مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۱، ۱۳۹٦
صفحات ۸۱-٦۳

تأثیر اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر گندم و علف‌های هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Dur.) و فالاریس بذرکوچک (*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 علف‌های‌هرز بدون آسیب به محیط و گیاه زراعی یکی از موفقیت‌های مهم در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. به‌منظور بررسی اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم‌کاهی اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر روی گیاه زراعی گندم و علف‌های‌هرز باریک‌برگ یولاف‌وحشی‌زمستانه و فالاریس بذرکوچک با استفاده از منحنی‌های هم‌اثر، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی‌گرگان در سال ۱۳۹٤ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل هشت دُز علف‌کش‌ها با پنج نسبت اختلاط ۱۰۰:۰، 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که مقدار کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن‌خشک برای علف‌های‌هرز یولاف وحشی زمستانه به‌ترتیب ۰/٤۳۷ ، ۱/۷۱۹ و برای فالاریس بذرکوچک به‌ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۹۵۲ درصد دز توصیه شده این علف‌کش‌ها می باشد که با افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، مقدار GR_{50} نیز افزایش یافت. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ‌پروپارژیل در دز یک برابر توصیه شده تأثیری روی گندم نداشت.

واژه‌های کلیدی: بازدارنده ACCase، بازدارنده ALS، اثرافزایشی، هم‌افزیی، 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

مقدمه

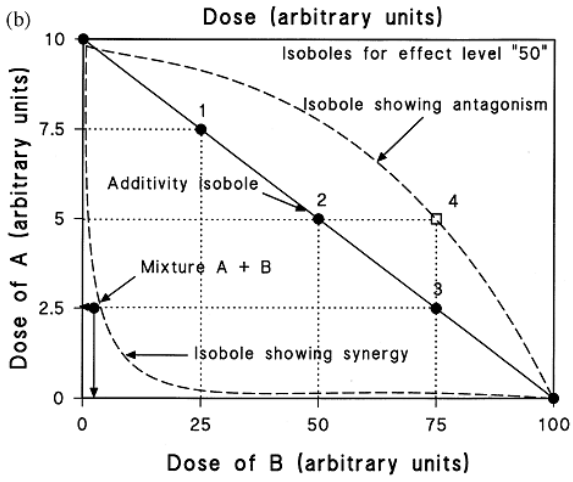
علف‌های‌هرز در مزارع باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردد، بنابراین کنترل علف‌های‌هرز یکی از مهم‌ترین مراحل داشت در محصولات کشاورزی برای رسیدن به عملکرد بالا و کیفیت خوب محصول، محسوب می‌شود (Zand *et al*., 2010). انتخاب علف‌کش‌ها با طیف کنترل وسیعی از علف‌های‌هرز از مهم‌ترین اهداف کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در راستای افزایش کارایی کنترل علف‌های‌هرز 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 علف‌های‌هرز 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 واژهٔ اثرات متقابل[1] برای ارتباط یک عامل بر روی عامل دیگر استفاده می‌شود. این اصطلاح برای تشریح انواع کنش پیوسته[2] دو یا مقدار بیشتری از مواد شیمیایی بر روی گیاه به‌کار می‌رود (Damalas, 2004). فرم‌های کنش پیوسته عوامل شیمیایی بوسیله منحنی‌های هم‌اثر (آیزوبول[3]) به‌صورت هم‌افزایی[4] ، هم‌کاهی[5] و افزایشی[6] طبقه بندی می‌شود. منحنی‌های هم‌اثر در واقع برش عرضی منحنی‌های دُز- پاسخ[7] در نسبت‌های مختلف اختلاط است. این اثرات در شکل (۱) نشان داده شده‌اند (Verbruggen and Vanden Brink, 2010).

کاهش کارایی کلودینافوپ‌پروپارژیل بر روی علف‌های‌هرز باریک‌برگ می‌گردد (Baghestani *et al*., 2007)

اختلاط علف‌کش پینوکسادن از گروه پیرازولین‌ها و علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل ازگروه آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها به‌عنوان باریک‌برگ‌کش‌های اختصاصی مزارع گندم برای کنترل علف‌هرز فالاریس بذرکوچک معرفی شده است. افزون بر این، مخلوط یدوسولفورون‌متیل‌سدیم+مزوسولفورون‌متیل از گروه سولفونیلوریاها به‌عنوان علف‌کش دومنظوره برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن برگ مزارع گندم به‌صورت پس‌رویشی و انتخابی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Monaco *et al*., 2002).

