



علوم محیطی

علوم محیطی سال هفتم، شماره اول، پاییز ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.1, Autumn 2009

۱۰۹-۱۱۸

بررسی مقاومت توده‌های علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*)

به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در استان فارس

حمیدرضا ساسان‌فر^{۱*}، اسکندر زند^۲، محمدعلی باغستانی^۲، محمدجواد میرهادی^۱

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- بخش تحقیقات علف‌های‌هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

Resistance of Wild Oat (*Avena Ludoviciana*) Populations to Clodinafop Propargyl Herbicide in Fars Province

Hamid Reza Sasanfar^{1*}, Eskandar Zand², Mohammad Ali Baghestani², Mohammad Javad Mirhadi¹

1-Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2-Department of Weed Research, Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran.

Abstract

In order to survey the resistance of wild oat populations to clodinafop propargyl herbicide, an experimental study was conducted at the Department of Weed Science, Plant Pest and Disease Research Institute greenhouse in 2008. Treatments included 12 wild oat populations suspected of being resistant to clodinafop propargyl and a susceptible biotype collected from Fars Province. A dose-response study was conducted for 13 wild oat populations. In this study, wild oat populations were sprayed during the 2-4 leaves stage using eight doses of clodinafop propargyl including 0 to 16 times the recommended dose (64 g ai ha^{-1}). Biomass and surviving plant measurements were performed four weeks after herbicide application. Results of this study indicated that all suspected populations were resistant to clodinafop propargyl herbicide. The comparison of resistance index on the basis of biomass and surviving plants showed that the W/F-M2/85 population from Marvdasht had the highest level of resistance. This population could preserve over 50% more of both biomass and surviving plant relative to the control at 16 times ($1024 \text{ g ai ha}^{-1}$) the recommended dose.

Keywords: resistance index, herbicide resistance, dose-response, bioassay.

چکیده

به منظور بررسی مقاومت توده‌های علف‌هرز یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل، آزمایش گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۷ در بخش تحقیقات علف‌های‌هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۲ توده یولاف وحشی مشکوک به مقاومت در برابر علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل و یک توده حساس به این علف‌کش بودند که از استان فارس جمع‌آوری شدند. آزمایش واکنش به دوز بر روی ۱۳ توده یولاف وحشی صورت پذیرفت. در این آزمایش واکنش توده‌های یولاف وحشی در دامنه‌ای از دوزها شامل ۰/۲۵ تا ۱۶ برابر دوز توصیه شده (۶۴ گرم ماده موثره در هکتار) علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل بررسی شد. تیمار علف‌کش در مرحله ۲ تا ۴ برگ یولاف وحشی اعمال شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در آزمایش شامل، درصد بوته‌های یولاف وحشی زنده‌مانده پس از سمپاشی نسبت به شاهد و درصد وزن خشک گیاهان هر توده نسبت به شاهد بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که تمامی توده‌های یولاف وحشی مشکوک به مقاومت جمع‌آوری شده از استان فارس، نسبت به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل مقاوم می‌باشند. مقایسه شاخص‌های مقاومت توده‌ها نسبت به توده حساس بر مبنای درصد وزن خشک و تعداد بوته‌ی زنده‌مانده نسبت به شاهد، نشان داد که توده W/F-M2/85 از شهرستان مرودشت بالاترین مقاومت را نسبت به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل دارا می‌باشد. بطوری که این توده توانست حتی در ۱۶ برابر دوز توصیه شده (۱۰۲۴ گرم ماده موثره در هکتار) نیز، بیش از ۵۰ درصد وزن خشک و بقای خود را نسبت به شاهد حفظ کند.

کلید واژه‌ها: شاخص مقاومت، مقاومت به علف‌کش، واکنش به دوز، زیست‌سنجی.

* Corresponding author. E-mail Address: sasanfar@live.com

مقدمه

علف‌های هرز یکی از عوامل محدود کننده تولید غلات جهان می‌باشند. از بین علف‌های هرز، گونه‌های یولاف وحشی (*Avena sp.*)، از جمله زیان‌آورترین علف‌های هرز گندم در جهان بشمار می‌روند (Holm et al., 1977). یولاف وحشی بهاره و زمستانه به ترتیب با نام‌های علمی *Avena ludoviciana* Durieu و *Avena fatua* L. مهم‌ترین گونه‌های این علف‌هرز به شمار می‌آیند. گونه‌ی غالب در ایران یولاف وحشی زمستانه است (Dezfoli, 1997). علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (ACCCase) بطور انتخابی برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ مانند یولاف وحشی در محصولات زراعی پهن‌برگ و باریک‌برگ مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرند (Friesen et al., 2000). علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل از علف‌کش‌های بازدارنده ACCCase می‌باشد که در سال ۱۳۷۳ در ایران به ثبت رسیده است (Zand et al., 2007) و می‌تواند بخوبی علف‌هرز یولاف وحشی را در محصول گندم کنترل کند (Montazeri, 2005). اما کاربرد متوالی این گروه از علف‌کش‌ها منجر به ظهور بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز به این علف‌کش‌ها شده است. اولین مورد مقاومت به بازدارنده‌های استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز در گونه‌ی *Avena fatua* در غرب استرالیا در سال ۱۹۸۵ و گونه‌ی *Avena ludoviciana* در ایتالیا در سال ۱۹۹۲ گزارش شد. تا اوایل سال ۲۰۰۹ میلادی، ۳۵ بیوتیپ علف‌هرز در کشورهای مختلف دنیا نسبت به علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز مقاوم شده‌اند. مقاومت یولاف وحشی به این علف‌کش‌ها در کشورهایی مانند استرالیا، کانادا، فرانسه، اسپانیا، انگلستان، مکزیک، شیلی، آفریقای جنوبی، آمریکا و ایران گزارش شده است (Heap, 2009).

