نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات برنج کشور برای تأمین هزینه اجرای این تحقیق قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Akey, W.C., and Morrison, I.N. 1983. Effect of moisture stress on wild oat (*Avena fatua*) response to diclofop. Weed Sci. 31: 247-253.
2. Ampong, N., and De Detta, S. 1991. A Handbook for Weed Control in Rice. IRRI (International Rice Research Institute): 113p.
3. Baldwin, J.L., Coats E.G., Street J.E., and Verno Langston, B. 1996. Effect of growth stage and application site on tolerance of rice (*Oryza sativa*) to haloxyfop. Weed Technol. 10: 268-272.
4. Baughman, T.A., and Shaw, D.R. 1996. Effect of wetting/drying cycles on dissipation of bioavailable imazaquin. Weed Sci. 44: 380-382.
5. Bollich, P.K., Jordan, D.L., Walker, D.M., and Burns, A.B. 2000. Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulation of clomazone. Weed Technol. 14: 89-93.
6. Bouman, B.A.M., and Tuong, T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agri. Water Manag. 49: 11-30.
7. Boyd, N.S., and Brennan, E.B. 2006. Burning nettle, common purslane, and rye response to a clove oil herbicide. Weed Technol. 20: 646–650.
8. Brown R.F., and Mayer, D.G. 1988. Representing cumulative germination. The use of the Weibull function and other empirically derived curves. Annals of Botan. 61: 127–138.
9. Buhler, D.D., and Burnside, O.C. 1984. Herbicidal activity of fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, and sethoxydim in soil. Weed Sci. 32: 824-831.
10. Chandler, M. 2004. Rice growth and yield as influenced by regiment .Texas rice special section. Highlighting research in 2004. Agronomic Mana. 16p.
11. Chauhan, B., and Johnson, D. 2011. Growth response of direct-seeded rice to oxadiazon and bispyribac-sodium in aerobic and saturated soils. Weed Sci. 59: 119-122.
12. Chen, C. 2002. Delayed phytotoxicity syndrome in Louisiana rice caused by the use of thiobencarb herbicide. Ph.D. thesis. Louisiana University. 146P.
13. Dao, T.H., and Lavy, T.L. 1978. Atrazine adsorption on soil as influenced by temperature, moisture content and electrolyte concentration. Weed Sci. 26: 303-308.
14. De Datta. S.K. 1981. Principle and practice of rice production. IRRI. 640p.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Dimitriosa, N., Spyridond, K., and Costas, A. 1997. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in water-seeded rice (*Oryza sativa*) with cyhalofop-butyl. Weed Technol. 14: 2. 383-388.
16. Doran, G., Eberbach, P., and Helliwell, S. 2006. The sorption and degradation of the rice pesticides fipronil and thiobencarb on two Australian rice soils. Aus. J. Soil Res. 44: 599-610.
17. Flore, J.A., and Bukovac, M.J. 1976. Pesticide effects on the plant cuticle: II. EPTC effects on leaf cuticle morphology and composition in *Brassica oleracea* L. J. Am. Soc. Hort. Sci. 101: 586–590.
18. Gitsopoulos, T.K. and Williams, R.J.F. 2004. Effects of oxadiargyl on direct-seeded rice and *Echinochloa crus-galli* under aerobic and anaerobic conditions . Weed Res. 44: 329–334.
19. Green, R.E., and Obien, S.R. 1969. Herbicide equilibrium in soils in relation to soil water content. Weed Sci. 17: 514–519.
20. IRRI. 1987. Progress in Irrigated Rice Research in Proceedings of the Selected papers and abstracts from the International Rice Research Conference. Hangzhou, China.
21. Kent, R.J., and Johnson, D.E. 2001. Influence of flood depth and duration on growth of lowland rice weeds, Cote d'Ivoire. Crop Prot. 20: 691–694.
22. Kidder, D.W., and Behrens, R. 1988. Plant responses to haloxyfop as influenced by water stress. Weed Sci. 36: 305-311.
23. Koger, C.H., Walker T.W., and Krutz, L.J. 2006. Response of three rice (*Oryza sativa*) cultivars to pendimethalin application, planting depth, and rainfall. Crop Protec. 25: 684–689.
24. Matsunaka, S. 2001. Historical review of rice herbicides in Japan. Weed Biol. Manag. 1: 10–14.
25. Miyauchi, N., Kobayashi, K., and Usui, K. 2002. Differential safening activity of dymron and fenclorim on pretilachlor injury in rice seedlings in soil. Weed Biol. Manag. 2: 46-51.
26. Moyer, J.R. 1987. Effects of soil moisture on the efficacy and selectivity of soil-applied herbicides. Rev. Weed Sci. 3: 19–34.
27. Mudge, C.R. 2004. Rice (*Oryza sativa*) cultivar tolerance to clomazone in water-seeded. A thesis submitted to the graduate faculty of the Louisiana State University. 79P.
28. Naylor, R. 1996. Herbicides in Asian rice transitions in weed management. Stanford University. 270p.
29. Ntanos D.A., Koutroubas S.D., and Costas, M. 2000. Barnyardgrass *(Echinochloa crus-galli*) control in water-seeded rice (*oryza sativa*) with cyhalofop-butyl. Weed Technol. 14: 383–388.

Archive of SID

www.SID.ir

30. Ntanos, D., Eleftherohorinos, I., Giamoustaris, G., and Philippou, N. 1992. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in water-seeded rice (*Oryza sativa*) with pretilachlor, quinclorac and thiobencarb. Agric. Med. 122: 54-58.
31. Oosterhuis, D.M., Wullschleger, S.D., Hampton, R.E., and Ball, R.A. 1990. Physiological response of rice (*Oryza sativa*) to fenoxaprop. Weed Sci. 38: 459–462.
32. Pillmoor, J.B., and Caseley, J.C. 1987. The biochemical and physiological effects and mode of action of AC 222, 293 against *Alopecurus myosuroides* Huds. and *Avena fatua* L. Pestic. Biochem. Physiol. 27: 340.
33. Rao, A.N., Johnson, D.E, Sivaprasad, B., Ladha J.K., and Mortimer, A.M. 2007. Weed management in direct-seeded rice. Advances Agron. 93: 153–255.
34. Richard, E.P. Jr., and Street, J.E. 1984. Herbicide performance in rice (*Oryza sativa*) under three flooding conditions. Weed Sci. 32: 157–162.
35. Scasta, J.D., O'Barr, J.H., McCauley, G., Steele, N.G.L., and Chandler, J.M. 2004. Regiment effect on rice growth and yield. Proc. South Weed Sci. Soc. 57:74.
36. Singh, R.K., and Sing, R.P. 1990. Efficiency of herbicides under different water management practices in transplanted rice. Indian J. Weed Sci. 20: 3. 15-19.
37. Snipes, C.E., Street, J.E., and Boykin, D.L. 1987. Influence of flood interval and cultivar on rice (*Oryza sativa*) tolerance to fenoxaprop. Weed Sci. 35: 842–845.
38. Street, J.E., Teresiak, H., Boykin, D.L., and Allen, R.L. 1995. Interaction between timings and doses of quindorac in rice. Weed Res. 35(2): 75–79.

Archive of SID

www.SID.ir