Iranian Journal of Weed Science
Vol 18, No 1, 2022 (23-33)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.354407.1391

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۱ (ص ۳۳-۲۳)

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

Nasrin Molaei Mogbeli[1], Seyed Ahmad Hosseini[*2], Ebrahim Mamnoei[3], Hamidreza Sasanfar[4]
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 F_3 (14.3) and R_4 (3.9) had the highest and lowest resistance index, respectively. Furthermore, based on the survival, M_3 and M_4 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 یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) به علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل در جنوب کرمان

نسرین مولایی مقبلی[۱]، سید احمد حسینی*[۲]، ابراهیم ممنوعی[۳]، حمیدرضا ساسان‌فر[٤]
۱و۲- دانشجو و استادیار، گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشگاه ولی ولی عصر(عج) رفسنجان، ۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی فارس، ٤- استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهران.
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۲/۲٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۸/٤)

چکیده

به‌منظور بررسی مقاومت توده‌های علف‌هرز یولاف‌وحشی 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 یولاف‌وحشی (۱۵ توده مشکوک و یک توده حساس) انجام شد. ابتدا آزمایش غربال‌گری با علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (EC 8%) با دُز توصیه شده (یک لیتر در هکتار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سپس در آزمایش دُز-پاسخ، از نُه دُز 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، ۰/۲۵، ۰/۵، یک، دو و چهار برابر مقدار توصیه شده استفاده شد. چهار هفته پس از مصرف علف‌کش، وزن‌تر 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 دُز-پاسخ نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص مقاومت، به‌ترتیب به توده‌های F_3 (۱۴/۳)، و R_4 (۳/۹) تعلق داشت. همچنین براساس زنده‌مانی، توده‌های M_3 و M_4 به‌ترتیب با درجه مقاومت ۱۴/۱ و ۲/۴، بیشترین و کمترین مقاومت را به این علف‌کش داشتند؛ بنابراین، نخستین مورد مقاومت علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در استان کرمان به ثبت رسید.

کلمات کلیدی:: آزمایش دُز-پاسخ، آزمایش غربال‌گری، تاپیک، جو دوسر، مقاومت به علف‌کش.

* Corresponding author E-mail: a.hosseini@vru.ac.ir

مقدمه

یولاف‌وحشی‌زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) از تیره گندمیان[1]،یکی ازعلف‌های‌هرز 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[2] است(Dezfuli, 1998). عمده‌ترین روش کنترل علف‌هرز یولاف‌وحشی در دنیا و ایران، استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی است، به‌طوری‌که 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 استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز[3]، یکی از مهم‌ترین گروه‌های علف‌کشی برای کنترل علف‌های‌هرز باریک می‌باشند. این گروه از علف‌کش‌ها دارای سه خانواده مهم شیمیایی آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (APP)، سیکلوهگزاندیون (CHD) و فنیل پیرازولین (PZZ) است که به‌ترتیب به فوپ‌ها، دیم‌ها و دن‌ها معروفند (Montazeri *et al*., 2006). باوجود 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 ۲۰۰٦ گزارش شده است (Heap, 2021). همچنین گزارشات متعددی از مقاومت یولاف‌وحشی به علف‌کش‌ها منتشر شده است، به‌طوری‌که در حال حاضر، ٤۸ 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 طوری‌که وجود بیوتیپ‌های مقاوم را در شهرهای دزفول، اندیمشک، دشت آزادگان و رامهرمز تائید 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 دادندکه 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 کارآیی علف‌کش‌های بازدارنده‌ی ACCase جهت کنترل یولاف‌وحشی در مزارع گندم استان کرمان کاهش یافته است، پیش بینی 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

[1] Poacea
[2] *A.ludoviciana*
[3] ACCase

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 درسال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. برای این منظور، ابتدا پوست (لما و پالئا) 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 سانتی گراد 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، به‌طوری‌که 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 موثر در هکتار) با استفاده از سم‌پاش پشتی برقی (شرکت ماتابی اسپانیا) مجهز به نازل بادبزنی 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 هفته پس از سمپاشی ثبت شد. سپس گیاهان هر گلدان از سطح خاک برداشت شدند و وزن‌تر 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 ٤٨ 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 و۵۰ درصد گیاهان زنده خود را نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) حفظ کرده باشد، به عنوان توده مقاوم معرفی شد. درصورتی‌که ۵۰ درصد وزن خشک و۵۰ درصد گیاهان زنده نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) حفظ شده باشد، به عنوان توده مقاوم احتمالی در نظرگرفته 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، به‌طوری‌که توده‌هایی که کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد (بدون سمپاشی) بین صفر تا ۳٦ درصد بود، به عنوان گروه RRR (مقاومت بالا)، توده‌های که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۳٦ تا ۷۲ درصد بود، در گروه RR (مقاوم)، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر 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 نُه دُز شامل صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، یک، دو، چهار، هشت، ١٦، 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

