نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال هشتم / شماره یکم / بهار ۱۳۹۷

بررسی تأثیر مواد افزودنی بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)

ابراهیم ممنوعی[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]، مهدی راستگو[۲]، محمدعلی باغستانی[۳] و محمد حسن‌زاده خیاط[۵]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۳/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۸)

چکیده

به‌منظور بررسی کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus L.*) با استفاده از مواد افزودنی، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد مواد افزودنی در ۱۱ سطح روغن‌های پنبه‌دانه، منداب، سویا، ذرت، آدیگور، ولک و هیدرومکس، سیتوگیت، ترند۹۰ و دی‌اُکتیل به‌همراه شاهد (بدون کاربرد مواد افزودنی)، مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در شش سطح صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار معادل صفر، ۲۵/۶، ۵/۱۲، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش بودند. صفات وزن خشک، وزن تر، بقا و درصد کنترل اندازگیری شد. نتایج نشان داد که مقدار علف‌کش، مواد افزودنی و اثر متقابل آنها اثر معنی‌دار بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده داشتند. با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون وزن خشک، تر و بقا تاج‌خروس کاهش و درصد کنترل به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با کاربرد مواد افزودنی مقادیر پارمترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} به‌طور معنی‌دار کاهش یافت و کارایی علف‌کش در کنترل تاج‌خروس به‌طور معنی‌دار افزایش یافت، نتایج نشان داد که بیشترین پتانسیل نسبی علف‌کش در حضور دو ماده افزودنی هیدورمکس و ترند۹۰ به‌دست می‌آید، به‌طوری‌که با استفاده از این دو ماده افزودنی کارایی علف‌کش در کنترل وزن خشک و تر تاج‌خروس ریشه قرمز بیش از سه برابر شد.

واژه‌های کلیدی: ترند، هیدرومکس، ED_{50}

۱. دانش‌آموخته دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و مربی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴. استاد پژوهش، بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران
۵. استاد، گروه شیمی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:e-izadi@um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید در محصولات زراعی، علف‌های هرز می‌باشد که عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهند (۳۲). تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علف هرز غالب در دنیا (۲۶) و کشورمان به‌شمار می‌رود (۳). این گیاه دارای طبیعت رشد نامحدود است که برای رشد به دمای بالا و نور شدید نیاز دارد و از مسیر فتوسنتزی سی‌چهار (C۴) و قدرت رقابت زیادی برخوردار است که می‌تواند عملکرد گیاهان زراعی را کاهش دهد (۲۶). به‌طوری‌که عملکرد دانه آفتابگردان در حضور ۱۵ بوته آن در مترمربع ۱۲ درصد کاهش می‌یابد (۲۶)، همچنین تراکم‌های ۰/۵ تا ۸ بوته آن در مترمربع قادر است عملکرد ذرت دانه‌ای تا ۳۴ درصد (۱۹) و تراکم ۱۲ بوته در مترمربع آن می‌تواند عملکرد سورگوم دانه را ۴۸ درصد کاهش دهد (۲۰).

علف‌کش نیکوسولفورون از گروه سولفونیل اوره است، که به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل برخی علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک ذرت استفاده می‌شود (۳۱). سولفونیل اوره دسته‌ای از علف‌کش‌ها هستند که بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است و مانع ساخت اسیدهای آمینه زنجیره‌ای می‌باشند (۱۶). از مهم‌ترین ویژگی علف‌کش سولفونیل اوره، کارایی مطلوب آن در کنترل علف‌های هرز، مقدار مصرف کم آنها در واحد سطح و سمیت کم برای پستانداران می‌باشد، اما از معایب این علفکش‌ها می‌توان به ریسک مقاومت بالا (۳۶) و فعالیت زیستی و زیست‌ماندگاری (Biopersistant) بالای آنها در خاک اشاره نمود (۱۸). مطالعات نشان داده است که تنها بخش خیلی کمی از علف‌کش مصرفی (۰/۱٪>) به محل عمل می‌رسند (۳۰) و باقی‌مانده آن می‌تواند مشکلات زیست محیطی ایجاد کنند (۱۵). بنابراین کاهش مصرف علف‌کش‌ها توأم با بهینه‌سازی مصرف آنها با استفاده از مواد افزودنی از مهم‌ترین راهکارهای است که می‌توان خسارت علف‌کش‌ها را به حداقل رساند (۲۳ و ۱۱).

مواد افزودنی یا در زمان تولید در فرمولاسیون علف‌کش به‌کار می‌رود، یا می‌توانند همراه با علف‌کش در زمان مصرف به‌صورت مخلوط در تانک سم‌پاش مورد استفاده قرار بگیرد (۵). این مواد با تأثیر بر کشش سطحی از طریق کاهش زاویه تماس (۴۱ و ۳۷) و تأثیر بر اندازه قطرک‌های سم و تغییر الگوی پاشش (۳۸) می‌توانند روی نشست علف‌کش (۴۱)، جذب و انتقال علف‌کش (۳۸) مؤثر باشند. همچنین مواد افزودنی با ایجاد تأخیر در کریستاله شدن (۵)، کاهش تبخیر (۳۳) و تجزیه نوری علف‌کش (۳۹) می‌توانند کارایی علف‌کش در کنترل علف‌های هرز را افزایش دهند (۱،۶). ایزدی و همکاران (۱۶) عقیده دارند که یک ارتباط منفی بین پتانسیل نسبی علف‌کش با نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع در مواد افزودنی وجود دارد (۱۶) به‌طوری‌که با افزایش تعداد باند و طول زنجیره هیدروکربنی اسیدهای چرب غیراشباع، کشش سطحی افزایش می‌یابد (۱۷ و ۱۶). همچنین افزودنی‌های روغنی با حل کردن و تخریب موم کوتیکول و ایجاد ترک بر روی این لایه می‌توانند به نفوذ و انتقال ماده مؤثره علف‌کش به بافت گیاه کمک کنند (۱۶). از این‌رو امروزه، استفاده از مویان‌های روغنی به‌عنوان عوامل نفوذ دهنده جهت بهبود انتقال ماده مؤثره از سطح هدف (کوتیکول) به بافت‌های گیاهی کاربرد فراوانی دارد (۳۴). به‌طوری‌که با کاربرد روغن گیاهی غلیظ، مقدار کاربرد علف‌کش‌ها و مقدار روغن‌هایی که به‌عنوان حامل استفاده می‌شوند را کاهش داده‌اند (۱۳). به‌عنوان مثال، با پیدایش فناوری کاربرد لیستین سویا نفوذ علف‌کش افزایش یافته است. عقیده بر این است که این ماده با تشکیل ساختاری به‌نام لیپوزوم نفوذ ماده سمی را افزایش می‌دهد، در این ساختار علف‌کش به‌صورت کپسول در آمده و می‌تواند به‌طور آزادانه از بین کوتیکول گیاه عبور کند (۳۴). مطالعات نشان داده است که سرعت تجزیه و متابولیسم افزودنی‌های گیاهی در مقایسه با مواد معدنی بیشتر است (۷) بنابراین با کاربرد مواد افزودنی گیاهی می‌توان مقدار خسارتی که به محیط زیست وارد کند تا حدی کاهش داد (۱۷). در همین راستا، ایزدی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که با کاربرد مواد افزودنی روغن گیاهی کرچک (*Ricinus communis* L.)، زیتون (*Olea europaea* L.)،