در طی سال‌های گذشته علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل از پر مصرف‌ترین باریک‌برگ‌کش‌های رایج در بیشتر مناطق گندم خیز کشور بوده و در استان فارس نیز سابقه‌ی مصرف این علف‌کش، بیش از ۱۰ سال گزارش شده است (Deihimfard and Zand, 2005). با توجه به این که کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز بعد از حدود ۷ سال یا بار متوالی باعث بروز مقاومت در علف‌های هرز می‌شود (Beckie, 2006)، در ایران تا سال ۱۳۷۶ هیچ گونه مقاومتی نسبت به علف‌کش‌های ثبت شده در کشور گزارش نشده است (Zand et al., 2004)، ولی مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCCase پس از ۱۰ سال از ثبت علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل برای اولین بار در سال ۱۳۸۳ در استان خوزستان گزارش گردید (Zand et al., 2006). از آنجایی که سابقه‌ی مصرف باریک‌برگ‌کش‌های مزارع گندم در استان فارس به بیش از ۱۰ سال بر می‌گردد و از طرفی طی سال‌های اخیر نارضایتی برخی از کشاورزان در خصوص کاهش کارایی این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌هرز یولاف وحشی گزارش شده است (Deihimfard and Zand, 2005). این تحقیق با هدف بررسی بروز احتمالی مقاومت در توده‌های علف‌هرز یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل و تعیین درجه‌ی مقاومت توده‌های مقاوم انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذرها

در این آزمایش ۱۳ توده یولاف وحشی که با نظارت بخش تحقیقات علف‌های هرز در سال ۱۳۸۵ از مناطق مختلف استان فارس جمع‌آوری شده بودند، مورد آزمایش قرار گرفتند. از بین توده‌ها ۱۲ توده مشکوک به مقاومت نسبت به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل و

یک توده حساس به این علف کش بودند. بطور کلی در جمع آوری بذرهاى مشکوک به مقاومت، شاخص‌های زیر مد نظر قرار گرفت (Zand and Chhokar et al., 2006 ; Baghestani, 2002).

سمپاشی مربوط بوده است. بذرهاى توده یولاف وحشی حساس به علف کش نیز از مناطقی جمع آوری شدند که تاکنون سابقه مبارزه شیمیایی با یولاف وحشی را نداشتند (Zand and Baghestani, 2002 ; Beckie et al., 2000).

(۱) سابقه مصرف علف کش در مزرعه، مزارعی برای نمونه گیری انتخاب شدند که حداقل ۴ تا ۵ سال سابقه‌ی مصرف یکی از علف کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم آکربوکسیلاز مانند دیکلوفوپ متیل، کلودینافوپ پروپارژیل و فنوکساپروپ پی اتیل را داشتند؛ (۲) مشکوک بودن کشاورزان یا محققان منطقه‌ای به وجود یولاف وحشی مقاوم به علف کش‌های فوق؛ (۳) آلودگی مزرعه به علف‌هرز یولاف وحشی پس از مصرف یکی از علف کش‌های فوق، در این حالت در مورد صحت سمپاشی و عوامل موثر در الگوی سمپاشی اطمینان داشته و آلودگی مزرعه به علف‌هرز یولاف وحشی به عواملی غیر از مدیریت

نمونه برداری بذرها با الگوی W صورت گرفت و سپس توده‌های جمع آوری شده از هر مزرعه به منظور خشک شدن درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به آزمایشگاه بخش تحقیقات علف‌های هرز منتقل شدند. توده‌های جمع آوری شده براساس روش مربوط به نمونه‌های موجود در بانک بذر بخش تحقیقات علف‌های هرز نامگذاری شدند. براساس این نامگذاری از حرف اول نام انگلیسی علف‌هرز، نام استان، نام شهرستان و حساسیت یا مقاومت پیش‌بینی شده استفاده شد. در آخر کد نیز به سال جمع آوری توده اشاره شد. برخی مشخصات توده‌های مورد آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- توده‌های یولاف وحشی مشکوک به مقاومت و حساس به علف کش جمع آوری شده از استان فارس

