مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز ایران ۵ (۱۳۸۸) ۱۱- ۱

مقاومت توده‌های یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) به علف‌کش پینوکسادن در استان فارس

حمیدرضا ساسان‌فر[۱*]، اسکندر زند[۲]، محمدعلی باغستانی[۲] و محمدجواد میرهادی[۱]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه زراعت،، تهران، ایران ۲- موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۰۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۵

چکیده

به منظور بررسی مقاومت یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) به علف‌کش پینوکسادن، آزمایش زیست‌سنجی گیاه کامل در بخش تحقیقات علف‌های‌هرز موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی در سال ۱۳۸۷انجام شد. در این آزمایش ۱۲ توده یولاف وحشی مشکوک به مقاومت همراه با یک توده حساس به علف‌کش که از مزارع گندم استان فارس جمع‌آوری شده بودند، در معرض دامنه‌ای از دزهای علف‌کش پینوکسادن شامل ۰/۲۵ تا ۱۶ برابر دز توصیه شده (۴۵ گرم ماده موثره در هکتار)، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان از بروز مقاومت به علف‌کش پینوکسادن، دست کم در هشت توده یولاف وحشی داشت. به طوری که شاخص مقاومت توده‌ها بر مبنای وزن خشک و تعداد بوته زنده مانده به ترتیب در دامنه‌ای از ۲/۲۱ تا ۲۶/۸۹ و ۱/۴۳ تا ۱۸/۴۸ برآورد شد. توده‌های F2، S2، S4 و ES4 با بدست آوردن شاخص‌های بیشتر از ۱۲، بالاترین مقاومت را به پینوکسادن نشان دادند. در حالی که توده‌های M2 و ES نسبت به این علف‌کش حساسیت زیادی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: شاخص مقاومت، مقاومت به علف‌کش، وزن خشک.

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

مقدمه

یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.) از مهمترین علف‌های‌هرز خانواده گندمیان (*Poaceae*) محسوب می‌شود (Dezfoli, 1997). این گیاه به دلیل سازگاری با شرایط گوناگون زیستی و اکولوژیکی در بیشتر استان‌های ایران به صورت علف‌هرز یافت می‌شود (Montazeri *et al*., 2005).

بازدارنده‌های استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (ACCase) از گروه‌های مهم و موثر علف‌کشی می‌باشند (Délye, 2005) که بصورت انتخابی برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ مانند یولاف وحشی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Friesen *et al*., 2000). این گروه شامل دو خانواده آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (APP) و سیکلوهگزانیدیون (CHD) بوده که بطور عمومی با عنوان "فوپ" و "دیم" نیز شناخته می‌شوند (Délye, 2005). به تازگی خانواده فنیل‌پیرازولین نیز به این گروه از علف‌کش‌ها اضافه شده است که با عنوان "دِن" شناخته می‌شود (Porter *et al*., 2005). علف‌کش پینوکسادن که بصورت پس‌رویشی برای کنترل باریک‌برگ‌های مختلف بویژه یولاف وحشی بکار می‌رود، متعلق به همین خانواده است (Hofer *et al*., 2006). در ایران نیز علف‌کش پینوکسادن در سال‌های اخیر بمنظور کنترل یولاف وحشی و دیگر باریک‌برگ‌های مشکل‌ساز در مزراع گندم و جو، به ثبت رسیده است (Zand *et al*., 2007).

از زمان ورود بازدارنده‌های ACCase در اواخر دهه ۱۹۷۰، علف‌کش‌های این گروه بطور گسترده برای کنترل باریک‌برگ‌های مختلف در سراسر جهان استفاده شده‌اند (Devine & Shimabukuro, 1994). اما کاربرد متوالی این علف‌کش‌ها سبب بروز مقاومت در علف‌های‌هرز باریک‌برگ شده است (Heap, 2010). اولین مورد مقاومت به بازدارنده‌های استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز در گونه‌ی *Avena ludoviciana* در سال ۱۹۹۲ در ایتالیا گزارش شد. تا اوایل سال ۲۰۱۰ میلادی، بروز مقاومت در ۵۳ بیوتیپ یولاف وحشی (*Avena* sp.) به بازدارنده‌های ACCase و در برخی گونه‌ها مقاومت عرضی و چندگانه نیز گزارش شده است (Heap, 2010).

گسترش آلودگی باریک‌برگ‌های مقاوم به بازدارنده‌های ACCase در مناطق مختلف، علاوه بر تحمیل هزینه‌های شدید اقتصادی، سبب محدودیت میزان دسترسی به علف‌کش‌های موثر جهت کنترل این گونه‌ها را در پی داشته است (Tal *et al*., 2000).

براساس پژوهش زند و همکاران (Zand *et al*., 2004) تا سال ۱۳۷۶ موردی از مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها در ایران گزارش نشده است. برای اولین بار در سال ۱۳۸۳مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل (یک بازدارنده ACCase) در استان خوزستان گزارش شد (Zand *et al*., 2006). پس از آن گزارش‌های دیگری نیز از وجود بیوتیپ‌های مقاوم به این گروه از علف‌کش‌ها بازدارنده ACCase در برخی از مناطق کشور ارائه شد (Benakashani *et al*., 2006; Rastgoo *et al*., 2006; Elahifard *et al*., 2008; Gharekhloo *et al*., 2008; Sasanfar *et al*., 2009).