اگر چه تاکنون مطالعات زیادی در زمینه اثر اختلاط علف کش ها بر کارایی آن‌ها انجام شده است؛ اما اطلاعات زیادی در مورد اختلاط علف‌کش دومنظوره سولفوسولفورون با کلودینافوپ‌پروپارژیل 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 علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه (*Avena ludoviciana* Dur.) و فالاریس بذرکوچک (*Phalaris minor* Retz.) با استفاده از منحنی‌های هم‌اثر می‌باشد.

[1] Interaction Effects
[2] Joint Action
[3] Isobole
[4] Synergism
[5] Antagonism
[6] Additive
[7] Dose-Response



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

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

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر کنترل علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه و فالاریس بذرکوچک 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 بذرهای علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه و فالاریس بذرکوچک نشان داد بذرهای علف‌هرز فالاریس بذرکوچک دارای کمون می‌باشد. بنابراین به‌منظور رفع کمون، بذرهای فالاریس بذرکوچک به مدت دو دقیقه و ۳۰ ثانیه در اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد غوطه‌ور شده و سپس با آب فراوان شستشو داده شدند. بذرها به پتری‌دیش‌های ۸ سانتی‌متری حاوی یک لایه کاغذ صافی منتقل و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. پتری‌دیش‌ها به‌مدت 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 پیش جوانه‌دار شده و برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند (Gherekhloo *et al*., 2011).

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

(Kalami, 2014). پس از ظهور ساقه‌چه و ریشه‌چه، بذرهای پیش جوانه‌دار 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 و۲ برابر دز توصیه شده معادل ۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گرم مادهٔ مؤثره کلودینافوپ‌پروپارژیل در هکتار و ۰، ۶/۶۵، ۱۳/۳، ۱۹/۹۵و ۲۶/۶ گرم مادهٔ مؤثره سولفوسولفورون در هکتار برای ۵ نسبت اختلاط ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ در نظر گرفته شد. گیاهان در مرحله ۴-۳ 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 به‌مدت 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 ED_{50} 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:

b : شیب منحنی در نقطه ED_{50}؛ c: حد پایین منحنی بیانگر پاسخ وقتی‌که میزان علف‌کش حداکثر است؛ d: حد بالایی منحنی گویای پاسخ وقتی‌که میزان علف‌کش صفر است.

ED_{50} : 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 به‌دست 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[1] 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 ED_{50} برای هر یک از نسبت‌ها، از منحنی‌های هم‌اثر و مدل هولت۲ (تابع۳) برای تعیین اثر اختلاط دو علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ‌پروپارژیل استفاده شد. مدل هولت، مدل غیرخطی است که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

تابع (۳)

[1]Dose response curve
[2] Hewllet

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

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 دو دزی است که پاسخ یکسانی را موجب می شوند. به این نسبت اصطلاحاً توان نسبی اطلاق می گردد 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 وزن‌خشک 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 یولاف‌وحشی-زمستانه

دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون و اختلاط این دو علف‌کش بر علف‌هرز یولاف‌وحشی اثر گذاشته و باعث کاهش تعداد بوته‌های زنده آن شد (شکل ۲). پارامترهای برآورد شده از منحنی حد پایین منحنی (پارامترc) در کاربرد سولفوسولفورون۱۰۰٪ 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل مقدار پارامتر یاد شده کاهش و در نهایت تعداد بوته‌های زنده در تیمارهای $T_{75}A_{25}$[1] و T_{100} به صفر رسید. میزان ۰/۴۱۳ دز توصیه شده کلودینافوپ‌پروپارژیل نیاز بود تا ۵۰٪ تعداد بوته‌های یولاف‌وحشی را از بین ببرد. مقادیرED_{50} برای سولفوسولفورون۱۰۰٪ و اختلاط‌های $T_{25}A_{75}$، $T_{50}A_{50}$ و $T_{75}A_{25}$ به‌ترتیب برابر با ۲<، ۲/۱۰۰، ۱/۱۳۱ و ۰/۶۷۳ دز توصیه شده برآورد شد (جدول ۱).

روند تغییرات وزن‌خشک بوته‌های یولاف‌وحشی‌زمستانه (نسبت به شاهد) در مقابل دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون و اختلاط آن‌ها (شکل۳) نشان داد وزن خشک یولاف‌وحشی 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 معنی-داری نیز با صفر داشتند. به این معنی‌که حتی دز حداکثری این سه تیمار نتوانست باعث مرگ کامل علف‌هرز

---

[1] T: کلودینافوپ‌پروپارژیل A: سولفوسولفورون

یولاف‌وحشی شود. در واقع نشان‌دهنده این موضوع است که این سه تیمار میزان کشندگی کمتری نسبت به تیمارهای T_{100} و $T_{75}A_{25}$ دارند.