نام توده	منطقه جمع آوری شده	وضعیت توده
W/F-M1/85	مرودشت	مشکوک به مقاومت
W/F-M2/85	مرودشت	مشکوک به مقاومت
W/F-M3/85	مرودشت	مشکوک به مقاومت
W/F-M4/85	مرودشت	مشکوک به مقاومت
W/F-S1/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-S2/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-S3/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-S4/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-F2/85	فسا	مشکوک به مقاومت
W/F-F3/85	فسا	مشکوک به مقاومت
W/F-ES4/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-ES(s)/85	استهبان	مشکوک به مقاومت
W/F-S(s)/85	سپیدان	حساس به علف کش

آ در این نگارش توده‌ها فقط با نام شهرستان و به اختصار نشان داده شده‌اند.

آماده‌سازی بذرها

جهت اجرای آزمایش واکنش به دوز لازم بود تا با حذف خواب بذرها یولاف وحشی، جوانه‌زنی و در نتیجه سبز شدن یکنواختی از بذرها حاصل شود. در این خصوص قبل از اجرای آزمایش، ابتدا بذرها یولاف وحشی توسط دست پوست کنی شده و لما و پالاز بذرها جدا شدند (Beckie et al., 2000). به منظور ضد عفونی بذرها و جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی قارچی، بذرها به مدت ۲ تا ۳ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد قرار گرفته، آنگاه بترتیب توسط آب معمولی و آب مقطر به مدت ۱ دقیقه شستشو داده شدند (Kern et al., 1996). به منظور حذف خواب بذرها و تحریک جوانه‌زنی، بذرها ضد عفونی شده داخل پتری دیش‌های (استریل شده) با قطر ۹ سانتیمتری حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار گرفتند و حدود ۸ میلی‌لیتر محلول جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰ قسمت در میلیون به آن‌ها اضافه شد و سپس به منظور شبیه‌سازی شرایط لازم جوانه‌زنی، بذرها بمدت سه روز داخل ژرمیناتور در شرایط ۱۶ ساعت نور با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد (Beckie et al., 2000). بعد از مشاهده اولین علایم نشان دهنده خروج ریشه چه، بذرهایی که طول ریشه آن‌ها ۱ تا ۲ میلی‌متر بود جهت کشت در گلدان و اجرای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمایش واکنش به دوز

به منظور بررسی مقامت و تعیین شاخص‌های مقاومت در بین توده‌های یولاف وحشی آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با پنج تکرار انجام شد. در این آزمایش هر یک از توده‌های یولاف وحشی در معرض دوزهای مختلف علف کش کلودینافوپ پروپارژیل مورد آزمایش

قرار گرفتند. در ضمن برای هر توده نیز گلدان‌های بدون سمپاشی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد، تا امکان بیان داده‌های آزمایش بصورت درصد از شاهد فراهم شود. بدین منظور بذرها جوانه‌زده به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتیمتر و با حجم حدود ۵۰۰ میلی‌لیتر که حاوی یک قسمت رس، یک قسمت شن و یک قسمت کود دامی پوسیده به همراه مقداری پرلیت به منظور حفظ رطوبت خاک بودند، منتقل شدند. البته خاک و خود گلدان‌ها نیز قبل از انتقال به گلخانه به منظور کاشت استریل شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر، با در نظر گرفتن فاصله مناسب در عمق ۱/۵ سانتیمتری خاک کشت شد. سپس گلدان‌های کشت شده در گلخانه‌ای با شرایط ۱۶ ساعت روشنایی با درجه حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی با درجه حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و به میزان لازم بر اساس مشاهده رطوبت سطح خاک، آبیاری شدند. کود مایع کامل (با غلظت ۵ در ۱۰۰۰) نیز در طی دوره رشدی گیاه در گلدان‌ها توزیع شد.

پیش از سمپاشی بوته‌های داخل هر گلدان تنک شده و برای کاهش قدرت رقابتی به تعداد ۸ بوته در هر گلدان کاهش یافت. بعد از این عمل به منظور بررسی درصد گیاهان زنده در زمان برداشت تعداد بوته‌های داخل هر گلدان شمارش و یادداشت شدند. تیمار علف کش حدود چهار هفته پس از کاشت در مرحله ۲ تا ۴ برگی یولاف وحشی توسط دستگاه سمپاش ثابت خودکار دارای نازل بادبزی یکنواخت با حجم کاربرد ۲۰۰ لیتر در هکتار و فشار ۲ بار اعمال شد. هشت دوز (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ برابر دوز توصیه شده) از علف کش کلودینافوپ پروپارژیل ۸٪ EC (با مقدار توصیه شده ۰/۸ لیتر در هکتار معادل ۶۴ گرم ماده موثره در هکتار) استفاده شد.

