Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۳۰-۱۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 19-30

بررسی اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه سولفات‌آمونیوم در کنترل سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)

حمزه اسداللهی[۱]- مهدی راستگو[۲*]- ابراهیم ایزدی دربندی[۲]- علی قنبری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۶

چکیده

اختلاط علف‌کش‌ها یکی از راهکارهای مهم در افزایش کارایی آن‌ها می‌باشد. به‌منظور ارزیابی تاثیر علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون و اختلاط آن‌ها بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و با استفاده از ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بر علف‌هرز سلمه‌تره در ذرت، پژوهشی در قالب سه آزمایش جداگانه طی سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش اول جهت تعیین مقدار کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در شرایط گلخانه انجام شد. آزمایش دوم به‌منظور ارزیابی اثر نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش (۷۵٪ فورام‌سولفورون+ 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 سلمه‌تره شدند. در اختلاط‌هایی که نسبت برابری از فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون وجود داشت (۵۰٪ فورام‌سولفورون+۵۰٪ نیکوسولفورون) میزان آسیب به سلمه‌تره نسبت به سایر اختلاط‌ها افزایش یافت به‌عبارتی اختلاط این دو علف‌کش با همدیگر دارای اثر هم‌افزایی در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره است. همچنین اختلاط دو علف‌کش به‌همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم دارای اثر هم‌افزا بر کنترل سلمه‌تره بود. همچنین نتایج نشان داد که اختلاط این دو علف‌کش با و بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم هیچ تاثیر نامطلوبی بر روی ذرت ایجاد نکرد.

واژه‌های کلیدی: اختلاط در مخزن، ذرت، علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات سینتاز (ALS)، مواد افزودنی

مقدمه

ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی ایران است که در برنامه‌های توسعه کشاورزی توجه زیادی به آن می‌شود. یکی از عوامل اصلی کاهش‌دهنده عملکرد این گیاه در مناطق مختلف کشور علف‌های هرز می‌باشند در صورتی که در مزارع ذرت این عوامل ناخواسته مدیریت نگردند، میزان خسارت آن‌ها تا ۸۶ درصد می‌رسد (Mosavi, 2001). سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) علف‌هرز مشکل‌ساز در ذرت، غلات، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) می‌باشد که کاهش عملکرد ۹۰ درصدی ذرت ناشی از رقابت سلمه‌تره مشاهده شده است (Hartly and Popay,1992).

علف‌کش‌ها یکی از نهاده‌های مهم و ضروری در سیستم‌های کشاورزی کشورهای پیشرفته محسوب می‌شوند و بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی این کشورها مرهون مصرف آنهاست. روند مصرف علف‌کش‌ها در ایران طی سال‌های گذشته حاکی از رو به افزایش بودن مقدار مصرف علف‌کش‌هاست. در حال حاضر نیمی از ۲۴ میلیون لیتر یا کیلوگرم سم مصرفی در بخش کشاورزی به علف‌کش‌ها اختصاص دارد (Zand *et al.*,2008). علف‌کش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا می‌کنند و امروز به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌رغم مشکلات زیست محیطی علف‌کش‌ها، این ترکیبات هنوز از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز محسوب می‌شوند به‌طوری‌که در طی ۲۰ سال گذشته همواره سهم فروش علف‌کش‌ها از کل سموم آفت‌کش فروخته شده در دنیا بیشتر بوده است (Zand *et al.*, 2008).

یکی از راهکارها برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها اختلاط آن‌ها

۱- کارشناس ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: m.rastgoo@um.ac.ir
DOI: 10.22067/gsc.v15i1.26518

www.SID.ir

Archive of SID

است. اختلاط علف‌کش‌ها، باعث کاهش هزینه‌های تولید، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی با استفاده از اثرات هم‌افزایی، کاهش فشردگی خاک از طریق کاهش تعداد عملیات سمپاشی و جلوگیری از توسعه مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش می‌شود (Zand *et al.*,2008). بالا بودن هزینه توسعه علف‌کش‌های جدید و از دست رفتن کارآیی اکثر علف‌کش‌ها پس از مدتی استفاده از آن‌ها، از جمله دلایل روی آوری به اختلاط علف‌کش‌هاست. علاوه بر این مواد افزودنی می‌توانند اثرات علف‌کش‌ها را افزایش و میزان مصرف آن‌ها را کاهش دهند. مواد افزودنی ترکیباتی هستند که به‌منظور تسهیل اختلاط، کاربرد یا تاثیرگذاری علف‌کش به فرمولاسیون علف‌کش یا مخزن سمپاش افزوده می‌شود. مواد افزودنی به‌لحاظ شیمیایی و زیستی ترکیبات فعالی محسوب می‌شوند و از طریق افزایش تاثیرگذاری یاکاهش مقدار مصرف فرمولاسیون سبب بهبود کارآیی علف‌کش می‌شوند (Zand *et al.*,2008). از جمله مواد افزودنی سولفات‌آمونیوم است. آمونیوم موجود در سولفات‌آمونیوم سبب فعال‌سازی فعالیت پس‌رویشی علف‌کش‌های با اسیدیته ضعیف روی علف‌های هرز می‌شود و تأثیر آن بسته به علف‌کش و گونه گیاهی اختصاصی است. علف‌کش‌هایی که دارای بنیان اسیدی ضعیف هستند، افزودن سولفات‌آمونیوم به محلول آن‌ها موجب سهولت جذب و انتقال مولکول علف‌کش به درون بافت گیاه می‌شود (Holm and Henry, 2005).

فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون جزء علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره هستند که برای کنترل پس‌رویشی باریک برگ‌ها و پهن برگ‌ها در مزارع ذرت استفاده می‌شوند (Nurse *et al.*, 2006;Prostko *et al.*,2007). این علف‌کش‌ها از طریق بازدارندگی آنزیم استولاکتات سینتاز و همچنین استو هیدروکسی اسید سینتاز(ALS یا AHAS) عمل می‌کنند، که عامل کلیدی واکنش‌های ساخت در بیوسنتز اسیدهای آمینه زنجیره‌ای شاخه‌دار مانند والین، لوسین و ایزولوسین از اجزای ضروری فرآیند رشد، می‌باشند (Zhou *et al.*, 2007). هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه اثرات اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با هم و به‌همراه سولفات آمونیوم در کنترل علف هرز سلمه تره بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با یکدیگر و با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۹۱-۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد.

ابتدا بذرهای سلمه‌تره 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 از نظر دمایی و رطوبت به مدت سه ماه نگهداری شدند به‌طوریکه دما کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نیز کمتر از ۱۵ درصد بود. به‌منظور شکستن خواب، یکنواختی و سهولت در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌های سلمه‌تره، بذور این علف‌هرز در محلول اسید سولفوریک ٪۹۸-۹۵ به مدت سه دقیقه قرار گرفته، سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. پس از آن، بذور در سینی‌های کشت حاوی پیت ماس کشت شدند. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها تعداد ۴ بوته سلمه‌تره به هر گلدان ۱ لیتری حاوی خاک، خاک‌برگ و ماسه با نسبت حجمی مساوی انتقال داده شدند. لازم به ذکر است که تعداد ۶ بذر ذرت رقم سینگل کراس۷۰۴ به صورت مستقیم در گلدان‌های ۱ لیتری بصورت جداگانه کاشته شدند و بعد از حصول اطمینان از رشد در همان مراحل اولیه رشد تعداد ۲ بوته ذرت که از لحاظ مرحله رشدی شبیه به هم بودند نگهداری شد و بقیه تنک 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. علف هرز و گیاه زراعی 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 به طوری که دما در حین سمپاشی ۳±۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷±۴۵ درصد بود.

مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش شامل فرمولاسیون، مقدار توصیه شده و سال ثبت آنها در ایران در جدول ۱ ارایه شده است (Zand *et al.*,2009).

در آزمایش اول که با هدف تعیین ED_{90}[1] دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون روی علف‌هرز سلمه‌تره در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از: ۱) علف‌کش فورام‌سولفورون در مقادیر ۰، ۲/۸۱، ۵/۶۲، ۱۱/۲۵، ۲۲/۵، ۴۵ و ۹۰ گرم ماده موثر در هکتار ۲) علف‌کش نیکوسولفورون در مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ گرم ماده موثر در هکتار.

در آزمایش دوم که با هدف تعیین ED_{50}علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در گیاه ذرت و علف‌هرز سلمه‌تره در نسبت‌های مختلف اختلاط انجام شد تیمارها و نسبت‌های مورد استفاده علف‌کش‌ها برای علف‌هرز به شرح زیر بودند: ۱) علف‌کش فورام‌سولفورون در مقادیر ۰، ۲/۴۱، ۴/۸۱، ۹/۶۲، ۱۹/۲۵، ۳۸/۵ و ۷۷ گرم ماده موثر در هکتار، ۲) علف‌کش نیکوسولفورون در مقادیر ۰،

1- Effective Dose 90%

www.SID.ir

Archive of SID

۴/۶۴، ۴/۲۹، ۹/۲۹، ۱۸/۵۷، ۳۷/۱۵، ۷۴/۳ و ۱۴۸/۶ گرم ماده موثر در هکتار، ۳) نسبت اختلاط ۷۵٪ علف‌کش فورام‌سولفورون (به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۱/۸۰، ۳/۶۱، ۷/۲۲، ۱۴/۴۴، ۲۸/۸۷ و ۵۷/۷۵ گرم ماده موثر در هکتار) + ۲۵٪ علف‌کش نیکوسولفورون (به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۱/۰۱۶، ۲/۳۲، ۴/۶۴، ۹/۲۹، ۱۸/۵۷ و ۳۷/۱۵ گرم ماده موثر در هکتار)، ۴) نسبت اختلاط ۵۰٪ علف‌کش فورام‌سولفورون(به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۱/۲۰، ۲/۴۱، ۴/۸۱، ۹/۶۳، ۱۹/۲۵ و ۳۸/۵ گرم ماده موثر در هکتار) + ۵۰٪ علف‌کش نیکوسولفورون (به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۲/۳۲، ۴/۶۴، ۹/۲۹، ۱۸/۵۸، ۳۷/۱۵ و ۷۴/۳ گرم ماده موثر در هکتار)، ۵) نسبت اختلاط ۲۵٪ علف‌کش فورام‌سولفورون (به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۰/۶۰، ۱/۲۰، ۲/۴۰، ۴/۸۱، ۹/۶۲ و ۱۹/۲۵ گرم ماده موثر در هکتار) + ۷۵٪ علف‌کش نیکوسولفورون (به‌ترتیب در مقادیر ۰، ۳/۴۸، ۶/۹۶، ۱۳/۹۳، ۲۷/۸۶، ۵۵/۷۲ و ۱۱۱/۴۵ گرم ماده موثر در هکتار). تیمارهای آزمایش سوم مشابه آزمایش دوم بودند با این تفاوت که در آن از ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم به نسبت دو درصد حجمی (۲wt/v٪) استفاده شد. اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از اعمال تیمارها از روی سطح گلدان‌ها برداشت شدند. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون نگهداری شدند و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. از وزن خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های هم‌اثر استفاده شد.

