

بررسی مقاومت فالاریس (*Phalaris minor*) به علف کش فنوکساپروپ - پی - اتیل

*الهام الهی فرد^۱، محمدحسن راشد محصل^۲، اسکندر زند^۳ و مهدی نصیری محلاتی^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد، ^۲استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد،

^۳استادیار موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهران، ^۴دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۵/۶/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۱۳

چکیده

به منظور بررسی مقاومت علف هرز فالاریس به علف کش فنوکساپروپ - پی - اتیل، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در گلخانه تحقیقاتی بخش علف‌های هرز موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهران، انجام شد. آزمایش شامل شانزده توده فالاریس بود که با مقدار توصیه شده علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل (۷۵ ai/hag) تیمار شدند. در این آزمایش چهار توده GR14، FR8، GR7 و KhR3 با دارا بودن GR₅₀ و LD₅₀ بیشتر از ۵۰ درصد، به تیمار با مقدار توصیه شده علف‌کش از خود مقاومت نشان دادند. درجه مقاومت محاسبه شده برای درصد وزن خشک توده‌ها به ترتیب برابر با ۹/۹۵، ۱۴/۵۲، ۱۹/۵۶ و ۲۴/۳ و برای درصد بوته‌های زنده مانده به ترتیب برابر با ۷/۷۷، ۱۰/۱۱، ۱۲/۳ و ۱۵/۹۱ بود.

واژه‌های کلیدی: فالاریس، فنوکساپروپ-پی-اتیل، مقاومت

مقدمه

علف‌کش‌های متعددی برای کنترل این علف هرز توصیه شده است. در بعضی کشورها ایزوپروتیورون، متوکسورون و متابنزیازورون از جمله علف‌کش‌هایی هستند که سی و پنج روز پس از کاشت و به میزان یک کیلوگرم در هکتار برای کنترل فالاریس توصیه می‌شوند که در این میان علف‌کش ایزوپروتیورون مصرف بیشتری دارد (نجفی و همکاران، ۲۰۰۵؛ مالیک و سینگ، ۱۹۹۵). پندیمتالین و برخی علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم - آ-کربوکسیلاز (ACCase) نیز از دیگر علف‌کش‌هایی هستند که به منظور کنترل این علف هرز در تناوب با مصرف ایزوپروتیورون قرار می‌گیرند (نجفی و همکاران، ۲۰۰۵؛ زیل و لمرل، ۲۰۰۱).

فالاریس علف هرزی کشیده برگ و یکساله با نام علمی *Phalaris minor* RETZ. از خانواده گندمیان می‌باشد (راشد محصل و همکاران، ۲۰۰۰). در حال حاضر چهار گونه از آن در ایران وجود دارد که اغلب بصورت علف‌هرز در اراضی زراعی می‌رویند (نجفی و همکاران، ۲۰۰۵). این چهار گونه عبارتند از: *Ph. Ph. brachystachys arundinaceae* (L.) *minor* RETZ و *Ph. paradoxa* L. (بور، ۱۹۷۰).

مشکوک این گونه به علفکش یاد شده در گلخانه تحقیقاتی موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش چهار توده GR14, GR7, FR8 و KhR3 از شانزده توده بذر فالاریس (*Phalaris minor*) جمع‌آوری شده از سه استان خوزستان، فارس و گلستان (جدول ۱) که پس از غربال اولیه با مقدار توصیه شده (۷۵ g ai/ha) علفکش فنوکساپروپ-پی-اتیل با دارا بودن GR50 (نقطه ۵۰ درصد کاهش وزن خشک) و LD50 بیشتر از ۵۰ درصد نسبت به تیمار با مقدار توصیه شده علفکش مذکور از خود مقاومت نشان داده بودند (الهی فرد، ۲۰۰۵)، مورد بررسی قرار گرفت.

گزارشهای متعددی در ارتباط با مقاومت به علفکش در گیاه فالاریس وجود دارد. این گیاه در کشور هند به علفکش‌های گروه اوره و آمید، در کشورهای اسرائیل و مکزیک به فنوکساپروپ - پی - اتیل (۳ و ۱۵)، در آمریکا و استرالیا به بازدارنده‌های ACCase و در آفریقای جنوبی به بازدارنده‌های ACCase و استولاکتات سینتاز (ALS) مقاومت نشان داده است (کمپر، ۲۰۰۵).

با توجه به مطالب فوق و از آنجایی که *Ph. minor* در بسیاری از گندم‌زارهای ایران، علف هرزی جدی به شمار می‌آید و نیز به دلیل مصرف ممتد علفکش فنوکساپروپ - پی - اتیل در این مزارع، احتمال بروز مقاومت به این علفکش در پاره‌ای از موارد وجود دارد. این آزمایش با هدف بررسی مقاومت جمعیت‌های

جدول ۱- اسامی توده‌های علف‌هرز فالاریس مشکوک به مقاومت و حساس به علفکش جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف (الهی فرد، ۲۰۰۵).

