نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۳۰۰-۲۹۴

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 3, Fall 2013, P. 294-300

استفاده از منحنی‌های هم‌اثر در بررسی اثر افزایشی، هم‌افزایی و هم‌کاهی اختلاط علف‌کش‌های کلوپیرالید و گلایفوسیت در کنترل علف هرز تلخه

مجید عباس پور[1*]- علی اصغر چیت بند[2]- محمد رضا ملک آرا[3]- حسین توکلی[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۳/۲۲

چکیده

اختلاط علف‌کش‌ها از راهکارهای اساسی مدیریت علف‌های هرز در جهت کاهش مصرف علف‌کش‌ها و کاهش اثرات جانبی و هزینه‌های آنهاست. بنابراین، به منظور بررسی تاثیر گلایفوسیت و کلوپیرالید و اختلاط آنها برای مبارزه با علف هرز تلخه در باغات میوه، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی بصورت کرت خرد شده (نسبت اختلاط در کرتهای اصلی و دزهای هر اختلاط در کرتهای فرعی) با سه تکرار و ۳۵ تیمار بصورت واکنش به مقدار علف‌کش (دز - پاسخ) در ایستگاه تحقیقات و منابع طبیعی گلمکان مشهد در سال ۱۳۸۶ به اجرا درآمد. تیمارها شامل گلایفوسیت در مقادیر صفر، ۱، ۲، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ لیتر در هکتار، کلوپیرالید در مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار، برای ۵ نسبت بصورت درصد اختلاط از دو علف کش بصورت‌های ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ بودند. اعمال تیمارها به وسیله سمپاش پشتی با نازل سیلابی به میزان ۴۰۰ لیتر در هکتار، در زمان گلدهی کامل علف هرز تلخه انجام شد. اختلاط این دو علف‌کش از مدل CA تبعیت کرده و دارای اثر افزایشی در کنترل علف هرز تلخه بود. کلوپیرالید در مقادیر ۷۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار و گلایفوسیت در مقادیر ۷ و ۱۰ لیتر در هکتار باعث خشکیدگی کامل تلخه شد. در اختلاط‌هایی که نسبت کلوپیرالید به گلایفوسیت بیشتر بود (۷۵٪ کلوپیرالید + ۲۵٪ گلایفوسیت) میزان خشکیدگی تلخه نسبت به سایر اختلاط‌ها افزایش یافت.

واژه های کلیدی: اختلاط علف‌کش، دوز-پاسخ، کلوپیرالید، کاهش مصرف علفکش، گلایفوسیت

مقدمه

برخلاف تمایل کشاورزان به استفاده از علف‌کش‌ها، امروزه تمایل به کاهش مقدار مصرف آنها مورد توجه قرار گرفته است. کاهش قیمت تمام شده محصول، صدمه به گیاه زراعی، مشکلات مربوط به جابجایی علف‌کش‌ها، ظهور مقاومت به علف‌کش‌ها در علف هرز و افزایش نگرانی‌های زیست محیطی و اثرات مخرب علف‌کش‌ها بر سلامت جوامع بشری همگی از دلایلی هستند که گرایش به کاهش دوز مصرفی را سبب شده‌اند (۳).

گلایفوسیت با نام تجاری راندآپ، علف‌کشی غیرانتخابی و سیستیمک که برای کنترل بسیاری از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. این علف‌کش از طریق اتصال به آنزیم ۵-اینول پیرووویل شیکیمیت اسید-۳-فسفات سینتاز[5] در مسیر بیوسنتز اسیدهای آمینه آروماتیک مانند فنیل آلانین، تیروزین و تریپتوفان، از فعالیت آن جلوگیری می‌کند (۲). گلایفوسیت در مقادیر بالا برای کنترل علف‌های هرز چند ساله استفاده می‌شود و با توجه به مصرف بالای این علف‌کش و احتمال بروز مقاومت نسبت به آن، هنوز هم بعنوان یکی از مهمترین علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های هرز سمج و چندساله ای چون تلخه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹).

کلوپیرالید با نام تجاری لونترل علف‌کشی است شبه هورمونی، که برای کنترل پس رویشی بسیاری از پهن برگ‌های یکساله و چند ساله مورد استفاده قرار می‌گیرد. علف‌کش‌های این گروه از طریق اتصال به محل‌های پیوند ایندول استیک اسید طبیعی، سبب اختلال در رشد، پیچ خوردگی، ضخیم و طویل شدن برگ ها و ساقه ها می‌شود و گیاه را در مدت ۳ تا ۵ هفته پس از سمپاشی از بین می‌برند. علف‌کش‌های

۱ و ۴-به ترتیب استادیار و دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: MajidAbbaspoor2009@gmail.com)
۲- دانشجوی دکتری علوم علف های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فروسی مشهد
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

5 -EPSPS

این خانواده دارای ریسک مقاومت کم هستند و با توجه به سیستمیک بودن آنها، می‌توان از آن برای کنترل علف‌های هرز چندساله ای چون تلخه استفاده نمود (۸).