بر این اساس مقدار ماده موثره بکار رفته برای این دوزها عبارت بودند از ۰، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶، ۵۱۲ و ۱۰۲۴ گرم ماده موثره در هکتار.

در هفته چهارم پس از سمپاشی تعداد گیاهان زنده مانده در هر گلدان یادداشت و به صورت درصد گیاهان باقی مانده ۳۰ روز بعد از سمپاشی نسبت به پیش از سمپاشی محاسبه شد (Beckie et al., 2000). پس از ثبت تعداد گیاهان زنده، بوته‌های هر گلدان از سطح خاک برداشت و نمونه‌های مربوط به هر گلدان درون پاکت‌های جداگانه قرار داده شدند. سپس به منظور برآورد وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه‌ی سانتیگراد خشک و توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. براساس تعداد بوته‌های داخل هر گلدان و وزن خشک کل اندام هوایی بوته‌های داخل هر گلدان، وزن خشک کل اندام هوایی تک بوته برای هر توده بدست آمد. سپس درصد وزن خشک تک بوته‌ی هر توده تیمار شده با علف کش نسبت به شاهد خودش (شاهد تیمار نشده از همان توده)، بدست آمد (Beckie et al., 2000).

برای بدست آوردن منحنی‌های واکنش به دوز توده‌های مقاوم و توده حساس به علف کش مورد آزمایش، داده‌های مورد نظر توسط نرم افزار Sigmaplot ver.11 با معادله‌ی چهار پارامتره لجستیک (معادله ۱) برازش داده شدند (Seefeldt et al., 1995 ; Streibig, 1988).

معادله ۱) $y = c + \frac{d - c}{1 + \exp \{b [\log(x) - \log(e)]\}}$
در این معادله، y : متغیر وابسته (تعداد گیاهان زنده مانده یا وزن خشک به صورت درصد از شاهد تیمار نشده با علف کش)، x : غلظت علف کش، c : پایین‌ترین حد واکنش توده (وزن خشک یا تعداد بوته)، d : بالاترین حد واکنش توده، b : شیب خط، e : مقدار EC_{50} یا دوزی از علف کش که باعث ۵۰ درصد کاهش در شاخص

مورد مطالعه نسبت به شاهد می‌شود. معمولاً در مورد وزن خشک این شاخص با اصطلاح GR_{50} و در مورد تعداد با اصطلاح LD_{50} بیان می‌شود. در حالتی که در معادله فوق اثر متغیر c از نظر آماری بی‌معنی بود، از معادله فوق بدون در نظر گرفتن متغیر c استفاده شد (Ritz and Streibig, 2005) و بصورت معادله سه پارامتره لجستیک (معادله ۲) برای برازش داده‌ها بکار گرفته شد.

$$y = d / (1 + \exp \{b [\log(x) - \log(e)]\}) \quad (\text{معادله ۲})$$

شاخص‌های مقاومت توده‌های مقاوم به علف کش کلودینافوپ پروپازریل از نسبت EC_{50} توده مقاوم (R) بر EC_{50} توده حساس (S) بدست آمد و به صورت نسبت R/S بیان شد (Beckie, 2000).

نتایج

مقایسه وزن خشک توده‌ها نسبت به شاهد

بررسی روند واکنش وزن خشک توده‌های یولاف وحشی به دوزهای مختلف علف کش کلودینافوپ پروپازریل با استفاده از برازش معادله‌های لجستیک نشان داد که توده‌های مختلف یولاف وحشی واکنش‌های متفاوتی به دوزهای مختلف علف کش کلودینافوپ پروپازریل نشان داده‌اند اختلاف میان منحنی‌های واکنش به دوز مربوط به توده‌ها بیانگر این می‌باشد که مقاومت به علف کش کلودینافوپ پروپازریل با درجه‌های مختلفی در بین توده‌های مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۱). پارامترهای بدست آمده از توابع لجستیک موید این اختلاف می‌باشد (جدول ۱).

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تفاوت‌های عمده‌ای بین GR_{50} توده حساس و توده‌های مقاوم وجود دارد. در بین توده‌های یولاف وحشی که شاخص مقاومت آن‌ها برآورد شد، توده‌های M4 و ES به ترتیب با شاخص‌های (نسبت R/S) ۳۴/۰۷ و ۱/۵۳ برابر

جدول ۱. پارامترهای برآورد شده از برازش توابع لجستیک سه و چهار پارامتره به داده‌های وزن خشک توده‌های یولاف وحشی و برآورد شاخص‌های مقاومت در زیست‌سنجی گلدانی با علف کش کلودینافوپ پروپارژیل.