وضعیت توده	منطقه جمع‌آوری شده (استان)	توده های منتخب جهت تیمار با علفکش فنوکساپروپ
حساس به علفکش	خوزستان، فارس	S
مشکوک به مقاومت	خوزستان	KhR1
مشکوک به مقاومت	خوزستان	KhR3
مشکوک به مقاومت	خوزستان	KhR10
مشکوک به مقاومت	خوزستان	KhR11
مشکوک به مقاومت	خوزستان	KhR12
مشکوک به مقاومت	فارس	FR1
مشکوک به مقاومت	فارس	FR3
مشکوک به مقاومت	فارس	FR6
مشکوک به مقاومت	فارس	FR8
مشکوک به مقاومت	فارس	FR9
مشکوک به مقاومت	گلستان	GR2
مشکوک به مقاومت	گلستان	GR4
مشکوک به مقاومت	گلستان	GR6
مشکوک به مقاومت	گلستان	GR7
مشکوک به مقاومت	گلستان	GR14

آزمایش واکنش به کاربرد مقادیر مختلف علفکش با مقادیر زیر صورت گرفت (بکی و همکاران، ۲۰۰۰): ۰، ۱۸/۷۵، ۳۷/۵، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰، ۶۰۰، ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار.

به منظور بدست آوردن درجه مقاومت (R/S) (که برابر است با نسبت GR50 توده مقاوم به GR50 توده حساس) توده‌هایی که در برابر مقدار توصیه شده علفکش فنوکساپروپ-پی-اتیل مقاومت نشان دادند،

معادله، X: غلظت علف‌کش و d: پایین‌ترین حد داده‌های مربوط به یک توده است.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بین توده‌های فالاریس از نظر درصد وزن خشک نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) چهار هفته پس از سمپاشی، درصد گیاهان زنده مانده چهار هفته پس از سمپاشی نسبت به قبل از سمپاشی و ارزیابی چشمی بر اساس جدول EWRC سه هفته پس از سمپاشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$).

در مقایسه میانگین توده‌ها از نظر درصد وزن خشک نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) چهار هفته پس از سمپاشی، درصد گیاهان زنده مانده چهار هفته پس از سمپاشی نسبت به پیش از سمپاشی و ارزیابی چشمی بر اساس استاندارد EWRC سه هفته پس از سمپاشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$) (جدول ۳).

در این جدول توده $Khr3$ ، با دارا بودن $89/92$ درصد وزن خشک نسبت به شاهد خود اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر توده‌ها داشته و در بالاترین سطح آماری قرار گرفت و سه توده $FR8$ ، $GR7$ و $GR14$ با دارا بودن 76 ، $70/5$ و 68 درصد وزن خشک نسبت به شاهد خود در سطح آماری پایین‌تری قرار گرفتند که این حالت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در واکنش این توده‌ها نسبت به تیمار علف‌کش نسبت به توده $Khr3$ بود (جدول ۳). همچنین دیده شد که این چهار توده با توده حساس از نظر سطوح آماری و در سطح احتمال $P < 0/05$ ، اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

در این آزمایش‌ها، بذور فالاریس در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتی‌متر که محتوی مخلوطی از ماسه، رس و خاک برگ به نسبت ۱:۱:۲ بودند کاشته شده و سپس گلدان‌ها به گلخانه‌ای با شرایط ۱۶ ساعت روشنایی/درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی/درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (هیپ و موریسون، ۱۹۹۶). سم‌پاشی گلدان‌ها در مرحله ۳-۴ برگی فالاریس (در حدود ۳-۲ هفته بعد از کاشت) با دستگاه سم‌پاش دارای اتاقک سم‌پاشی اتوماتیک دارای نازل بادبزی یکنواخت^۱، انجام شد و قبل از سم‌پاشی تعداد گیاهان داخل هر گلدان شمارش شد. پس از سم‌پاشی سه نوبت نمره‌دهی بوته‌ها بر اساس سیستم ارزشیابی با استفاده از روش EWRC^۲ به فاصله یک هفته انجام شد (سندرال و همکاران، ۱۹۹۷). چهار هفته بعد از سم‌پاشی، تعداد گیاهان زنده مانده داخل هر گلدان شمارش و به صورت درصد نسبت به شاهد خود (مقدار صفر) محاسبه شد. سپس بوته‌ها از سطح خاک برداشت شده و وزن خشک بوته‌ها پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و به صورت وزن خشک نسبت به شاهد (مقدار صفر) محاسبه گردید (هیپ و موریسون، ۱۹۹۶؛ هیپ و همکاران، ۱۹۹۳).