www.SID.ir

سویا (*Glycine max* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، بادام تلخ (*Prunus amygdalus* Batsch)، بادام شیرین (*Prunus nana* L) و کلزا (*Brassica napus* L) با علف‌کش‌های ایمازامتابنزمتیل، ستوکسیدم و سولفوسولفورون می‌توان کارایی کنترل یولاف وحشی (*Avena fatua L.*) به‌طور معنی‌داری افزایش داد. آنها ماده افزودنی روغن پنبه‌دانه را به‌عنوان مؤثرترین ماده افزودنی در بهبود کارایی علف‌کش‌های معرفی کردند. موسوی‌نیک و همکاران (۲۷) نیز در بررسی اثر مواد افزودنی آدیگور، سیتوگیت، ولک و سیتوهف در کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل علف‌های هرز فالاریس (*Phalaris minor* Retz.)، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و چچم (*Lolium temulentum* L.) گزارش کردند که روغن ولک بیشترین تأثیر در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل چچم، علف قناری و یولاف وحشی دارد و آدیگور کمترین اثر در کنترل یولاف وحشی داشت. از سوی دیگر، اثر ماده افزودنی سیتوهف در افزایش کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل یولاف وحشی مؤثرتر از سیتوگیت بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد با کاربرد مناسب مواد افزودنی می‌توان مقدار مصرف علف‌کش را بدون ایجاد نقصانی در کارایی آن کاهش داد که از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی اهمیت دارد، لذا این آزمایش با هدف بهینه‌سازی مصرف علف‌کش نیکوسولفوورن با استفاده از مواد افزودنی در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر مواد افزودنی بر کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. بذر تاج‌خروس از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در طی سال ۱۳۹۲جمع‌آوری شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. قبل از انجام آزمایش ابتدا قوه نامیه بذر تست شد و خواب بذور با یک دقیقه قرار دادن در اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) شکسته شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد مواد افزودنی در ۱۱ سطح شامل، روغن پنبه‌دانه (*Gossypium hirsutum* L)، منداب (*Eruca sativa* L)، سویا (*Glycine max* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، آدیگور (روغن کلزای متیله شده، ماده افزودنی علف‌کش پینوکسادن)، ولک (۸۰ درصد پارافین، ۱۸ درصد آب، دو درصد سورفاکتانت) و هیدرومکس (۹۰ درصد عصاره یوکا، دو درصد اسید هیومیک، ۵ درصد سورفاکتانت)، سیتوگیت (۱۰۰ درصد آلکیل‌آریل پلی‌گلیکول اتوکسیلات)، ترند۹۰ (ایزودسیل الکل اتوکسیلات) و دی‌اُکتیل (سدیم سولفوسوکسینات به‌همراه مقداری مس و مولیبدن) به‌همراه شاهد بدون کاربرد مواد افزودنی بود. روغن‌های گیاهی به‌صورت خالص از شرکت سه گل نیشابور و مواد افزودنی آدیگور (شرکت گیا- ایران)، ولک (لاله پارس- ایران)، هیدرومکس (آرمان سبز- ایران)، سیتوگیت (ترنم پارس- ایران)، ترند۹۰ (دوپونت امریکا) و دی‌اُکتیل (آرمان سبز- ایران) تهیه شد. مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (کروز ۴٪ SC، شرکت دوپونت آمریکا) در شش سطح صفر (شاهد)، ۲۵/۶، ۵/۱۲، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش (مقدار توصیه شده دو لیتر در هکتار)، معادل صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود. برای حل کردن روغن‌های گیاهی در آب از ماده افزودنی سیتوگیت به‌عنوان امولسیفایر با نسبت ۹:۱ درصد حجمی (۹۰ درصد روغن ۱۰ درصد سیتوگیت) با همدیگر مخلوط شدند، مواد افزودنی پنبه‌دانه، منداب، سویا، ذرت، ولک و هیدرومکس به‌مقدار ۵/۰ درصد حجمی(v/v) و ترند۹۰، دی‌اکتیل و سیتوگیت به‌مقدار ۰/۲ درصد حجمی(v/v) استفاده شد.

بذرها در داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر حاوی خاک زراعی، خاک برگ و ماسه بادی به نسبت ۱:۱:۲ در عمق ۱ سانتی‌متری قرار گرفتند. بافت خاک گلدان لوم شنی (۷۶ درصد شن، ۲۴ درصد سیلت، ۰/۳ درصد، ۰/۴۸ درصد ماده آلی، با اسیدیته ۷/۸ بود. گلدان‌ها در

www.SID.ir

دمای ۲۵ دمای درجه سانتی‌گراد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با رطوبت ۶۰ نسبی درصد نگهداری شد. آبیاری به‌صورت سطحی به‌صورت روزانه یا هر یک روز در میان انجام شد به‌طوری‌که لایه سطحی خاک خشک نشود. بعد از رسیدن گیاهان به مرحله دو برگی حقیقی تعداد بوته در هر گلدان به ۵ بوته تنک شدند. کوددهی با استفاده از محلول کودی N-P-K با نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ با غلظت ۳۰ گرم در لیتر انجام شد. سم‌پاشی در مرحله ۳ تا ۴ برگی با استفاده از سم‌پاش متحرک ریلی مدل ماتابی مجهز به نازل بادبزنی یکنواخت (۸۰۰۲) با عرض پاشش یک متر با حجم محلول مصرفی ۲۹۰ لیتر در هکتار و فشار ثابت ۲۰۰ کیلو پاسکال انجام شد. چهار هفته بعد از سم‌پاشی درصد بقا، از طریق نسبت تعداد بوته‌های باقی‌مانده به تعداد بوته اولیه تعیین گردید، سپس بوته‌های هر گلدان برداشت و وزن تر و خشک (بعد از گذاشتن نمونه‌ها در دمای ۶۸ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت) اندازه‌گیری شد. پاسخ صفات مختلف به دزهای علف‌کش با روش رگرسیون غیرخطی و با استفاده از نرم‌افزار R 2.1.0 آنالیز شد. تمامی‌داده‌ها با استفاده از معادله چهار پارامتری لجستیک (معادله ۱) برازش داده شدند و مواردی که حد پایین معنی‌دار نبود از معادله سه پارامتری استفاده شد، در نهایت غلظت لازم علف‌کش نیکوسولفورون برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش وزن تر و خشک تاج‌خروس محاسبه گردید.

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + \exp^{(b\ (\log(x) - \log(ED_{50})))}} \qquad (1)$$

در معادله یک Y وزن خشک علف هرز، غلظت علف‌کش (X)، پارامتر D و C به‌ترتیب حد بالا و پایین، b شیب منحنی در نقطه ED_{50}، پارامتر ED_{50} غلظت لازم علف‌کش نیکوسولفورون برای ۵۰ درصد کاهش وزن زیست‌توده تاج‌خروس ریشه قرمز است (۲۸). همچنین برای تعیین پتانسیل نسبی علف‌کش از معادله دو استفاده شد. در این معادله R پتانسیل نسبی، ED_{50} و ED_{50} + adj به‌ترتیب مقدار علف‌کش بدون و با ماده افزودنی برای کاهش ۵۰ درصد زیست‌توده علف هرز است (۲۸). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات وزن خشک، تر و درصد کنترل و بقا نسبت به شاهد بدون کاربرد علف‌کش با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد با نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. نمودارها به کمک نرم‌افزارهای R 2.1.0 و Sigma Plot 12.5 رسم شدند.

$$R = \frac{ED_{50}}{ED_{50+adj}} \qquad (2)$$

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار علف‌کش و ماده افزودنی اثر معنی‌دار بر وزن خشک، تر، بقا و درصد کنترل دارد. همچنین کنش متقابل مقدار علف‌کش و ماده افزودنی به‌جز وزن خشک و درصد بقا در سایر صفات معنی‌دار بود (جدول ۱).