جدول ۱- نام، فرمولاسیون، مقدار توصیه شده در هکتار و سال ثبت علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش

Table1- Name, formulation, recommended dose per hectare and year of registration of herbicides in experiment

نام عمومی (تجاری) Generic Name (Trade name)	فرمولاسیون و درصد ماده موثر Formulation & percentage of active ingredient (a.i.)	مقدار توصیه شده در هکتار Recommended Dose (g a.i. ha^{-1})	LD_{50} (میلی‌گرم درکیلوگرم) (mg kg^{-1})	سال ثبت در ایران Year of register in Iran
فورام‌سولفورون (اکوئیپ) Foramsulfuron (Equip)	22.5 OD	2L (45 g)	5000	1386
نیکوسولفورون (کروز) Nicosulfuron (Cruz)	4% SC	2L (80 g)	5000	1385

OD: Oil Dispersible پخش شده در روغن SC: Suspension Concentrate سوسپانسیون غلیظ a.i: active ingredient ماده مؤثره

پاسخ وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره به اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم و در حضور غلظت ثابت ماده افزودنی با کمک رگرسیون غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها به‌طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک (معادله۱) برازش داده شدند (۳،۲).

$$U_{ij} = \frac{D-C}{1+\exp\left[b_i\left(\log(z_{ij})-\log\left(ED_{50(i)}\right)\right)\right]} \quad (۱)$$

که در آن U_{ij} بیانگر وزن خشک jام که موجب پاسخ در مقدار کاربرد iام فرمولاسیون (z_{ij}) می‌شود. D و C حد بالا و پائین وزن خشک در مقادیر صفر و بی‌نهایت فرمولاسیون، ED_{50} مقدار فرمولاسیون، i، لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز بین حدود بالا و پائینD و C، b_i متناسب با شیب منحنی در محدوده ED_{50} می‌باشد (Cabanne *et al*.,1999;Cabanne, 2000).

در منحنی‌های هم‌اثر و اختلاط علف‌کش‌ها، در صورت معنی‌دار شدن آزمون عدم برازش بر مدل لگاریتمی ۴ پارامتره، از مدل لگاریتمی ۳ پارامتره (که در آن پارامترC، حد پائین منحنی، حذف شده است) استفاده شد(معادله۲).

$$U_{ij} = \frac{D}{1+\exp\left[b_i\left(\log(z_{ij})-\log\left(ED_{50(i)}\right)\right)\right]} \quad (۲)$$

نتایج و بحث

علایم خسارت علف‌هرز سلمه‌تره تحت تاثیر علف‌کش فورام‌سولفورون شامل کاهش ارتفاع بوته، چروکیدگی، پیچیدگی، زردی و خشکیدگی برگ‌ها بود. جدول ۲ پارامترهای مدل لگاریتمی لجستیک چهار پارامتره شامل میانگین و خطای استاندارد و سطح احتمال معنی‌داری را نشان می‌دهند. شکل ۱-الف برازش داده‌ها در مدل لگاریتمی لجستیک چهار پارامتره را نشان می‌دهد.

علایم ظاهری خسارت علف‌هرز سلمه‌تره تحت تاثیر علف‌کش نیکوسولفورون همانند تاثیر علف‌کش فورام‌سولفورون شامل کوتاهی ارتفاع، چروکیدگی، خشکیدگی و زردی برگ‌های بوته بود. جدول۲ پارامترهای مدل لگاریتمی لجستیک چهار پارامتره شامل میانگین و خطای استاندارد و سطح احتمال معنی‌داری را نشان می‌دهند. شکل ۱- ب برازش داده‌ها در مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

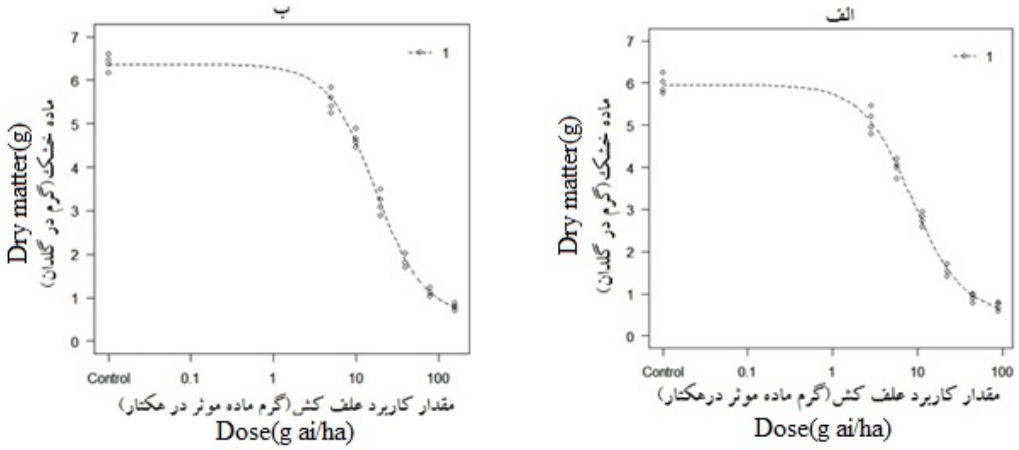
جدول۲- پارامترهای حاصل از برازش مدل لجستیک چهار پارامتره به داده‌های وزن خشک علف هرز سلمه‌تره تحت تاثیر مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون (گرم ماده مؤثر در هکتار)

Table 2- Parameters from fitting a four parameters logistic model to data of the dry matter of lamb's -quarters affected by different dose of Foramsulfuron and Nicosulfuron herbicides (g a.i/ha)

علف کش Herbicide	شیب (b)	حد پایینی (c)	حد بالایی (d)	ED_{50}	ED_{90}
فورام سولفورون Foramsulfuron	1.47(0.09)*	0.51(0.07)*	5.96(0.11)*	8.63(0.41)*	38.50(3.72)*
نیکو سولفورون Nicosulfuron	1.50(0.09)*	0.59(0.06)*	6.37(0.12)*	17.18(0.76)*	74.30(6.33)*

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد. اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند.

* Significant at 5% level. Numbers in the parentheses are the standard error.



شکل۱- پاسخ وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره به مقادیر کاربرد علف‌کش فورام‌سولفورون (الف) و نیکوسولفورون (ب)، براساس تابع لگاریتم چهار پارامتره. نقاط داده‌های مشاهده شده و خط حاصل از برازش تابع می‌باشد.

