Archive of SID

کُنش پیوسته علف‌کش‌های انتخابی چغندرقند در علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره

Joint action of sugar beet selective herbicides in *Portulaca oleracea* L. and *Chenopodium album* L.

علی اصغر چیت‌بند[1*]، محبوبه نبی زاده[2] و رضا قربانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰

ع.ا. چیت بند، م. نبی زاده و ر. قربانی. ۱۳۹۷. کُنش پیوسته علف‌کش‌های انتخابی چغندرقند در علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره. **چغندرقند، ۳۴(۱): ۹۳- ۱۰۹.**
DOI: 10.22092/jsb.2018. 109471.1147

چکیده

کاربرد موفقیت آمیز علف‌کش‌ها برای کنترل انتخابی و اقتصادی علف‌های‌هرز بدون آسیب به محیط و گیاه زراعی یکی از موفقیت‌های مهم در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. به‌منظور پیش‌بینی اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم‌کاهی اختلاط دو به دو علف‌کش‌های دس‌مدیفام+ فن‌مدیفام+ اتوفومیست، کلریدازون و کلوپیرالید با استفاده از مدل دُز افزایشی (ADM)، دو آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با ۱۰۵ تیمار و سه تکرار برای هر یک از علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل هفت دُز خالص علف‌کش های فوق برای پنج نسبت اختلاط۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ و سه تیمار شاهد برای هر یک از نسبت‌های علف‌کشی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که اختلاط دو به دوی علف‌کش‌ها وابستگی شدیدی به عوامل مختلفی ازجمله نوع گونهٔ علف‌هرز دارد. به طوری که هر یک از گونه‌ها با داشتن خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولویکی مختلف، اثر متقاوتی را بروز دادند. بر این اساس، اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و علف‌کش کلوپیرالید در علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره براساس مدل ADM، هم‌افزایی بود. همچنین، علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و کلریدازون نیز دارای اثر هم‌افزایی در کنترل علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره مطابق با مدل ADM بودند. اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف کش کلوپیرالید دارای اثر افزایشی در علف‌هرز خرفه و اثر هم‌کاهی در علف‌هرز سلمه‌تره بود.

واژه‌های کلیدی: اختلاط دوتایی، دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست، مدل دُز افزایشی، هم‌افزیی، هم‌کاهی

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. *- نویسنده مسئول a.a.chitband@gmail.com
۲- کارشناس ارشد علوم علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران.
۳- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

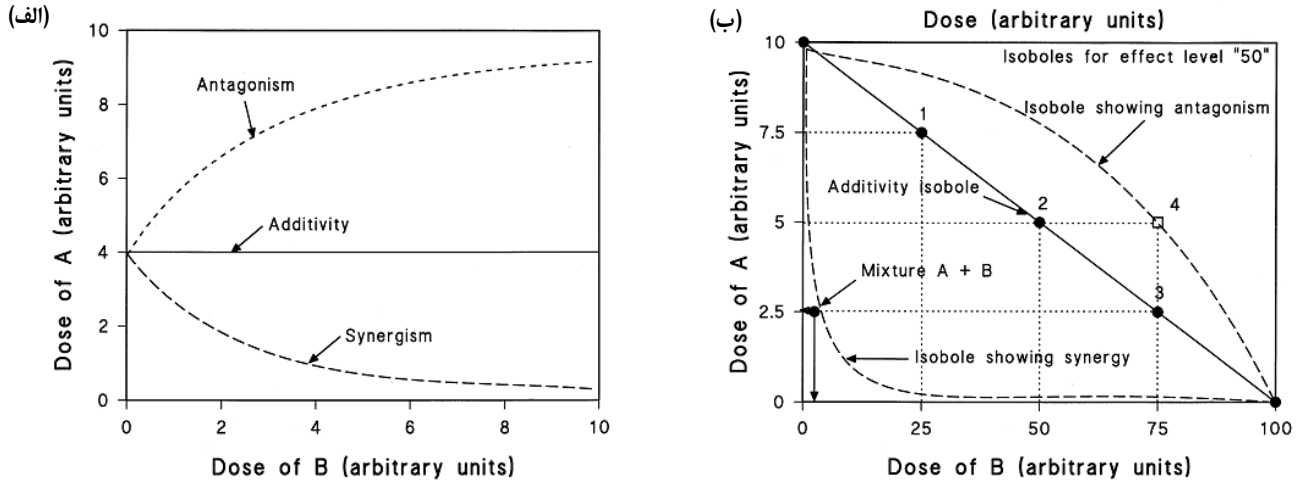
در حال حاضر تولید چغندرقند در سطح کشور شدیداً تحت تأثیر علف‌های‌هرز قرار دارد. به طوری که براساس تحقیقات انجام شده در ۱۴ استان مستعد کشت این محصول، از بین ۸۰ محدودیت مختلف شوری، خشکی، سرما، آفات و بیماری‌ها و غیره، علف‌های‌هرز مشکل اصلی تولید چغندرقند در تمام مناطق بوده است (Abdollahian- Noghabi 2007; Mirshekari 2008). با توجه به قدرت رقابت پایین چغندرقند در مقابل علف‌های‌هرز (Shahbazi and Rashed Mohassel 1999; Zafarian *et al.* 2015) و حساسیت آن به کاربرد علف‌کش‌هایی با طیف دامنهٔ وسیع و نیز هزینه بَر بودن عملیات‌های سمپاشی در طول دورهٔ رشد چغندرقند، لازم است تا توجه بیشتری به روش‌های جایگزین از جمله شیوه‌هایی برای بهینه‌سازی کنترل علف‌های‌هرز و افزایش کارایی علف‌کش‌ها شود. استفاده از مخلوط علف‌کش‌ها و کاربرد مکرر مقادیر کاهش یافتهٔ علف‌کش‌ها می‌تواند جهت تحقق این امر سودمند باشد (Chitband *et al.* 2017).

در مدیریت مُدرن علف‌های‌هرز، از مخلوط علف‌کش‌ها برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز با حساسیت‌های متفاوت، برای به تأخیر انداختن گسترش بیوتیپ‌های مقاوم علف های‌هرز و کاهش هزینه‌های کاربرد و اثرات جانبی علف‌کش‌ها استفاده می‌شود (Streibig *et al.*1998; Mathiassen and Kudsk 1993). در ترکیب دو یا چند علف‌کش با یکدیگر، از اصطلاح کُنش پیوسته (Joint Action) برای ارتباط یک عامل بر روی عامل دیگر (اثرات متقابل =Interaction Effects) استفاده می‌شود (Damalas 2004; Chitband *et al.* 2015). نتایج اثرات متقابل بین علف‌کش‌ها، ممکن است هم‌افزایی (Synergism= فعالیت افزایش یافته دو علف‌کش)، افزایشی (Additive= بدون فعالیت برای دو علف‌کش) و یا هم‌کاهی (Antagonism= فعالیت کاهش یافته دو علف‌کش) باشد (Morse 1978; Streibig *et al.* 1993; Verbruggen and Van den Brink 2010). آیزوبول (Isobole= منحنی هم‌اثر) (مشتق شده از کلمه ایزو؛ یکسان + بول؛ اثر (هم‌اثر) یک روش آنالیز آماری برای مشخص کردن اثر اختلاط دو مادهٔ شیمیایی است. منحنی‌های هم‌اثر در واقع برش عرضی منحنی‌های دُز پاسخ در نسبت‌های مختلف اختلاط است. شکل ایجاد شده از منحنی‌های هم‌اثر را آیزوبولگرام (Isobologram) می‌نامند (Tammes 1964; Gessner 1995). فرم‌های کنش پیوسته عوامل شیمیایی به وسیله آیزوبول به‌صورت هم‌افزایی، هم‌کاهی و افزایشی طبقه‌بندی می‌شود. این اثرات در شکل (۱) نشان داده شده‌اند (Hatzios and Penner 1985; Green *et al.* 1995; Mathiassen *et al.* 2007).