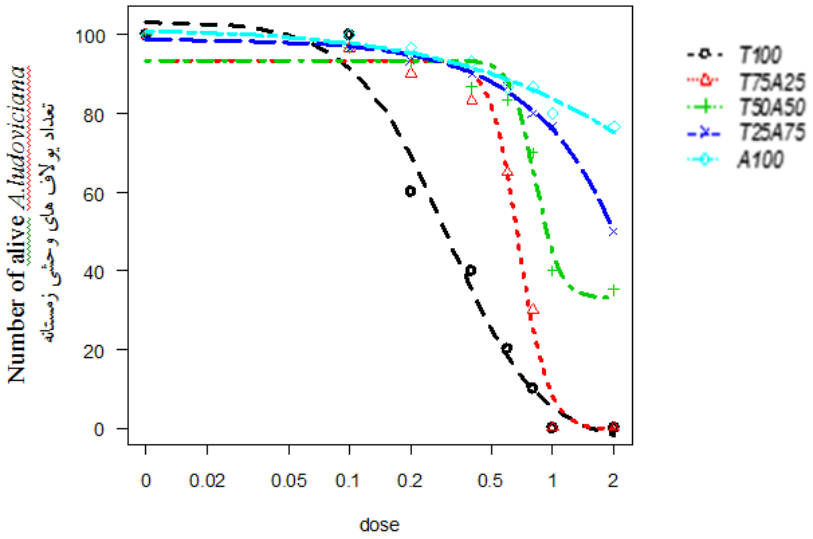
این موضوع توسط مقادیر برآورد شده برای GR_{50} نیز تأیید گردید. به‌طوری‌که ۰/۳۴۷ برابر دز توصیه شده کلودینافوپ‌پروپارژیل لازم بود تا باعث کاهش ۵۰ درصدی در وزن خشک یولاف‌وحشی شود، این مقدار برای سولفوسولفورون ۱/۷۹۷ برابر دز توصیه شده برآورد شد که نشان‌دهنده اثر و کارایی بالای علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل نسبت به علف‌کش سولفوسولفورون می‌باشد (جدول ۲). با درنظر گرفتن نتایج، نه تنها سولفوسولفورون به تنهایی نتوانست باعث کنترل موفق یولاف‌وحشی بشود، بلکه اختلاط آن با کلودینافوپ‌پروپارژیل نیز باعث کاهش کارایی علف‌کش باریک‌برگ‌کش گردید.

هم‌چنین مقادیر GR_{90} به‌دست آمده نشان داد که استفاده از دز یک برابر توصیه شده T_{100} باعث از بین رفتن ۹۰ درصد از علف‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه می‌شود و برای اختلاط‌های $T_{75}A_{25}$ ، $T_{50}A_{50}$، $T_{25}A_{75}$ و A_{100} به‌ترتیب GR_{90} محاسبه شده برای کنترل ۹۰ درصدی علف‌هرز یولاف‌وحشی برابر با ۱/۴۳۴ و ۲< برابر دز توصیه شده می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت GR_{90} سولفوسولفورون۱۰۰٪ 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).

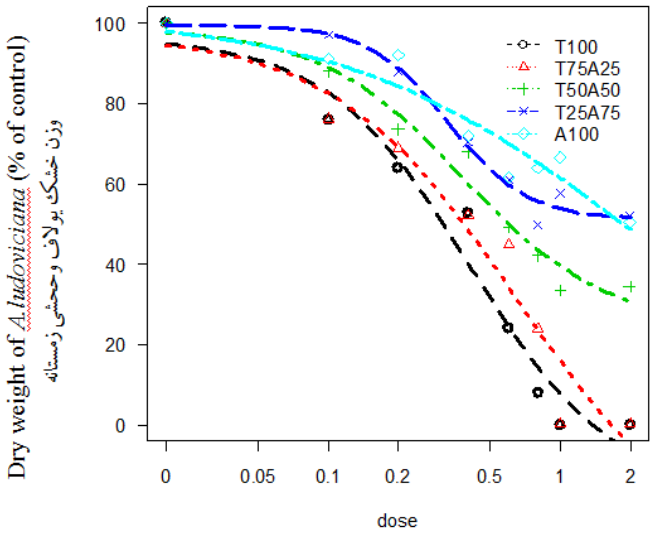
با توجه به مقایسه توان نسبی اختلاط‌های دو علف‌کش جدول (۳) مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین GR_{50} به‌دست آمده برای تیمارهای (T_{100} / $T_{75}AP_{25}$)، ($T_{75}AP_{25}$ / $T_{50}AP_{50}$) و ($T_{25}AP_{75}$ / AP_{100}) وجود ندارد. عدد لاندا برای اختلاط کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون ۰/۰۶۳ برآورد شده و نشان‌دهنده این است که اختلاط این دو علف‌کش حالت آنتاگونیستی داشته و باعث کاهش کارایی و افزایش میزان مصرف علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل به میزان ۰/۸ لیتر در هکتار و مخلوط بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به همراه کلودینافوپ‌پروپارژیل به میزان ۰/۸ تا ۱ لیتر در هکتار از نتایج بسیار رضایت‌بخشی در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ داشت، هم‌چنین از اختلاط فنوکساپروپ‌پی‌اتیل به میزان ۱ تا ۱/۴ لیتر در هکتار با تیمارهای استاندارد تری‌بنورون‌متیل ۲۰ گرم + کلودینافوپ‌پروپارژیل ۰/۸ لیتر و علف‌کش دو منظوره یدوسولفورون‌متیل‌سدیم + مزوسولفورون‌متیل به میزان ۳۵۰ گرم مورد مقایسه قرار گرفتند.