دزهای صفر(۰)، ۰/۰۶۲۵، ۰/۰۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، 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 افزارR (نسخه 3.5.1) انجام شد و ED_{50} و LD_{50} پارامترهای تعیین شد (Streibig., 1993).

$$Y = \frac{d-c}{1+exp\,[b\,(\log(x)-\log(ED50))} \quad \text{(معادله ۱)}$$

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

در این معادله‌ها، y:وزن‌تر، x: نماینده دُزهای مختلف علف‌کش (برحسب گرم ماده موثره درهکتار)، c و d :به‌ترتیب حدپایین و بالا، ED50 : مقدار علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصد وزن گیاه و b: شیب در نقطه ED_{50} است. در صورت معنی‌دار 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

آزمایش‌غربال‌گری

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد کاربرد علف‌کش، تاثیر معنی‌داری بر توده‌های یولاف نداشت، به‌طوری‌که 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، G_4 وR_4 بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد حفظ شد. این مطلب بیانگر آن است که علف‌کش‌کلودینافوپ-پروپارژیل در دُز توصیه شده، موفق به کنترل این‌توده‌ها نشد. همچنین کاهش درصد وزن خشک و زنده‌مانی توده M_4، به‌ترتیب ۵۳ و ۵۴/۲ درصد نسبت به شاهد بودکه حاکی ازآن است که این توده به این علف‌کش احتمالاً مقاوم است. بنابراین بجز توده‌های M_4 و حساس، سایر توده‌ها بر اساس 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، GH_4، K_3، GH_5، R_3، K_4، G_4 و R_4 نسبت به شاهد، کمتر از ۳۶ درصد بود؛ بنابراین این‌توده‌ها در گروه RRR قرارگرفتند که مقاومت بالایی نسبت به این‌علف‌کش دارند. درحالی‌که توده M_4 با ۷۲ تا۸۱ درصد کاهش وزن‌تر، در گروه ?R 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، به‌طوری‌که 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 براساس روش ماس و همکاران (Moss *et al*., 2007) (با کاهش وزن‌تر ۴۱/۴۷-) و براساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al*., 1997)، (به‌ترتیب با وزن خشک و زنده‌مانی ۱۴۱/۴۷ و ۱۰۰ 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، به‌ترتیب بالای ۱۰۰ و منفی میبودباشد که این مطلب بیانگر آن است که مصرف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در این توده‌ها، علاوه بر این‌که در دُز توصیه شده این علف‌کش کنترل نداشته است، حتی باعث رشد بیشتر این گیاه نیز شده است.

آزمایش دُز-پاسخ

وزن‌تر توده‌های مختلف یولاف‌وحشی

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

دادکه توده‌های یولاف‌وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مقاوم بودند. ارزیابی وزن‌تر توده حساس یا شاهد بدون سمپاشی (S)، نشان ازکنترل کامل آن داشت، به‌طوری‌که کاربرد ۳/۳ گرم ماده مؤثره علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در هکتار توانست وزن‌تر توده حساس را به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد.

جدول۱- کاهش درصد زنده‌مانی، وزن تر و وزن خشک نسبت به شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌کلودینافوپ- پروپارژیل در جمعیت‌های یولاف‌وحشی

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)				
	% of control			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	Succeptable	S

* بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al*., 1997)، توده‌هایی که درصد وزن خشک و زنده مانی 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 وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین صفر- ۳۶ باشد، مقاومت بالا یا RRR؛ بین۳۶ 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% aresensitive or S.