وزن خشک و تر علف هرز تاج‌خروس

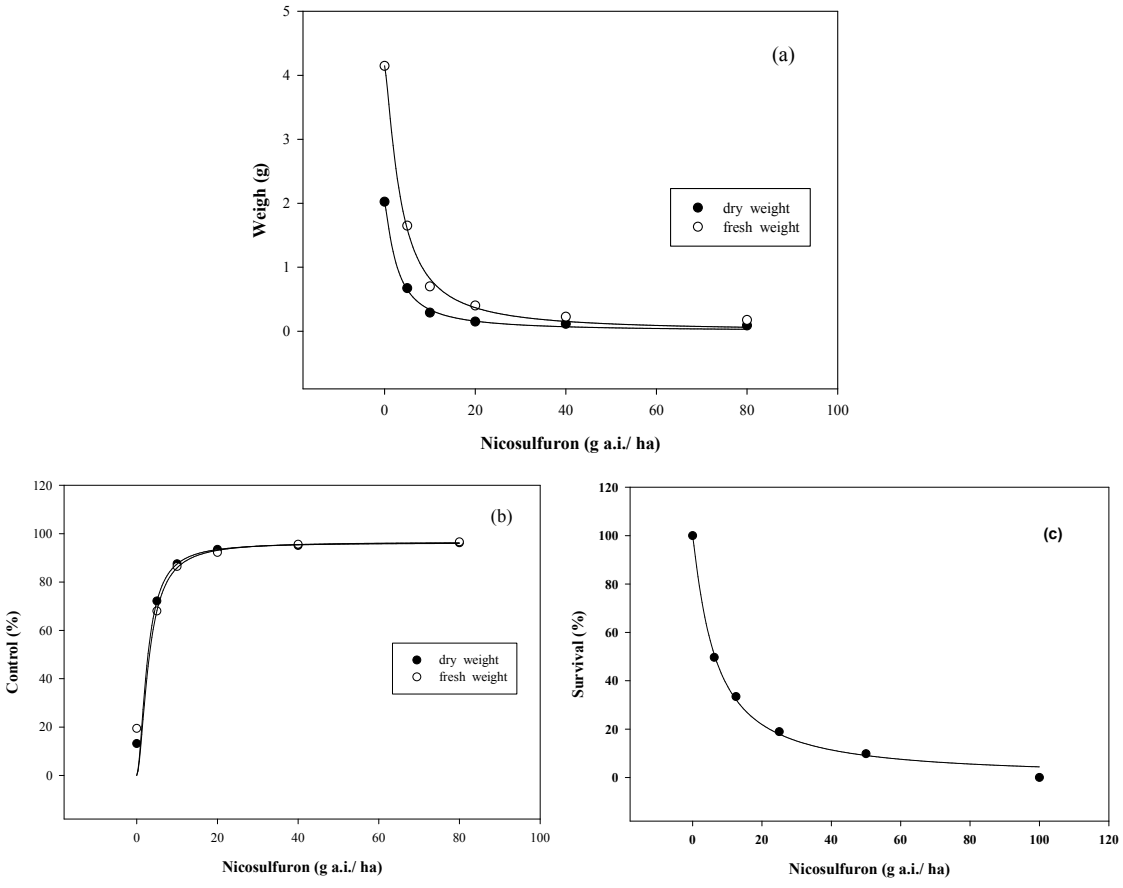
نتایج واکنش تاج‌خروس ریشه قرمز به‌مقدار کاربردی علف‌کش نیکوسولفورون نشان داد که با افزایش مقدار علف‌کش مصرفی وزن خشک، تر و درصد بقا این علف هرز کاهش و درصد کنترل به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۱). به‌طوری‌که مقدار غلظت لازم علف‌کش برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک، تر و بقا تاج‌خروس به‌ترتیب ۲/۷۳، ۳/۵۲ و ۶/۴۶ گرم ماده مؤثره در هکتار (معادل ۰/۰۶۸، ۰/۰۸۸ و ۰/۱۱ لیتر در هکتار ماده تجاری) بود و برای کنترل ۵۰ درصد وزن خشک و تر این علف هرز به‌ترتیب ۲/۶۶ و ۳/۰۳ گرم ماده مؤثره در هکتار (معادل ۰/۰۶۶ و ۰/۰۷۶ لیتر در هکتار ماده تجاری) نیاز است (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که با کاربرد ۴۰ گرم ماده مؤثره علف‌کش (۵۰ درصد دز توصیه شده) وزن خشک و تر این علف هرز ۹۵ درصد کنترل می‌شود و بقای آن به ۱۲ درصد کاهش می‌یابد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های سرابی و همکاران (۳۵) و باغستانی و همکاران (۳) مبنی بر کارایی مطلوب علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز مطابقت دارد. ممنوعی و باغستانی (۲۵) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس مقادیر مصرف علف‌کش و ماده افزودنی تاج‌خروس ریشه قرمز

منابع تغییر	df	میانگین مربعات				
		وزن خشک	درصد کنترل وزن خشک	وزن تر	درصد کنترل وزن تر	درصد بقا
تکرار	۲	۰/۱۹**	۳۷۴**	۰/۶۴**	۱۸۱**	۷۳۱**
مقدار کاربرد علف‌کش (H)	۵	۲۵**	۶۰۷۰۹**	۱۰۳**	۶۰۲۸۲**	۵۴۶۹۹**
ماده افزودنی (A)	۱۰	۰/۱۵**	۴۰۱**	۱/۸۴**	۴۷۷**	۸۰۹**
H × A	۵۰	۰/۲۹	۱۱۷**	۰/۲۸**	۱۰۴**	۱۱۴
خطا	۱۹۵	۰/۰۳	۵۶	۰/۱۴	۴۳	۱۲۲
ضریب تغییرات (CV)		۳۰	۱۱	۳۱	۳۱	۳۰

** معنی‌دار در سطح یک درصد



شکل ۱. منحنی دز- پاسخ تاج‌خروس ریشه قرمز به مقادیر مختلف علف‌کش نیکوسولفورون در سطوح مواد افزودنی مختلف

www.SID.ir

جدول ۲. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیونی غیر خطی واکنش تاج‌خروس ریشه قرمز به مقادیر مختلف علف‌کش نیکوسولفورون

صفات	حد بالا (d)	شیب (b)	ED_{50}	P	R^2	RMSE
وزن خشک	۲/۰۳ (۰/۰۵)	۱/۲۴ (۶/۵۴)	۲/۷۳ (۶/۰۹)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۹	۰/۰۰۳
وزن تر	۴/۱۵ (۰/۱۱)	۱/۳۴ (۷/۴۴)	۳/۵۲ (۸/۴۴)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۹	۰/۰۳
درصد بقا	۹۹/۵۶ (۲/۸۱)	۰/۹۸ (۰/۱۷)	۵/۴۵ (۱/۰۶)	۰/۰۰۱	۰/۹۹	۲۴
درصد کنترل وزن خشک	۹۶/۲۴ (۶/۵۹)	−۱/۷۴ (۱/۰۰)	۲/۶۶ (۱/۷۵)	۰/۰۰۰۷	۰/۹۶	۰/۱۱
درصد کنترل وزن تر	۹۶/۵۷ (۹/۸۹)	−۱/۷۵ (۲/۱۴)	۳/۰۳ (۲/۰۹)	۰/۰۰۲۰	۰/۹۲	۱/۱۹

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر مقادیر علف‌کش نیکوسولفورون بر تاج‌خروس ریشه قرمز

مقدار کاربرد علف‌کش	وزن خشک		وزن تر		درصد بقا
(g a.i./h)	(گرم)	(درصد کنترل)	(گرم)	(درصد کنترل)	
۰	۲/۰۳^{a}	۰^{d}	۴/۱^{a}	۰^{e}	۱۰۰^{a}
۵	۰/۶۷^{b}	۷۱^{c}	۱/۶۵^{b}	۶۸^{d}	۴۸^{b}
۱۰	۰/۲۹^{c}	۸۷^{b}	۰/۷۰^{c}	۸۶^{d}	۳۹^{c}
۲۰	۰/۱۵^{d}	۹۳^{a}	۰/۴۰^{d}	۹۲^{b}	۲۳^{d}
۴۰	۰/۱۱^{d}	۹۵^{a}	۰/۲۲^{e}	۹۵^{a}	۱۲^{e}
۸۰	۰/۰۹^{d}	۹۶^{a}	۰/۱۷^{e}	۹۶^{a}	۰^{f}
LSD (۰/۰۵)	۰/۰۷	۳/۱۵	۰/۱۶	۲/۷۷	۴/۶۶

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) است.

نیکوسولفورون به‌همراه بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ (بروماسیدام‌آ) قادر است تراکم و وزن خشک تاج‌خروس را ۹۵ درصد کنترل می‌کند. در گزارش دیگری مشاهده شد که کاربرد کاربرد علف‌کش التیما (نیکوسولفورون + ریم سولفورون) به‌همراه بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ قادر تاج خروس بدل را ۸۵ درصد کنترل کند (۲۴).

اثر کاربرد مواد افزودنی به‌تنهایی (بدون علف‌کش) بر وزن خشک و تر تاج‌خروس ریشه قرمز معنی‌دار نبود (بنابراین از ذکر نتایج آن خودداری شد)، اما کاربرد این مواد با علف‌کش اثر معنی‌دار بر صفات مذکور داشت، به‌طوری‌که با کاربرد این مواد وزن خشک، تر و بقا تاج‌خروس ریشه قرمز به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (جدول ۴). همچنین در حضور مواد افزودنی هیدرومکس، ترند۹۰، دی‌اکتیل، سیتوگیت و آدیگور اثر علف‌کش نیکوسولفورون بر صفات مذکور بیشتر از سایر افزودنی‌ها بود. با این وجود، بیشترین درصد کنترل و کمترین وزن خشک، تر و بقای تاج‌خروس از کاربرد علف‌کش در حضور ماده افزودنی هیدومکس و ترند۹۰ به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد این مواد افزودنی با افزایش نشست علف‌کش (۴۱)، جذب و انتقال علف‌کش (۳۸) در بهبود کارایی علف‌کش نیکوسولفورون نقش داشته باشد. در همین راستا، تلن و همکاران (۴۰) اظهار نمودند که مواد افزودنی‌ها با افزایش جذب علف‌کش کارایی علف‌کش را افزایش می‌دهند. براساس نتایج آزمایش‌های قبل، با کاربرد روغن معدنی کارایی علف‌کش فن‌مدیفام در کنترل سلمه‌تره افزایش یافت (۱۰). همچنین کارایی علف‌کش سولفوسولفورون در کاهش وزن خشک و تر جودره با کاربرد سولفات آمونیوم به‌ترتیب ۲۲ و ۲۳ درصد

