Archive of SID

نشریه زراعت شماره ۱۰۹، زمستان ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی اثرات اختـــلاط در مخزن علف‌کش فورام ســـولفورون با نیکوسولفورون با افزودن سولفات آمونیوم در کنترل علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv) در ذرت(*Zea mays* L.)

- حمزه اسداللهی، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
- مهدی راستگو، دانشگاه فردوسی مشهد
- ابراهیم ایزدی دربندی، دانشگاه فردوسی مشهد
- علی قنبری، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۳

پست الکترونیک نویسنده مسئول: ha.assadollahi@gmail.com

چکیده

یکی از مهمترین راهبردهای کاهش مصرف علف‌کش‌ها، بهینه‌سازی مصرف آنهاست. یکی از راهکارهای اساسی در این زمینه، اختلاط علف‌کش‌ها می‌باشد. به منظور ارزیابی تاثیر علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون و اختلاط آنها با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و بدون آن برعلف هرز سوروف در ذرت، پژوهشی در قالب ۳ آزمایش جداگانه طی سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش اول جهت تعیین مقدارکاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در شرایط گلخانه انجام شد. آزمایش دوم به منظور ارزیابی اثر نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش (۷۵٪ فورام‌سولفورن + ۲۵٪ نیکوسولفورون، ۵۰٪ فورام‌سولفورون + ۵۰٪ نیکوسولفورون و ۲۵٪ فورام‌سولفورون + ۷۵٪ نیکوسولفورون) مبتنی بر دز توصیه شده بدست آمده از آزمایش اول انجام شد.آزمایش سوم شامل تیمارهای آزمایش دوم به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بود. نتایج نشان داد که هر دو علف‌کش بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم در مقادیر کاربرد بالا باعث کنترل سوروف شدند. در اختلاط دو علف‌کش باهم و بدون ماده افزودنی سولفات آمونیوم نسبت اختلاط ۷۵٪ فورام سولفورون + ۲۵٪ نیکوسولفورون بیشترین کاهش را در وزن خشک علف هرز سوروف در مقایسه با دیگر نسبت‌ها نشان داد و اثرات اختلاط این دو علف‌کش با هم روی علف هرز سوروف افزایشی بود. از طرفی اختلاط دو علف‌کش به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم دارای اثر هم‌افزا بر علف هرز سوروف بود. همچنین نتایج نشان داد که اختلاط این دو علف‌کش با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و بدون آن هیچ‌گونه تاثیر نامطلوبی بر روی ذرت ایجاد نکرد.

کلمات کلیدی: سوروف، ذرت، منحنی‌های دز-پاسخ، منحنی‌های هم‌اثر، علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره، مواد افزودنی.

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:108 pp: 85-92

Evaluation tank-mixing foramsulfuron with nicosulfuron by the addition of ammonium-sulfate to control of barnyard-grass (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv) in maize (*Zea mays* L.)

By:

- *H. Assadollahi, (Corresponding Author), Ferdowsi University of Mashhad*
- *M. Rastgoo, Ferdowsi University of Mashhad*
- *E. Izadi, Ferdowsi University of Mashhad*
- *A. Ghanbari, Ferdowsi University of Mashhad*

Received: October 2013 Accepted: November 2014

One of the most important strategies for reducing herbicides use is the optimizing application of them. Herbicides tank-mix is one of the basic strategies in this context. In order to evaluate the effect of foramsulfuron and nicosulfuron combination without and with ammonium sulfate as an adjuvant on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L) Beauv) control in maize, a study was conducted in three separate experiments, in Ferdowsi University of Mashhad during 2011-2012. The first experiment was conducted separately for each plant of barnyardgrass to determine optimum dose for foramsulfuron and nicosulfuron in greenhouse conditions, based on the dose-response experiments. The second experiment conducted to evaluate the effect of different mixture ratio of two herbicides (75% foramsulfuron+ 25% nicosulfuron, 50% foramsulfuron+ 50% nicosulfuron, 25% foramsulfuron+ 75% nicosulfuron) based on the results of the first experiment. The third experiment included the second experiment treatments plus ammonium sulfate as adjuvant. Results showed that both herbicides without ammonium sulfate and at high doses controlled barnyardgrass. Sulfonylurea herbicides mixture without ammonium sulfate by application of 75% foramsulfuron+25% nicosulfuron among others, had the most damage to the barnyardgrass and herbicides mixture effect was additive. Combination of sulfonylurea herbicides together by adding ammonium sulfate showed synergistic effects for controlling barnyardgrass, so that its dry matter reduced by application of lower doses of herbicides in comparison with herbicides applied alone. Also combination of these two herbicides alone and by addition of ammonium sulfate to them showed no undesirable effect on maize.

key Words: Adjuvants, ALS inhibitors, Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), Dose-response curves, Isoboles, Maize.