به طور کلی سه مدل اثر افزایشی (Additive Effect Model= AEM)، دُز افزایشی (Additive Dose Model= ADM) و مضرب بقا (Multiplicative Survival Model= MSM) برای تعیین انواع واکنش‌های بین دو یا چند علف‌کش وجود دارد که تحت عنوان مدل‌های مرجع (Reference Models) نامیده شده‌اند (Morse 1978; Streibig *et al.* 1998; Streibig and Jensen 2000; Sørensen *et al.* 2010). در صورت عدم معنی‌دار بودن آنالیز واریانس اثر متقابل دو علف‌کش، فرض می‌شود که دو علف‌کش هیچ نوع اثر متقابلی با هم نداشته و باید دارای اثرات افزایشی باشند، این مدل تحت عنوان AEM نامیده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ تعاملات ممکن در اختلاط دو مادۀ شیمیایی، فعال بودن یک مادۀ شیمیایی (الف) و درصورت فعال بودن هر دو ماده شیمیایی (ب)

با فرض معنی‌دار بودن آنالیز واریانس اثر متقابل دو علف‌کش و داشتن اثرات متقابل بین آنها، از مدل‌های ADM و MSM استفاده می‌شود. مدل ADM را که معادل با مدل افزایش غلظت (Concentration Addition= CA) در نظر می‌گیرند، بر فرض افزایشی بودن دُزها استوار است، در این مدل علف‌کش می‌تواند به طور کامل یا تا حدودی به وسیله علف‌کش دیگری با دُز معادل جایگزین شود. در مدل MSM که همان مدل عمل مستقل (Independent Action= IA) فرض بر این است که کارایی مورد انتظار علف‌کش‌ها در مخلوط، از طریق ضرب کردن درصد بقای هر یک از علف‌کش‌ها به تنهایی، قابل محاسبه است، به عبارتی هر یک از علف‌کش‌ها نحوه عمل مستقلی دارند و هیچ یک از علف‌کش‌ها بر دیگری اثرگذار نیست. بنابراین، تفاوت اساسی بین مدل‌های MSM و ADM مربوط به این است که در ADM به مقادیر دُز توجه می‌شود در حالی که در MSM اثرات علف‌کش مد نظر است. در بسیاری از منابع از مدل ADM برای بررسی سمیت اختلاط‌های علف‌کشی استفاده می‌شود (Morse 1978; Hatzios and Penner 1985; Kudsk and Mathiassen 2004). دامالاس (Damalas 2004) گزارش داد که صرف نظر از نوع گونه و علف‌کش، اثرات هم‌کاهی سه برابر بیشتر از اثرات هم‌افزایی رخ می‌دهد. وی همچنین بیان داشت که اثرات هم‌افزایی بیشتر در گونۀ علف‌های‌هرز پهن‌برگ و در اختلاط‌هایی با ترکیبات علف‌کشی متعلق به گروه‌های شیمیایی یکسانی اتفاق می‌افتد. درحالی که اثرات هم‌کاهی به عدم توانایی گیاه در متابولیز دو یا تعداد بیشتری از علف‌کش‌ها مربوط می‌شود که بیشتر در خانواده‌های گندمیان، بقولات و آفتابگردان، همچنین علف‌های هرز باریک‌برگ و در مخلوط‌هایی رخ می‌دهد که علف‌کش‌ها مورد آزمون متعلق به گروه‌های شیمیایی متفاوتی باشند. این علف‌کش‌ها دارای ساختار شیمیایی، مکانیسم عمل و مسیر متابولیسمی متفاوتی‌اند (Damalas *et al.* 2006; Zhang *et al.* 1995). به‌عنوان مثال، برخی از مطالعات نشان می‌دهد کارایی باریک برگ‌کش‌هایی مانند پروپاکوئیزآفوپ (Propaquizafop)، هالوکسی فوپ- متیل (Haloxyfop-methyl) و ستوکسیدیم (Cycloxidim)، در ترکیب با کلریدازون کاهش پیدا کرد (Abdollahi and Ghadiri 2004). گامو و همکاران (Gamuev *et al.* 1996) گزارش دادند که اختلاط دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست (سه لیتر در هکتار)

www.SID.ir

Archive of SID

با علف‌کش ستوکسیدیم (دو لیتر در هکتار) منجر به کنترل مناسبی از علف‌های‌هرز پهن و باریک‌برگ در اراضی چغندرقند می‌شود. یوخین و آبسَترو (Yukhin and Absatrov 1996) مشخص نمودند که مخلوط فن‌مدیفام + اتوفومیست (۳/۳ لیتر در هکتار) به‌همراه هالوکسی فوپ (۰/۵ لیتر در هکتار) بیش از ۸۸ درصد علف‌های‌هرز پهن‌برگ را در مرحله دو برگی چغندرقند کنترل کرد. کاربرد هر یک از علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست، کلریدازون و کلوپیرالید در دُز توصیه شده بیش از مقدار مورد نیاز بوده و مقدار علف‌کش بیشتری را به محیط وارد می‌کند. بنابراین، هدف از اجرای این تحقیق، دستیابی به ترکیب مناسبی (کاهش دُز مصرف) از مخلوط علف‌کش‌های مورد نظر برای مهار بهتر علف‌های‌هرز و مطالعهٔ اثرات افزایشی، هم‌افزایی و یا هم‌کاهی ناشی از اختلاط علف‌کش‌ها بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات اختلاط علف‌کش‌های دس‌مدیفام+ فن‌مدیفام+ اتوفومیست، کلریدازون و کلوپیرالید بر کنترل علف‌های‌هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) در مقادیر کاهش یافته، دو آزمایش دُز–پاسخ، در قالب طرح کامل تصادفی با ۱۰۵ تیمار علف‌کشی برای هر علف‌هرز و سه تکرار برای هر تیمار، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ به اجرا درآمد.

آزمایش‌های اولیه انجام شده بر روی بذور علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره نشان داد که بذور خرفه فاقد خواب بوده درحالی که بذور سلمه‌تره دارای خواب می‌باشد. بنابراین به‌منظور شکست خواب، بذور سلمه‌تره به مدت ۳ دقیقه در اسید سولفوریک با خلوص ۹۸ درصد قرار داده شد و سپس به‌مدت ۱۰–۱۵ دقیقه زیر شیر آب مورد شستشو قرار گرفتند. بذور به درون پتری دیش‌هایی با قطر ۱۱ سانتی‌متر حاوی یک لایه کاغذ صافی منتقل شدند. پتری دیش‌های حاوی بذور به مدت ۷۲–۹۶ ساعت در دستگاه ژرمیناتور ((Germinator (Grow Chamber, 375 L, Iran)) با شرایط دمایی ۳ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط فتوپریود ۱۸/۶ ساعت روشنایی/ تاریکی با شدت نور ۱۸۰۰۰ لوکس قرار گرفتند (Andersen 1968). بذور خرفه بدون تیمار با اسید نیز به مدت یک هفته درون پتری دیش‌های حاوی کاغذ صافی و آب مقطر کشت و در شرایط مناسب در یخچال نگه‌داری شده و پس از ظهور ساقه‌چه و ریشه‌چه، بطور مستقیم با تراکم ده بذر در گلدان یک لیتری حاوی خاک، خاکبرگ و ماسه بادی (1:1:1 v/v) در عمق نیم سانتی‌متر کاشته شدند. گیاهچه‌های هر گلدان هر دو تا سه روز از طریق زیر گلدانی آبیاری شده و در مرحله دو برگی، به چهار گیاهچه تنک شدند و به میزان ۳۰ میلی‌لیتر از محلول (۳ گرم در هزار) کود ۲۰:۲۰:۲۰ (N:P:K) به هر یک از گلدان‌ها اضافه شد. دمای گلخانه در طول مدت رشد، بین ۱۸ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد در طول روز و ۱۶ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طول شب متغیر بود. تیمارهای آزمایش شامل دُزهای صفر، ۱۸/۶۹، ۳۷/۳۸، ۷۴/۷۵، ۱۴۹/۵، ۲۲۴/۲۵ و ۲۹۹/۲۲ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار ترکیب تجاری علف‌کش دس‌مدیفام+ فن‌مدیفام+ اتوفومیست (بِتانال پُروگرس– اُوِف، EC ۲۷/۴ درصد، تراگوسا اسپانیا (Tragusa, Spain))، صفر، ۷۱/۱۴، ۱۴۲/۲۹، ۲۸۴/۵۸، ۵۶۹/۱۶، ۸۵۳/۷۳ و ۱۱۳۸/۳۱ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار ترکیب تجاری علف‌کش کلریدازون (پیرامین، WP ۶۵ درصد، بایر آلمان (Bayer Crop Science, Germany)) و صفر، ۸/۰۹، ۱۶/۱۸، ۳۲/۳۶، ۶۴/۷۲، ۹۷/۰۸ و ۱۲۹/۴۴ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب تجاری علف‌کش کلوپیرالید (لونترل، SL ۳۰ درصد، گل‌سم گرگان (Golsam, Gorgan)) برای علف‌هرز خرفه و صفر، ۲۶/۷۴، ۵۳/۴۷، ۱۰۶/۹۴، ۲۱۳/۸۹، ۳۲۰/۸۳ و ۴۲۷/۷۷ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار ترکیب تجاری علف‌کش دس‌مدیفام+ فن‌مدیفام+ اتوفومیست، صفر، ۸۵/۱۱، ۱۷۰/۲۳، ۳۴۰/۴۶، ۶۸۰/۹۲، ۱۰۲۱/۳۷ و ۱۳۶۱/۸۳ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار ترکیب تجاری علف‌کش کلریدازون و صفر، ۹/۳۲، ۱۸/۶۵، ۳۷/۲۹، ۷۴/۵۸، ۱۱۱/۸۷ و ۱۴۹/۱۶ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار ترکیب تجاری علف‌کش کلوپیرالید برای علف‌هرز سلمه‌تره برای پنج نسبت اختلاط ۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و صفر به ۱۰۰ به‌همراه سه تیمار شاهد برای هر یک از تیمارهای علف‌کشی فوق در نظر گرفته شد. گیاهان در مرحله ۴-۶ برگی با استفاده از سمپاش متحرک ریلی (Matabi 121030 Super Agro 20 l sprayer; Agratech Services-Crop, Spraying Equipment, Rossendale, UK) مجهز به نازل بادبزنی معمولی (8002 flat – fan nozzle) با خروجی ۲۰۰ لیتر در هکتار با فشار پاشش ۲۰۰ کیلو پاسکال تحت تیمار قرار گرفتند. شرایط محیطی در هنگام پاشش علف‌کش‌ها یکنواخت بود (دما ۳± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶ ± ۴۵ درصد). اندام‌های هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده چهار هفته پس از اعمال تیمارها از روی سطح گلدانها برداشت شدند و وزن‌تر و خشک آنها اندازه‌گیری شد و از میانگین وزن خشک در هر گلدان برای برازش منحنی‌های آیزوبول استفاده شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با استفاده از محیط گرافیکی نرم افزار R (RStudio)، با مدل لجستیک سه پارامتره (رابطه ۱) برازش داده شدند (Ritz and Streibig 2012; Chitband *et al.* 2012):

