

تأثیر اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر گندم و علف‌های هرز
یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Dur.) و فالاریس بذر کوچک (*Phalaris minor* Retz.)

The effect of mixing herbicides of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron in wheat, wild oat
(*Avena ludoviciana* Dur.) little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.)

سحر آخوندی^۱، جاوید قرخلو^{۲*}، ناصر یاقرانی^۳، افشین سلطانی^۴

چکیده

کاربرد درست علف‌کش‌ها برای کنترل انتخابی و اقتصادی علف‌های هرز بدون آسیب به محیط و گیاه زراعی یکی از موفقیت‌های مهم در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. به منظور بررسی اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم‌کاهی اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر روی گیاه زراعی گندم و علف‌های هرز باریک برگ یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک با استفاده از منحنی‌های هم‌اثر، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل هشت دُز علف‌کش‌ها با پنج نسبت اختلاط ۱:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ بودند. تابع لوگ لجستیک به پاسخ وزن خشک گیاهان در مقابل دزهای مختلف علف‌کش‌ها برای هر نسبت اختلاط برازش و مقادیر علف‌کش مورد نیاز برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد گیاهان مورد آزمایش (GR_{50}) برآورد گردید. پس از برآورد میزان GR_{50} برای هر یک از نسبت‌ها، از منحنی‌ها و مدل‌های هم‌اثر برای تعیین اثر اختلاط دو علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ پروپارژیل استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که مقدار کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن خشک برای علف‌های هرز یولاف وحشی زمستانه به ترتیب ۰/۴۳۷، ۱/۷۱۹ و برای فالاریس بذر کوچک به ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۹۵۲ درصد دز توصیه شده این علف‌کش‌ها می‌باشد که با افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، مقدار GR_{50} نیز افزایش یافت. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ پروپارژیل در دز یک برابر توصیه شده تأثیری روی گندم نداشت.

واژه‌های کلیدی: بازدارنده ACCase، بازدارنده ALS، اثرافزایشی، هم‌افزایی، هم‌کاهی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۰

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۳- استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
- ۴- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

*- نویسنده مسئول E-mail: Gherekhloo@yahoo.com

افزایشی^۶ طبقه بندی می‌شود. منحنی‌های هم‌اثر در واقع برش عرضی منحنی‌های دُز- پاسخ^۷ در نسبت‌های مختلف اختلاط است. این اثرات در شکل (۱) نشان داده شده‌اند (Verbruggen and Vanden Brink, 2010).

کاهش کارایی کلودینافوپ پروپارژیل بر روی علف‌های هرز باریک‌برگ می‌گردد (Baghestani *et al.*, 2007)

اختلاط علف‌کش پینوکسادن از گروه پیرازولین‌ها و علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل از گروه آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها به‌عنوان باریک‌برگ‌کش‌های اختصاصی مزارع گندم برای کنترل علف‌هرز فالاریس بذرکوچک معرفی شده است. افزون بر این، مخلوط یدوسولفورون متیل سدیم+مزوسولفورون متیل از گروه سولفونیلوریاها به‌عنوان علف‌کش دومنظوره برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مزارع گندم به- صورت پس‌رویشی و انتخابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Monaco *et al.*, 2002).

اگر چه تاکنون مطالعات زیادی در زمینه اثر اختلاط علف‌کش‌ها بر کارایی آن‌ها انجام شده است؛ اما اطلاعات زیادی در مورد اختلاط علف‌کش دومنظوره سولفوسولفورون با کلودینافوپ پروپارژیل که تنها بر گندمیان موثر می‌باشد، وجود ندارد. بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم‌کاهی ناشی از اختلاط علف‌کش‌های یادشده در کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Dur.) و فالاریس بذرکوچک (*Phalaris minor* Retz.) با استفاده از منحنی‌های هم‌اثر می‌باشد.

علف‌های هرز در مزارع باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردد، بنابراین کنترل علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین مراحل داشت در محصولات کشاورزی برای رسیدن به عملکرد بالا و کیفیت خوب محصول، محسوب می‌شود (Zand *et al.*, 2010). انتخاب علف‌کش‌ها با طیف کنترل وسیعی از علف‌های هرز از مهم‌ترین اهداف کنترل شیمیایی علف‌های هرز در راستای افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز و کاهش مقدار کاربرد سموم است (Kleemann and Gill, 2007). در این راستا، اختلاط علف‌کش‌ها می‌تواند راهکار مناسبی باشد (Kudsk and Mathiassen, 2004). اختلاط علف‌کش‌ها به‌عنوان ابزاری برای افزایش بهره‌وری در استفاده از علف‌کش‌هاست (Green, 1991). به منظور از بین بردن گونه‌های بیشتری از علف‌های هرز با اختلاط علف‌کش‌ها، طیف کشندگی آن‌ها گسترش پیدا می‌کند (Renukaswamy *et al.*, 2012). در اختلاط علف‌کش‌ها، مواد شیمیایی می‌تواند اثرات متقابلی در سطح گیاه، خاک، جذب، انتقال و هم در جایگاه عمل سلول داشته باشد (Green and Baily, 2001). در اختلاط علف‌کش‌ها از واژه اثرات متقابل^۱ برای ارتباط یک عامل بر روی عامل دیگر استفاده می‌شود. این اصطلاح برای تشریح انواع کنش پیوسته^۲ دو یا مقدار بیشتری از مواد شیمیایی بر روی گیاه به کار می‌رود (Damalas, 2004). فرم‌های کنش پیوسته عوامل شیمیایی بوسیله منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول^۳) به صورت هم‌افزایی^۴، هم‌کاهی^۵ و

¹ Interaction Effects

² Joint Action

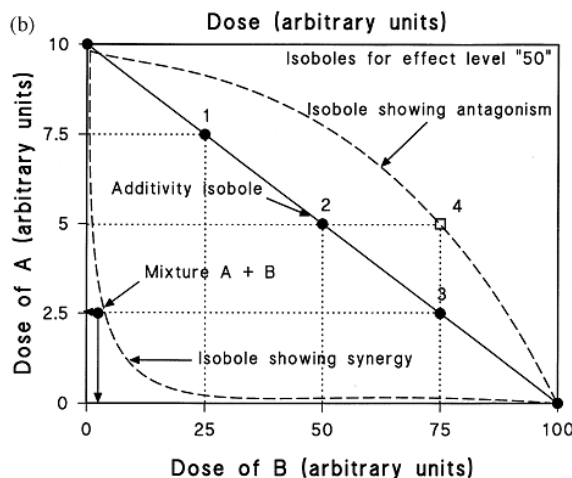
³ Isobole

⁴ Synergism

⁵ Antagonism

⁶ Additive

⁷ Dose-Response



شکل ۱- تعاملات ممکن در اختلاط دو ماده شیمیایی، در صورت فعال بودن هر دو ماده شیمیایی

Fig 1- Possible interactions in mixing of two chemicals; in case both chemicals are active

فراوان شستشو داده شدند. بذرها به پتری‌دیش‌های ۸ سانتی‌متری حاوی یک لایه کاغذ صافی منتقل و ۵ میلی-لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ۳ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، در داخل یخچال قرار گرفتند. برای شروع جوانه‌زنی، پتری‌دیش‌های حاوی بذر را در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و بعد از ۴۸ ساعت، بذرها پیش‌جوانه‌دار شده و برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند (Gherekhlou *et al.*, 2011).

برای تحریک جوانه‌زنی بذرها یولاف وحشی زمستانه ابتدا بخش لُما و پالنا را از بذرها یولاف وحشی جدا کرده و بذرها را به پتری‌دیش‌های ۸ سانتی‌متری حاوی یک لایه کاغذ صافی منتقل و با آب مقطر بذرها داخل پتری‌دیش را مرطوب و در دمای ۵ درجه در یخچال به مدت ۳-۴ روز قرار داده و بعد از آن در دمای ۲۵ درجه داخل انکوباتور گذاشته تا همه بذرها به‌طور هم‌زمان جوانه بزنند

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک در مقادیر کاهش یافته، آزمایش دُز-پاسخ، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، ۱۲۰ تیمار علف‌کشی برای هر علف‌هرز در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گرگان در سال ۱۳۹۴ به اجرا درآمد.

