نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۱۴-۲۰۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 2, Summer. 2014, p. 207-214

مقایسه کارایی کاربرد خرد شده و یکباره علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل سدیم در یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.)

زینب اورسجی[1*]- محمدحسن راشدمحصل[2]- احمد نظامی[3]- مجید عباسپور[4]- مهدی نصیری محلاتی[5]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۹/۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۲/۱۷

چکیده

امروزه کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و راهکارهای مختلفی مانند کاربرد خرد شده آنها که منجر به کاهش میزان مصرف می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است. آزمایش گلخانه ای در دو نوبت جهت مقایسه کارایی مصرف یکباره و خرد شده علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل در کنترل علف هرز یولاف وحشی انجام و تاثیر فاصله زمانی بین دو کاربرد علف کش در رهیافت خرد شده و نسبت‌های مختلف مورد استفاده در هر کاربرد، بررسی شد. تجزیه داده‌ها با روش‌های مقایسه ED_{90} و مدل اختلاط انجام شد. نتایج نشان داد که با تاخیر در کاربرد علف کش، کارایی آن در هر دو روش یکباره و خرد شده کاهش یافت ولی این کاهش در کاربرد یکباره شدیدتر بود. در میان نسبت‌های مختلف کاربرد، نسبت ۷۵:۲۵ تقریبا در تمام مراحل کاربرد، کارایی بیشتری در کنترل یولاف وحشی، داشت. ولی با توجه به مدل اختلاط نسبت ۵۰:۵۰ تنها نسبت هم کاهی بود که از سم پاشی در مراحل رشدی دیرهنگام یولاف وحشی (۷ و ۱۴ روز بعد از مرحله ۲ برگی) ثبت شد. واکنش افزایشی در هر دو نسبت ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ در مراحل ابتدایی رشد (سم پاشی، ۳ روز بعد از مرحله ۲ برگی) رخ داد. با توجه به نتایج آزمایش، کارایی کاربرد خرد شده علف کش مزوسولفورون متیل+ یدوسولفورون متیل، بیشتر از کاربرد یکباره آن بود.

واژه‌های کلیدی: ایزوبول، کارایی علف کش، دز-پاسخ، دزهای کاهش یافته، مدل افزایشی، مدل اختلاط

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum*) مهمترین محصول زراعی در ایران با سطح زیر کشت ۶/۵ میلیون هکتار می‌باشد (۱) و باریک برگانی مانند یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) جزء علف‌های هرز مهم با انتشار وسیع در مزارع گندم در مناطقی با آب و هوای مدیترانه ای می‌باشند که به دلیل نیازهای رشدی یکسان و شباهت مورفولوژیک، باعث کاهش شدیدی در عملکرد آن می‌شوند (۵). بنابراین علف کش‌ها به طور گسترده ای برای کنترل آنها بکار می‌روند. بر اساس گزارش EPA[6] (۲۰۰۴) ۴۰ درصد از آفت کش‌های مصرف شده در جهان را علف کش‌ها به خود اختصاص داده اند اما به دلیل آلوده شدن محیط زیست و از سوی دیگر سودمندی بیشتر ناشی از کاهش هزینه خرید علف کش‌ها استفاده از دزهای کاهش یافته آفت کش‌ها به طور گسترده ای از سوی کشاورزان در حال پذیرش می باشد (۱۰).

در ایران نیز علف کش‌های مختلفی جهت کنترل علف‌های هرز گندم استفاده می‌شود. به تازگی علف کش آتلانتیس (مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل) برای کنترل علف‌های هرز گندم زمستانه و همین طور کنترل علف‌های هرزی که به خانواده فوپ مقاوم هستند، ثبت شده است. علف کش آتلانتیس از خانواده ممانعت کنندگان استولاکتات سینتاز (ALS) با فرمولاسیون اُ- دی (روغن قابل انتشار) در سال ۱۳۸۸ توسط هیئت نظارت بر ثبت سموم کشور برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ گندم به جز جودره و جوموشی، به صورت پس رویشی به ثبت رسیده است. آتلانتیس علف کشی سیستمیک و دو منظوره است که در آوندهای چوبی و آبکش گیاه هرز حرکت می‌کند (برچسب علف کش آتلانتیس). این علف کش در مراحل رشدی پیشرفته علف هرز یولاف، فقط رشد و توانایی رقابت آن را با گیاه زراعی مهار می‌کند اما نمی تواند تعداد آنها را به طور معنی داری کاهش دهد (۱۸).

۱، ۲، ۳ و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: zeinab.avarseji@gmail.com)
۴- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

6- Environmental protection agency

بهینه سازی مصرف علف کش‌ها در سه مرحله می‌تواند انجام شود: روش‌های پیشگیری کننده غیر شیمیایی جهت کاهش تراکم اولیه علف‌های هرز، ارزیابی مزرعه جهت نیاز برای کنترل علف هرز پس از استقرار گیاه زراعی و در نهایت این که چه میزان علف کش باید استفاده شود (۷). از سوی دیگر کارایی علف کش‌ها تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله مراحل رشدی علف‌های هرز و گیاه زراعی، قدرت رقابتی گیاه زراعی، نوع خاک و شرایط اقلیمی نیز قرار می گیرد (۶).