$$U = \frac{d}{1 + \exp\left[b\left(\log\left(z\right) - \log\left(ED\ 50\right)\right)\right]} \quad (۱)$$

در رابطه (۱)؛ U بیانگر وزن خشک در دُز z، d حد بالا وزن خشک در مقادیر صفر فرمولاسیون، ED_{50} (Effective Dose) مقدار فرمولاسیون لازم برای کاهش ۵۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز و b متناسب با شیب منحنی در محدوده ED_{50} می‌باشد. با پارامترگذاری مجدد در رابطه (۱)، پارامتر ED_{50} می‌تواند با هر مقداری از پارامتر ED یعنی، ED_{90} جایگزین و با استفاده از رابطه ۲ تعیین گردد (Devilliers *et al.* 2001; Mathiassen *et al.* 2007):

$$Uij = \frac{D}{1+\exp\left[b_i\left(\log\left(z_{ij}\right)+1.99/b_i-\log\left(ED_{90(i)}\right)\right)\right]} \quad (۲)$$

که در آن ED_{90} بیانگر مقدار علف‌کش در غلظت iاُم لازم برای کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز بین حدود بالا و پایین D و C می‌باشد. اختلاط دو علف‌کش در هر نسبت به کار رفته براساس مدل ADM و در هر سطح پاسخ از پیش تعریف شده (ED_{50}، ED_{80} و ED_{90}) از رابطه (۳) محاسبه گردید (Streibig *et al.* 1998):

$$Z_A = r.Z_B = z_A + r.z_B \quad (۳)$$

که در آن، Z_A و Z_B، ED_x علف‌کش‌های خالص، z_A و z_B دُزهای علف‌کش‌ها در مخلوط است، از اینرو، $(z_A + rz_B)$ مخلوط به دست آمده از ED_x، در واحدهای z_A بیان می‌شود. همچنین، با فرضیات فوق پتانسیل نسبی (R) بین علف‌کش‌های Z_A و Z_B از رابطهٔ (۴) به دست آمده بود:

$$R = Z_A / Z_B \quad (۴)$$

پتانسیل نسبی (R) بین دو علف‌کش A و B نرخ بیولوژیکی بین علف‌کش‌ها را زمانیکه به تنهایی بکار می‌روند، بیان می‌کند. دُز ED_{50}، ED_{80} و ED_{90} پیش‌بینی شدهٔ مخلوطها مطابق با ADM (برای مثال ED_{50mix}) می‌تواند به آسانی بر پایهٔ

www.SID.ir

Archive of SID

دُز ED_{50} علف‌کش‌های بکار رفتهٔ خالص و نسبت علف‌کش‌ها در مخلوط از رابطه (۵) محاسبه شود:

$$ED_{50mix} = ED_{50A} / (\alpha + (1-\alpha)R) \quad (۵)$$

که در آن ED_{50A}، دُز ED_{50} علف‌کش A، α نسبت علف‌کش A در مخلوط و R پتانسیل نسبی است که در معادلهٔ ۴ بیان شد (Kudsk and Mathiassen 2004; Sobye *et al.* 2011; Chitband *et al.* 2015).

نتایج و بحث

ارزیابی دُز–پاسخ کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها

براساس نتایج حاصل از برازش منحنی‌های دُز–پاسخ، تأثیر اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با کلوپیرالید در تمامی نسبت‌های اختلاط بر علف‌هرز خرفه بهتر از اختلاط علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با کلریدازون و کلریدازون با کلوپیرالید بود. بر این اساس، کاربرد ۹۴/۴۳ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار (۸۲/۵۵ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۱/۸۸ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید) موجب کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز خرفه در نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ شد، در حالی‌که در این نسبت اختلاط کاربرد ۱۸۵/۹۷ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار (۸۲/۰۳ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۰۳/۹۴ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون) و ۳۰۷/۲۴ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار (۲۹۶/۰۴ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون و ۱۱/۲۱ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید) موجب کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک این علف‌هرز شد (شکل ۲، جدول ۱). در نسبت اختلاط ۵۰:۵۰، کاربرد ۴۱/۵۹ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۷/۹۹ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون منجر به کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز خرفه نسبت به شاهد شد. درحالیکه در همین نسبت اختلاط، کاربرد ۵۰/۱۱ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۹۰/۴۸ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون و ۲۱۳/۴۵ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون و ۲۴/۳۰ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید چنین کنترلی را ایجاد کرد. در نسبت اختلاط ۷۵:۲۵، کاربرد ۵۵/۰۷ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید برای کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز خرفه مورد نیاز بود که ۴۲/۵ درصد دُز به دست آمده برای این علف‌کش در مصرف تنها است. همچنین، نسبت اختلاط نیز مقدار دُز مورد نیاز علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست کمتر از مقدار دُز مورد نیاز علف‌کش کلریدازون در اختلاط با علف‌کش کلوپیرالید بود و این تأثیر اختلاط بهتر علف‌کش دس-مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید نسبت به اختلاط کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید بر علف‌هرز خرفه را نشان می‌دهد. براساس منحنی‌های دُز–پاسخ، کاربرد ۲۰/۷۱ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۲۳۶/۱۱ گرم مادهٔ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون منجر به کنترل ۹۰ درصدی علف‌هرز خرفه شد (شکل ۲، جدول ۱). اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید بر علف‌هرز سلمه‌تره در نسبت‌های ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ به ترتیب بهتر از سایر اختلاط‌های علف‌کش‌های کلریدازون با کلوپیرالید و دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون بود، به طوری که

www.SID.ir

Archive of SID

در نسبت اختلاط ۲۵:۷۵، با کاربرد ۹۸/۴۸ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۱/۴۴ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید منجر به کنترل ۹۰ درصدی علف‌هرز سلمه‌تره و کاربرد ۶۲/۳۷ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۲۱/۷۴ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید کنترل ۹۰ درصدی از علف‌هرز مذکور را باعث شد.

در نسبت اختلاط ۷۵:۲۵ نیز کاربرد ۳۷/۲۵ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۳۸/۹۲ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید منجر به کنترل ۹۰ درصدی علف‌هرز سلمه‌تره نسبت به تیمار شاهد شد. در هر سه نسبت اختلاط ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ دو علف‌کش کلریدازون با کلوپیرالید کنترل رضایت‌بخشی از علف‌هرز سلمه‌تره ایجاد نشد. در این نسبت‌های اختلاط به ترتیب به ۲۷۳/۴۵، ۱۹۳/۱۲و ۱۱۴/۲۶ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلریدازون و ۹/۹۹، ۲۱/۴۸ و ۳۷/۵۳ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش کلوپیرالید برای کنترل ۹۰ درصدی علف-هرز مذکور به کار رفت. همچنین در دو نسبت اختلاط ۵۰ : ۵۰ و ۲۵ : ۷۵ علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با کلریدازون نیز کنترل مناسبی از علف‌هرز سلمه‌تره ایجاد نگردید. در این نسبت‌های اختلاط به ترتیب ۶۳/۲۴ و ۳۰/۱۶ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست، و ۲۰۱/۳۲ و ۲۸۷/۷۷ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از کلریدازون برای دستیابی به ۹۰ درصد کاهش در وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره در مخلوط استفاده گردید. در نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ دو علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون به‌علت بالاتر بودن نسبت علف‌کش بکار رفته شدۀ دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست در مخلوط، کنترل مناسبی از علف‌هرز سلمه‌تره ایجاد گردید، بطوریکه برای کاهش ۹۰ درصدی این علف‌هرز به ۱۱۰/۳۱ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و ۱۱۷/۰۲ گرم مادۀ مؤثره در هکتار از کلریدازون نیاز بود (شکل ۲، جدول ۱).