آماده‌سازی بذور و رفع کمون

آزمایش‌های اولیه انجام شده بر روی بذرها یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک نشان داد بذرها یولاف وحشی زمستانه و فالاریس بذر کوچک دارای کمون می‌باشد. بنابراین به‌منظور رفع کمون، بذرها یولاف وحشی بذر کوچک به مدت دو دقیقه و ۳۰ ثانیه در اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد غوطه‌ور شده و سپس با آب

تأثیر اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

b: شیب منحنی در نقطه ED₅₀; c: حد پایین منحنی
بیانگر پاسخ وقتی که میزان علف‌کش حداکثر است؛ d:
حد بالایی منحنی گویای پاسخ وقتی که میزان علف‌کش
صفر است.

ED₅₀: مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصد
وزن خشک علف‌هرز در حد فاصل c و d.

در مواردی c=0 این پارامتر از تابع (۱) حذف و در حالت
جدید، تابع سه پارامتره (تابع ۲) به داده‌های مربوطه برازش
داده شده تا برآورد دقیق‌تری از سایر پارامترها به دست آید
(Ritz and Streibig, 2005).

تابع (۲)

$$f(x, b, d, e) = \frac{d}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(ED_{50}))\}}$$

مدل فوق با استفاده از محیط نرم‌افزاری R و بسته
نرم‌افزاری 'drc' که به‌همین منظور طراحی شده است
(Ritz and Streibig, 2005)، به‌طور جداگانه به
داده‌های حاصل از وزن خشک دزهای اختلاط برازش
داده شد.

پس از برآورد میزان ED₅₀ برای هر یک از نسبت‌ها، از
منحنی‌های هم‌اثر و مدل هولت^۲ (تابع ۳) برای تعیین اثر
اختلاط دو علف‌کش‌های سولفوسولفورون و
کلودینافوپ پروپارژیل استفاده شد. مدل هولت، مدل
غیرخطی است که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

تابع (۳)

(Kalami, 2014). پس از ظهور ساقچه و ریشه‌چه،
بذرهای پیش‌جوانه‌دار شده گیاهان مورد مطالعه به‌طور
جداگانه با تراکم ده بذر در گلدان کشت شدند.

آزمون دز-پاسخ

تیمارهای آزمایش شامل دُزهای ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶،
۰/۸، ۱ و ۲ برابر دز توصیه شده معادل ۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و
۸۰۰ گرم ماده مؤثره کلودینافوپ پروپارژیل در هکتار و ۰،
۶/۶۵، ۱۳/۳، ۱۹/۹۵ و ۲۶/۶ گرم ماده مؤثره
سولفوسولفورون در هکتار برای ۵ نسبت اختلاط ۰:۱۰۰،
۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ در نظر گرفته شد. گیاهان
در مرحله ۳-۴ برگی با استفاده از سمپاش پشتی شارژی
مدل ماتابی با خروجی ۲۵۰ لیتر در هکتار در فشار دو بار بر
روی گیاهچه‌ها اعمال شد. چهار هفته بعد از اعمال
علف‌کش بر روی گیاه‌زراعی و علف‌های‌هرز، بوته‌های
سبز زنده هر گلدان از محل طوقه قطع و با ثبت تعداد بوته-
های زنده به آون با دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت
منتقل و سپس وزن خشک به‌وسیله ترازو با دقت ۰/۰۰۱
گرم توزین شد.

برای هر نسبت اختلاط یک آزمایش دز-پاسخ انجام شد
تا میزان ED₅₀ برای هر نسبت با استفاده از آنالیز رگرسیون
به‌دست آید. از آنالیز رگرسیون و برازش تابع لوگ-
لجستیک (تابع ۱) برای توصیف روند تغییرات پاسخ وزن
خشک گیاهان در مقابل دزهای مختلف اختلاط علف-
کش‌ها استفاده شد (Ritz and Streibig, 2005).

تابع (۱)

$$f(x, b, d, e) = c + \frac{d-c}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(ED_{50}))\}}$$

که پارامترهای ارائه شده در این تابع عبارتند از:

¹Dose response curve

² Hewllet

دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون و اختلاط این دو علف‌کش بر علف‌هرز یولاف وحشی اثر گذاشته و باعث کاهش تعداد بوته‌های زنده آن شد (شکل ۲). پارامترهای برآورد شده از منحنی حد پایین منحنی (پارامتر C) در کاربرد سولفوسولفورون ۱۰۰٪ برابر با ۷۳/۶۲ درصد بوده و به عبارت دیگر تعداد بوته‌های زنده مانده حدود ۲۷ درصد نسبت به شاهد (تیمار نشده) کم شده است. به این معنا که دز حداکثر این علف‌کش نتوانست علف‌هرز یولاف-وحشی را به‌طور کامل کنترل کند. با کاهش نسبت سولفوسولفورون و افزایش نسبت کلودینافوپ پروپارژیل مقدار پارامتر یاد شده کاهش و در نهایت تعداد بوته‌های زنده در تیمارهای $T_{75}A_{25}$ و T_{100} به صفر رسید. میزان ۰/۴۱۳ دز توصیه شده کلودینافوپ پروپارژیل نیاز بود تا ۵۰٪ تعداد بوته‌های یولاف وحشی را از بین ببرد. مقادیر ED_{50} برای سولفوسولفورون ۱۰۰٪ و اختلاط‌های $T_{25}A_{75}$ ، $T_{50}A_{50}$ و $T_{75}A_{25}$ به ترتیب برابر با ۲، ۲/۱۰۰، ۱/۱۳۱ و ۰/۶۷۳ دز توصیه شده برآورد شد (جدول ۱).

روند تغییرات وزن خشک بوته‌های یولاف وحشی زمستانه (نسبت به شاهد) در مقابل دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون و اختلاط آن‌ها (شکل ۳) نشان داد وزن خشک یولاف وحشی در دز توصیه شده تیمارهای T_{100} و $T_{75}A_{25}$ به صفر رسیده است. این مقدار برای تیمارهای A_{100} ، $T_{25}A_{75}$ و $T_{50}A_{50}$ به ترتیب معادل ۴۴/۸۱، ۵۱/۱۴ و ۲۴/۰۲ درصد از شاهد تیمار نشده، برآورد شده است و این مقادیر اختلاف معنی‌داری نیز با صفر داشتند. به این معنی که حتی دز حداکثری این سه تیمار نتوانست باعث مرگ کامل علف‌هرز

$$\log(EC_{50}mix) = -\lambda \log \left(\left(\frac{P}{EC_{50}mix} \right)^{1/\lambda} + \left(\frac{1-P}{EC_{50}mix} \right)^{1/\lambda} \right)$$

P: درصد اختلاط

اگر $\lambda=1$ باشد بیانگر حالت افزایشی غلظت؛ $\lambda < 1$ بیانگر حالت تشدیدکنندگی یا سینرژیستی و $\lambda > 1$ بیانگر حالت بازدارندگی یا آنتاگونیستی است.

در منحنی دز-پاسخ، دزها در مقیاس لگاریتمی آورده شده‌اند، لذا فاصله افقی بیانگر نسبت دزی است که پاسخ یکسانی را موجب می‌شوند. به این نسبت اصطلاحاً توان نسبی اطلاق می‌گردد و بدین شکل بیان می‌شود:

$$R = \frac{Z_1}{Z_2}$$

که در آن، Z_1 و Z_2 دزهای دو تیمار علف‌کش یک و دو هستند. توان نسبی نشان می‌دهد که چه مقدار باید از دز Z_2 بیشتر یا کمتر استفاده کرد تا همان نتیجه حاصل از دز Z_1 به دست آید. اگر R معادل یک باشد، دو تیمار علف‌کشی توان یکسانی دارند. اگر R بیش از یک به دست آید بدین معنی است که علف‌کش یک قوی‌تر از علف‌کش دو عمل کرده است، و اگر R کمتر از یک باشد، علف‌کش یک توان بیشتری از علف‌کش دو دارد (Streibig, 2003).