همان گونه که پیش‌تر اشاره شد، بروز مقاومت عرضی به بازدارنده‌های ACCase در برخی از باریک‌برگ‌ها به ویژه یولاف وحشی، از دیگر چالش‌های مربوط به مصرف این گروه از علف‌کش‌ها است. تا جایی که الگوهای مختلفی از مقاومت عرضی به علف‌کش‌های فوپ و دیم در بین توده‌های مقاوم گزارش شده است (Bourgeois *et al*., 1997). الوداگ و همکاران (Uludag *et al*., 2008) مقاومت عرضی به علف‌کش‌های فنوکساپروپ، دیکلوفوپ، کوئیزالوفوپ و پینوکسادن را در برخی توده‌های یولاف وحشی گزارش کردند. قرخلو و همکاران (Gharekhloo *et al*., 2008) نیز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل و دیکلوفوپ را در برخی توده‌های فالاریس جمع‌آوری شده از استان‌های فارس و گلستان گزارش کردند.

با توجه به سابقه‌ی مصرف (بیش از ۱۰ سال) بازدارنده‌های ACCase در مزارع گندم استان فارس، در سال‌های گذشته نارضایتی برخی از کشاورزان در خصوص کاهش کارآیی برخی از علف‌کش‌های این گروه در کنترل یولاف وحشی گزارش شده است (Deihimfard & Zand, 2005). از آنجایی که توده‌های یولاف وحشی آزمایش پیش‌تر در معرض علف‌کش پینوکسادن قرار نگرفته بودند، از اینرو این پژوهش با هدف بررسی احتمال بروز مقاومت توده‌های یولاف وحشی به این علف‌کش و کارآیی آن در کنترل توده‌های یولاف وحشی مشکوک به مقاومت انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذرها

مواد گیاهی آزمایش شامل ۱۳ توده یولاف وحشی بودکه با نظارت بخش تحقیقات علف‌های‌هرز در سال ۱۳۸۵ از مزارع گندم استان فارس جمع‌آوری شدند. در بین توده‌های جمع‌آوری شده، ۱۲ توده مشکوک (بر اساس گزارش سازمان حفظ نباتات منطقه) به مقاومت به یکی از علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل، دیکلوفوپ یا فنوکساپروپ و یک توده حساس به علف‌کش بودند (جدول ۱). بطورکلی در جمع‌آوری بذرها، شاخص‌هایی از قبیل سابقه‌ی مصرف علف‌کش‌ها در مزرعه، مشکوک بودن کشاورزان یا پژوهشگران به وجود یولاف وحشی مقاوم و آلودگی مزرعه به یولاف وحشی پس از کاربرد بازدارنده‌های ACCase، مورد توجه قرار گرفت. بذر توده حساس به علف‌کش نیز از مناطقی جمع‌آوری شد که پیش از این سابقه‌ای از مبارزه شیمیایی نداشت (Beckie *et al*., 2000; Zand & Baghestani, 2002).

توده‌های جمع‌آوری شده از هر مزرعه بمنظور خشک شدن درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به آزمایشگاه بخش تحقیقات علف‌های‌هرز موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل و نامگذاری شدند (جدول ۱).

جدول ۱. تاریخچه زراعی و مصرف علف‌کش (باریک‌برگ‌کش) از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ در مناطقی که توده‌های یولاف وحشی از آنجا جمع‌آوری شدند.

Table 1. Herbicide use (graminicide) and cropping history from 2000 to 2006 at the locations where winter wild oat populations were collected.

Population	Location	Crops planted	Herbicide applied
M1	**Marv Dasht**	Wheat-corn	Clodinafop (6 yr)
M2	**Marv Dasht**	Wheat-corn-oilseed rape	Clodinafop (3 yr), fenoxaprop (2 yr), sethoxydim (1 yr)
M3	**Marv Dasht**	Wheat-corn	Clodinafop (4 yr), fenoxaprop (2 yr)
M4	**Marv Dasht**	Wheat-corn	Not available
F2	**Fasa**	Wheat-corn	Clodinafop (4 yr), fenoxaprop + clodinafop (1 yr), fenoxaprop (1 yr)
F3	**Fasa**	Wheat-corn	Clodinafop (4 yr), clodinafop + fenoxaprop (1 yr), fenoxaprop (1 yr)
S1	**Sepidan**	Wheat-corn	Not available
S2	**Sepidan**	Wheat-corn-barley-onion	Clodinafop (2 yr), fenoxaprop (2 yr), fenoxaprop + difenzoquat (1 yr)
S3	**Sepidan**	Wheat-corn-rice	Clodinafop (4 yr), diclofop (2 yr)
S4	**Sepidan**	Wheat-corn	Not available
ES	**Estahban**	Wheat-corn	Clodinafop (2 yr)
ES4	**Estahban**	Wheat-corn-oilseed rape	Clodinafop (4 yr), sethoxydim (1 yr)
S [a]	**Sepidan**	–	–

[a] توده حساس پیش از این در معرض کاربرد علف‌کش قرار نگرفته بود.

[a] The susceptible population has never been treated with any herbicide.

