

شناسایی توده‌های مقاوم یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Dur) به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس و تهیه نقشه پراکنش آن‌ها

شهناز طاطاری^۱، جاوید قرخلو^{۲*}، آسیه سیاهمرگویی^۳ و حسین کاظمی^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- *نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران (gherekhloo@gau.ac.ir)

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- استادیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۸

چکیده

به منظور پی‌جویی توده‌های یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Dur) مقاوم به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوفوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل در مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس، آزمایش‌هایی در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر روی ۱۱۵ توده یولاف وحشی زمستانه مشکوک به مقاومت انجام شد. از روش زیست‌سنجی بذر در پتری‌دیش برای تعیین توده‌های مقاوم به بازدارنده‌های استیل‌کوآزیم آکربوکسیلاز (ACCase) استفاده شد. که شامل اعمال غلظت تفکیک‌کننده، غربال توده‌ها توسط غلظت تفکیک‌کننده و آزمون غلظت-پاسخ برای توده‌های مقاوم بود. بر این اساس به ترتیب ۴۸، ۲۷ و ۲۱ توده به علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل، دایکلوفوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل مقاوم بودند. توده‌های مقاوم، شاخص درجه مقاومت متفاوتی به علف‌کش‌های مورد آزمون نشان دادند. بر اساس مقادیر EC_{50} ، توده ۷۴ با شاخص درجه مقاومت ۱/۹۹ کمترین و توده ۶ با شاخص درجه مقاومت ۳۱/۴۲ بیشترین میزان مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل را دارا بودند. همچنین برای علف‌کش دایکلوفوپ متیل، مقادیر EC_{50} از ۲/۸۸ برای توده ۱۰۳ با شاخص مقاومت ۱/۳۴ تا ۱۶/۰۲ برای توده ۹۱ با شاخص درجه مقاومت ۷/۴۵ متفاوت بود. همچنین مقدار EC_{50} برآوردشده به علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل از ۰/۱۲۴ برای توده ۲۰ با شاخص مقاومت ۱/۰۶ تا ۰/۸۶ برای توده ۶ با شاخص درجه مقاومت ۷/۳۵ متغیر بود. بررسی نقشه پراکنش توده‌های مقاوم حاکی از پراکنش یکنواخت این توده‌ها در سطح شهرستان گنبد کاووس بود. وجود مقاومت عرضی در بعضی از توده‌های جمع‌آوری‌شده به علف‌کش‌های مورد بررسی نیز اثبات گردید. نتایج این تحقیق می‌تواند جهت اجرای برنامه‌های صحیح در مدیریت علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش و ممانعت از توسعه این گیاهان به سایر مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: سامانه اطلاعات جغرافیایی، شاخص مقاومت، مدیریت علف‌های هرز مقاوم

مقدمه

خسارت ناشی از این گیاهان در مزارع گندم کشور بسته به اقلیم متفاوت بوده و به‌طور متوسط حدود ۲۳ درصد است (Zand et al., 2004). در مزارع گندم و جو

خسارت ناشی از این علف‌های هرز در محصولات زراعی مختلف در مقایسه با سایر آفات بیشتر است.



در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۸۳، گزارشی مبنی بر وجود مقاومت یولاف وحشی به علف کش‌های دایکلو فوب متیل، فنوکسا پروپ پی اتیل و کلودینا فوب- پروپارزیل (به ترتیب ۲۴، ۱۲ و ۱۰ سال پس از ثبت این علف کش‌ها در کشور) از استان خوزستان ارائه گردید (Zand et al., 2007).

از آن پس گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود مقاومت در علف‌های هرز باریک برگی مانند یولاف وحشی، فالاریس و چچم به این گروه از علف کش‌ها منتشر گردید (Banakashani et al., 2007; Banakashani, 2005; Gherekhloo et al., 2010; Kalami et al., 2014; Miri and Momtazi, 2014; Najari Kalantari et al., 2013; Rastgoo et al., 2009; Rastgoo, 2006) که نشان‌دهنده سرعت بالای گسترش این پدیده بوده و بر لزوم تجدیدنظر در مورد مصرف غیر اصولی این نهاده‌های شیمیایی و ارائه راهکارهای مدیریتی جدید و صحیح از جمله اعمال تناوب زراعی، اجرای تناوب علف کش‌های با نحوه عمل متفاوت، استفاده از اختلاط علف کش‌ها، به کارگیری برنامه‌های مدیریتی تلفیقی علف‌های هرز و ... تأکید می‌نمایند. اولین گام در جهت تدوین یک برنامه مدیریتی صحیح در مهار گیاهان هرز مقاوم به علف کش، شناسایی گیاهان هرز مقاوم در مناطق مختلف و مشخص نمودن علف کش‌های پرخطر از این نظر است. از این رو در این تحقیق به شناسایی توده‌های مقاوم یولاف وحشی زمستانه به علف کش‌های بازدارنده ACCase در مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. نمونه برداری از سطح مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس انجام شد. این شهرستان با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه طول و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه عرض در قسمت شمالی استان گلستان واقع شده است.

استان گلستان، ۵۲ گونه علف هرز متعلق به ۱۸ خانواده گیاهی شناسایی شده است (Bagherani, 2014). در بین این گونه‌ها، یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Dur. از پراکنش نسبتاً یکنواختی در کل استان برخوردار بوده و به عنوان مهم‌ترین علف هرز باریک برگ مزارع گندم این استان به شمار می‌آید (Zand et al., 2004). این علف هرز از طریق رقابت و آلودگاتی، عملکرد دانه و حتی درصد پروتئین دانه غلات را کاهش داده و اختلاط بذور آن با بذور غلات در زمان برداشت سبب افت ارزش تجاری و کیفیت غله تولیدشده، می‌گردد (Abrahimpour Noorabady et al., 2006)

روش‌های کنترل علف‌های هرز شامل کنترل فیزیکی، مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی است. اما از آنجایی که در گندم عملیات وجین معمول نبوده و روش‌های مکانیکی مبارزه با علف‌های هرز نیز کارایی ندارند، بنابراین برای مدیریت آن‌ها باید از روش‌های پیشگیری، زراعی و شیمیایی استفاده کرد (Zand et al., 2009). در این بین، علف کش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا می‌کنند و امروزه به طور گسترده‌ای در اکثر محصولات زراعی از جمله گندم، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zand et al., 2007).

با وجود آن‌که علف کش‌ها ابزار بسیار مؤثری در مدیریت علف‌های هرز به شمار می‌روند، اما تکیه بیش از حد به یک علف کش به احتمال زیاد منجر به بروز مقاومت در جمعیت علف‌های هرز خواهد شد. بروز پدیده مقاومت به علف کش‌ها در سال‌های اخیر به دلیل مصرف مکرر و مداوم آن‌ها موجب عدم کنترل مناسب علف‌های هرز در بسیاری از نقاط دنیا شده است. به طوری که در حال حاضر ۴۸۵ توده متعلق به ۲۵۲ گونه مختلف (۱۴۶ پهن برگ و ۱۰۶ باریک برگ) از علف‌های هرز در مقابل علف کش‌ها در جهان مقاوم شده‌اند (Heap, 2017).