علف هرز تلخه[1] متعلق به تیره کاسنی[2] است. این گیاه از جمله علف‌های هرز چند ساله و مشکل ساز می‌باشد. گزارش‌های موجود حاکی از آن است که تلخه قادر است در زراعت‌های دیم تا ۸۰ درصد محصول را کاهش دهد و همچنین باعث کاهش جدی عملکرد و کیفیت گیاه زراعی شود و حتی کیفیت زمین زراعی را نیز پایین آورد (۷). تاکنون در خصوص کنترل علف هرز تلخه در ایران آزمایش‌های چندانی صورت نگرفته است، براساس تجربیات و نیز منابع علمی موجود، از جمله علف‌کش‌های موجود در ایران که برای کنترل علف هرز تلخه بکار میروند، می‌توان به کلوپیرالید (لونترل)، گلیفوزیت (راندآپ) و پیکلورام (توردون ۲۲) اشاره نمود. نکته بسیار مهم آن است که مصرف این علف‌کش‌ها برای مزارع تحت آیش بوده و کاربرد آنها در حضور گیاه زراعی به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

امروزه کاهش مصرف علف‌کش‌ها یکی از اهداف اساسی مدیریت علف‌های هرز می‌باشدکه در این بین می‌توان به روشهای مختلفی چون تقسیط علف‌کش، تکنولوژیهای جدید درکاربرد علف‌کش، کاربرد نواری علف‌کش، استفاده از مواد افزودنی و مخلوط علف‌کش‌ها اشاره نمود (۱۲).

آفت‌کش‌ها در طبیعت اغلب بصورت مخلوط با هم یافت می شوند. بخصوص پس از بارانهای شدید نمونه‌های آب جمع آوری شده از محیطهای صنعتی، شهری و کشاورزی حاوی انواع مختلفی از مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها می‌باشد. از اینرو در مطالعات اکوتاکسیکولوژیک آگاهی از تاثیر آفت‌کش‌ها در حالت اختلاط از اهمیت ویژه ای در پیش‌بینی اثر توامان آنها در اکوسیستم برخوردار است (۱۵). برای تعیین اثرات افزایشی، آنتاگونیستی و سینرژیستی اختلاط علف کش‌ها باید از مدل‌های مرجع مشترک[3] استفاده نمود. متداولترین این مدلها شامل دو گروه مدل‌های جمع پذیری دوزها[4] و مدل های مضرب بقا[5] می‌باشد (۱۱ و ۱۸). مدل ADM بر فرض افزایشی بودن دوزها استوار است، در این مدل علف‌کش می‌تواند به طور کامل یا تا حدودی به وسیله علف‌کش دیگری با دوز معادل جایگزین شود. در مدل MSM فرض بر این است که کارایی مورد انتظار از یک علف‌کش مخلوط از طریق ضرب کردن درصد بقای هریک از علف‌کش‌ها به تنهایی، قابل محاسبه است، به عبارتی هر یک از علف‌کش‌ها نحوه عمل مستقلی دارند و هیچ یک از علف‌کش ها بر دیگری اثر گذار نیست. بنابراین، تفاوت اساسی بین مدل‌های MSM و ADM مربوط به این است که در ADM به مقادیر دوز توجه می‌شود در حالیکه در MSM اثرات علف‌کش مد نظر است (۱۱ و ۱۸).