مقدمه

ذرت[1] گیاهی است یک‌ساله، از خانواده گندمیان که نسبت به سایر غلات از تنوع ژنتیکی بیشتری برخوردار است. دانه ذرت مستقیماً به مصرف تغذیه انسان و حیوانات می‌رسد. اهمیت ذرت هم به دلیل پرمحصول بودن و هم به دلیل قابل کشت بودن آن در محدوده وسیعی از شرایط محیطی است (Khavari-khorasani,2008). سهم عمده و نقش روز افزون ذرت در تأمین مواد غذایی مورد نیاز انسان، دام، طیور و مصارف صنعتی عامل مهم دیگری در توسعه کشت این محصول بوده است (Khavari-khorasani,2008). بیشترین مشکل علف‌های هرز در ذرت، علف‌هرز یک‌ساله تابستانه هستند، چراکه چرخه زندگی آن‌ها مطابق با چرخه زندگی گیاه زراعی است (Smith et al.,2004). سوروف[2] علف هرز یکساله تابستانه از خانواده گندمیان است و به عنوان مهم‌ترین علف هرز مزارع برنج کشور محسوب می‌شود و در بسیاری از محصولات بهاره نظیر ذرت، سیب‌زمینی، توتون، پنبه، پیاز، یونجه، گوجه فرنگی، دیگر محصولات جالیزی، سبزی و صیفی و باغات میوه خسارت ایجاد می‌کند (نجفی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابر گزارش‌های رسیده، سوروف به عنوان علف هرز در ۶۱ کشور جهان و در ۳۴ گیاه زراعی شناخته شده است (Chin et al., 2001). متوسط کاهش عملکرد ناشی از حضور علف هرز سوروف در محصولات زراعی بسته به نوع محصول، شرایط محیطی و کارایی روش‌های کنترل بین ۱۹ تا ۷۹ درصد برآورد شده است (Rashed-Mohasel et al., 2001). مدیریت علف‌های هرز موضوعی کلیدی در بسیاری از نظام‌های کشاورزی است. کاربرد علف‌کش‌ها از جمله عوامل مهم تاثیرگذار بر توسعه کشاورزی فشرده طی دهه‌های گذشته محسوب می‌شود. هرچند افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، لزوم کاهش هزینه نهاده‌ها و نگرانی عمومی راجع به اثرات جانبی کاربرد علف‌کش‌ها منجر به افزایش فشار بر کشاورزان برای کاهش اتکا به علف‌کش‌ها شده است، ولی باز هم علف‌کش‌ها نقشی کلیدی در دستیابی به کشاورزی پایدار یا به عبارتی حداکثر پایداری تولید مواد غذایی با کیفیت بالا دارند (Mosavi et al. 2004). برای مدت زمان طولانی است که دانشمندان به طور فعال به دنبال بهتر کردن نمود علف‌کش‌ها از طریق رهیافت اختلاط علف‌کش‌ها می‌باشند. دلایل اولیه اینکه علف‌کش‌ها مخلوط می‌شوند، بهبود نمود زیستی و کاهش هزینه‌هاست. همچنین کاربرد اختلاط موجب کاهش هزینه‌های کارگری و کاهش در تعداد عبور از عرض مزرعه، کاهش استهلاک تجهیزات، خسارت مکانیکی به محصول و خاک می‌شود (Green and Baily, 2001). هزینه بالای تولید علف‌کش‌های جدید، ممنوعیت مصرف تعداد زیادی از ترکیبات

www.SID.ir

Archive of SID

قدیمی و ناتوانی علف‌کش‌های موجود در کنترل تمامی گونه‌های علف هرز موجب ترغیب تولیدکنندگان به اختلاط علف‌کش‌های با طیف کنترلی متفاوت شده است (Rashed-Mohasel et al., 2006). فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون جزء علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره هستند که برای کنترل پس رویشی باریک برگ‌ها و برخی پهن برگ‌ها در مزارع ذرت استفاده می‌شوند (Prostko et al., 2006 ؛ Nurse et al., 2007). این علف‌کش‌ها از طریق بازدارندگی آنزیم استولاکتات سینتاز و همچنین استو هیدروکسی اسید سینتاز[۳] عمل می‌کنندکه عامل کلیدی واکنش‌های ساخت در بیوسنتز اسیدهای آمینه زنجیری شاخه‌دار مانند والین، لوسین و ایزولوسین می‌باشند (Zhou et al., 2007). ماده افزودنی، ماده‌ای است که به منظور کمک یا بهبود عمل ماده شیمیایی کشاورزی یا خواص فیزیکی آن به مخزن سمپاش افزوده می‌شود. این مواد ممکن است همراه علف‌کش فرموله یا بسته بندی شوند یا به هنگام سمپاشی به مخزن سمپاش افزوده شوند (Hazen, 2000). کودهای آمونیومی نظیر سولفات‌آمونیوم، نیترات‌آمونیوم و پلی فسفات‌آمونیوم به صورت مواد افزودنی فعال کننده و تعدیل کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. تاثیر زیستی کودهای آمونیومی ممکن است خیلی زیاد باشد (زند و همکاران،۱۳۸۷). Fielding and Stoller (1990) گزارش کردند که استفاده از این مواد افزودنی سبب افزایش جذب بیش از ۱۰ برابری علف‌کش تیفن سولفورون (از ۴ به ۴۵ درصد) روی علف هرز گاوپنبه می‌شود. بنابر این گزارشات، هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه اثرات اختلاط در مخزن دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با هم و به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم در کنترل علف هرز سوروف در ذرت به منظور کاهش میزان مصرف و همچنین کارایی بیشتر علف‌کش‌ها بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با هم و با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم در کنترل علف هرز سوروف، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۹۱-۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. بذور علف هرز سوروف در بهار سال ۱۳۹۰ از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری شدند و در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز تا زمان استفاده در شرایط مطلوب نگهداری شدند. به منظور شکستن خواب، یکنواختی و سهولت در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌های سوروف، بذور این علف هرز در محلول اسید سولفوریک ٪۹۸-۹۵ به مدت ۱۲ دقیقه قرار گرفته، سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. پس از تیمار اسید، بذور در سینی‌های کشت حاوی پیت ماس کاشته شدند. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، در مرحله ظهور برگ‌های حقیقی تعداد ۶ بوته سوروف به هر گلدان ۱ لیتری حاوی خاک، خاکبرگ و ماسه با نسبت حجمی مساوی انتقال داده شدند. دمای گلخانه در مدت رشد، بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۶ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد در شب متغیر بود. با این روش در زمان اعمال تیمارها واحدهای آزمایشی دارای گیاهان با اندازه مشابه بودند. علف‌های هرز در مرحله چهار برگی حقیقی با استفاده از سمپاش متحرک ریلی مجهز به نازل بادبزنی معمولی با خروجی ۲۳۵ لیتر در هکتار با فشار پاشش ۲۴۰ کیلو پاسکال تحت تیمار قرار گرفتند. شرایط محیطی در هنگام پاشش علف‌کش‌ها یکنواخت بود، بطوریکه دما در حین سمپاشی۳±۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷±۴۵ درصد بود.

آزمایش اول با هدف تعیین دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون روی علف هرز سوروف در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از:

علف‌کش فورام‌سولفورون در مقادیر ۰، ۲/۸۱ ، ۵/۶۲ ، ۱۱/۲۵ ، ۲۲/۵ ، ۴۵ و ۹۰ گرم ماده موثره در هکتار. علف‌کش نیکوسولفورون در مقادیر ۰ ، ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ ، ۴۰ ، ۸۰ و ۱۶۰ گرم ماده موثره در هکتار.

