Archive of SID

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال دهم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۹

بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های کلتودیم و هالوکسی فوپ آر متیل استر در کنترل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) با استفاده از مویان سیتوگیت و روغن گیاهی منداب

سمیرا ابوعلی[۱]، سهراب محمودی[۲] و حسین حمامی[۳*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۸)

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی پتانسیل مویان سیتوگیت و روغن گیاهی منداب بر افزایش کارایی کنترلی سوروف توسط علف‌کش‌های کلتودیم و هالوکسی فوپ آر متیل استر به‌صورت دو آزمایش گلخانه‌ای مجزا در سال ۱۳۹۵در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها در هر آزمایش شامل غلظت علف‌کش در هفت سطح (صفر، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده) و نوع ماده افزودنی در سه سطح (روغن منداب، سیتوگیت و بدون روغن) بود. نتایج اثر کاربرد مواد افزودنی به‌همراه علف‌کش کلتودیم بر وزن خشک اندام هوایی سوروف نشان داد که مقادیر $ED_{۵۰}$ به‌ترتیب ۴/۵ و ۵/۴ درصد در حضور روغن منداب و سیتوگیت کاهش یافته است. در مورد وزن خشک ریشه نیز کاهش $ED_{۵۰}$ به‌میزان ۲۲/۹ و ۲۱/۶ درصد به‌ترتیب در حضور روغن منداب و سیتوگیت مشاهده شد. نتایج کاربرد مواد افزودنی به‌همراه علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر نیز روند مشابهی را نشان داد. البته میزان افزایش کارایی در این علف‌کش در مقایسه با کلتودیم بیشتر بود. مقادیر $ED_{۵۰}$ علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر بر اساس وزن خشک اندام هوایی به‌ترتیب ۱۴ و ۱۶/۳ درصد در حضور روغن منداب و سیتوگیت کاهش یافته است. مقادیر $ED_{۵۰}$ علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر برای وزن خشک ریشه در حضور روغن منداب و سیتوگیت به‌ترتیب بیش از ۱۰ و ۷ برابر در مقایسه با عدم کاربرد مواد افزودنی بود. با توجه به نتایج این مطالعه کاربرد مواد افزودنی مناسب می‌تواند رهیافتی برای کاهش آلودگی زیست‌محیطی توسط علف‌کش‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: توانایی نسبی، باریک‌برگ، گلخانه، مواد افزودنی

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشیار و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hhammami@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

علف‌های هرز به‌دلیل رقابت برای فضا، آب، مواد غذایی و نور با گیاهان زراعی و باغی منجر به کاهش کمّی و کیفی در تولید محصولات کشاورزی می‌شوند (۳۱). جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از علف‌های هرز تا حدود زیادی مشکل تأمین مواد غذایی برای جمعیت دنیا را می‌تواند رفع کند (۳ و ۴). یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های مدیریت علف‌های هرز استفاده از مواد شیمیایی یا همان علف‌کش‌ها است (۳۶). هر چند در بسیاری از موارد به‌دلیل پیامدهای زیست‌محیطی کاربرد علف‌کش‌ها سعی در عدم کاربرد آنها است ولی در برخی موارد به‌عنوان آخرین روش برای مدیریت علف‌های هرز چاره‌ای به‌جز استفاده از این ترکیبات وجود ندارد (۳۲). بنابراین بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌ها علاوه بر کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی آنها می‌تواند کنترل مطلوب علف‌های هرز با هزینه کمتر را برای تولیدکنندگان محصولات کشاورزی فراهم کند (۱ و ۲). یکی از مؤثرترین، اقتصادی‌ترین و زودبازده‌ترین روش‌ها برای بهینه‌سازی و کاهش مصرف علف‌کش‌ها استفاده از مواد افزودنی است (۳۶). از آنجایی که معمولاً شرکت‌های سازنده سموم علف‌کش برای تأمین محبوبیت بین تولیدکننده‌های محصولات کشاورزی و کسب سود و منافع بیشتر و همچنین تبلیغ محصولات توسط خود کشاورزان توصیه به کاربرد بیشترین مقدار ممکن می‌کنند؛ بنابراین معمولاً مقدار سم مورد نیاز برای کنترل علف‌های هرز مقداری کمتر از مقادیر توصیه شده است (۲ و ۳). البته باید بیان کرد که غلظت‌های توصیه شده برای کاربرد علف‌کش‌ها، معمولاً برای کنترل علف‌های هرز در شرایط متغیر محیطی و رشدی و همچنین تراکم‌های بالا توصیه می‌شود و این مقدار ممکن است در حالت عادی بسیار بیشتر از مقدار مورد نیاز لازم برای کنترل علف‌های هرز باشد (۲ و ۳).

عوامل محیطی مانند گرما، سرما، نور شدید، باد، بارندگی، تنش‌های خشکی و شوری و غیره از جمله عوامل خارج از کنترل توسط کاربر هستند که بر کارایی علف‌کش‌ها تأثیر می‌گذارند (۱۷). با وجود این در هر شرایط مساعد یا نامساعد محیطی استفاده از مواد افزودنی می‌تواند از طریق بهبود ویژگی‌های محلول علف‌کش و همچنین تخریب کوتیکول امکان رسانش بیشتر علف‌کش به محل هدف در علف‌های هرز را افزایش دهند (۳۵ و ۳۶). از این‌رو امروزه می‌توان با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی مخرب علف‌کش‌ها کاربرد مواد افزودنی را با توجه به نوع علف‌کش توصیه کرد (۳۵ و ۳۶).

نتایج آزمایش‌های انجام شده توسط پژوهشگران مختلف نشان داده است که کاربرد مواد افزودنی به‌همراه علف‌کش‌های برگ‌مصرف منجر به افزایش نگهداری و جذب علف‌کش‌ها روی سطح برگ، دیرتر خشک شدن قطره‌ها روی سطح برگ، افزایش نفوذ علف‌کش‌ها به داخل برگ و درنهایت افزایش رسانش علف‌کش‌ها به محل هدف می‌شود که موجب کارایی بیشتر این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز می‌شود (۱۱).