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر ماده افزودنی بر وزن خشک، تر، بقای تاج‌خروس و درصد کنترل نسبت به شاهد بدون ماده افزودنی

تیمار	وزن خشک		وزن تر		درصد بقا
	(گرم)	درصد کنترل	(گرم)	درصد کنترل	
روغن پنبه‌دانه	۷۴$^{a-c}$	۰/۵۶$^{b-d}$	۱/۲۳^{bc}	۷۳^{bc}	۳۴$^{c-e}$
روغن منداب	۷۳^{bc}	۰/۵۹^{bc}	۱/۳۱^{b}	۷۳^{c}	۴۰^{bc}
روغن سویا	۷۳^{bc}	۰/۵۹^{bc}	۱/۲۵^{bc}	۷۳^{c}	۳۸$^{c-d}$
روغن ذرت	۷۲^{c}	۰/۶۱^{b}	۱/۳۳^{b}	۷۲$^{a-c}$	۴۳^{b}
آدیگور	۷۶$^{a-c}$	۰/۵۲$^{b-e}$	۱/۰۸$^{c-e}$	۷۲$^{a-c}$	۳۴^{de}
سیتوگیت	۷۶$^{a-c}$	۰/۵۲$^{c-e}$	۱/۰۷$^{c-e}$	۷۵$^{a-c}$	۳۲^{de}
ترند ۹۰	۷۷^{ab}	۰/۴۹^{de}	۰/۹۶^{e}	۷۶^{ab}	۳۱^{e}
دی‌اکتیل	۷۶$^{a-c}$	۰/۵۰$^{c-e}$	۱/۰۲^{de}	۷۶$^{a-c}$	۳۴$^{c-e}$
ولک	۷۴$^{a-c}$	۰/۵۵$^{b-d}$	۱/۲$^{c-d}$	۷۴^{bc}	۴۰^{bc}
هیدرومکس	۷۸^{a}	۰/۴۵^{e}	۰/۹۴^{e}	۷۷^{a}	۳۱^{e}
شاهد	۶۳^{d}	۰/۷۴^{a}	۱/۹۴^{a}	۶۱^{d}	۵۰^{a}
LSD (۰/۰۵)	۲/۲۷	۰/۰۹	۰/۲۱	۳/۷۵	۶/۳

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) است.

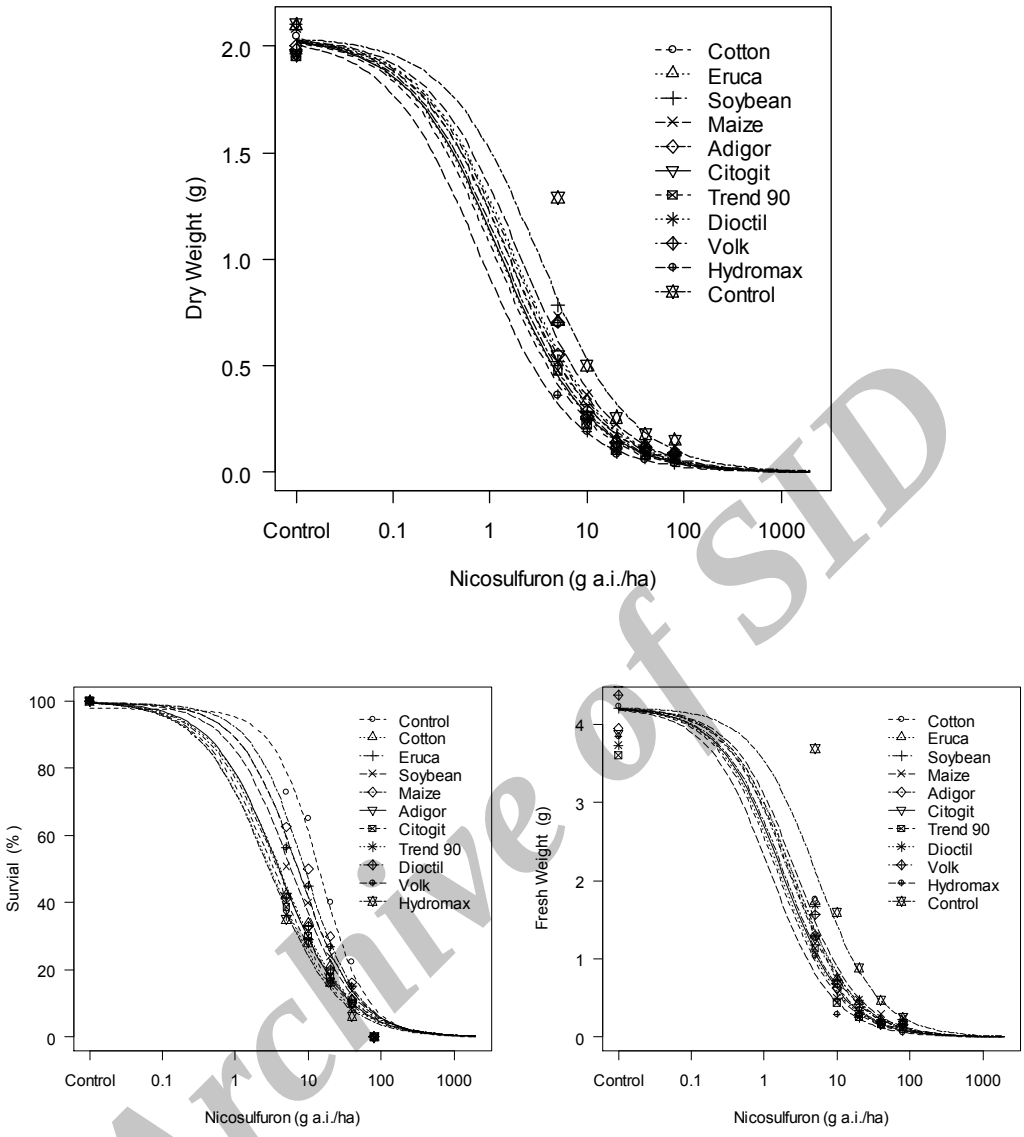
افزایش یافت (۲).

کارایی علف‌کش نیکوسولفورون

نتایج منحنی دز پاسخ وزن خشک و تر تاج‌خروس ریشه قرمز به علف‌کش نشان داد با اضافه کردن ماده افزودنی به علف‌کش، منحنی واکنش به مقدار علف‌کش به سمت چپ منحنی علف‌کش تنها (بدون ماده افزودنی) کشیده شده است. این مطلب نشان می‌دهند که کارایی علف‌کش نیکوسولفورون با کاربرد ماده افزودنی افزایش یافته است (شکل ۲). همچنین نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون غیر خطی و برآوردهای به‌دست آمده از برازش مدل به وزن خشک، تر و بقاء علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز مشخص شد که کاربرد مواد افزودنی با علف‌کش نیکوسولفوورن قادر است پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} به‌طور معنی‌دار کاهش دهد (جدول ۷ و ۶، ۵). با این وجود، اثر مواد افزودنی در کاهش این پارامترها یکسان نبود و سه مواد افزودنی هیدرومکس، ترند۹۰ و دی اکتیل به‌ترتیب کمترین مقادیر ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} نشان دادند. به‌طوری‌که مقدار غلظت لازم علف‌کش نیکوسولفورون برای کاهش ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد وزن خشک، تر و بقاء تاج‌خروس ریشه قرمز در حضور کاربرد هیدرومکس به‌ترتیب ۰/۰۹، ۰/۹۲، ۹/۵ و ۰/۱۳، ۱/۲۳، ۱۱/۷۲ و ۰/۲۷، ۲/۹۰، ۳۱/۲۶ گرم ماده مؤثره در هکتار بود و در غیاب ماده افزودنی به‌ترتیب معادل ۰/۴۶، ۳/۶۸، ۲۹/۴۱ و ۱/۱۱، ۵/۷۶، ۲۹/۹۷ و ۲/۹۰، ۱۴/۶۰، ۷۳/۶۴ گرم ماده مؤثره در هکتار بود (جدول ۷ و ۶، ۵). از سوی دیگر نتایج نشان می‌دهد که با کاربرد مواد افزودنی مقادیر پتانسیل نسبی (R) علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با کاربرد علف‌کش تنها (بدون افزودنی) به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که با کاربرد مواد افزودنی کارایی این علف‌کش در کنترل تاج‌خروس ریشه قرمز بیش از ۲ تا ۴/۵ برابر افزایش یافت و بقاء تاج‌خروس ۲ تا ۵ برابر کاهش پیدا کرد (شکل ۳). بیشترین پتانسیل نسبی علف‌کش از کاربرد دو ماده افزودنی هیدرومکس و ترند۹۰ به‌دست آمد به‌طوری‌که با کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. منحنی دز- پاسخ تاج‌خروس ریشه قرمز به مقادیر مختلف علف‌کش نیکوسولفورون در سطوح مواد افزودنی مختلف