برای بدست آوردن منحنی‌های پاسخ توده‌های مقاوم و توده حساس به مقادیر مختلف علف‌کش مورد آزمایش، از معادله رگرسیونی غیر خطی (هیپ و موریسون، ۱۹۹۶) توسط نرم‌افزار SigmaPlot استفاده شد:

$$Y = K / (1 + e^{(bg)x^b}) + d \quad (\text{معادله ۱})$$

در این معادله Y متغیر وابسته (طول ساقه چه یا وزن خشک یا تعداد بوته‌های زنده مانده (به صورت درصد از شاهد بدون علف‌کش))، K: بالاترین حد داده‌های مربوط به یک توده، c: پایه لگاریتم طبیعی، b و g: ضرایب

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های صفات اندازه‌گیری شده توده‌های فالاریس سه استان فارس، خوزستان و گلستان تیمار شده با علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل (الهی فرد، ۲۰۰۵).

میانگین مربعات			د.ف.ا. د.ف.ب. د.ف.ج.	منابع تغییرات
ارزیابی چشمی بر اساس استاندارد EWRC سه هفته پس از سمپاشی	درصد گیاهان زنده مانده چهار هفته پس از سمپاشی نسبت به پیش از سمپاشی	درصد وزن خشک نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) چهار هفته پس از سمپاشی		
۲۵/۶۰*	۵۴۴/۸۲*	۲۶۶۰/۵*	۱۵	توده علف هرز
۰/۵۲	۹۰/۷۵	۰/۴۰	۴۸	خطا
۲۶/۱۲	۵۵۳۵/۵۷	۴۹/۲۷	۶۳	کل

*: معنی‌دار در سطح احتمال $P < 0.05$.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده توده‌های فالاریس تیمار شده با علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل (الهی فرد، ۲۰۰۵).

مقایسه میانگین			استان
ارزیابی چشمی بر اساس استاندارد EWRC سه هفته پس از سمپاشی	درصد گیاهان زنده مانده ۴ هفته پس از سمپاشی نسبت به پیش از سمپاشی	درصد وزن خشک نسبت به شاهد بدون علف‌کش ۴ هفته پس از سمپاشی	
۱f	۰e	۸/۰۲ h	S
۱/۵ef	ode	۱۸/۸defgh	KhR1
۸a	۱۰۰a	۸۹/۹۲a	KhR3
۱/۵ef	۶۲ode	۲۱/۱۲cdefg	KhR10
۲def	۱۱/۲ocde	۲۴/۵cdef	KhR11
۲/۵cde	۱۶/۸vcd	۲۸/۵cd	KhR12
۱f	۰e	۱۶/۶۲efgh	FR1
۲def	۱۳/۳۶cde	۲۶/۱۲cde	FR3
۱/۷۵def	۸/۱۲cde	۲۲/۲۵cdefg	FR6
vab	۸۲/۵b	۷۰/۵b	FR8
۱f	۰e	۱۲gh	FR9
۱f	۰e	۱۳/۶۲fgh	GR2
۳/۲۵c	۲۲/۹۱c	۳۲/۵c	GR4
۲/۷۵cd	۲۱/۷c	۳۰/۱۲cd	GR6
۷/۵a	۱۰۰a	۷۶b	GR7
۶/۲۵b	۷۱/۲۵b	۶۸b	GR14
۰/۳۶	۴/۷۶	۳/۵۱	SEM

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال $P < 0.05$ ، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

با انجام مقایسه میانگین درصد گیاهان زنده مانده، ۴ هفته پس از سمپاشی نسبت به پیش از سمپاشی نیز اختلاف معنی‌داری بین توده‌ها مشاهده شد ($P < 0.05$): به‌طوری که دو توده KhR3 و GR7، با دارا بودن ۱۰۰ درصد گیاهان زنده، چهار هفته پس از تیمار با علف‌کش

ب‌طورکلی توده‌های GR14، FR8، GR7، KhR3، با دارا بودن ۵۰ درصد GR_{50} نسبت به علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل مقاوم بوده و توده‌های GR4، GR6، KhR12، FR3، KhR11، FR6، KhR10، KhR1، FR9، GR2، FR1، با دارا بودن ۵۰ درصد GR_{50} نسبت به علف‌کش مذکور حساس بودند.

در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند و با سایر توده‌ها از جمله توده حساس اختلاف معنی داری داشتند.