Figure1- Response of lamb's -quarters dry matter to foramsulfuron (A) and nicosulfuron (B) herbicide dose, According to a four parameters logarithmic model. Points are the observed data and the line is the regression line.

براساس نتایج این آزمایش، وزن خشک اندام‌های هوایی علف‌هرز سلمه‌تره تحت تاثیر مقدار کاربرد علف‌کش‌های مورد آزمایش قرار گرفت و با افزایش مقدارکاربرد علف‌کش‌ها مقدار وزن خشک در گلدان در علف هرز کاهش یافت. مقادیر ED_{50} و ED_{90} برای هر دو علف‌کش در جدول ۲ آمده است.

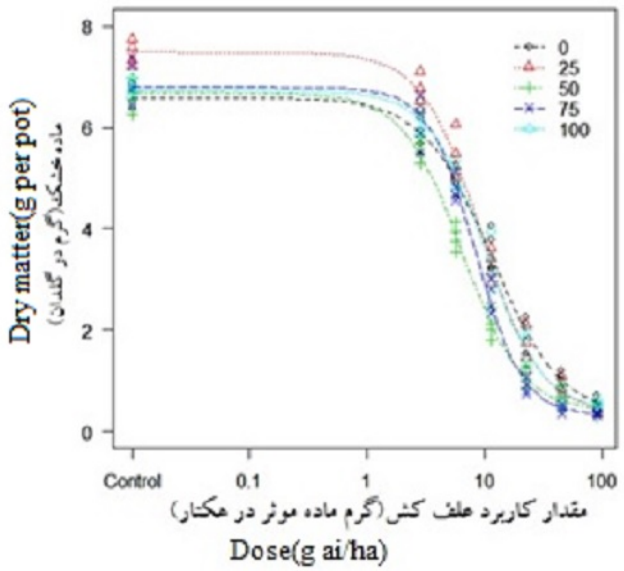
در آزمایش دوم برای اختلاط دو علف‌کش با هم و بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم نیز داده‌های حاصل از اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در کنترل سلمه‌تره با مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره برازش داده شد (شکل۲). همچنین آزمون عدم برازش در سطح ۵٪ برای مدل (لگاریتم لجستیک با چهار پارامتر) در این آزمایش معنی‌دار نبود (p=۰/۹۹)، که این بدین معنی است که مدل لجستیک چهار پارامتره برازش خوبی به داده‌ها داشته است.

جدول ۳ پارامترهای مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره شامل میانگین و خطای استاندارد و مقادیر t و سطح احتمال معنی‌داری را نشان می‌دهد. در این جدول کمترین ED_{50} مربوط به مقدار کاربرد ۵۰٪ اختلاط (بیشترین شدت اثر) و بیشترین ED_{50} مربوط به مقدار کاربرد ۰٪ اختلاط (نیکوسولفورون خالص، کمترین شدت اثر) می‌باشد.

آزمون عدم برازش، برای مدل آیزوبول با حد بالا و پائین یکسان معنی‌دار نشد (p=۰/۶۳). 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=۰/۸۷)، 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.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- پاسخ وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره به مقادیرکاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفوورن و نیکوسولفورون در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش۰ (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 می‌باشند.

Figure 2- Response of lamb's -quarters dry matter to the different mixture ratios of foramsulfuron and nicosulfuron herbicides 0 (0% foramsulfuron), 25 (25% foramsulfuron+ 75% nicosulfuron), 50 (50% foramsulfuron+ 50% nicosulfuron), 75 (75% foramsulfuron+ 25% nicosulfuron), 100 (100% foramsulfuron). Points are the observed data and the lines are the lines from freely logarithmic model.

جدول ۳- پارامترهای حاصل از برازش تابع لگاریتم لجستیک چهار پارامتره به داده‌های وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون

Table 3- Parameters from fitting a four parameter logistic log model to data of the dry matter of lamb's -quarters in different proportions mixture two foramsulfuron and nicosulfuron herbicide (g a.i /ha).

فورام‌سولفورون Foramsulfuron	نیکوسولفورون Nicosulfuron	شیب خط(b)	حد پایینی(c)	حد بالایی(d)	ED_{50}	سطح معنی داری F
100	0	1.65(0.13)*	0.31(0.16)**	6.88(0.06)*	27.68(1.55)*	8.388e-36**
75	25	2.27(0.28)*	0.33(0.12)**	6.48(0.30)*	24.63(1.62)*	7.478e-30**
50	50	1.53(0.33)*	0.36(0.18)**	7.54(1.23)*	14.98(3.63)**	0.0001**
25	75	1.77(0.22)*	0.38(0.18)**	7.46(0.41)*	25.83(2.09)*	2.538e-23**
0	100	1.63(0.28)*	0.37(0.23)**	6.30(0.36)*	33.95(3.11)*	5.252e-20**

*و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

*& ** Significant at the 5 and 1%, respectively. Numbers in the parentheses are the standard error.

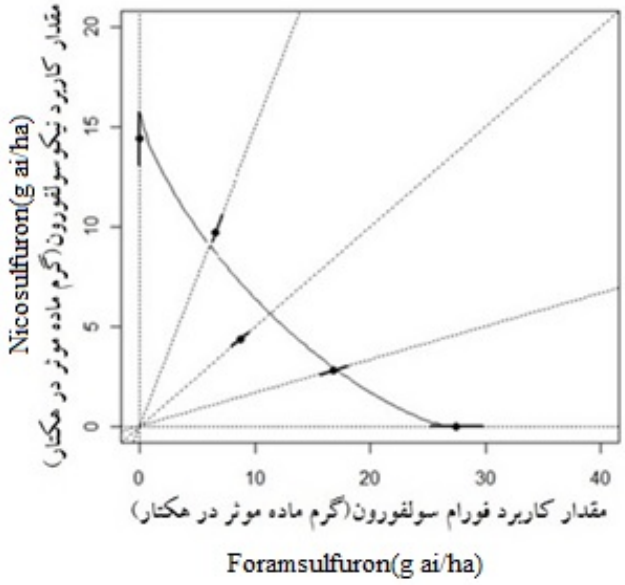
فرضیه اول برای رسم منحنی‌های هم‌اثر، این است که اثر اختلاط دو علف‌کش به‌صورت افزایش غلظت است و دو علف‌کش هیچ اثر تشدیدکنندگی و یا کاهندگی بر روی یکدیگر ندارند یعنی اثر دو علف‌کش در حالت اختلاط با اثر هر یک از علف‌کش‌ها در حالت خالص برابر است. در این آزمایش آزمون بین مدل برازش آزادانه و مدل اثر افزایش غلظت معنی‌دار بود (p=۰/۴۲) بنابراین مدل اثر افزایش غلظت برازش خوبی به داده‌ها نمی‌دهد لذا منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون که دارای حد بالا و حد پائین یکسانی هستند با مدل هولت که یک مدل غیرخطی است برازش داده شد. آزمون بین دو مدل افزایش غلظت و هولت معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

