

Winter wild oat (*Avena ludoviciana*) accessions' resistance to clodinafop-propargyl herbicide in south of Kerman

Nasrin Molaie Mogbeli¹, Seyed Ahmad Hosseini^{*2}, Ebrahim Mamnoei³, Hamidreza Sasanfar⁴

1,2. Genetics and Plant Production Department, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran. 3. Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. 4. Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

(Received: May 16, 2021 - Accepted: October 26, 2021)

ABSTRACT

To investigate the resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) accessions collected from wheat fields of Kerman province to clodinafop-propargyl herbicide, whole-plant bioassay pot experiment was performed on 16 winter wild oat accessions (15 suspected and one sensitive accessions) in a research greenhouse in Jiroft, Kerman during 2019-2020. First, the screening test was performed with the recommended dose (1 L/ha) of clodinafop-propargyl (EC 8%) herbicide in a randomized complete block design with four replications. Then, in a dose-response experiment, wild oat accessions were sprayed at 2- to 4-leaf stage with 9 doses of clodinafop-propargyl including 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, and 32 times of recommended dose for resistant accessions and 0, 0.0625, 0.0125, 0.25, 5) 0, 1, 2 and 4 times of recommended dose for the susceptible accessions. Four weeks after spraying, fresh and dry weights and survival percentage of the plants were measured. According to the results, the resistance of 14 accessions to clodinafop-propargyl was confirmed according to the Adkins and Moss methods. The results of the dose-response test based on the fresh weight showed that F₃ (14.3) and R₄ (3.9) had the highest and lowest resistance index, respectively. Furthermore, based on the survival, M₃ and M₄ accessions with 14.1 and 2.4 resistance index showed the highest and lowest resistance level to the herbicide, respectively. Therefore, the first case of wild oat resistant to clodinafop-propargyl was recorded in Kerman province.

Key words: Dose-response, herbicides resistance, screening test, Topik.

مقاومت توده‌های یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) به علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل در جنوب کرمان

نسرین مولایی مقبلی^۱، سید احمد حسینی^{*۲}، ابراهیم ممنوعی^۳، حمیدرضا ساسان‌فر^۴

۱-۲- دانشجوی و استادیار، گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشگاه ولی ولی عصر (عج) رفسنجان، ۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۴- استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۴)

چکیده

به منظور بررسی مقاومت توده‌های علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) جمع‌آوری شده از مزارع گندم جنوب استان کرمان به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل، آزمایش زیست‌سنجی گیاه کامل در گلدان در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان در جیرفت، روی ۱۶ توده یولاف وحشی (۱۵ توده مشکوک و یک توده حساس) انجام شد. ابتدا آزمایش غربال‌گری با علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (EC 8%) با دز توصیه شده (یک لیتر در هکتار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سپس در آزمایش دز-پاسخ، از نه دز علف‌کش در مقادیر صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، یک، دو، چهار، هشت، ۱۶، و ۳۲ برابر مقدار توصیه شده و برای توده حساس نیز از مقادیر صفر، ۰/۰۶۲۵، ۰/۰۱۲۵، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، یک، دو و چهار برابر مقدار توصیه شده استفاده شد. چهار هفته پس از مصرف علف‌کش، وزن تر و خشک و درصد زنده‌مانی توده‌ها اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج آزمایش غربال‌گری، مقاومت ۱۴ توده به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مطابق روش ادکینز و روش ماس تأیید شد. نتایج وزن‌تر در آزمایش دز-پاسخ نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص مقاومت، به ترتیب به توده‌های F₃ (۱۴/۳)، و R₄ (۳/۹) تعلق داشت. همچنین براساس زنده‌مانی، توده‌های M₃ و M₄ به ترتیب با درجه مقاومت ۱۴/۱ و ۲/۴، بیشترین و کمترین مقاومت را به این علف‌کش داشتند؛ بنابراین، نخستین مورد مقاومت علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در استان کرمان به ثبت رسید.

کلمات کلیدی: آزمایش دز-پاسخ، آزمایش غربال‌گری، تایپیک، جو دوسر، مقاومت به علف‌کش.

مقدمه

یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) از تیره گندمیان^۱، یکی از علف‌های‌هرز مساله‌ساز مزارع گندم است که مقدار خسارت‌زایی این علف‌هرز در مزارع گندم کشور، بیش از ۲۳ درصد گزارش شده است (Zand et al., 2007). پراکنش این علف‌هرز در مزارع گندم، جو و کلزا، یونجه، نیشکر، چغندر، سیب‌زمینی و باغ‌های پسته، گزارش شده است (Sanei Shariat Panahi., 1998). مهم‌ترین گونه غالب این علف‌هرز در ایران، یولاف‌وحشی زمستانه^۲ است (Dezfuli, 1998). عمده‌ترین روش کنترل علف‌هرز یولاف‌وحشی در دنیا و ایران، استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی است، به طوری که با برخی علف‌کش‌های ثبت شده در کشور می‌توان این علف‌هرز را در مرحله سه برگی تا اواسط پنجه‌زنی به خوبی کنترل نمود (Zand et al., 2020). علف‌کش‌های بازدارنده استیل‌کوآنزیم آکربوکسیلاز^۳، یکی از مهم‌ترین گروه‌های علف‌کشی برای کنترل علف‌های‌هرز باریک می‌باشند. این گروه از علف‌کش‌ها دارای سه خانواده مهم شیمیایی آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (APP)، سیکلوهگزاندیون (CHD) و فنیل‌پیرازولین (PZZ) است که به ترتیب به فوپ‌ها، دیم‌ها و دن‌ها معروفند (Montazeri et al., 2006). با وجود مزایای کاربرد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز، کاربرد بی‌رویه علف‌کش‌ها با نحوه عمل مشابه، علاوه بر مشکلات زیست محیطی، سبب بروز مقاومت در جمعیت علف‌های‌هرز می‌شود (Murry et al, 1996). اولین گزارش مربوط به مقاومت یولاف‌وحشی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در جهان، در سال ۱۹۸۵ در استرالیا (Heap, 2021) و در ایران در سال ۲۰۰۶ گزارش شده است (Heap, 2021). همچنین گزارشات متعددی از مقاومت یولاف‌وحشی به علف‌کش‌ها منتشر شده است، به طوری که در حال حاضر، ۴۸ مورد مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده

ACCase گزارش شده است و وجود دارد (Heap, 2021). در این ارتباط، زند و همکاران (Zand et al., 2007) اظهار نمودند که بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی مقاوم به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در استان خوزستان در حال گسترش‌اند، به طوری که وجود بیوتیپ‌های مقاوم را در شهرهای دزفول، اندیمشک، دشت آزادگان و رامهرمز تأیید نمودند. همچنین کلامی و همکاران (Kalami et al., 2014)، ۳۱ توده یولاف‌وحشی زمستانه مقاوم به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل از شهرستان کردکوی گزارش کردند. ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar et al., 2009) نیز با بررسی ۱۲ توده یولاف‌وحشی از فارس نشان دادند که تمامی توده‌های مورد مطالعه، به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مقاوم می‌باشند. راستگو و همکاران (Rastgoo et al., 2009) نیز مقاومت پنج توده یولاف‌وحشی از نقاط مختلف استان خوزستان به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل را تأیید کردند. نجفی و همکاران (Najafi et al., 2010)، مقاومت عرضی ۳۷ درصد از بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی زمستانه جمع‌آوری شده از استان‌های خوزستان و فارس به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و پینوکسادن را گزارش کردند. در پژوهشی دیگر، ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar et al., 2017) بروز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase شامل کلودینافوپ-پروپارژیل، پینوکسادن و ستوکسیدیم را در توده‌های یولاف وحشی جمع‌آوری شده از استان فارس گزارش کردند. از آن‌جا که کارایی علف‌کش‌های بازدارنده ACCase جهت کنترل یولاف‌وحشی در مزارع گندم استان کرمان کاهش یافته است، پیش‌بینی بروز مقاومت در چنین شرایطی دور از انتظار نیست. همچنین با توجه به این‌که پی‌جویی مقاومت به علف‌کش‌ها، یکی از اجزای مهم در مدیریت پایدار علف‌های‌هرز می‌باشد، این آزمایش با هدف تعیین مقاومت و درجه مقاومت توده‌های مقاوم علف‌هرز یولاف‌وحشی

^۱Poacea^۲*A. ludoviciana*^۳ACCase

هفته پس از سمپاشی ثبت شد. سپس گیاهان هر گلدان از سطح خاک برداشت شدند و وزن تر گیاهچه‌ها توسط ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. وزن خشک نمونه‌ها نیز بعد از قرار گرفتن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی توده مقاوم از دو روش ماس و همکاران (Moss *et al.*, 2007) و ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) استفاده شد. برای این منظور، چهار هفته پس از کاربرد علف‌کش، توده‌ای که حداقل ۸۰ درصد وزن خشک و ۵۰ درصد گیاهان زنده خود را نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) حفظ کرده باشد، به عنوان توده مقاوم معرفی شد. در صورتی که ۵۰ درصد وزن خشک و ۵۰ درصد گیاهان زنده نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) حفظ شده باشد، به عنوان توده مقاوم احتمالی در نظر گرفته می‌شود و در غیر اینصورت، به عنوان توده حساس شناخته خواهد شد.

در روش ماس و همکاران (Moss *et al.*, 2007)، نمونه‌ها از نظر مقاومت، به چهار قسمت دسته‌بندی می‌شوند، به طوری که توده‌هایی که کاهش وزن تر آنها نسبت به شاهد (بدون سمپاشی) بین صفر تا ۳۶ درصد بود، به عنوان گروه RRR (مقاومت بالا)، توده‌های که درصد کاهش وزن تر آنها نسبت به شاهد بین ۳۶ تا ۷۲ درصد بود، در گروه RR (مقاوم)، توده‌هایی که درصد کاهش وزن تر آنها نسبت به شاهد بین ۷۲ تا ۸۱ درصد بود، در گروه R? (مشکوک به مقاومت) و توده‌هایی که درصد کاهش وزن تر آنها نسبت به شاهد بین ۸۱ تا ۱۰۰ درصد بود، در گروه S (توده حساس) قرار گرفتند.

آزمایش دُز-پاسخ

آزمایش‌های دُز-پاسخ برای تعیین درجه مقاومت بین توده‌ها انجام شد. در این آزمایش‌ها، توده‌های یولاف‌وحشی که در آزمایش غربال‌گری مورد استفاده قرار گرفتند، انتخاب شدند و در معرض ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، یک، دو، چهار، هشت، ۱۶، و ۳۲ برابر دُز توصیه شده (یک لیتر در هکتار معادل ۸۰ گرم ماده موثره) علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل قرار گرفتند. همچنین توده حساس به علف‌کش نیز در معرض

زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در مزارع گندم جنوب استان کرمان در شهرستان جیرفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی بروز مقاومت توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (تاپیک ۸ درصد EC) در مزارع گندم کرمان در سال ۱۳۹۶، ۱۵ توده یولاف‌وحشی مشکوک به مقاومت (بر اساس گزارش کشاورزان مبنی بر عدم کنترل مناسب با علف‌کش‌های مصرفی) از هفت شهرستان (جیرفت، عنبرآباد، قلعه‌گنج، منوجان، فاریاب، رودبار و کهنوج) و یک توده حساس به علف‌کش از شهرستان ماهان کرمان که سابقه مبارزه شیمیایی با یولاف‌وحشی را نداشتند، جمع‌آوری و در پاکت‌های کددار در دمای یخچال نگهداری شدند.

برای انجام آزمایش غربال‌گری، پژوهشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. برای این منظور، ابتدا پوست (لما و پالنا) بذرهای جمع‌آوری شده جهت شکستن خواب با دست کنده و جدا شد (Beckie *et al.*, 2000) و بذرها به مدت یک هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

کشت در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتی‌متر با ترکیب مساوی خاک زراعی، ماسه بادی و کود دامی پوسیده به همراه مقداری پرلیت انجام شد، به طوری که در هر گلدان، ۱۰ بذر جوانه‌دار با در نظر گرفتن فاصله مناسب در عمق ۱/۵ سانتی‌متری خاک کشت شد. قبل از سم‌پاشی، تعداد گیاهان در گلدان به سه عدد تنک شد. سم‌پاشی در مرحله دو تا سه برگی یولاف با مقدار توصیه شده علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل از شرکت سینجنتا (۸۰ گرم ماده موثره در هکتار) با استفاده از سم‌پاش پستی برقی (شرکت ماتابی اسپانیا) مجهز به نازل بادبزی ۸۰۰۲ با حجم کالیبره ۲۰۰ لیتر در هکتار و فشار ثابت ۲۰۰ کیلوپاسکال انجام گرفت. ارزیابی چشمی با استفاده از روش استاندارد EWRC و زنده‌مانی گیاه چهار

روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997) با هر دو شاخص اندازه‌گیری شده (وزن خشک و تعداد گیاه زنده مانده) در گروه مقاوم به علف‌کش قرار گرفتند (جدول ۱).