دو توده FR8 و GR14 با قرار گرفتن در سطح آماری مشابهی، با سایر توده‌ها از جمله توده حساس اختلاف معنی داری داشتند. توده‌های GR4، GR6، KhR12، FR3، KhR11 و FR6 اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته و در این گروه به جز توده‌های GR4، GR6، KhR12، بقیه توده‌ها با توده حساس اختلاف معنی داری نشان دادند. توده‌های KhR12، FR3، KhR11، FR6 و KhR1 با هم اختلاف معنی داری نداشته و در این میان به جز توده KhR12 که اختلاف معنی داری با توده حساس از خود نشان داد، سایر توده‌ها با توده حساس اختلاف معنی داری نداشتند. توده‌های GR2، FR9 و FR1 نیز با قرار گرفتن در یک سطح آماری، با توده حساس اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۳).

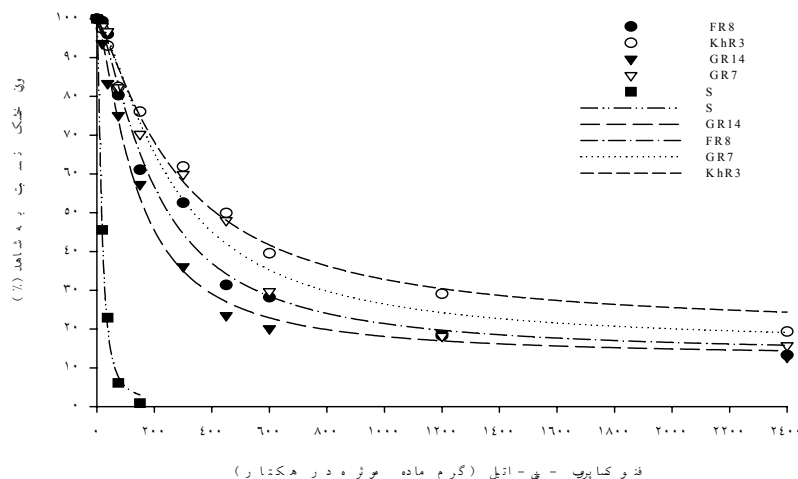
به‌طورکلی چهار توده GR7، KhR3، FR8 و GR14 با دارا بودن ۵۰ درصد LD_{50} نسبت به علف کش مذکور مقاوم و سایر توده‌ها با دارا بودن ۵۰ درصد LD_{50} نسبت به علف کش فنوکساپروپ - پی - اتیل حساس محسوب شدند.

مقایسه میانگین داده‌های ارزیابی چشمی توده‌ها بر اساس استاندارد EWRC سه هفته پس از سمپاشی نیز مؤید بالاتر بودن سطح آماری چهار توده GR7، KhR3، FR8 و GR14 نسبت به سایر توده‌ها، از جمله توده حساس بود. در بین این چهار توده نیز به لحاظ آماری اختلافات معنی داری وجود داشت، به‌طوری که سه توده KhR3، GR7 و FR8 با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشته در حالی که دو توده KhR3 و GR7 با توده GR14 اختلاف معنی داری داشتند ولی توده FR8 با توده GR14 اختلاف معنی داری نداشت. سایر توده‌ها از جمله توده‌های GR4، GR6، KhR12 اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته ولی با چهار توده مذکور و توده حساس اختلاف معنی داری داشتند. توده‌های KhR12، KhR11، FR3، FR6، KhR10، KhR1 با یکدیگر

اختلاف معنی داری نداشته و از این گروه به جزء توده KhR12، اختلافات سایر توده‌ها با توده حساس معنی دار نبود (جدول ۳).

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین توده‌های تیمار شده با علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل می‌توان به این نتیجه رسید که چهار توده GR7، KhR3، FR8 و GR14 با دارا بودن GR50 بیشتر از ۵۰ درصد برای درصد وزن خشک نسبت به شاهد، ۵۰ درصد LD_{50} برای درصد بوته‌های زنده مانده نسبت به شاهد و همچنین دارا بودن بالاترین میزان نمره‌دهی (۶ تا ۸)، نسبت به تیمار توسط علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل از خود مقاومت نشان دادند.

برازش داده‌های درصد وزن خشک توده‌های مقاوم و حساس (S) به علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل، به معادله ۱، تفاوت محسوس بین روند واکنش چهار توده مقاوم GR7، KhR3، FR8 و GR14 و توده حساس (S) را به‌خوبی نشان داد، به‌طوری که توده حساس با توجه به نتایج مندرج در جدول ۴، پس از کاربرد معادل ۲۵/۰ مقدار توصیه شده علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل، این علف‌کش قادر به اعمال ۵۰ درصد بازدارندگی بر روی توده حساس بود. در حالی که چهار توده مقاوم مذکور با بکار بردن ۷۵ گرم ماده موثره از علف‌کش (معادل مقدار توصیه شده علف‌کش)، فقط ۲۰-۱۰ درصد بازدارندگی در وزن خشک اندام هوایی خود نشان دادند. در حالی که فقط با بکار بردن مقادیر زیادی از علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل (معادل ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار)، این علف‌کش قادر به اعمال بازدارندگی زیادی حدود ۹۰-۸۰ درصد بر روی توده‌های مذکور بوده است در صورتی که این علف‌کش پس از اعمال مقدار توصیه شده (۷۵ گرم ماده موثره در هکتار) قادر به اعمال حدوداً ۹۴ درصد بازدارندگی بر روی توده حساس بوده است (شکل ۱). قابل ذکر است که اعمال ۱۵۰ گرم ماده موثره از علف‌کش (معادل دو برابر مقدار توصیه شده)، قادر به اعمال ۹۹/۱ درصد کاهش در وزن خشک اندام هوایی توده مذکور نسبت به شاهدش شد (جدول ۴).