یکی از روشهای افزایش طول دوره کنترل علف‌های هرز، استفاده از رهیافت دزهای خرد شده می‌باشد. که در آن مقدار توصیه شده و یا کاهش یافته علف کش به گونه ای تقسیم می‌شود که بخشی از آن در یک مرحله رشد گیاه زراعی و بخش دیگر در مرحله بعدی استفاده می‌شود و در نهایت مجموع بکار رفته معادل میزان علف کش توصیه شده و یا هر مقدار کاهش یافته مورد نظر خواهد بود. شرایط محیطی، می تواند در گسترش کاربرد دزهای خرد شده موثر باشد، به عنوان مثال شرایط محیطی مناسب برای جوانه زنی یولاف، باعث کنترل ضعیف آن در کاربرد زودهنگام با دز یکباره علف کش‌های پس رویشی و کم دوام می گردد. در این شرایط استفاده از دزهای خرد شده و کاهش یافته می تواند راه حل کارآمدی در کنترل آلودگی علف هرز بدون افزایش هزینه‌های کنترل باشد (۲). در پژوهش‌های مشابه دیگر استولر (۱۶) و دل (۴) برای کنترل موثرتر اویارسلام، کاربرد دز خرد شده بنتازون (Bentazone) را توصیه کردند. آنها فاصله مصرف مرحله دوم علف کش را ۷ تا ۱۰ روز پس از اولین کاربرد بیان نمودند.

یکی از راه‌های مورد استفاده جهت مقایسه این دو نوع کاربرد یکباره و خرد شده علف کش، استفاده از مدل اختلاط[1] می‌باشد. از این مدل معمولا جهت تعیین اثرات افزایشی و کاهشی مخلوط علف کش‌ها استفاده می‌شود که شامل دو مدل افزایشی[2] برای اختلاط علف کش هایی با محل اثر مشابه و مدل مضاعف[3] برای علف کش‌هایی با محل اثر متفاوت، می‌باشد (۱۷). مدل افزایشی فرض می‌کند که دزهای علف کش‌ها در یک مخلوط می‌توانند باتوجه به پتانسیل نسبی[4] آنها و بدون تغییر در کارایی‌شان، جایگزین یکدیگر شوند (۱۷). در این آزمایش مدل افزایشی اشاره دارد که ED_{90} کاربرد خرد شده علف کش، در بین تیمارهای یکباره متناظر با آن کاربرد خرد شده قرار می‌گیرد (۱۰). هدف از اجرای این آزمایش بررسی کارایی دزهای یکباره و خرد شده و امکان کاهش مصرف علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل با تغییر نحوه کاربرد آن بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و خواب شکنی

بذرهای یولاف وحشی که از محوطه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد جمع آوری شده بود، جهت جوانه زنی و سبز شدن یکنواخت، خواب شکنی شدند. به این منظور بعد از پوست کنی بذرهای یولاف وحشی و پس از یک هفته سرمادهی مرطوب در دمای ۵ درجه سانتی گراد، به مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. لازم به ذکر است که در طی این دوره پتری دیش‌ها توسط نیترات پتاسیم (۰/۲ گرم در لیتر) مرطوب می‌شدند. پس از خارج شدن نوک ریشه چه، بذور یولاف وحشی به سینی کشت حاوی پیت ماس منتقل و پس از یک هفته بوته‌های هم اندازه و یکنواخت انتخاب و به گلدان انتقال داده شدند.

کاربرد علف کش در تیمار ها

کارایی مزوسولفورون متیل (گرم در لیتر)۱۰+ یدوسولفورون متیل (گرم در لیتر) ۲ (آتلانتیس اُ–دی) با میزان مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار طی آزمایشی بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفت. علف کش به دو صورت کاربرد یکباره و خرد شده اعمال شد. تیمار کاربرد یکباره در چهار مرحله G1 ,G2 ,G3 ,G4 علف هرز یولاف وحشی به کار برده شد (جدول ۱). در تیمارهای خردشده ۵۰ یا ۷۵ درصد دز علف کش آتلانتیس در زمان G1 (مرحله ۲ برگی یولاف وحشی) و بقیه آن (۵۰ یا ۲۵ درصد) در زمان‌های G2 یا G3 یا G4 به کار برده شدند (جدول ۲).

برای تعیین ED_{90}، ۵ دز (۱۸، ۱۲، ۸، ۵/۵، ۳/۵) ماده موثره مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل به همراه تیمار شاهد بدون علف کش، اعمال شد به گونه ای که در هر دز ۱۰ تیمار کاربرد علف کش (جداول ۱ و ۲) لحاظ گردید. ۲۰ روز پس از پایان هر سمپاشی وزن تر علف‌های هرز اندازه گیری شد. این آزمایش دو بار تکرار شد.

تجزیه داده ها

برای آنالیز داده‌ها ۲ روش مورد استفاده قرار گرفت، ۱– مقایسه ED_{90}های تعیین شده در تیمارهای مختلف و ۲– استفاده از مدل اختلاط (۱۷). تجزیه داده‌ها و رسم نمودارهای دز–پاسخ ، توسط نرم افزار R 2.13.1 (۱۴) انجام گردید.

مدل دز– پاسخ جهت مقایسه ED_{90}های دز یکباره و دز خردشده

با فرض شباهت پارامترهای D و C، مدل رگرسیون غیر خطی لگاریتم لجستیک ۴ پارامتره (معادله ۱) (۱۵)، به طور همزمان به داده‌های وزن تر هر ۱۰ تیمار علف کش، برازش داده شد.