علف‌کش فنوکساپروپ‌پی‌اتیل کارایی مناسبی در کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ نداشت ولی در برخی از تیمارهای اختلاط سبب بروز اثرات سینرژیکی روی علف‌های‌هرز پهن‌برگ گردید. اختلاط علف‌کش تری-بنورون‌متیل با کلودینافوپ‌پروپارژیل برای کنترل یولاف-وحشی‌زمستانه در مزارع گندم اثر افزایشی داشت (Montazeri, 1995).



(الف)



(ب)

شکل۲- روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده یولاف‌وحشی‌زمستانه (الف) و وزن خشک (ب) در اثر کاربرد نسبت‌ها و دزهای مختلف اختلاط علف‌کش-های کلودینافوپ‌پروپارژیل 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

جدول ۱- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب پاسخ وزن خشک یولاف‌وحشی‌زمستانه

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٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون ($T_{25}A_{75}$)	0	97.684(1.216)	1.599(0.137)	2.100(0.097)
۵۰ ٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون ($T_{50}A_{50}$)	0	99.769(3.568)	1.700(0.496)	1.131(0.095)
۷۵٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون ($T_{75}A_{25}$)	0	102.99(6.309)	2.072(0.316)	0.673(0.026)
۱۰۰٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل(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)حدپایین، (d) حد بالا، (b) شیب کاهش وزن خشک در نقطه ED_{50}، (ED_{50}) مقدار علف‌کش 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 ED_{50} point , (ED_{50}) 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 علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب پاسخ وزن خشک بوته‌های یولاف‌وحشی‌زمستانه (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٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون ($T_{25}A_{75}$)	51.14(3.28)	99.578(3.225)	0.750(0.190)	1.241(0.379)	>2
۵۰ ٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون ($T_{50}A_{50}$)	24.02(10.50)	98.910(5.782)	0.920(0.162)	0.638(0.114)	>2
۷۵٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون ($T_{75}A_{25}$)	0	90.89(13.335)	1.842(0.929)	0.435(0.151)	1.434(0.393)
۱۰۰٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل (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 GR_{50} ، (GR_{50} و GR_{90}) مقدار علف‌کش لازم به‌ترتیب 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 GR_{50} point , (GR_{50} and GR_{90}) amount of herbicide needed for 50% and 90% reduction in number of survived plants compared to control.

جدول۳- مقادیر برآورد شده نسبت GR_{50} تیمارهای مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر وزن خشک بوته‌های یولاف‌وحشی‌زمستانه (نسبت به شاهد)

Table 3- Estimated values for GR_{50} ratio of different clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix treatments on dry weight of wild winter oat plants (compared to control)

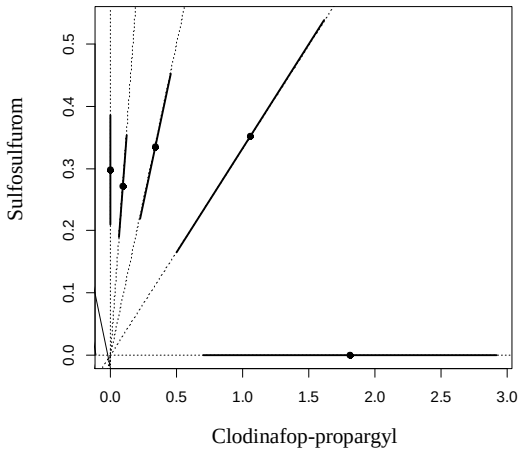
توانایی نسبی	برآورد شده	خطای‌استاندارد	p- value
$T_{100}/T_{75}AP_{25}$	0.797	0.295	$^{ns}0.499$
$T_{100}/T_{50}AP_{50}$	0.543	0.197	0.029^{*}
$T_{100}/T_{25}AP_{75}$	0.279	0.116	<0.0001**
T_{100}/AP_{100}	0.201	0.089	<0.0001**
$T_{75}AP_{25}/T_{50}AP_{50}$	0.472	0.247	$^{ns}0.210$
$T_{75}AP_{25}/T_{25}AP_{75}$	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 * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد؛ns : معنی‌دار نبودن تأثیر در سطح احتمال ۵ درصد یا کمتر.