توده	حد پایین (c)	حد بالا (d)	شیب منحنی (b)	$GR_{50}(e)$	R^2	R/S
M1	$30/91 (6/76)^a$	$100/44 (4/96)$	$-0/87 (0/33)$	74/57	0/97	7/56
M2	$74/86 (0/53)$	$99/92 (1/11)$	$-3/11 (0/52)$	$>336/26^d$	0/99	$>34/07$
M3	$54/21 (0/80)$	$99/96 (1/51)$	$-2/49 (0/30)$	$>336/26$	0/99	$>34/07$
M4	$36/98 (7/57)$	$99/96 (2/23)$	$-0/58 (0/16)$	336/26	0/99	34/07
F2	—	$100/15 (4/51)$	$-0/36 (0/06)$	30/87	0/98	3/13
F3	—	$101/17 (6/28)$	$-0/50 (0/09)$	204/73	0/95	20/74
S1	—	$99/95 (5/76)$	$-0/43 (0/08)$	66/80	0/96	6/77
S2	$38/20 (2/36)$	$100/30 (4/13)$	$-1/85 (0/53)$	41/20	0/98	4/17
S3	—	$99/68 (4/23)$	$-0/32 (0/05)$	105/79	0/97	10/72
S4	—	$101/79 (5/56)$	$-75 (0/10)$	67/17	0/98	6/81
ES	$31/73 (1/83)$	$99/97 (2/83)$	$-1/37 (0/60)$	15/12	0/99	1/53
ES4	$28/04 (0/96)$	$100/15 (1/67)$	$-2/01 (0/17)$	38/13	0/99	3/86
CS	$12/93 (1/50)$	$99/99 (1/83)$	$-1/07 (0/20)$	9/87	0/99	—

^a شاخص‌های GR_{50} غلظتی از کلودینافوپ پروپارژیل هستند که وزن خشک اندام‌های هوایی را به میزان ۵۰٪ کاهش داد.

^b نسبت‌های R/S بر اساس شاخص‌های GR_{50} توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد.

^c توده حساس.

^d بر اساس دامنه‌ی دوز استفاده شده در آزمایش، شاخص‌ها برآورد نشد.

^e میزان‌های داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

درصد، وزن خشک خود را نسبت به شاهد حفظ کنند. بنابراین توده‌های M2 و M3 با درجه‌ی مقاومت بیش از ۳۴/۰۷ نسبت به توده حساس به عنوان مقاوم‌ترین توده‌ها به علف کش کلودینافوپ پروپارژیل معرفی شدند. در بررسی (Uludag *et al.*, 2007) نیز ۲ توده از ۲۰ توده یولاف وحشی، به کلودینافوپ پروپارژیل تا حد زیادی مقاومت نشان دادند و شاخص‌های مقاومت (R/S) بالاتر از ۸ برای آن‌ها برآورد نشد.

بر اساس برآورد شاخص‌های GR_{20} به میزان ۳۱/۱۷ و ۲۳/۴۲ گرم ماده موثره در هکتار بترتیب برای توده‌های

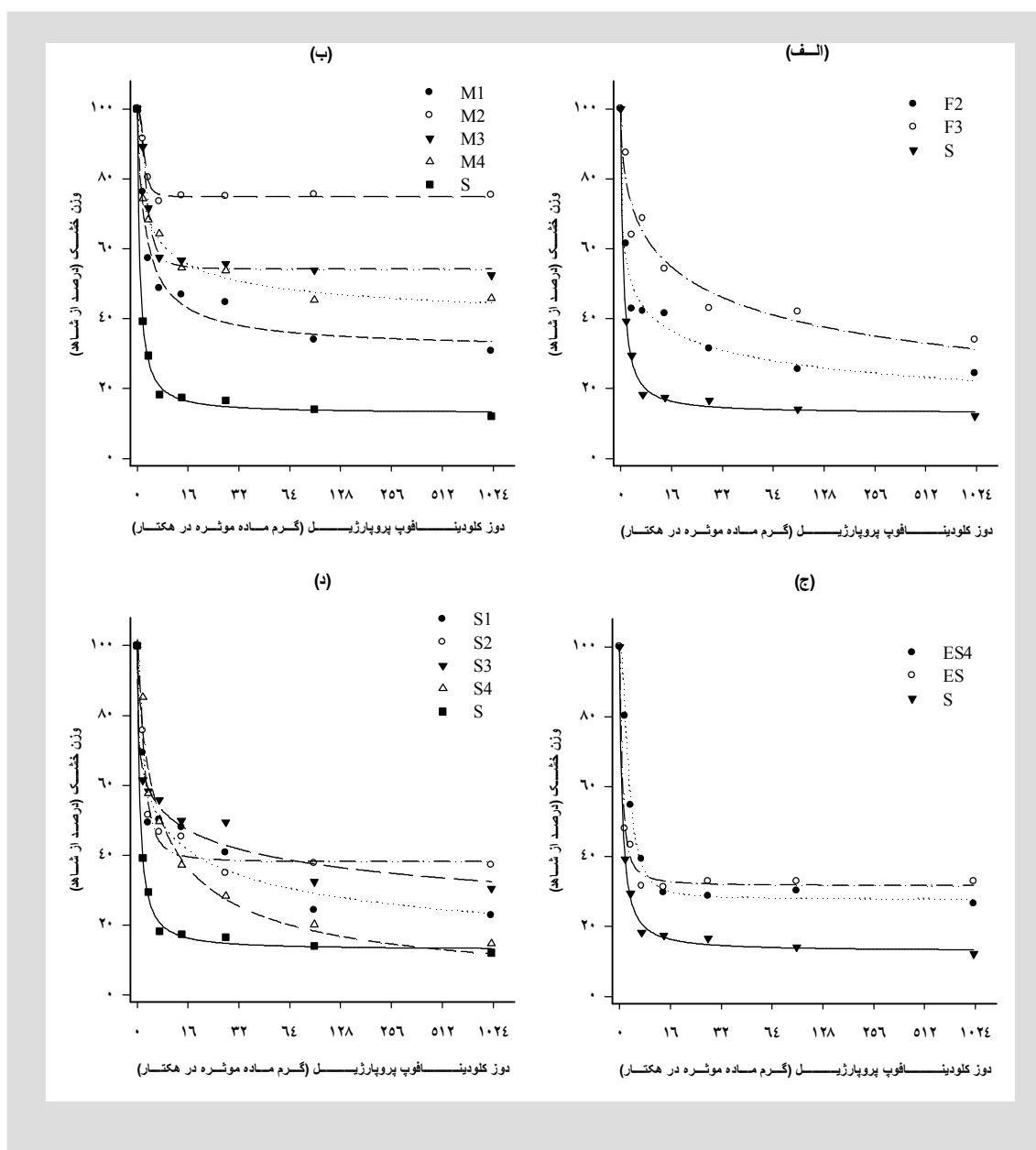
نسبت به توده حساس، بیشترین و کمترین درجه‌ی مقاومت را به خود اختصاص دادند. (Heap *et al.* (1993) سطح مقاومت به بازدارنده‌های استیل کوآنزیم آکریوکسیلاز در توده‌های مختلف یولاف وحشی را از ۰ تا ۳۰۰ گزارش کردند.