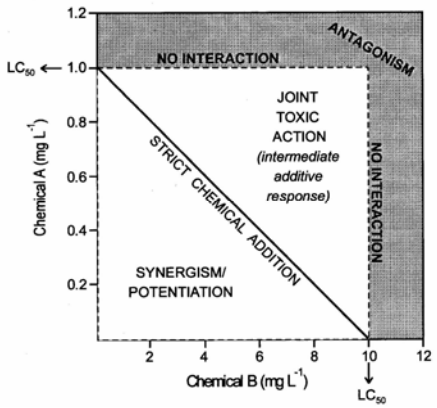
دو الگو (مدل) برای پیش‌بینی اثر اختلاط دو علف‌کش (آفت‌کش) پیشنهاد شده است. ۱) الگوی افزایش غلظت[6]: این الگو بر این اساس استوار است که یک علف‌کش همانند محلول رقیق شده‌ای از علف کش دیگر عمل می‌کند. محاسبهٔ اثر این دو علف‌کش در حالت اختلاط بسته به قدرت تاثیر هر یک (EC_{50}، ED_{50}) صورت می‌گیرد. این الگو برای پاسخ‌های کمی (وزن خشک، رشد نسبی، ارتفاع، وزن دانه) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ۲) الگوی عمل مستقل[7]: این الگو بر این اساس استوار است که هرعلف‌کش نحوهٔ عمل مستقلی دارد. از این الگو برای پاسخ‌های کیفی و دوتایی (نظیر زنده یا مرده) مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۳). از آنجا که در این الگو هر یک از علف‌کش ها نحوهٔ عمل مستقل از یکدیگر دارند، گیاهانی که بوسیلهٔ علف کش اول تحت تاثیر قرار می‌گیرند دیگر تحت تاثیر علف کش دوم واقع نمی‌شوند. بنابراین علف کش دوم فقط می‌تواند بر روی گیاهانی که از تاثیر علف‌کش اول سالم بر جای مانده‌اند اثرگذار باشد. محاسبه اثر این دو علف‌کش در حالت اختلاط از مجموع پاسخ‌های آنها به هر علف‌کش بصورت جداگانه صورت می‌گیرد. در آزمایشات مختلف نشان داده شده است که الگوی CA بخوبی قادر به پیش‌بینی اثر اختلاط آفت‌کش‌ها است. در هر دو الگو فرض بر این است که هیچ اثر متقابلی در حالت اختلاط وجود ندارد. حال آنکه آزمایشات نشان داده‌اند که در صورتی که مواد شیمیایی بر روی یکدیگر تاثیر بگذارند این امر منجر به ایجاد اثر افزایشی یا کاهشی مخلوط دو مادهٔ شیمیایی نسبت به میزان پاسخ پیش‌بینی شده خواهد شد (۱۳).

منحنی‌های هم‌اثر[8] یک روش آنالیز آماری برای مشخص کردن اثر اختلاط دو ماده شیمیایی است. منحنی‌های هم‌اثر در واقع برش عرضی منحنی‌های دوز- پاسخ در نسبت‌های مختلف اختلاط است. منحنی‌های هم اثر می‌توانند برای هر مقدار (ED_x) از اختلاط علف کش که باعث کاهش x مقدار در وزن خشک و یا تراکم علف‌های هرز می‌شود، رسم گردد. اما مرسومترین روش آن رسم منحنی‌های هم‌اثر در نقاط ED_{50} در نسبت‌های اختلاط است (۱۷). اگر منحنی های هم اثر که با رسم مقادیر EC_{50} یا ED_{50} در نسبت‌های مختلف اختلاط رسم شده اند بر روی خط افزایش تئوریک قرارگیرند اثر اختلاط دو علف‌کش افزایشی است. نقاطی که در زیر این خط و

1- *Acroptilon repens*
2- Asteraceae
3- Reference model
4- Additive Dose Models (ADM)
5- Multiplicative Survival Models (MSM)

6- Concentration Addition (CA)
7- Independent Action = IA
8- Isobole

بیرون فواصل اطمینان ۹۵٪ قرار گیرند اثر متقابل تشدیدکنندگی دارند و نقاطی که در بالای این خط و در بیرون فواصل اطمینان ۹۵٪ قرارگیرند اثر متقابل بازدارندگی دارند. فواصل اطمینان هر نقطه از تغییرات (واریانس) هر ترکیب (نسبت اختلاط) به تنهایی محاسبه می شود. منحنی‌های هم اثر فقط در صورتی قابل ترسیم هستند که منحنی‌ها دارای حد پایینی و حد بالایی یکسانی باشند (۱۷) (شکل ۱).



شکل۱- حالتهای مختلف اختلاط دو علف‌کش

هدف مطالعه حاضر، استفاده از منحنی‌های هم‌اثر برای بررسی اختلاط علف‌کش‌های کلوپیرالید و گلایفوسیت (با نحوه عمل متفاوت) بر روی علف هرز تلخه در جهت کاهش دوز مصرف و افزایش کارایی آنها بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات علف‌کش‌های کلوپیرالید و گلایفوسیت در کنترل علف هرز تلخه، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در قطعه ای از باغ سیب واقع در ایستگاه تحقیقاتی گلمکان در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شد. این آزمایش در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی بصورت کرت خرد شده (نسبت اختلاط در کرتهای اصلی و دزهای هر اختلاط در کرتهای فرعی) در سه تکرار و ۳۵ تیمار درکرت هائی به ابعاد ۲/۵ × ۲/۵ متر مربع (فاصله کرتها از هم ۰/۵ متر به منظور جلوگیری از عمل باد بردگی و تداخل کرتها) و تیمارهای شاهد به اجرا درآمد. خاک محل اجرای آزمایش، سیلتی لومی بود و به دلیل عدم کنترل علف‌های هرز از جمله تلخه در فواصل بین درختان، تراکم این گیاه به ۸۰٪-۹۰٪ رسیده بود.