علف هرز نسبت به شاهد در نظر گرفته شده است (Beckie et al., 2000). برای غربال توده‌های مشکوک به مقاومت علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه در خصوص علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوپوف متیل و فنوکساپروپ پی‌اتیل به ترتیب از ۰/۲، ۴/۲ و ۰/۲ میلی گرم ماده مؤثره در لیتر استفاده شد (Rastgoo, 2006).

این غلظت‌ها بر روی تمامی توده‌های جمع‌آوری شده اعمال شد. به طوری که ۱۰ بذر پیش‌جوانه‌دار از توده حساس هر علف‌هرز روی کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفت و سپس کاغذهای صافی با ۵ میلی‌لیتر محلول از هر غلظت علف‌کش مرطوب شدند. برای هر غلظت، سه پتری‌دیش به منزله سه تکرار در نظر گرفته شد. هم‌چنین از آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. پتری‌دیش‌ها در انکوباتوری با دمای متناوب ۲۲/۱۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از گذشت ۷ روز طول گیاهیچه اندازه گیری شد. بعد از قرارگیری در معرض غلظت تفکیک‌کننده، توده‌هایی که اختلاف معنی‌داری از نظر طول گیاهیچه با توده حساس داشتند جهت تعیین درجه مقاومت در مرحله بعدی مورد آزمایش قرار گرفتند.

آزمایش غلظت-پاسخ در توده‌های مقاوم

پس از تفکیک توده‌های مقاوم از توده‌های مشکوک به مقاومت بر اساس آزمون غربال، توده‌های مقاوم در معرض چندین غلظت مختلف از هر علف‌کش قرار گرفتند تا درجه مقاومت آن‌ها تعیین گردد. بر این اساس غلظت‌های مورد استفاده از هر علف‌کش برای علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه در جدول (۲) خلاصه شده است. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد تغییرات طول گیاهیچه نسبت به شاهد در آزمون غربال اولیه با استفاده از نرم‌افزار SAS و با رویه GLM انجام شد. برای انجام مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت‌شده در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

مواد گیاهی این پژوهش شامل بذور ۱۱۵ توده یولاف وحشی زمستانه مشکوک به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase بودند که پس از بررسی ۱۴۰ مزرعه گندم شهرستان گنبد کاووس جمع‌آوری شدند. همچنین یک توده به‌عنوان توده حساس از مزارعی که هیچ‌گونه سابقه سمپاشی نداشتند، جمع‌آوری شد. پس از نمونه‌برداری، بذور جمع‌آوری‌شده در داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده‌شده و تا زمان شروع آزمایش در دمای اتاق نگهداری شدند. در این پژوهش از سه علف‌کش بازدارنده استیل‌کوآنزیم آکربوکسیلاز استفاده گردید که مشخصات سموم علف‌کش‌های مورد آزمایش در این مطالعه در جدول (۱) خلاصه شده است.

در شروع آزمایش ابتدا بخش‌های لما و پالسا از بذور یولاف وحشی جدا شدند. برای تحریک جوانه‌زنی، بذور به ظروف ۹ سانتی‌متری حاوی دو لایه کاغذ صافی منتقل شده و پس از مرطوب شدن با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی قرار گرفتند. بعد از تیمار پیش‌سرما، پتری‌دیش‌ها به انکوباتوری با دمای متناوب ۲۲/۱۴ درجه سانتی‌گراد در شرایط نور/تاریکی منتقل شدند (Kalami, 2014).

برای مطالعه مقاومت توده‌های علف‌های هرز باریک برگ نسبت به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، از روش زیست‌سنجی در پتری‌دیش استفاده شد. این کار در دو مرحله، غربال توده‌های مشکوک به مقاومت توسط غلظت تفکیک‌کننده و آزمایش غلظت-پاسخ در توده‌های مقاوم انجام شد.

غربال توده‌های مشکوک به مقاومت توسط غلظت تفکیک‌کننده

غلظت تفکیک‌کننده حداقل غلظتی از علف‌کش است که بیش‌ترین اختلاف بین منحنی‌های غلظت-پاسخ توده‌های حساس و مقاوم را موجب می‌شود و بر مبنای ۸۰ درصد کاهش طول گیاهیچه توده حساس

جدول ۱- برخی مشخصات سموم علف‌کش‌های مورد آزمایش در مطالعه

Table 1. Some characteristics of used herbicides in the study

دز توصیه‌شده (لیتر در هکتار) Recommended Dose (L. ha ⁻¹)	فرمولاسیون Formulation	خانواده شیمیایی Chemical family	نام تجاری Trade name	نام عمومی Common name
0.6-0.8	امولسیون شونده ۸ درصد EC 8%	آریلوکسی فنوکسی پروپیونات Aryloxyphenoxy propionate	تاپیک Topik	کلودینافوپ-پروپارژیل Clodinafop-propargyl
2.5	امولسیون شونده ۸ درصد EC 36%	آریلوکسی فنوکسی پروپیونات Aryloxyphenoxy propionate	ایلوکسان Iloxan	دیکلوفوپ متیل Diclofop-methyl
0.8-1	امولسیون روغن در آب ۷/۵ درصد EW 7.5%	آریلوکسی فنوکسی پروپیونات Aryloxyphenoxy propionate	پوماسوپر Puma super	فنوکسپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل Fenoxaprop-P ethyl+ Mefen pair di ethyl

جدول ۲- غلظت‌های مورد استفاده از علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل، دایکلوفوپ متیل و فنوکسپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل برای آزمون غلظت-پاسخ بر روی توده‌های مقاوم بیولاف وحشی زمستانه

Table 2. Different concentrations of clodinafop propargyl, diclofop methyl and Fenoxaprop-P ethyl+ Mefen pair di ethyl used for dose-response assays on resistant populations of *Avena ludoviciana*

غلظت علف‌کش (میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر) Herbicide concentration (mg.ai.lit ⁻¹)									علف‌کش Herbicide
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1*	
0.64	0.32	0.16	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	0	کلودینافوپ-پروپارژیل Clodinafop-propargyl
48	32	24	16	8	4	2	1	0	دایکلوفوپ متیل Diclofop-methyl
6.4	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0	فنوکسپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl

*Without herbicide(distilled water)

*محلول فاقد علف‌کش (آب مقطر)

نتایج و بحث

نتایج غربال توده‌های مشکوک به مقاومت نشان داد که از میان ۱۱۵ توده یولاف وحشی زمستانه، ب ترتیب ۴۸، ۲۷ و ۲۱ توده قادر به حفظ بیش از ۵۰ درصد از رشد ساقچه خود را در حضور غلظت تفکیک کننده علف کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل بودند. توده‌های یاد شده به منظور تعیین درجه مقاومت وارد مرحله بعدی آزمایش شدند.