از آنالیز واریانس برای بررسی اثر اختلاط علف‌کش‌ها بر وزن خشک گندم استفاده و جهت مقایسه ضرایب مدل‌ها از شاخص خطای استاندارد (SE) و ضریب تبیین (R^2) استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها بر یولاف وحشی-زمستانه

T: کلودینافوپ پروپارژیل A: سولفوسولفورون

تأثیر اختلاط علف کَش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

ندارد. عدد لاندا برای اختلاط کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ۰/۰۶۳ برآورد شده و نشان‌دهنده این است که اختلاط این دو علف‌کش حالت آنتاگونیستی داشته و باعث کاهش کارایی و افزایش میزان مصرف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل می‌شود.

باغستانی و همکاران (Baghestani *et al.*, 2013) در ارزیابی امکان اختلاط پهن‌برگ‌کش‌های کاربردی با باریک‌برگ‌کش‌های رایج مزارع گندم اذعان داشتند که اختلاط ام‌سی‌پی‌آ + دیکلوپروپ‌پی + مکوپروپ‌پی به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به همراه کلودینافوپ پروپارژیل به میزان ۰/۸ لیتر در هکتار و مخلوط بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به همراه کلودینافوپ پروپارژیل به میزان ۰/۸ تا ۱ لیتر در هکتار از نتایج بسیار رضایت‌بخشی در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ داشت، همچنین از اختلاط فنوکساپروپ‌پیتیل به میزان ۱ تا ۱/۴ لیتر در هکتار با تیمارهای استاندارد تری‌بنورون‌متیل ۲۰ گرم + کلودینافوپ پروپارژیل ۰/۸ لیتر و علف‌کش دو منظوره یدوسولفورون‌متیل‌سدیم + مزوسولفورون‌متیل به میزان ۳۵۰ گرم مورد مقایسه قرار گرفتند.

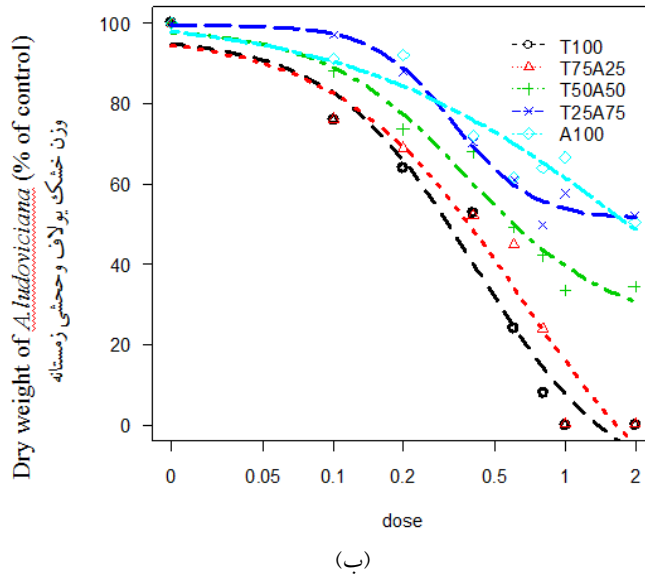
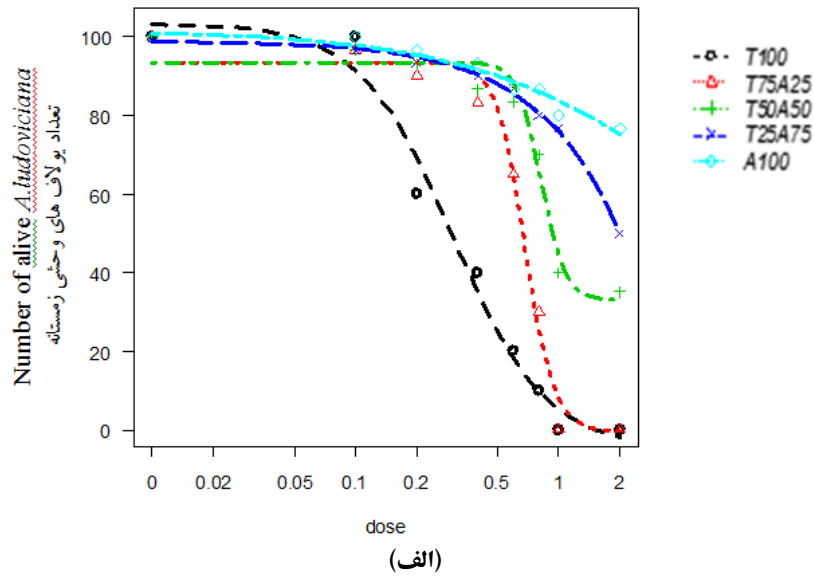
علف‌کش فنوکساپروپ‌پیتیل کارایی مناسبی در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ نداشت ولی در برخی از تیمارهای اختلاط سبب بروز اثرات سینرژیکی روی علف‌های هرز پهن‌برگ گردید. اختلاط علف‌کش تری‌بنورون‌متیل با کلودینافوپ پروپارژیل برای کنترل یولاف-وحشی‌زمستانه در مزارع گندم اثر افزایشی داشت (Montazeri, 1995).

یولاف‌وحشی‌شود. در واقع نشان‌دهنده این موضوع است که این سه تیمار میزان کشندگی کمتری نسبت به تیمارهای T₁₀₀ و T_{75A25} دارند.

این موضوع توسط مقادیر برآورد شده برای GR₅₀ نیز تأیید گردید. به طوری که ۰/۳۴۷ برابر دز توصیه شده کلودینافوپ پروپارژیل لازم بود تا باعث کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف‌وحشی‌شود، این مقدار برای سولفوسولفورون ۱/۷۹۷ برابر دز توصیه شده برآورد شد که نشان‌دهنده اثر و کارایی بالای علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل نسبت به علف‌کش سولفوسولفورون می‌باشد (جدول ۲). با در نظر گرفتن نتایج، نه تنها سولفوسولفورون به تنهایی نتوانست باعث کنترل موفق یولاف‌وحشی‌شود، بلکه اختلاط آن با کلودینافوپ پروپارژیل نیز باعث کاهش کارایی علف‌کش باریک‌برگ‌کش گردید.

هم‌چنین مقادیر GR₉₀ به دست آمده نشان داد که استفاده از دز یک برابر توصیه شده T₁₀₀ باعث از بین رفتن ۹۰ درصد از علف‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه می‌شود و برای اختلاط‌های T_{50A50}، T_{25A75} و A₁₀₀ به ترتیب GR₉₀ محاسبه شده برای کنترل ۹۰ درصدی علف‌هرز یولاف‌وحشی برابر با ۱/۴۳۴ و ۲ > برابر دز توصیه شده می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت GR₉₀ سولفوسولفورون ۱۰۰٪ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده و بیانگر این است به تنهایی و حتی در دزهای بالاتر نمی‌تواند کنترل خوبی از خود نشان دهد (جدول ۲).