کرتهای حاوی علف هرز تلخه در مرحله گلدهی با استفاده از سمپاش ماتابی پشتی شارژی مجهز به نازل سیلابی با خروجی ۴۰۰ لیتر در هکتار تحت تیمار قرار گرفتند. شرایط محیطی در هنگام پاشش عاری از باد و دمای هوا بین ۲۴-۲۷ درجه سانتی‌گراد بود.

تیمارهای آزمایش شامل علف‌کش کلوپیرالید در مقادیر ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتر در هکتار و تیمار شاهد، علف‌کش گلایفوسیت در مقادیر ۱، ۲، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ لیتر در هکتار و تیمار شاهد، نسبت اختلاط ۵۰٪ کلوپیرالید (به ترتیب در مقادیر ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ ، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ میلی لیتر در هکتار) + ۵۰٪ گلایفوسیت (به ترتیب در مقادیر ۰ ، ۰/۵، ۱ ، ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵ و ۵ لیتر در هکتار)، نسبت اختلاط ۲۵٪ کلوپیرالید (به ترتیب در مقادیر ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۲۵، ۱۷۵ و ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار) + ۷۵٪ گلایفوسیت (به ترتیب در مقادیر ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳/۷۵، ۵/۲۵ و ۷/۵ لیتر در هکتار)، نسبت اختلاط ۷۵٪ کلوپیرالید (به ترتیب در مقادیر ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، ۳۷۵، ۵۲۵ و ۷۵۰ میلی لیتر در هکتار) + ۲۵٪ گلایفوسیت (به ترتیب در مقادیر ۰، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱/۲۵، ۱/۷۵ و ۲/۵ لیتر در هکتار).

اندام هوایی گیاهان شاهد و تیمار شده ۳۰ روز پس از اعمال تیمار با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ برداشت شدند و وزن تر و خشک آنها اندازه‌گیری شد و از وزن خشک آنها برای برازش منحنی‌های هم اثر استفاده شد.

پاسخ وزن خشک علف‌هرز تلخه به مقدار فرمولاسیون‌ها درحالت اختلاط با استفاده از نرم افزار R آنالیز شد. تمامی داده‌ها به طور همزمان با مدل چهار پارامتری لجستیک زیر (معادله ۱) برازش داده شدند (۶).

$$Uij = \frac{D - C}{1 + \exp\left[bi(\log(z_{ij}) - \log(ED50_{(i)}))\right]} + C \qquad (۱)$$

که در معادله ۱ U_{ij} بیانگر وزن خشک j ام که موجب پاسخ در دز j ام فرمولاسیون (z_{ij}) می‌شود. D و C حد بالا و پایین وزن خشک در مقادیر صفر و بی نهایت فرمولاسیون، $ED_{50(i)}$[1] مقدار فرمولاسیون، i ، لازم برای کاهش۵۰ درصدی وزن خشک علف هرز بین حدود بالا و پایین D و C، b_i متناسب با شیب منحنی در محدوده $ED_{50(i)}$ می باشد (۴ و ۵). سپس مقادیر ED_{50} با استفاده از منحنی‌های هم‌اثر با مدل‌های الگوی اثر افزایش غلظت[2]، هولت[3] برازش داده شدند.

مدل‌های آیزوبول برای رسم منحنی‌های هم‌اثر:

مدل افزایش غلظت مدلی است خطی، که بصورت زیر بیان می شود (۱۶):

$$\frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} = 1 \qquad (۲)$$

در معادله ۲: d_1 و d_2 نسبت‌های مختلف مقادیر اختلاط علف کش، δ_1 و δ_2 مقدار مورد نیاز از علف‌کش در حالت کاربرد خالص است.

1- Effective dose
2- Concentration Addition = CA
3- Hewlett

مدل هولت مدل غیرخطی است که دارای یک انحنا[1] (تحدب یا تقعر) است و بصورت زیر بیان می‌شود (۱۷):

$$\left(\frac{d_1}{\delta_1}\right)^{1/\lambda}+\left(\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1/\lambda}=1 \qquad (۳)$$

در معادله ۳:

λ : پارامتر مربوط به اثر متقابل است و سایر پارامترها مشابه مدل افزایش غلظت است. در این مدل اگر $\lambda=1$ حالت افزایش غلظت (افزایشی)، $\lambda>1$ حالت تشدیدکنندگی (هم افزایی) و اگر $\lambda<1$ باشد حالت بازدارندگی (هم کاهی) دو علف‌کش را نشان می‌دهد.