کلودینافوپ-پروپارژیل

واکنش طول گیاهچه توده‌های حساس و مقاوم یولاف وحشی زمستانه به غلظت‌های مختلف علف کش کلودینافوپ-پروپارژیل با استفاده از برآزش تابع لوگ-لجستیک سه پارامتره بررسی شد. نتایج آزمایش غلظت-پاسخ نشان از بروز مقاومت به علف کش کلودینافوپ-پروپارژیل در توده‌های مورد آزمون بود. با این حال پاسخ توده‌ها به غلظت‌های مختلف علف کش کلودینافوپ-پروپارژیل و در نتیجه میزان مقاومت آن‌ها به این علف کش متفاوت بود. برای کنترل ۵۰ درصدی توده حساس یولاف وحشی زمستانه به ۰/۰۰۷ میلی گرم ماده مؤثره در لیتر از علف کش کلودینافوپ پروپارژیل لازم بود، حال آن که کاهش ۵۰ درصدی در طول گیاهچه توده‌های مقاوم مقادیر بیشتری از علف کش لازم بود جدول (۳). مقادیر EC₅₀ برآورد شده برای توده‌های مقاوم یولاف وحشی زمستانه بین ۰/۰۱۴ میلی گرم ماده مؤثره در لیتر برای توده ۷۴، تا ۰/۲۲ میلی گرم ماده مؤثره در لیتر برای توده ۶ متغیر بود. بر این اساس، شاخص درجه مقاومت متفاوتی برای توده‌های مورد آزمون به دست آمد. بر اساس مقادیر EC₅₀، توده ۷۴ با شاخص درجه مقاومت ۱/۹۹ کمترین و توده ۶ با شاخص درجه مقاومت ۳۱/۴۲ بیشترین میزان مقاومت به علف کش کلودینافوپ-پروپارژیل را دارا بودند (شکل ۱).

برای تجزیه آماری منحنی واکنش به غلظت علف کش از تجزیه رگرسیون و مدل چهار پارامتره لجستیک بر اساس تابع (۱) استفاده شد (Ritz and Streibig, 2005).

$$f(x, b, d, e) = c + \frac{d-c}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(e))\}} \quad \text{تابع (۱)}$$

که پارامترهای ارائه شده در این تابع عبارتست از: b ، شیب منحنی در نقطه e ؛ d ، حد بالای منحنی پاسخ؛ c ، حد پایین منحنی پاسخ و e ، غلظت بیان کننده.

در مواردی که $c=0$ باشد، این پارامتر از تابع (۱) حذف و در حالت جدید، تابع سه پارامتره تابع (۲) به داده‌های مربوطه برآزش داده می‌شود تا برآورد دقیق تری از سایر پارامترها به دست آید (Ritz and Streibig, 2005).

$$f(x, (b, d, e)) = \frac{d}{(1 + \exp\{b(\log(x) - \log(e))\})} \quad \text{تابع (۲)}$$

مدل فوق با استفاده از محیط نرم افزاری R و بسته نرم افزاری drc که به همین منظور طراحی شده است، به طور جداگانه به داده‌های حاصل از طول ساقچه و وزن خشک توده‌های مشکوک و حساس برآزش داده شد. درجه و یا شاخص مقاومت (Resistance Factor) نسبت EC₅₀ توده مشکوک به EC₅₀ مقاومت به توده حساس شاخصی بود که برای بررسی و مقایسه میزان مقاومت توده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Ritz and Streibig, 2005).

برای تهیه نقشه پراکنش توده‌های مقاوم به علف کش‌های مختلف در ابتدا مختصات جغرافیایی محل نمونه برداری با استفاده از دستگاه GPS map6 ثبت گردید. به نمونه‌های گیاهی مربوط به گونه‌های مختلف که دارای مختصات یکسانی بودند، کدهای مشابه‌ای داده شد. داده‌های ثبت شده در دستگاه GPS map60 به فرم قابل اجرا در نرم افزار GIS توسط نرم افزار mapsource تبدیل شدند. جهت اطمینان از صحت مختصات محدوده نمونه برداری، مختصات داده‌های ثبت شده با نقشه‌های Google earth تطبیق داده شد. پس از ایجاد پایگاه داده‌ای در محیط ArcMap10، تهیه نقشه‌های پراکنش بر اساس سیستم مختصات UTM به تفکیک گونه صورت پذیرفت.

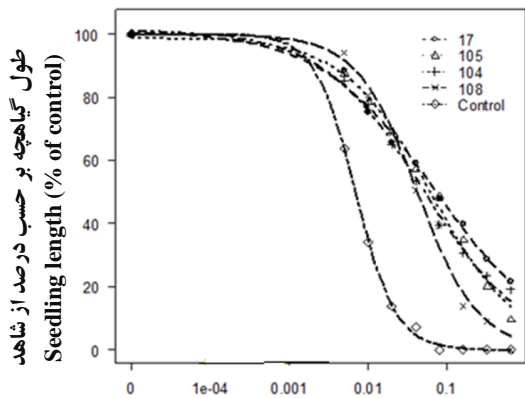
۱- به دلیل زیاد بودن تعداد اشکال، تنها نمونه‌هایی از توابع برآزش داده شده در توده‌های یولاف وحشی زمستانه مشکوک به مقاومت به علف کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل (تاپیک)، دایکلوپ متیل (ایلوکسان) و فنوکساپروپ پی اتیل (پوماسوپر) در شکل (۱) نشان داده شده است.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده طول گیاهچه توده‌های مقاوم و حساس در پاسخ به علف کش کلودینافوپ-پروپارژیل
 Table 3. Estimated parameters for resistant and susceptible accession of *Avena ludoviciana* in response to clodinafop propargyl based on seedling shoot length