آزمایش دوم با هدف تعیین علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در گیاه ذرت و علف هرز سوروف در نسبت‌های مختلف اختلاط انجام شد. مقادیر کاربرد مورد استفاده و نسبت‌های مورد استفاده که براساس دز بهینه بدست آمده از آزمایش اول بدست آمد به شرح زیر بودند:

تیمار خالص علف‌کش فورام‌سولفورون در مقادیر ۰ ، ۱/۱۴ ، ۲/۲۸ ، ۴/۵۷ ، ۹/۱۹ ، ۱۸/۲۷ و۳۶/۵۵ گرم ماده موثره در هکتار، تیمار خالص علف‌کش نیکوسولفورون در مقادیر ۰ ، ۲/۰۶ ، ۴/۱۲ ، ۸/۲۵ ، ۱۶/۵ ، ۳۳ و ۶۶ گرم ماده موثره در هکتار، نسبت اختلاط ٪۷۵ علف‌کش فورام‌سولفورون(به ترتیب در مقادیر ۰ ، ۰/۸۶ ، ۱/۷۱ ، ۳/۴۳ ، ۶/۸۵ ، ۱۳/۷۱ و۲۷/۴۱ گرم ماده موثره در هکتار) + ٪۲۵ علف‌کش نیکوسولفورون (به ترتیب در مقادیر ۰ ، ۰/۵۱ ، ۱/۰۳ ، ۲/۰۶ ، ۴/۱۳ ، ۸/۲۵ و ۱۶/۵ گرم ماده موثره در هکتار)، نسبت اختلاط ٪۵۰ علف‌کش فورام‌سولفورون (به ترتیب در مقادیر ۰، ۰/۵۷ ، ۱/۱۴ ، ۲/۲۸ ، ۴/۵۷ ، ۹/۱۴ و ۱۸/۲۸ گرم ماده موثره در هکتار) + ٪۵۰ علف‌کش نیکوسولفورون (به ترتیب در مقادیر ۰ ، ۱/۰۳ ، ۲/۰۶ ، ۴/۱۲ ، ۸/۲۵ ، ۱۶/۵ و ۳۳ گرم ماده موثره در هکتار)، نسبت اختلاط ٪۲۵ علف‌کش فورام‌سولفورون (به ترتیب در مقادیر ۰، ۰/۲۸ ، ۰/۵۷ ، ۱/۱۴ ، ۲/۲۸ ، ۴/۵۷ و ۹/۱۹ گرم ماده موثره در هکتار) + ٪۷۵ علف‌کش نیکوسولفورون (به ترتیب در مقادیر ۰ ، ۱/۵۵ ، ۳/۰۹ ، ۶/۱۹ ، ۱۲/۳۷ ، ۲۴/۷۵ و ۴۹/۵ گرم ماده موثره در هکتار). تیمارهای آزمایش سوم مشابه آزمایش دوم بودند با این تفاوت که در آن از ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم به نسبت دو درصد حجمی (wt/v 2%) استفاده شد. کلیه تیمارهای فوق بصورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار اجرا شدند. اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از اعمال تیمارها از روی سطح گلدان‌ها برداشت شدند. نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و سپس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. از وزن خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های هم‌اثر استفاده شد.

پاسخ وزن خشک علف هرز سوروف به اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و در حضور غلظت ثابت ماده افزودنی با کمک رگرسیون غیر خطی و با استفاده از نرم افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله۱) برازش داده شدند (Ca-banne, F.et al 1999، و Cabanne, F. 2000).

معادله(۱)

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+\exp\left[b_i\left(\log(z_{ij})-\log\left(ED_{50_{(j)}}\right)\right)\right]} + C1$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن بیانگر وزن خشک j ام که موجب پاسخ در مقدار کاربرد i ام فرمولاسیون () می‌شود.D و C حد بالا و پائین وزن خشک در مقادیر صفر و بی نهایت فرمولاسیون، مقدار فرمولاسیون ،i، لازم برای ۵۰ درصد کاهش در وزن خشک علف هرز بین حدود بالا و پائینD و C، متناسب با شیب منحنی در محدوده می باشد (Cabanne, F.et al 1999، Cabanne, F. 2000 و).

در منحنی‌های هم‌اثر و اختلاط علف‌کش‌ها، در صورت معنی‌دار شدن آزمون عدم برازش بر مدل لگاریتمی ۴ پارامتره (یعنی حد پایین برابر صفر است و فرض صفر بودن حد پائین رد نمی‌شود)، این مدل بصورت مدل لگاریتمی ۳ پارامتره (که در آن پارامترC، حد پائین منحنی، صفر در نظر گرفته شده است) تعریف می‌شود (معادله۲):

$$U_{ij} = \frac{D}{1+\exp\left[b_i\left(\log(z_{ij}) - \log\left(ED_{50_{(i)}}\right)\right)\right]}$$

برای رسم نمودار و منحنی‌های هم‌اثر از چندین مدل استفاده می‌شود. مدل افزایش غلظت[۴] که مدلی است خطی ، ۵ پارامتره که بصورت زیر بیان می‌شود (Sorensen et al., 2007): معادله(۳)

$$\frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} = 1$$

که در آن و نسبت‌های مختلف مقادیر اختلاط علف‌کش، و مقدار مورد نیاز از علف‌کش در حالت کاربرد خالص است. مدل هولت[۵] یک مدل غیر خطی است که دارای یک انحنا[۶] (تحدب یا تقعر) است و دارای یک پارامتر بیشتر نسبت به مدل افزایش غلظت است و بصورت زیر بیان می‌شود (Sorensen et al., 2010):معادله(۴)

$$\left(\frac{d_1}{\delta_1}\right)^{1/\lambda} + \left(\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1/\lambda} = 1$$

که در آن : پارامتر مربوط به اثر متقابل است و سایر پارامترها مشابه مدل افزایش غلظت است. اگر باشد، حالت افزایش غلظت (افزایشی)، اگر باشد، حالت تشدیدکنندگی (هم‌افزایی) و اگر باشد، حالت بازدارندگی (هم‌کاهی) را نشان می دهد. مدل وولوند[۷] نیز یک مدل غیر خطی است که دارای دو انحنا (تحدب یا تقعر) است و دارای دو پارامتر بیشتر نسبت به مدل افزایش غلظت می باشد و بصورت زیر بیان می‌شود:معادله (۵)

$$\left(\frac{d_1}{\delta_1}\right)^{\eta_1}\left(\frac{d_1}{\delta_1}+\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1-\eta_1} + \left(\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{\eta_2}\left(\frac{d_1}{\delta_1}+\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1-\eta_2} = 1$$

که در آن و پارامترهای تعیین کننده شکل آیزوبول (تحدب منحنی هم‌اثر) هستند و تعریف سایر پارامترها مشابه مدل‌های قبلی می‌باشد (Sorensen et al., 2010).