1- Joint Action Model(JAM)
2- Additive Dose Model(ADM)
3- Multiplicative Survival Model (MSM)
4- Relative potency

جدول۱- تیمارهای کاربرد یکباره مزوسولفورون متیل+ یدوسولفورون متیل در علف هرز یولاف وحشی

	G1	G2	G3	G4
زمان کاربرد علف کش	۲ برگی	۳ روز بعد از G1	۷ روز بعد از G1	۱۴ روز بعد از G1

جدول۲- تیمارهای کاربرد خرد شده مزوسولفورون متیل+ یدوسولفورون متیل در علف هرز یولاف وحشی

	G1+G2	G1+G2	G1+G3	G1+G3	G1+G4	G1+G4
	٪(۵۰+۵۰)	٪(۷۵+۲۵)	٪(۵۰+۵۰)	٪(۷۵+۲۵)	٪(۵۰+۵۰)	٪(۷۵+۲۵)
زمان کاربرد علف کش	۵۰ ٪ در G1 و ۵۰ ٪ در G2	۷۵٪ در G1 و ۲۵ ٪ در G2	۵۰ ٪ در G1 و ۵۰ ٪ در G3	۷۵ ٪ در G1 و ۲۵ ٪ در G3	۵۰ ٪ در G1 و ۵۰ ٪ در G4	۷۵ ٪ در G1 و ۲۵ ٪ در G4

$$U = \frac{1}{1+\exp\left[b\left(\log(z)-\log(e)\right)\right]} \times \frac{d-c}{} + C \qquad (۱)$$

اجزای این تابع عبارت است از :

U = وزن تر یا وزن خشک، z= مقدار علف کش، d و c= مجانب‌های منحنی دز-پاسخ در حد بالا (بدون علف کش) و حد پائین (حداکثر علف کش)، e= مقداری از علف کش که موجب ۵۰ درصد کاهش وزن می شود، b = شیب خط در محدوده e .

فرض برازش منحنی دز پاسخ به داده‌ها توسط آزمون فقدان برازش[1]، که باقیمانده مجموع مربعات تجزیه واریانس و رگرسیون غیرخطی را با هم مقایسه می‌کند، ارزیابی شد.

ED_{50} می تواند با هر ED_x دیگری جایگزین شود. در این آزمایش ED_{90} برآورد و پارامترهای مربوط به آن محاسبه شد. در ضمن، فرضیه کاهش مدل رگرسیونی ۴ پارامتره به ۳ پارامتره مورد ارزیابی قرار گرفت. چنانچه حد پائین منحنی صفر باشد و یا این که اختلاف معنی داری با صفر نداشته باشد از معادله ۳ پارامتره لگاریتم لجستیک استفاده می‌گردد.

مدل اختلاط

در اختلاط علف‌کش‌ها، مدل افزایشی فرض می‌کند که اثرات مخلوط دو علف کش در سطح خاصی از پاسخ به عنوان مثال ۹۰ درصد کنترل علف هرز، می‌تواند توسط پتانسیل نسبی مصرف جداگانه هر کدام از این دو علف کش، بیان شود. اما با بسط فرض مدل افزایشی به کاربرد خردشده و یکباره علف کش می‌توان بیان کرد که آیا دزهای خرد شده اثر افزایشی دارند یا خیر. به این معنا که مقادیر علف کش مصرف شده در یک زمان خاص قابلیت جایگزینی با همان مقدار را در زمان دیگر دارد (۱۰). اگر Z_{G1} و Z_{G2} به ترتیب دزهایی از علف کش باشند که به عنوان مثال باعث کاهش ۹۰ درصد وزن تر یا خشک علف هرز (ED_{90})، در زمانهای G1 و G2 شوند آنگاه Z_{G1} و Z_{G2} دزهایی از تیمارهای خرد شده می‌باشند که بتوانند همان پاسخ بیولوژیک را تولید نمایند. معادله پتانسیل نسبی که میزان تبادل بین زمانهای استفاده علف کش در کاربرد یکباره را نشان می‌دهد، به صورت معادله ۲ است.

$$R = \frac{Z_{G1}}{Z_{G2}} \qquad (۲)$$

و تعریف ایزوبول افزایشی توسط مدل افزایشی در هر سطحی از پاسخ توسط معادله ۳ توصیف می‌شود.

$$\frac{Z_{G1}}{Z_{G1}} + \frac{Z_{G2}}{Z_{G2}} = 1 \qquad (۳)$$

دزهای ED_{90} پیش بینی شده در کاربرد خرد شده علف کش (ED_{90} کاربرد خرد شده)، توسط مدل افزایشی می‌تواند توسط معادله ۴ محاسبه شود.

$$ED_{90\ \text{کاربرد خرد شده}} = \frac{ED_{90\,G1}}{\propto + (1-\alpha) \times R} \qquad (۴)$$

ED_{90} دزی از علف کش که باعث ۹۰ درصد کاهش وزن خشک یا تر علف هرز می‌شود، α نسبتی از علف کش که در زمان G1 استفاده می‌شود و R پتانسیل نسبی می‌باشد.