بر اساس نتایج آزمایش، تفاوت عمده‌ای بین ED_{50} توده حساس یا شاهد بدون سمپاشی (۳/۳) با توده‌های مقاوم (بجز توده M_4 با ED_{50} حدود ۱۰/۲۱) وجود دارد (جدول ۲)، به طوری‌که توده‌های M_3 و M_4 به‌ترتیب با شاخص مقاومت ۱٦/٤ و سه برابر نسبت به توده حساس (شاهد بدون سمپاشی)، بیشترین و کمترین درجه مقاومت را به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل داشتند. بعد از توده M_3، بیشترین شاخص مقاومت به‌ترتیب مربوط به F_3 (۱٤/۳)، G_5 (۱۱/۷)، A_3 (۱۱/۳)، F_4 (۹/٦)، A_4 (۹/۵)، G_5 (۹/۱)، GH_3 (۸/٤)، K_3 (۷/٤)، GH_4 (۷/۲)، R_3 (٦/۹)، K_4 (٦/٤)، G_4 (٤/۸) و R_4 (۳/۹) بود (جدول ۲). با توجه به شاخص‌های مقاومت به‌دست آمده برای توده‌های مورد آزمایش، می‌توان بیان کرد که برای رسیدن به کارآیی دُز توصیه شده از علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل باید در محدوده سه تا ۱٤ 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 وزن‌تر توده یولاف‌وحشی 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 یولاف‌وحشی به علف‌کش کلودینافوپ-

پروپارژیل نشان دادند که توده S_1 از سپیدان با درجه مقاومت ۷۵/۲۷ (بر مبنای وزن‌تر)، 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 یولاف‌وحشی 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 کشاورزان در این منطقه به دنبال جایگزینی برای علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل برای مقابله با یولاف‌وحشی 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.

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

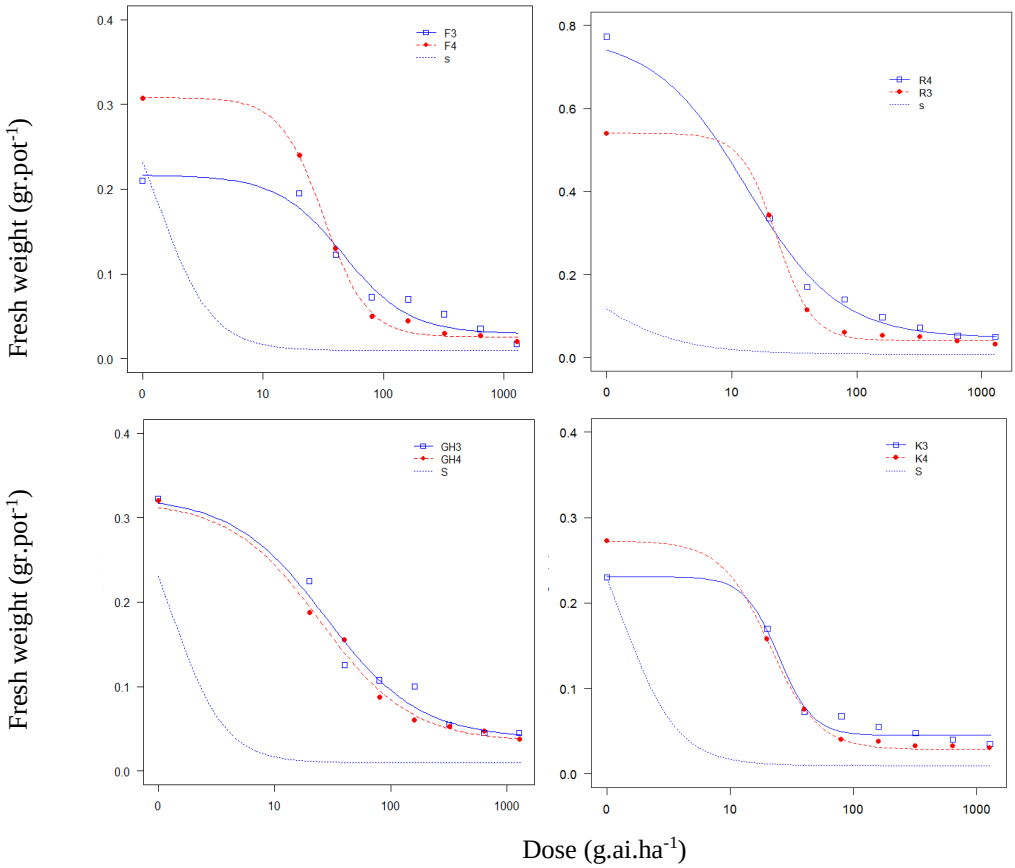
Table 2. Estimated parameters of four-parameter log-logistic function fitted to the fresh weight data of winter wild oat populations and estimation of accessions resistance indices to clodinafop-propargyl.