نتایج و بحث

از علایم ظاهری علف هرز سوروف که تحت تاثیر علف‌کش فورام‌سولفورون قرار گرفته بودند، می‌توان به کوتولگی بوته، زردی برگ‌ها، پیچیدگی غلاف برگ از قاعده و بافت مردگی و کلروز و نکروز برگ‌ها اشاره کرد. آزمون عدم برازش بر داده‌های حاصل از مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره معنی‌دار نشد (p=۰/۶۷)، بنابراین داده‌ها با این مدل برازش داده شدند (شکل۱- الف). علایم ظاهری خسارت علف‌کش نیکوسولفورون بر علف هرز سوروف همچون علایم علف‌کش فورام‌سولفورون بود که شامل کاهش رشد گیاه، زردی و خشکیدگی برگ‌ها می‌شد. آزمون عدم برازش برای داده‌های حاصل از مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره معنی‌دار نشد (p=۰/۵۷)، بنابراین این مدل برازش خوبی به داده‌ها نشان داد (شکل۱- ب). جدول ۱ پارامترهای مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره شامل میانگین و خطای استاندارد و سطح احتمال معنی‌داری را نشان می‌دهند.

براساس نتایج آزمایش اول، وزن خشک اندام‌های هوایی علف هرز سوروف تحت تاثیر مقدار کاربرد علف‌کش‌ها قرار گرفت و با افزایش مقدارکاربرد آنها وزن خشک علف هرز سوروف در گلدان کاهش یافت. مقادیر و برای هر دو علف‌کش در جدول ۱ آمده است. در آزمایش دوم برای اختلاط دو علف‌کش با هم بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم آزمون عدم برازش در سطح ۵٪ برای مدل لگاریتم لجستیک با چهار پارامتر در این آزمایش معنی‌دار نبود (P=۰/۸۵)، که این بدین معنی بود که مدل لجستیک چهار پارامتره برازش خوبی به داده‌ها داشته است (شکل۲- الف).

جدول ۲ پارامترهای مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره شامل میانگین و خطای استاندارد را نشان می‌دهد. در این جدول کمترین مربوط به مقدار کاربرد ۷۵٪ اختلاط (۷۵٪ فورام‌سولفورون + ۲۵٪ نیکوسولفورون، بیشترین شدت اثر) و بیشترین مربوط به مقدار کاربرد ۱۰۰٪ کاربرد فورام‌سولفورون، کمترین شدت اثر) می‌باشد.

آزمون عدم برازش، برای مدل آیزوبول با حد بالا و پائین یکسان معنی‌دار نشد (p=۰/۷۲). همچنین آزمون بین مدل اول (لگاریتم لجستیک با حد بالا و حد پائین مستقل) و مدل دوم (لگاریتم لجستیک با حد بالا و حد پائین یکسان) معنی‌دار نشد(p=۰/۶۷)، و این بدین معنی است که بین مدل دوم و مدل اول از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و لذا می‌توان از مدل دوم استفاده کرد و امکان رسم منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) وجود داشت. آزمون Fبین مدل برازش آزادانه در حالتی که حد بالا و پائین یکسان است و مدل برازش افزایش غلظت در سطح ۵٪ معنی‌دار نشد (P=۰/۹۱)، یعنی بین این دو مدل از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و لذا می‌توان از مدل افزایش غلظت استفاده کرد و نتیجه گرفت که اثر اختلاط این دو علف‌کش از مدل اثر افزایش غلظت تبعیت می‌کند. آزمون F بین مدل افزایش غلظت و مدل هولت معنی دار نبود (p=۰/۵۴)، یعنی می توان از مدل هولت نیز استفاده کرد. ضمن آنکه آزمون F بین مدل برازش آزادانه در حالتی که حد بالا و پائین یکسان است و مدل برازش هولت در سطح ۵٪ نیز معنی دار نبود (p=۰/۴۲). با این وجود، بنا بر برازش نامناسب مدل هولت و نیز تعداد پارامترهای کمتر مدل افزایش غلظت می توان نتیجه گرفت که اثر اختلاط این دو علفکش از مدل افزایش غلظت تبعیت کرده است.

شکل۳-الف، منحنی‌های هم‌اثر را برای نسبت‌های مختلف اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم با برازش مدل افزایش غلظت نشان می‌دهد. خط مستقیمی که تمام منحنی‌ها را قطع می‌کند خط اثر افزایش غلظت (هم‌اثر) است، نقاطی که به صورت معنی‌داری پائین‌تر از این خط قرار می‌گیرند، اثرات تشدیدکنندگی (هم‌افزا) و نقاطی که به طور

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری بالاتر از این خط قرار گیرند نشان دهنده اثرات بازدارنده (هم‌کاهی) در اختلاط دو علف‌کش می‌باشند. البته درصد نسبی اثرات تشدیدکنندگی و بازدارندگی بر اساس دوری و نزدیکی این خطوط و یا منحنی‌های حاصل، از خط افزایشی وسط متفاوت بوده و تعیین کننده نوع اثر و نحوه عمل دو علف‌کش مورد آزمایش است.