مدل وولوند[2] مدل غیر خطی است که دارای دو انحنا (تحدب یا تقعر) است و بصورت زیر بیان می‌شود:

$$\left(\frac{d_1}{\delta_1}\right)^{\eta_1}\left(\frac{d_1}{\delta_1}+\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1-\eta_1}+\left(\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{\eta_2}\left(\frac{d_1}{\delta_1}+\frac{d_2}{\delta_2}\right)^{1-\eta_2}=1 \qquad (۴)$$

در معادله ۴: η_1 و η_2 پارامترهای تعیین کننده شکل آیزوبول (تحدب منحنی هم‌اثر) هستند و تعریف سایر پارامترها مشابه مدل‌های قبلی می‌باشد (۶، ۱۶ و ۱۷).

نتایج و بحث

داده‌های حاصل از وزن خشک علف‌هرز تلخه ابتدا با مدل اثر افزایش غلظت و سپس با مدل هولت برازش داده شد. آزمون F بین دو مدل معنی‌دار نبود (P = ۰/۴۱) لذا انتخاب مدل اثر افزایش غلظت با توجه به داشتن تعداد پارامتر کمتر ارجحیت یافت. از آنجا که اثر اختلاط این دو علف‌کش با مدل هولت اختلاف معنی‌داری نداشت، با مدل غیرخطی وولوند نیز اختلاف معنی‌داری نخواهد داشت، چون مدل غیر خطی وولوند تعداد پارامتر بیشتری نسبت به مدل غیرخطی هولت دارد. بنابراین نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اثراختلاط دو علف‌کش گلایفوسیت و کلوپیرالید افزایشی[3] است و اختلاط آنها از مدل الگوی افزایش غلظت پیروی می‌کند (شکل ۲). به عبارت دیگر اثر اختلاط این دو علف‌کش با همدیگر، همانند اثر هریک از علف‌کش‌ها در هنگام کاربرد خالص آنهاست و حالت تشدید کنندگی یا بازدارندگی در اختلاط آنها مشاهده نشد. بنابراین می‌توان این دو علف‌کش را به صورت مخلوط مصرف کرد. از مزایای آن می توان به کنترل کامل علف‌هرز سمج و چندساله‌ای چون تلخه، صرفه جویی در زمان، کاهش هزینه کار و ابزار مانند کاهش تعداد دفعات سمپاشی و تردد ادوات کشاورزی اشاره کرد.

گرین و بایلی (۹) بیان داشتند که حتی اگر عمل متقابل علف‌کش ها تنها افزایشی و نه هم افزایی باشد، هنوز می‌تواند دلیل منطقی برای کاربرد مخلوط مواد شیمیایی با همدیگر وجود داشته باشد. برای مثال، دوبار عبور تجهیزات سمپاشی از مزرعه برای کاربرد دو علف کش باریک برگ‌کش و پهن برگ‌کش، به یک بار کاهش می‌باشد. عمل افزایشی بدون افزایش کارایی، امکان کاربرد همزمان را فراهم می‌سازد و موجب کاهش هزینه‌ها، استهلاک تجهیزات، فشردگی خاک و صرفه جویی در زمان کاربرد می‌شود.

شکل ۳ پاسخ علف هرز تلخه را به نسبت‌های مختلف اختلاط علف‌کش‌ها نشان میدهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود منحنی گلایفوسیت (نسبت ۱۰۰٪) بالاتر از سایر نسبت‌ها قرار دارد ولی شیب آن کمتر است که حاکی از اثر کمتر این علف‌کش به تنهایی است. درصورتیکه منحنی کلوپیرالید (نسبت صفر درصد) از همه نسبت‌های علف‌کش پایین‌تر است و نشاندهنده حداکثر شدت تاثیر کاربرد خالص این علف‌کش است. در واقع هرچه به نسبت کلوپیرالید در اختلاط افزوده شد، کاهش وزن خشک علف هرز تلخه (خشکیدگی) افزایش یافت (شکل ۲ و ۳، جدول۱). به نحوی که شدیدترین پاسخ در در نسبت ۱۰۰٪ کلوپیرالید بدست آمد. بنابراین با توجه به کنترل علف هرز تلخه در مقادیر بالای علف‌کش گلایفوسیت و امکان بروز مقاومت آن در برابر گلایفوسیت، اختلاط این دو علف کش پیشنهاد می‌شود. و در مجموع بنظر می‌رسد استفاده از علف‌کش های با نحوه عمل متفاوت احتمال کنترل علف‌های هرز را افزایش می‌دهد.