آزمایش واکنش به دز (زیست سنجی گیاه کامل)

جهت انجام آزمایش لازم به حذف خواب از بذر توده‌های یولاف وحشی بود، تا جوانه‌زنی و در نتیجه سبز شدن یکنواختی از بذرها حاصل شود. در این خصوص بذر توده‌های یولاف وحشی توسط دست پوست‌کنی شده و پوشینه‌ها شامل لما و پالهآ از بذرها جدا شدند (Beckie *et al*., 2000). سپس بذرها داخل پتری دیش‌های 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. به منظور شبیه‌سازی شرایط لازم جوانه‌زنی، بذور به مدت سه روز داخل ژرميناتور در شرایط ١٦ ساعت نور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند (Beckie *et al*., 2000). پس ازسپری شدن این مدت و با مشاهده اولین نشانه‌های خروج ریشه‌چه، بذرهایی که طول ریشه آن‌ها ۱ تا ۲ میلی‌متر بود جهت کشت به گلخانه منتقل شدند.

بذرهای جوانه‌زده در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتی‌متر و حجم حدود ۵۰۰ میلی‌لیتر که حاوی یک قسمت رس، یک قسمت شن و یک قسمت کود دامی پوسیده همراه با مقداری پرلیت بودند، کشت شدند. طوری که در هر گلدان ۱۰ عدد بذر، با در نظر گرفتن فاصله مناسب در عمق ۱/۵ سانتی‌متری خاک قرار گرفت. سپس گلدان‌های کشت شده در گلخانه‌ای با شرایط ١٦ 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 هزار) نیز در طی دوره رشدی گیاه در گلدان‌ها توزیع شد.

بمنظور بررسی و تعیین شاخص‌های مقاومت توده‌های یولاف وحشی به علف‌کش پینوکسادن، آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و با پنج تکرار انجام شد. به این صورت که هر یک از توده‌های یولاف وحشی در معرض دزهای مختلف علف‌کش پینوکسادن مورد بررسی قرار گرفتند. در ضمن برای هر توده، گلدان‌های بدون سمپاشی بعنوان شاهد در نظر گرفته شد تا امکان بیان داده‌های آزمایش بصورت درصد از شاهد فراهم شود.

پیش از سمپاشی بمنظور کاهش قدرت رقابتی، تعداد بوته‌های داخل هر گلدان به ۸ عددکاهش یافت. تیمار علف‌کش حدود چهار هفته پس از کاشت در مرحله ۲ تا ٤ برگی یولاف وحشی توسط دستگاه سمپاش ثابت خودکار دارای نازل بادبزنی یکنواخت با حجم کاربرد ۲۰۰ لیتر در هکتار و فشار ۲ بار اعمال شد. هشت دز (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ٤، ۸ و ١٦ برابر دز توصیه شده) از علف‌کش پینوکسادن ۱۰٪ EC (با مقدار توصیه شده ٤۵۰ میلی‌لیتر در هکتار معادل ٤۵ گرم ماده موثره در هکتار) استفاده شد. بر این اساس مقدار ماده موثره بکار رفته برای این دزها ۰، ۱۱/۲۵، ۲۳/۵، ٤۵، ۹۰، ۱۸۰، ۳٦۰ و ۷۲۰ گرم در هکتار بودند.

در هفته چهارم پس از سمپاشی تعداد گیاهان زنده مانده در هر گلدان یاداشت و بصورت درصد گیاهان باقی‌مانده 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 و پس از قرار گرفتن در آون به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. براساس تعداد و وزن خشک کل بوته‌های داخل هر گلدان، وزن خشک اندام هوایی تک بوته برای هر توده بدست آمد. سپس درصد وزن خشک تک بوته‌ی توده تیمار شده با علف‌کش، نسبت به شاهد خودش (تیمار نشده از همان توده) محاسبه شد (Beckie *et al*., 2000). برای بدست آوردن منحنی‌های واکنش به دز توده‌های مقاوم و توده حساس به علف‌کش، معادله‌ی چهار پارامتره لجستیک (معادله ۱) به داده‌های مورد نظر توسط نرم افزار SigmaPlot (Ver.11) برازش داده شد (Streibig,1988؛ Seefeldt *et al*., 1995).

$$y= c + ((d - c) / 1 + \exp \{b [\log (x) - \log (e)]\})$$ (معادله ۱)

در این معادله، y متغیر وابسته (تعداد بوته زنده مانده یا وزن خشک بصورت درصد از شاهد تیمار نشده با علف‌کش)، x غلظت علف‌کش، c پایین‌ترین حد واکنش توده (وزن خشک یا تعداد بوته)، d بالاترین حد واکنش توده، b شیب خط، e مقدار ED_{50} یا دزی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد کاهش در شاخص مورد مطالعه نسبت به شاهد می‌شود، می‌باشند.

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

شاخص مقاومت توده‌ها از نسبت ED_{50} توده مقاوم (R) بر ED_{50} توده حساس (S) بدست آمد و بصورت نسبت R/S بیان شد (Beckie *et al.*, 2000).