(Ghasam et al.2011) گزارش دادند که تاثیر ترکیب علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون در کاهش وزن خشک علف‌های هرز ۳۰ روز پس از کاربرد به علت خصوصیت ذاتی این دو علف‌کش در کنترل طیف بیشتری از علف‌های هرز بیشتر از دیگر ترکیبات علف‌کشی خانواده سولفونیل‌اوره بوده است. (Green and Baily, 2001) بیان داشتند که حتی اگر عمل متقابل علف‌کش‌ها افزایشی باشد، هنوز می‌تواند دلیل منطقی برای کاربرد مواد شیمیایی با همدیگر وجود داشته است، بطوریکه عمل افزایشی بدون افزایش کارایی، امکان کاربرد همزمان را فراهم می‌سازد و موجب کاهش هزینه‌ها، استهلاک تجهیزات، فشردگی خاک و صرفه جویی در زمان کاربرد می‌شود. Sikkema et al (2007) گزارش کردند که علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون باعث کنترل بیش از ۴۳ درصدی علف هرز قیاق و نیز افزایش عملکرد ۱۶ درصدی ذرت گردید. همچنین نتایج آنها نشان داد که علف‌کش فورام‌سولفورون تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به ترتیب ۷۶ و ۹۴ درصد کاهش و عملکرد ذرت را ۱۷ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین نتایج این آزمایش نشان داد که اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون اثر افزایشی در کنترل علف هرز سوروف داشته است، بطوریکه در بین نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش، نسبت اختلاط ۷۵٪ فورام‌سولفورون + ۲۵٪ نیکوسولفورون میزان کاهش بیشتری در وزن خشک سوروف مشاهده شد (جدول ۲).

در آزمایش سوم که اختلاط دو علف‌کش با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بود آزمون عدم برازش در سطح ۵٪ برای مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره در این آزمایش معنی‌دار نشد (p=۰/۹۸)، که این بدین معنی است که این مدل برازش خوبی به داده‌ها داشته است(شکل۲-ب).

جدول۳، نشان دهنده خلاصه نتایج آنالیز رگرسیون غیرخطی اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه سولفات‌آمونیوم را با مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره نشان می‌دهد. در این جدول کمترین مربوط به نسبت ۵۰٪ فورام‌سولفورون +۵۰٪ نیکوسولفورون اختلاط (بیشترین شدت اثر) و بیشترین مربوط به تیمار کاربرد خالص و ۱۰۰٪ نیکوسولفورون (کمترین شدت اثر) می‌باشد. نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد که در حضور سولفات‌آمونیوم شیب مقادیر کاربرد مورد اختلاط و مقادیر مربوط به هر یک از آنها به ترتیب بیشتر و کمتر از شیب و مقادیر کاربرد حاصل از کاربرد خالص بوده است که نشان دهنده افزایش کارایی اختلاط این دو علف‌کش در حضور سولفات‌آمونیوم در کنترل سوروف می‌باشد.

آزمون Fنیز بین مدل دوم (مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره با حد بالا و حد پائین یکسان) و مدل اول (مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره با حد بالا و حد پائین مستقل) معنی‌دار نشد (p=۰/۸۹)، بنابراین امکان رسم منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) وجود داشت. در این آزمایش، آزمون F بین مدل برازش آزادانه و مدل اثر افزایش غلظت معنی‌دار بود (p=۰/۰۰۸)، ولی این آزمون بین مدل برازش آزادانه با مدل غیر خطی هولت معنی‌دار نبود (p=۰/۷۳) یعنی مدل غیر خطی هولت اثر اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه سولفات‌آمونیوم را بهتر بیان می‌کند و اثر اختلاط این دو علف‌کش با سولفات‌آمونیوم از مدل هولت تبعیت می‌کند (شکل۳- ب).

بنابراین نتایج این آزمایش نشان داد که اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه سولفات‌آمونیوم اثر هم افزایی داشته است و در بین نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش، نسبت اختلاط ۵۰٪ فورام‌سولفورون + ۵۰٪ نیکوسولفورون میزان کاهش وزن خشک بیشتری در علف هرز سوروف را نشان داد (جدول۳).

Ramsdale and Messersmith (2001) بیان داشتند که اضافه کردن مویان غیر یونی به روغن بذری متیله شده و نیترات‌آمونیوم موجب افزایش کارآیی کارفن ترازون[۸] و ایمازامکس[۹] در کنترل کتان[۱۰] شد. همچنین اختلاط سولفات‌آمونیوم با مویان‌های غیر یونی و روغن بذری متیله شده نسبت به کاربرد جداگانه آنها موجب افزایش بیشتر کارایی علف‌کش بیس پریباک سدیم[۱۱] در کنترل چمن یکساله[۲۱] شد (McCullough and Hart, 2008). در تحقیقات Rao et al (1997) افزودن اوره یا سولفات‌آمونیوم به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار به محلول گلایفوسیت، موجب افزایش کارایی این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز چندساله شد. همچنین در بررسی‌های Mir-ghasemi et al. (2008) علف‌کش گلایفوسیت با نسبت‌های ۱/۶۴ و ۲/۴۶ گرم معادل اسید در هکتار آمیخته با سولفات‌آمونیوم به مقدار ۶ کیلوگرم در هکتار، در کاهش ماده خشک و تراکم علف‌های هرز برتری معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد این ماده افزودنی شد. افزودن سولفات‌آمونیوم به نسبت ۲ درصد به محلول علف‌کش ایمازامتابنز، اثرات گیاه‌سوزی آن روی یولاف وحشی را افزایش داد (Hasio et al., 2004).

به منظور اطمینان از عدم تاثیر نامطلوب اختلاط دو علف کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و بدون آن بر روی ذرت، آزمایش‌های اختلاط با ماده افزودنی و بدون آن، عینا برای ذرت نیز انجام شد که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ۴ آمده است.

همانگونه که جدول ۴ نشان می‌دهد بجز اثر متقابل مقدار کاربرد و نسبت اختلاط علف‌کش‌ها، هیچکدام از تیمارهای آزمایش اثر معنی‌داری بر وزن خشک ذرت ایجاد نکرد. البته از آنجایی که دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون از جمله علف‌کش‌های اختصاصی مزارع ذرت می‌باشند، این نتایج تا حدودی قابل پیش بینی بود، هرچند در حضور ماده افزودنی و یا برهمکنش این دو علف‌کش می‌توانست درجه انتخابی اختلاط‌های مختلف، تحت تاثیر قرار گیرد. معنی‌داری اثر متقابل مقدار کاربرد و نسبت اختلاط را نیز احتمالا می‌توان به تعداد سطوح زیاد این دو عامل نسبت داد.