کلوپن بورگ و همکاران (۱۰) گزارش دادند که کاربرد اختلاط علف‌کش کلوپیرالید و توفوردی بطور موثری علف هرز کنگر صحرائی را کنترل کرد و همچنین کاربرد کلوپیرالید بصورت اختلاط با گلایفوسیت منجر به کنترل ۱۰۰-۸۵ درصد درمنه گردید. پروست (۱۴) گزارش داد که میزان مصرف کلوپیرالید برای چغندر قند ۱/۴ و ۲/۳ گرم ماده موثره در هکتار بود و مخلوط کلوپیرالید با فنوکسی‌ها، باعث افزایش شدت تاثیر این علف‌کش، در مقایسه با کاربرد خالص آن شد. وینسیل (۲۰) بیان کرد که کلوپیرالید قابلیت اختلاط با علف کش‌هایی چون مانند هالوکسی فوپ اتوکسی _ اتیل (گالانت) و هالوکسی فوپ آر- متیل استر (گالانت سوپر) را داراست. همچنین کلوپیرالید در زراعت چغندرقند به میزان ۳۵۰-۲۵۰ میلی لیتر به همراه ۴ لیتر فن مدیفام (بتانال) در هکتار، بطور قابل ملاحظه ای علف های هرزی چون، سلمه، شاه تره، انواع تاج خروس و شقایق را کنترل کرد.

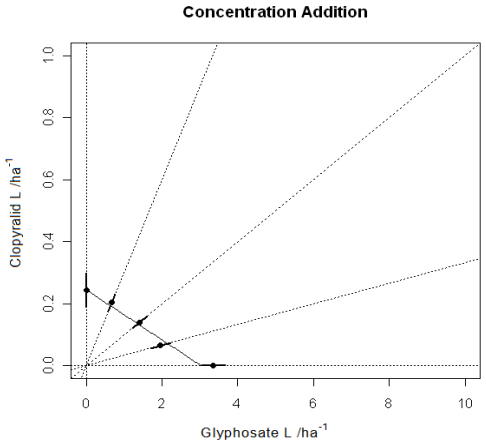
نصرتی و همکاران (۱) نیزگزارش دادند که ترکیب نمودن گلایفوسیت با توفوردی اثر افزایشی در کنترل پیچک و اثر کاهشی در کنترل قیاق داشت و کاربرد ۲/۷۵-۲/۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار از ترکیب گلایفوسیت+ توفوردی، بیشترین تاثیر را در کنترل قیاق و پیچک داشت. ویس و همکاران (۲۱) نیز دریافتند که در اختلاط

1- Curvature
2- Voelund
3- Additive

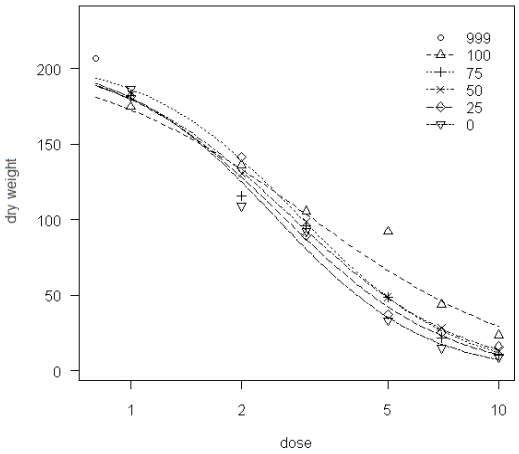
گلایفوسیت با 2,4-D یا دایکامبا در مقایسه با کاربرد خالص هریک از این علف‌کش‌ها، پیچک صحرایی بهتر کنترل می‌شود.

در جدول۱ مقادیر d حد بالای منحنی، b شیب محدوده ED_{50}، ED_{50} میزان دوز علف‌کشی برای کاهش ۵۰ درصد وزن علف‌هرز آورده شده، و همچنین در هیستوگرام شکل۳، ED_{50} مربوط هر یک از نسبت‌های مختلف اختلاط دو علف‌کش نشان داده شده است.

همانطور که در شکل۳ و جدول ۱ نشان داده شده است گلایفوسیت ۱۰۰درصد، دارای ED_{50} = ۷/۱۸ است که بیشتر از نسبت‌های دیگر اختلاط علف‌کشی است. در واقع این نسبت بالای ED_{50} در نسبت خالص علف‌کش گلایفوسیت، نشان‌دهنده اثرکمتر آن در مقایسه با نسبت‌های دیگر علف‌کشی است. حال آنکه کلوپیرالید خالص دارای مقدار ED_{50} = ۲/۱۴ (کمترین ED_{50}) بوده، بدین معنی که نسبت خالص این علف‌کش دارای بیشترین اثر در مقایسه با سایر نسبت‌های دیگر علف‌کشی است.