ایزوبولوگرام مدل افزایشی با ترسیم مقادیر ED_{90}های کاربرد یکباره بر محورهای x وy و اتصال آنها توسط یک خط راست حاصل می‌شود. این خط بیانگر ایزوبولوگرام مقادیر ED_{90} پیش بینی شده[2] می‌باشد. سپس مقادیر ED_{90} مشاهده شده[3] در این شکل ترسیم می‌شود و با خط ایزوبول مدل افزایشی مقایسه می‌شود. نقاط بالای این خط نشان می‌دهد که فعالیت دزهای خرد شده کمتر از میزان پیش بینی شده توسط مدل افزایشی می‌باشد (هم کاهی) در حالی که

1- Lack of Fit Test

2- Predicted ED90

3- Observed ED90

نقاط پائین آن نمایانگر فعالیت بیشتر دزهای خرد شده از میزان پیش بینی شده توسط این مدل می‌باشد (هم افزایی). برای این که تمام مقادیر ED_{90} تیمارهای مختلف در یک شکل قرار بگیرد مقادیر x و y به گونه ای استاندارد شدند که همواره مقادیر ED_{90} کاربرد ساده در هر کدام از مراحل رشدی (G1, G2, G3, G4) برابر ۱ باشد.

نتایج

توصیف مدل

فرض کاهش مدل رگرسیونی لگاریتم لجستیک ۴ پارامتره به ۳ پارامتره در آزمایش اول رد شد ($p < ۰/۰۵$). بنابراین از مدل ۴ پارامتره استفاده گردید اما در تکرار دوم همین آزمایش با توجه به رد نشدن این فرضیه ($p > ۰/۰۵$) مدل ۳ پارامتره برازش داده شد. خلاصه تجزیه رگرسیون دو آزمایش، در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. همانطور که در این دو جدول مشاهده می‌شود، تخمین تمامی پارامترهای مدل (d, c, b, e) معنی دار است. مقادیر احتمال نشان داده شده در این دو جدول جهت آزمون فرض صفر است که آیا مقادیر این پارامترها مساوی صفر است یا خیر. به عبارت دیگر معنی داری این پارامترها بیانگر این است که آنها در برازش داده‌ها توسط مدل لگاریتم لجستیک ۳ و ۴ پارامتره نقش مهمی دارند و نمی توان هیچ یک از آنها را حذف کرد. منحنی‌های دز-پاسخ، تبعیت داده‌های وزن تر علف هرز یولاف وحشی، از توابع لگاریتم لجستیک ۳ و ۴ پارامتره با حد بالا (d) و حد پائین (c) مشابه را نشان می‌دهد (شکل ۲). برای رسم منحنی‌های ایزوبول شرط لازم امکان برازش منحنی‌های دز-پاسخ با مقادیر حد بالا و پائین یکسان می‌باشد، در غیر این صورت رسم نمودار ایزوبول امکان پذیر نیست و فقط می‌توان به نتایج برازش چندگانه منحنی‌های دز- پاسخ بسنده کرد.

مقایسه مقادیر ED_{90} در کاربرد یکباره و خرد شده

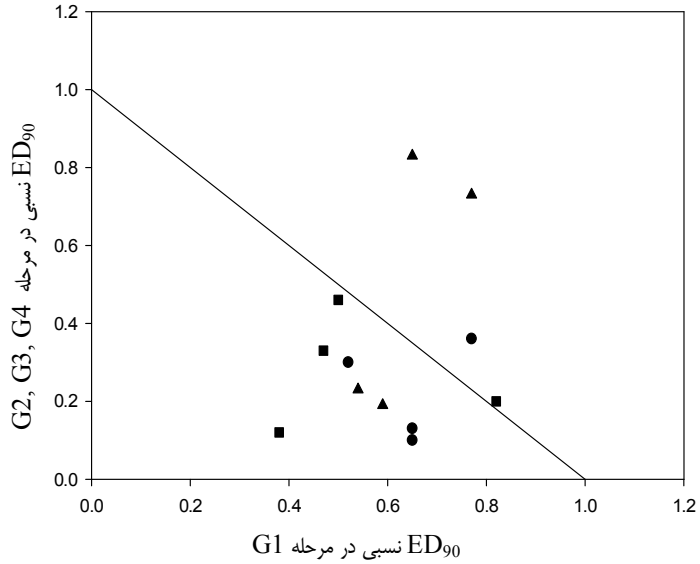
در آزمایش اول، ED_{90} تیمارهای کاربرد یکباره علف کش، به غیر از مرحله G3 با تاخیر در زمان سمپاشی، افزایش یافت. در کاربرد خرد شده نیز به غیر از مرحله G1+G2، نسبت ۷۵:۲۵ بهترین کارایی علف کشی را نشان داد. تاخیر ۱۴ روزه در کاربرد علف کش آتلانتیس، مقدار ED_{90} در مرحله G4 را به صورت قابل توجهی افزایش داد (جدول ۵ آزمایش ۲). کاربرد خرد شده این علف کش با نسبت ۷۵:۲۵ در هر سه مرحله G3, G2 و G4 فعالیت علف کشی را نسبت به کاربرد یکباره آن افزایش داد و نسبت ۵۰:۵۰ فقط در مراحل ابتدایی رشد علف هرز یولاف وحشی (G1+G2) نسبت به کاربرد یکباره ED_{90} کمتری داشت (جدول ۵ آزمایش ۲). همان طور که ملاحظه می‌شود در هر دو نحوه کاربرد یکباره و خرد شده با تاخیر در سمپاشی به مدت ۳، ۷ و ۱۴ روز پس از مرحله دو برگی، کارایی علف کش کمتر و ED_{90} افزایش یافت ولی کاهش فعالیت علف کش در کاربرد یکباره بیشتر از خرد شده بود (جدول ۵ آزمایش ۲). مقادیر متفاوت ED_{90} در دو تکرار علف کش آتلانتیس و علف هرز یولاف وحشی (جدول ۵) بیانگر آن است که دو آزمایش در دو زمان مختلف سال و در نتیجه با شرایط متفاوت رشدی گیاه مورد آزمایش انجام شده است. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود کاربرد یکباره در مرحله G4 در هر دو آزمایش و همین طور کاربرد خردشده با نسبت ۵۰:۵۰ در مرحله G1+G4 در تکرار دوم آزمایش به ترتیب به ۱۹/۴، ۲۴/۵ و ۱۹/۵ گرم ماده موثره در هکتار، برای کاهش وزن تر یولاف وحشی به میزان ۹۰ درصد نیازمند بودند در حالیکه میزان توصیه شده این علف کش ۱۸ گرم ماده موثره در هکتار می‌باشد، ولی در بقیه روش‌ها و نسبت‌های کاربرد این میزان کمتر از ۱۸ گرم ماده موثره در هکتار می‌باشد.