بر اساس روش ماس و همکاران (Moss et al., 2007)، درصد کاهش وزن توده‌های M_3 ، F_3 ، G_5 ، A_3 ، F_4 ، A_4 ، G_6 ، K_3 ، GH_5 ، R_3 ، K_4 ، G_4 و R_4 نسبت به شاهد، کمتر از ۳۶ درصد بود؛ بنابراین این توده‌ها در گروه RRR قرار گرفتند که مقاومت بالایی نسبت به این علف‌کش دارند. در حالی که توده M_4 با ۷۲ تا ۸۱ درصد کاهش وزن‌تر، در گروه R_4 قرار گرفت که نشان دهنده احتمال بروز مقاومت می‌باشد. بنابراین بر اساس ارزیابی هر دو روش، بجز توده حساس و M_4 که در گروه احتمالاً مقاوم قرار گرفتند، بروز مقاومت سایر توده‌ها به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل قطعی بود، به طوری که با مقایسه نتایج دو روش مذکور، توده‌های مقاوم در روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997)، توده‌هایی بودند که در روش ماس و همکاران (Moss et al., 2007) در گروه RRR قرار داشتند. در بین توده‌های مقاوم، توده R_4 بر اساس روش ماس و همکاران (Moss et al., 2007) (با کاهش وزن‌تر $1/47$ -) و بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997)، (به ترتیب با وزن خشک و زنده‌مانی $1/47$ و $1/100$ درصد)، بیشترین سطح مقاومت به علف‌کش را نشان داد (جدول ۱). همانطور که در جدول یک مشاهده می‌شود، کاهش وزن‌تر و خشک برخی توده‌ها نسبت به توده حساس منفی، به ترتیب بالای ۱۰۰ و منفی می‌بود باشد که این مطلب بیانگر آن است که مصرف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در این توده‌ها، علاوه بر این که در دُز توصیه شده این علف‌کش کنترل نداشته است، حتی باعث رشد بیشتر این گیاه نیز شده است.

آزمایش دُز-پاسخ

وزن‌تر توده‌های مختلف یولاف وحشی

برازش مدل چهار پارامتره لگ لجستیک به داده‌های اثر دُزهای افزایشی (صفر تا ۳۲ برابر دز توصیه شده) کلودینافوپ-پروپارژیل بر وزن‌تر توده‌های مختلف یولاف وحشی نشان

دزهای صفر (۰)، ۰/۰۶۲۵، ۰/۰۱۲۵، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، یک، دو و چهار برابر دز توصیه شده معادل صفر (۰)، پنج، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۳۲۰ گرم ماده موثره قرار گرفت. سایر مراحل شامل طرح آزمایشی، تکرار، کشت، سمپاشی و یادداشت برداری مشابه آزمایش غربال‌گری بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از معادلات غیرخطی چهار پارامتره لگ لجستیک و در صورت عدم برازش مدل چهار پارامتره (در صورت منفی بودن حد پایین) از مدل سه پارامتره لگ لجستیک (معادلات ۱ و ۲) با استفاده از بسته drc در نرم افزار R (نسخه 3.5.1) انجام شد و ED_{50} و LD_{50} پارامترهای تعیین شد (Streibig., 1993).

$$Y = \frac{d-c}{1+\exp [b (\log (x)-\log (ED_{50}))]} \quad (\text{معادله ۱})$$

$$Y = \frac{d}{1+\exp [b (\log (x)-\log (ED_{50}))]} \quad (\text{معادله ۲})$$

در این معادله‌ها، Y : وزن‌تر، x : نماینده دُزهای مختلف علف‌کش (برحسب گرم ماده موثره در هکتار)، c و d : به ترتیب حد پایین و بالا، ED_{50} : مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصد وزن گیاه و b : شیب در نقطه ED_{50} است. در صورت معنی دار نشدن حد پایین، از مدل سه پارامتری استفاده شد. همچنین درجه مقاومت نیز از نسبت ED_{50} توده مقاوم به ED_{50} توده حساس حاصل شد.

نتایج و بحث

آزمایش غربال‌گری

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد کاربرد علف‌کش، تاثیر معنی داری بر توده‌های یولاف نداشت، به طوری که وزن خشک و زنده‌مانی توده‌های M_3 ، F_3 ، G_5 ، A_3 ، F_4 ، A_4 ، G_6 ، GH_4 ، K_3 ، GH_5 ، R_3 ، K_4 و G_4 بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد حفظ شد. این مطلب بیانگر آن است که علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در دُز توصیه شده، موفق به کنترل این توده‌ها نشد. همچنین کاهش درصد وزن خشک و زنده‌مانی توده M_4 ، به ترتیب ۵۳ و ۵۴/۲ درصد نسبت به شاهد بود که حاکی از آن است که این توده به این علف‌کش احتمالاً مقاوم است. بنابراین بجز توده‌های M_4 و حساس، سایر توده‌ها بر اساس

دادکه توده‌های یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل حساس یا شاهد بدون سمپاشی (S)، نشان از کنترل کامل آن داشت، به طوری که پروپارژیل مقاوم بودند. ارزیابی وزن تر توده حساس را به میزان ۵۰ درصد کاربرد ۳/۳ گرم ماده مؤثره علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل در هکتار توانست وزن تر توده حساس را به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد.

جدول ۱- کاهش درصد زنده‌مانی، وزن تر و وزن خشک نسبت به شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل در جمعیت‌های یولاف وحشی

Table 1. Reduction of survival, fresh and dry weights percentages compared to control and herbicide resistance classification of winter wild oat populations to Clodinafop-propargyl herbicide

Population	Clodinafop - propargyl (Topik)			Rating system *	
	Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss
F ₃	100	114.71	-14.71	Resistant	RRR
F ₄	93.75	137.65	-37.65	Resistant	RRR
R ₄	100	141.47	-41.47	Resistant	RRR
R ₃	87.50	108.45	-8.45	Resistant	RRR
GH ₃	100	87.32	12.68	Resistant	RRR
GH ₄	87.50	84.75	35.25	Resistant	RRR
K ₃	81.25	105.04	-5.04	Resistant	RRR
K ₄	100	116.01	-16.01	Resistant	RRR
M ₃	100	95.91	4.09	Resistant	RRR
M ₄	54.20	53.00	72.34	Resistant?	R?
A ₃	80	84.25	33.75	Resistant	RRR
A ₄	81.25	82.22	34.78	Resistant	RRR
G ₄	93.75	83.48	29.52	Resistant	RRR
G ₅	100	99.28	0.72	Resistant	RRR
G ₆	80	81.15	35.85	Resistant	RRR
S	43.75	16.57	83.43	Susceptible	S

* بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997)، توده‌هایی که درصد وزن خشک و زنده‌مانی آن‌ها نسبت به شاهد به ترتیب بیش از ۸۰ و ۵۰ درصد باشد، مقاوم؛ حداقل ۵۰ و بیش از ۵۰ درصد باشد، احتمالاً مقاوم و اگر هر دو زیر ۵۰ درصد باشد، حساس هستند. بر اساس روش ماس و همکاران (Moss et al., 2007)، توده‌هایی که درصد وزن تر آن‌ها نسبت به شاهد بین صفر-۳۶ باشد، مقاومت بالا یا RRR؛ بین ۳۶ تا ۷۲، مقاوم یا RR؛ بین ۷۲ تا ۸۱، مشکوک به مقاوم یا R? و بین ۸۱ تا ۱۰۰ درصد، حساس یا S هستند.

*According to the Adkins et al. (1997) method, accessions with a dry weight and survival percentages greater 80 and 50% than control are resistant; those with at least 50 and more than 50% are possibly resistant, and those with both below 50% are sensitive. According to Moss et al., (2007) method, the accessions with fresh weight between 0% -36% compared to the control are high resistance or RRR); between 36% to 72% are resistant or RR; between 72% to 81% are suspected to be resistant or R? and between 81% to 100% are sensitive or S.

که برای رسیدن به کارایی دُز توصیه شده از علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل باید در محدوده سه تا ۱۴ برابر از این علف‌کش مصرف شود که این به نوبه خود، علاوه بر هزینه‌های اقتصادی، اثرات زیست محیطی را نیز به دنبال دارد و بنابراین قابل توصیه نیست.

پاسخ واکنش وزن تر توده یولاف وحشی به مقادیر کاربرد علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل در مقایسه با توده حساس در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. اختلاف بین پاسخ توده‌ها به مقادیر کاربرد علف‌کش، نشان دهنده درجه‌های مختلف مقاومت توده‌ها به این علف‌کش است. در این ارتباط، نجفی و همکاران (Najafi et al., 2010) بابررسی مقاومت عرضی توده‌های یولاف وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-

بر اساس نتایج آزمایش، تفاوت عمده‌ای بین ED₅₀ توده حساس یا شاهد بدون سمپاشی (۳/۳) با توده‌های مقاوم (بجز توده M₄ با ED₅₀ حدود ۱۰/۲۱) وجود دارد (جدول ۲)، به طوری که توده‌های M₃ و M₄ به ترتیب با شاخص مقاومت ۱۶/۴ و سه برابر نسبت به توده حساس (شاهد بدون سمپاشی)، بیشترین و کمترین درجه مقاومت را به علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل داشتند. بعد از توده M₃، بیشترین شاخص مقاومت به ترتیب مربوط به F₃ (۱۴/۳)، G₅ (۱۱/۷)، A₃ (۱۱/۳)، F₄ (۹/۶)، A₄ (۹/۵)، G₅ (۹/۱)، GH₃ (۸/۴)، K₃ (۷/۴)، GH₄ (۷/۲)، R₃ (۶/۹)، K₄ (۶/۴)، G₄ (۴/۸) و R₄ (۳/۹) بود (جدول ۲). با توجه به شاخص‌های مقاومت به دست آمده برای توده‌های مورد آزمایش، می‌توان بیان کرد

کشاورزان در این منطقه به دنبال جایگزینی برای علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل برای مقابله با یولاف وحشی باشند و با اعمال سایر روش‌های مدیریت و کنترل علف‌هرز از جمله تناوب زراعی بتوانند هر چه بهتر این علف‌هرز را کنترل کنند. همچنین مشکوک به مقاوم بودن توده M_2 ، زنگ خطری برای کشاورزان این منطقه است که از مصرف بیش از حد این علف‌کش ممانعت کنند و برای حفظ علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در بسته سموم خود، بایستی این علف‌کش را در تلفیق با سایر روش‌های کنترل علف‌های‌هرز استفاده کنند.

پروپارژیل نشان دادند که توده S_1 از سپیدان با درجه مقاومت ۷۵/۲۷ (بر مبنای وزن تر)، بیشترین درجه مقاومت را داشت و توده M از مرودشت با درجه مقاومت ۷/۰۵، کمترین مقاومت را داشته است. این آزمایش، با توجه به تأیید مقاومت یولاف وحشی زمستانه با یافته‌های ما در این پژوهش مطابقت دارد. بروز مقاومت با درجه‌های بالا در بین توده‌های شهرستان‌های مختلف و به ویژه شهرستان منوجان می‌تواند رابطه مستقیمی با کاربرد مداوم این علف‌کش توسط کشاورزان در طی سال‌های گذشته در مزارع داشته باشد. بنابراین و با توجه به تأیید مقاومت در اکثر شهرستان‌ها، باید

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده از برازش تابع لگ لجستیک چهار پارامتره به داده‌های وزن تر توده‌های یولاف وحشی زمستانه و برآورد شاخص‌های مقاومت توده‌ها به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل

Table 2. Estimated parameters of four-parameter log-logistic function fitted to the fresh weight data of winter wild oat populations and estimation of accessions resistance indices to clodinafop-propargyl.