این دو ماده افزودنی کارایی علف‌کش نیکوسولفورون بر مبنای وزن خشک و تر تاج‌خروس به‌ترتیب ۴/۰۳، ۳/۳۸ و ۴/۶۷، ۳/۹۸ برابر گردید (شکل ۳). به بیان ساده‌تر کارایی یک گرم ماده مؤثره نیکوسولفورون در هکتار در حضور هیدرومکس و ترند۹۰ برای کاهش وزن خشک و تر تاج‌خروس معادل کارایی ۴/۰۳، ۳/۳۸ و ۴/۶۷، ۳/۹۸ گرم ماده مؤثره نیکوسولفورون در هکتار تنها است. بنابراین براساس داده‌های پتانسیل نسبی علف‌کش می‌توان مواد افزودنی را طبقه‌بندی نمود، به‌طوری‌که کارایی این علف‌کش بر مبنای وزن خشک تاج‌خروس ریشه قرمز می‌توان به‌ترتیب، هیدرومکس > ترند۹۰ > سیتوگیت > آدیگور > دی اکتیل > روغن سویا > ولک > روغن پنبه‌دانه > روغن منداب > روغن ذرت طبقه بندی نمود. این نتیجه حاکی از آن است که مواد افزودنی هیدرومکس، ترند، دی‌اکتیل و سیتوگیت به‌ترتیب در زمره مطلوب‌ترین مواد افزودنی می‌باشند،

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵. پارامترهای برآورد شده رگرسیون غیر خطی برای واکنش وزن خشک تاج‌خروس به علف‌کش در سطوح مختلف مواد افزودنی

تیمار	حد بالا (d)	شیب (b)	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}	R^2	RMSE
۱	۲/۰۶ (۰/۲۶)	۰/۹۴ (۰/۱۵)	۰/۱۶ (۰/۱۲)	۱/۶۵ (۰/۶۹)	۱۷/۱۴ (۳/۳۱)	۰/۹۶	۰/۰۲
۲	۲/۱۱ (۰/۲۷)	۰/۹۱ (۰/۱۴)	۰/۱۵ (۰/۱۲)	۱/۷۰ (۰/۷۲)	۱۹/۰۹ (۴/۱۶)	۰/۹۴	۰/۰۳۴
۳	۲/۱۲ (۰/۲۷)	۰/۸۶ (۰/۱۴)	۰/۱۱ (۰/۰۹)	۱/۴۰ (۰/۶۶)	۱۸/۰۴ (۵/۰۲)	۰/۸۷	۰/۰۸۷
۴	۲/۱۰ (۰/۲۷)	۰/۸۸(۰/۱۵)	۰/۱۵ (۰/۱۲)	۱/۸۴ (۰/۷۸)	۲۲/۱۴ (۵/۰۲)	۰/۹۵	۰/۵۶
۵	۲/۰۱ (۰/۲۶)	۰/۸۶ (۰/۱۵)	۰/۰۹ (۰/۰۸)	۱/۵۰ (۰/۶۱)	۱۵/۵۹ (۳/۶۲)	۰/۹۸	۰/۰۰۷
۶	۱/۹۷ (۰/۲۶)	۰/۸۶ (۰/۱۵)	۰/۰۹ (۰/۰۸)	۱/۱۵ (۰/۵۹)	۱۴/۹۵ (۳/۵۰)	۰/۹۷	۰/۰۱۱
۷	۱/۹۷ (۰/۲۵)	۰/۸۸ (۰/۱۵)	۰/۰۹ (۰/۰۸)	۱/۰۹ (۰/۵۶)	۱۳/۰۹ (۳/۰۰)	۰/۹۹	۰/۰۰۵
۸	۱/۹۸ (۰/۲۶)	۰/۸۹ (۰/۱۵)	۰/۱۰ (۰/۰۹)	۱/۲۲ (۰/۶۰)	۱۴/۵۰ (۳/۲۹)	۰/۹۸	۰/۰۰۶
۹	۲/۰ (۰/۲۶)	۰/۸۹ (۰/۱۵)	۰/۱۲ (۰/۱۰)	۱/۴۵ (۰/۶۷)	۱۷/۷۳ (۴/۰۵)	۰/۹۲	۰/۰۴۴
۱۰	۱/۹۶ (۰/۲۵)	۰/۹۴ (۰/۱۶)	۰/۰۹ (۰/۰۸)	۰/۹۲ (۰/۴۸)	۹/۵۰ (۲/۱۹)	۰/۹۹	۰/۰۰۳
۱۱	۲/۱۹ (۰/۲۷)	۱/۰۶ (۰/۱۴)	۰/۴۶ (۰/۲۴)	۳/۶۸ (۱/۰۶)	۲۹/۴۱ (۵/۷۹)	۰/۹۰	۰/۰۵۸

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

۱. نیکوسولفورون + روغن پنبه‌دانه، ۲. نیکوسولفورون + روغن منداب، ۳. نیکوسولفورون + روغن سویا، ۴. نیکوسولفورون + روغن ذرت، ۵. نیکوسولفورون + آدیگور، ۶. نیکوسولفورون + سیتوگیت، ۷. نیکوسولفورون + ترند۹۰، ۸. نیکوسولفورون + دی‌اکتیل، ۹. نیکوسولفورون + ولک، ۱۰. نیکوسولفورون + هیدرومکس، ۱۱. نیکوسولفورون (شاهد)

جدول ۶. پارامترهای برآورد شده رگرسیون غیر خطی برای واکنش وزن تر تاج‌خروس به علف‌کش در سطوح مختلف مواد افزودنی

تیمار	حد بالا (d)	شیب (b)	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}	R^2	RMSE
۱	۴/۳۱ (۰/۵۷)	۱/۱۱ (۰/۱۶)	۰/۳۷ (۰/۲۱)	۲/۶۲ (۰/۸۶)	۱۹/۰۹ (۳/۶۷)	۰/۹۷	۰/۰۶۱
۲	۴/۵۴ (۰/۶۰)	۰/۹۶ (۰/۱۵)	۰/ ۲۱(۰/۱۵)	۲/۰۲ (۰/۸۱)	۱۹/۹۸ (۴/۳۲)	۰/۹۲	۰/۲۰
۳	۱/۸۳ (۰/۵۷)	۰/۹۲ (۰/۱۵)	۰/۱۹ (۰/۱۵)	۲/۰۲ (۰/۸۶)	۲۱/۹۱ (۵/۰۷)	۰/۹۰	۰/۲۳
۴	۴/۵۷ (۰/۶۰)	۰/۷۸ (۰/۱۵)	۰/۱۵ (۰/۱۳)	۱/۸۷ (۰/۸۳)	۲۳/۱۲ (۵/۵۳)	۰/۹۵	۰/۱۱
۵	۳/۹۸ (۰/۵۵)	۰/۱۰ (۰/۱۶)	۰/۲۱ (۰/۱۶)	۱/۹۴ (۰/۷۹)	۱۷/۶۰ (۳/۸۲)	۰/۹۸	۰/۰۲
۶	۳/۹۱ (۰/۵۴)	۰/۹۳ (۰/۱۶)	۰/۱۵ (۰/۱۳)	۱/۶۲ (۰/۷۴)	۱۷/۰۷ (۳/۹۵)	۰/۹۵	۰/۰۸۶
۷	۳/۶۲ (۰/۵۱)	۰/۹۱ (۰/۱۶)	۰/۱۳ (۰/۱۲)	۱/۴۵ (۰/۷۲)	۱۶/۱۳ (۳/۹۰)	۰/۹۶	۰/۰۶۳
۸	۳/۷۷ (۰/۵۳)	۱/۰ (۱۷)	۰/۲۰ (۰/۱۵)	۱/۸۳ (۰/۷۶)	۱۶/۴۱ (۳/۵۸)	۰/۹۷	۰/۰۴۳
۹	۴/۴۱(۰/۵۹)	۱/۰۱ (۰/۱۶)	۰/۲۴ (۰/۱۶)	۲/۰۹ (۰/۷۹)	۱۸/۳۵ (۳/۸۱)	۰/۹۶	۰/۰۸۶
۱۰	۳/۸۶ (۰/۵۴)	۰/۹۸ (۰/۱۷)	۰/۱۳ (۰/۱۱)	۱/۲۳ (۰/۶۰)	۱۱/۷۲ (۲/۲۷)	۰/۹۶	۰/۰۷۷
۱۱	۵/۰۷ (۰/۶۱)	۱/۳۳ (۰/۱۶)	۱/۱۱ (۰/۴۲)	۵/۷۶ (۱/۲۶)	۲۹/۹۷ (۴/۸۷)	۰/۸۵	۰/۵۸