مدل افزایشی

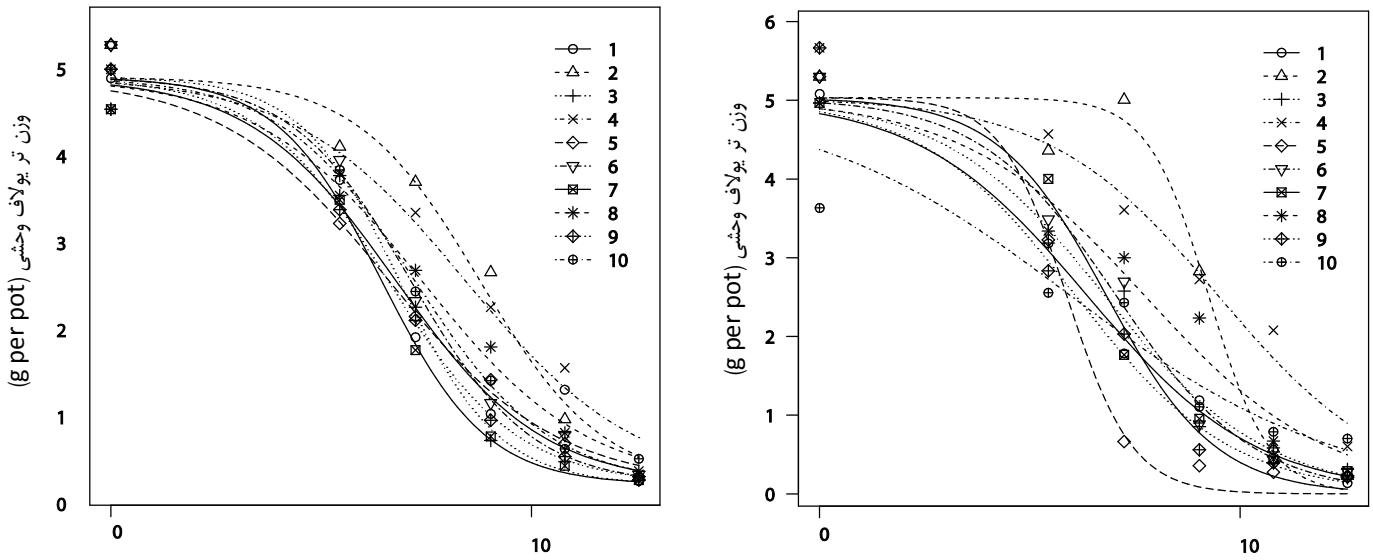
نتایج نشان داده شده در شکل ۱ مربوط به هر دو آزمایش می‌باشد. نود و هفت درصد تیمارهای خرد شده واکنش هم افزایی و افزایشی نشان دادند. در تیمار خرد شده G1+G2 با نسبت‌های ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰ حالت افزایشی مشاهده شد (دو مربع نزدیک به خط ایزوبولوگرام در شکل ۱). حالت هم کاهی در نسبت‌های ۵۰:۵۰ در مرحله G1+G3 و G1+G4 ثبت شد (شکل ۱). همانطور که در جدول ۵ هم مشخص است نسبت‌های ۵۰:۵۰ مصرف دیر هنگام علف کش (G3 و G4) کارایی کمتری داشتند. با توجه به روند کلی مقادیر ED_{90} (جدول ۵) انتظار می‌رود که با تاخیر در زمان پاشش کارایی علف کش کاهش یابد. تقریبا کارایی کاربرد خرد شده در تمام مراحل سم پاشی، بیشتر از یکباره بود. به نظر می‌رسد که تاخیر در پاشش روش یکباره، تاثیر شدید تری در کاهش کارایی علف کش در مقایسه با روش خرد شده دارد.