نتایج و بحث

تاثیر دزهای پینوکسادن بر وزن خشک توده‌ها

بررسی روند واکنش وزن خشک توده‌های یولاف وحشی به دزهای مختلف علف‌کش پینوکسادن با استفاده از برازش معادله‌های لجستیک نشان داد که توده‌های مختلف یولاف وحشی واکنش‌های متفاوتی به دزهای مختلف علف‌کش پینوکسادن نشان داده‌اند (شکل ۱). بر این مبنا از کل توده‌های یولاف وحشی، هشت توده به علف‌کش پینوکسادن مقاومت نشان دادند که تفاوت میان منحنی‌های واکنش به دز بیانگر بروز مقاومت با درجه‌های مختلفی در بین این توده‌ها بود (شکل ۱). پارامترهای بدست آمده از توابع لجستیک نیز موید این تفاوت‌ها بود (جدول ۲).

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تفاوت‌های عمده‌ای بین GR_{50} توده حساس و توده‌های مقاوم وجود دارد. در بین توده‌های یولاف وحشی، توده‌های S2 و S4 به ترتیب با شاخص‌های (نسبت R/S) ۲۷/۸۱ و ۲۶/۸۹ بیشترین بطور معمول 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 میزان پارامتر c از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با صفر نداشت، از معادله سه پارامتره لجستیک (معادله ۲) برای برازش به داده‌ها استفاده شد (Ritz & Streibig, 2005).

مقاومت را به علف‌کش پینوکسادن نشان دادند. به طوری که این توده‌ها حتی در دز چهار برابر توصیه شده (میزان ۱۸۰ گرم ماده موثره در هکتار) توانستند نزدیک به ۵۰ درصد از وزن خشک خود را نسبت به شاهد حفظ کنند. در حالی که میزان ٦/۷۸ گرم ماده موثره در هکتار باعث ۵۰ درصد کاهش در وزن خشک توده حساس (S) شد. این مقدار کاهش برای توده‌های S2 و S4 بترتیب در میزان ۱۸۸/۵۸ و ۱۸۲/۳۵ گرم ماده موثره در هکتار اتفاق افتاد (جدول ۲). از دیگر توده‌هایی که در این آزمایش مقاومت بالایی به علف‌کش پینوکسادن نشان دادند، می‌توان به توده‌های F2 و ES4 با درجه‌های مقاومت ۱۸/۱۵ و ۱۸/۲٤ برابر (نسبت به توده حساس) اشاره کرد.

توده‌های M1 وM3 با بدست آوردن شاخص‌های به ترتیب ٦/٤۳ و ٦/٤۷ نسبت به سایر توده‌ها مقاومت متوسطی را به علف‌کش پینوکسادن نشان دادند. توده‌های S3 و F3 با شاخص‌های مقاومت به ترتیب ۲/۲۱ و ۳/۵۸ پایین‌ترین مقاومت را در بین توده‌ها به این علف‌کش نشان دادند. قابل ذکر است که سطح مقاومت توده‌های مختلف یولاف وحشی به بازدارنده‌های ACCase از ۰ تا ۳۰۰ گزارش شده است (Heap *et al.*, 1993).

جدول ۲. شاخص مقاومت و پارامترهای برآورد شده از برازش توابع لجستیک به داده‌های وزن خشک توده‌های یولاف وحشی در زیست‌سنجی گیاه کامل با علف‌کش پینوکسادن.

Table 2. Resistance index and estimated parameters of the logistic functions fitted to the dry weight data of wild oat biotypes in the whole plant bioassay with pinoxaden.

توده	حد پایین (c)	حد بالا (d)	شیب منحنی (b)	GR_{50}(e) [a]	R^2	R/S [b]
M1	—	98.96 (4.65)	-0.92 (0.11)	43.60	0.99	6.43
M2	—	99.97 (3.39)	-0.29 (0.05)	1.90	0.99	0.28
M3	—	100.11 (2.93)	-0.62 (0.05)	43.85	0.99	6.47
M4	—	100.16 (5.46)	-0.48 (0.10)	6.07	0.98	0.90
F2	—	107.81 (6.17)	-1.22 (0.23)	123.05	0.97	18.15
F3	24.64 (7.00) [d]	100.79 (8.76)	-1.23 (.66)	24.29	0.94	3.58
S1	—	100.05 (3.08)	-0.31 (0.04)	6.87	0.99	1.01
S2	27.77 (7.13)	116.03 (4.87)	-5.71 (4.41)	188.58	0.97	27.81
S3	21.42 (2.19)	100.09 (4.64)	-3.26 (0.87)	14.97	0.99	2.21
S4	15.58 (5.22)	99.17 (2.54)	-2.53 (0.57)	182.35	0.99	26.89
ES	—	99.93 (4.12)	-0.27 (0.06)	2.57	0.98	0.38
ES4	18.02 (6.19)	91.71 (4.25)	-3.82 (.60)	123.64	0.97	18.24
S[c]	14.18 (0.99)	100.00 (24)	-1.10 (0.15)	6.78	0.99	—

[a] شاخص GR_{50} غلظتی از پینوکسادن است که وزن خشک را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. دز توصیه شده، ٤٥ گرم ماده موثره در هکتار می‌باشد.

[b] نسبت‌های R/S براساس شاخص GR_{50} توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد.