با توجه به مقایسه توان نسبی اختلاط‌های دو علف‌کش جدول (۳) مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین GR₅₀ به دست آمده برای تیمارهای (T₁₀₀ / T_{75AP25})، (T_{75AP25} / T_{50AP50}) و (T_{25AP75} / AP₁₀₀) وجود



شکل ۲- روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده یولاف وحشی زمستانه (الف) و وزن خشک (ب) در اثر کاربرد نسبت‌ها و دزهای مختلف اختلاط علف‌کش -

های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون

Fig 2- Changes in number of survived winter wild oat plants (A) and dry weight (B) as affected by application of different ratios and rates of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix

تأثیر اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

جدول ۱- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب پاسخ وزن خشک یولاف وحشی زمستانه

Table 1- Coefficients of log-logistic dose-response curve for describing efficacy of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix based on dry weight winter wild oat plants

نسبت‌های اختلاط	ضرایب			
	c	d	b	ED ₅₀
۱۰۰٪ سولفوسولفورون (A ₁₀₀)	73.62(3.955)	100.09(1.42)	1.903(0.615)	>2
۲۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون (T ₂₅ A ₇₅)	0	97.684(1.216)	1.599(0.137)	2.100(0.097)
۵۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون (T ₅₀ A ₅₀)	0	99.769(3.568)	1.700(0.496)	1.131(0.095)
۷۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون (T ₇₅ A ₂₅)	0	102.99(6.309)	2.072(0.316)	0.673(0.026)
۱۰۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل (T ₁₀₀)	0	93.566(3.456)	6.153(1.368)	0.413(0.025)

اعداد داخل پرانتز مقادیر خطای استاندارد (SE) را نشان می‌دهد. Values in parenthesis represent standard error (SE).

(c) حد پایین، (d) حد بالا، (b) شیب کاهش وزن خشک در نقطه ED₅₀، مقدار علف کش لازم برای کاهش ۵۰ درصد تعداد بوته‌های زنده مانده علف‌هرز نسبت به شاهد تیمار نشده.

(c) lower limit, (d) upper limit, (b) dry weight reduction slope at ED₅₀ point, (ED₅₀) amount of herbicide needed for 50% reduction in number of survived plants compared to control.

جدول ۲- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب پاسخ وزن خشک بوته‌های یولاف وحشی زمستانه (نسبت به شاهد)

Table 2- Coefficients of log-logistic dose-response curve for describing efficacy of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix based on dry weight of winter wild oat plants (compared to control)

دزهای اختلاط	ضرایب				
	c	d	b	GR ₅₀	GR ₉₀
۱۰۰٪ سولفوسولفورون (A ₁₀₀)	44.81(10.61)	99.62(3.584)	0.760(0.124)	1.719(0.306)	>2
۲۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون (T ₂₅ A ₇₅)	51.14(3.28)	99.578(3.225)	0.750(0.190)	1.241(0.379)	>2
۵۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون (T ₅₀ A ₅₀)	24.02(10.50)	98.910(5.782)	0.920(0.162)	0.638(0.114)	>2
۷۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون (T ₇₅ A ₂₅)	0	90.89(13.335)	1.842(0.929)	0.435(0.151)	1.434(0.393)
۱۰۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل (T ₁₀₀)	0	93.56(3.45)	6.154(1.368)	0.347(0.029)	1.039(0.231)

اعداد داخل پرانتز مقادیر خطای استاندارد (SE) را نشان می‌دهد. Values in parenthesis represent standard error (SE).

(c) حد پایین، (d) حد بالا، (b) شیب کاهش وزن خشک در نقطه GR₅₀، مقدار علف کش لازم به ترتیب برای ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش در وزن خشک علف‌هرز نسبت به شاهد تیمار نشده.

(c) lower limit, (d) upper limit, (b) dry weight reduction slope at GR₅₀ point, (GR₅₀ and GR₉₀) amount of herbicide needed for 50% and 90% reduction in number of survived plants compared to control.

جدول ۳- مقادیر برآورد شده نسبت GR₅₀ تیمارهای مختلف اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر وزن خشک بوته‌های یولاف وحشی زمستانه (نسبت به شاهد)

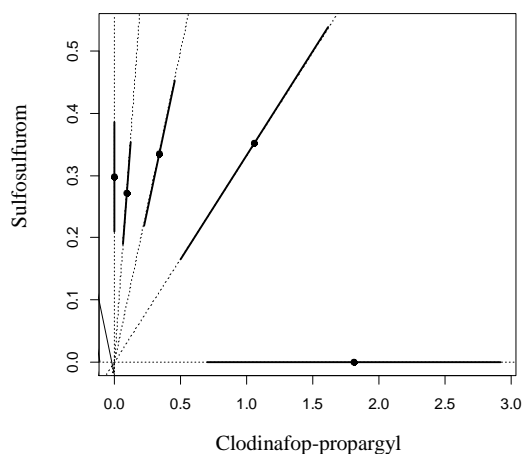
Table 3- Estimated values for GR₅₀ ratio of different clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix treatments on dry weight of wild winter oat plants (compared to control)

توانایی نسبی	برآورد شده	خطای استاندارد	p- value
T ₁₀₀ /T ₇₅ AP ₂₅	0.797	0.295	^{ns} 0.499
T ₁₀₀ /T ₅₀ AP ₅₀	0.543	0.197	0.029*
T ₁₀₀ /T ₂₅ AP ₇₅	0.279	0.116	<0.0001**
T ₁₀₀ /AP ₁₀₀	0.201	0.089	<0.0001**
T ₇₅ AP ₂₅ /T ₅₀ AP ₅₀	0.472	0.247	^{ns} 0.210
T ₇₅ AP ₂₅ /T ₂₅ AP ₇₅	0.350	0.146	0.0002**
T ₇₅ AP ₂₅ /AP ₁₀₀	0.253	0.112	<0.0001**
T ₅₀ AP ₅₀ /T ₂₅ AP ₇₅	0.514	0.211	0.030*
T ₅₀ AP ₅₀ /AP ₁₀₀	0.371	0.163	0.0006**
T ₂₅ AP ₇₅ /AP ₁₀₀	0.721	0.347	^{ns} 0.381

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد؛ ns: معنی دار نبودن تأثیر در سطح احتمال ۵ درصد یا کمتر.
T: کلودینافوپ پروپارژیل، AP: سولفوسولفورون

** and *: significant effect at $p \leq 1\%$ and $\leq 5\%$, respectively; ns: not- significant at $p \leq 5\%$.

T: clodinafop-propargyl, AP: sulfosulfuron



شکل ۳- برازش منحنی آیزوبول در اثر مصرف نسبت‌های مختلف اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون برای علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه

Fig 3- Fitting of isobole curve obtained from application of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mixtures for winter wild oat weed

(Chitband *et al.*, 2013). با این حال اثر اختلاط کلروسولفورون و تو،فور-دی با دیکلوفوپ متیل بر روی یولاف وحشی حالت آنتاگونیستی داشت (Hall *et al.*,

نتایج حاصل از اختلاط دو علف کش مزوسولفورون + یدوسولفورون و کلودینافوپ پروپارژیل روی گیاه علف-هرز یولاف وحشی زمستانه حالت افزایشی داشته است

تأثیر اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

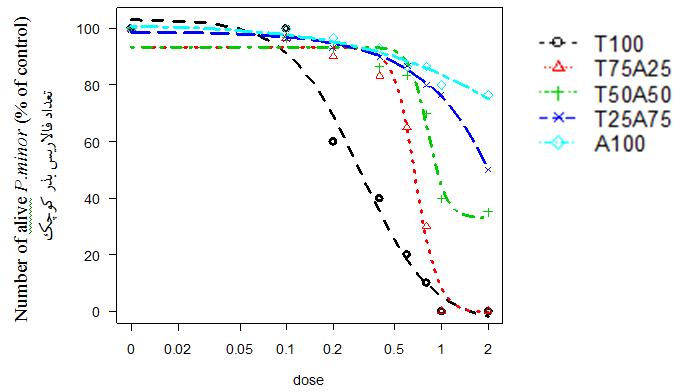
هرز فالاریس بذر کوچک در مرحله ۴-۳ برگی علف‌هرز شود و در نتیجه میزان کشندگی کمتری نسبت به کاربرد اختلاط‌های T_{100} و $T_{75}A_{25}$ داشت (شکل ۴) این نکته با توجه با مقادیر بر آورد شده ED_{50} مورد تأیید قرار گرفت. برای این که تعداد بوته‌های فالاریس بذر کوچک به ۵۰٪ شاهد تیمار نشده برسد، به میزان ۰/۴۱۳ دز توصیه شده کلودینافوپ پروپارژیل نیاز است، این مقدار برای سولفوسولفورون معادل ۰/۹۲۳ دز توصیه شده، که نشان می‌دهد علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل فالاریس بذر کوچک کارایی بیشتری نسبت به علف‌کش سولفوسولفورون دارد. با توجه به پارامترهای به‌دست آمده مقادیر ED_{50} برای اختلاط‌های $T_{75}A_{25}$ ، $T_{50}A_{50}$ و $T_{25}A_{75}$ به ترتیب معادل ۰/۶۷۳، ۰/۸۰۶ و ۰/۸۱۸ دز توصیه شده برآورد گردید.