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

۱. نیکوسولفورون + روغن پنبه‌دانه، ۲. نیکوسولفورون + روغن منداب، ۳. نیکوسولفورون + روغن سویا، ۴. نیکوسولفورون + روغن ذرت، ۵. نیکوسولفورون + آدیگور، ۶. نیکوسولفورون + سیتوگیت، ۷. نیکوسولفورون + ترند۹۰، ۸. نیکوسولفورون + دی‌اکتیل، ۹. نیکوسولفورون + ولک، ۱۰. نیکوسولفورون + هیدرومکس، ۱۱. نیکوسولفورون (شاهد)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷. پارامترهای برآورد شده رگرسیون غیر خطی برای واکنش بقا تاج‌خروس به علف‌کش در سطوح مختلف مواد افزودنی

تیمار	حد بالا (d)	شیب (b)	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}	R^2	RMSE
۱	۹۹/۷۸ (۵/۶۴)	۰/۹۱ (۰/۱۹)	۰/۳۷ (۰/۲۷)	۴/۰۹ (۱/۱۲)	۴۵/۵۳ (۱۶/۵۳)	۰/۹۳	۷۸
۲	۹۹/۴۴ (۵/۶۶)	۱/۰۷ (۰/۱۸)	۰/۹۴ (۰/۴۴)	۷/۳۲ (۱/۳۷)	۵۷/۰۰ (۱۶/۹۳)	۰/۹۲	۹۵
۳	۹۹/۶۵ (۵/۶۵)	۱/۰۷ (۱/۲۳)	۰/۶۶ (۰/۳۶)	۵/۸۶ (۱/۲۳)	۵۲/۰۳ (۱۶/۷۸)	۰/۹۰	۱۳۱
۴	۹۹/۲۱ (۵/۶۱)	۱/۱۶ (۰/۱۸)	۱/۳۷ (۰/۵۶)	۹/۰۷ (۱/۵۳)	۵۱/۹۱ (۱۶/۱۶)	۰/۸۹	۱۴۳
۵	۹۹/۸۱ (۵/۶۴)	۰/۹۵ (۰/۲۰)	۰/۳۹ (۰/۲۸)	۳/۹۷ (۱/۰۷)	۴۰/۴۲ (۱۴/۳۱)	۰/۹۱	۱۱۴
۶	۹۹/۹۳ (۶/۴۷)	۱/۰۰ (۰/۱۸)	۰/۳۰ (۰/۲۵)	۳/۳۵ (۱/۰۶)	۳۸/۰۲ (۱۴/۲۶)	۰/۹۳	۸۹
۷	۹۹/۸۸ (۵/۶۳)	۰/۹۰ (۰/۲۲)	۰/۲۶ (۰/۲۴)	۳/۰۲ (۱/۰۴)	۳۴/۵۱ (۱۳/۰)	۰/۹۲	۹۷
۸	۹۹/۸۱ (۵/۶۴)	۰/۹۰ (۰/۲۰)	۰/۳۴ (۰/۲۴)	۳/۸۴ (۱/۱۰)	۴۳/۶۶ (۱۶/۱۲)	۰/۸۱	۲۶۸
۹	۹۹/۴۵ (۵/۶۶)	۱/۰۷ (۰/۱۸)	۰/۹۴ (۰/۴۴)	۷/۳۲ (۱/۳۶)	۵۷/۰۰ (۱۶/۹۳)	۰/۸۵	۱۹۳
۱۰	۹۹/۸۷ (۵/۶۳)	۰/۹۲ (۰/۲۳)	۰/۲۷ (۰/۲۴)	۲/۹۰ (۱/۰۱)	۳۱/۲۶ (۱۱/۵۱)	۰/۹۵	۶۳
۱۱	۹۷/۶۵ (۵/۷۴)	۱/۳۴ (۰/۲۴)	۲/۹۰ (۱/۰۵)	۱۴/۶۰ (۲/۲۹)	۷۳/۶۴ (۱۷/۱۱)	۰/۹۱	۱۱۵

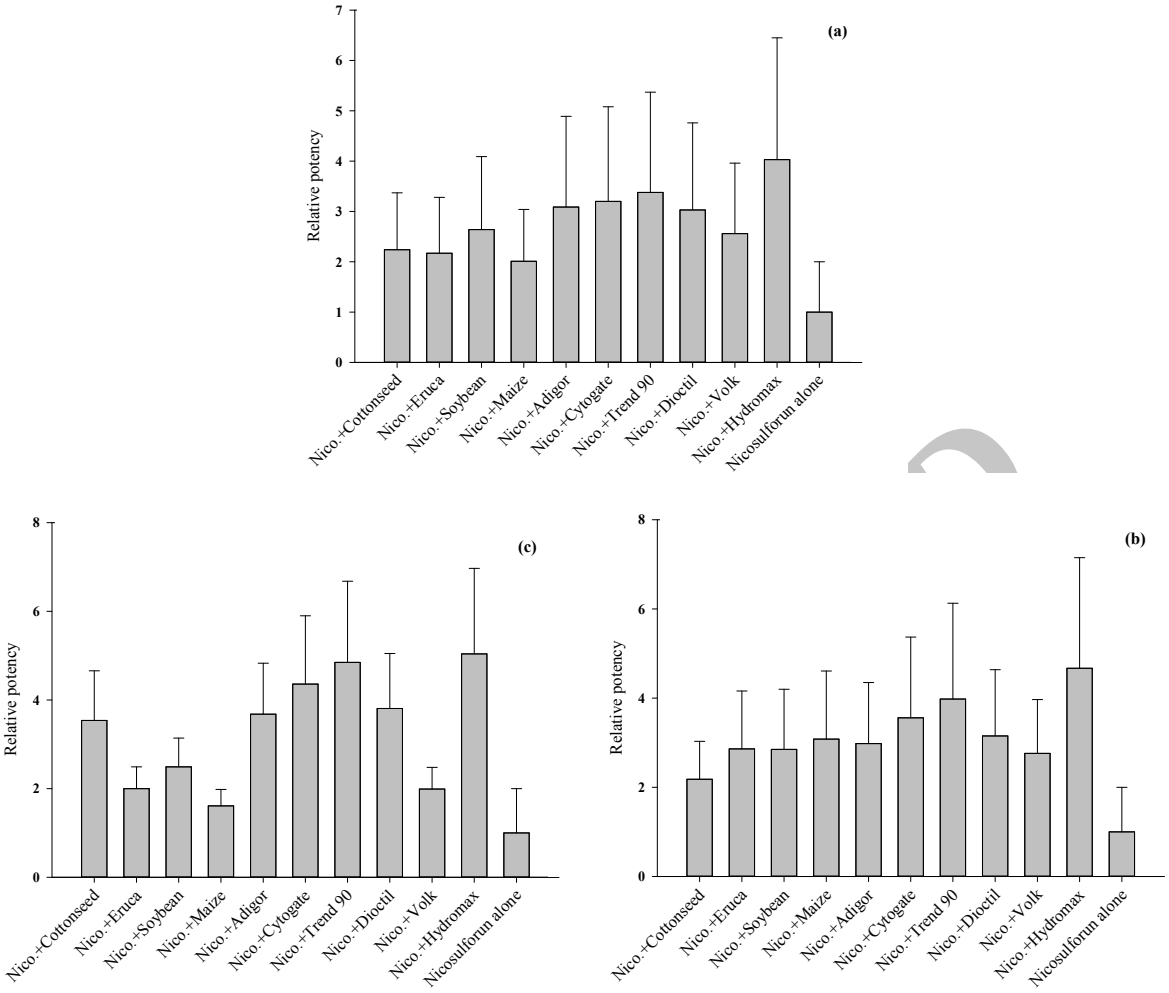
اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

۱. نیکوسولفرون + روغن پنبه‌دانه، ۲. نیکوسولفرون + روغن منداب، ۳. نیکوسولفرون + روغن سویا، ۴. نیکوسولفرون + روغن ذرت، ۵. نیکوسولفرون + آدیگور، ۶. نیکوسولفرون + سیتوگیت، ۷. نیکوسولفرون + ترند۹۰، ۸. نیکوسولفرون + دی‌اکتیل، ۹. نیکوسولفرون + ولک، ۱۰. نیکوسولفرون + هیدرومکس، ۱۱. نیکوسولفرون (شاهد)