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج این تحقیق، کاربرد دو علف‌کش در حالت اختلاط و بدون کاربرد ماده افزودنی باعث بهبود کارایی آنها در کنترل علف هرز سوروف شد، بطوریکه در بین نسبت‌های مختلف اختلاط این میزان کاهش متفاوت بود، بطوری‌که نسبت ۷۵ درصد (۷۵٪ فورام سولفورون + ۲۵٪ نیکوسولفورون) بیشتر از سایر نسبت‌ها باعث کاهش وزن خشک علف هرز سوروف شد. به عبارت دیگر، با کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار کمتری از مخلوط دو علف‌کش کنترل بهتری صورت گرفت. از طرفی دیگر، زمانیکه از سولفات‌آمونیوم به عنوان ماده افزودنی در مخلوط دو علف کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون استفاده شد، نه تنها اثر هم کاهی در مخلوط مشاهده نشد، بلکه اثر هم افزایی در مخلوط دو علف‌کش نیز مشاهده شد و باعث کارایی بهتر اختلاط دو علف‌کش با ماده افزودنی مربوطه شد به طور مثال با افزوده شدن سولفات‌آمونیوم به مخلوط دو علف‌کش در نسبت اختلاط ۵۰ درصد فورام‌سولفورون + ۵۰ درصد نیکوسولفورون مقدار کاهش داشت به گونه‌ای که از مقدار ۲۶/۲۷ گرم ماده موثره در هکتار در زمانی که از سولفات‌آمونیوم استفاده نشد به مقدار ۱۴/۴۸ گرم ماده موثره در هکتار در زمانی که از سولفات‌آمونیوم در این نسبت اختلاط استفاده شد رسید که این خود بیانگر تاثیر چشمگیر این اختلاط با سولفات‌آمونیوم در کنترل این علف‌هرز بود،که از نتایج مهم آن می‌توان به کاهش دز مصرفی علف‌کش‌ها اشاره کرد که هم از لحاظ اقتصادی و هم از نظر مسائل زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است.

پاورقی ها

1. *Zea mays* L
2. *Echinochloa crus-galli* (L) Beauv
3. ALS(AHAS)
4. Concentration Addition
5. Hewlett
6. Curvature
7. Voelund
8. Carfentrazone -
9. Imazamox -
10. *Linum usitatissimum* L.
11. Bispyribac-sodium
12. Poa annu

جدول۱. پارامترهای حاصل از برازش مدل لجستیک چهار پارامتره(معادله۱) به داده‌های وزن خشک علف هرز سوروف تحت تاثیر مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون(گرم ماده موثره در هکتار).

علف‌کش	شیب (b)	حد پایین (c)	حد بالا (d)	ED_{50}	ED_{90}
فورام‌سولفورون	۱/۸۸(۰/۱۲) *	۰/۵۲(۰/۶۱) *	۷/۷۲(۰/۱۹) *	۵/۶۸(۰/۲۶) *	۱۸/۲۷(۱/۳۶) *
نیکوسولفورون	۲/۵۸(۰/۱۶) *	۰/۴۹(۰/۰۴) *	۷/۳۷(۰/۱۵) *	۱۴/۰۸(۰/۴۹) *	۳۳/۰۱(۱/۵۱) *

*اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

** * معنی‌داری در سطح ۵ درصد.

جدول ۲. پارامترهای حاصل از برازش تابع لگاریتم لجستیک چهار پارامتره(معادله۱) به داده‌های وزن خشک علف هرز سوروف در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون(گرم ماده موثره در هکتار).

فورام‌سولفورون	نیکوسولفورون	شیب خط (b)	حدپایین (c)	حدبالا (d)	ED_{50}
۱۰۰	۰	۱/۵۳(۰/۱۱)*	۰/۱۶(۰/۲۶)*	۷/۶۳(۰/۰۸)*	۲۶/۴۰(۱/۳۴)*
۷۵	۲۵	۱/۶۱(۰/۱۲)*	۰/۴۷(۰/۲۱)**	۷/۶۲(۰/۵۸)*	۲۱/۶۸(۱/۰۷)*
۵۰	۵۰	۲/۳۶(۰/۱۹)*	۰/۴۹(۰/۱۵)**	۷/۲۵(۰/۲۸)*	۲۶/۲۷(۱/۰۳)*
۲۵	۷۵	۲/۳۷(۰/۱۹)*	۰/۴۸(۰/۱۷)**	۸/۲۳(۰/۴۸)*	۲۵/۴۵(۱/۰۰)*
۰	۱۰۰	۲/۰۵(۰/۱۶)*	۰/۵۹(۰/۱۶)**	۷/۰۸(۰/۲۹)*	۲۶/۱۴(۱/۱۱)*

*اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

** * و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول۳. پارامترهای حاصل از برازش تابع لگاریتم لجستیک چهار پارامتره (معادله ۱) به داده‌های وزن خشک علف هرز سوروف در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم (گرم ماده موثره در هکتار).

فورام‌سولفورون	نیکوسولفورون	شیب خط (b)	حدپایین (c)	حدبالا (d)	ED_{50}
۱۰۰	۰	۳/۳۲(۰/۱۶)*	۰/۵۴(۰/۱۰)*	۷/۰۵(۰/۰۶)*	۱۸/۸۹(۰/۶۱)*
۷۵	۲۵	۲/۱۹(۰/۳۸)*	۰/۵۵(۰/۱۰)*	۸/۱۶(۱/۰۶)*	۱۴/۷۷(۰/۴۴)*
۵۰	۵۰	۲/۰۶(۰/۳۵)*	۰/۵۴(۰/۱۳)**	۱۲/۰۴(۴/۷۸)**	۱۴/۴۸(۰/۴۴)*
۲۵	۷۵	۳/۶۲(۰/۵۳)*	۰/۷۶(۰/۰۸)*	۶/۶۸(۰/۲۵)*	۱۶/۲۱(۰/۴۵)*
۰	۱۰۰	۲/۳۹(۰/۳۰)*	۰/۵۸(۰/۱۱)*	۶/۷۷(۰/۳۲)*	۱۹/۳۶(۰/۶۴)*

*اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

** * و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس داده‌های وزن خشک ذرت تحت تاثیر مقدار کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون، نسبت اختلاط آنها و کاربرد ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم.