تعیین اثرات اختلاط علف‌کشی براساس مدل کُنش پیوسته ADM

در اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید مشاهدات ۴ نسبت اختلاط از ۹ نسبت اختلاط درون خط آیزوبول قرار گرفتند، بدین معنی که اختلاط‌ها فعال‌تر و مؤثرتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM صرف‌نظر از سطح پاسخ بودند. به طور کلی، دُزهای ED_{50} و ED_{80} تخمین زده شده برای ۲ نسبت اختلاط از ۳ نسبت اختلاط براساس ۹۵ درصد فاصلۀ قابل اطمینان جانبی بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM بودند و تنها یکی از اختلاط‌ها (۲۵:۷۵) برای دُز ED_{50} و اختلاط (۵۰:۵۰) برای دُز ED_{80} انحراف معنی‌داری از خط ADM براساس ۹۵ درصد فاصلۀ قابل اطمینان جانبی نداشت. درحالیکه هر سه نسبت اختلاط برای دُزهای ED_{90} تخمین زده شده براساس ۹۵ درصد فاصلۀ قابل اطمینان جانبی کمتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM بودند و دو تا از نسبت‌های اختلاط (۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵) مطابق با خط آیزوبول و فرضیۀ افزایشی دُزها عمل کردند. در اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز خرفه نسبت‌های اختلاط بخوبی در طول آیزوبول پخش شدند و مشاهدات ۵ نسبت اختلاط از ۹ نسبت اختلاط بیرون خط آیزوبول

www.SID.ir

Archive of SID

و ۳ نسبت اختلاط بر روی خط آیزوبول قرار گرفتند. در سطح پاسخ ED_{50} دو نسبت اختلاط، دُزهای ED_{50} بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM داشته و یکی از نسبت‌های اختلاط (۲۵:۷۵) روی خط آیزوبول قرار گرفت. هیچ‌کدام از سه نسبت اختلاط در سطح پاسخ ED_{80}، اختلاف معنی‌داری با خط آیزوبول نداشته و در سطح پاسخ ED_{90} در ۲ نسبت اختلاط براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی دُزهای ED_{90} ی ایجاد کردند که مطابق با خط آیزوبول بوده و از فرضیهٔ افزایشی دُزها براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی تبعیت کرد و تنها در یکی از مشاهدات (۵۰:۵۰) دُزهای ED_{90} بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM بود (شکل ۳ الف و ج). در اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون روی علف‌هرز خرفه در سطح پاسخ ED_{50} و ED_{80}، دو نسبت اختلاط دُزهای ED_{50} بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM داشتند و یکی از نسبت‌های اختلاط (۲۵:۷۵) پاسخی کمتر از مقدار پیش‌بینی شده مطابق با ADM بدون داشتن اختلاف معنی‌داری با خط آیزوبول براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی دُزهای ED_{50} داشتند، درحالیکه در سطح پاسخ ED_{80} یکی از مشاهدات (۵۰:۵۰) درون خط آیزوبول قرار گرفته و دارای پاسخ کمتر از مقدار پیش‌بینی شده با ADM براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی داشت. در سطح پاسخ ED_{90} نسبت‌های اختلاط (۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰) به ترتیب درون و روی خط آیزوبول قرار گرفته و نسبت اختلاط (۷۵:۲۵) بیرون خط آیزوبول بوده و براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی مطابق با خط آیزوبول و فرضیهٔ دُز افزایشی بود (شکل ۳ ه). در سطح پاسخ ED_{90} نسبت‌های اختلاط (۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰) به ترتیب درون و روی خط آیزوبول قرار گرفته و نسبت اختلاط (۷۵:۲۵) بیرون خط آیزوبول بوده و براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی مطابق با خط آیزوبول و فرضیهٔ دُز افزایشی بود (شکل ۳ ه).

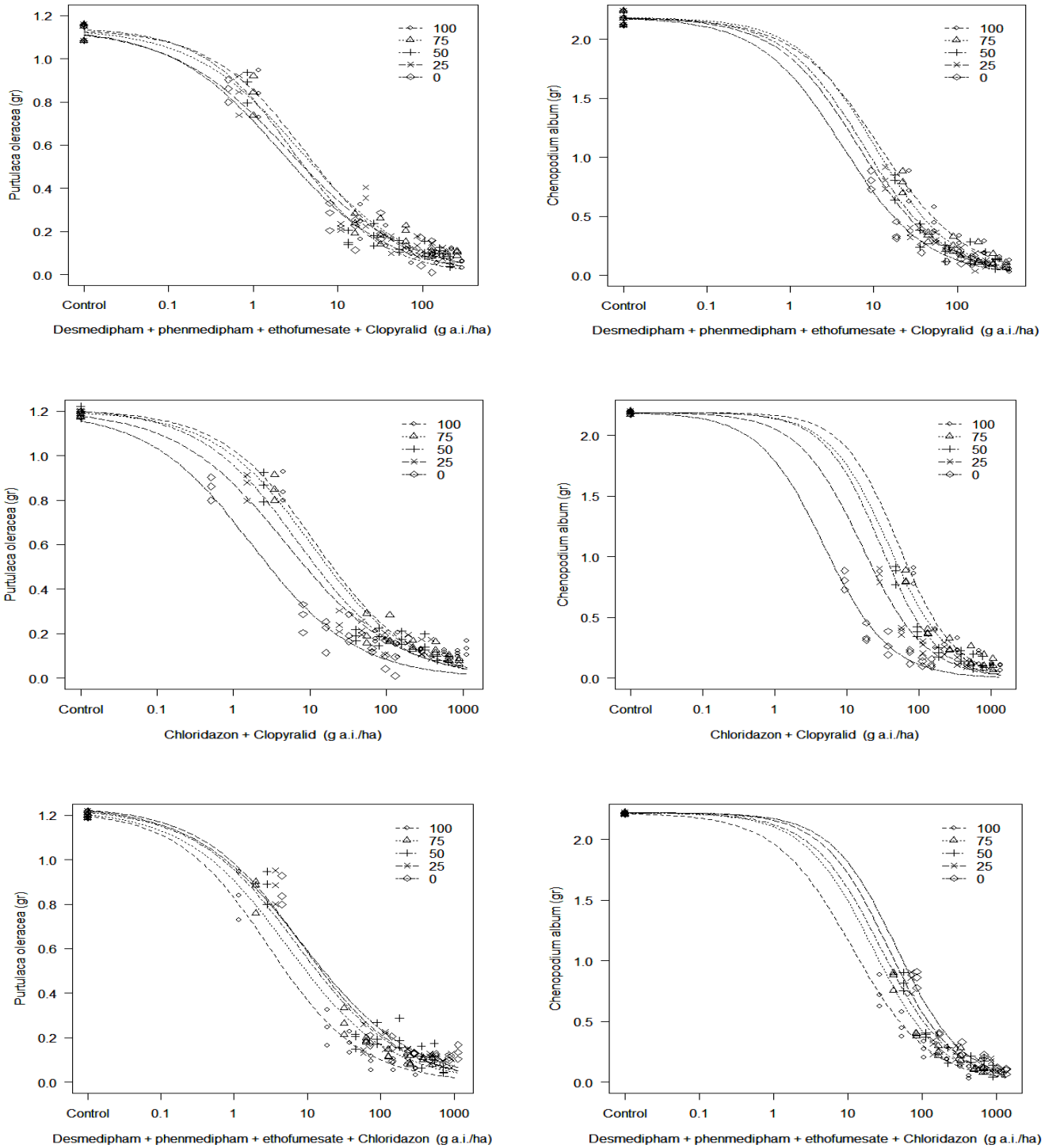
به طور کلی، اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید و علف‌کش دس‌مدیفام + فن-مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون کارایی بهتری در مقایسه با اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید نسبت به مقدار پیش‌بینی شده و مورد انتظار مطابق با ADM داشت و تفاوت بین دو اختلاط بیشتر در سطح پاسخ ED_{90} مشهود بود. کارایی کاهش یافتهٔ اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید را می‌توان به سبب نوع فرمولاسیون و ناسازگاری فیزیکوشیمیایی که منجر به حلالیت و در نهایت نفوذ کمتر آن به درون گیاه هرز می‌شود، نسبت داد، به طوری که این ناسازگاری باعث محدودیت جذب و انتقال این مخلوط علف‌کشی می‌شود. در اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز سلمه‌تره نیز نسبت‌های اختلاط بخوبی در طول آیزوبول پخش شدند. در سطح پاسخ ED_{50}، مشاهدات هر ۳ نسبت اختلاط به طور معنی‌داری براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی به ترتیب بالاتر از ED_{50} دُز مورد انتظار مطابق با قرار گرفتند. این امر نشان می‌دهد که منحنی‌های دُز–پاسخ علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و کلوپیرالید در حالت اختلاط نسبت به کاربرد خالص آنها در سطوح پاسخ کمتری به ۵۰ درصد کاهش در وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره رسیده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