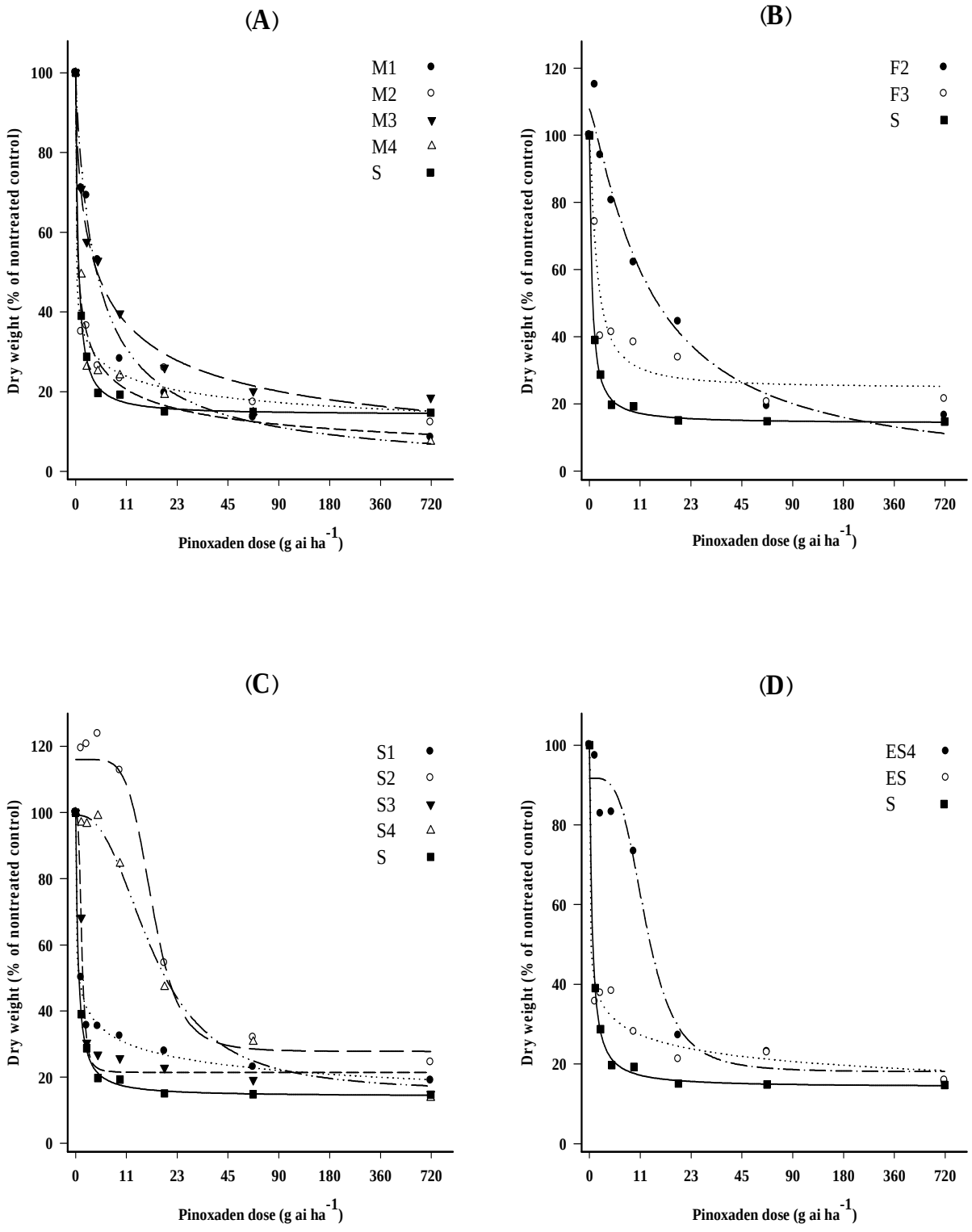
[c] توده حساس

[d] اعداد داخل پرانتز میزان خطای استاندارد می‌باشند.

[a] GR_{50} value is the pinoxaden concentration that reduced dry weight by 50%. The recommended use rate is 45 g ai ha^{-1}.
[b] R/S ratios were calculated based on GR_{50} values of populations relative to the susceptible population.
[c] Susceptible population
[d] Values in parenthesis are standard error.

در این آزمایش برمبنای وزن خشک، توده‌های S1، M2، M4 و ES نسبت به علف‌کش پینوکسادن حساسیت نشان دادند. بطوری که این توده‌ها در دز توصیه شده کنترل شدند و وزن خشک آن‌ها نسبت به شاهدهای خود (تیمار نشده با علف‌کش) به شدت کاهش یافت. در این بین، توده‌های M2، ES و M4 بترتیب با بدست آوردن شاخص‌های ۰/۲۸، ۰/۳۸ و ۰/۹۰ حساسیت بسیار زیادی به علف‌کش پینوکسادن نشان دادند. بطوری که حساسیت این توده‌ها حتی از توده حساس به علف‌کش نیز شدیدتر بود. در بررسی اولوداگ و همکاران (Uludag *et al*., 2007) نیز چهار توده یولاف وحشی حساسیت بیشتری به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در مقایسه با توده حساس نشان دادند. توده S1 نیز با بدست آوردن شاخص ۱/۰۱ واکنش مشابهی با توده حساس از نظر حساسیت به علف‌کش پینوکسادن نشان داد.

از نکات قابل اشاره در آزمایش این که دو توده F2 و S2 در دزهای پایین علف‌کش حالت هوموزیس نشان دادند. طوری که وزن خشک تولیدی این توده‌ها در دزهای پایین از شاهد بیشتر بود. لازم به ذکر است که وزن خشک توده‌ها در دزهای بالاتر روند نزولی بخود گرفت. در هر حال این عامل باعث بالا رفتن شاخص مقاومت در توده‌های F2 و S2 شد (جدول ۲).