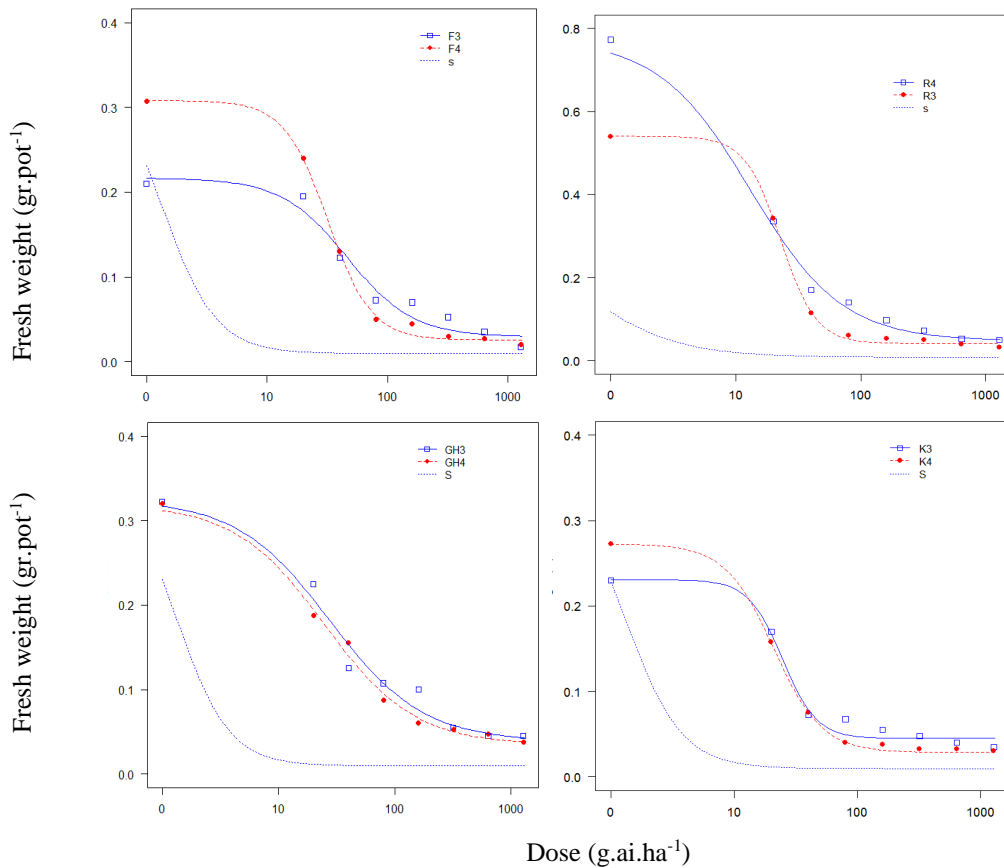
Population	(c)	(d)	(b)	ED ₅₀ (e)	R/S
	Lower limit	Upper limit	slope		
F ₃	0.08 (0.01) ³	0.21(0.02) ³	1.50(0.45) ³	47.46	14.3 ⁴
F ₄	0.02(0.00)	0.31 (0.01)	2.36(0.23)	31.72	9.6
R ₄	0.04(0.00)	0.53(0.01)	3.12(0.25)	23.09	6.9
R ₃	0.05 (0.01)	0.77(0.02)	1.19(0.20)	13.11	3.9
GH ₃	0.04 (0.01)	0.32(0.02)	1.03(0.30)	27.88	8.4
GH ₄	0.03(0.00)	0.32(0.01)	1.10(0.10)	24.04	7.2
K ₃	0.04(0.00)	0.23 (0.01)	3.19(0.80)	24.67	7.4
K ₄	0.03 (0.00)	0.27(0.01)	2.21(0.30)	21.12	6.4
M ₃	0.04(0.01)	0.28 (0.01)	1.99(0.33)	54.15	16.4
M ₄	0.02 (0.01)	0.27 (0.01)	0.77(0.21)	10.21	3
A ₃	0.03(0.01)	0.30(0.02)	2.63(0.88)	37.36	11.3
A ₄	0.02(0.00)	0.244(0.01)	2.23(0.24)	31.55	9.5
G ₄	0.034(0.01)	0.52(0.02)	0.98(0.23)	16.12	4.88
G ₅	0.03(0.00)	0.30(0.01)	1.20(0.10)	38.64	11.7
G ₆	0.03(0.02)	0.43(0.03)	1.2(0.03)	30.34	9.1
S	-	0.47(0.02)	0.93 (0.19)	3.3	-

ED₅₀، غلظتی از کلودینافوپ-پروپارژیل است که وزن تر اندام‌های هوایی توده‌ها را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. نسبت R/S بر اساس شاخص‌های GR₅₀ توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد (RI). اعداد داخل پرانتز، نشانگر خطای استاندارد می‌باشد. اعداد ایتالیک، نشان دهنده این است که این توده‌ها از لحاظ آماری نیز مقاوم بودند و از لحاظ آماری نیز علف‌کش تأثیر معنی‌داری در کنترل این توده‌ها نداشته است.

ED₅₀ is concentrations of clodinafop-propargyl, which reduces the shoot fresh weight accessions by 50%. R/S ratio was calculated based on GR₅₀ indices of accessions relative to sensitive accession (RI). Numbers in the parentheses indicate the standard error. Italic numbers indicate that these accessions were statistically resistant and herbicides did not have a statistically significant effect on the control of these accessions.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، پارامتر حد پایین برآورد شده در مورد توده S، تفاوت معنی‌داری با صفر نداشت؛ از این رو و به منظور برازش داده‌های مربوط به این توده، از تابع لگ لجستیک سه پارامتره که حد پایین آن

مسواوی با صفر فرض شده است، استفاده شد. لازم به ذکر است که چون همه گلدان‌ها دارای تعداد بوته یکسانی بودند، در محور عمودی شکل‌های زیر، واحد براساس گرم در گلدان نوشته شده است.

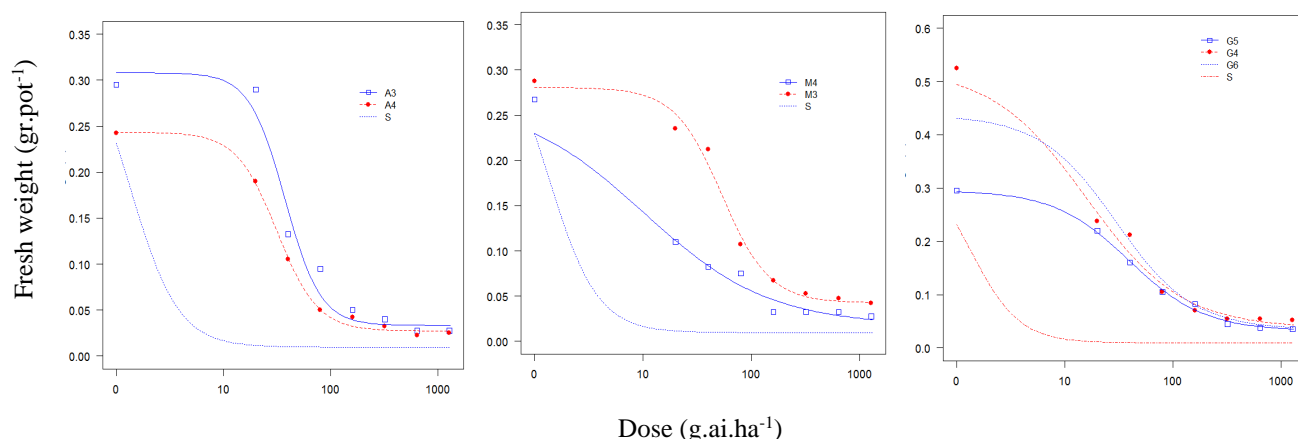


شکل ۱- پاسخ توده‌های وحشی مقاوم (از تابع چهار پارامتره لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F_3 و F_4)، رودبار (R_3 و R_4)، کهونج (K_3 و K_4) و قلعه گنج (GH_3 و GH_4) به همراه توده حساس (S) به دُزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در آزمایش زیست‌سنجی با گیاه کامل

Figure 1. Response of resistant wild oat biotypes (from four parameters log-logistic function) collected from Faryab (F_3 , F_4), Roodbar (R_3 , R_4), Kahnuj (K_3 , K_4) and Ghaleh Ganj (GH_3 , GH_4) with susceptible biotype (S) to different doses of clodinafop-propargyl in the whole plant bioassay.

علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در مقایسه با توده حساس در منحنی‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2010) نیز درجات متفاوتی از مقاومت، بین توده‌های مختلف یولاف وحشی از لحاظ تعداد بوته‌های زنده مانده گزارش کردند. نامبردگان، بیشترین و کمترین درجه مقاومت بر اساس تعداد بوته‌های زنده مانده را به ترتیب ۲۸/۶۹ و ۸/۱۵ برای توده‌های S_1 از سپیدان و AN_3 از اندیمشک به دست آوردند. همچنین بیان کردند که درجه مقاومت بر مبنای وزن خشک، در عمده توده‌ها (بجز توده‌های M_4 و M_5)، بیش از درجه مقاومت براساس زنده‌مانی گیاه می‌باشد.

زنده‌مانی توده‌های مختلف یولاف وحشی نتایج آزمایش دُز-پاسخ بر مبنای درصد زنده‌مانی بوته‌ها نشان داد که توده‌های یولاف وحشی زمستانه، شاخص‌های مقاومت نه چندان متفاوتی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل دارند (جدول ۳)، به طوری که توده M_3 با درجه مقاومت ۱۴/۱ بیشترین و توده M_4 با شاخص مقاومت ۲/۴، کمترین مقاومت را داشت. حد پایین برآورد شده در مورد اکثر توده‌های مورد بررسی بجز توده M_3 ، تفاوت معنی‌داری با صفر نداشت، بنابراین از تابع لگ لجستیک سه پارامتره استفاده شد (جدول ۳). پاسخ زنده‌مانی توده‌های یولاف وحشی به مقادیر کاربرد



شکل ۲- پاسخ توده‌های یولاف وحشی مقاوم (از تابع چهار پارامتری لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های عنبرآباد (A₃ و A₄)، منوجان (M₃ و M₄) و جیرفت (G₄، G₅، G₆) به همراه توده حساس (S) به دزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل از نظر وزن تر تولیدی در آزمایش زیست‌سنجی با گیاه کامل.

Figure 2. Response of resistant wild oat biotypes (from four parameters log-logistic function) collected from Anbarabad (A₃, A₄), Manojan (M₃, M₄) and Jiroft (G₄, G₅, G₆) with susceptible biotype (S) to different doses of Clodinafop-propargyl based on fresh weight production in the whole plant bioassay

جدول ۳- برازش توابع لگ لجستیک سه پارامتره به درصدزنده‌مانی توده‌های یولاف وحشی زمستانه و برآورد شاخص‌های مقاومت توده‌ها به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل

Table 3. Fitting of three parameters log logistic functions to survival percentage of winter wild oat accessions and estimation of accessions resistance indices to Clodinafop-propargyl

Population	(d)	(b)	LD ₅₀ (e)	R/S
	Upper limit	slope		
F ₃	102.49(5.59) ³	1.25(5.59) ³	121.4	8.3
F ₄	10.36 (5.5408)	1.27 (0.17)	100.2	6.9
R ₄	105.11(5.42)	1.44(0.20)	87.8	6
R ₃	98.10(6.35)	1.01 (0.14)	72.8	5
GH ₃	101.92(5.84)	1.27(0.17)	98.5	6.7
GH ₄	101.86 (5.62)	1.38(0.021)	90.3	6.2
K ₃	98.80(6.45)	0.83 (0.11)	75.4	5.2
K ₄	102.335(6.06)	1.24(0.18)	51.3	3.5
M ₃	103.9822(4.70)	1.42(0.33)	205.7	14.1
M ₄	99.30(6.43)	0.81(0.13)	35.5	2.4
A ₃	103.50(5.45)	1.38(0.19)	105.3	7.2
A ₄	104.54(5.52)	1.40(0.20)	87.5	6
G ₄	99.06(6.11)	1.19(0.1790)	86.4	5.9
G ₅	97.58(6.35)	1.11(0.17)	102.7	7
G ₆	105.39(5.26)	1.54(0.23)	91.09	6.2
S	102.64 (5.71)	1.89(0.32)	14.6	-

ED₅₀، غلظتی از کلودینافوپ-پروپارژیل است که وزن تر اندام‌های هوایی توده‌ها را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. نسبت R/S بر اساس شاخص‌های GR₅₀ توده‌ها نسبت به توده حساس محاسبه شد (RI). اعداد داخل پرانتز، نشانگر خطای استاندارد می‌باشد. اعداد ایتالیک، نشان دهنده این است که این توده‌ها از لحاظ آماری نیز مقاوم نبودند و از لحاظ آماری نیز علف‌کش تأثیر معنی‌داری در کنترل این توده‌ها نداشته است.