T: کلودینافوپ‌پروپارژیل، 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



شکل۳- برازش منحنی آیزوبول در اثر مصرف نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون برای علف‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه

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

نتایج حاصل از اختلاط دو علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون و کلودینافوپ‌پروپارژیل روی گیاه علف‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه حالت افزایشی داشته است (Chitband *et al*., 2013). با این‌حال اثر اختلاط کلروسولفورون و تو،فور–دی با دیکلوفوپ‌متیل بر روی یولاف‌وحشی حالت آنتاگونیستی داشت (Hall *et al*.,

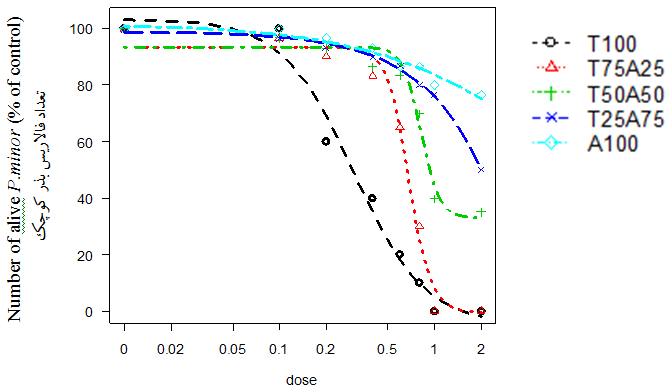
(1982). مشابه این گزارش در مورد ترکیب دیکلوفوپ و مت‌سولفورون و کلریمورون و کویزالوفوپ نیز گزارش شد (Green, 1989). اوسالیوان و همکاران (O'sullivan and Vanden, 1983; O'sullivan, 1980) در مطالعه‌ای روی یولاف زراعی مشاهده کردند اثر اختلاط دیکلوفوپ و دیفنزوکوات با تو،فور–دی و مت‌سولوفورون نیز از حالت آنتاگونیستی تبعیت می کند. 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر فالاریس بذرکوچک

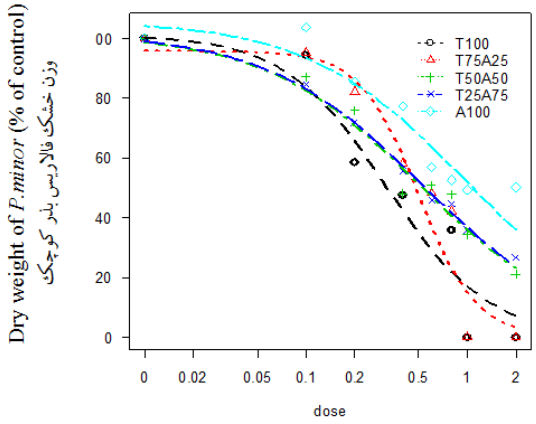
روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذرکوچک در مقابل کاربرد نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون در شکل ۴-۴ نشان داده شده است. افزایش دز علف‌کش‌ها و اختلاط آن‌ها باعث کاهش تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذرکوچک شد و در دزهای بالاتر تعداد بوته‌های فالاریس بذرکوچک به 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 علف‌هرز فالاریس بذرکوچک در مرحله ۴-۳ برگی علف‌هرز شود و در نتیجه میزان کشندگی کمتری نسبت به کاربرد اختلاط‌های $T_{75}A_{25}$ و T_{100} داشت (شکل ۴) این نکته با توجه با مقادیر بر آورد شده ED_{50} مورد تأیید قرار گرفت. برای این‌که تعداد بوته‌های فالاریس بذرکوچک به ۵۰٪ شاهد تیمار نشده برسد، به میزان ۰/۴۱۳ دز توصیه شده کلودینافوپ‌پروپارژیل نیاز است، این مقدار برای سولفوسولفورون معادل ۰/۹۲۳ دز توصیه شده، که نشان می‌دهد علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل در کنترل فالاریس بذرکوچک 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 $T_{25}A_{75}$ به‌ترتیب معادل ۰/۶۷۳، ۰/۸۰۶ و ۰/۸۱۸ دز توصیه شده برآورد گردید.