شکل ۱- تاثیر علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل بر روی توده‌های مقاوم (GR14 و FR8, GR7, KhR3) و توده حساس (S)، چهار هفته پس از پاشش علف‌کش تحت شرایط گلخانه‌ای.

۵/۵۲، ۴/۴۹، ۳/۳۳ و ۲/۳ برابر مقدار توصیه شده علف‌کش، قادر به اعمال ۵۰ درصد بازدارندگی بر روی توده‌های FR8, GR7, KhR3, GR14 شده است.

در آزمایش‌های انجام شده توسط هیپ و موریسون (۱۹۹۶) بر روی توده حساس (UM7) و توده مقاوم (UM8) یولاف وحشی مشاهده شد. واکنش این دو توده نسبت به اعمال مقادیر مختلف چهار علف‌کش دیکلوفوپ-متیل، فنوکساپروپ-پی-اتیل، ستوکسی دیم و ترالکوکسی دیم کاملاً متفاوت بود. به طوری که با اعمال مقادیر ۰-۰/۵-۱-۲-۴ برابر مقدار توصیه شده علف‌کش‌های مذکور (دیکلوفوپ-متیل، ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، فنوکساپروپ-پی-اتیل، ۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، ستوکسی دیم، ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و ترالکوکسی دیم، ۲۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) بر روی این دو توده، علف‌کش‌ها قادر به اعمال ۹۰ تا ۹۵ درصد بازدارندگی (درصد کاهش وزن خشک) بر روی توده حساس بودند در حالی که درصد کاهش وزن خشک توده مقاوم (UM8) از ۰ تا ۴ درصد متغیر بود. با افزایش مقادیر علف‌کش اعمال شده بر روی توده‌های مذکور (۲ و ۴ برابر مقدار توصیه شده) علف‌کش‌ها قادر به اعمال ۹۹ تا ۱۰۰ درصد کاهش در وزن خشک توده حساس و ۲۶ تا ۷۵ درصد کاهش در وزن خشک توده مقاوم شدند (هیپ و موریسون، ۱۹۹۶).

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۱، مشاهده می‌شود که توده‌های KhR3 و GR7، با دارا بودن درجه مقاومت ۲۴/۳ و ۱۹/۵۶ درجه مقاومت‌های بالایی از خود نشان داده‌اند و دو توده FR8 و GR14 نیز با دارا بودن نسبت (R/S) برابر با ۱۴/۵۲ و ۹/۹۵ درجه مقاومت متوسطی از خود نشان دادند.

ولنبرگ و استولتنبرگ (۲۰۰۲) گزارش کردند که نژادهای دم روباهی کبیر (*Setaria faberi*) و علف خرچنگ (*Digitaria sanguinalis*) مقاوم به بازدارنده‌های ACCase نسبت به علف‌کش‌های کلتودیم، فلوازیفوپ و ستوکسی دیم، به ترتیب برای دم روباهی کبیر ۴/۸، ۱۰/۶ و ۳۱۹ و برای بیوتیپ علف خرچنگ ۵/۸، ۱۰/۳ و ۶۶ برابر مقاوم‌تر از بیوتیپ‌های حساس بودند. این مسئله به وضوح نشان می‌دهد که مقاومت به بازدارنده‌های ACCase در این نژادها، در نتیجه تغییر آنزیم ACCase که سبب ایجاد سطح بسیار بالایی از مقاومت به ستوکسی دیم می‌شود، به وجود می‌آید (ولنبرگ و استولتنبرگ، ۲۰۰۲). در اغلب بیوتیپ‌های علف هرز، مقاومت به بازدارنده‌های ACCase، در اثر کاهش حساسیت به این علف‌کش‌ها ایجاد می‌شود (زاراییل سانتاکومار، ۲۰۰۵).

با توجه به نتایج مندرج در جدول مذکور می‌توان گفت که علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل به ترتیب در

جدول ۴- پارامترهای بدست آمده^۱ (انحراف معیار در پرانتزها) از معادله برازش داده شده به داده‌های درصد وزن خشک توده‌های مقاوم و حساس نسبت به شاهدشان، چهار هفته پس از اعمال علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل (الهی فرد، ۲۰۰۵).