شکل۲- منحنی‌های هم‌اثر لگاریتم لجستیک ٤ پارامتره برای نشان دادن اثر اختلاط کلوپیرالید وگلایفوسیت با مدل اثر افزایش غلظت (Concentrution Addition). خط عمود (محورy) نشان دهنده نسبت ۱۰۰٪ کلوپیرالید، خط افقی(محورx) ۱۰۰٪ گلایفوسیت و خطهای اریب (از سمت محورx) به ترتیب شامل ۷۵٪ گلایفوسیت و ۲۵٪ کلوپیرالید، ۵۰٪ گلایفوسیت و ۵۰٪ کلوپیرالید، ۲۵٪ گلایفوسیت و ۷۵٪ کلوپیرالید می‌باشد.

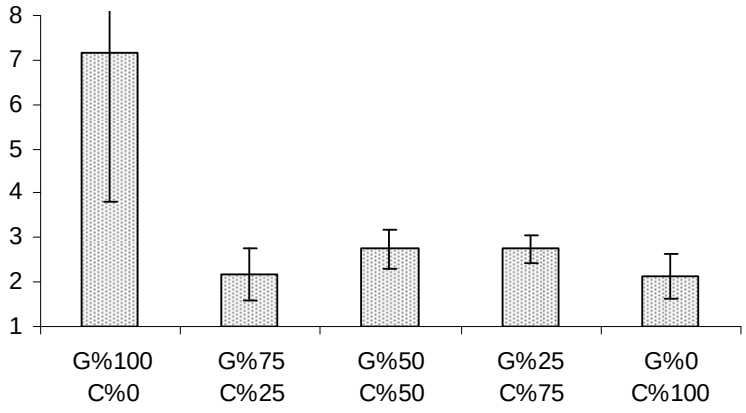


شکل۳- منحنی های دوز- پاسخ برای وزن خشک تلخه در منحنی های لگاریتم لجستیک با چهار پارامتر با حد بالا و پایین یکسان در نسبت های مختلف دو علف‌کش (dose برای کلودینافوپ- پروپارژیل، ۹۹۹ تیمار شاهد بدون علف کش، ۱۰۰ (۱۰۰٪ گلایفوسیت)، ۷۵ (۷۵٪ گلایفوسیت + ۲۵ کلوپیرالید) ۵۰ (۵۰٪ گلایفوسیت + ۵۰٪ کلوپیرالید)، ۲۵ (۲۵٪ گلایفوسیت + ۷۵٪ کلوپیرالید) ، ۰ (۱۰۰٪ کلوپیرالید).

جدول۱- مقادیر پارامترها در نسبت‌های مختلف اختلاط در حالت برازش منحنی لگاریتم لجستیک با چهار پارامتر

حد بالا و حد پایین مستقل، d حد بالای منحنی، b شیب محدوده ED_{50}، ED_{50} میزان دوز علف‌کشی برای کاهش ۵۰٪ وزن علف‌هرز (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (Standard error) است)

نسبت اختلاط		d	c	b	ED_{50}
کلوپیرالید	گلایفوسیت				
۰	۱۰۰	۲۳۲(۶۵/۷)	۲۶۱(۱۸۶)	۰/۸۹.(۰/۴)	۷/۱۸(۶/۷۷)
۲۵	۷۵	۲۶۱(۱۲۰/۸)	۴۳ (۲۹)	۱/۲۳(۰/۷۷)	۲/۱۸(۱/۱۷)
۵۰	۵۰	۲۱۲(۳۶/۸)	۱۹ (۵/۸)	۱/۸(۰/۴۵)	۲/۷۵(۰/۴۹)
۷۵	۲۵	۱۸۹(۱۵/۴)	۱۳/۲ (۷)	۳/۰۴(۰/۷۴)	۲/۷۴(۰/۲۳)
۱۰۰	۰	۲۳۴(۵۷/۲)	۱۴ (۸/۹)	۱/۷۴(۰/۴۱)	۲/۱۴(۰/۵۹)



شکل۳- مقادیر ED_{50} در نسبت‌های مختلف اختلاط در حالت برازش آزادانه، خطوط سطح فوقانی هر ستون هیستوگرام، خطای استاندارد است (G= گلایفوسیت، C = کلوپیرالید).

بنابراین براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش بالاترین و پایین ترین ED_{50} به ترتیب مربوط به گلایفوسیت و کلوپیرالید بصورت خالص است که نشاندهنده کمترین و بیشترین شدت تاثیرآنها در کنترل علف هرز تلخه بود و هرچه از مقدار گلایفوسیت در نسبت های مختلف اختلاط کاسته شده و بسمت مقادیر بیشترکلوپیرالید پیش می‌رویم شدت اثر هریک از نسبت‌های مخلوط علف‌کشی افزایش پیدا خواهد کرد (جدول ۱، شکل۳).