نشد (p=۴/۱۲e-۰۷۲)، یعنی مدل غیرخطی هولت اثر اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون را بهتر بیان می‌کند و اثر اختلاط این دو علف‌کش از مدل غیر خطی هولت تبعیت می‌کند.

شکل۳، منحنی‌های هم اثر را برای نسبت‌های مختلف اختلاط فورام‌سولفورون ونیکوسولفورون با برازش مدل هولت نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) حاصل از اختلاط این دو علف‌کش در کنترل سلمه‌تره بصورت خمیدگی به‌طرف داخل (منحنی‌های مقعر) ظاهر شده‌اند که نشان دهنده اثر سینرژیستی (هم‌افزایی) بر همکنش بین این دو علف‌کش در کنترل سلمه‌تره بود.



شکل۳- منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) اثر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون بر وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره بر اساس مدل هولت. نقاط مقادیر و میله‌های روی نقاط بیانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشند.

Figure 3- Isoboles of different proportions mixture foramsulfuron and nicosulfuron herbicides on lamb's -quarters dry matter basis Hewlett model. The points is and bars on the points represent the standard error.

در پژوهشی مشخص شد که ماده خشک علف‌های هرز توسط علف‌کش‌ها کاهش می‌یابد و بیشترین کاهش در ماده خشک علف‌هرز قیاق (*Sorghum halepense* L.) و عملکرد دانه ذرت در ترکیب آترازین با آلاکلر و کمترین کاهش با فورام‌سولفورون مشاهده می‌شود. همچنین این مطالعه نشان داد که فورام‌سولفورون مخلوط با پریمی سولفورون و همچنین پروسولفورون ماده خشک قیاق را کاهش می‌دهد و کارآیی فورام‌سولفورون وقتی که در مخزن با پریمی سولفورون و پروسولفورون مخلوط می‌شود افزایش می‌یابد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006).

در مطالعه‌ای دیگر نیز مشخص شد که مخلوط‌های مکوپروپ اتیلن‌گلیکول دی استر و تری بنورون متیل از مدل ADM[1] پیروی می‌کنند (Streibig, *et al.*,1998).

سالکوتریون به‌کار برده شده در مخلوط با فورام‌سولفورون کنترل سورف (*Echinochloa crus galli* L.) در برنج (*Oryza sativa* L.) را بهبود داد، در حالی که افزودن مزوتریون برکنترل سوروف با کاربرد فورام‌سولفورون به‌تنهایی تاثیری نداشت. کنترل رضایت‌بخش سوروف در ذرت می‌تواند با افزایش میزان کاربرد فورام‌سولفورون استفاده شده ترجیحا درمراحل اولیه رشد بدست آید. مخلوط‌های فورام‌سولفورون با دایکامبا و MCPA می‌تواند کاهش قابل ملاحظه‌ای در کارآیی فورام‌سولفورون بر روی سوروف داشته باشد. از طرف دیگر، مخلوط‌های فورام‌سولفورون با سالکوتریون یا مزوتریون می‌تواند برای کنترل طیف وسیعی از پهن برگ‌ها بدون گذاشتن تاثیر منفی بر فعالیت فورام‌سولفورون بر دیگر باریک برگ‌ها استفاده شود(Damalas *et al.*,2010).

نتایج این آزمایش نیز نشان داد که اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون اثر سینرژیستی در کنترل علف‌هرز سلمه‌تره داشته است، بطوری‌که در بین نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش اختلاطی که در آن نسبت دو علف‌کش برابر بود (۵۰٪

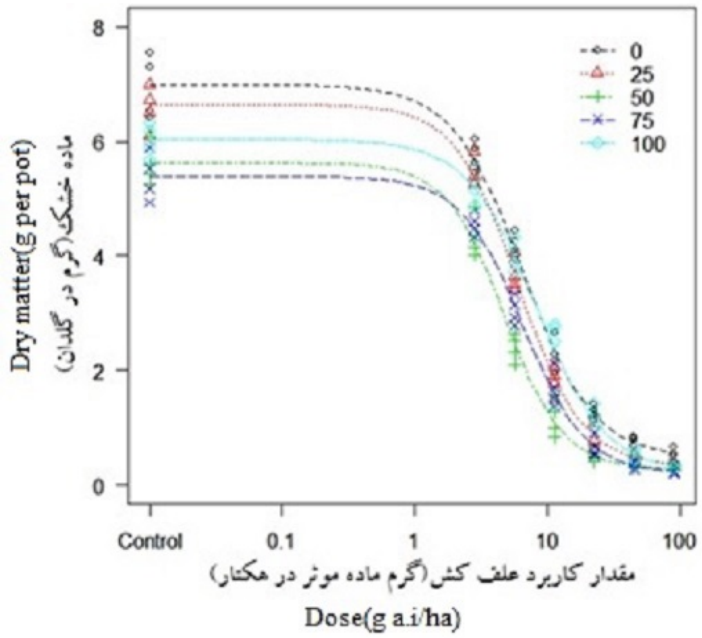
1- Additive Dose Model

www.SID.ir

Archive of SID

فورام‌سولفورون+ ۵۰٪ نیکوسولفورون) میزان کاهش وزن خشک سلمه‌تره نسبت به سایرنسبت‌های اختلاط افزایش یافت (جدول ۳).