علف‌کش کلتودیم با نام تجاری سلکت، از خانواده شیمیایی هیدروکسی اکسوسیکلوهگزن کربالدهید اکسیم است (۶). علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر با نام تجاری گالانت سوپر، از خانواده شیمیایی هیدروکسی فنوکسی ایزوپروپیونیک اسید است. این علف‌کش‌ها برگ‌مصرف و سیستمیک هستند و برای کنترل انتخابی باریک‌برگ‌های یک‌ساله و چندساله نظیر سوروف، ارزن، قیاق، پنجه‌مرغی و غلات خودرو در محصولات پهن‌برگ استفاده می‌شوند. این علف‌کش از نظر نحوه عمل بازدارنده استیل کوآنزیم آکربوکسیلاز محسوب می‌شوند. گیاهان پهن‌برگ به‌دلیل نداشتن محل هدف حساس (استیل کوآنزیم آکربوکسیلاز غیر حساس) به این علف‌کش‌ها واکنشی نشان نمی‌دهند (۶ و ۳۵).

سوروف گیاهی یک‌ساله، متعلق به خانواده گندمیان و دارای سیستم فتوسنتزی C۴ است که به‌وسیله بذر تکثیر می‌شود و در بیش از ۳۶ محصول کشاورزی به دلایلی همچون قدرت رقابت بالا (۲۴)، خاصیت دگرآسیبی شدید (۱۹)، قدرت تولید بذر زیاد با طول عمر بالا (۵، ۷ و ۸) ، خواب بذر (۳۴)، قدرت گسترش زیاد (۲۱) و همچنین مقاومت به علف‌کش‌ها (۱۸ و

www.SID.ir

Archive of SID

۲۳) به‌عنوان علف هرز مهم و مشکل‌ساز مطرح است. ارتفاع ساقه سوروف به ۱۲۰-۵۰ سانتی‌متر می‌رسد. دارای ساقه صاف، بدون کرک و راست که از محل طوقه منشعب می‌شود. گل‌آذین سنبله غیر متراکم، به تعداد ۲۰-۱۰ عدد و به رنگ زرد روشن در انتهای ساقه دارد. سنبلچه‌ها تخم‌مرغی شکل و دارای پوشه‌های نامساوی نوک‌دار، ریشک‌دار و پوشیده از خارهای راست و کوتاه است. بذر لخت سوروف به‌طول ۳/۵-۲/۵ میلی‌متر، براق، سخت و قهوه‌ای رنگ، یک طرف آن بسیار محدب و طرف دیگر آن مسطح و ریشه‌های الیافی سطحی دارد. یک بوته سوروف می‌تواند تا ۴۰ هزار بذر تولید کند (۱۶). با توجه به اهمیت کنترل سوروف در مناطق مختلف و دلایلی همچون تفاوت ویژگی‌های مواد افزودنی، در دسترس بودن ماده افزودنی، تفاوت فرمولاسیون‌ها، خصوصیات علف‌های هرز مانند ضخامت کوتیکول و زاویه برگ‌ها، شرایط محل مورد مطالعه و غیره، این آزمایش با هدف ارزیابی بهینه‌سازی کارایی علف‌کش‌های کلتودیم و هالوکسی فوپ آر متیل استر با استفاده از مویان سیتوگیت و روغن گیاهی منداب در کنترل علف هرز سوروف در شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش غلظت پاسخ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در پاییز سال ۱۳۹۵ اجرا شد. بذرهای سوروف تحت تیمار خواب‌شکنی قرار گرفتند بدین منظور از تیمار اسید سولفوریک (به‌مدت یک دقیقه) استفاده شد (۳). سپس بذرها به‌مدت ۳۰ دقیقه با آب شیر شسته شدند. به‌منظور کاهش آلودگی سطحی با هیپوکلریت سدیم پنج درصد تیمار شدند. بذرها در سینی‌های کشتی حاوی پیت کشت و به‌منظور تأمین آب مورد نیاز برای جوانه زنی و رشد اولیه، تا ۱۵ روز به‌صورت روزانه آبیاری می‌شدند. ابتدای شروع رشد برگ دوم (۱۵ روز پس از کاشت)، گیاهچه‌ها به گلدان‌های دو لیتری حاوی خاک و خاک برگ منتقل شدند. یک هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها گیاهان هر گلدان تا رسیدن به چهار بوته در گلدان تنک شدند (۳۰ و ۳۲). گیاهان در مرحله سه تا چهار برگی کامل با استفاده از سم‌پاش کتابی مدل ماتابی پلاس با نازل تی جت شماره ۸۰۰۱، تحت تیمار قرار گرفتند. سم‌پاش با حجم ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و فشار دو بار کالیبره شد. دمای گلخانه به‌صورت دمای روزانه ۳±۲۵ و دمای شبانه ۳±۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی نیز ۵±۴۵ درصد تنظیم شده بود. به‌منظور توزیع مناسب روغن منداب در محلول پاشش علف‌کش و عدم تشکیل میسل، از امولسیون کننده سیتوگیت به مقدار پنج درصد حجمی استفاده شد. ۲۸ روز پس از سم‌پاشی، برداشت اندام هوایی و ریشه گیاهان انجام شد. سپس به‌منظور اندازه‌گیری زیست‌توده تولیدی خشک، نمونه‌ها در درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و ۷۲ ساعت بعد با ترازویی به دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

از تکنیک وایازی غیرخطی با استفاده از بسته نرم‌افزاری drc در نرم‌افزار R (ver ۲.۱۳) برای تجزیه‌وتحلیل استفاده شده و از برازش معادله سیگموئیدی چهار پارامتری (معادله ۱) به زیست‌توده اندام هوایی و ریشه استفاده شد و غلظت‌های علف‌کش برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد بازدارندگی زیست‌توده (ED_{10}، ED_{50} و ED_{90}) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به‌کار گرفته شد (۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰):

$$F(x(b, c, d, e) = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e))} \qquad (۱)$$