وزن خشک بوته‌های فالاریس بذرکوچک در مقابل دزهای مختلف علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون و نسبت‌های مختلف اختلاط آن‌ها بررسی شد که با افزایش دز علف‌کش‌ها، وزن خشک بوته‌های علف‌هرز فالاریس بذرکوچک کاهش یافت (شکل ۵). با در نظر داشتن نتایج تابع لوگ–لجستیک می‌توان بیان کرد بین مقادیر برآورد شده برای منحنی حد بالای (پارامترd) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. حد پایین (پارامترc) 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} به‌ترتیب برابر با ۹۱، ۱۷/۰۴ و ۴۵/۶۷ درصد بود. این به این معنا است که دز حداکثر این علف‌کش نتوانست، علف‌هرز فالاریس بذرکوچک را به‌طور کامل کنترل کند.

پارامترGR_{50} برای تمامی تیمارهای مختلف اختلاط برآورد شد.



(الف)



(ب)

شکل۴- روند تغییرات تعداد بوته‌های زنده فالاریس بذرکوچک (الف) و وزن خشک (ب) در اثر کاربرد نسبت‌ها و دزهای مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل 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.

جدول۴- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون برحسب پاسخ وزن خشک فالاریس بذرکوچک

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			
	c	*d*	*b*	ED_{50}
۱۰۰٪ سولفوسولفورون (A_{100})	84.99(1.101)	101.118(6.080)	8.834(1.929)	0.923(0.039)
۲۵٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون ($T_{25}A_{75}$)	44.19(1.636)	99.07(0.505)	3.716(0.293)	0.818(0.189)
۵۰ ٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون ($T_{50}A_{50}$)	22.287(5.23)	101.12(1.739)	2.065(0.267)	0.806(0.066)
۷۵٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون ($T_{75}A_{25}$)	0	96.816(2.928)	4.958(1.000)	0.673(0.037)
۱۰۰٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل(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)حدپایین، (d) حد بالا، (b) شیب کاهش وزن خشک در نقطه ED_{50}، (ED_{50}) مقدار علف‌کش 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 ED_{50} point, (ED_{50}) amount of herbicide needed for 50% reduction in number of survived plants compared to control.

این مقدار برای کاربرد کلودینافوپ‌پروپارژیل، ۰/۳۱۲ دز توصیه شده و برای سولفوسولفورون، ۰/۹۵۲ دز توصیه شده برآورد شد که نشان‌دهنده کارایی و اثر بالای علف-کش کلودینافوپ‌پروپارژیل بود. مقدار GR_{50} برای اختلاط‌های $T_{75}A_{25}$، $T_{50}A_{50}$ و $T_{25}A_{75}$ به‌ترتیب معادل ۰/۴۹۶، ۰/۵۱۰و ۰/۵۳۰ دز توصیه شده برآورد شد. این برآوردها بیان می‌کند که برای رسیدن به ۵۰٪ کاهش وزن خشک فالاریس بذرکوچک در اثر اختلاط به مقدار علف‌کش بیشتری نیاز می‌باشد (جدول ۵). در نهایت می-توان گفت سولفوسولفورون به تنهایی تأثیر بسزایی در کنترل و از بین بردن فالاریس بذرکوچک ندارد. برای کنترل ۹۰ درصدی از علف‌هرز فالاریس بذرکوچک ۱/۵ برابر دز توصیه شده کلودینافوپ‌پروپارژیل مورد نیاز است، در صورتی‌که علف‌کش سولفوسولفورون باید ۱۱ برابر دز توصیه شده استفاده شود تا ۹۰ درصد نابودی علف‌هرز فالاریس بذرکوچک مشاهده شود. مقدار این پارامتر برای اختلاط‌های $T_{75}A_{25}$، $T_{50}A_{50}$ و $T_{25}A_{75}$ بزرگتر از دو تخمین زده شد. (جدول ۵).

بر اساس پارامترهای برآورد شده GR_{50} (جدول۶) نسبت GR_{50} کلودینافوپ‌پروپارژیل ۱۰۰٪ به اختلاط $T_{75}A_{25}$ اختلاف معنی‌داری با یک داشت. هم‌چنین، اختلاف نسبت GR_{50} کلودینافوپ‌پروپارژیل ۱۰۰٪ با GR_{50} تیمارهای $T_{50}A_{50}$، $T_{25}A_{75}$ و A_{100} نیز با یک معنی‌داری بود. این امر نشان دهنده این است تأثیر و کارایی هر یک از اختلاط‌های نامبرده با کارایی کلودینافوپ‌پروپارژیل هم‌خوانی ندارد و نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. نسبت GR_{50} تیمار $T_{75}A_{25}$ با تیمارهای $T_{50}A_{50}$ و $T_{25}A_{75}$ بر اساس جدول یاد شده اختلاف معنی‌داری با یک