وزن خشک بوته‌های فالاریس بذر کوچک در مقابل دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون و نسبت‌های مختلف اختلاط آن‌ها بررسی شد که با افزایش دز علف‌کش‌ها، وزن خشک بوته‌های علف‌هرز فالاریس بذر کوچک کاهش یافت (شکل ۵). با در نظر داشتن نتایج تابع لوگ-لجستیک می‌توان بیان کرد بین مقادیر برآورد شده برای منحنی حد بالای (پارامتر d) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. حد پایین (پارامتر c) برای تیمار T_{100} و $T_{75}A_{25}$ صفر شد؛ ولی در اختلاط‌های $T_{50}A_{50}$ ، $T_{25}A_{75}$ و A_{100} به ترتیب برابر با ۹۱، ۱۷/۰۴ و ۴۵/۶۷ درصد بود. این به این معنا است که دز حداکثر این علف‌کش نتوانست، علف‌هرز فالاریس بذر کوچک را به‌طور کامل کنترل کند. پارامتر GR_{50} برای تمامی تیمارهای مختلف اختلاط برآورد شد.

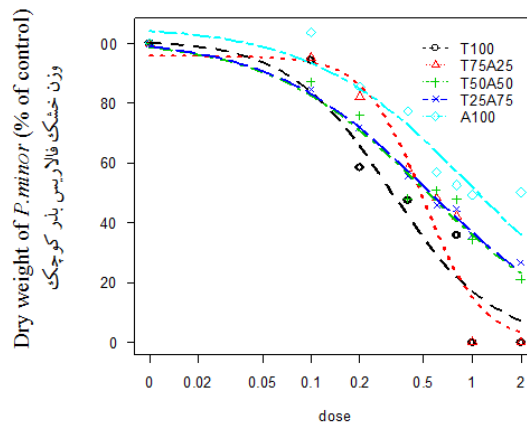
(1982). مشابه این گزارش در مورد ترکیب دیکلوفوپ و مت‌سولفورون و کلریمورون و کويزالوفوپ نیز گزارش شد (Green, 1989). اوسالیوان و همکاران (O'sullivan and Vanden, 1983; O'sullivan, 1980) در مطالعه‌ای روی یولاف زراعی مشاهده کردند اثر اختلاط دیکلوفوپ و دیفتزوکوات با تو،فور-دی و مت‌سولفورون نیز از حالت آنتاگونیستی تبعیت می‌کند. با توجه به نتایج حاصله از آزمایش و نتایج سایر محققین می‌توان اظهار داشت که نتیجه اختلاط علف‌کش‌ها به نوع علف‌کش‌های اختلاط‌یافته و نیز علف‌هرز مورد هدف بستگی دارد.

اثر اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر فالاریس بذر کوچک

روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذر کوچک در مقابل کاربرد نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون در شکل ۴-۴ نشان داده شده است. افزایش دز علف‌کش‌ها و اختلاط آن‌ها باعث کاهش تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذر کوچک شد و در دزهای بالاتر تعداد بوته‌های فالاریس بذر کوچک به صفر رسید (شکل ۴)؛ اما با در نظر داشتن نتایج به‌دست آمده از تابع لوگ-لجستیک (جدول ۴) می‌توان بیان کرد که بین پارامتر حد بالای منحنی (d) در تیمارهای مختلف اختلاط اختلاف آماری معنی‌داری دیده نمی‌شود. بر خلاف این پارامتر، حد پایین منحنی (c) در تیمارهای اختلاط اعمال شده متفاوت بود، این پارامتر برای تیمارهای اختلاط علف‌کش‌های $T_{50}A_{50}$ ، $T_{25}A_{75}$ و A_{100} به ترتیب معادل ۸۴/۹۹، ۴۴/۱۹ و ۲۲/۸۷۸ درصد از شاهد برآورد شد. این مقادیر اختلاف معنی‌دار با دز صفر داشتند، یعنی حتی دو برابر دز توصیه شده تیمارهای یاد شده نیز نتوانست باعث از بین بردن کامل بوته‌های علف-



(الف)



(ب)

شکل ۴- روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذر کوچک (الف) و وزن خشک (ب) در اثر کاربرد نسبت‌ها و دزهای مختلف اختلاط

علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون

Fig 4- Changes in number of survived little seed canary grass (A) and dry weight (B) as affected by application of different ratios and rates of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix.

تأثیر اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

جدول ۴- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون برحسب پاسخ وزن خشک فالاریس بذر کوچک

Table 4- Coefficients of log-logistic dose-response curve for describing efficacy of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix based on dry weight little seed canary grass plants

نسبت‌های اختلاط	ضرایب			ED ₅₀
	c	d	b	
۱۰۰٪ سولفوسولفورون (A ₁₀₀)	84.99(1.101)	101.118(6.080)	8.834(1.929)	0.923(0.039)
۲۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون (T ₂₅ A ₇₅)	44.19(1.636)	99.07(0.505)	3.716(0.293)	0.818(0.189)
۵۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون (T ₅₀ A ₅₀)	22.287(5.23)	101.12(1.739)	2.065(0.267)	0.806(0.066)
۷۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون (T ₇₅ A ₂₅)	0	96.816(2.928)	4.958(1.000)	0.673(0.037)
۱۰۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل (T ₁₀₀)	0	101.118(6.08)	2.313(0.428)	0.413(0.039)

اعداد داخل پرانتز مقادیر خطای استاندارد (SE) را نشان می‌دهد.

Values in parenthesis represent standard error (SE).

(c) lower limit, (d) upper limit, (b) dry weight reduction slope at ED₅₀ point, (ED₅₀) amount of herbicide needed for 50% reduction in number of survived plants compared to control.

نسبت به شاهد تیمار نشده.

(c) lower limit, (d) upper limit, (b) dry weight reduction slope at ED₅₀ point, (ED₅₀) amount of herbicide needed for 50% reduction in number of survived plants compared to control.

برابر دز توصیه شده استفاده شود تا ۹۰ درصد نابودی علف‌هرز فالاریس بذر کوچک مشاهده شود. مقدار این پارامتر برای اختلاط‌های T₇₅A₂₅، T₅₀A₅₀ و T₂₅A₇₅ بزرگتر از دو تخمین زده شد. (جدول ۵).