بنابراین براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف گلایفوسیت به تنهائی بر روی علف هرز تلخه دارای کمترین اثر و فقط با مقادیر حداکثر دوز و گاهی در مقادیری بیشتراز مقدار توصیه شده (۷-۱۰ لیتر در هکتار) باعث کنترل تلخه می‌شود. از طرفی کلوپیرالید در دوزهای خالص باعث کنترل مناسب تلخه میشود و از آنجایی‌که اختلاط این دو علف‌کش دارای اثر افزایشی در کنترل تلخه است، بنابراین برای کاهش مصرف هریک از این علف‌کش‌ها بصورت خالص و جلوگیری از بروز مقاومت (بعلت داشتن نحوه عمل متفاوتی)، و کنترل کامل و توام علف هرز تلخه با سایر علف‌های هرز، اختلاط این دو علف‌کش برای کنترل علف هرز تلخه پیشنهاد می‌شود که از پیامدهای مهم آن میتوان به، صرفه جویی در زمان، کاهش هزینه کار و ابزار مانند کاهش تعداد دفعات سمپاشی و تردد ادوات کشاورزی اشاره کرد.

منابع

۱- موسوی س.ک.، زند ا. و صارمی ح. ۱۳۸۴. کارکرد فیزیولوژیک و کاربرد علف‌کش‌ها. انتشارات دانشگاه زنجان.

۲- نصرتی الف.، کریمی کلایه م.، بهشتیان مسگران م. و علیزاده م.ح. ۱۳۸۴. مدیریت تلفیقی (شخم مکرر و علفکش) قیاق (*Sorghum halepense*) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*) در شرایط آیش. اولین همایش علوم علف های هرز ایران. ۵-۶ بهمن ماه، تهران.

3- Blackshaw R.E., O,Donovan J.T., Harker K.N., Clayton G.W., and Stougaard G.W. 2006. Reduced herbicide doses in field crop: A review. Weed Biol and Management. 6: 10-17.
4- Cabanne F. 2000. Increased efficacy of clodinafop-propargyl by terpineols and synergistic action with esterified fatty acids. Weed Res. 40: 181-189.
5- Cabanne F., Gaudry J., and Streibig J.C. 1999. Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone: water solution on *Galium aparine*. Weed Res. 39: 57-67.
6- Cedergreen N., Kudsk P., Matthiasen S., and Streibig J.C. 2007. Combination effects of herbicide: Do species and test system matter? Pest Management Sci. 63: 282- 295.
7- Dall'Armellina A.A., and Zimdahl R.L. 1988. Effect of light on growth and development of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) and Russian knapweed (*Centaurea repens*). Weed Sci. 36: 779-783.
8- Gianessi L.P., and Anderson J.E. 2005. Pesticide use in U.S. Crop Prot. Washington, D. C: National Center for Food and Agricultural Policy, Feb.
9- Green J.M., and Baily S.P. 2001. Herbicide interactions with herbicides and other agricultural chemicals. In: Weed Sci Handbook. Pp: 37- 60.
10- Kloppenburg D.J., and Hall J.C. 2006. Penetration of clopyralid and related weak acid herbicides into and through isolated cuticular membranes of Euonymus fortunei. Weed Res. 30:431-438.
11- Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. Environmentalist. 28: 49– 55.
12- Kudsk P., and Streibig J.C. 2003. Herbicides – a two-edged sword. Weed Res. 43: 90–102.
13- Munkegaard M., Abbaspoor M., and Cedergreen N. 2008. Organophosphorous insecticides as herbicide synergists on the green algae *Pseudokirchneriella subcapitata* and the aquatic plant *Lemna minor*. Ecotoxicology. 17: 29– 35.
14- Proost R.T., Shilley K.B., and Postle J.K. 1998. Indegrated weed management. University of Wisconsin-extension, cooperative extension. 80 Pp.
15- Rombke J., and Moltmann J.F. 1996. Applied ecotoxicology. CRC Press.
16- Sørensen H., Cedergreen N., and Skovgaard M. 2007. An isobole-based statistical model and test for synergism/antagonism in binary mixture toxicity experiments. Environ Ecol Stat. 14: 383– 397.
17- Sørensen H., Cedergreen N., and Streibig J.C. 2010. A random effects model for binary mixture toxicity experiments. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics. 15. 4: 562–577.
18- Streibig J.C., Kudsk P., and Jensen J.E. 1998. A general joint action model for herbicide mixtures. Pestic Sci. 53: 21- 28.
19- Tu M., Hurd C., and Randall J.M. 2001. Weed control methods handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas, The Nature Conservancy. http://tncweeds.ucdavis.edu, version.
20- Vencil W.K. 2002. Herbicide handbook. 8th edition. Weed Sci Society of America. Lawernce, KS. USA. 493Pp.
21- Wiese A.F., and Lavakw D.E. 1985. Control of field binweed *(Convulvulus arvensis)* with postemergence herbicides. Weed Sci. 34: 77-0.