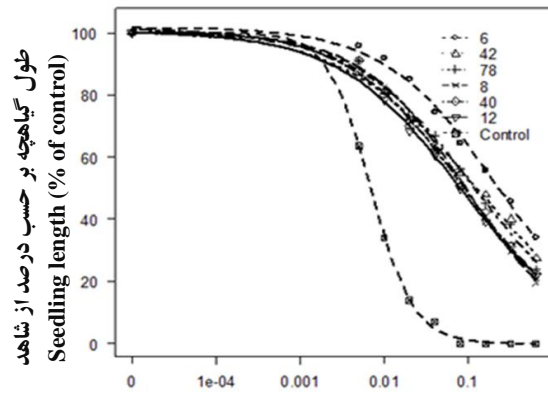
شاخص مقاومت Factor Resistance	احتمال فقدان برازش Lack of fit	EC50 ^(e) (mg a.i.lit-1)	شیب منحنی (b) Hill's slope	حد بالا (d) Upper limit	کد توده Accession code
6.85(0.54)	0.12	0.048(0.003)	0.95(0.04)	98.03(1.73)	1
5.85(0.46)	0.16	0.041(0.002)	0.93(0.04)	98.78(1.74)	5
31.42(2.74)	0.15	0.220(0.02)	0.65(0.03)	101.90(1.58)	6
13.14(1.15)	0.14	0.092(0.007)	0.70(0.03)	100.30(1.69)	8
5.85(0.45)	0.16	0.041(0.002)	0.89(0.04)	99.63(1.72)	10
11.43(1.08)	0.19	0.080(0.006)	0.60(0.03)	100.48(1.75)	12
10.21(0.97)	0.18	0.070(0.006)	0.59(0.03)	100.99(1.75)	17
3.85(0.26)	0.23	0.027(0.001)	1.11(0.05)	100.30(1.69)	18
5.57(0.37)	0.19	0.039(0.002)	1.28(0.06)	98.24(1.61)	24
10.28(1.07)	0.18	0.072(0.006)	0.55(0.02)	100.76(1.76)	26
4.40(0.30)	0.13	0.030(0.001)	1.07(0.04)	99.12(1.73)	27
8.57(0.78)	0.14	0.060(0.004)	0.71(0.03)	99.88(1.75)	29
11.28(1.11)	0.18	0.079(0.006)	0.57(0.02)	101.94(1.72)	30
5.42(0.41)	0.19	0.038(0.002)	1.09(0.05)	96.55(1.77)	31
4.71(0.37)	0.18	0.033(0.002)	0.81(0.03)	101.29(1.73)	32
7.57(0.72)	0.15	0.053(0.004)	0.62(0.03)	101.04(1.75)	34
6.71(0.49)	0.13	0.047(0.002)	0.95(0.04)	101.03(1.63)	35
8.28(0.77)	0.14	0.058(0.004)	0.64(0.03)	100.55(1.75)	36
4.67(0.35)	0.22	0.03(0.002)	0.89(0.04)	99.48(1.75)	38
12.14(1.13)	0.19	0.085(0.006)	0.63(0.03)	101.33(1.71)	40
17.57(2.03)	0.12	0.123(0.001)	0.55(0.03)	100.54(1.95)	42
3.71(0.28)	0.14	0.026(0.001)	1.34(0.08)	96.76(1.97)	44
5.19(0.46)	0.15	0.035(0.002)	0.80(0.04)	100.68(1.94)	45
7.42(0.66)	0.18	0.052(0.003)	0.87(0.04)	99.25(1.91)	46
5.14(0.43)	0.17	0.036(0.002)	1.00(0.05)	98.64(1.95)	48
2.85(0.26)	0.54	0.020(0.001)	0.78(0.04)	100.39(1.99)	49
8.18(0.78)	0.35	0.056(0.004)	0.71(0.03)	100.18(1.94)	55
3.44(0.32)	0.19	0.024(0.002)	0.73(0.03)	100.61(1.99)	57
5.43(0.50)	0.14	0.038(0.003)	0.71(0.03)	102.69(1.89)	70
1.99(0.14)	0.45	0.014(0.003)	1.38(0.07)	99.35(2.00)	74
17.14(1.77)	0.15	0.120(0.01)	0.61(0.03)	100.64(1.91)	78
10.28(0.87)	0.45	0.072(0.005)	0.90(0.05)	99.81(1.81)	83
4.16(0.33)	0.56	0.028(0.001)	0.98(0.05)	99.72(1.95)	89
5.28(0.38)	0.37	0.037(0.002)	1.17(0.06)	102.12(1.75)	90
9.14(0.84)	0.16	0.064(0.005)	0.84(0.04)	98.99(1.93)	91
4.85(0.39)	0.29	0.034(0.002)	1.02(0.05)	99.24(1.92)	93
7.28(0.78)	0.35	0.051(0.003)	0.63(0.03)	99.96(1.99)	94
7.13(0.60)	0.64	0.049(0.004)	0.94(0.04)	98.56(1.93)	95
4.57(0.39)	0.16	0.032(0.002)	0.94(0.05)	98.68(1.98)	99
3.14(0.26)	0.18	0.022(0.001)	0.98(0.05)	99.70(1.97)	100
9.57(0.82)	0.28	0.067(0.004)	0.92(0.05)	99.42(1.82)	101
7.57(0.71)	0.37	0.053(0.004)	0.82(0.04)	98.52(1.83)	102
7.24(0.69)	0.46	0.049(0.004)	0.68(0.03)	101.29(1.92)	104
9.13(0.85)	0.25	0.063(0.005)	0.78(0.03)	98.98(1.94)	105
6.71(0.48)	0.13	0.047(0.002)	1.31(0.07)	98.29(1.75)	107
6.13(0.46)	0.26	0.042(0.002)	1.14(0.05)	99.79(1.81)	108
6.14(0.50)	0.49	0.043(0.003)	1.03(0.05)	99.42(1.87)	110
5.43(0.46)	0.17	0.038(0.003)	0.94(0.04)	99.15(1.94)	115
-	0.45	0.007(0.0002)	1.69(0.11)	100.09(1.82)	Control

* The numbers in parentheses indicates the standard error.

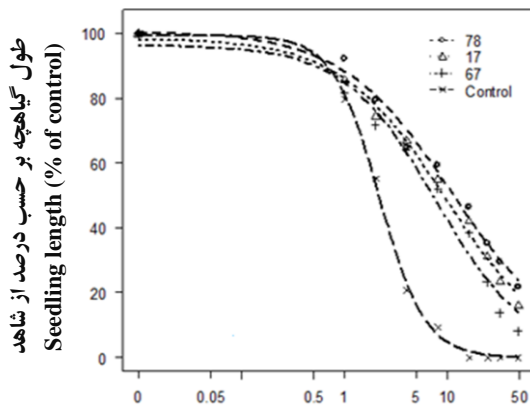
* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشند.



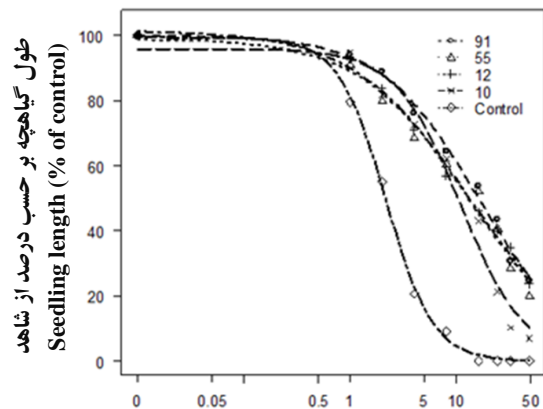
غلظت کلودینافوپ- پروپارژیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose clodinafop propargyl (mg.ai.lit⁻¹)



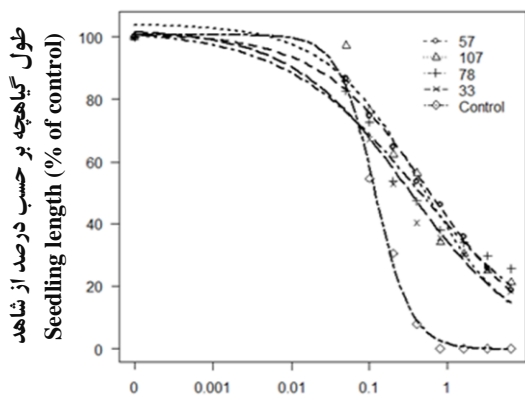
غلظت کلودینافوپ- پروپارژیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose clodinafop propargyl (mg.ai.lit⁻¹)



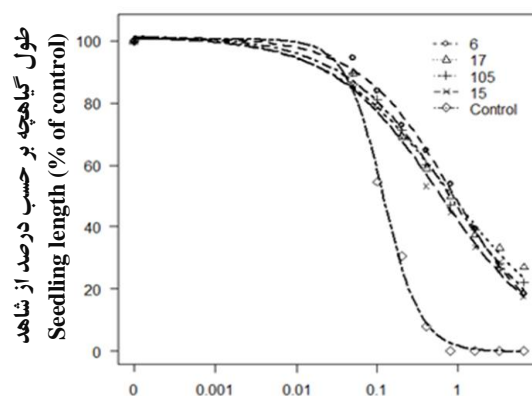
غلظت دایکلوپوپ متیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose diclofop- methyl (mg.ai.lit⁻¹)