بر اساس پارامترهای برآورد شده GR₅₀ (جدول ۶) نسبت GR₅₀ کلودینافوپ پروپارژیل ۱۰۰٪ به اختلاط T₇₅A₂₅ اختلاف معنی‌داری با یک داشت. همچنین، اختلاف نسبت GR₅₀ کلودینافوپ پروپارژیل ۱۰۰٪ با GR₅₀ تیمارهای T₅₀A₅₀، T₂₅A₇₅ و A₁₀₀ نیز با یک معنی‌داری بود. این امر نشان دهنده این است تأثیر و کارایی هر یک از اختلاط‌های نامبرده با کارایی کلودینافوپ پروپارژیل هم‌خوانی ندارد و نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. نسبت GR₅₀ تیمار T₇₅A₂₅ با تیمارهای T₅₀A₅₀ و T₂₅A₇₅ بر اساس جدول یاد شده اختلاف معنی‌داری با یک

این مقدار برای کاربرد کلودینافوپ پروپارژیل، ۰/۳۱۲ دز توصیه شده و برای سولفوسولفورون، ۰/۹۵۲ دز توصیه شده برآورد شد که نشان‌دهنده کارایی و اثر بالای علف-کش کلودینافوپ پروپارژیل بود. مقدار GR₅₀ برای اختلاط‌های T₂₅A₇₅ و T₅₀A₅₀، T₇₅A₂₅ به ترتیب معادل ۰/۴۹۶، ۰/۵۱۰ و ۰/۵۳۰ دز توصیه شده برآورد شد. این برآوردها بیان می‌کند که برای رسیدن به ۵۰٪ کاهش وزن خشک فالاریس بذر کوچک در اثر اختلاط به مقدار علف‌کش بیشتری نیاز می‌باشد (جدول ۵). در نهایت می‌توان گفت سولفوسولفورون به تنهایی تأثیر بسزایی در کنترل و از بین بردن فالاریس بذر کوچک ندارد. برای کنترل ۹۰ درصدی از علف‌هرز فالاریس بذر کوچک ۱/۵ برابر دز توصیه شده کلودینافوپ پروپارژیل مورد نیاز است، در صورتی که علف‌کش سولفوسولفورون باید ۱۱

اختلاط علف‌کش‌های گروه بازدارنده فتوسنتز با دیگر گروه‌های علف‌کشی برای کنترل مناسب، جلوگیری از کاهش محسوس عملکرد و پیشگیری از بروز مقاومت و تحمل در گونه‌های علف‌هرزی توصیه می‌شود. برای کنترل علف‌های هرز خردل‌وحشی، چغندروحشی (*Beta maritima L.*) و پنیرک (*Malva sylvestris L.*)، علف‌کش‌های تری‌بنورون + کلودینافوپ پروپارژیل به میزان (۲۵ گرم + ۰/۸ لیتر در هکتار)، پنتر ۲/۵ لیتر در هکتار در مرحله ۴-۲ برگگی گندم و به صورت پیش‌رویشی، متری‌بوزین مخلوط بروماید ام آ + کلودینافوپ پروپارژیل به میزان (۱/۵+۰/۸) لیتر در هکتار و تو،فور-دی + کلودینافوپ پروپارژیل به میزان (۱+۱/۵) لیتر در هکتار در اوایل پنجه‌زنی گندم مؤثرترین تیمارها در کاهش مجموع تعداد علف‌های هرز بودند (Ghanbaribiregani et al., 2013). اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و تری‌بنورون متیل موجب کارایی بالایی در کنترل علف‌های هرز یولاف‌وحشی و فالاریس بذرکوچک شد (Baghestani et al., 2008). در تحقیق روی فالاریس بذرکوچک مشاهده شد که اثر علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در اثر اختلاط با تو،فور-دی کاهش یافت. هم‌چنین ترکیب فنوکساپروپ‌پیتیل و تو،فور-دی هم اثر آنتاگونیستی داشت. درحالی‌که ترکیب کلودینافوپ-پروپارژیل و فنوکساپروپ‌پیتیل دارای اثر سینرژیستی بود (Singh and Singh, 2005).

نداشت، اما اختلاف این مقادیر با GR_{50} سولفوسولفورون ۱۰۰٪ معنی‌دار بود که نشان داد سولفوسولفورون کارایی بالایی در از بین بردن فالاریس بذرکوچک ندارد. نسبت GR_{50} اختلاط $T_{50A_{50}}$ با اختلاط $T_{25A_{75}}$ اختلاف معنی‌داری با یک نداشت؛ ولی اختلاف نسبت آن به GR_{50} سولفوسولفورون ۱۰۰٪ با یک معنی‌دار بود. مشابه نتیجه اخیر در نسبت GR_{50} تیمار $T_{25A_{75}}$ به GR_{50} سولفوسولفورون ۱۰۰٪ نیز دیده شد. برای علف‌هرز فالاریس بذرکوچک عدد لاندا ۱/۳۲۶ برآورد شد که بیانگر اثر هم‌افزایی در نتیجه اختلاط این دو علف‌کش می‌باشد. مطالعه حاضر نشان می‌دهد کاربرد خالص کلودینافوپ پروپارژیل توانست با کاهش دز مصرفی نسبت به دز توصیه شده علف‌های هرز را به خوبی کنترل کند و در صورت عدم کنترل کامل فالاریس بذرکوچک توسط سولفوسولفورون، می‌توان از اختلاط کلودینافوپ پروپارژیل با سولفوسولفورون به نسبت ۷۵:۲۵ برای افزایش کارایی سولفوسولفورون در کنترل این علف‌هرز بهره برد.

برجسته و باغستانی (Barjaste and Baghestani, 2008) آزمایشی جهت بررسی کارایی چند علف‌کش جدید دو منظوره‌ی پروسولفوکارب، کلروسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در مقایسه با باریک‌برگ‌کش‌های پینوکسادن و کلودینافوپ پروپارژیل و پهن‌برگ‌کش‌های تری‌بنورون متیل و بروموکسینیل در مزارع گندم شاهرود سمنان انجام دادند. نتایج حاصل نشان داد که علف‌کش‌های دو منظوره به‌جز پروسولفوکارب، بیشترین تاثیر را بر کنترل علف‌های هرز داشتند از این‌رو،

تأثیر اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

جدول ۵- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت های مختلف اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب وزن خشک بوته های فالاریس بذر کوچک (نسبت به شاهد)

Table 5- Coefficients of log-logistic dose-response curve for describing efficacy of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix based on dry weight of little seed canary grass plants (compared to control)

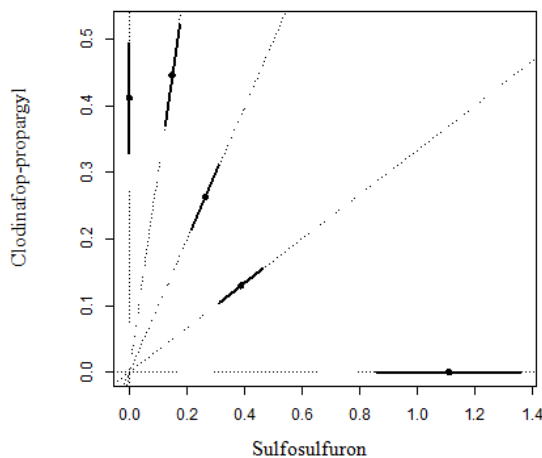
دزهای اختلاط	ضرایب				
	c	d	b	GR ₅₀	GR ₉₀
۱۰۰٪ سولفوسولفورون (A ₁₀₀)	45.67(7.904)	105.88(7.530)	0.892(0.196)	0.952(0.223)	>2
۲۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون (T ₂₅ A ₇₅)	17.04(11.19)	101.66(8.177)	0.895(0.176)	0.530(0.123)	>2
۵۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون (T ₅₀ A ₅₀)	30.91(1.950)	101.54(8.418)	0.896(0.180)	0.510(0.122)	>2
۷۵٪ کلودینافوپ پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون (T ₇₅ A ₂₅)	0	95.744(5.441)	2.390(0.490)	0.496(0.057)	1.245(0.188)
۱۰۰٪ کلودینافوپ پروپارژیل (T ₁₀₀)	0	101.095(8.52)	1.375(0.242)	0.312(0.055)	1.544(0.408)

Values in parenthesis represent standard error (SE)

اعداد داخل پرانتز مقدار خطای استاندارد (SE) را نشان می دهد.

(c) حد پایین، (d) حد بالا، (b) شیب کاهش وزن خشک در نقطه GR₅₀، مقدار علف کش لازم به ترتیب برای ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش در وزن خشک علف هرز نسبت به شاهد تیمار نشده.

(c) lower limit, (d) upper limit, (b) dry weight reduction slope at GR₅₀ point, (GR₅₀ and GR₉₀) amount of herbicide needed for 50% and 90% reduction in number of survived plants compared to control.