بحث

نتایج آزمایش نشان داد که با تاخیر در زمان سم پاشی علف کش کارایی آن کاهش یافت اما کاربرد خرد شده علف کش با نسبت ۷۵:۲۵ در اغلب موارد توانست این تاخیر را نه تنها جبران بلکه در مجموع میزان مصرف را کاهش دهد. بر اساس نتایج این آزمایش، راهکار کنترل علف‌های هرز توسط مقادیر کاهش یافته علف کش‌ها نیازمند شناخت حساسیت‌های علف هرز می‌باشد همانطورکه مکی و لروکس (۱۱) و کودسک و استریبیگ (۷) این موضوع را تائید کردند. در مرحله دو برگی، کنترل یولاف وحشی، توسط کاربرد یکباره علف کش به خوبی انجام گرفت و با تاخیر در پاشش، دزهای خرد شده کارایی خود را در کنترل نشان دادند که با نتایج رامسدال و مسرمیس (۱۳) و لاک هارت و هوات (۸) مشابهت دارد.



شکل ۱- ایزوبولوگرام مدل دز افزایشی برای کاربرد خرد شده مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل در سطح کارایی ۹۰ درصد. محورهای x و y به گونه ای استاندارد شده اند که همواره ED_{90} دزهایی که به صورت ساده بکار رفته اند برابر ۱ باشد. دز خرد شده
G1+G4 ● G1+G3 ▲ G1+G2 ■



شکل ۲- منحنی‌های دز- پاسخ یولاف وحشی به مقادیر مختلف علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل در آزمایش ۱ (الف) و آزمایش ۲ (ب) G1.۱ G2.۲ G3.۳ G4.۴ G1+2(75%).۵ G1+2(50%).۶ G1+3(75%) .۷ G1+3(50%).۸ G1+4(75%).۹ G1+2(50%) .۱۰ (محور x ، لگاریتمی مقیاس بندی شده است)

جدول ۳- مقادیر برآورد شده پارامترهای مدل لگاریتم لجستیک ٤ پارامتره با مقادیر d و c یکسان به همراه خطاهای استاندارد (تکرار اول آزمایش)

	کاربرد یکباره				کاربرد خرد شده					
	G1	G2	G3	G4	G1+G2 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G2 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G3 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G3 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G4 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G4 ٪(۷۵+۲۵)
b	۲/۵	۳	۳/۷	۲/۱	۳	۲/۲	۲/۲	۳/۵	۲/۷	۲/۸
خطای استاندارد	۰/۴۵	۰/۴	۰/۶	۰/۲۶	۰/۴۸	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۴۵
احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
e	۴/۸	۷/۵	۴/۸	۶/۹	۵/۲	۴/۶	۵/۵	۴/۴	۵/۳	۴/۵
خطای استاندارد	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲
احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مقدار پارامتر c برابر ۰/۲ با خطای استاندارد ۰/۱، احتمال ۰/۰۲ و مقدار پارامتر d مساوی ۴/۹ با خطای استاندارد ۰/۰۷ و احتمال صفر برای هر ده تیمار که به طور همزمان توسط منحنی لگاریتم لجستیک ۴ پارامتره با فرض شباهت پارامترهای d و c مورد برازش قرار گرفتند. احتمال فقدان برازش ۰/۰۹ بود.

G1 کاربرد علف کش در مرحله ۲ برگی، G2 کاربرد علف کش ۳ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G3 کاربرد علف کش ۷ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G4 کاربرد علف کش ۱۴ روز بعد از مرحله ۲ برگی، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G2 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G2، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G2 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G2، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G3 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G3، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G3 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G3، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G4 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G4، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G4 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G4

جدول ٤- مقادیر برآورد شده پارامترهای مدل لگاریتم لجستیک ۳ پارامتره با مقادیر d یکسان به همراه خطاهای استاندارد (تکرار دوم آزمایش)

	کاربرد یکباره				کاربرد خرد شده					
	G1	G2	G3	G4	G1+G2 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G2 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G3 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G3 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G4 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G4 ٪(۷۵+۲۵)
b	۲/۲	۶	۲/۳	۲/۲	۲/۷	۵/۵	۲	۳/۳	۱/۴	۲/۳
خطای استاندارد	۰/۵	۱/۹	۰/۵۲	۰/۴	۰/۶	۱/۸	۰/۴	۰/۸۶	۰/۴	۰/۶
احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
e	۴/۳	۸/۴	۴/۷	۸/۸	۵/۱	۳/۹	۵/۹	۴/۸	۳/۹	۴
خطای استاندارد	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۰/۷	۰/۴
احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مقدار پارامتر پارامتر d مساوی ۵/۰۲ با خطای استاندارد ۰/۱ و احتمال صفر برای هر ده تیمار که به طور همزمان توسط منحنی لگاریتم لجستیک ۳ پارامتره با فرض شباهت پارامترهای d و c مورد برازش قرار گرفتند. احتمال فقدان برازش ۰/۴ بود.

G1 کاربرد علف کش در مرحله ۲ برگی، G2 کاربرد علف کش ۳ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G3 کاربرد علف کش ۷ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G4 کاربرد علف کش ۱۴ روز بعد از مرحله ۲ برگی، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G2 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G2، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G2 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G2، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G3 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G3، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G3 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G3، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G4 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰٪ در مرحله G4، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G4 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G4

آنها طی آزمایشهای مزرعه ای گزارش کردند که مصرف خرد شده علف کش ها، باعث افزایش کارایی کنترل علف هرز یولاف وحشی و در نتیجه کاهش مصرف علف کش شد.