شکل ۱. تاثیر دزهای علف‌کش پینوکسادن بر وزن خشک توده‌های یولاف وحشی مشکوک و حساس (S) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های مرودشت (A)، فسا (B)، سپیدان (C) و استهبان (D) در زیست‌سنجی گیاه کامل.

Figure 1. Effect of pinoxaden dosages on dry weight of unknown resistance and susceptible (S) biotypes of wild oat collected from counties of Marv Dasht (A), Fasa (B), Estahban (C) and Sepidan (D) in whole plant bioassay.

تاثیر دزهای پینوکسادن بر تعداد بوته زنده‌مانده توده‌ها

برازش تعداد بوته زنده‌مانده توده‌های یولاف وحشی به دزهای علف‌کش پینوکسادن با استفاده از معادله‌های لجستیک، نشان دهنده واکنش‌های متفاوت توده‌های آزمایش به این علف‌کش بود. بر این اساس شاخص‌های مقاومت مختلفی در توده‌های یولاف وحشی در مقایسه با توده حساس مشاهده شد (جدول ۳).

بر مبنای تعداد بوته زنده‌مانده، توده‌های ES4، S4، S2، M1، F2 و M3 بترتیب با شاخص‌های ۱۸/۴۸، ۱۵/۴۹، ۱۴/۲۶، ۱۳/۴۶، ۱۲/۴۱ و ۵/۴۰ برابر نسبت به توده حساس، بالاترین مقاومت را به علف‌کش پینوکسادن نشان دادند. در حالی که میزان ۸/۶۰ گرم ماده موثره در هکتار از علف‌کش پینوکسادن باعث کاهش تعداد بوته‌های زنده توده حساس بمیزان ۵۰ درصد (LD_{50}) نسبت به شاهد شد، همین مقدار کاهش برای توده‌های S2، S4 و ES4 بترتیب در میزان‌های ۱۲۲/۶۳، ۱۳۳/۱۲ و ۱۵۸/۹۰ گرم ماده موثره در هکتار رخ داد (جدول ۳). توده‌های F3، M4، S1 وS3 نیز به علف‌کش پینوکسادن مقاومت نشان دادند. شاخص‌های مقاومت این توده‌ها به ترتیب ۲/۳۳، ۱/۹۴، ۱/۷۸ و ۱/۴۳ برآورد شد که نسبت به سایر توده‌های مقاوم، پایین‌تر بود (جدول ۳).

همانند نتایج وزن خشک، بر مبنای تعداد بوته زنده‌مانده نیز توده‌های M2 و ES به ترتیب با شاخص‌های ۰/۱۶ و ۰/۹۱ حساسیت شدیدتری به علف‌کش پینوکسادن در مقایسه با توده حساس از خود نشان دادند. بطوری که توده ES در دز ۱۱/۲۵ گرم ماده موثره در هکتار (۰/۲۵ توصیه شده)، تنها توانست ۵ درصد از بوته‌های زنده خود را نسبت به شاهد حفظ کند. در کل مقایسه توده‌های آزمایش از نظر درجه‌ی مقاومت تعیین شده بر مبنای وزن خشک و تعداد بوته نشان داد که درجات مقاومت بدست آمده بر اساس تعداد بوته زنده‌مانده در مقایسه با وزن خشک، در بیشتر توده‌ها به مراتب پایین‌تر می‌باشد.

جدول ۳. شاخص مقاومت و پارامترهای برآورد شده از برازش توابع لجستیک به داده‌های بوته زنده‌مانده توده‌های یولاف وحشی در زیست‌سنجی گیاه کامل با علف‌کش پینوکسادن.

Table 3. Resistance index and estimated parameters of the logistic functions fitted to the survival data of wild oat populations in the whole plant bioassay with pinoxaden.

توده	حد بالا (d)	شیب منحنی (b)	LD_{50}(e) [c]	R^2	R/S [b]
M1	89.62 (3.13) [d]	-5.64 (1.56)	115.73	0.99	13.46
M2	99.99 (0.53)	-1.38 (0.30)	1.37	0.99	0.16
M3	92.36 (7.68)	-2.37 (0.80)	46.44	0.98	5.40
M4	100.54 (4.40)	-4.66 (0.76)	16.69	0.99	1.94
F2	98.32 (0.65)	-2.70 (0.10)	106.72	0.99	12.41
F3	101.63 (2.96)	-4.65 (.87)	20.02	0.99	2.33
S1	100.00 (0.00)	-9.53 (0.00)	15.32	1	1.78
S2	99.48 (1.72)	-3.59 (0.38)	122.63	0.99	14.26
S3	99.97 (0.84)	-3.10 (0.11)	12.31	0.99	1.43
S4	97.17 (1.74)	-6.72 (1.03)	133.12	0.99	15.49
ES	99.99 (0.72)	-2.41 (0.15)	7.81	0.99	0.91
ES4	100.09 (0.89)	-9.39 (5.98)	158.90	0.99	18.48
S[c]	99.97 (0.01)	-1.68 (0.09)	8.60	0.99	—

[a] شاخص LD_{50} غلظتی از پینوکسادن است که بوته زنده را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. دز توصیه شده، ۴۵ گرم ماده موثره در هکتار می‌باشد.