در این معادله b، شیب منحنی در نقطه e، c حد پایین منحنی تلفات ماده خشک (تلفات زیست‌توده وقتی که مقدار کاربرد علف‌کش حداکثر است)، e غلظتی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می‌شود و d، حد بالای منحنی (زیست‌توده زمانی که مقدار کاربرد علف‌کش صفر است)، هستند. در مواردی که در معادله چهار پارامتری اثر پارامتر c از نظر آماری معنی‌دار نشد، آن را حذف و از معادله سه پارامتری لجستیک (معادله ۲) برای ارزیابی پاسخ زیست‌توده گیاه مذکور

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شد:

$$F(x, b, d, e, f) = c + \frac{d}{1+\exp(b(\log(x)-\log(e))} \qquad (۲)$$

به‌منظور مقایسه اثر اختلاف جابه‌جایی افقی(جابه‌جاشدگی افقی، بیانگر نسبت بین مقادیر علف‌کشی است که منتهی به پاسخ یکسانی می‌شوند) منحنی‌های پاسخ به غلظت از توانایی نسبی که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، استفاده شد:

$$R = \frac{ED_{۵۰\,a}}{ED_{۵۰\,b}} \qquad (۳)$$

$ED_{۵۰a}$ نشان‌دهنده غلظت مؤثر ۵۰ درصد برای تیمار علف‌کش بدون ماده افزودنی و $ED_{۵۰b}$ نشان‌دهنده غلظت مؤثر ۵۰ درصد برای تیمار علف‌کش به علاوه ماده افزودنی است. اگر R برابر یک باشد، علف‌کش با و بدون ماده افزودنی دارای توانایی نسبی یکسانی خواهند بود. اگر R بزرگ‌تر از یک باشد، استفاده از مواد افزودنی توصیه می‌شود چون کارایی افزایش می‌یابد و اگر کمتر از یک باشد کارایی علف‌کش در حضور ماده افزودنی کاهش می‌یابد (۱۲، ۲۷، ۲۸ و ۲۹).

نتایج و بحث

اثر مواد افزودنی بر کارایی کلتودیم در کنترل سوروف

نتایج اثر کاربرد مواد افزودنی بر وزن خشک اندام هوایی سوروف در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش به‌وسیله معادله سیگموئیدی چهار پارامتره نشان داد که کاربرد روغن گیاهی منداب و مویان معدنی سیتوگیت منجر به اثرات معنی‌داری در مقادیر پارامترهای $ED_{۱۰}$ و $ED_{۹۰}$ نشده است. این در حالی است که مقادیر $ED_{۵۰}$ به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. مقادیر $ED_{۵۰}$ در نتیجه کاربرد روغن گیاهی منداب و مویان معدنی سیتوگیت در مقایسه با عدم کاربرد این مواد افزودنی به‌ترتیب ۴/۵ درصد و ۵/۴ درصد کاهش یافت که نشان‌دهنده افزایش کارایی کلتودیم در کنترل سوروف است. با توجه به میزان افزایش کارایی در نتیجه کاربرد این مواد افزودنی، می‌توان برای بهبود کارایی علف‌کش کلتودیم کاربرد سایر مواد افزودنی را توصیه کرد. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد مواد افزودنی مناسب برای هر علف‌کش می‌تواند نتیجه مطلوب‌تری در افزایش اثر بیولوژیکی ماده مؤثره آن علف‌کش داشته باشد (۹).

هر چند برای افزایش کارایی کنترلی برخی از علف‌کش‌ها ماده افزودنی ثبت شده و روی برچسب آنها ذکر شده است. به‌عنوان مثال مواد افزودنی آدیگور و پروپل برای کاربرد به‌همراه علف‌کش‌های پینوکسادن و ترالکوکسیدیم توصیه شده است. البته در برخی از فرم‌های تجاری این علف‌کش‌ها داخل فرمولاسیون به‌کار برده شده است درحالی که در برخی به‌همراه علف‌کش فروخته شده و توصیه به کاربرد به‌صورت افزودنی به مخزن است (۲۹). نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که کاربرد روغن‌های گیاهی به‌عنوان ماده افزودنی کارایی بیشتری در مقایسه با کاربرد روغن‌های معدنی دارد و برعکس در برخی از تحقیقات روغن‌های معدنی اثر بیشتری بر افزایش کارایی علف‌کش‌ها در مقایسه با روغن‌های گیاهی نشان داده‌اند. به‌عنوان مثال روغن‌های معدنی در مقایسه با روغن‌های گیاهی در مورد علف‌کش‌های ستوکسیدیم (۲۰)، ریم‌سولفورون (۳۳) و نیکوسولفورون (۲۲) کارایی بیشتری داشته درحالی که اثر بیشتر روغن‌های گیاهی در مقایسه با روغن‌های معدنی در مورد علف‌کش‌های پروپانیل (۱۴)، کلتودیم (۱۵) و کوین کلراک (۳۷) نیز بیان شده است.

نتایج اثر کاربرد مواد افزودنی بر وزن خشک ریشه سوروف در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش به‌وسیله معادله سیگموئیدی چهار پارامتره نشان می‌دهد که کاربرد روغن گیاهی منداب و مویان معدنی سیتوگیت منجر به افزایش معنی‌داری کارایی کلتودیم می‌شود. مقادیر $ED_{۵۰}$ در نتیجه کاربرد روغن گیاهی منداب و مویان معدنی سیتوگیت در مقایسه با عدم کاربرد این مواد افزودنی به‌ترتیب ۲۲/۹ درصد و ۲۱/۶ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج نشان داده شده در جدول ۲ می‌توان بیان داشت که افزایش توانایی نسبی به ۱/۲۹ و ۱/۲۷ در حضور روغن سیتوگیت و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. پارامترهای حاصل از برازش داده‌ها به مدل چهار پارامتری لگاریتمی سیگموئیدی وزن خشک اندام هوایی سوروف و توانایی نسبی در تیمارهای مختلف علف‌کش کلتودیم