در مقابل روغن ذرت و ولک با کمترین اثر ضعیف‌ترین کارایی از خود بروز دادند (شکل ۳).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد مواد افزودنی می‌تواند کارایی کنترل علف‌های را بهبود دهد. در همین راستا ایزدی و علی‌وردی (۱۶) اظهار کردند که کاربرد مواد افزودنی کرچک، زیتون، کانولا، سویا، پنبه، کنجد، برزک (*Linum usitatissimum* L.)، کلزا، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annus* L.)، ذرت، گلرنگ (*Carthamus lanatus* L.) و نارگیل (*Cocos nucifera* L.) با دو علف‌کش آپیروس (سولفوسولفورون) و توتال (سولفوسولفورون + متسولفورون متیل) قادرند کارایی کنترل جودره (*Hordeum spontaneum Koch.*) را افزایش دهند و مقدار پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} را به‌طور معنی‌دار کاهش دهند. براساس نتایج چیت‌بند و همکاران (۸) با کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و فریگیت در اختلاط یا کاربرد تنهای دو علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون و کلودینافوپ پروپارژیل می‌توان کارایی کنترل یولاف وحشی را به‌طور معنی‌دار افزایش داد. همچنین آنها افزودند که اثر سیتوگیت در افزایش کارایی علف‌کش‌ها بیشتر از فریگیت می‌باشد. در آزمایشی مشخص شد با افزودن سولفات آمونیوم یا ماده ایکس‌چنج (X-change) می‌توان کارایی علف‌کش گلیفوسیت در کنترل خارشتر افزایش داد (۴). کارایی اختلاط علف‌کش گلیفوسیت و توفوردی در کنترل شیرین‌بیان (*Glylycyrrhiza glabra* L.) می‌توان با سولفات آمونیوم، نیترات اوره- آمونیوم، تیوسولفات آمونیوم و ای‌دی‌تی‌آ (EDTA) افزایش داد (۲۹). در آزمایش دیگری مشاهده شد با کاربرد ماده افزودنی فرگیت، کارایی علف‌کش کوئین‌کلراک در کنترل علف‌های هرز شیرتیغک (*Sonchus oleraceus* L.) و بی‌تی‌راخ (*Galium aparine* L.) افزایش یافت (۴۲). همچنین کارایی علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus- galli* (L.) P.*Beauv.*) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti Mediucus.*) نیز با کاربرد مواد افزودنی

www.SID.ir



شکل ۳. نمودار پتانسیل نسبی علف‌کش بر مبنای وزن خشک (a)، وزن تر (b) و بقا (c) تاج‌خروس ریشه قرمز در سطوح مواد افزودنی، خطوط بر روی هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

کونتاکت (Contact) و رنول (Renol) به‌طور معنی‌دار افزایش یافت و مقدار $ED_{۹۰}$ وزن خشک اندام هوایی سوروف و گاو پنبه در تیمارهای بدون افزودنی، کونتاکت و رنول به‌ترتیب ۵/۸۸، ۷/۲۸، ۳/۲۶ و ۵/۱۵۳، ۹/۳۶ و ۹/۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود (۱۲). در آزمایشی با کاربرد مواد افزودنی آدیگور و پروپل (propel) کارایی علف‌کش‌های کلودینافوپ، هالوکسی‌فوپ‌پی‌متیل و دایفنزوکوات متیل‌سولفات در کنترل یولاف وحشی افزایش یافت، همچنین گزارش شد که اثر پروپل در افزایش کارایی علف‌کش‌ها بیشتر از ادیگور است (۱۴). در مطالعات کوچاراسکی و سادوویسکی (۲۲) اذعان شده که مواد افزودنی اتپلوس (Atplus 60 EC)، آدپروس (Adpros 85 SL) و ترند می‌توانند کارایی علف‌کش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفومیسیت در کنترل علف‌های‌هرز چغندر قند را افزایش دهند. در گزارش دیگری کوچارسکی (۲۱) اظهار کرد که مواد افزودنی المیکس (Olemix 84 EC) و آکتیروب (Actirob 842 EC)، بریک‌ترو (Break Thru S-240) می‌تواند کارایی علف‌کش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفومیسیت را افزایش دهند. مطالعات دیگر نیز نشان دادند با کاربرد ماده افزودنی کارایی علف‌کش‌های گلیفوسیت (۹) دیکلوفوپ‌متیل، سیکلوکسیدم، کلودینافوپ پروپارژیل (۳۴)، ایمازامتابنز متیل و سولفوسولفورون (۱۷ و ۱۶).

www.SID.ir

افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در این آزمایش با کاربرد ماده افزودنی مقادیر پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل تاج‌خروس به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. همچنین با کاربرد مواد افزودنی کارایی (پتانسیل نسبی) علف‌کش نیکوسولفورون در کنترل این علف هرز نیز به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. به‌طوری‌که دو ماده افزودنی هیدرومکس و ترند۹۰ به‌عنوان مطلوب‌ترین مواد افزودنی بودند که بیشترین پتانسیل نسبی علف‌کش داشتند و می‌تواند به‌عنوان تیمارهای برتر در این آزمایش معرفی شوند. همچنین با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین مشکلات علف‌کش نیکوسولفورون، پسماند فعال آنها در محصولات تناوبی است، پس با انتخاب مناسب ماده افزودنی به‌همراه کاربرد مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش ضمن توجه به ملاحظات زیست محیطی، می‌تواند در بهبود کارایی علف کش‌ها در کنترل علف‌های هرز نقش‌آفرینی کند.

منابع مورد استفاده

1. Aliverdi, A., M. H. Rashed-Mohassel, E. Zand and M. Nassiri-Mahallati. 2009. Increased foliar activity of clodinafop propargyl and tribenuronmethyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biology and Management* 9: 292–299.
2. Babaei, S., H. Alizadeh, M. A. Baghestani and M. R. Naqhavi. 2014. Effect of some adjuvants on sulfosulfuron efficacy in hordeum spontaneum control in wheat fields. *Iranian Journal of Weed Science* 10: 121-132. (In Farsi)
3. Baghestani, M. A., E. Zand, F. Lotfi-Mavi, H. Esfadiari, R. Pourazar and E. Mamnoie. 2013. Evaluation of spectrum efficacy of registered herbicides used in corn. *Journal of Plant Pests and Diseases* 81: 100-122. (In Farsi).
4. Bazoobandi, M., M. Abbas poor, H. Torabi and P. Keshavarz. 2013. Effects of additive to ease hard water impacts as a carrier on glyphosate (Roundup SL 41%) efficiency and its effect on some growth parameters of camelthorn (*Alhagi psedoalhagi*). *Iranian Journal of Weed Science* 175-185. (In Farsi)
5. Bunting, J. A., C. L. Sprague and D. E. Riechers. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. *Crop Protection* 23: 361–366.
6. Bunting, J., C. L. Spar age and D. E. Riechers. 2005. Incorporating Foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology* 19: 160– 167.
7. 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.
8. Chitband, A. A., R. Ghorbani, M. H. Rashed Mohassel, A. Zare Faizabadi and M. Abbaspoor. 2013. Isobolographic analysis for additive, synergism and antagonism in binary mixture of mesosulfuron + iodosulfuron and clodinafop-propargyl and optimizing them with citowett and frigate surfactants on wild oat (*Avena ludoviciana*). *Iranian Journal of Weed Science* 9: 93-104. (In Farsi)
9. Gauvrit, C., T. Muller, A. Milius and G. Trouve. 2007. Ethoxylated rapeseed oil derivatives as non-ionic adjuvants for glyphosate. *Pest Management Science* 63: 707–713.
10. Ghorbani, A. A., E. Zand, M. A. Baghestani, S. Forozesh, M. Abdollahian Noghabi and M. Kazemi Poresfahlan. 2007. Study on different concentrations of adjuvant and chloridazon + phenmedipham on yield and yield components of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Environmental Science* 5(1): 37-52. (In Farsi)
11. Green, J. M. and G. B. Beestman. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Protection* 26: 320-327.
12. Hajmohammadnia-Ghalibaf, K., S. Mathiassen, P. Kudsk and S. A. Hosseini. 2013. Effective of adjuvants on nicosulfuron performance in presence of ions in the spray solution. *In:* Proceeding of the 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, Iran. pp: 608-611. (In Farsi)
13. Hall, F. R., A. C. Chapple, R. A. Downer, L. M. Kirchner and J. R. M. Thacker. 1993. Pesticide application as affected by spray modifiers. *Pesticide Science* 38:123-133.
14. Hammami, H., A. Aliverdi and M. Parsa. 2014. Effectiveness of clodinafop-propargyl, haloxyfop-p-methyl and difenzoquat-methyl-sulfate plus Adigor® and Propel™ adjuvants in controlling *Avena ludoviciana* Durieu. *Journal of Agricultural Science and Technology* 6: 291-299.
15. Hammami, H., M. H. Rashed-Mohassel, M. Parsa, M. Bannayan Avala and E. Zand. 2013. Optimizing dosage of sethoxydim with vegetable oils to control wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.). *Advanced Crop Science* 3: 687–