غلظت دایکلوپوپ متیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose diclofop- methyl (mg.ai.lit⁻¹)



غلظت فنوکساپروپ پی اتیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose Fenoxaprop-P ethyl (mg.ai.lit⁻¹)



غلظت فنوکساپروپ پی اتیل (میلی گرم ماده مؤثر در لیتر)
Dose Fenoxaprop-P ethyl (mg.ai.lit⁻¹)

شکل ۱- نمونه‌هایی از پاسخ طول گیاهچه توده‌های مقاوم یولاف وحشی زمستانه به غلظت‌های مختلف علف کش

کلودینافوپ- پروپارژیل، دایکلوپوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل

Figure 1. Samples of response of seedling shoot length of resistant and susceptible accessions of *Avena ludoviciana* to different concentrations of clodinafop propargyl, diclofop- methyl and Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl

دایکلو فوپ متیل

نتایج آزمون غلظت-پاسخ حاکی از بروز مقاومت به علف کش دایکلو فوپ متیل در توده‌های یولاف وحشی زمستانه جمع‌آوری شده از مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس بود. همان‌گونه که ذکر گردید از میان توده‌های جمع‌آوری شده، ۲۷ توده یولاف وحشی زمستانه به این علف کش مقاومت نشان دادند. بر اساس برآزش تابع

لوگ-لجستیک سه پارامتره به داده‌های طول گیاهچه توده‌های یولاف وحشی زمستانه در برابر غلظت‌های مختلف علف کش، مقادیر EC_{50} متفاوتی برای توده‌های مقاوم به دست آمد جدول (۴). این مقادیر از ۲/۸۸ برای توده ۱۰۳ با شاخص مقاومت ۱/۳۴ تا ۱۶/۰۲ برای توده ۹۱ با شاخص درجه مقاومت ۷/۴۵ متفاوت بود (شکل ۱).

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده طول گیاهچه توده‌های مقاوم و حساس یولاف وحشی زمستانه در پاسخ به علف کش دایکلو فوپ متیل

Table 4. Estimated parameters for resistant and susceptible accession of *Avena ludoviciana* in response to diclofop- methyl based on seedling shoot length

شاخص مقاومت	احتمال فقدان برازش	EC50 (e)	شیب منحنی (b)	حد بالا (d)	کد توده
Resistance Factor	Lack of fit	(mg a.i.lit-1)	Upper limit	Curve slope	Accession code
4.84(0.44)	0.1	10.41(0.81)	0.80(0.04)	101.49(2.06)	6
5.06(0.38)	0.15	10.89(0.66)	1.43(0.09)	95.84(1.89)	10
5.91(0.53)	0.18	12.72(0.98)	0.80(0.04)	101.52(2.03)	12
2.66(0.23)	0.19	5.73(0.43)	1.03(0.05)	98.12(2.19)	15
4.38(0.41)	0.30	9.42(0.78)	0.85(0.05)	98.61(2.18)	17
1.78(0.15)	0.28	3.84(0.27)	1.03(0.05)	99.59(2.18)	22
2.73(0.25)	0.14	5.87(0.46)	0.86(0.04)	100.52(2.14)	26
1.62(0.13)	0.16	3.49(0.24)	0.98(0.05)	101.42(2.13)	28
3.19(0.33)	0.15	6.86(0.64)	0.67(0.03)	100.49(2.18)	29
7.24(0.66)	0.06	15.57(1.25)	0.76(0.04)	101.43(2.04)	30
4.41(0.44)	0.25	9.47(0.85)	0.73(0.05)	99.60(2.19)	33
2.52(0.20)	0.12	5.42(0.36)	1.61(0.11)	92.67(2.21)	38
1.89(0.15)	0.27	4.06(0.25)	1.28(0.07)	98.52(2.15)	42
3.62(0.35)	0.17	7.79(0.66)	0.74(0.04)	101.66(2.12)	46
6.10(0.56)	0.13	13.12(1.06)	0.84(0.05)	99.15(2.14)	55
3.59(0.34)	0.52	7.71(0.64)	0.97(0.05)	96.51(2.27)	67
3.35(0.26)	0.35	7.21(0.46)	1.13(0.06)	100.59(1.99)	73
2.37(0.16)	0.25	5.10(0.28)	1.36(0.06)	97.06(1.87)	75
5.21(0.42)	0.19	11.21(0.78)	0.81(0.04)	100.78(1.84)	78
3.89(0.34)	0.16	8.38(0.65)	0.78(0.03)	98.78(1.95)	89
7.45(0.53)	0.17	16.02(0.95)	0.95(0.05)	100.03(1.72)	91
3.55(0.23)	0.73	7.65(0.39)	1.29(0.06)	99.77(1.67)	94
1.87(0.12)	0.25	4.02(0.20)	1.45(0.07)	98.44(1.85)	100
1.34(0.09)	0.29	2.88(0.15)	1.30(0.06)	99.89(1.91)	103
3.69(0.24)	0.17	7.95(0.42)	1.26(0.06)	99.50(1.71)	104
2.95(0.24)	0.35	6.33(0.44)	0.83(0.04)	100.99(1.87)	105
4.62(0.41)	0.14	9.93(0.78)	0.74(0.04)	99.36(1.93)	115
-	0.45	2.15(0.09)	1.96(0.13)	99.43(2.19)	Control

* The numbers in parentheses indicates the standard error.

* اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند.

فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل

از میان توده‌های جمع‌آوری شده، ۲۱ توده یولاف وحشی زمستانه به این علف‌کش مقاومت نشان دادند. بر اساس برآزش تابع لوگ-لجستیک سه پارامتره به داده‌های طول گیاهیچه توده‌های یولاف وحشی زمستانه در برابر غلظت‌های مختلف علف‌کش، مقادیر متفاوتی از EC_{50} برای توده‌های مقاوم به دست آمد. این مقادیر از ۰/۱۲۴ برای توده ۲۰ با شاخص مقاومت ۱/۰۶ تا ۰/۸۶ برای توده ۶ با شاخص درجه مقاومت ۷/۳۵ متفاوت بود جدول (۵). بر این اساس، مقادیر شاخص درجه مقاومت متفاوتی برای توده‌های مقاوم به علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل به دست آمد (شکل ۱).

با توجه به نتایج ارائه شده، مقادیر شاخص درجه مقاومت متفاوتی در بین توده‌های مختلف به علف‌کش‌های مختلف به دست آمد. به نظر می‌رسد تفاوت در اعداد به دست آمده ناشی از نوع مکانیسم مقاومتی موجود در توده‌های مختلف است که اثبات آن می‌تواند در اولویت تحقیقاتی محققان حاضر قرار گیرد. *Gherekhlou et al.* (2010) در مطالعه‌ای به پی‌جویی مقاومت علف‌هرز فالاریس به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و دایکوفوپ متیل پرداختند و دریافتند که توده SR3 بالاترین درجه مقاومت را در بین توده‌های مورد آزمایش دارا بود. نامبردگان اظهار داشتند که احتمالاً این توده دارای دو یا چند مکانیسم مقاومتی بوده و یا ژن کدکننده آنزیم ACCase در این توده در بیشتر از یک نقطه دچار جهش شده است. وجود گزارشات متعدد از مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم ACCase در ایران و سایر کشورهای جهان بر توسعه چشمگیر این پدیده تأکید می‌نماید.