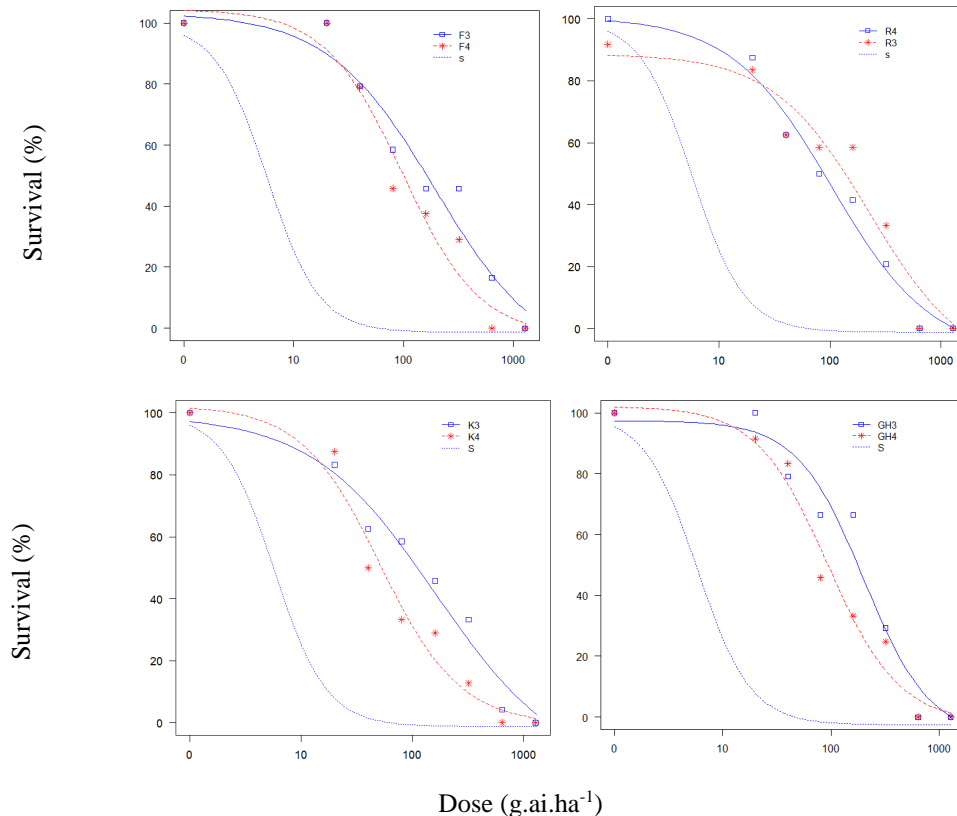
ED₅₀ is concentrations of clodinafop-propargyl, which reduces the shoot fresh weight accessions by 50%. R/S ratio was calculated based on GR₅₀ indices of accessions relative to sensitive accession (RI). Numbers in the parentheses indicate the standard error. Italic numbers indicate that these accessions were statistically resistant and herbicides did not have a statistically significant effect on the control of these accessions.

شده (۱۰۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) نیز توانست تعداد بوته زنده مانده خود را بیش از ۵۰ درصد حفظ کند (Sasanfar *et al.*, 2007). همچنین درجه مقاومت محاسبه شده بر اساس وزن تر، پایین‌تر از درجه مقاومت محاسبه شده بر مبنای وزن خشک بود. نتایج تحقیقات نامبردگان نشان داد که بر مبنای

در تحقیق دیگری، نتایج بررسی مقاومت عرضی بر مبنای تعداد بوته زنده مانده توده‌های یولاف وحشی جمع‌آوری شده از استان فارس به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل نشان داد که توده M₂ از مردودشت، درجه مقاومت بیشتری نسبت به سایر توده‌ها داشت، به طوری که حتی در ۱۶ برابر دز توصیه

توانست وزن‌تر توده حساس را به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد. نتایج این گزارشات، بیانگر درجه مقاومت بالای یولاف وحشی به علف‌کلودینافوپ-پروپارژیل است که حتی در مقادیر ۳۲ برابر دز توصیه شده این علف‌کش نیز مقاومت نشان می‌دهد که با یافته‌های آزمایش ما مطابقت دارد.

وزن‌تر، توده‌های یولاف وحشی به سطوح مختلف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل مقاومت دارند، ولی توده حساس در دزهای پایین‌تر از توصیه شده کنترل شد که با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. همچنین اظهار کردند که کاربرد ۸/۷۷ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش مذکور



شکل ۳- پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف وحشی مقاوم (از تابع سه پارامتری لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F₃ و F₄)، رودبار (R₃ و R₄)، کهونج (K₃ و K₄)، قلعه گنج (GH₃ و GH₄) به همراه توده حساس (S) به دزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل

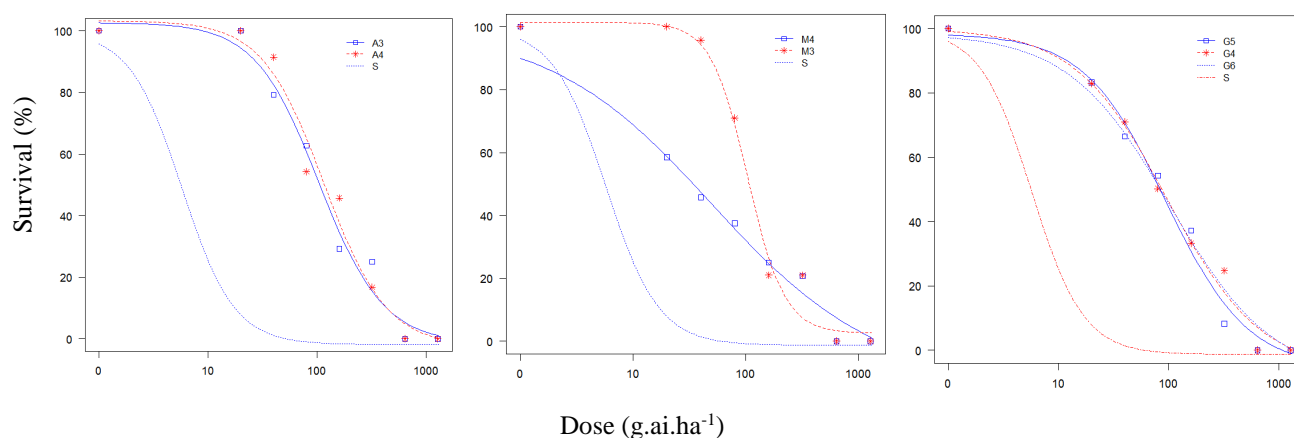
Figure 3. Survival percentage response of resistant wild oat populations (from three parameters log-logistic) collected from Faryab (F₃, F₄), Roodbar (R₃, R₄), Kahnuj (K₃, K₄) and Ghaleh Ganj (GH₃, GH₄) with susceptible one (S) to different doses of clodinafop-propargyl herbicide.

مقاومتی که بر مبنای وزن‌تر محاسبه شد و همچنین درجه مقاومت به دست آمده بر مبنای تعداد بوته زنده مانده نشان داد که درجه‌های مقاومت به دست آمده بر اساس تعداد بوته زنده مانده در مقایسه با وزن‌تر، در بیشتر توده‌ها به مراتب کوچک‌تر بود (جدول ۲، ۳).

جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F₃ و F₄)، رودبار (R₃ و R₄)، کهونج (K₃ و K₄)، قلعه گنج (GH₃ و GH₄)، عنبرآباد (A₃ و A₄)، منوجان (M₃ و M₄) و جیرفت (G₃ و G₄)

نتایج حاصل از پارامتر حد پایین برآورد شده از توده‌های F₃، F₄، R₃، R₄، K₃، K₄، GH₃، GH₄، A₃، A₄، M₃، M₄، G₃، G₄ نسبت به S نشان داد که تفاوت معنی‌داری با صفر نداشتند؛ از این رو برآزش داده‌های مربوط به این توده‌ها با تابع لگ لجستیک سه پارامتره انجام شد (جدول ۳)، به طوری که درجه در مجموع و بر اساس نتایج وزن‌تر و تعداد بوته زنده مانده نسبت به شاهد، توده منوجان از مزرعه یک (M₃)، مقاومت بالاتری نسبت به سایر توده‌ها از خود نشان داد. در شکل‌های ۳ و ۴، پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف وحشی مقاوم

و G_6 به همراه توده حساس (S) به دزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل آورده شده است.



شکل ۴- پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف‌وحشی مقاوم (از تابع سه پارامتری لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های عنبرآباد (A_3 و A_4)، منوجان (M_3 و M_4) و جیرفت (G_4 ، G_5 و G_6) به همراه توده حساس (S) به مقادیر مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل
Figure 4. Response of resistant wild oat populations (from three parameters log-logistic) collected from Anbarabad (A_3 , A_4), Manojan (M_3 , M_4) and Jiroft (G_4 , G_5 , G_6) with susceptible one (S) to different doses of clodinafop propargyl herbicide.

نتیجه‌گیری کلی

مسئول به پدیده مقاومت علف‌هرز در این استان می‌باشد. همچنین، از آن‌جا که این اولین گزارش مقاومت علف‌هرز یولاف‌وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در استان کرمان می‌باشد، امید آن می‌رود از این پس، کشاورزان از مصرف این علف‌کش در مناطق مورد مطالعه خودداری کنند و در مناطق دیگر استان نیز با توجه به پدیده گسترش مقاومت، علف‌کش‌ها به صورت بهینه و در تلفیق با سایر روش‌های مدیریتی استفاده شوند تا مقاومت به حداقل ممکن برسد.

در مجموع و بر اساس نتایج وزن‌تر و درصد زنده‌مانی بوته نسبت به شاهد، توده منوجان از مزرعه یک (M_3)، مقاومت بالاتری نسبت به سایر توده‌ها از خود نشان داد. به‌طورکلی نتایج این آزمایش، بروز مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل را در تمامی توده‌های مورد آزمایش بجز توده منوجان از مزرعه دو (M_4) و با درجه‌های متفاوت تأیید کرد. مقاومت ۱۴ توده یولاف‌وحشی زمستانه از ۱۵ توده مشکوک (۹۳/۳۳ درصد) مورد آزمایش، حتی در دزهای بالاتر از دز توصیه شده، نشان دهنده عدم توجه کشاورزان و مدیران

منابع

- Adkins, S.W., Wills, D., Boersma, M., Walker, S.R., Robinson, G., McLeod, R.J. and Einam, J.P. 1997. Weeds resistant to chlorsulfuron and atrazine from the north-east grain region of Australia. *Weed Res.* 37: 343-349.
- Beckie H.J. 2006. Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Tech.* 20: 793-814.
- Dezfuli, M.A. 1998. Grass-weeds of Iranian wheat. University Publishing Center. 480 Pp. (In Persian)
- Heap, I. 2021. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Saturday, July 17, 2021. Available www.weedscience.org.
- Heap, I. M., Murray B.G., Loepky H.A.M. and Morrisson I.N. 1993. Resistance to aryloxy phenoxy propionate and cyclohexanedione herbicide-in Wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.* 41: 232-238.
- Kalami, R., Gherekhloo, J., Kamkar, B., Esfandiari-pour, 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. *Abs. Am. Chem. Soc.* 248: 1155.

- Murry, B.G., Brûlé-Babel, A.L. and Morrison, I.N. (1996). Two distinct alleles encode for acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistance in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.* 44: 476-481.
- Moss S.R., Perryman S.A. and Tatnell L.V. 2007. Managing herbicide-resistant blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): theory and practice. *Weed Tech.* 21: 300-309.
- Montazeri, M., Baghestani, M.A. and Zand, E. 2006. Weeds and their control in Iranian wheat fields. Publications of the Plant Pests and Diseases Research Institute. 85 Pp. (In Persian)
- Najafi, Z. Eslami, S.V. and Zand, E. 2010. Investigation of cross-resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) populations to acetyl coenzyme carboxylase herbicide inhibitors. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Birjand University.
- Rastgoo M., Rashed, M.H., Zand, E. and Nasiri, M.M. 2006. Evaluation of aryloxyphenoxypropionate-resistant wild oats (*Avena ludoviciana*) in wheat fields of Fars province. *Iranian J. Weed Sci.* 2: 96-104.
- Rastgoo, M., Rashed, M.H., Zand, E. and Nasiri, M.M. 2009. Seed bioassay to detect wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) resistant to clodinafop-propargyl in Khuzestan wheat fields. *Iranian J. Field Crop Res.* 7: 421-430.
- Sanei Shariat Panahi, M. 1998. Common Weeds of the Near East. Publication of agricultural education. 257 Pp. (In Persian)
- 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. *Environ. Sci.* 7: 109-118. (In Persian)
- Sasanfar, H.R., Zand, E., Baghestani, M.A. and Mirhadi, M.J. 2009. Resistance of winter wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes to Pinoxaden in Fars province. *Environ. Sci.* 5: 1-11. (In Persian)
- Sasanfar, H., Zand, E., Baghestani, M.A., Mirhadi, M.J. and Mesgaran, M.B. 2017. Cross-resistance patterns of winter wild oat (*Avena ludoviciana*) populations to ACCase inhibitor herbicides. *Phytoparasitica.* 45: 419-428.
- Streibig, J.C. 1993. Dose-response curves and statistical models. *Herbicide bioassay.* 3: 29-55.
- Zand, A., Baghestani, M.A., Labafi Hosseinabadi, M.R., Atri, A.R. and Moieni, M.B. 2010. Monitoring of herbicide resistant weeds in Iran. *Environ. Sci.* 7: 128-119. (In Persian)
- Zand, E., Benakashani, F., Baghestani, M.A., McNally, A., Minbashi, M., Soufizadeh, S. and Deyhimfard, R. 2007. Distribution of clodinafop propargyl herbicide resistant wild oats (*Avena ludoviciana*) in southwestern Iran. *Environ. Sci.* 4: 85-92. (In Persian)
- Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M.A., Shimi, P. and Mosavi, S. 2020. A guide to chemical control of weeds in Iran. Mashhad University Jihad Publications. 216 Pp. (In Persian)