تیمارها	b	c	d	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}	توانایی نسبی
			وزن خشک اندام هوایی سوروف				
کلتودیم + بدون ماده افزودنی	۴/۵۸۵(۰/۷۵۴)**	۰/۴۷۷(۰/۰۳۷)**	۳/۴۷۶(۰/۰۵۹)**	۲۸/۸۰۴(۲/۴۹۶)	۴۶/۵۱۱(۱/۰۵۲)**	۷۵/۱۰۲(۵/۷۹۲)	۱
کلتودیم + مویان معدنی (سیتوگیت)	۴/۴۰۱(۰/۶۴۶)**	۰/۳۵۲(۰/۰۳۷)**	۳/۴۱۴(۰/۰۶۰)**	۲۶/۹۵۹(۲/۱۸۳)	۴۴/۴۱۳(۱/۰۲۹)**	۷۳/۱۶۵(۵/۳۱۶)	۱/۰۴
کلتودیم + روغن گیاهی (منداب)	۵/۴۴۹(۱/۲۰۹)**	۰/۱۳۳(۰/۰۳۵)**	۳/۱۸۸(۰/۰۶۲)**	۲۹/۳۹۱(۳/۱۳۴)	۴۳/۹۸۹(۱/۰۶۱)**	۶۵/۸۳۶(۳/۲۵۳)	۱/۰۵
			وزن خشک ریشه سوروف				
کلتودیم + بدون ماده افزودنی	۳/۳۸۶(۰/۲۰۰)**	۰/۲۵۲(۰/۰۵۶)**	۶/۶۲۵(۰/۱۰۲)**	۱۸/۰۷۴(۰/۸۷۱)	۳۴/۵۷۷(۰/۸۳۲)**	۶۶/۱۵۱(۲/۷۸۵)	۱
کلتودیم + مویان معدنی (سیتوگیت)	۶/۳۸۵(۱/۱۹۶)**	۰/۲۳۴(۰/۰۵۱)**	۵/۶۸۴(۰/۱۰۲)**	۱۸/۸۹۳(۰/۸۴۷)	۲۶/۶۵۳(۰/۷۶۲)**	۳۷/۶۰۰(۳/۳۵۰)	۱/۲۹
کلتودیم + روغن گیاهی (منداب)	۵/۸۴۷(۰/۸۲۴)**	۰/۱۳۳(۰/۰۵۱)*	۵/۶۱۰(۰/۱۰۲)**	۱۸/۶۱۳(۰/۷۳۴)	۲۷/۱۰۲(۰/۷۰۵)**	۳۹/۴۶۳(۲/۹۰۱)	۱/۲۷

** سطح معنی‌داری در سطح یک درصد، اعداد داخل پرانتز بیانگر خطای استاندارد هستند، مقادیر ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} به ترتیب بیانگر مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد وزن خشک علف‌هرز بین حدود بالا و پایین منحنی‌های واکنش به مقدار است، b: شیب منحنی در محدوده ED_{50} است.

جدول ۲. پارامترهای حاصل از برازش داده‌ها به مدل چهار و سه پارامتری سیگموئیدی وزن خشک اندام هوایی و ریشه سوروف و توانایی نسبی در تیمارهای مختلف علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر

تیمارها	b	c	d	ED_{10}	ED_{50}	ED_{90}	توانایی نسبی
			وزن خشک اندام هوایی سوروف				
هالوکسی فوپ آر متیل استر بدون ماده افزودنی	۳/۶۲۵(۰/۹۲۰)**	۰/۶۲۰(۰/۰۹۲)**	۳/۵۷۴(۰/۱۶۲)**	۶/۲۴۹(۱/۱۸۴)	۱۱/۴۵۵(۰/۸۸۷)**	۲۱/۰۰۰(۳/۲۱۴)**	۱
هالوکسی فوپ آر متیل استر +مویان معدنی (سیتوگیت)	۶/۴۱۶(۱/۶۹۴)**	۰/۵۹۱(۰/۰۸۳)**	۳/۵۲۵(۰/۱۶۶)**	۶/۹۹۵(۱/۰۶۹)	۹/۸۵۲(۰/۹۰۳)**	۱۳/۸۷۶(۱/۳۷۴)**	۱/۱۶
هالوکسی فوپ آر متیل استر +روغن گیاهی (منداب)	۵/۷۵۵(۱/۲۷۸)**	۰/۴۸۲(۰/۸۴)**	۳/۵۵۶(۰/۱۶۵)**	۶/۵۴۴(۰/۸۲۸)	۹/۵۸۶(۰/۷۶۲)**	۱۴/۰۴۳(۱/۴۷۴)**	۱/۱۹
			وزن خشک ریشه سوروف				
هالوکسی فوپ آر متیل استر بدون ماده افزودنی	۱/۲۰۹(۰/۱۳۳)**	–	۵/۸۱۹(۰/۱۹۶)**	۱/۳۶۹(۰/۳۶۹)**	۸/۴۲۷(۰/۸۶۴)**	۵۱/۸۷۳(۸/۸۰۶)**	۱
هالوکسی فوپ آر متیل استر + مویان معدنی (سیتوگیت)	۰/۵۴۳(۰/۱۲۴)**	–	۵/۷۹۶(۰/۱۹۷)**	۰/۰۱۳(۰/۰۲۲)**	۰/۷۷۰(۰/۵۶۴)**	۴۳/۷۷۴(۱۴/۳۹۳)**	۱۰/۹۴
هالوکسی فوپ آر متیل استر +روغن گیاهی (منداب)	۰/۷۸۰(۰/۱۸۹)**	–	۵/۷۶۳(۰/۱۹۷)**	۰/۰۷۲(۰/۰۹۰)**	۱/۲۰۳(۰/۷۰۸)**	۲۰/۰۷۳(۴/۸۶۳)**	۷/۰۱

** سطح معنی‌داری در سطح یک درصد، اعداد داخل پرانتز بیانگر خطای استاندارد هستند، مقادیر ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} به‌ترتیب بیانگر مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد وزن خشک علف‌هرز بین حدود بالا و پایین منحنی‌های واکنش به مقدار است، b : شیب منحنی در محدوده ED_{50} است.