در سال‌های اخیر مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل و دایکوفوپ متیل در مزارع گندم خوزستان، و همچنین بررسی مقاومت

یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در جنوب ایران گزارش شده است (Banakashani, 2005؛ Miri and Momtazi, Banakashani et al., 2007؛ Rastgoo et al., 2009؛ 2014). از این‌رو محققین مدیریت دقیق و تناوب زراعی را برای اجتناب از مقاومت به علف‌کش‌ها در یولاف وحشی امری ضروری دانستند.

این موضوع مویدی بر اهمیت بررسی و پایش مستمر مزارع نسبت به پدیده مقاومت به علف‌کش‌های مختلف است تا با تشخیص زودهنگام آن و با اتخاذ تدابیری از قبیل تناوب زراعی، تناوب در استفاده از علف‌کش‌هایی با نحوه عمل مختلف از گسترش آن جلوگیری نمود (Gerekhloo et al., 2010). نقشه پراکنش توده‌های یولاف وحشی زمستانه در سطح شهرستان گنبد کاووس و توده‌های مقاوم به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکوفوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل در شکل (۲) آورده شده است. با توجه به نقشه‌های موردنظر مشخص است که توده‌های یولاف وحشی زمستانه مقاوم به علف‌کش‌های مورد مطالعه از توزیع نسبتاً یکنواختی در منطقه مورد مطالعه برخوردارند.

نتایج نشان داد که هفت توده ۱۶، ۱۲، ۱۷، ۲۹، ۲۶، ۱۰۵ و ۱۰۰ دارای مقاومت عرضی^۱ به هر سه علف‌کش مورد مطالعه بودند. ۱۱ توده (۱۰، ۳۰، ۳۸، ۴۲، ۴۶، ۵۵، ۸۹، ۹۱، ۹۴، ۱۰۴ و ۱۱۵) به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و دایکوفوپ متیل مقاومت عرضی داشتند. مقاوت عرضی به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل در توده‌های ۷۰، ۴۰، ۵۷ و ۱۰۷ مشاهده شد. همچنین توده‌های ۱۵، ۲۸، ۳۳، ۷۳ و ۱۰۳ به علف‌کش‌های فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل و دایکوفوپ متیل مقاومت عرضی نشان دادند.

۱- توده‌های که به بیش از یک علف‌کش مقاوت نشان دادند، به‌عنوان توده‌های دارای مقاومت عرضی معرفی شدند.

گزارش کردند که سه توده یولاف وحشی از استان خوزستان به کلودینافوب-پروپارژیل مقاومت نشان دادند. پیش از این مقاومت عرضی یولاف وحشی زمستانه به بازدارنده‌های ACCase در توده‌های جمع‌آوری شده از استان‌های فارس، گلستان و خوزستان گزارشی ارائه شده است (Rastgoo, 2006) همچنین مقاومت یولاف وحشی زمستانه به بازدارنده‌های ACCase در توده‌های جمع‌آوری شده از شهرستان‌های آق‌قلا و کردکوی از استان گلستان نیز ارائه شده است (Najari Kalantari, 2013; Kalami, 2014).

این امر می‌تواند در انتشار سریع‌تر این نوع مقاومت‌ها در منطقه بسیار موثر باشد و بر لزوم به تعویق انداختن این پدیده از طریق تغییر در نوع مدیریت اتخاذشده، تأکید می‌نماید. بروز مقاومت عرضی پدیده رایجی در بین علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش بوده و این پدیده برای توده‌های یولاف وحشی زمستانه در سایر نقاط دنیا نیز گزارش شده است (Heap, 2017).

طبق بررسی‌های بین‌المللی مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها (Heap, 2017) بیش از ۴۴ گزارش از مقاومت توده‌های یولاف وحشی به گروه‌های مختلف علف‌کشی وجود دارد. (Banakashani et al. 2006)

جدول ۵- پارامترهای برآوردشده طول گیاهچه توده‌های مقاوم و حساس یولاف وحشی زمستانه در پاسخ به علف‌کش

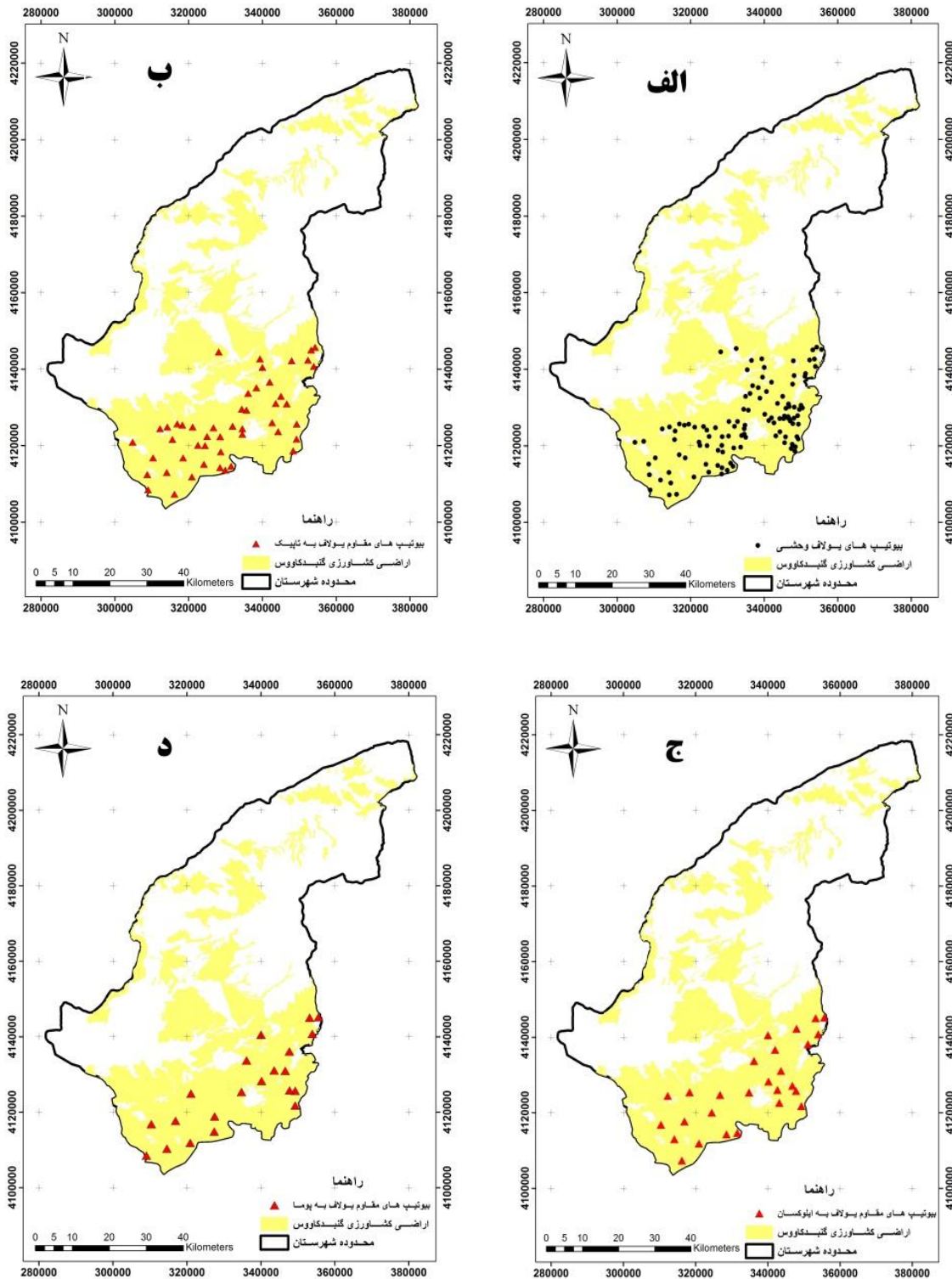
فنوکسپروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل

Table 5. Estimated parameters for resistant and susceptible accession of *Avena ludoviciana* in response to Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl based on seedling shoot length

شاخص مقاومت Resistance Factor	احتمال فقدان برازش Lack of fit	EC50 (e) (mg a.i.lit-1)	شیب منحنی (b) Upper limit	حد بالا (d) Curve slope	کد توده Accession code
7.35(0.69)	0.18	0.860(0.07)	0.76(0.04)	101.13(1.97)	6
4.58(0.46)	0.14	0.538(0.05)	0.65(0.03)	103.30(2.01)	12
5.04(0.52)	0.51	0.590(0.06)	0.65(0.03)	101.04(2.06)	15
6.76(0.75)	0.45	0.792(0.08)	0.58(0.03)	101.9(2.04)	17
1.06(0.08)	0.19	0.124(0.008)	1.04(5.78)	100.99(2.13)	20
6.70(0.66)	0.16	0.784(0.07)	0.66(0.03)	102.96(1.97)	26
2.47(0.25)	0.18	0.290(0.026)	0.68(0.03)	101.8(2.11)	28
5.05(0.57)	0.24	0.591(0.061)	0.59(0.03)	100.36(2.12)	29
2.61(0.28)	0.22	0.307(0.03)	0.58(0.029)	102.40(2.08)	33
1.22(0.13)	0.14	0.143(0.01)	6.39(0.03)	100.61(2.16)	40
4.88(0.52)	0.52	0.571(0.06)	0.62(0.03)	101.05(2.08)	57
1.35(0.10)	0.17	0.158(0.01)	1.02(0.06)	101.55(2.09)	70
1.15(0.09)	0.35	0.135(0.009)	1.00(0.05)	100.18(2.16)	73
3.49(0.42)	0.19	0.409(0.05)	0.51(0.03)	101.98(2.09)	78
1.16(0.11)	0.62	0.136(0.01)	0.83(0.04)	100.13(2.17)	87
1.41(0.11)	0.17	0.166(0.01)	1.4(0.06)	100.45(2.12)	97
6.52(0.73)	0.16	0.764(0.08)	0.57(0.03)	102.22(2.04)	100
1.74(0.15)	0.45	0.204(0.01)	0.90(0.04)	101.39(2.08)	103
6.42(0.65)	0.33	0.752(0.07)	0.66(0.03)	101.41(2.02)	105
3.96(0.37)	0.25	0.464(0.04)	0.70(0.03)	104.07(1.98)	107
4.69(0.42)	0.26	0.549(0.04)	0.79(0.04)	102.71(1.96)	112
-	0.65	0.117(0.005)	1.88(0.11)	100.57(2.09)	Control

* The numbers in parentheses indicates the standard error.

* اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند.



شکل ۲- نقشه پراکنش توده‌های یولاف وحشی زمستانه در سطح شهرستان گنبد کاووس (الف)، مقاوم به کلودینافوپ- پروپارژیل یا تاپیک (ب)، مقاوم به دایکلوفوپ متیل یا ایلوکسان (ج) و مقاوم به فنوکسا پروپ پی اتیل + مفن پایدی اتیل یا پوماسوپر (د).

Figure 2. Distribution map of *Avena ludoviciana* in Gonbad-e-Kavus (a), resistant to clodinafop propargyl (b), resistant to diclofop methyl (c) and resistant to Fenoxaprop-P ethyl+ Mefen pair di ethyl (d)

نتیجه‌گیری

یکنواخت این توده‌ها در منطقه مورد مطالعه است. نتایج تحقیق حاضر وجود مقاومت عرضی به علف‌کش‌های مورد مطالعه را در بعضی از توده‌ها مورد تأیید قرار داد. به‌طور کلی از بین ۱۱۵ توده جمع‌آوری‌شده، هفت توده به هر سه علفکش مورد مطالعه، ۱۱ توده به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و دایکلوپوپ متیل، چهار توده به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل و چهار توده به علف‌کش‌های فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل و دایکلوپوپ متیل مقاومت عرضی نشان دادند. این امر می‌تواند در انتشار سریع‌تر این نوع مقاومت‌ها در منطقه بسیار موثر باشد و بر لزوم به تعویق انداختن این پدیده از طریق تغییر در نوع مدیریت اتخاذشده، تأکید می‌نماید. با توجه به این‌که علف‌کش‌ها اولین و شاید متداول‌ترین ابزار جهت مدیریت جوامع علف‌هرز مقاوم به حساب می‌آیند. به‌منظور استفاده مؤثر علف‌کش‌ها در سیستم‌های مدیریتی مبارزه با علف‌های هرز مقاوم، بکارگیری ترکیبات جدید علف‌کش‌ها، شناخت نحوه عمل علف‌کش‌ها و تناوب آن‌ها با یکدیگر امری ضروری می‌باشد.

نتایج این آزمایش وجود مقاومت در توده‌هایی از یولاف وحشی زمستانه جمع‌آوری‌شده از شهرستان گنبد کاووس به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوپوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایردی اتیل را مورد تأیید قرار داد. این علف‌کش‌ها به ترتیب در سال‌های ۱۳۵۹، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ در ایران به ثبت رسیده‌اند. استفاده متوالی و مکرر این علف‌کش‌ها در مزارع گندم شهرستان گنبد کاووس، از مهم‌ترین دلایل بروز مقاومت در تعدادی از توده‌های یولاف وحشی زمستانه در منطقه بود. شاخص درجه مقاومت متفاوتی نیز بین توده‌های مختلف مشاهده شد. به نحوی که مقدار شاخص مقاومت توده‌های یولاف وحشی زمستانه مقاوم به کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوپوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل به ترتیب بین ۱/۹۹ تا ۳۱/۴۲، ۱/۳۴ تا ۷/۴۵ و ۱/۰۶ تا ۷/۳۵ در نوسان بود. به نظر می‌رسد تفاوت در اعداد به دست آمده ناشی از نوع مکانیسم مقاومتی موجود در توده‌های مختلف است. نقشه پراکنش توده‌های مقاوم به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوپوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل حاکی از توزیع نسبتاً