البته در دامنه‌ی دوزهای استفاده شده در آزمایش، شاخص‌های GR_{50} برای توده‌های M2 و M3 از مرودشت برآورد نشد. زیرا این توده‌ها حتی در دوز بیشینه‌ی (۱۶ برابر توصیه شده معادل با ۱۰۲۴ گرم ماده موثره در هکتار) استفاده شده در آزمایش نیز توانستند بیش از ۵۰

مقدار کاهش در وزن خشک مقاوم‌ترین توده برآورد شده (M4)، در دوز ۳۳۶/۲۶ گرم ماده موثره در هکتار اتفاق افتاد (جدول ۱).

شاخص مقاومت برای توده‌های M1، F2، F3، S1، S2، S3، S4 و ES4 به ترتیب ۷/۵۶، ۳/۱۳، ۲۰/۷۴، ۶/۷۷، ۴/۱۷، ۱۰/۷۲، ۶/۸۱ و ۳/۸۶ برآورد شد.

M2 و M3، مشخص شد که بر مبنای درصد وزن خشک نسبت به شاهد توده M2 مقاوم‌ترین توده به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل می‌باشد. بر اساس همین نتایج دوز ۹/۸۷ گرم ماده موثره در هکتار سبب ۵۰ درصد کاهش در وزن خشک توده حساس شد در حالی که این



شکل ۱- پاسخ وزن خشک توده‌های یولاف وحشی جمع‌آوری شده از شهرهای الف- فسا ب- مرودشت ج- استهبان د- سپیدان به دوزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در زیست‌سنجی گلدانی. نقاط، میانگین داده‌ها و خطوط، حاصل از برازش توابع لجستیک می‌باشد.

مقایسه تعداد بوته‌های زنده مانده نسبت به شاهد

بررسی روند واکنش تعداد بوته‌های زنده مانده یولاف وحشی نسبت به دوزهای مختلف علف کش کلودینافوپ پروپارژیل با استفاده از برازش معادله‌های لجستیک نشان داد که توده‌های مختلف یولاف وحشی واکنش‌های متفاوتی به دوزهای مختلف این علف کش نشان داده‌اند. بر این اساس دامنه‌ای از درجه‌های مقاومت به علف کش کلودینافوپ پروپارژیل در توده‌های یولاف وحشی در

مقایسه با توده حساس مشاهده شد. در این شرایط نیز LD₅₀ توده حساس اختلاف معنی‌داری با توده‌های مقاوم یولاف وحشی داشت. در بین توده‌ها، توده M2 از مرودشت بیشترین مقاومت را به علف کش کلودینافوپ پروپارژیل نشان داد ولی به دلیل حفظ بیش از ۵۰ درصد تعداد بوته‌های زنده مانده نسبت به شاهد، شاخص LD₅₀ و در نتیجه درجه‌ی مقاومت آن برآورد نشد (جدول ۲).