www.SID.ir

Archive of SID

منداب نشان‌دهنده افزایش کارایی کنترلی ریشه سوروف است. نتایج جدول ۱ نشان‌دهنده حساسیت بیشتر ریشه در مقایسه با اندام هوایی در صورت کاربرد کلتودیم در حضور مواد افزودنی است. از آنجا که علف کش کلتودیم سیستمیک است و از طریق سیستم آوندی سوروف به تمامی اندام‌ها می‌رسد به‌نظر می‌رسد که کاربرد سیتوگیت و روغن منداب باعث افزایش انتقال کلتودیم به ریشه‌ها شده و در نتیجه با توجه به حساسیت بیشتر ریشه باعث کاهش تولید زیست‌توده ریشه می‌شود. نتایج منتشر شده توسط شارما و سینگ (۳۱) دلیل افزایش کارایی روغن سیتوگیت به‌عنوان روغن معدنی را کاهش کشش سطحی دانسته درحالی که هازن (۱۱) تغییر حلالیت و نفوذپذیری کوتیکول را عامل اصلی افزایش کارایی علف‌کش‌ها در نتیجه کاربرد روغن‌های گیاهی دانسته است.

روند تغییر در منحنی‌های پاسخ به غلظت کلتودیم و وزن خشک اندام هوایی و ریشه سوروف در شکل ۱ نشان داده شده است. این منحنی‌ها و جابه‌جایی افقی آنها نشان‌دهنده افزایش کارایی کلتودیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه سوروف است. نتایج ارائه شده در جدول ۱ و همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که کاربرد روغن منداب منجر به کارایی بیشتر کلتودیم در کاهش وزن خشک اندام هوایی سوروف می‌شود درحالی که این وضعیت در مورد وزن خشک ریشه سوروف برعکس است یعنی قدرت روغن سیتوگیت در کاهش وزن خشک ریشه بیشتر از روغن منداب است. نتایج آزمایش انجام شده توسط راشد و همکاران (۲۸) نشان‌دهنده افزایش بیشتر کارایی علف‌کش‌ها در صورت کاربرد روغن‌های گیاهی زیتون و کرچک در مقایسه با مویان معدنی فریگیت است که از نظر اثر بر وزن خشک اندام هوایی مشابه اثر کلتودیم بر وزن خشک اندام هوایی بوده درحالی که برعکس نتایج در مورد وزن خشک ریشه سوروف است.

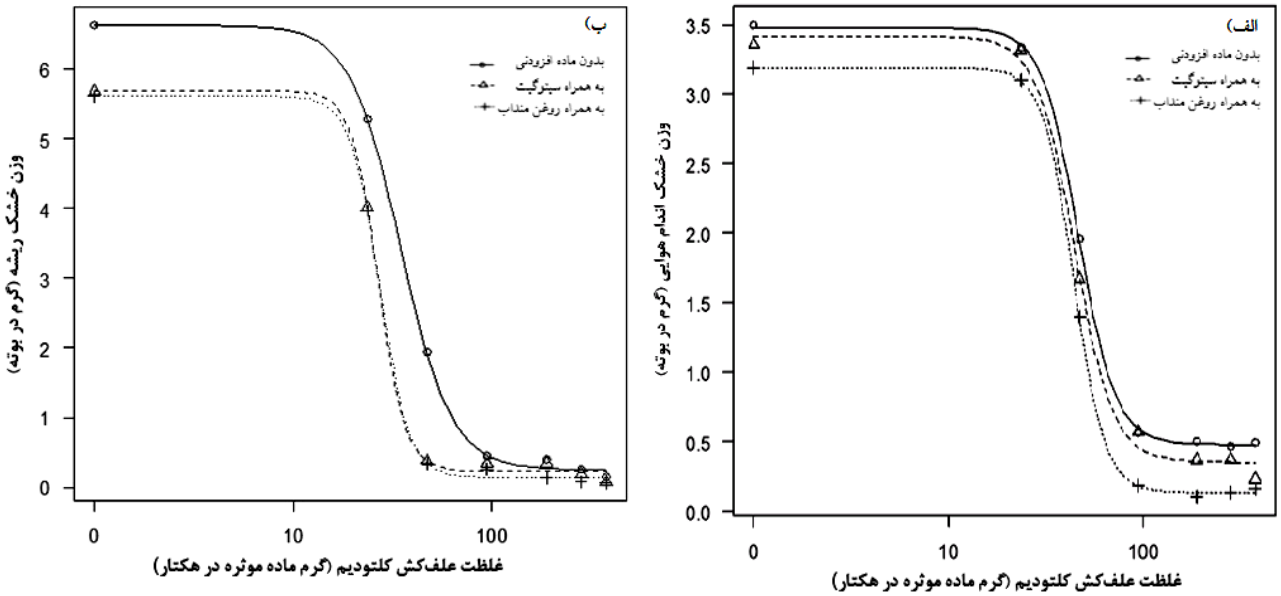
اثر مواد افزودنی بر کارایی هالوکسی فوپ آر متیل استر در کنترل سوروف