References

- Abrahimpour Noorabady, F., Agneband, A., Nour Mohammadi, Gh., Moosavinia, H. and Mesgarbashi, M. (2006). Study of some wheat ecophysiological indices as influenced by wild oat interaction. *Pajouhesh & Sazandegi*, 73(3), 117-125. [In Farsi]
- Bagherani, N. (2014). Instructions herbicide for wheat and barley in Golestan Province. Golestan: Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources. [In Farsi]
- Banakashani, F., Zand, E. Alizadeh, H. M. and Feridonpour, M. (2005). Investigation on herbicide resistance of Wild oat (*Avena ludviciana*) biotypes in Fars province. The first Weed Science Conference in Iran, 4-6 Bahman, pp. 492-496. [In Farsi]
- Banakashani, F., Zand, E. and Alizadeh, H. M. (2006). Wild oat (*Avena ludviciana*) biotypes resistance in Clodinafop-proupajil herbicide. *Plant Diseases and Pests*, 74(2), 127-150. [In Farsi]

- Banakashani, F., Zand, E. and Alizadeh, H. M. (2007). Study on Diclofop-methyl resistance in wild oat (*Avena ludoviciana*): A comparison between the whole plant and seed bioassay. *Weed Science*, 13(1-2), 69-81.
- Beckie, H. J., Heap, I. M., Smeda, R. J. and Hall, L. M. (2000). Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technology*, 14(2), 428-445.
- Gherekhloo, J., Rashed Mohasel, M. H., Nasiri Mahalati, M., Zand, E., Ghanbari, A. and De Prado, R. (2010). Study the non-target site based mechanisms of resistance in Aryloxyphenoxy Propionate Resistant-*Phalaris Minor* Retz. Biotypes. *Iranian Journal of Weed Science*, 2(6), 79-89. [In Farsi]
- Heap, I. (2017). The international survey of herbicide resistant weeds. Online, Internet, Thursday, October 12. Retrieved from [http/ www.weedscience.org](http://www.weedscience.org).
- Kalami, R. (2014). Identification of resistant weeds to ACCase and ALS inhibitor herbicide in wheat fields of Kordkoy township and mapping their distribution. M.Sc. Thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. [In Farsi]
- Kalami, K., Gherekhloo, J., Kamkar, B., Esfandiari, E. and De Prado, R. (2014) Identifying and mapping of wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) and *Phalaris minor* Retz. populations resistant to clodinafop-propargyl in wheat fields of Kordkuy. *In Proceedings of the 248th American Chemical Society National Meeting and Exposition*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Miri, H. and Momtazi, F. (2014). Evaluation of wild oat (*Avena ludoviciana*) resistance to Diclofop-methyl herbicide in Southern Iran. *International Journal of Biosciences*, 4(9), 50-55.
- Najari Kalantari, N. (2013). Identification of resistant weeds to ACCase and ALS inhibitor herbicide in wheat fields of Aghghala township and mapping their distribution. M.Sc. Thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. [In Farsi]
- Najari Kalantari, N., Gherekhloo, J. and Kamkar, B. (2013). Tracing and map of canary grass (*Phalaris minor*) and hood grass (*P. paradoxa*) biotypes resistant to clodinafop-propargyl herbicide in wheat fields of Aq-qala. *Journal of Weed Research*, 5(1), 85-97. [In Farsi]
- Rastgoo, M. (2006). Seed bioassay to detect wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) resistant to ACCase herbicides family in Khuzestan wheat fields. Ph.D. Thesis of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. [in Farsi]
- Rastgoo, M., Rashed Mohasel, M. H., Zand, E. and Nasiri Mahalati, M. (2009). Seed bioassay to detect wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) resistant to Clodinafop-propargyl in Khuzestan wheat fields. *Iranian Agricultural Research*, 7(2), 421-430. [In Farsi]
- Ritz, C. and Streibig, J. C. (2005). Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12(5), 1-22.

- Zand, A., Rahimiyan Mashhadi, M., Dayhim Fard, R. Sofizade, S. and Nassiri Mahallati, M. (2004). Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 2(2), 160-174. [In Farsi]
- Zand, E., Baghestani, M. A., Bitarafan, M. and Shimi, P. (2007). Application guide herbicides registered in iran. Mashhad: Jahad Daneshgahi of Mashhad Press. [in Farsi]
- Zand, E., Baghestani, M. A., Nezamabadi, N., Minbashi, M. and Hadizadeh, M. H. (2009). A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. Weed Research Journal, 1(2), 83-100. [In Farsi]

Identification of resistant *Avena ludoviciana* Dur Accessions to ACCase Inhibitor Herbicides in Gonbad-E Kavus Wheat Fields and Mapping Their Distribution

S. Tatari¹, J. Gherekhloo^{2*}, A. Siahmarguee³ and H. Kazemi⁴

- 1- M.Sc. Graduate of Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran (gherekhloo@gau.ac.ir)
- 3- Assistant Professors, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- 4- Assistant Professors, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 27 January, 2017

Accepted: 5 July, 2017

Abstract

Background and Objectives

Wheat is the most important crop in Iran and every year about 6.5 million ha of arable lands in the country is cultivated by this strategic crop. Weeds cause 23 to 30% reduction in yield of wheat annually. Winter wild oat is the most serious grass weed of wheat fields of Iran. Chemical method is the common way to weed control in wheat fields. ACCase inhibitors such as clodinafop-propargyl, diclofop-methyl and Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl are widely used for control of grasses in this regard. Continuous application of herbicides with the same mode of action has resulted in developing herbicide resistant biotypes of weeds such as *Avena ludoviciana*. The objectives of the current study were: 1) to screen the collected accession of *A. ludoviciana* suspected to resistance to FOP herbicides, 2) to determine the resistance factor of resistant biotypes and 3) mapping distribution of resistant biotypes.

Materials and Methods

In order to survey *Avena ludoviciana* resistance to clodinafop-propargyl, diclofop-methyl and Fenoxaprop-P ethyl+ Mefen pair di ethyl herbicides in wheat fields of Gonbad-e Kavus, several experiments were conducted in 2014 at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (115 populations). The seed bioassay in Petri dish and pot experiment was conducted to determine resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors (ACCase), respectively. The seed bioassay experiment consisted of screening the suspected populations with discriminating concentration and concentration-response bioassay for resistant populations.

Results

In 48, 27 and 21 populations of *A. ludoviciana* were resistant to clodinafop-propargyl, diclofop-methyl and Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl herbicides. Resistance accessions indicated varying degrees of resistance to tested herbicides. Based on EC₅₀, the lowest and highest resistance to Clodinafop-propargyl herbicide was shown in Accessions of 74 and 6 with resistance factors of 1.99 and 31.42, respectively. Also for Diclofop- methyl herbicide, EC₅₀ values from 2.88 for accession of 103 (with 1.34 resistance factor) to 16.02 for accession of 91 (with 7.45 resistance factor) were different. In addition, EC₅₀ estimated for Fenoxaprop-P ethyl + Mefen pair di ethyl herbicide was different from 0.124 to 0.86 for 20 and 6 accessions, respectively. Checking the distribution map of resistance accessions showed these accessions had uniform distribution in this city.

Discussion

Based on these observations, the existence of cross-resistance to herbicides was proved in some of the collected accessions. The results of this study can be used to correct programs designed to manage weeds herbicide resistance and prevent of the development of the plants in other areas.

Keywords: *Geographic information system, Manage resistant weeds, Resistance factor*