نداشت، اما اختلاف این مقادیر با GR_{50} سولفوسولفورون۱۰۰٪ معنی‌دار بود که نشان داد سولفوسولفورون کارایی بالایی در از بین بردن فالاریس بذرکوچک ندارد. نسبت GR_{50} اختلاط $T_{50}A_{50}$ با اختلاط $T_{25}A_{75}$ اختلاف معنی‌داری با یک نداشت؛ ولی اختلاف نسبت آن به GR_{50} سولفوسولفورون۱۰۰٪ با یک معنی‌دار بود. مشابه نتیجه اخیر در نسبت GR_{50} تیمار $T_{25}A_{75}$ به GR_{50} سولفوسولفورون۱۰۰٪ 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل توانست با کاهش دز مصرفی نسبت به دز توصیه شده علف‌های‌هرز را به‌خوبی کنترل کند و در صورت عدم کنترل کامل فالاریس بذرکوچک توسط سولفوسولفورون، می‌توان از اختلاط کلودینافوپ‌پروپارژیل 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 دومنظوره‌ی پروسولفوکارب، کلروسولفورون و مت‌سولفورون‌متیل+سولفوسولفورون در مقایسه با باریک‌برگ‌کش‌های پینوکسادن و کلودینافوپ‌پروپارژیل و پهن‌برگ‌کش‌های تری‌بنورون‌متیل و بروموکسینیل در مزارع گندم شاهرود سمنان انجام دادند. نتایج حاصل نشان داد که علف‌کش‌های دو منظوره به‌جز پروسولفوکارب، بیشترین تاثیر را برکنترل علف‌های‌هرز داشتند از این‌رو، 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 علف‌های‌هرز خردل‌وحشی، چغندروحشی (*Beta maritima L.*) و پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، علف‌کش‌های تری‌بنورون + کلودینافوپ‌پروپارژیل به‌میزان (۲۵گرم + ۰/۸ لیتر در هکتار)، پنتر ۲/۵ لیتر در هکتار در مرحله ۴-۲ برگی گندم و به‌صورت پیش‌رویشی، متری‌بوزین مخلوط برومایسید ام‌آ + کلودینافوپ‌پروپارژیل به‌میزان (۱/۵+۰/۸) لیتر در هکتار و تو،فور-دی + کلودینافوپ‌پروپارژیل به‌میزان (۱/۵+۱) لیتر در هکتار در اوایل پنجه‌زنی گندم مؤثرترین تیمارها در کاهش مجموع تعداد علف‌های‌هرز بودند (Ghanbaribiregani *et al*., 2013). اختلاط علفکش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و تری‌بنورون‌متیل موجب کارایی بالایی در کنترل علف‌های‌هرز 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. هم-چنین ترکیب فنوکساپروپ‌پی‌اتیل و تو،فور-دی هم اثر آنتاگونیستی داشت. درحالی‌که ترکیب کلودینافوپ-پروپارژیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل دارای اثر سینرژیستی بود (Singh and Singh, 2005).

جدول ۵- ضرایب معادله لوگ-لجستیک دز-پاسخ برای توصیف تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر حسب وزن خشک بوته‌های فالاریس بذرکوچک (نسبت به شاهد)

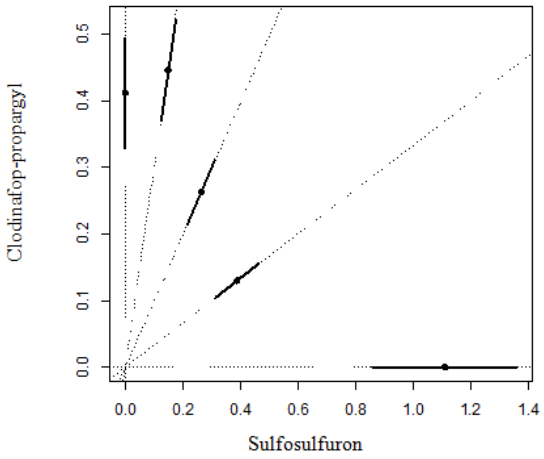
Table 5- Coefficients of log-logistic dose-response curve for describing efficacy of different ratios of clodinafop-propargyl and sulfosulfuron herbicides tank mix based on dry weight of little seed canary grass plants (compared to control)