نتایج اثر کاربرد مواد افزودنی به‌همراه علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر بر وزن خشک اندام هوایی سوروف در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون آزمایش به‌وسیله معادله سیگموئیدی چهار پارامتره نشان داد که کاربرد روغن گیاهی منداب و مویان معدنی سیتوگیت منجر به اثرات معنی‌داری در مقادیر پارامترهای ED_{50} و ED_{90} شده است. این در حالی است که مقادیر ED_{10} به‌طور معنی‌داری تغییر نکرده است. مقادیر ED_{50} در نتیجه کاربرد مویان معدنی سیتوگیت و روغن گیاهی منداب در مقایسه با عدم کاربرد این مواد افزودنی به‌ترتیب ۱۴ و ۱۶/۳ درصد کاهش یافت. همچنین مقادیر ED_{90} در نتیجه کاربرد مویان معدنی سیتوگیت و روغن گیاهی منداب در مقایسه با عدم کاربرد این مواد افزودنی به‌ترتیب ۱۴ و ۱۶/۳ درصد کاهش یافت. کاهش این پارامترها نشان‌دهنده افزایش کارایی هالوکسی فوپ آر متیل استر در کنترل سوروف است. با توجه به میزان افزایش کارایی در نتیجه کاربرد این مواد افزودنی، می‌توان در راستای بهبود کارایی علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر کاربرد این مواد افزودنی را توصیه کرد. مقادیر توانایی نسبی نیز گواه بر افزایش کارایی کنترلی هالوکسی فوپ آر متیل استر در کنترل سوروف است. روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی سوروف در حضور یا عدم حضور مواد افزودنی در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی منحنی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش غلظت هالوکسی فوپ آر متیل استر از میزان ماده خشک تولیدی توسط سوروف به‌شدت کاسته شده است. همچنین این منحنی‌ها نشان‌دهنده تأثیر کاربرد مواد افزودنی بر کارایی کنترلی و درنتیجه کاهش مقدار ماده مؤثره علف‌کش مورد نیاز برای کنترل سوروف در نتیجه حضور مواد افزودنی است.

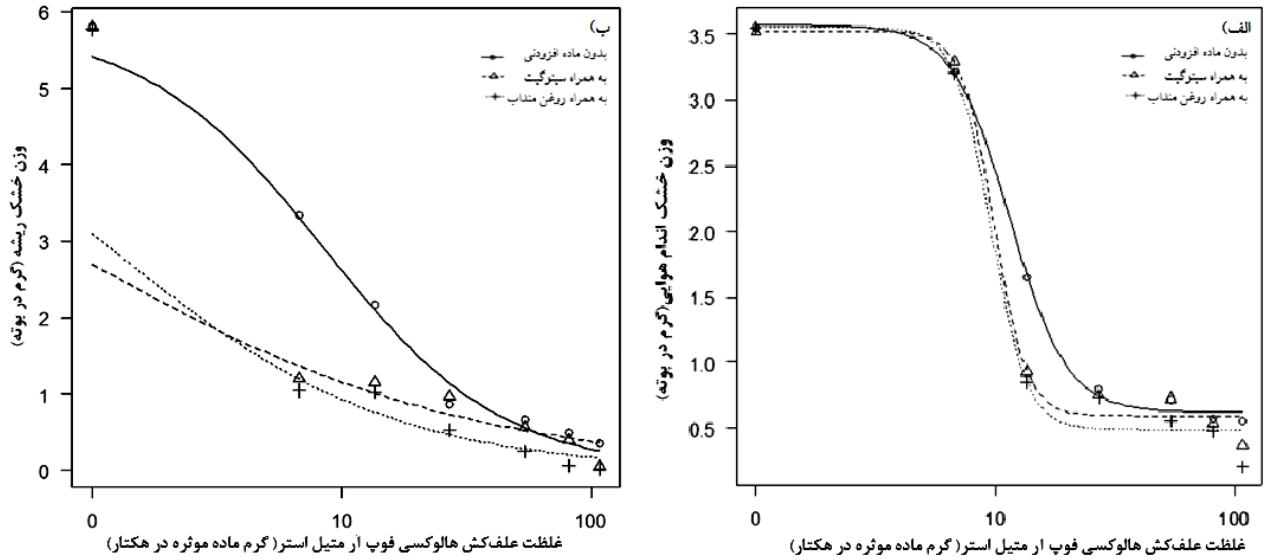
نتایج این آزمایش در مورد اندام هوایی سوروف نشان‌دهنده کارایی کنترلی بیشتر روغن گیاهی منداب در مقایسه با سیتوگیت توسط هالوکسی فوپ آر متیل استر است. این نتایج در تطابق با نتایج گزارش‌های منتشر شده توسط سایر پژوهشگران روی علف‌کش‌های ایمازامتابنزمتیل، سولفوسولفورون و ستوکسیدیم (۱۲)، پروپانیل (۱۴)، کلتودیم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. پاسخ وزن خشک: الف) اندام هوایی و ب) ریشه سوروف به کاربرد علف‌کش کلتودیم با و بدون مواد افزودنی



شکل ۲. پاسخ وزن خشک: الف) اندام هوایی و ب) ریشه سوروف به کاربرد علف‌کش هالوکسی فوپ آر متیل استر با و بدون مواد افزودنی

(۱۵) و کوین کلراک (۳۷) و در تقابل با نتایج گزارش شده روی علف‌کش‌های ستوکسیدیم (۲۰)، ریم‌سولفورون (۳۳) و نیکوسولفورون (۲۲) است.

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون صفت وزن خشک ریشه سوروف به معادله سیگموئیدی سه پارامتره نشان داد که کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و روغن منداب به‌طور کاملاً معنی‌داری منجر به کاهش وزن خشک ریشه در مقایسه با اندام هوایی شد (جدول ۲). در حضور سیتوگیت و روغن منداب تمام پارامترهای ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} کاهش نشان داد به‌طوری که مقدار ED_{10} در عدم حضور مواد افزودنی از ۱/۳۶۹ به ۰/۰۱۳ و ۱/۰۷۲ کاهش یافت. مقدار ED_{50} نیز از ۸/۴۲۷ به ۰/۷۷۰ و ۱/۲۰۳ و ED_{90} از ۵۱/۸۷۳ به ۴۳/۷۷۴ و ۲۰/۰۷۳ به‌ترتیب در حضور سیتوگیت و روغن منداب کاهش یافت. روند تغییرات وزن خشک ریشه سوروف در حضور یا عدم حضور مواد

www.SID.ir

Archive of SID

افزودنی در شکل ۲ نشان داده شده است. این تغییرات حاکی از کاهش بسیار شدید وزن خشک ریشه در مقایسه با وزن خشک اندام هوایی سوروف است. مقایسه بین نتایج دو علف‌کش مورد استفاده در این آزمایش نشان می‌دهد که برای کلتودیم روغن منداب و برای هالوکسی فوپ آر متیل مویان سیتوگیت اثر بیشتری بر افزایش کارایی داشتند.