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده از برازش توابع لجستیک سه و چهار پارامتره به داده‌های تعداد بوته زنده مانده توده‌های یولاف وحشی و برآورد شاخص‌های مقاومت در زیست‌سنجی گلدانی با علف کش کلودینافوپ پروپارژیل.

توده	حد پایین (c)	حد بالا (d)	شیب منحنی (b)	$\bar{GR}_{50}(e)$	R^2	\bar{R}/S
M1	—	۸۸/۱۰ (۷/۹۲)ه	-۱/۷۷ (۰/۵۶)	۹۰/۳۹	۰/۹۶	۵/۹۴
M2	۷۵/۸۱ (۰/۸۳)	۱۰۰/۰۲ (۱/۷۶)	-۳/۴۵ (۱/۰۱)	>۷۶۹/۸۲ ^د	۰/۹۸	>۵۰/۶۳
M3	—	۹۴/۱۱ (۹/۵۹)	-۱/۷۷ (۰/۶۴)	۹۷/۵۷	۰/۹۴	۶/۴۲
M4	—	۱۰۱/۳۷ (۶/۱۸)	-۱/۲۰ (۰/۱۹)	۴۹/۱۵	۰/۹۸	۳/۲۳
F2	۲۳/۳۹ (۳/۰۲)	۱۰۰/۷۰ (۶/۶۰)	-۴/۶۳ (۱/۵۳)	۲۷/۵۷	۰/۹۸	۱/۸۱
F3	—	۹۵/۸۴ (۱/۵۳)	-۵/۰۵ (۰/۶۹)	۷۶۹/۸۲	۰/۹۹	۵۰/۶۳
S1	۱۵/۳۵ (۴/۷۵)	۹۶/۸۱ (۲/۰۹)	-۶/۳۲ (۲/۳۸)	۳۳۸/۴۰	۰/۹۹	۲۲/۲۶
S2	—	۹۹/۹۹ (۰/۰۱)	-۸/۹۱ (۰/۰۱)	۲۴/۱۴	۱/۰۰	۱/۵۹
S3	—	۹۹/۹۹ (۰/۳۸)	-۳/۷۴ (۰/۰۶)	۱۷/۸۹	۰/۹۹	۱/۱۸
S4	—	۹۹/۹۶ (۷/۷۵)	-۰/۷۰ (۰/۱۴)	۳۹/۱۲	۰/۹۶	۲/۵۷
ES	—	۱۰۰/۰۰ (۰/۰۱)	-۷/۷۹ (۰/۰۰)	۱۹/۹۹	۱/۰۰	۱/۳۱
ES4	—	۹۹/۹۶ (۷/۷۵)	-۰/۷۰ (۰/۱۴)	۳۹/۱۲	۰/۹۶	۲/۵۷
ES	—	۹۹/۹۹ (۰/۰۴)	-۴/۹۳ (۰/۰۲)	۱۵/۲۰	۱/۰۰	—

^ا شاخص‌های LD₅₀ غلظتی از کلودینافوپ پروپارژیل هستند که تعداد بوته زنده توده‌ها را به میزان ۵۰٪ کاهش داد.

^ب نسبت‌های R/S بر اساس شاخص‌های LD₅₀ توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد.

^ج توده حساس.

^د بر اساس دامنه‌ی دوز استفاده شده در آزمایش، شاخص‌ها برآورد نشد.

^ه میزان‌های داخل پرانتز نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

بحث

بطور کلی مقایسه توده‌های آزمایش از نظر درجه‌ی مقاومت تعیین شده بر مبنای وزن خشک و تعداد بوته نشان داد که، درجه‌های مقاومت بدست آمده بر اساس تعداد بوته زنده مانده در مقایسه با وزن خشک، در بیشتر توده‌ها به مراتب کوچک‌تر می‌باشد. اما در مورد توده‌های F3 و S1 این روند برعکس بود و این دو توده برترتیب با درجه‌های مقاومت ۵۰/۶۳ و ۲۲/۲۶ بعد از توده M1 بیشترین مقاومت را از نظر زنده‌مانی به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل از خود نشان دادند. در مورد این دو توه واکنش وزن خشک نسبت به تعداد در برابر سمیت علف‌کش مشهودتر بود و بوته‌ها با وجود کاهش وزن، سعی در حفظ بقای خود داشتند و تنها در دوزهای بسیار بالا، مرگ و میر گیاهان اتفاق افتاد. بر این اساس در اغلب آزمایش‌های زیست‌سنجی گلدانی درجه‌ی مقاومت بر مبنای وزن خشک تعیین می‌شود (De'lye, 2005).

بر اساس همین نتایج در حالی که میزان ۱۷/۸۹ گرم ماده موثره در هکتار سبب کاهش ۵۰ درصد تعداد بوته‌های زنده توده S3 نسبت به شاهد شد، این میزان کاهش در تعداد بوته‌های زنده‌مانده برای توده F3 با بالاترین میزان شاخص مقاومت برآورد شده، در دوز ۷۶۹/۸۲ گرم ماده موثره در هکتار اتفاق افتاد.