[b] نسبت‌های R/S براساس شاخص LD_{50} توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد.

[c] توده حساس

[d] اعداد داخل پرانتز میزان خطای استاندارد می‌باشند.

[a] GR_{50} value is the pinoxaden concentration that reduced survival by 50%. The recommended use rate is 45 g ai ha^{-1}.
[b] R/S ratios were calculated based on GR_{50} values of populations relative to the susceptible population.
[c] Susceptible population
[d] Values in parenthesis are standard error.

بطورکلی نتایج این آزمایش نشان داد برخی توده‌های یولاف وحشی در استان فارس به علف‌کش پینوکسادن مقاومت دارند. این در حالی می‌باشد که این علف‌کش تاکنون هیچ سابقه مصرفی در مزراعی که توده‌های یولاف وحشی از آنجا جمع‌آوری شده بودند نداشت. البته با توجه به سابقه مزارع نمونه‌برداری شده در زمینه مصرف بازدارنده‌های ACCase (جدول ۱) این امکان دور از واقعیت نیست که این توده‌ها به سایر علف‌کش‌های این خانواده که نحوه عمل مشابهی دارند، مقاومت نشان دهند. از آنجایی که خطر بروز مقاومت به بازدارنده‌های ACCase بین پنج تا هفت سال یا بار، کاربرد متوالی عنوان شده است (Beckie *et al.*, 2007)، از اینرو فشار انتخاب ناشی از مصرف سایر بازدارنده‌های ACCase می‌تواند سبب بروز مقاومت به علف‌کش پینوکسادن نیز شود (Kuk *et al.*, 2008). البته پیش از این ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar *et al.*, 2009) وجود برخی توده‌های یولاف وحشی مقاوم به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل را در استان فارس گزارش کرده‌اند. همچنین راستگو و همکاران (Rastgoo *et al.*, 2006) بروز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل، دیکلوفوپ یا فنوکساپروپ را در برخی توده‌های یولاف وحشی استان خوزستان گزارش کردند. قرخلو و همکاران (Gharekhloo *et al.*, 2008) مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase را در برخی توده‌های فالاریس جمع‌آوری شده از استان‌های فارس و گلستان گزارش کردند. الوداگ و همکاران (Uludag *et al.*, 2008) مقاومت به علف‌کش پینوکسادن را با شاخص ۱۶/۱ در یک توده یولاف وحشی گزارش کرده‌اند. مقاومت به پینوکسادن در برخی توده‌های فالاریس نیز تایید شده است (Kuk *et al.*, 2008).

در کل نتایج این پژوهش بیانگر این واقعیت می‌باشد که مصرف متوالی علف‌کش‌های بازدارنده ACCase سبب مقاومت برخی توده‌های یولاف وحشی به علف‌کش پینوکسادن نیز شده است، که بالا بودن شاخص مقاومت در برخی توده‌ها اشاره به عدم تاثیر حتی دزهای بالای این علف‌کش دارد. بجز برخی توده‌ها (M2 و ES) که با این علف‌کش کنترل شدند، برای کنترل سایر توده‌ها بایستی از علف‌کش‌های دیگر یا سایر روش‌های مدیریت استفاده گردد. البته احتمال مقاومت عرضی توده‌ها به علف‌کش‌های دیگری از بازدارنده ACCase نیز می‌رود که بایستی بررسی شود. در هر حال با اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مناسب بایستی از گسترش مقاومت جلوگیری به عمل آید و در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی، فشار انتخاب برای عواملی نظیر مقاومت به علف‌کش‌ها را کاهش داد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت بخش علف‌های‌هرز موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شد که بدین وسیله از مسئولین محترم کمال سپاسگزاری را داریم.

منابع

Beckie, H. J. 2007. Beneficial management practices to combat herbicide-resistant grass weeds in the northern Great Plains. Weed Technol. 21:290-299.

Beckie, H. J., Heap, I. M., Smeda, R. J. and Hall, L. M. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. Weed Technol. 14:428-445.

Benakashani, F., Zand, E. and Alizadeh, H. M. 2006..Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) biotype to clodinafop-propargil herbicide. App. Ent. Phytopath. 74:127–150. [In Persian with English Summary].

Bourgeois, L., Kenkel, N. C. and Morrison, I. N. 1997. Characterization of cross-resistance patterns in acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*). Weed Sci. 45:750–755.

Deihimfard, R, and Zand, E. 2005. Evaluating environmental impacts of herbicides on wheat agro ecosystems in the provinces of Iran using EIQ model. Environmental Sci. 6:1-9.

Délye, C. 2005. Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: An update. Weed Sci. 53:728-746.

Devine, M. D. and Shimabukuro, R. H. 1994. Resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides. Pages 141–169 *in* S. B. Powles and J. A. M. Holtum, eds. Herbicide Resistance in Plants. CRC. Boca Raton, FL.

Dezfoli, M. A. 1997. Grass Weed of Iran. Center of University Publication. 276 p. Tehran

Elahifard, E., Rashed, M. H. Zand, E. and Nassiri, M. 2008. The investigation of the resistance against fenoxaprop-P-ethyl herbicide in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14:123-133. [In Persian with English Summary].