خرفه
Portulaca oleracea

سلمه‌تره
Chenopodium album



شکل ۲ منحنی‌های دُز–پاسخ حاصل از برازش مدل سه پارامتری لُجستیک ($R^2 = 0.9786$) علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست در اختلاط با علف‌کش‌های کلریدازون و کلوپیرالید با نسبت‌های مختلف بر وزن خشک علف‌هرز خرفه (چپ) و سلمه‌تره (راست) در مرحلهٔ چهار تا شش برگی. نسبت‌های اختلاط بر اساس نسبت علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست، کلریدازون و دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست به ترتیب از بالا به پایین در مخلوط نشان داده شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

حالت اختلاط نسبت به کاربرد خالص آنها در سطوح پاسخ کمتری به ۵۰ درصد کاهش در وزن خشک علف‌هرز سلمه‌تره رسیده‌اند. در سطح پاسخ ED_{80} تمامی مشاهدات درون خط آیزوبول قرار گرفته ولی اختلاف معنی‌داری با خط آیزوبول براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی نداشته و از فرضیهٔ افزایشی دُزها تبعیت نمودند. در حالی که در سطح پاسخ ED_{90}، ۲ مشاهده درون خط آیزوبول قرار گرفته و کاملاً حالت هم‌افزایی را نشان داده و یکی از مشاهدات (۷۵:۲۵) بیرون خط آیزوبول بوده و حالت هم‌کاهی ضعیفی را بروز داد. در اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز سلمه‌تره نیز بهترین پاسخ‌ها از نسبت اختلاطی بدست آمد که در آن نسبت علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست به علف‌کش کلوپیرالید بیشتر بود و در نسبت برابر و یا بالاتر علف‌کش کلوپیرالید پاسخ‌ها پراکندگی مناسبی نداشتند، بطوریکه در سطح پاسخ ED_{80} به قسمت بالای خط آیزوبول گرایش داشته و در سطح پاسخ ED_{90} نیز بیرون خط آیزوبول قرار گرفتند (شکل ۳ ب). در اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز سلمه‌تره تمامی مشاهدات در سطح پاسخ ED_{50}، ED_{80} و ED_{90}، بیرون خط آیزوبول قرار گرفتند و اختلاط‌ها کمتر از حد انتظار مطابق با ADM، فعال و مؤثر بودند. هر ۳ نسبت در سطح پاسخ ED_{50}، بطور معنی‌داری بالاتر از ED_{50} دُز پیش‌بینی شده و مورد انتظار مطابق با ADM قرار داشتند. در سطح پاسخ ED_{80} مشاهدات ۲ نسبت اختلاط بیرون از خط آیزوبول و یکی از مشاهدات (۵۰:۵۰) انحراف معنی‌داری از خط ADM براساس ۹۵ درصد فاصله اطمینان جانبی نداشت. در سطح پاسخ ED_{90}، نیز هر ۳ مشاهده بیرون خط آیزوبول قرار گرفته، با این تفاوت که ۲ مشاهده انحراف معنی‌داری از خط ADM براساس ۹۵ درصد فاصله اطمینان جانبی نداشتند و یک مشاهده (۵۰:۵۰) هم‌کاهی ضعیفی را نشان داد (شکل ۳ د). در اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون روی علف‌هرز سلمه‌تره در سطح پاسخ ED_{50}، تمامی مشاهدات بیرون خط آیزوبول قرار گرفته و یک مشاهده (۲۵:۷۵) براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی مطابق با ADM بود. در سطح پاسخ ED_{80}، ۲ تا از مشاهدات بیرون و یک مشاهده (۷۵:۲۵) روی خط آیزوبول قرار گرفته بود. در سطح پاسخ ED_{90}، ۲ مشاهده درون و یک مشاهده (۷۵:۲۵) بیرون خط آیزوبول قرار گرفت. بطور کلی، از ۹ مشاهده صرفنظر از سطوح پاسخ ED_{50}، ED_{80} و ED_{90}، تنها ۲ مشاهده درون خط آیزوبول، یک مشاهده روی خط و ۶ مشاهده بیرون خط آیزوبول قرار گرفتند. در بین این مشاهدات ۳ مشاهده روی خط آیزوبول قرار گرفته و براساس ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان جانبی مطابق با ADM بوده و از فرضیهٔ افزایشی دُزها تبعیت نمودند، و ۵ مشاهده بیرون خط آیزوبول بوده و اثر هم‌کاهی را نشان دادند. این امر نشان می‌دهد که همانند اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید، اختلاط دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون روی علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز گرایش بیشتری به بخش بیرونی خط آیزوبول و نشان از حالت هم‌کاهی داشت (شکل ۳ و).

نتایج این آزمایش نشان داد که اثرات متقابل علف‌کش‌های به‌کار رفته در مخلوط به گونه علف‌هرز هدف بستگی دارد. سورنسِن و همکاران (Sorensen *et al.* 1987) نشان دادند که ترکیب علف‌کش بنتازون با علف‌کش اسیفلورفن موجب افزایش کارایی آنها بر روی علف‌های‌هرز سلمه‌تره و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.) گردید، درحالی‌که کارایی کنترل علف‌هرز توق (*Datura stramonium* L.) و تاج‌خروس ریشه قرمز تحت تأثیر علف‌کش‌های فوق کاهش پیدا کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ مقادیر دُز مؤثر مورد نیاز علف‌کش‌های کلوپیرالید و کلریدازون در اختلاط آنها با دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست در نسبت‌های مختلف برای بدست آوردن کاهش ۵۰، ۸۰ و ۹۰ درصدی در وزن خشک نسبت به تیمار شاهد علف‌های‌هرز خرفه و سلمه‌تره در مرحلهٔ چهار تا شش برگی