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف متوالی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در استان فارس باعث مقاوم شدن علف‌هرز یولاف وحشی به این علف‌کش شده است. البته پیش از این (Zand et al., 2006) گزارش‌هایی مبنی بر بروز مقاومت برخی از توده‌های یولاف وحشی به بازدارنده‌های استیل‌کوآنزیم آ کربوکسیلاز در استان‌های خوزستان و فارس ارائه داده‌اند.

با توجه به این آزمایش مقاومت یولاف وحشی به

علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در استان فارس قطعی می‌باشد و احتمال وجود توده‌های یولاف وحشی مقاوم به دیگر علف‌کش‌های بازدارنده استیل‌کوآنزیم آ کربوکسیلاز نیز دور از واقعیت نیست. از این رو بایستی با اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مناسب از گسترش ژن مقاومت به مزارع و مناطق دیگر جلوگیری به عمل آید. استفاده از تناوب و اختلاط علف‌کش‌ها، تناوب زراعی، شخم، آیش و دیگر عملیات مدیریتی بخوبی می‌تواند در پیشگیری و یا به تاخیر انداختن مقاومت به علف‌کش‌ها سودمند باشد و از فشار انتخاب مقاومت برای سایر توده‌ها بکاهد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی بخش تحقیقات علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شد که بدین وسیله از مسئولان محترم کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- Beckie, H. (2006). Herbicide resistance weeds: management tactics and practices. *Weed Technology*, 20: 793-814.
- Beckie, H. J., I. M. Heap., R. J. Smeda and L. M. Hall (2000). Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technology*, 14: 428-445.
- Chhokar, R.S., R.K. Sharam, D.S. Chauhan and A.D. Mongia (2006). Evaluation of herbicide against *Phalaris minor* in wheat in north-western Indian plain. *Weed Research*, 46: 40-49.
- Deihimfard, R. and E. Zand (2005). Evaluating environmental impacts of herbicides on wheat agroecosystems in the provinces of Iran using

- Ritz, C. and J.C. Streibig (2005). Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12: 1-21.
- Seefeldt, S.S., J.E. Jensen and E.P. Fuerst (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9: 218-227.
- Streibig, J.C. (1988). Herbicide bioassay. *Weed Research*, 28: 479-4840.
- Uludag, A., Y. Nemli, A. Tal and B. Rubin (2007). Fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*) in wheat fields in Turkey. *Crop Protection*, 26: 930-935.
- Zand E. and M.A. Baghestani (2002). *Weed Resistant to Herbicide*. Mashhad: Jahad e Daneshgahi press.
- Zand, E., M.A. Baghestani, M. Bitarafan and P. Shimi (2007). *A Guidline for Herbicide in Iran*. Mashhad: Jihad-e- Daneshgahi Press.
- Zand, E., F. Bena Kashani, H.M. Alizadeh, S. Soufizadeh, K. Ramezani, A. Maknali and M. Fereidounpoor (2006). Resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in wild oat (*Avena ludoviciana*). *Iranian Journal of Weed Science*, 2: 17-32.
- Zand, E., M.R. Moosavi, R. Deihimfard, A. Maknali, N. Bagherani, M. Fridonpoor and R. Tabatabaei (2004). A Survey for Determining Weeds Resistance to Herbicides in Some Provinces of Iran. *Environmental Sciences*, 5: 43-53.
- EIQ model. *Environmental Sciences*, 6: 1-9.
- De'lye C. (2005). Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: an update. *Weed Science*, 53: 728-746.
- Dezfoli, M.A. (1997). *Grass Weed of Iran*. Tehran: Center of University Publication.
- Friesen, L.F., T.L. Jones, R.C. Van Acker and I.N. Morrison (2000). Identification of *Avena fatua* populations resistant to imazamethabenz, flamprop, and fenoxaprop-P. *Weed Science*, 48: 532-540.
- Heap, I. (2009). International survey of herbicide resistance weeds. [http:// www.weedscience.com](http://www.weedscience.com).
- Heap, I.M., B.G. Murray, H.A. Loeppky and I.N. Morrison (1993). Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science*, 41: 232-238.
- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger (1977). *The World's Worst weeds: Distribution and Biology*. Honolulu, HI, The University Press of Hawaii. 609p.
- Kern, A.J., C.T. Colliver, B.D. Maxwell, P.K. Fay and W.E. Dyer (1996). Characterization of wild oat (*Avena fatua* L.) populations and an inbred line with multiple herbicide resistance. *Weed Science*, 44: 847-852.
- Montazeri, M., E. Zand and M.A. Baghestani (2005). *Weeds and their Control in Wheat Fields of Iran*. Tehran: Plant Pest & Disease Research Institute Press.