Friesen, L. F., Jones, T. L. Van Acker, R. C. and Morrison, I. N. 2000. Identification of *Avena fatua* populations resistant to imazamethabenz, flamprop, and fenoxaprop-P. Weed Sci. 48:532-540.

Gherekhloo, J., Nassiri, M. H. M., Zand, E., Ghanbari, A. and De Prado, R. 2008. Greenhouse assay to investigate resistance of littleseed canary grass (*Phalaris minor*) to aryloxyphenoxy propionate herbicides. Iranian J. Agron. Res. 6:353-361. [In Persian with English Summary].

Heap, I. 2010. International survey of herbicide resistant weeds. http://www.weedscience.com. Accessed: June 07, 2010.

Heap, I. M., Murray, B. G., Loeppky, H. A. and Morrison, I. N. 1993. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in wild oat (*Avena fatua*). Weed Sci. 41:232-238.

Hofer, U., Muehlebach, M., Hole, S. and Zoschke, A. 2006. Pinoxaden-for broad spectrum grass weed management in cereal crops. J. Plant Dis. Prot. 20:989-995.

Kuk, Y. T., Burgos, N. R. and Scott, R. C. 2008. Resistance profile of diclofop-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) to ACCase- and ALS-inhibiting herbicides in Arkansas, USA. Weed Sci. 56:614-623.

Montazeri, M., Zand, E. and Baghestani, M. A. 2005. Weeds and their control in wheat fields of Iran: Plant Pest & Disease Research Institute Press. 85 p.

Porter, D. J., Kopec, M. and Hofer, U. 2005. Pinoxaden-a new selective post emergence graminicide for wheat and barley. Weed Sci. Soc. Am. 45:95.

Rastgoo, M., Rashed, M. H., Zand, E. and Nassiri, M. 2006. Resistance of winter wild oat (*Avena ludoviciana*) to aryloxyphenoxy propionate herbicides in wheat fields of Khuzestan province: First screening test. Iranian J. Weed Sci. 2:96-104.

Ritz, C. and Streibig, J. C. 2005. Bioassy analysis using R. J. Statistical Software. 12: 1-21.

Sasanfar H. R., Zand, E. Baghestani, M. A. and Mirhadi, M. J. 2009. Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) populations to clodinafop propargyl herbicide in Fars province. 7:109-118. [In Persian with English Summary].

Seefeldt, S. S., Jensen, J. E. and Fuerst, E. P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technol. 9:218-227.

Streibig, J. C. 1988. Herbicide bioassay. Weed Res. 28:479-4840.

Tal, A., Kotoula-Sykna, E. and Rubin, B. 2000. Seed-bioassay to detect grass weeds resistant to acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides. Crop Prot. 19:467-472.

Uludag, A., Park, K. W., Cannon, J. and. Mallory-Smith, A. 2008. Cross resistance of acetyl-CoA carboxylase (ACCase) inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) biotypes in the Pacific Northwest. Weed Technol. 22:142-145.

Uludag, A., Nemli,Y., Tal, A. and Rubin, B. 2007. Fenoxaprop resistance in sterile wild oat (*Avena sterilis*) in wheat fields in Turkey. Crop Prot, 26:930-935.

Zand, E. and Baghestani.M. A. 2002. Weed resistant to herbicide. Jihad-e-Daneshgahi Press. Mashhad.

Zand, E., Baghestani, M. A., Bitarafan, M. and Shimi, P. .2007. A Guidline for herbicide in Iran. Jihad-e-Daneshgahi Press. Mashhad

Zand, E., Benakashani, F. Alizadeh, H. M., Soufizadeh,S., Ramezani, K., Maknali, A. and Fereidounpoor, M. 2006. Resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in wild oat (*Avena ludoviciana*). Iranian J. Weed Sci. 2:17-32.

Zand, E., Moosavi, M. R., Deihimfard, R., Maknali, A. Bagherani, N. Fridonpoor, M. and Tabatabaei, R. 2004. A survey for determining weeds resistance to herbicides in some provinces of Iranian. Environmental Sci. 5:43-53.

Resistance of Winter Wild Oat (*Avena ludoviciana*) Biotypes to Pinoxaden in Fars Province

Hamid Reza Sasanfar,[1] Eskandar. Zand,[2] Mohammad Ali Baghestani[2] and Mohammad Javad Mirhadi

[1] Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

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

ABSTRACT

To evaluate the resistance of winter wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes to pinoxaden, Whole plant bioassay experiment was conducted at Department of Weed Science, Plant Protection Institute, in 2008. Twelve putative resistant and one susceptible populations that had been collected from wheat fields of Fars province were surveyed in a dose-response experiment. All populations were exposed to a range of pinoxaden dosages including 0.25 to 16 times the recommended dose (45 g a.i. ha^{-1}). Results indicated that herbicide resistance was occurred in major of winter wild oat populations. The resistance index based on dry weight and plant survival was estimated in the range from 2.21 to 26.89 and 1.43 to 18.48, respectively. Four of 12 populations (F2, S2, S4 and ES4) showed high resistant to pinoxaden with resistance ratio >12 fold greater than the susceptible population. But the populations of M2 and ES indicated intense sensitivity to pinoxaden.

Key words: Dry weight, herbicide resistance, resistance index.