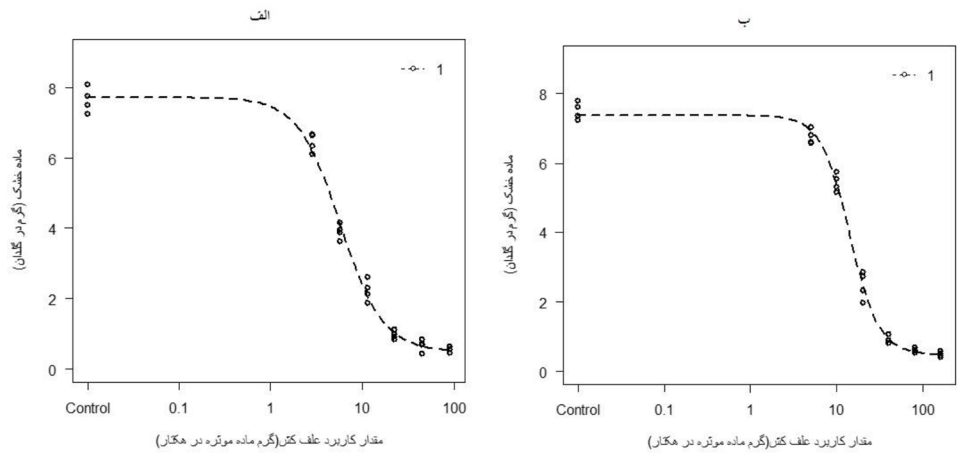
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
نسبت اختلاط (P)	۴	۲/۰۶	۰/۵۲	۱/۹۴^{ns}	۰/۱۰
مقدار کاربرد علف کش (D)	۶	۱/۴۷	۰/۲۴	۰/۹۲^{ns}	۰/۴۸
سولفات‌آمونیوم (AMS)	۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۸^{ns}	۰/۷۷
P×D	۲۴	۱۱/۴۲	۰/۴۷	۱/۷۸*	۰/۰۱
P×AMS	۴	۱/۹۰	۰/۴۸	۱/۷۹^{ns}	۰/۱۳
D×AMS	۶	۱/۷۱	۰/۲۸	۱/۰۷^{ns}	۰/۳۸
P×D×AMS	۲۴	۵/۲۶	۰/۲۲	۰/۸۲^{ns}	۰/۷۰
خطا	۲۱۰	۵۵/۹۹	۰/۲۷		
کل	۲۷۹	۷۹/۸۵			

ns و *به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

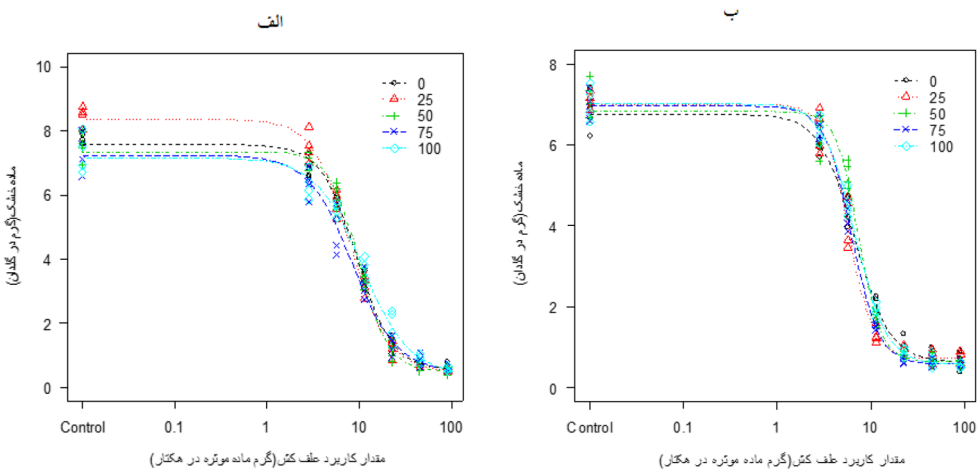
نسبت اختلاط(P): نسبت های مختلف اختلاط دو علف کش یعنی (۱۰۰-۰ ، ۷۵-۲۵ ، ۵۰- ۵۰ ، ۲۵-۷۵ ، و ۱۰۰- ۰)

مقدار کاربرد علف کش(D): دزهای مختلف دو علف کش

سولفات آمونیوم(AMS) کاربرد و عدم کاربرد سولفات آمونیوم



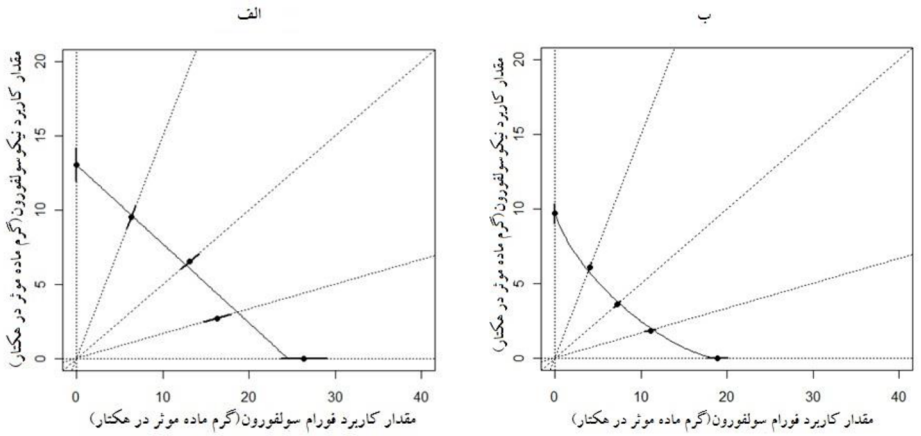
شکل۱. پاسخ وزن خشک علف هرز سوروف به مقادیر کاربرد علف‌کش فورام‌سولفورون (الف) و نیکوسولفورون(ب)، بر اساس تابع لگاریتم چهار پارامتره (معادله ۱). نقاط، داده‌های مشاهده شده و خط، حاصل از برازش تابع می‌باشد.