از نتایج این مطالعه می‌توان به اثر متفاوت مویان‌ها با توجه به نوع علف‌کش پی برد. به‌طور کلی مواد افزودنی با افزایش جذب منجر به کاهش اثر عوامل نامطلوب محیطی بر کارایی علف‌کش‌ها می‌شود. نشست بیشتر پاشش روی سطح برگ، تخریب موم کوتیکول روی سطح برگ، کاهش تبخیر قطره‌ها، افزایش سطح جذب با کاهش کشش سطحی و غیره را می‌توان از عوامل مهم افزایش کارایی علف‌کش‌ها در حضور مواد افزودنی دانست (۱۰، ۱۳، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۹، ۳۰ و ۳۱). افزایش انتقال علف‌کش‌ها در نتیجه کاربرد مویان‌ها نیز گزارش شده است. نتایج یانگ و هارت (۳۵) نشان داد که کاربرد مویان‌های غیر یونی، روغن بذری اصلاح شده و روغن گیاهی غلیظ می‌تواند باعث افزایش کارایی علف‌کش ایزوکسافلوتول از طریق افزایش انتقال به سایر اندام‌های گیاه شود (۳۵). بنابراین با توجه به نتایج این بررسی که نشان‌دهنده کاهش بیشتر وزن خشک ریشه در مقایسه با اندام هوایی است می‌توان به افزایش انتقال علف‌کش‌های کلتودیم و به‌ویژه هالوکسی فوپ آر متیل استر از اندام‌های هوایی به ریشه در حضور مواد افزودنی پی برد.

نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به افزایش جمعیت جهان و ضرورت تولید غذا ناچار به استفاده از آفت‌کش‌ها هستیم ولی به دلایل مختلفی مانند اثر بر جانداران غیر هدف، مقاومت به آفت‌کش‌ها، ورود به زنجیره غذایی و تهدید محیط زیست ضرورت افزایش کارایی آنها و کاهش کاربرد بدون کاهش کارایی بیش از گذشته است. کاربرد مواد افزودنی به‌همراه آفت‌کش‌ها و به‌ویژه علف‌کش‌ها می‌تواند راهکار بسیار مناسبی در راستای کاهش کاربرد و درنتیجه ورود آنها به محیط زیست باشد. با توجه به گزارش‌های متعدد منتشر شده در سرتاسر دنیا کاربرد مواد افزودنی به‌همراه علف‌کش‌ها باعث افزایش کارایی کنترلی آنها می‌شود. با ا وجود ین به دلایلی همچون تفاوت خصوصیات مواد افزودنی، در دسترس بودن ماده افزودنی، تفاوت فرمولاسیون‌ها، ویژگی علف‌های هرز مانند ضخامت کوتیکول و زاویه برگ‌ها، شرایط آب‌وهوایی منطقه مورد مطالعه و همچنین نتایج متفاوت گزارش شده در مناطق مختلف دنیا به‌نظر می‌رسد برای توصیه کاربرد مواد افزودنی بهتر است در هر منطقه آزمایشی انجام شده و بر مبنای نتایج آن توصیه‌های لازم به کشاورزان ارائه شود. با توجه به نتایج این مطالعه استفاده از مواد افزودنی سیتوگیت و روغن منداب منجر به افزایش کارایی کنترلی سوروف توسط علف‌کش‌های کلتودیم و هالوکسی فوپ آر متیل استر شد. بنابراین می‌توان با کاربرد مواد افزودنی سیتوگیت و روغن منداب به‌همراه علف‌کش‌های کلتودیم و هالوکسی فوپ آر متیل استر کارایی آنها را در کنترل سوروف افزایش داد.

منابع مورد استفاده

1- Barros, J. F. C., G. Basch and M. Carvalho. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection* 26: 1538-1545.
2- Barroso, J., D. C. Ruiz, L. Escribano and C. Fernandez-Quintanilla. 2009. Comparison of three chemical control strategies for *Avena sterlis* ssp. *ludoviciana*. *Crop Protection* 28: 393-400.
3- Buhler, D. D. and H. L. Melinda. 1999. Anderson Guide to Practical Methods of Propagating Weeds and other Plants. Weed Science Society of America.
4- Carvalho, F. P. 2006. Agriculture, pesticides, food security, and food safety. *Environmental Science & Policy* 9: 685-692.