شکل ۵- برازش منحنی آیزوبول در اثر مصرف نسبت های مختلف اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون برای علف هرز فالاریس بذر کوچک

Fig 5 - Fitting of isobole curve obtained from application of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mixtures for little seed canary grass weed

اثر اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و

سولفوسولفورون بر گندم

نتایج مقایسه میانگین وزن خشک بوته‌های گندم در نسبت‌های اختلاط کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون در جدول ۷ نشان داده شده است. اثر تیمارهای A_{100} و $A_{75}T_{25}$ تأثیر معنی داری روی وزن خشک گندم نداشت، در حالی که در سایر تیمارهای $T_{50}A_{50}$ ، $T_{75}A_{25}$ و T_{100} با افزایش دز علف‌کش وزن خشک تک بوته‌های گندم شروع به کاهش کرد ولی در ۲ برابر دز توصیه شده علف‌کش وزن خشک تک بوته‌های گندم نسبت به شاهد تیمار نشده اختلاف معنی داری داشت. افزودن سولفوسولفورون به اختلاط، دامنه تحمل بوته‌های گندم به علف‌کش‌ها را افزایش داد و گیاه‌سوزی در گیاه مشاهده نشد. در بررسی مصرف علف‌کش دو منظوره مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایر و اختلاط علف‌کش‌های تری‌بنورون‌متیل با دیکلوفوپ‌متیل و زمان استفاده برای کنترل علف‌های هرز در مزارع گندم مشخص شد که نوع علف‌کش تأثیر معنی داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشت؛ ولی اثر متقابل نوع علف‌کش و زمان استفاده از آن معنی دار نشد (Ebrahimpour et al., 2011). نتایج به‌دست آمده با نتایج گزارش پاتریک و همکاران (Patrick and stahlman., 1999; Patrick et al, 2008) که بر اساس آن علف‌کش سولفوسولفورون باعث کاهش وزن خشک گندم می‌شود و نیز با نتایج دستغیب و همکاران (Dastgheib et al, 1998) مبنی بر کاهش وزن خشک اندام هوایی و ایجاد خسارت گسترده به گندم دارای اثر کاربرد این علف‌کش، مغایر می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

خصوصیات ساختاری و مکانیسمی مانند گونه علف‌هرز، ترکیب کوتیکول، ویژگی‌های فرمولاسیون علف‌کش،

شرایط محیطی که در آن گیاه گسترش یافته جمله عواملی است که سطح تماس علف‌کش را کاهش و مانع از تأثیر گذاری بهتر علف‌کش می‌شوند، بطوری که با کاربرد همزمان دو علف‌کش و وجود رقابت بین آنها برای جذب و رسیدن به جایگاه هدف با مقاومت ساختاری و فیزیولوژیکی علف‌هرز مواجه شده و این امر مانع از رسیدن غلظت مؤثر هر یک از علف‌کش‌ها به جایگاه هدف و در نهایت موجب افزایش یافتن مقدار دز هر یک از علف‌کش‌ها می‌شود. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ پروپارژیل کارایی علف‌کش سولفوسولفورون، مهار علف‌های هرز یولاف‌وحشی و فالاریس بذر کوچک را کاهش داد. مقدار کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن خشک برای علف‌های هرز یولاف‌وحشی زمستانه به ترتیب ۰/۴۳۷ و ۱/۷۱۹ و برای فالاریس بذر کوچک به ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۹۵۲ درصد دز توصیه شده این علف‌کش‌ها می‌باشد که با افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، مقدار GR_{50} نیز افزایش یافت. در نتیجه اختلاط این دو علف‌کش بر روی علف‌های هرز یولاف‌وحشی و فالاریس بذر کوچک به ترتیب روند آنتاگونیستی و سینرژیکی داشت که از پیامدهای مهم این اختلاط، کاهش دز مصرفی سموم است که از لحاظ اقتصادی و مسائل زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت است. هم‌چنین علف‌کش سولفوسولفورون علف‌کشی دو منظوره می‌باشد که غالباً برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مورد استفاده قرار می‌گیرد و تأثیر آن بر علف‌های هرز باریک‌برگ کمتر است و مصرف آن به تنهایی دارای کمترین اثر و فقط با مقادیر حداکثر دز و گاهی بیشتر از دز توصیه شده باعث کنترل می‌شود. بنابراین مخلوط آن با کلودینافوپ پروپارژیل باعث کنترل وسیعی از علف‌های هرز در مزارع گندم می‌شود. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ-

تأثیر اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون ...

پروپارژیل در دز یک برابر توصیه شده تأثیری روی گندم نداشت. از طرفی، افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، میزان گیاه سوزی بوته های گندم را کاهش داد.

خاطر حمایت مالی از انجام پژوهش حاضر و همچنین از جناب آقای مهندس سعید حسن پور بورخیلی به خاطر کمک های ارزنده شان، تشکر و قدردانی می نمایند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به

جدول ۶- مقادیر برآورد شده نسبت GR₅₀ تیمارهای مختلف اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون بر وزن خشک بوته های

فالاریس بدر کوجک (نسبت به شاهد)

Table 6- Estimated values for GR₅₀ ratio of different clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix treatments on dry weight of little seed canary grass weed (compared to control)

توانایی نسبی	برآورد شده	خطای استاندارد	p-value
T ₁₀₀ /T ₇₅ AP ₂₅	0.629	0.133	0.0075**
T ₁₀₀ /T ₅₀ AP ₅₀	0.613	0.182	0.03*
T ₁₀₀ /T ₂₅ AP ₇₅	0.589	0.172	0.021*
T ₁₀₀ /AP ₁₀₀	0.328	0.096	<0.0001**
T ₇₅ AP ₂₅ /T ₅₀ AP ₅₀	0.972	0.259	^{ns} 0.920
T ₇₅ AP ₂₅ /T ₂₅ AP ₇₅	0.935	0.244	^{ns} 0.797
T ₇₅ AP ₂₅ /AP ₁₀₀	0.521	0.136	0.0009**
T ₅₀ AP ₅₀ /T ₂₅ AP ₇₅	0.961	0.322	^{ns} 0.906
T ₅₀ AP ₅₀ /AP ₁₀₀	0.535	0.179	0.012*
T ₂₅ AP ₇₅ /AP ₁₀₀	0.556	0.184	0.019*

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد؛ ns: معنی دار نبودن تأثیر در سطح احتمال ۵ درصد یا کمتر. T: کلودینافوپ پروپارژیل، AP: سولفوسولفورون

** and *: significant effect at $p \leq 1\%$ and $\leq 5\%$, respectively; ns: not- significant at $p \leq 5\%$. T: clodinafop-propargyl, AP: Sulfosulfuron.

جدول ۷- مقایسه میانگین وزن خشک بوته های گندم در اثر مصرف نسبت های مختلف اختلاط علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل و

سولفوسولفورون

Table 7- Mean comparison of wheat dry weight as affected by different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mixtures

دز × توصیه شده	نسبت های اختلاط کلودینافوپ پروپارژیل و سولفوسولفورون									
	۱۰۰٪ کلودینافوپ- پروپارژیل		۷۵٪ کلودینافوپ- پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون		۵۰٪ کلودینافوپ- پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون		۲۵٪ کلودینافوپ- پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون		۱۰۰٪ سولفوسولفورون	
0	0.422	a	0.422	a	0.422	a	0.422	a	0.422	a
0.1	0.419	a	0.417	ab	0.421	a	0.422	a	0.422	a
0.2	0.416	a	0.415	ab	0.420	a	0.421	a	0.421	a
0.4	0.414	a	0.412	ab	0.420	a	0.420	a	0.421	a
0.6	0.408	ab	0.411	ab	0.420	a	0.420	a	0.421	a
0.8	0.402	ab	0.405	ab	0.417	ab	0.418	a	0.419	a
1	0.390	ab	0.404	ab	0.416	ab	0.418	a	0.418	a
2	0.378	b	0.400	b	0.411	b	0.418	a	0.418	a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می باشند.