کاربرد ۷۵ درصد علف کش در مرحله اول سم پاشی (۲ برگی یولاف وحشی) و سپس مصرف باقیمانده آن در مراحل بعدی نسبت به کاربرد ۵۰:۵۰ علف کش کارایی بیشتری نشان داد، به نظر می‌رسد که پاشش ۷۵ درصد علف کش توانایی بهتری در فرونشانی علف هرز یولاف وحشی نسبت به ۵۰ درصد میزان علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل سدیم در مرحله ۲ برگی یولاف وحشی داشته است، و به دنبال آن مصرف بخش دوم علف کش توانسته است، در مراحل بعدی در کنترل علف هرز، موفق تر عمل کند. شاید بتوان گفت که مصرف ۷۵ درصد نسبت به ۵۰ درصد علف کش در کاربرد اول، غلظت آن به حدی از سمیت رسانده که موفق به توقف رشد علف هرز شده است.

جدول ۵- مقادیر ED_{90} محاسبه شده مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل تیمارهای مختلف در یولاف وحشی

	کاربرد یکباره				کاربرد خرد شده				
	G1	G2	G3	G4	G1+G2 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G2 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G3 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G3 ٪(۷۵+۲۵)	G1+G4 ٪(۵۰+۵۰)	G1+G4 ٪(۷۵+۲۵)
مزوسولفورون+یدوسولفورون (آزمایش ۱)	۱۱/۵	۱۵/۸	۸/۸	۱۹/۴	۱۰/۶	۱۲/۵	۱۴/۷	۸/۲	۱۱/۸	۹/۹
خطای استاندارد	۱/۹	۲	۰/۶	۲/۸	۱/۱	۳/۵	۲/۶	۰/۷	۱/۳	۱/۶
مزوسولفورون+یدوسولفورون (آزمایش ۲)	۱۱/۹	۱۲/۱	۱۲/۵	۲۴/۵	۱۱/۵	۵/۷	۱۷/۸	۹/۳	۱۹/۵	۱۰/۳
خطای استاندارد	۲/۶	۰/۶	۹/۴	۴/۲	۱/۲	۰/۶	۱۸/۹	۰/۹۸	۹/۷	۲

G1 کاربرد علف کش در مرحله ۲ برگی، G2 کاربرد علف کش ۳ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G3 کاربرد علف کش ۷ روز بعد از مرحله ۲ برگی، G4 کاربرد علف کش ۱۴ روز بعد از مرحله ۲ برگی، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G2 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰ ٪ در مرحله G2، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G2 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G2، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G3 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰ ٪ در مرحله G3، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G3 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G3، ٪ (۵۰+۵۰) G1+G4 ۵۰ ٪ در مرحله G1 ۵۰ ٪ در مرحله G4، ٪ (۷۵+۲۵) G1+G4 ۷۵ ٪ در مرحله G1 ۲۵ ٪ در مرحله G4

در کاربرد یکباره، علف‌های هرزی که در آن بازه زمانی می‌رویند کنترل می‌شوند. اما از آنجایی که علف‌های هرز به طور همزمان سبز نمی شوند، مخصوصا در مزرعه گندم و در فاصله زمانی آغاز تا پایان پنجه زنی که گیاه زراعی دارای رشد کند، و مزرعه خالی است، سرد بودن هوا شرایط مناسبی را جهت شکستن خواب و جوانه زنی بذر علف‌های هرز زمستانه موجود در بانک بذر فراهم می‌کند بنابراین با گرم شدن هوا و پایان پنجه زنی گندم علف‌های هرز شروع به رشد می‌کنند که این موضوع گاهی مصرف دوباره علف کش را می‌طلبد در نتیجه هم میزان علف کش مصرفی و هم هزینه خرید این سموم را افزایش می‌دهد، بنابراین می‌توان با زمان بندی درست در کاربرد خرد شده علف کش، با میزان کمتری علف کش علف‌های هرز را از مرحله آغاز تا پایان پنجه زنی گندم مدیریت کرد و از آن پس رشد رویشی گندم، خود با خفه کردن علف‌های هرز که پس از آن رشد می‌کنند، در کنترل آنها موفق می‌شود. همانطور که لاک هارت و هوات (۸) نیز نشان دادند، کاربرد دز خرد شده فنوکساپروپ و فلوکاربازون باعث کنترل یولاف در تمام طول فصل رشد زراعی شد.