در آزمایش سوم که اختلاط دو علف‌کش با ماده افزودنی سولفات آمونیوم بود داده‌های حاصل از اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در کنترل سلمه‌تره به‌همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم با مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره برازش داده شد(شکل۴). همچنین آزمون عدم برازش در سطح مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره در این آزمایش معنی‌دار نشد (p=۰/۹۶)، بدین معنی که این مدل برازش خوبی به داده‌ها داشته است.



شکل٤- پاسخ وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره به مقادیرکاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفوورن و نیکوسولفورون به‌همراه سولفات‌آمونیوم 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 می‌باشند.

Figure 4- Response of lamb's -quarters dry matter to the different mixture ratios of foramsulfuron and nicosulfuron herbicides with ammonium sulfate 0 (0% foramsulfuron), 25 (25% foramsulfuron+ 75% nicosulfuron), 50 (50% foramsulfuron+ 50% nicosulfuron), 75 (75% foramsulfuron+ 25% nicosulfuron), 100 (100% foramsulfuron). Points are the observed data and the lines are the lines from freely logarithmic model.

جدول۴، نشان‌دهنده خلاصه نتایج آنالیز رگرسیون غیرخطی اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به‌همراه سولفات‌آمونیوم را با مدل لگاریتم لجستیک چهار پارامتره نشان می‌دهد. در این جدول کمترین ED_{50} مربوط به نسبت ۵۰٪ فورام‌سولفورون+۵۰٪ نیکوسولفورون اختلاط (بیشترین شدت اثر) و بیشترین ED_{50} مربوط به نسبت ۱۰۰٪ فورام‌سولفورون اختلاط (کمترین شدت اثر) می‌باشد. نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد که در حضور سولفات‌آمونیوم شیب مقادیر کاربرد مورد اختلاط و مقادیر ED_{50} مربوط به هر یک از آنها بطور قابل توجهی از شیب و ED_{50} مقادیر کاربرد حاصل از اختلاط بدون سولفات‌آمونیوم کمتر بود که نشان‌دهنده افزایش کارآیی اختلاط این دو علف‌کش در حضور سولفات‌آمونیوم می‌باشد.

آزمونF نیز 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=۰/۸۴) 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=۰/۰۲) ولی با مدل غیرخطی هولت معنی‌دار نبود (p=۱/۰۳۴e-۱۲) یعنی مدل غیرخطی هولت اثر اختلاط فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه سولفات‌آمونیوم را بهتر بیان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند و اثر اختلاط این دو علف‌کش با سولفات‌آمونیوم از مدل هولت تبعیت می‌کند (شکل۵).

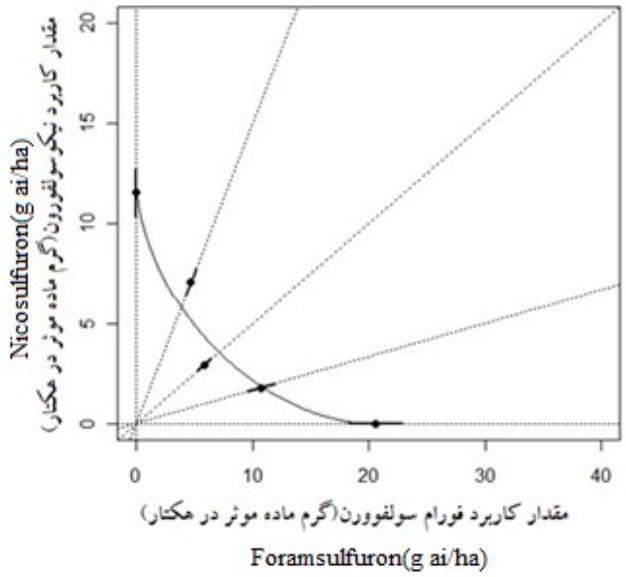
جدول٤- پارامترهای حاصل از برازش تابع لگاریتم لجستیک چهار پارامتره به داده‌های وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره در نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم(گرم ماده موثر در هکتار).

Table 4- Parameters from fitting a four parameter logistic log model to data of the dry matter of lamb's -quarters in different proportions mixture two foramsulfuron and nicosulfuron herbicides with ammonium sulfate (g ai /ha).

فورام‌سولفورون Foramsulfuron	نیکوسولفورون Nicosulfuron	شیب خط(b)	حدپایینی(c)	حدبالایی(d)	ED_{50}	سطح معنی‌داری
100	0	1.57(0.16)*	0.21(0.81)**	6.11(0.57)*	21.63(1.67)*	1.131e-24**
75	25	1.59(0.44)**	0.15(0.19)**	5.99(1.25)*	15.67(4.71)*	0.001**
50	50	1.61(0.59)**	0.24(0.17)**	7.41(3.79)**	9.34(6.25)**	0.13**
25	75	1.69(0.41)**	0.32(0.18)**	7.30(1.32)*	14.73(3.70)*	0.0001**
0	100	1.68(0.39)*	0.51(0.20)**	7.08(0.95)*	17.71(3.45)*	1.148e-06**

* و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند.

*& ** Significant at the 5 and 1%, respectively. Numbers in the parentheses are the standard error.



شکل ۵- منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول) اثر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به‌همراه ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بر وزن خشک علف‌هرزسلمه‌تره بر اساس مدل هولت. نقاط مقادیر ED_{50} و میله‌های روی نقاط بیانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشند.

Figure 5- Isoboles of different proportions mixture foramsulfuron and nicosulfuron herbicides with ammonium sulfate on lamb's -quarters dry matter basis Hewlett model. The points are ED_{50} and bars on the points represent the standard error.