توده	b	g	d	k	R ²	GR ₅₀	R/S
S	۱/۷۵(۰/۱۶)	-۲/۸۴(۰/۰۵)	۰/۹	۹۹/۱	۰/۹۹ ^{hs}	۱۷/۲۳	-
GR14	۱/۳۸(۰/۰۸۶)	-۴/۹۳(۰/۰۵۳)	۱۲/۷۵	۸۷/۲۵	۰/۹۹ ^{hs}	۱۷۱/۵	۹/۹۵
FR8	۱/۴۱(۰/۱۳)	-۵/۳۰(۰/۰۷)	۱۳/۳۱	۸۶/۶۹	۰/۹۸ ^{hs}	۲۵۰/۲	۱۴/۵۲
GR7	۱/۴۲(۰/۱۷)	-۵/۵۵(۰/۰۹)	۱۵/۷۲	۸۴/۲۸	۰/۹۷ ^{hs}	۳۳۷	۱۹/۵۶
KhR3	۱/۲۷(۰/۰۹۸)	-۵/۶۴(۰/۰۶۲)	۱۹/۳۷	۸۰/۶۳	۰/۹۹ ^{hs}	۴۱۴	۲۴/۳

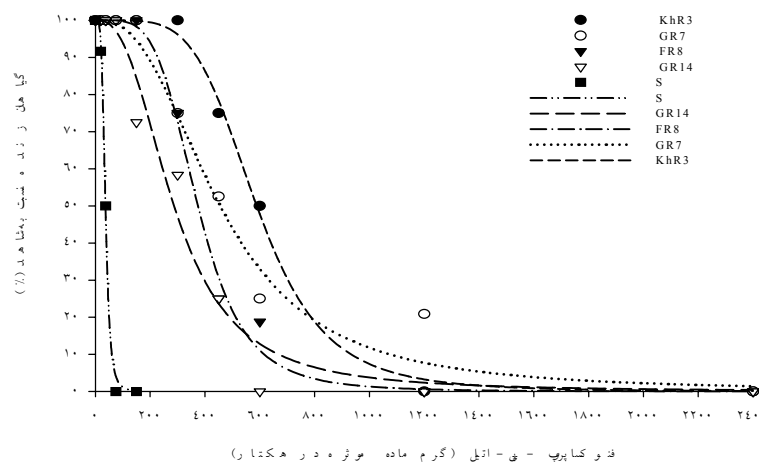
۱: توضیح مدل برازش داده شده در بخش مواد و روش‌ها آورده شده است.
hs: highly significant

برگ‌کش‌ها دارد. فعالیت ایزوفرم ACCase-II نیز مشابه فرم ACCase-I می‌باشد؛ با این تفاوت که فرم ACCase-II خارج از پلاستیدها قرار گرفته و نسبت به باریک برگ‌کش‌ها مقاوم می‌باشد (زاراییل سانتاکومار، ۲۰۰۵).

برازش داده‌های مربوط به تعداد بوته‌های زنده مانده، چهار هفته پس از سمپاشی با مقادیر مختلف علف‌کش مذکور نسبت به قبل از سمپاشی، معادله ذکر شده در قبل، نیز نشان‌دهنده اختلاف در روند واکنش توده‌های مقاوم با یکدیگر و همچنین با توده حساس بود (شکل ۲)؛ همان‌طور که در جدول ۵، دیده می‌شود توده‌های GR7، KhR3، FR8 و GR14 در اینجا نیز روند درجه مقاومت‌شان به همان ترتیبی بود که در مورد درجه مقاومت این توده‌ها از نظر درصد وزن خشک‌شان دیده شد (GR14 < FR8 < GR7 < KhR3).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم ACCase در عصاره‌هایی از شاخ و برگ پژمرده بیوتیپ مقاوم نوعی چمن (*Lolium multiflorum*) در حضور دیکلوفوپ نشان داد که تحمل بیوتیپ مقاوم نسبت به علف‌کش دیکلوفوپ ۲۸ برابر بیشتر از بیوتیپ حساس می‌باشد. در آزمایش‌های مشابه دیگری نیز نشان داده شد که بیوتیپ‌های مقاوم تقریباً ۱۳۰ بار نسبت به بیوتیپ‌های حساس متحمل‌تر هستند (زاراییل سانتاکومار، ۲۰۰۵).