به نظر می‌رسد در رهیافت خرد شده، کاربرد بخشی از علف کش در مرحله دو برگی یولاف وحشی، توقفی در رشد علف هرز ایجاد می‌کند، بنابراین کاربرد باقیمانده آن در مراحل بعدی رشد، می‌تواند کارایی علف کش را بهبود بخشد. از آنجایی که کندی رشد علف هرز از خصوصیات علف کشی مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل، بیان شده است دز خردشده و کاهش یافته آن موجب کندی رشد علف هرز در مقایسه با گیاه زراعی شده و متعاقبا گیاه زراعی می‌تواند در رقابت موفق تر عمل کند. همانطور که برخی از محققین گزارش کردند استفاده از دزهای کاهش یافته و خردشده علف کش ایمازامتابنز متیل در مرحله رشدی ۲-۱ برگی یولاف، کنترل ۹۶ درصدی آن را به دنبال داشته است (۱۲) و این کنترل زودهنگام از رقابت علف هرز با گیاه زراعی در آغاز فصل رشد جلوگیری کرده است (۹). این در حالی است که ماتیاسن و کودسک (۱۰) گزارش کردند که کاربرد خردشده نسبت به کاربرد یکباره، کارایی کمتری در کنترل علف‌های هرز دارد آنها دو دلیل برای توجیه این مطلب بیان کردند اول این که در نوبت دوم کاربرد علف کش مورد نظر، علف هرز در مرحله رشدی توسعه یافته تری قرار دارد و دوم کاهش جذب و انتقال علف کش به محل هدف، در نوبت دوم کاربرد، به دلیل رشد کاهش یافته علف هرز در نتیجه تاثیر کاربرد علف کش در نوبت اول، که متعاقبا سطوح شاخ و برگی مورد نیاز جهت جذب و انتقال علف کش را کم می‌کند. اما آنچه نتیجه این آزمایش و تحقیقات مشابه (برادفورد (۲); دکستر و لوک (۳); استولر (۱۶) و دل (۴) نشان می‌دهد، بیانگر فرونشانی علف هرز در نوبت اول کاربرد علف کش و کمک به کنترل بهتر آن در مرحله بعدی پاشش علف کش می‌باشد و در پایان اگرچه میزان مصرف ماده موثره توصیه شده علف کش مزوسولفورون متیل+یدوسولفورون متیل سدیم ۱۸ گرم در هکتار می‌باشد اما نتایج این آزمایش نشان داد که برای کنترل مناسب علف هرز یولاف وحشی به غیر از کاربرد یکباره در مرحله G4 هیچ گاه نیاز به استفاده از میزان توصیه شده نبود و با استفاده از مقادیر کمتر از دز توصیه شده کنترل مطلوب یولاف وحشی اتفاق افتاد.

نتیجه گیری

پیشنهاد می‌شود که امکان کاهش مصرف سایر علف کش‌های مهم گندم نیز توسط رهیافت خرد شده مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱- شبکه اطلاع رسانی گندم. ۱۳۸۶. وزارت جهاد کشاورزی.http://www.iranwheat.ir/sath/archive/90/pdf90/29-11-90.pdf

2- Bradford, K. 2002. Low-rate split-applied herbicide treatments for Wild Oat (*Avena fatua*) control in wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology. 16: 149-155.

3- Dexter, A. G., and J. L. Luecke. 1999. Survey of weed control and production practices on sugarbeet in eastern North Dakota and Minnesota. Sugarbeet Research and Extension Reports: 30: 39-69.

4- Doll, J. D. 1983. Yellow Nutsedge Control in Field Crops. North Central Region Extension. Publication No. 220. 4 pp.

5- Ferna´ndez-Quintanilla, C. L., Navarrete, C. Torner, and M. J. Sa´nchez Del Arco. 1997. *Avena sterilis* en cultivos de cereales. In: Biologı´a de las Malas Hierbas de Espana (eds X Sans & C Ferna´ndez-Quintanilla), 4–17 Phytoma, Valencia, Spain: In Barroso J., Fernandez-quintanilla C., Ruiz D., Hernaiz P. and Rew L.J. 2004. Spatial stability of *Avena sterilis* ssp. *Ludoviciana* populations under annual applications of low rates of imazamethabenz. European Weed Research Society Weed Research. 44: 178–186.

6- Kudsk, P. 2002. Optimizing Herbicide Performance In: Weed Management Handbook (ed. REL Naylor), 9th ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 323–344.

7- Kudsk, P., and J. C. Streibig. 2003. Herbicides- a- two edged sword. Weed Research. 43: 90-102.

8- Lockhart, S., and A. K. Howatt. 2004. Split applications of herbicides at reduced rates can effectively control wild oat (*Avena fatua)* in wheat. Weed Technology. 18:369-374.

9- Martin, M. P., and R. J. Field. 1988. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. Weed Research. 28:111-116.

10- Mathiassen, S. K., H. W. Ravn, and P. Kudsk. 2007. Is dose-splitting of graminicides as effective as a single application? Weed Research. 47:252-261.

11- Mekki, M. and G. D. Leroux. 1994. Activity of nicosulfiron and rimsulfuron and their mixture on field corn (*Zea mays)* and soybean (*Glycine max)* and seven weed species. Weed Science. 8: 436-440.

12- Miller, S. D., and H. P. Alley. 1987. Weed control and rotational crop response with AC 222,293. Weed Technology. 1:29-33.

13- Ramsdale, B. K. and C. G. Messersmith. 2002. Low-rate split applied herbicide treatments for wild oat (*Avena fatua)* control in wheat *(Triticum aestivum*). Weed Technology. 16: 149–155.

14- Ritz, C. and J. C. Streibig. 2005. Bioassay analysis using R. Journal of Statistical Software 12(5). URL http://www.jstatsoft.org/v12/i05/ .

15- Seefeldt, S. S., J. E. Jensen, and E. P. Furst. 1995. Log-logistic analysis of dose-response relationships. Weed Technology. 9:218-227.

16- Stoller, E. W. 1981. Yellow Nutsedge: A Menace in the Corn Belt. U.S. Department of Agriculture. ARS. Technical Bulletin No. 642. 16 pp.

17- Streibig, J. C., P. Kudsk, and J. E. Jensen. 1998. A general joint action model for herbicide mixtures. Pesticide Science. 53: 21-28.

18- http://www.bayercropscience.com.au/resources/uploads/label/file8664.pdf