بنابراین نتایج این آزمایش نشان داد که اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون به‌همراه سولفات‌آمونیوم اثر سینرژیستی داشته است، بطوری‌که در بین نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش، نسبت اختلاط ٪۵۰ فورام سولفورون+٪۵۰ نیکوسولفورون میزان کاهش وزن خشک سلمه‌تره نسبت به سایر نسبت‌های اختلاط افزایش یافت (جدول ۳).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سولفات‌آمونیوم باعث افزایش جذب علف‌کش از طریق جلوگیری از واکنش با نمک‌های کاتیونی با علف‌کش‌های ضعیف می‌شود (Nalewaja and Matysiak, 1992) و افزایش جذب گلایفوسیت باعث افزایش حرکت این علف‌کش از سطح برگ به سمت مسیر سیمپلاست می‌شود (Young *et al.*,2003). طبق گزارشی دیگر جذب و انتقال علف‌کش‌های گلایفوسیت و گلوفوسینیت با استفاده از سولفات‌آمونیوم افزایش یافت. براساس این گزارش، افزودن سولفات‌آمونیوم کارآیی گلوفوسینیت روی علف‌های هرز دوساله و گلایفوسیت روی بیشتر علف‌های هرز را افزایش داد که این به تاثیر مواد افزودنی در افزایش جذب یا

www.SID.ir

Archive of SID

متابولیسم در علف‌های هرز نسبت داده می‌شود (Pline *et al*., 2000). سولفات‌آمونیوم به‌عنوان یک ماده افزودنی با علف‌کش‌هایی که بنیان اسیدی ضعیف دارند استفاده می‌گردد و باعث کاهش آنتاگونیسم علف‌کش می‌شود (Curran, 2004).

به‌منظور اطمینان از عدم تاثیر نامطلوب اختلاط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون با و بدون ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم بر روی ذرت، آزمایش‌های اختلاط با و بدون ماده افزودنی، عینا برای ذرت انجام شد که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس داده‌های وزن خشک ذرت تحت تأثیر مقدار کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون، نسبت اختلاط آنها و کاربرد ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم

Table 5- Analysis of variance of the dry matter of maize affected by the dose of foramsulfuron and nicosulfuron herbicides, mixing ratio and the use of the ammonium sulfate

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares
نسبت اختلاط (Portion mixture)(P)	4	0.52^{ns}
مقدارکاربرد علف کش (Dose)(D)	6	0.24^{ns}
سولفات‌آمونیوم (Ammonium Sulfate)(AMS)	1	0.02^{ns}
P×D	24	0.47*
P×AMS	4	0.48^{ns}
D×AMS	6	0.28^{ns}
P×D×AMS	24	0.22^{ns}
خطا (Error)	210	0.27^{ns}
کل (Total)	279	

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

ns&* No significant and significant at α=0.05, respectively.

همانگونه که جدول ۵ نشان می‌دهد به‌جز 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 پیش‌بینی بود، هرچند در حضور ماده افزودنی و یا برهمکنش این دو علف‌کش می‌توانست درجه انتخابی اختلاط‌های مختلف، تحت تأثیر قرار گیرد. معنی‌داری اثر متقابل مقدار کاربرد و نسبت اختلاط را نیز احتمالاً می‌توان به تعداد سطوح زیاد این دو عامل نسبت داد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، کاربرد دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون در حالت اختلاط و بدون کاربرد ماده افزودنی باعث بهبود کارایی آنها در کنترل علف هرز سلمه‌تره شد، به‌طوری‌که در بین نسبت‌های مختلف اختلاط این میزان کاهش متفاوت بود، به‌طوری‌که نسبت ۵۰ درصد (۵۰٪ فورام سولفورون + ۵۰٪ نیکوسولفورون) بیشتر از سایر نسبت‌ها باعث کاهش وزن خشک علف هرز سلمه‌تره شد به عبارت دیگر، با کاربرد مقدار کمتری از مخلوط دو علف‌کش کنترل بهتری صورت گرفت. از طرفی دیگر، زمانی‌که از سولفات‌آمونیوم به عنوان ماده افزودنی در مخلوط دو علف‌کش فورام‌سولفورون و نیکوسولفورون استفاده شد، نه تنها اثر هم‌کاهی در مخلوط مشاهده نشد، بلکه اثر هم‌افزایی در مخلوط دو علف‌کش نیز مشاهده شد و باعث کارایی بهتر اختلاط دو علف‌کش با ماده افزودنی مربوطه شد 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.

References

1- Bijanzadeh, E., and Ghadiri, H. 2006.Effect of separate and combined treatments of herbicide on weed control and corn (*Zea mays*) yield. Weed Technology 20: 640-645.

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

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

4- Curran, W. S. 2004. Weed management organic cropping systems. The penn state university, Park, P.A. Available on line: http:// pubs.cas.psu.edu/free puds/pdfs/uc.187.pdf.