این نوع مقاومت در اثر موتاسیون مولکول ژن کد کننده فرم ACCase-I بوجود می‌آید (۸). قابل ذکر است که در علف‌های هرز کشیده برگ، دو ایزوفرم آینه‌ای آنزیم استیل کو آنزیم-آ-کربوکسیلاز بنام های I-ACCase و ACCase-II وجود دارند. در این میان، ایزوفرم ACCase-I فرم غالب می‌باشد که در پلاستیدها قرار دارد و حساسیت بسیار بالایی به باریک



شکل ۲- تأثیر علف‌کش فنوکساپروپ - پی - اتیل بر روی تعداد بوته‌های توده‌های مقاوم

(S) و حساس (GR14 و FR8، GR7، KhR3) چهار هفته پس از پاشش علف‌کش تحت شرایط گلخانه‌ای.

همانگونه که دیده می‌شود توده‌های مذکور در مقایسه با توده شاهد، که تقریباً با اعمال نیمی از مقدار توصیه شده علف‌کش ۵۰ درصد بازدارندگی بر روی بوته‌های زنده اش اعمال شد، این توده‌ها به ترتیب در ۷/۸۶، ۶/۰۶، ۴/۹۹ و ۳/۸۴ برابر مقدار توصیه شده، علف‌کش قادر به اعمال ۵۰ درصد بازدارندگی بر روی تعداد بوته‌های زنده‌اشان شد. در توجیه علت بروز چنین پاسخ‌هایی از جانب برخی

توده‌های علف‌هرز می‌توان اظهار داشت که بروز مقاومت می‌تواند جنبه ارثی داشته باشد به طوری که یک آلل یا بیشتر از یک آلل جهت بروز مقاومت باید در توده علف‌هرز وجود داشته و این حالت در نتیجه رخ دادن موتاسیون می‌تواند به نسل‌های بعدی منتقل شود؛ به طوری که فنوتیپ‌های تک ژن در فراوانی‌هایی از 10^{-5} تا 10^{-11} ژن مغلوب یافت شده‌اند (هلت و لی بارون، ۱۹۹۰).

جدول ۵- پارامترهای بدست آمده^۱ (انحراف معیارها داخل پرانتز) از معادله برازش داده شده به داده‌های زنده مانده توده‌های مقاوم و حساس نسبت به شاهدشان، چهار هفته پس از اعمال علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل (الهی فرد، ۲۰۰۵).

توده	b	g	d	k	R ²	LD ₅₀	R/S
S	۴/۴۶ (۰/۸۰)	-۳/۶۱ (۰/۰۳)	۰	۱۰۰	۰/۹۹ ^{hs}	۳۷/۰۶	-
GR14	۲/۶۱ (۰/۵۰)	-۵/۶۶ (۰/۰۸۴)	۰	۱۰۰	۰/۹۷ ^{hs}	۲۸۸	۷/۷۷
FR8	۴/۴۲ (۰/۴۷)	-۵/۹۲ (۰/۰۳)	۰	۱۰۰	۰/۹۹ ^{hs}	۳۷۴/۶	۱۰/۱۱
GR7	۲/۵۶ (۰/۴۲)	-۶/۱۲ (۰/۰۶)	۰	۱۰۰	۰/۹۸ ^{hs}	۴۵۵	۱۲/۳
KhR3	۴/۷۸ (۰/۴۴)	-۶/۳۸ (۰/۰۱۷)	۰	۱۰۰	۰/۹۹ ^{hs}	۵۸۹/۵	۱۵/۹۱

۱: توضیح مدل برازش داده شده در بخش مواد و روش‌ها آورده شده است.
hs: highly significant

دیواین گزارش کرد که بروز مقاومت در توده‌های یولاف وحشی کانادا به علت کاهش حساسیت آنزیم هدف (ACCCase) به علف‌کش‌های فوپ و دیم و تاثیر متقابل علف‌کش‌ها بر روی پتانسیل الکتروژنیک غشاهای سلولی می‌باشد.

لازم به ذکر است تفاوت در سطوح و الگوهای مقاومت عرضی در علف‌های هرز، فرضیه وجود اختلاف در پاسخ گیاهان، به علت بروز موتاسیون‌های مختلف را تایید می‌کند (هیپ و موریسون، ۱۹۹۶). در اغلب موارد، آنزیم‌های ACCCase جهش یافته، سطح قابل توجهی از مقاومت به اغلب علف‌کش‌های فوپ و دیم را ایجاد می‌کنند و مواردی که بیوتیپ‌های مقاوم هیچ‌گونه مقاومت عرضی به بازدارنده‌های ACCCase ندارند، استثناء می‌باشند. این حالت مانع کاربرد هر بازدارنده ACCCase

دیگری به منظور کنترل بیوتیپ‌های مقاوم شده و استفاده از علف‌کش‌های با نحوه عمل متفاوت یا روش‌های دیگر کنترل را ضروری می‌سازد (دیواین، ۱۹۹۷). الگوهای متفاوت مقاومت عرضی در میان توده‌های علف‌هرز، توصیه قابل اجرا و عملی به کشاورز را پیچیده و مشکل می‌سازد (هیپ و همکاران، ۱۹۹۳).