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٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۷۵٪ سولفوسولفورون ($T_{25}A_{75}$)	17.04(11.19)	101.66(8.177)	0.895(0176)	0.530(0.123)	>2
۵۰٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۵۰٪ سولفوسولفورون ($T_{50}A_{50}$)	30.91(1.950)	101.54(8.418)	0.896(0.180)	0.510(0.122)	>2
۷۵٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل + ۲۵٪ سولفوسولفورون ($T_{75}A_{25}$)	0	95.744(5.441)	2.390(0.490)	0.496(0.057)	1.245(0.188)
۱۰۰٪ کلودینافوپ‌پروپارژیل (T_{100})	0	101.095(8.52)	1.375(0.242)	0.312(0.055)	1.544(0.408)

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 GR_{50}، (GR_{50} و GR_{90}) مقدار علف‌کش لازم به‌ترتیب 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 GR_{50} point, (GR_{50} and GR_{90}) amount of herbicide needed for 50% and 90% reduction in number of survived plants compared to control.



شکل۵- برازش منحنی آیزوبول در اثر مصرف نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون برای علف‌هرز فالاریس بذرکوچک

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 کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر گندم

نتایج مقایسه میانگین وزن‌خشک بوته‌های گندم در نسبت‌های اختلاط کلودینافوپ‌پروپارژیل 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 حالی‌که 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 معنی‌داری داشت. افزودن سولفوسولفورون به اختلاط، دامنه تحمل بوته‌های گندم به علف‌کش‌ها را افزایش داد و گیاه‌سوزی در گیاه مشاهده نشد. در بررسی مصرف علف‌کش دومنظوره مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایر و اختلاط علف‌کش‌های تری‌بنورون‌متیل با دیکلوفوپ‌متیل و زمان استفاده برای کنترل علف‌های‌هرز در مزارع گندم مشخص شد که نوع علف‌کش تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشت؛ ولی اثر متقابل نوع علف‌کش و زمان استفاده از آن معنی‌دار 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 گونهٔ 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، بطوری‌که 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 دُز هر یک از علف‌کش‌ها می‌شود. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ‌پروپارژیل کارایی علف‌کش سولفوسولفورون، مهار علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی و فالاریس بذرکوچک را کاهش داد. مقدار کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون لازم برای ۵۰ درصد کاهش وزن‌خشک برای علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی‌زمستانه به‌ترتیب ۰/۴۳۷ ، ۱/۷۱۹ و برای فالاریس بذرکوچک به‌ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۹۵۲ درصد دز توصیه شده این علف‌کش‌ها می باشد که با افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، مقدار GR_{50}نیز افزایش یافت. درنتیجه اختلاط این دو علف‌کش بر روی علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی و فالاریس بذرکوچک به‌ترتیب 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 دومنظوره می‌باشد که غالباً برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مورد استفاده قرار می‌گیرد و تأثیر آن بر علف‌های‌هرز 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 کلودینافوپ‌پروپارژیل باعث کنترل وسیعی از علف‌های هرز در مزارع گندم می‌شود. اختلاط علف‌کش‌های سولفوسولفورون و کلودینافوپ-

پروپارژیل در دز یک برابر توصیه شده تأثیری روی گندم نداشت. از طرفی، افزایش سهم سولفوسولفورون در اختلاط، میزان گیاه‌سوزی بوته‌های گندم را کاهش داد.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان به خاطر حمایت مالی از انجام پژوهش حاضر و هم‌چنین از جناب آقای مهندس سعید حسن‌پور بورخیلی به خاطر کمک‌های ارزنده‌شان، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

جدول۶- مقادیر برآورد شده نسبت GR_{50} تیمارهای مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون بر وزن خشک بوته‌های فالاریس بذرکوچک (نسبت به شاهد)

Table 6- Estimated values for GR_{50} 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	خطای‌استاندارد	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 * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد؛ns : معنی‌دار نبودن تأثیر در سطح احتمال ۵ درصد یا کمتر. T: کلودینافوپ‌پروپارژیل، 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 وزن‌خشک بوته‌های گندم دراثر مصرف نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل و سولفوسولفورون

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

× دز توصیه‌شده	نسبت‌های اختلاط کلودینافوپ‌پروپارژیل 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	0405	ab	0.417	ab	0.418	a	0.419	a
1	0.390	ab	0404	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 معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

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 the18th 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 herbicides1. Weed Technology, 20: 992-998.

Dastgheib, F., and R. J. Field. 1998. Acetolactate a synthae 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. Introdaction 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. Bioasay Analysis Using R. J. Stat. Soft. 12(5): 1-22.

Singh, G. and V. P. Singh. 2005. Compatibillty of clodinafop-propargyl an 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. Akhondi[1], J. Gherekhloo[2*], N. Bagherani[3], A. Soltani[4]

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