www.SID.ir

Archive of SID

5- Damalas, C. A., Lithourgidis, A. S., Lithougidis. C. S. 2010. Early water grass (*Echinochloa oryzoides*) and late water grass (*Echinochloa phyllopogon*) control with foramsulfuron. Pakistan journal of Weed Science Research 16: 161-168.
6- Hartly, M. J., and Popay, A. J. 1992.Yield losses due to weeds in sugar beet, corn and dwarf beans. Proceeding of the frothy fifth New Zealand plant protection conference werington. New Zealand.52-54.
7- Holm, F. A., and Henry, J. L. 2005. Water quality and Herbicides. Crop Science, plant Ecology and soil science, University of Saskatchewan.
8- Mosavi, M. 2001. Integrated Weed Management Principles and Practices. Mead Publication
9- Nalewaja, J. D., and Matysiak, R.1992. 2,4-D and salt combinations affect glyphosate phytotoxicity. Weed Technology, 6:322-327.
10- Nurse, R. E., Hamill. A. S., Swanton, C. J. Tardif, F. J., and Sikkema, P.H. 2007. Weed control and response to foramsulfuron in maize. Weed Technology 21: 453-458.
11- Pline, W. A., Hatzios, K. K., and Hagood, E. S. 2000. Weed and herbicide-resistant soybean (*Glycine max*) response to glufosinate and glyphosate plus ammonium sulfate and plergonic acid. Weed Technology 14: 667-674.
12- Prostko, E., Grey, P., Davis, T. L. 2006.Txas Panicum (*Panicum texancum*) control in irrigated field maize (*Zea mays*) with foramsulfuron, glyphosate, nicosulfuron and pendimethalin. Weed Technology 20: 961-964.
13- Streibig, J. C., Kudsk, P., and Jensen, J. E. 1998. A general joint action model for herbicide mixture. Pesticide Science, 53: 21-28.
14- Young, B. G., Knepp, A. W., Wax, L. M., and Hart, S. E. 2003. Glyphosate translocation in common lambs quarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. Weed Science 51: 151-156.
15- Zand, E., Mousavi, S. K., and Heidari, A. 2008. Herbicides & Their Application. Jehad daneshgahi Mashhad Press.
16- Zand, E. M., Baghestani, A., Nezamabadi, N., and Shimi, P. 2009. Herbicides and Important Weeds in Iran. Iup.
17- Zhou, Q., Liu, W., Zhang, Y., and Liu, K. K. 2007. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Pesticide Biochemistry and Physiology 89: 89-96.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 19-30

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۳۰-۱۹

Evaluation of Foramsulfuron and Nicosulfuron Combination with Ammonium Sulfate on Lamb's-quarters (*Chenopodium album* L.) Control

H. Assadollahi[1]- M. Rastgoo[2*]- E. Izadi Darbandi[2]- A. Ghanbari[2]

Received: 02-10-2013
Accepted: 06-06-2015

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is a major crop in Iran and ranks third, behind wheat and rice. Grain yield in maize can be severely reduced by competition with weeds (Mosavi, 2001). A broad spectrum of grasses and broadleaved weeds infests maize fields. Amaranthus spp. (pigweed), *Chenopodium album* L. (common lambs quarters), *Abutilon theophrasti* Medik. (Velvetleaf), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Canada thistle), *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (johnsongrass), *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (Barnyardgrass), *Cyperus rotundus* L. (purple nutsedge), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (Large crabgrass) and Setaria spp. (foxtail) are among the most common and problematic weeds in maize in Iran (Zand *et al.,* 2009). Today, high-yielding agriculture heavily depends on herbicides, as they constitute a vital and integral component of weed management practices (Zand et al., 2008). Tank mixing two or more herbicides is a common practice that is increasingly used in most agronomic crops to control a wide spectrum of weeds, reduce production cost, and/or prevent the development of herbicide-resistant weeds (Zand *et al.,* 2008). Herbicides may interact, before or after entering the plants, and the outcome of the interaction can be synergistic, additive, or antagonistic. It would be ideal to select herbicide combinations that have synergistic effects on weeds and/or antagonistic effects on crops. Additives, compounds that to facilitate the mixing application or influence herbicide add to herbicide formulation or tank sprayer, in other words additives can increase the effects of herbicides to reduce their consumption (Streibig *et al.,* 1998). Foramsulfuron and nicosulfuron are among the newly released dual purpose sulfonylurea herbicides. The use of these herbicides offers the opportunity for a new mode of action for weed management in maize. These herbicides act through inhibition of acetolactate synthase, the first enzyme in the pathway in the biosynthesis of branched-chain amino acids, valine, leucine and isoleucine in chloroplasts. They first affect meristemic tissues where growth ceases soon after treatment. Chlorosis and the necrosis of these tissues soon follow, with dieback to the mature parts of the plant taking a further 3–4 week. These herbicides have been reported to be very effective on grasses, broadleaved weeds, and rhizomatous perennial temperate weeds in maize. Another priority of these herbicides over those currently used on maize is that they act at very low doses. This will reduce the environmental safety concerns lie back behind application of herbicides (Nurse *et al.,* 2007; Prostko *et al.,* 2006).

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of foramsulfuron and nicosulfuron combination without and with ammonium sulfate as an adjuvant on lamb's-quarters (*Chenopodium album* L.) control in maize, a study was conducted in three separate experiments, in Ferdowsi University of Mashhad during 2011-2012. For this purpose, 4 plants of Lamb's-quarters (*Chenopodium album* L.) and 2 maize crops was planted in separate pots and were sprayed in 4-leaf stage. The first experiment was conducted separately for each of weeds lamb's quarters to determine the dose for foramsulfuron and nicosulfuron in greenhouse conditions, based on the dose-response experiments. The second experiment conducted to evaluate the effect of different combination 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 and Discussion

Results showed that both herbicides without ammonium sulfate and at high doses lamb's-quarters control.

1- M.Sc. of Weed Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: m.rastgoo@um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

Combination ratio with equal doses of two herbicides (50% foramsulfuron +50% nicosulfuron) increased lamb's-quarters damage more than other ratios. In other words, the combination of these two herbicides had synergistic effects on lamb's-quarters control. Also combination of them with ammonium sulfate had synergistic effects on lamb's-quarters control, so that in this experiment among different mixing ratios of the two herbicide, mixing ratio of 50% foramsulfuron +50% nicosulfuron dry matter reduce lamb's-quarters compared to other ratios increased mixing. It should be mentioned that mixing these two herbicides with and without the additive ammonium sulfate had no adversely affect maize crop.

Conclusions

It can be concluded that the combination of herbicides foramsulfuron and nicosulfuron with and without additive ammonium sulfate not only has antagonism effect in the mix, but also synergism effects are observed in the mixture of two herbicides with better efficiencies additive combination of two herbicide.

Keywords: ALS herbicides, Ammonium sulfate, Herbicide combination, Lamb's-quarters (*Chenopodium album* L.), Maize

www.SID.ir