گونهٔ علف‌هرز	علف‌کش	نسبت اختلاط	دُز مؤثر (گرم مادهٔ مؤثره در هکتار)*		
			ED_{50}	ED_{80}	ED_{90}
خرفه (*Portulaca oleracea*)	دس مدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست + کلوپیرالید	۲۵ : ۷۵	۰/۴۶۲۸ + ۳/۲۱۶۶	۳/۵۸۵۹ + ۲۴/۹۲۳۸	۱۱/۸۷۷۲ + ۸۲/۵۵۲۴
			(۰/۱۱۶۵ + ۰/۴۴۹۳۵)†	(۰/۴۶۴۳ + ۳/۹۴۵۷)	(۲/۸۵۷۵+۱۶/۵۹۲۵)
	"	۵۰ : ۵۰	۰/۶۱۶۰ + ۱/۴۲۳۷	۵/۱۷۹۵ + ۱۱/۹۷۰۵	۱۷/۹۹۴۲ + ۴۱/۵۸۶۵
			(۰/۲۳۷۵ + ۰/۴۴۲۵)	(۰/۸۷۷۵+۲/۸۸۲۵)	(۴/۹۶۷۷ + ۸/۱۸۲۳)
	"	۷۵ : ۲۵	۱/۲۵۸۹ + ۰/۹۷۰۸	۱۳/۶۴۷۸ + ۱۰/۵۲۲۴	۵۵/۰۷۰۷ + ۴۲/۴۵۹۸
			(۰/۵۴۳۷ + ۰/۲۱۷۵)	(۲/۷۱۱۵+۲/۶۳۸۵)	(۱۵/۹۶۷۴ + ۸/۴۳۲۶)
	کلریدازون + کلوپیرالید	۲۵ : ۷۵	۰/۳۱۹۱ + ۸/۴۳۰۹	۳/۰۱۲۹ + ۷۹/۵۹۷۱	۱۱/۲۰۴۱ + ۲۹۶/۰۳۵۹
			(۰/۰۵۲۸ + ۲/۱۳۷۲)	(۰/۸۵۲۵ + ۱۲/۹۲۷۵)	(۲/۹۹۲۵ + ۵۲/۷۶۷۵)
	"	۵۰ : ۵۰	۰/۵۹۹۰ + ۵/۲۶۲۳	۶/۱۹۴۱ + ۵۴/۴۱۶۱	۲۴/۲۹۶۸ + ۲۱۳/۴۵۳۱
			(۰/۱۱۲۶ + ۱/۵۶۷۵)	(۰/۹۹۵۲ + ۱۰/۵۸۴۸)	(۴/۱۸۵۵ + ۴۶/۳۸۴۵)
	"	۷۵ : ۲۵	۱/۳۲۵۷ + ۳/۸۸۵۳	۱۲/۲۱۶۵ + ۳۵/۸۰۴۲	۴۴/۷۷۷۲ + ۱۳۱/۲۳۳۳
			(۰/۲۴۶۲ + ۰/۶۸۳۸)	(۱/۱۰۵۵ + ۶/۸۸۴۵)	(۷/۱۵۸۳ + ۳۲/۸۳۱۷)
	دس مدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست + کلریدازون	۲۵ : ۷۵	۲/۴۴۲۶ + ۱/۹۲۷۷	۲۶/۰۲۸۵ + ۲۰/۵۴۱۹	۱۰۳/۹۳۹۹ + ۸۲/۰۳۰۱
			(۰/۷۵۳۵ + ۰/۴۳۶۵)	(۴/۴۸۲۵ + ۳/۴۳۷۵)	(۱۷/۱۸۳۲+۱۲/۷۵۶۸)
	"	۵۰ : ۵۰	۶/۵۶۴۵ + ۱/۷۲۶۹	۵۴/۹۴۶۲ + ۱۴/۴۵۴۶	۱۹۰/۴۷۴۰ + ۵۰/۱۰۷۸
			(۱/۴۱۴۵ + ۰/۶۵۵۵)	(۱۰/۶۶۲۵ + ۲/۶۴۷۵)	(۴۱/۵۳۶۹ + ۱۵/۵۵۳۱)
	"	۷۵ : ۲۵	۸/۵۳۲۳ + ۰/۷۴۸۳	۶۹/۳۳۰۶ + ۶/۰۸۰۷	۲۳۶/۱۱۲۷ + ۲۰/۷۰۸۵
			(۲/۱۵۷۳ + ۰/۱۷۲۷)	(۱۲/۶۲۷۵ + ۰/۹۸۲۵)	(۵۰/۶۳۴۵ + ۳/۵۳۵۵)
سلمه‌تره (*Chenopodium album*)	دس مدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست + کلوپیرالید	۲۵ : ۷۵	۱/۰۷۸۱ + ۹/۲۸۱۸	۴/۷۸۳۷ + ۴۱/۱۸۵۲	۱۱/۴۳۸۷ + ۹۸/۴۸۰۶
			(۰/۱۷۶۵+۱/۶۹۳۵)	(۰/۷۹۲۵ + ۳/۳۹۷۵)	(۲/۴۱۲۹ + ۱۲/۰۲۷۱)
	"	۵۰ : ۵۰	۲/۱۱۶۶ + ۶/۰۷۲۷	۹/۲۰۳۵ + ۲۶/۴۰۵۸	۲۱/۷۳۸۹ + ۶۲/۳۷۱۱
			(۰/۶۱۶۵ + ۱/۰۶۳۵)	(۰/۹۳۴۵ + ۲/۵۲۵۵)	(۳/۸۷۵۴ + ۹/۴۷۴۶)
	"	۷۵ : ۲۵	۳/۴۸۴۵ + ۳/۳۳۵۰	۱۵/۹۷۷۸ + ۱۵/۲۹۲۰	۳۸/۹۲۰۳ + ۳۷/۲۴۹۹
			(۰/۵۴۷۵ + ۰/۵۰۲۵)	(۱/۵۴۱۵ + ۱/۰۲۸۵)	(۵/۲۰۷۵ + ۴/۸۱۲۵)
	کلریدازون + کلوپیرالید	۲۵ : ۷۵	۱/۴۴۰۶ + ۳۹/۴۶۶۱	۴/۸۸۷۹ + ۱۳۳/۹۰۲۶	۹/۹۸۷۱ + ۲۷۳/۵۹۴۵
			(۰/۱۰۵۴ + ۳/۵۱۴۶)	(۰/۷۳۵۹ + ۸/۲۵۴۱)	(۲/۱۶۵۸ + ۳۴/۵۱۴۲)
	"	۵۰ : ۵۰	۲/۹۰۸۳ + ۲۶/۵۶۱۷	۱۰/۱۶۷۷ + ۹۲/۸۶۱۷	۲۱/۱۴۴۸ + ۱۹۳/۱۱۶۱
			(۰/۸۹۵۷+۲/۵۴۴۳)	(۲/۰۴۵۸ + ۵/۸۵۴۲)	(۳/۷۱۲۴ + ۲۷/۷۰۷۶)
	"	۷۵ : ۲۵	۳/۹۷۳۱ + ۱۲/۰۹۵۶	۱۶/۳۸۳۲ + ۴۹/۸۷۶۱	۳۷/۵۳۱۴ + ۱۱۴/۲۵۸۷
			(۰/۴۹۲۵ + ۱/۴۹۷۵)	(۲/۱۶۵۰ + ۲/۸۵۵۲)	(۶/۲۴۲۵ + ۱۵/۴۰۷۵)
	دس مدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست + کلریدازون	۲۵ : ۷۵	۱۰/۷۰۱۷ + ۱۰/۰۸۸۲	۴۸/۴۰۷۷ + ۴۵/۶۳۲۵	۱۱۷/۰۱۸۷ + ۱۱۰/۳۰۹۹
			(۱/۷۲۷۵+۱/۲۱۲۵)	(۳/۹۹۰۸ + ۳/۲۱۹۲)	(۱۱/۶۸۲۵ + ۱۱/۰۲۷۵)
		۵۰ : ۵۰	۲۵/۲۸۰۶ + ۷/۹۴۱۸	۹۱/۵۵۰۸ + ۲۸/۷۵۹۹	۲۰۱/۳۱۷۳ + ۶۳/۲۴۲۸
			(۲/۳۱۰۸+۱/۱۳۹۲)	(۴/۸۰۴۷ + ۲/۹۹۵۳)	(۲۱/۲۱۵۱ + ۱۱/۳۷۴۹)
		۷۵ : ۲۵	۳۱/۳۳۴۱ + ۳/۲۸۴۳	۱۲۶/۹۴۵۱ + ۱۳/۳۰۵۱	۲۸۷/۷۷۱۲ + ۳۰/۱۶۰۹
			(۶/۰۴۴۴ + ۰/۳۶۵۶)	(۹/۸۷۷۵ + ۳/۲۹۲۵)	(۳۶/۴۸۲۹ + ۷/۴۹۷۱)

*- خطاهای استاندارد در داخل پرانتز گزارش شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین، نوع گونه علف‌هرز نیز در جذب و نفوذ علف‌کش‌ها به درون گیاه و نهایتاً در غلظت مؤثر به جایگاه هدف می‌تواند مهم باشد، به طوری‌که علف‌هرز سلمه‌تره به جهت داشتن پوشش سفید و آرد مانند خود بر روی برگ مانع از رسیدن بخشی از علف‌کش به سطح لایه کوتیکولی می‌شوند. به عبارت دیگر، علف‌کش‌ها تمام سطح برگ گیاه را پوشش نمی‌دهند. از این رو، در این گونه از علف‌های هرز نسبت به سایرعلف‌های‌هرز برای جذب و انتقال سریع و رسیدن به دُز مؤثر در جایگاه هدف خصوصاً بر روی دستگاه فتوسنتزی، به مقدار بیشتری از علف‌کش (با توجه به مسیرهای ورودی کمتر و عدم پوشش کامل لایه کوتیکولی برگ توسط علف‌کش) نیاز است (Chitband *et al.* 2015).