در نتیجه با اعمال مقدار توصیه شده علف‌کش (۷۵ گرم ماده موثره در هکتار) چهار توده GR7، FR8، GR14 و KhR3 با دارا بودن LD₅₀ و GR₅₀ بیشتر از ۵۰ درصد، در برابر تیمار با علف‌کش مذکور مقاومت نشان دادند. آزمایش واکنش به کاربرد مقادیر مختلف علف‌کش اعمال و با توجه به درجه مقاومت‌های بدست آمده برای توده‌های مذکور، به ترتیب زیر است: KhR3 > GR7 > FR8 > GR14

منابع

1. Anonymous. 2005. Available at: <http://www.weedresearch.com/in.asp>.
2. 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.
3. Bor, N. L. 1970. Gramineae. Pages 345-349 in Rechinger, K.H. eds. *Flora Iranica*. Vol. 70. Akademische druck – u. verlagsanstalt Graz – Austria.
4. Camper, N.D. 1986. *Research Methods in Weed Science*. 3th ed. Southern Weed Science Society.
5. De Prado, R., Gonzalez-Gutierrez, J., Menendez, J., Gasquez, J., Gronwald, J.W. and Gimenez-Espinosa, R. 2000. Resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides in *Lolium multiflorum*. *Weed Sci.* 48: 311-318.
6. Elahifard, E. 2005. The investigation of the resistance against Aryloxyphenoxypropionate acid herbicides in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*). M.Sc. Thesis. College of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad. 145 p.
7. Divine, M.D., Elahifard, E. 2005. The investigation Target-site based resistance to Accase inhibitors. Pages 61-69 in De Prado, R., Jorin, J. and Garcia-Torres, L. eds. *Weed and Crop Resistance to Herbicides*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
8. Heap, I.M., and Morrison, I.N. 1996. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicide in green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.* 44: 25-30.
9. Heap, I.M., Murray, B.G., Loepky, H.A. and Morrison, I.N. 1993. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.* 41: 232-238.
10. Holt, J.S., and LeBaron, H.M. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.* 4: 141-149.
11. Malik, R.K., and Singh, S. 1995. Littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) resistance to isoproturon in india. *Weed Technol.* 9: 419-425.
12. Najafi, H., Baghestani, M.A., and Zand, E. 2005. Biology of important weeds of Iran. Plant pest and Disease Research Institute of Tehran. (In Press).
13. RashedMohassel, M.H., Najafi, H., and Akbarzadeh, M.D. 2000. *Weed biology and control*. Ferdowsi University of Mashhad Press, Pp: 167.
14. Sandral, G.A., Dear, B.S., Pratley, J.E., and Cullis, B.R. 1997. Herbicides dose rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. *Aust. J. Exp. Agric.* 37: 67-74.
15. Tharayil–Santhakumar, N. Mechanism of herbicide resistance on weeds. Plant and Soil Science University of Massachusetts Amherst, MA. Available at: <http://www.weedresearch.com/paper/Mechanism%20of%20Herbicide%20resistance.PDF>.
16. Thill, D.C., and Lemerle, D. 2001. World wheat and herbicide resistance. Pages 165-194 in Powles, S. and D. L. Shaner, eds. *Herbicide Resistance and World Grains*. CRC Press, London, UK.
17. Volenberg, D.S., and Stoltenberg, D. 2002. Altered acetyl- coenzyme A carboxylase confers resistance to clethodim, fluazifop and sethoxydim in *Setaria faberi* and *Digitaria sanguinalis*. *Weed Research.* 42: 342-350.

The investigation of the resistance against fenoxaprop – P – ethyl herbicide in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*)

***E. Elahifard¹, M.H. RashedMohassel², E. Zand³ and M. Nassirimahllati⁴**

¹M.Sc. student Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, ²Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University, ³Assistant Prof. of Plant Post and Disease Research Institute of Tehran, ⁴Associate Prof. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

In order to study the littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) resistance to fenoxaprop –P– ethyl herbicide an experiment was conducted at Department of Weed Science, Plant Pest and Disease Research Institute greenhouse. The type of design was completely randomized design with four replications per treatment. Treatments included sixteen *Phalaris* populations treated with recommended dose of fenoxaprop –P– ethyl (75 gr ai/ha). In this experiment four populations: GR14, FR8, GR7 and KhR3 that contain GR₅₀ and LD₅₀ more than 50%, showed resistancy when treated with recommended dose with fenoxaprop – P – ethyl. The rate of resistancy for above mentioned populations dry weight was 9.95, 14.52, 19.56 and 24.3, and for the number of survived plants was 7.77, 10.11, 12.3 and 15.91 respectively.

Keywords: littleseed canarygrass (*Phalaris minor*); Fenoxaprop –P– ethyl; Resistance