www.SID.ir

Archive of SID

5- Chin, D. V. 2001. Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice. *Weed Biology and Management* 1: 37-41.
6- Forouzesh, A., E. Zand, S. Soufizadeh and S. Samadi Foroushani. 2015. Classification of herbicides according to chemical family for weed resistance management strategies–an update. *Weed Research* 55: 334-358.
7- Gibson, K. D., A. J. Fischer, T. C. Foin and J. E. Hill. 2002. Implications of delayed *Echinochloa* spp. germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. *Weed Research* 42: 351-358.
8- Holm, L. G., D. L. Plunknett, J. V. Pancho and J. P. Herberger. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
9- Hammami, H., M. H. Rashed-Mohassel and A. Aliverdi. 2011. Surfactant and rainfall influenced clodinafop-propargyl efficacy to control wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.). *Austalian Journal of Crop Science* 5: 39-43.
10- Hatzois, K. K. and D. Penner. 1985. Interaction of herbicides with other agrochemical in higher plants. *Review of Weed Science* 1: 1-63.
11- Hazen, J. L. 2000. Adjuvants terminology, classification, and chemistry. *Weed Technology* 14: 773-784.
12- 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.
13- Jinxia, S. 1996. Characterization of Organosilicone Surfactants and their on Sulfonylurea Herbicide Activity. (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
14- Jordan, D. L., A. B. Burns, C. J. Barnes, W. Barnett and J. K. Herrick. 1997. Influence of adjuvants and formulation on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Control with propanil in rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology* 11: 762-766.
15- Jordan, D. L., P. R. Vidrine, J. L. Griffin and D. B. Reynolds. 1996. Influence of adjuvants on efficacy of clethodim. *Weed Technology* 10: 738-743.
16- Karimi, H. 1995. Weeds in Iran. Academic Publishing Center, Tehran.
17- Kudsk, P. and S. K. Mathiassen. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Protecion* 26:328-334.
18- Leeson, J. Y., A. G. Thomas, L. M. Hall, C. A. Brenzil, T. Andrews, K. R. Brown and R. C. Van Acker. 2005. Prairie Weed Surveys of Cereal, Oilseed, and Pulse Crops from the 1970s to the 2000s. *In:* Weed Survey Series Publication 051. Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research Centre, Saskatoon, Saskatchewan.
19- Lorenzo, P., M. I. Hussain and L. Gonzalez. 2013. Role of allelopathy during invasion process by alien invasive plants in terrestrial ecosystems. pp. 3- 21. *In:* Cheema, Z. A., M. Farooq and A. Wahid (Eds.), Allelopathy: Current Trends and Future Applications. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
20- Matysiak, R. and J. D. Nalewaja. 1999. Temperature, adjuvants, and UV light affect sethoxydim phytotoxicity. *Weed Technology* 13: 94-99.
21- Michael, P. W. 2003. Echinochloa P beauv. pp. 390- 403. *In:* Barkworth, M. E., et al. (Eds.), Flora of North America North of Mexico, vol. 25. Oxford University Press, New York, U.S.A.
22- Nalewaja, J. D., T. Praczyk and R. Matysiak. 1995. Surfactants and oils adjuvants with nicosulfuron. *Weed Technology* 9: 689- 695.
23- Norsworthy, J. K., M. J. Wilson, R. C. Scott and E. E. Gbur. 2014. Herbicidal activity on acetolactate synthase-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas, USA. *Weed Biology and Management* 14: 50-58.
24- Ottis, B. V. and R. E. Talbert. 2007. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) control and rice density effects on rice yield components. *Weed Technology* 21: 110-118.
25- Penner, D. 2000. Activator adjuvant. *Weed Technology* 14:785-791.
26- Ramsey, R. J. L., G. R. Stephenson and J. C. Hall. 2005. A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 82: 162–175.
27- Rashed- Mohassel, M. H., M. Rastgo, S. K. Mousavi R. Valiolahpour and A. Haghighi. 2006. Principles of Weed Science (Translation). Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Farsi).
28- Rashed-Mohassel, M. H., A. Aliverdi, H. Hamami and E. Zand. 2010. Optimizing the performance of diclofopmethyl, cycloxydim, and clodinafop-propargyl on littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and wild oat (*Avena ludoviciana*) control with adjuvants. *Weed Biology and Management* 10: 57–63.
29- Rashed-Mohassel, M. H., A. Aliverdi and S. Rahimi. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-pethyl with adjuvants to control wild oat. *Industrial Crops and Products* 34: 1583-1587.
30- Saremi, H. and E. Zand. 2003. Fungi and Biological Control Pests, Pathogens, Herbs. Zanjan University Publication, Iran.
31- 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.
32- Stenersen, J. 2004.Chemical Pesticides: Mode of Action and Toxicology, CRC Press, Boca Raton. Florida.
33- Tonks, D. J. and C. V. Eberlein. 2001. Postemergence weed control with rimsulfuron and various adjuvants in

www.SID.ir

potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology* 15: 613-616.
34- Van Acker, R. C. 2009. Weed biology serves practical weed management. *Weed Research* 49: 1-5.
35- Young, B. G. and S. E. Hart. 1998. Optimizing foliar activity of isoxaflutole on giant foxtill (*Setaria faberi*) with various adjuvants. *Weed Science* 46: 397-402.
36- Zand, E., S. K. Mousavi and A. Heidari. 2008. Herbicides and their Application Methods with Optimization Approach and Reduce Consumption. Jihad, Mashhad University Press. Mashhad. (In Farsi).
37- Zawierucha, J. E. and D. Penner. 2001. Adjuvant efficacy with quinclorac in canola (*Brassica napus*) and turf grass. *Weed Technology* 15: 220-223.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 10, No. 2, Summer 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Optimizing the Performance of Clethodim and Haloxyfop-R-Methyl Ester Herbicides on Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) Control by Citogate and Turnip Vegetable Oil

S. Abooali[1], S. Mahmoodi[2] and H. Hammami[3*]

(Received: April 23-2018; Accepted: July 30-2019)

Abstract

In order to evaluate the potential of citogate and turnip vegetable oil in increasing the performance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control by colthodim and haloxyfop-r-methyl ester herbicides, two greenhouse experiments were carried out in the Research Greenhouse of the Faculty of Agriculture, Birjand, Iran, in 2016; this study was based on a factorial arrangement as a completely randomized design with three replications. Treatments in each experiment included herbicide concentrations at seven levels (0, 6.25, 12.5, 25, 50, 75, and 100% of the recommended dose) and additives were applied at three levels (turnip oil, citogate, and without additives). The application of additives with colthodim herbicide on barnyardgrass (based on the shoot dry weight) led to 4.5% and 5.4% decreases in ED_{50} in the presence of turnip oil and citogate, respectively. Based on the root dry weight, ED_{50} was reduced to 22.9% and 21.6% in the presence of turnip oil and citogate, respectively. The results of the use of additives with Haloxyfop-r-methyl ester also showed a similar trend. However, the increase in the efficiency of Haloxyfop-r-methyl ester was higher than that of colthodim herbicide. The Haloxyfop-r-methyl ester ED_{50} values for the shoot dry weight of barnyardgrass were reduced by 14% and 16.3% in the presence of turnip oil and citogate, respectively. The Haloxyfop-r-methyl ester ED_{50} values for the root dry weight in the presence of turnip oil and citogate were 10 and 7 times higher than those in the treatments without additives, respectively. According to the results of this study, application of appropriate additives may lead to decrease in the extent of herbicide contamination of soil and water resources.

Keywords: Adjuvants, Grass, Greenhouse, Relative potency

1, 2 and 3 Former MSc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
*: Corresponding Author, Email: hhammami@birjand.ac.ir

www.SID.ir