به علاوه، سطح برگ علف‌هرز سلمه‌تره از ۶۶ درصد مواد قطبی تشکیل شده در حالیکه سطح برگ علف‌های‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌ریزی سیاه به ترتیب دارای ۵۵ و ۱۱ درصد مواد قطبی است (Harr *et al.* 1991). همچنین، لایه موم اپیکوتیکولاری سطح برگ سلمه‌تره دارای ساختاری کریستالی است که منجر به نگاهداشت کمتر محلول سمپاشی شده علف‌کش در مقایسه با کوتیکولار صاف می‌شود (De Ruiter *et al.* 1990; Harr *et al.* 1991). از طرفی احتمال می‌رود متابولیسم سریعتر هر یک از علف‌کش‌ها در گونه‌های سلمه‌تره به دلیل جریان کمتر علف‌کش در درون گیاه نیز دلیلی بر کاربرد غلظت بیشتر علف‌کش‌ها در هر یک از نسبت‌های اختلاط برای رسیدن به غلظت مؤثر در جایگاه هدف باشد که کاربرد غلظت بیشتر هر یک از علف‌کش‌ها در هر یک از نسبت‌های اختلاط تداخلات بین دو علف‌کش در جذب و انتقال را موجب خواهد شد. حضور دُز مؤثر علف‌کش در جایگاه هدف حائز اهمیت است. به دلیل رقابت علف‌کش‌ها در جذب (وجود سطح برگ کوچکتر و روزنه‌های هوایی کمتر در مرحلهٔ رشدی اولیه) هیچ یک از علف‌کش‌ها احتمالاً نتوانسته اند در دُز مؤثر به جایگاه هدف انتقال یابند. از این رو، مدت زمان زیادی نیاز بوده است تا علف‌کش‌ها در جایگاه هدف به غلظت مؤثر برسند. دوین و وَندِن بورن (Devine and Vanden Born 1985) گزارش نمودند که افزایش جذب و انتقال علف‌کش گلایفوسیت به‌همراه سولفات آمونیوم منجر به کنترل بهتر علف‌هرز گاوپنبه گردید، زیرا علف‌کش‌ها بایستی در جایگاه هدف خود در غلظت مؤثر حضور داشته باشند تا به طور مؤثری روی رشد علف‌هرز اثر داشته باشند. از طرف دیگر، زمانی‌که جذب و انتقال علف‌کش‌ها کاهش می‌یابد، غلظت کمتری از هر دو علف‌کش در درون گیاه انتقال خواهند یافت و علف‌هرز فرصت دارد تا مولکول‌های علف‌کش را متابوله کند. بنابراین، در برخی از نسبت‌های اختلاط که دُز مؤثر مورد نیاز برای کاهش وزن خشک علف‌هرز نسبت به اختلاط قبلی افزایش یافته و یا کاهش نیافته است، احتمالاً علف‌کش در غلظت مؤثر به جایگاه هدف انتقال نیافته و به مقدار بیشتری از غلظت علف‌کش برای رسیدن به سطح کنترلی مورد نیاز بوده است. نوع و اجزاء فرمولاسیون علف‌کش‌ها می‌تواند نقش محوری در جذب ماده فعال علف‌کش به گیاه بازی کند و به نظر می‌رسد که نوع فرمولاسیون در یک علف‌کش می‌تواند روی جذب ماده فعال دیگر فرمولاسیون در مخلوط علف‌کشی نیز تأثیر به سزایی داشته باشد(Kudsk and Mathiassen 2004). مقایسهٔ پاسخ‌های علف‌کشی دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش‌های کلوپیرالید و کلریدازون بخوبی نشان داد که اجزای ترکیب شونده و فرمولاسیون امولسیون شونده غلیظ در فرمولاسیون مایعات حل شونده علف‌کش کلوپیرالید می‌تواند روی کُنش پیوسته مخلوط تأثیر مثبتی داشته باشد، بطوریکه مشاهدات حاصل از ترکیب علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش

www.SID.ir

Archive of SID

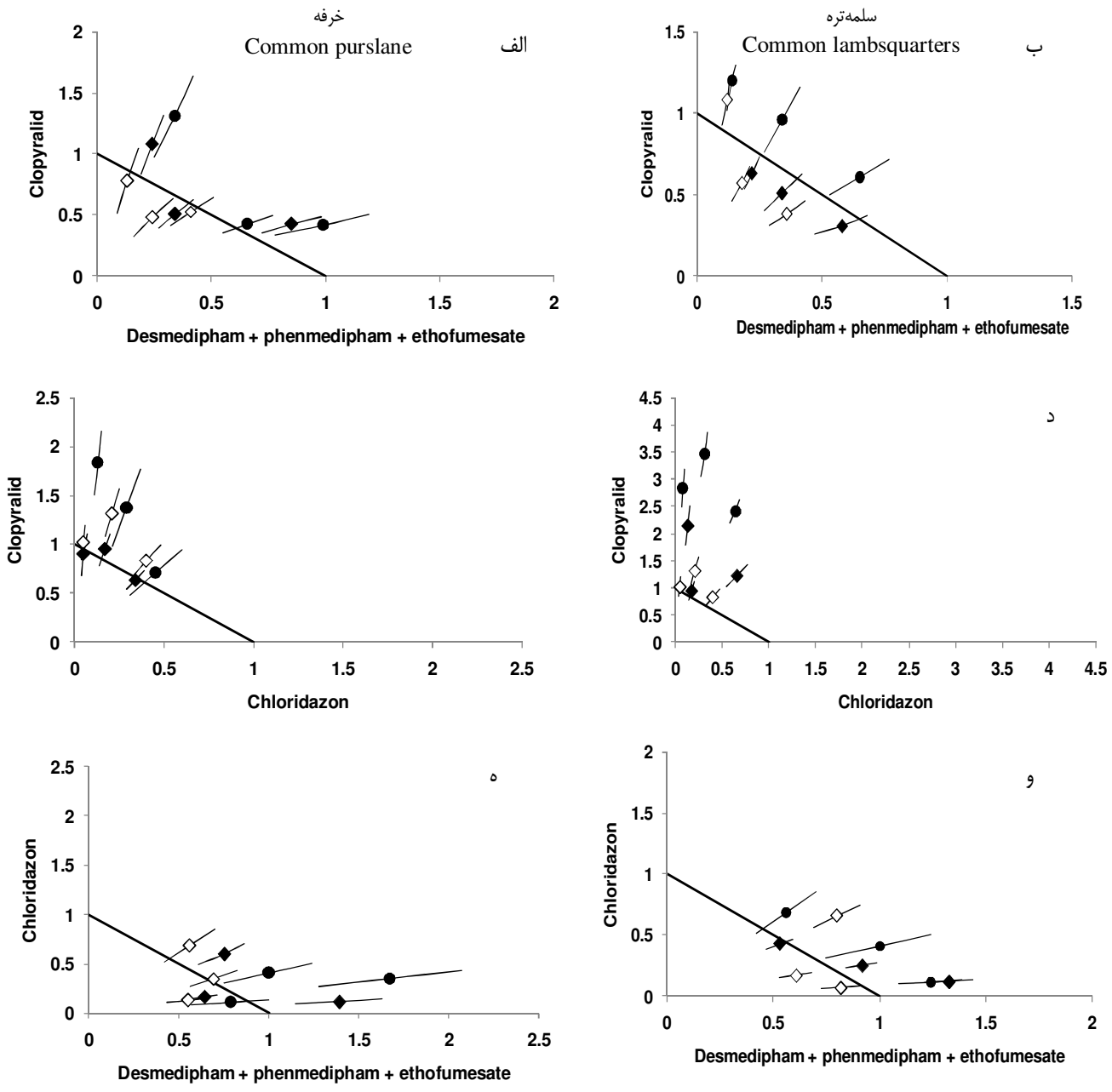
کلوپیرالید نسبت به ترکیب این علف‌کش با علف‌کش کلریدازون که فرمولاسیون آن بصورت پودرهای وِتابل مرطوب‌شونده می‌باشد، دارای اثراتی بیشتر از ADM و یا مطابق با ADM بوده است. درحالیکه در اختلاط کلریدازون با علف‌کش‌های دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست و یا کلوپیرالید، پودرهای وِتابل مرطوب شونده موجود در ترکیب آن ممکن است سبب محدود شدن عمل پراکننده‌ها در فرمولاسیون امولسیون شونده و یا مایعات حل شونده شوند. در نتیجه مادهٔ مؤثره فرمولاسیون امولسیون شونده و یا مایعات حل شونده لخته و ته نشین می‌شوند.

کوتینگ و زینک (Kotting and Zink 1992) بیان نمودند که مخلوط ۷۵ درصد از دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست (بِتانال پُروگرس) با دُز توصیه شده فن‌مدیفام + اتوفومیست (بِتانال تاندِم) منجر به کنترل بسیار خوبی از علف‌های‌هرز مزارع چغندرقند می‌شود. گامو و همکاران (Gamuev *et al.* 1996) بیان نمود که اختلاط کلریدازون (پیرامین) و دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست (بِتانال پُروگرس) در مقادیر ۴ + ۶ لیتر در هکتار در نصف دُز بکار رفته بعد از رویش علف‌های‌هرز دولپه‌ای، منجر به کنترل ۹۷ درصد آنها شد. همچنین براساس نتایج حاصل شدهٔ این آزمایش، درصد خسارت علف‌کش‌های گروه بازدارندهٔ فتوسنتز+ سنتز چربی و کلوپیرالید در حالت کاربرد خالص و مخلوط بر بوته‌های چغندرقند معنی‌دار نبود و با توجه به بالا بودن قدرت گیاه چغندرقند در بهبود خسارت ناشی از سموم در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، با گذشت زمان توانستند خسارت وارده را جبران نمایند (Chitband *et al.* 2017). دیل و همکاران (Dale *et al.* 2006) گزارش دادند که کنترل سلمه‌تره و گونه‌های تاج‌خروس با مخلوط دس‌مدیفام + فن‌مدیفام و دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست بدون هیچ‌گونه خسارتی بر روی گیاه زراعی چغندرقند، افزایش پیدا کرد. تحقیقات نجفی و همکاران (Najafi *et al.* 2010) در منطقه خراسان رضوی، تهران و آذربایجان غربی حاکی از عدم وجود گیاه‌سوزی ناشی از اعمال ترکیب علف‌کش‌های ترایفلوسولفورون متیل+ دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست، کلریدازون + ترایفلوسولفورون متیل و کلریدازون + دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست بر روی برگ‌های چغندرقند براساس شاخص EWRS بود.

بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که اختلاط علف‌کش‌های بازدارندهٔ فتوسنتز با دیگر گروه‌های علف‌کشی ضمن کنترل طیف وسیعتر و پیشگیری از بروز مقاومت یا تحمل در این گونه‌های علف‌هرزی می‌تواند باعث مهار بهتر علف‌های‌هرز مورد مطالعه شود. خصوصیات ساختاری و مکانیسمی مانند گونهٔ علف‌هرز، ترکیب کوتیکول، مواد شیمیایی علف‌کشی، ویژگی‌های فرمولاسیون، محیطی که در آن برگ گسترش یافته و یا وقایع جذب رخ داده شده از جمله عواملی است که سطح تماس علف‌کش را کاهش و مانع از تأثیر گذاری بهتر علف‌کش می‌شوند، به طوری‌که 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 در مخلوط می‌شود. از این‌رو، در عملیات‌های کنترلی علف‌های‌هرز بسته به نوع گونه و تراکم علف‌هرز منطقه باید اقدامات مدیریتی خاص را اتّخاذ کرد تا گونه علف‌هرز هدف به‌خوبی کنترل شود، بطوریکه در مورد علف‌های‌هرزی که دارای موانع ساختاری و یا مکانیسمی هستند بهتر است از مواد همراه و یا مویان‌هایی در فرمولاسیون علف‌کشی استفاده کرد که جذب و نفوذ علف‌کش‌های اختلاط یافته را تسهیل کرده و موجبات کنترل بهتر و مناسب‌تر علف‌های‌هرز را فراهم آورد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ آیزوبول و اطلاعات مربوط به اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز خرفه (الف) و روی علف‌هرز سلمه‌تره (ب)، اختلاط علف‌کش کلریدازون با علف‌کش کلوپیرالید روی علف‌هرز خرفه (ج) و روی علف‌هرز سلمه‌تره (د) و اختلاط علف‌کش دس‌مدیفام + فن‌مدیفام + اتوفومیست با علف‌کش کلریدازون روی علف‌هرز خرفه (ه) و روی علف‌هرز سلمه‌تره (و) در سطوح پاسخ ED_{50} (●)، ED_{80} (◆) و ED_{90} (◇). میله‌ها (بارها) فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای دُزهای ED_{50}، ED_{80} و ED_{90} تخمینی را نشان می‌دهند. دُزها روی محورهای x و y استاندارد شده‌اند، به طوری که دُز ED_{50}، ED_{80} و ED_{90} علف‌کش‌های بکار رفته بصورت خالص روی ۱ ثابت شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

References: منابع مورد استفاده

Abdollahi F, Ghadiri H. Effect of separate and combined applications of herbicides on weed control and yield of sugar beet. Weed Technol. 2004; 18: 968-976.

Abdollahian- Noghabi M. A review on growth and production of sugar beet crops in Iran during the recent years. Journal of Sugar Beet. 2007; 23: 197-198. (in Persian, abstract in English)

Andersen RN. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Weed Science Society of American, Urbana IL. 1968. 26-27.

Chitband AA, Abbaspoor M, Nabizade M. Utilizing drc package in R software for dose-response studies: The concept and data analysis. Proceeding of the 12th Iranian Crop Sciences Congress; 2012 September 4-6; Islamic Azad University, Karaj. Iran. (in Persian)

Chitband AA, Ghorbani R, Nabizade M, Zaidali E. Evaluation of some broadleaf herbicides mixture doses to important broadleaf weeds control in sugar beet. Journal of Sugar Beet. 2017; 33: 91-101. (in Persian, abstract in English)

Chitband AA, Ghorbani R, Rashed Mohassel MH, Nassiri Mahallati M., Abbasi R. Joint action of photosynthesis + lipid and auxin-inhibiting herbicides in sugar beet. Proceeding of the 6th Iranian Weed Sciences Congress; 2015 September 1-3; Birjand University, Birjand. Iran. (in Persian)

Dale TM, Renner KA, Kravchenko AN. Effect of herbicides on weed control and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and quality. Weed Technol. 2006; 20: 150–156.

Damalas CA, Dhima KV, Eleftherohorinos IG. Control of early watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and late water grass (*Echinochloa phyllopogon*) with cyhalofop, clefoxydim, and penoxsulam applied alone and in mixture with broadleaf herbicides. Weed Technol. 2006; 20: 992-998.

Damalas CA. Herbicide Tank mixtures: Common interactions. Rev. International Journal of Agriculture and Biology. 2004; 6: 209-212.

De Ruiter H, Uffing AJM, Meinen E, Prins A. Influence of surfactants and plant species on leaf retention of spray solutions. Weed Science. 1990; 38: 567–572.

Devilliers BL, Kudsk P, Smit JJ, Mathiassen SK. Tralkoxydim: adjuvant, MCPA and other effects. Weed Research. 2001; 41: 547-556.

Devine MD, Vanden Born WH. Translocation and foliar activity of clopyralid and cholorsulfuron in Canada thistle and perennial sowthistle. Weed Science. 1985; 33: 524-530.

Gamuev VV, Vilkov V, Repina G. Sugar beet protection based on a Betanal system. Sakharnaya Svekla. 1996; 3: 21-23.

Gessner PK. Isobolographic analysis of interactions: an update on applications and utility. Toxicology. 1995; 105: 161- I79.

www.SID.ir

Archive of SID

Green JM, Jensen JE, Streibig JC. Models to assess joint action of pesticide mixtures. Aspects of Applied Biology. 1995; 41: 61-68.

Harr J, Guggenheim R, Schulke RH, Falk RH. *Chenopodium album* L. The Leaf Surface of Major Weeds. Sandoz Agro Ltd. 1991.

Hatzios KK, Penner D. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Rev. Weed Science. 1985; 1: 1–63.

Kotting K, Zink J. Present requirements for a beet herbicide reflected in betanal progress. Germany, Gesunde Pflanzen. 1992; 44: 60-64.

Kudsk P, Mathiassen SK. Joint action of amino acid biosynthesis inhibiting herbicides. Weed Research. 2004; 44: 313-322.

Mathiassen SK, Kudsk P. Joint action of sulfonylurea herbicides and MCPA. Weed Research. 1993; 33: 441-447.

Mathiassen SK, Ravn HW, Kudsk P. Is dose-splitting of graminicides as effective as a single application? Weed Research. 2007; 47: 252-261.

Mirshekari B. Efficiency of empirical competition models for simulation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield at interference with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Journal of Sugar Beet. 2008; 24: 73-91. (in Persian, abstract in English)

Morse PM. Some comments on assessment of joint action in herbicide mixtures. Weed Science. 1978; 26: 58-71.

Najafi H, Bazoobandi M, Jafarzadeh N. Evaluation of efficacy values in herbicide various components on broadleaf weeds control of sugar beet. Weed Research Journal. 2010; 2(1): 43-53. (in Persian, abstract in English)

Ritz C, Streibig JC. Dose response curves and other nonlinear curves in Weed Science and Ecotoxicology with the add-on package drc in R. 2012. pp. 1-51.

Shahbazi HA, Rashed Mohassel MH. Effect of weed competition on the growth and dry matter partitioning in the sugar beet parts. Journal of Sugar Beet. 1999; 15: 1-19. (in Persian, abstract in English)

Sobye KW, Streibig JC, Cedergreen N. Prediction of joint herbicide action by biomass and chlorophyll a fluorescence. Weed Research. 2011; 51: 23–32.

Sørensen H, Cedergreen N, Streibig JC.. A random effects model for binary mixture toxicity experiments. Journal of Agriculture Biology and Environment. Statistics. 2010; 15: 562–577.

Sørensen VM, Meggitt WF, Penner D. The interaction of acifluorfen and bentazon in herbicidal combinations. Weed Science. 1987; 35: 449–56.

Streibig JC, Jensen JE. Actions of herbicides in mixtures. Sheffield Academic Press, Boca Raton, CRC Press of England, 2000; pp. 295.

Streibig JC, Kudsk P, Jensen JE. A general joint action model for herbicide mixture. Pesticide Science. 1998; 53: 21- 28.

www.SID.ir

Archive of SID

Streibig JC, Kudsk P. Intruduction. Sheffield Academic Press, Boca Raton, CRC Press of England, 1993; pp. 1-5.

Tammes PML. Isoboles, a graphic representation of synergism in pesticides. Netherland Journal of Plant Path. 1964; 70: 73-80.

Verbruggen EMJ, Van den Brink PJ. 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. 2010; pp. 1-36.

Yukhin IP, Absatrov KHS. Separate post-emergence application of herbicides. Sakharnaya Svekla. 1996; (3): 21-22.

Zafarian M, Nasirpour M, Mir Alavi V, Jahani AR. Study on efficiency of integrated weed management in sugar beet using mulch and herbicide. Journal of Sugar Beet. 2015; 31: 177-187. (in Persian, abstract in English)

Zhang J, Hamill AS, Weaver SE. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. Weed Technol. 1995; 9: 86–90.

www.SID.ir