Similar letters in each column show lack of statistical significance at $p \leq 5\%$ based on LSD test

References

فهرست منابع

- Baghestani, M. A., E. Zand, and S. Sufizadeh. 2008.** Study on the efficacy of weed control in wheat (*Triticum aestivum*) with tank mixtures of grass herbicide whit broadleaf herbicide. *Crop Protection*, 27:104-111.
- Baghestani, M. A., E. Zand, S. Soufizadeh, M. Mirvakili, and N. Jaafarzadeh. 2007.** Response of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and weeds to tank mixtures of 2, 4-D plus MCPA with clodinafop propargyl. *Weed biology and management*, 7:209-218.
- Baghestani, M. A., E. Zand, and F. Lotfi mavi. 2013.** Investigating possibility of broadleaf killers tank mixture with grass killers in wheat fields. The 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, August 24-26: 865-862.
- Barjaste, A., and M. A. Baghestani. 2008.** Efficacy evaluation of some new herbicides for weed control in wheat fields of Semnan, Proceedings of the 18th Iranian protection congress. Bu-ali sina University, Hamadan, Iran. Volume III, August 24-27: 86.
- Chit-Band, A. A., R. Ghorbani, M. H. Rashed Mohasel, A. Zare Feizabadi, and M. Abbaspour. 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: 104-93.
- Damalas, C. A. 2004.** Review herbicide tank mixtures: Common interactions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(1): 209-212.
- Damalas C.A., K. V. Dhima, and I. G. Eleftherohorinos. 2006.** Control of early watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*) with cyhalofop, clefoxydim, and penoxsulam applied alone and in mixture with broadleaf herbicides. *Weed Technology*, 20: 992-998.
- Dastgheib, F., and R. J. Field. 1998.** Acetolactate a synthase activity and clorosulfuron sensitivity of wheat cultivars. *Weed Research*, 38:63-68.
- Ebrahimpour, F., S. H. Mousavi, A. Moshtati, and S. N. Mousavian. 2011.** Effects of application time of Chevalier herbicide and mixture of Illoxan with Granstar on wheat and weed in Ahwaz. *Electronic Journal of Crop Production*. 4: 41-31.
- Ghanbari Birgani, D., H. Farzadi, M. H. Baghestani, M. Koteyani, and M. Barzkar. 2013.** Comparison the efficacy of metribuzin and panter herbicides in weed control in wheat fields. The 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, August 24-26: 794-797
- Gherekhloo, J., M. H. Rashedmohasel, M. Nasiri Mahalati, E. Zand, A. Ghanbari, and R. De Prado. 2011.** Study the Non-Target Site Based Mechanisms of Resistance in Aryloxyphenoxy Propionate Resistant (*Phalaris Minor* Retz.) Biotype. *Journal Weed Scince*, 6(2): 79-89.
- Green, J. M. 1989.** Herbicide antagonism at the whole plant level. *Weed Technology*, 3:217-226.
- Green, J. M. 1991.** Maximizing herbicide efficiency with mixtures and expert systems. *Weed Technology*, 5: 894-897.
- Green, J. M. and S. Baily. 2001.** Herbicide interactions with herbicides and other agricultural chemicals. Monograph series of the Weed Science Society of America (USA).
- Hall, C., L. V. Edgington, and C. M. Switzer. 1982.** Effects of chlorsulfuron or 2, 4-D upon diclofop-methyl efficacy in oat (*Avena sativa*). *Weed Science*, 30: 672-676.

- Kalami, R., J. Gherekhloo, B. Kamkar, E. Esfandiaripour, and R. De Prado. 2014.** Identifying and mapping of wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) and *Phalaris minor* Retz. populations resistant to clodinafop-propargyl in wheat fields of Kordkuy. In Proceedings of the 248th American Chemical Society National Meeting and Exposition. Washington, DC: American Chemical Society
- Kleemann, S. G. L. and G. S. Gill. 2007.** Differential tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to metribuzin. Australian Journal of Agricultural Research, 58: 452-456.
- Kudsk, P. and S. K. Mathiassen. 2004.** Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides. Weed Research, 44:313-322.
- Monaco, T. J., S. C. Weller, and F. M. Ashton. 2002.** Weed Science: Principles and Practices, 4th edition, Wiley-Blackwell, 700p.
- Montazeri, M. 1995.** Introduction of tribenuron and graminicides in wheat. In Proceeding of the Brighton crop Protection conference-weed. UK, 20-23rd November. 1995, 2: 733-756.
- O'sullivan, P. A., and W. Vanden. 1980.** Interaction between benzoylprop ethyl, flamprop methyl or flamprop isopropyl and herbicides used for broadleaved weed control. Weed Research, 20:53-57.
- O'Sullivan, P. A. 1983.** Influence of picloram alone or plus 2, 4-D on control of wild oats (*Avena fatua*) with four postemergence herbicides. Weed Science, 31:889-891.
- Patrick, W., and W. Stahlman. 1999.** Environmental and application effects Mon 37500 efficacy and Phytotoxicity. Weed Science, 47:736-739.
- Patrick, E., M. Cullough, and E. Stephen. 2008.** Creeping Bentgrass (*Agrostis stolonifera*) tolerance to sulfosulfuron. Weed Technology, 22:481-485.
- Renukaswamy, N. S., K. Prashant, and R. Jayaprakash. 2012.** Synergetic effects of herbicide mixtures on weed management in sunflower. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 2(1): 75-79.
- Ritz, C., and J. C. Streibig. 2005.** Bioassay Analysis Using R. J. Stat. Soft. 12(5): 1-22.
- Singh, G. and V. P. Singh. 2005.** Compatibility of clodinafop-propargyl and fenoxaprop-p-ethyl with carfentrazone-ethyl, metsulfuron-methyl and 2,4-D. Indian Journal of Weed Science, 37:1-5.
- Streibig, J. C. 2003.** Assessment of herbicide effects. Available at: www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=assessment%20of%20herbicide%20effects. Accessed date: 24 May 2017.
- Verbruggen E. M. J., and P. J. Van den Brink. 2010.** Review of recent literature concerning mixture toxicity of pesticides to aquatic organisms. RIVM, P. O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, the Netherlands. www.rivm.nl. National Institute for Public Health and the Environment.
- Zand, E., M. A. Baghestani, N. Nezamabadi, and P. Shimi. 2010.** Herbicides and important weeds in Iran. Tehran, Iran: Center for University Publication. 143 p.

The effect of mixing herbicides of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron in wheat, wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) and little seed canary grass (*Phalaris minor* Retz.)

S. Akhondi¹, J. Gherekhloo^{2*}, N. Bagherani³, A. Soltani⁴

Abstract

The accurate application of herbicides for selective and economic control of weeds without harming the environment and crops is one of the most important successes in modern agriculture. To investigate the additive, synergism and or antagonism effect of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron tank mixture on wheat winter wild oat and little seed canary grass weeds using isobole curves, a series of experiments were conducted at the greenhouse of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources based on completely randomized design with 3 replicates. Herbicides were applied at 8 rates of 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 2 X of recommended dose and tank mixture ratios of (0:100), (25:75), (50:50), (25:75), (100:0). Log-logistic function for dry weight of plants was fitted against differential doses of herbicides for each mixture and the dose required to inhibit 50% growth (GR_{50}) was estimated. Then, isobole curves were used to determine the effect of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron mixtures. The results showed that the rates of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron required for 50% reduction in winter wild oat and little seed canary grass growth were 0.437 and 1.719, and 0.312 and 0.952 recommended dose of this herbicides. GR_{50} increased as sulfosulfuron rates increased. The mixture of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron at recommended dose had no effect on wheat.

Keywords: ACCase inhibitors, ALS inhibitors, Additive effect, Synergism effect, Antagonism effect.

Received date: 20 July 2017

Accepted date: 11 Sep 2017

1- Former student of weed identification and control, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

2 - Associated professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

3 - Assistant professor Plant Protection Dept., Golestan Agricultural and Natural Resources and Education Center Research, Gorgan, Iran.

4 - professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

*- Corresponding author Email: Gherekhloo@yahoo.com