Archive of SID
www.SID.ir

694.
16. Izadi-Darbandi, E. and A. Aliverdi. 2015. Optimizing sulfosulfuron and sulfosulfuron plus Metsulfuronmethyl activity when tank-mixed with vegetable oil to control wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.). *Journal Agriculture Science Technology* 17: 1769-1780.
17. Izadi-Darbandi, E., A. Aliverdi and H. Hammami. 2013. Behavior of vegetable oils in relation to their influence on herbicides' effectiveness. *Industrial Crops and Products* 44: 712–717.
18. Izadi-Darbandi, E., M. H. Rashed-Mohassel, G. Mahmoudin and M. Dehghan. 2013. Evaluation of some crops tolerance to Granstar (Tribenuron methyl) herbicide soil residual. *Journal of Plant Protection* 26: 362-369. (In Farsi).
19. Knezevic, S. Z., S. F. Weise and C. J. Swanton. 1994a. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.) *Weed Science* 42: 568-573.
20. Knezevic, Z. S., M. Horak and R. Vanderlip. 1994b. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] competition. *Weed Science* 42: 502-508.
21. Kucharski, M. 2007. Impact of adjuvants on: phenmedipham, desmedipham and ethofumesate residues in soil and plant. *Pestycydy* 3-4: 53-59.
22. Kucharski, M. and J. Sadowskim. 2006. Effect of adjuvants on herbicide residues level in soil and plant. *Journal of Plant Diseases and Protection* 20: 971-975.
23. Kudsk, P. 2008. Optimizing herbicide dose, a straight forward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. *Environmentalist* 28: 49-55.
24. Mamnoie, E. and M. A. Baghestani, 2013. Investigating possibility of tank mixture of nicosulfuron + rimsulfuron (Ultima) with bromoxynil + MCPA (Bromicid MA) for weed control in corn in Jiroft. *Journal of Plant Protection* 27: 37-47.
25. Mamnoie, E. and M. A. Baghestsni. 2014. Investigating efficacy of the tank mixture of nicosulfuron (Cruz) plus bromoxynil + MCPA (Bromicide MA) for weed control in corn in Jiroft. *Journal of Plant Protection* 28: 211-219.
26. Mirshekari, B., A. Dabbagh mohammadi nasab, A. Javanshir, G. Noormohammadi and H. Rahimian mashhadi. 2007. Effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) competition on yield and yield components of sunflower hybrid Azarghol (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agricultural Science Islamic Azad University* 13(1): 171-179. (In Farsi).
27. Mousavinik, A., E. Zand, M. A. Baghestani, R. Deihimfard, S. Soufizadeh, F. Ghezeli and A. Aliverdi. 2009. Ability of adjuvants in enhancing the performance of pinoxaden and clodinafop propargyl herbicides against grass weeds. *Iranian Journal of Weed Science* 5: 65-77.
28. Nielsen, O. K., C. H. Ritz and J. C. Streibig. 2004. Nonlinear mixed model regression to analyze herbicide dose-response relationships. *Weed Technology* 18: 30-37.
29. Nosratti, I., H. Alizade and H. Rahimian Mashhadi. 2011. Effect of some adjuvants on overcoming antagonistic effects of spray carrier water quality on glyphosate and herbicide mixture 2,4-D+MCPA efficacy on Licorice (*Glycyrrhiza glabra*). *Journal of Plant Protection* 7: 49-60. (In Farsi).
30. Pimentel, D. 1995. Amounts of pesticides reaching the target pests: environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 8: 17–29.
31. Poppell, C. A., R. M. Hayes, T. C. Mueller. 2002. Dissipation of nicosulfuron and rimsulfuron in surface soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4581−4585
32. Rajcan, I. and C. J. Swanton. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71: 139-150.
33. Ramsey, R. J. L., G. L. Stephenson and J. C. Hall. 2006. Effect of humectants on the uptake and efficacy of glufosinate in wild oat (*Avena fatua*) plants and isolated cuticles under dry conditions. *Weed Science* 54: 205–211.
34. Rashed Mohassel, M. H., A. Aliverdi, H. Hammami and E. Zand. 2010. Optimizing the performance of diclofop-methyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on little seed canary grass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. *Weed Biology and Management* 10: 57–63.
35. Sarabi, V., A. Ghanbaria, M. H. Rashed Mohassela, M. Nassiri Mahallatia and M. Rastgooa. 2014. Evaluation of broadleaf weeds control with some post-emergence herbicides in maize (*Zea mays* L.) in Iran. *International Journal of Plant Production* 8(1): 19-32.
36. Shahbazi, S., H. Alizadeh and K. Talebi Jahromim. 2015. Study of nicosulfuron + rimsulfuron (ultima) residues in maize filed by bioassay. *Iranian Journal of Field Crop Science* 1: 15-24. (In Farsi)
37. Sharma, S. D. and M. Singh. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidens frondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. *Weed Research* 40: 523- 533.
38. Sharma, S. D., R. C. Kirkwood and T. I. Whateley. 1996. Effect of non-ionic nonylphenol surfactants on surface physicochemical properties, uptake and distribution of asulam and diflufenican. *Weed Research* 36: 227-239.

Archive of SID
www.SID.ir

39. Si, Y., J. Zhou Chen, H. D. Zhou and Y. Yue. 2004. Effects of humic substances on photodegradation of bensulfuron-methyl on dry soil surfaces. *Chemosphere* 56: 967–972.
40. Thelen, K. D., E. P. Jackson and D. Penner. 1995. Utility of nuclear magnetic resonance for determining the molecular influence of citric acid and an organosilicone adjuvant on glyphosate activity. *Weed Science* 43: 566-571.
41. Young, B. G. and S. E. Hart. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtail with various adjuvants. *Weed Science* 46: 397-402.
42. Zawierucha, J. E. and D. Penner. 2001. Adjuvant Efficacy with Quinclorac in Canola (*Brassica napus*) and Turf Grass. *Weed Technology* 15: 220-223.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 8, No. 1, spring 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigating the Effect of Adjuvants on Nicosulfuron Efficacy in Controlling Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*)

E. Mamnoie[1], E. Izadi Darbandi[2*], M. Rastgoo[2], M. A. Baghestani[3] and M. Hasanzade[4]

(Received: June 15-2016; Accepted: August 30-2017)

Abstract

In order to study the efficacy of nicosulfuron in the control of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) using adjuvants, a greenhouse experiment was conducted at the Research Greenhouse, Faculty of Agriculture, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran. The experiment was carried out as a factorial based on a randomized complete block design with four replications. Treatments included adjuvant application in 11 levels (cotton oil, rapeseed oil, soybean oil, maize oils, Adigor®, Volck®, HydroMax™, Cytogate, Trend® 90, D-octil® and control (without the adjuvants), doses of nicosulfuron in six levels: 0 (control), 5, 10, 20, 40, and 80 g a.i ha^{-1} (0, 6.25, 1205, 25, 50, and 100% recommended herbicide dose). Dry weight, fresh weight, survival and control percent were measured. The results showed that herbicide rate, adjuvant use and their interaction had a significant effect on the examined attributes. Dry weight, fresh weight and pigweed survival were decreased, while the control percent was increased significantly, when herbicide dose was enhanced. Also, the results showed that by using the adjuvants, ED10 ،ED50 and ED90 values were decreased significantly, while nicosulfuron efficacy in the redroot pigweed control was raised significantly; further, the highest relative potential of hebricide was obtained by HydroMax™ and Trend®. In other words, when HydroMax™ and Trend® were combined with nicosulfuron, herbicide efficacy in controlling the dry weight and the fresh weight of redroot pigweed indicated a three-fold increase.

Archive of SID

Keywords: ED50, HydroMax™, Trend® 90

1. PhD Graduate of Weed Science of Ferdowsi University of Mashhad and Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Researcher Professors, Iranian Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran.
4. Professors, Faculty of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.
*. Corresponding Author, Email: e-izadi@um.ac.ir

www.SID.ir