شکل ۲. پاسخ وزن خشک علف هرز سوروف به مقادیر کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم (الف) و به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم (ب) در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش ۰ (٪۰ فورام‌سولفورون)، ۲۵ (٪۲۵ فورام‌سولفورون + ۷۵٪ نیکوسولفورون)،۵۰ (٪۵۰ فورام‌سولفورون + ۵۰٪ نیکوسولفورون)، ۷۵ (٪۷۵ فورام‌سولفورون + ۲۵٪ نیکوسولفورون)، ۱۰۰ (٪۱۰۰ فورام‌سولفورون)، نقاط، داده‌های مشاهده شده و خطوط، حاصل از برازش آزادانه تابع لگاریتم لجستیک چهار پارامتره (معادله ۱) می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) اثر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بدون ماده افزودنی سولفات آمونیوم بر اساس مدل افزایش غلظت (الف) و به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بر اساس مدل هولت (ب) بر وزن خشک علف هرز سوروف. نقاط مقادیر ED_{50} و میله‌های روی نقاط بیانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشند.

منابع مورد استفاده

۱. نجفی،ح.، باغستانی، م،ع .، زند،ا.۱۳۸۸. بیولوژی و مدیریت علف‌های هرز ایران. انتشارات موسسه گیاه‌پزشکی کشور.

۲. زند، ا.، موسوی، س، ک.، حیدری، ا. ۱۳۸۷. علف‌کش‌ها و روش‌های کاربرد آن‌ها(با رویکرد بهینه‌سازی و کاهش مصرف). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

3. Cabanne, F. 2000. Increased efficacy of clodinafop-propagl by terpinols and synergitic action with estrified fatty acids. *Weed Research*, 40:181-189.

4. Cabanne, F., J. Gaudry, and J. C. Streibig. 1999. Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone: water solution on *Galium aparine*. *Weed Research*, 39:57-67.

5. Chin, D. V. 2001.Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice.Weed biology and management. VolII: 37-41.

6. Fielding, R.J., E.W. Stoller.1990. Effects of additives on the efficacy, uptake and translocation of the methyl ester of thifensulfuron. *Weed Science*.8:172-178.

7. Ghasam, a. Alizadeh, h. Bihamta, m, r. 2011. The Effect of Herbicides and Planting Pattern on Weeds of Maize (Zea mays L.). Iranian journal of field crop science. vol.42, Number3, autumn 2011, Page 431-647.

8. Green, J. M., and S. P. Baily.2001. Herbicide Interactions with Herbicides and other agricultural chemicals. In: *Weed Science* Handbook.Pp: 37-60.

9. Hasio, A. I. Liu, S.H. and Quik, W.A.2004. Effect of ammonium sulfate on the phytotoxicity foliar uptake, and translocation of imazamethabenz in wildoat. University of Regina., J. *plant Growth Regulater* .15: 115-120.

10. Hazen, J.L., 2000. Adjuvants terminology, classification and chemistry. *Weed Technology*, 14:773-784.

11. Mirghasemi, S., Daneshian, G. and Baghestani, M. A.2008. Evaluation of synergistic effects of fertilizers (ammonium sulphate and urea) and glyphosate on weed control in tea (*Cammelia sinensis*). In the proceeding of 2nd national weed science congress, vol.I, weed management 8 herbicides. Mashhad, 29 and 30 junuary 2008, 437-440 (in Persian).

12. Mosavi, K., Nasiri mahallati, M., Rahimian, H., Ghanbari, A., Banaian, M., Rashed Mohasel, M. H. 2004. Seed rate and nitrogen fertilizer effects on wild mustard (Sinapis arvensis L.) and winter wheat (Triticum aestivum L.) competition. Iranian Journal of Field Crops Research. 1383, 2(1):107-120.

13. Nurse, R. E., Hamill. A. S., Swanton, C.J. Tardif, F. J. Sikkema, P.H.2007. Weed control and response to foramsulfuron in maize. *Weed Technology*.21:453-458.

14. Prostko, E., P. Grey. T. L. Davis. J.W.2006.Txas Panicum (Panicum texancum) control in irrigated field maize (Zea mays) with furamsulfuron, glyphosate, nicosulfuron and pendimethalin. *Weed Technology*.20:961-964.

15. Ramsdale, B. K., and C. G. Messersmith. 2001. Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazonan imazamox efficacy. *Weed Technology*, 15:485-491.

16. Rao, V. S. F., Rahman, H.S., Singha, K. Dutha, M.C., Sarkia, S.N and B. C. Phukan.1997. Effective weed control in tea by glyphosate. *Indian J.weed science*, 8:1-14.

17. Rashed-Mohasel, M.H., Najafi, H., Akbarzadeh, M.D. 2001.Weed biology & control. Ferdowsi university of Mashhad press.

18. Rashed-Mohasel, M.H., Rastgoo, M., Mousavi, S.K., Valiyollah pour, R. Haghighi, E., 2006. Fundamental of weed science. Ferdowsi university of Mashhad press.

19. Sikkema PH, Kramer Ch, Vyn JD, Kells J, Hillger DE, Soltani N .2007. Control of Muhlenburgia frondosa with post-emergence sulfonylurea herbicides in maize (*Zea mays*). *Crop Protection* 26: 1585-1588.

20. Smith, C.W., Betran, J., and Runge, E.C.A. 2004. Corn (Origin, History, Technology, and Production). John wiley & sons, INC.

21. Sorensen, H., Cedergreen, N. and Skovgaard, M. 2007. An isobole-based statistical model and test for synergism/antagonism in binary mixture toxicity experiments. Environ Ecol Stat. 14: 383– 397.

22. Sorensen, H., Cedergreen, N. and Streibig, J. C. 2010. A random effects model for binary mixture toxicity experiments. Agric, Biol, and Environ Statis. 15: 562–577.

23. Zhou. Q. Liu. W., Zhang. Y., Liu. K. K.2007. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Pestic. Biochemistry. Physiology.89:89-96.

www.SID.ir