Population	(c) Lower limit	(d) Upper limit	(b) slope	ED_{50} (e)	R/S
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 وزن‌تر اندام‌های هوایی توده‌ها را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. نسبتR/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 ببودند 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 این‌رو و به منظور برازش داده‌های مربوط به این توده، از تابع لگ لجستیک سه پارامتره که حد پایین آن مساوی 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.



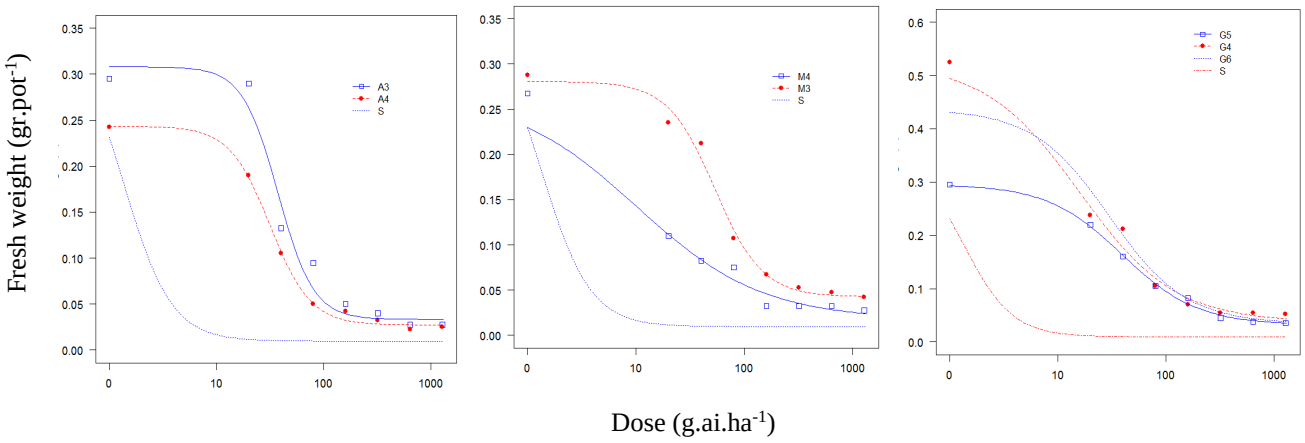
شکل ۱- پاسخ توده‌های وحشی مقاوم (از تابع چهار پارامتره لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F_3 و F_4)، رودبار (R_3 و R_4)، کهونج (K_3 و K_4) و قلعه گنج (GH_3 و GH_4) به همراه توده حساس (S) به دُزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در آزمایش زیست‌سنجی با گیاه کامل

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.

زنده‌مانی توده‌های مختلف یولاف‌وحشی

نتایج آزمایش دُز-پاسخ بر مبنای درصد زنده‌مانی بوته‌ها نشان داد که توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه، شاخص‌های مقاومت نه چندان متفاوتی به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل دارند (جدول ۳)، به‌طوری‌که توده M_3 با درجه مقاومت ۱٤/۱ بیشترین و توده M_4 با شاخص مقاومت ۲/٤، 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 یولاف‌وحشی به مقادیر کاربرد علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در مقایسه با توده حساس در منحنی‌های ۳ و ٤ نشان داده شده است.

نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2010) نیز درجات متفاوتی از مقاومت، بین توده‌های مختلف یولاف‌وحشی از لحاظ تعداد بوته‌های زنده مانده گزارش کردند. نامبردگان، بیشترین و کمترین درجه مقاومت بر اساس تعداد بوته‌های زنده مانده را به‌ترتیب ۲۸/٦۹ و ۸/۱۵ برای توده‌های S_1 از سپیدان و AN_3 از اندیمشک به‌دست 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.



شکل ۲- پاسخ توده‌های یولاف‌وحشی مقاوم (از تابع چهار 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 دُزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل از نظر وزن‌تر تولیدی در آزمایش زیست‌سنجی با گیاه کامل.

Figure 2. Response of resistant wild oat biotypes (from four parameters log-logistic function) collected from Anbarabad (A_3, A_4), Manojan (M_3, M_4) and Jiroft (G_4, G_5, G_6)) 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

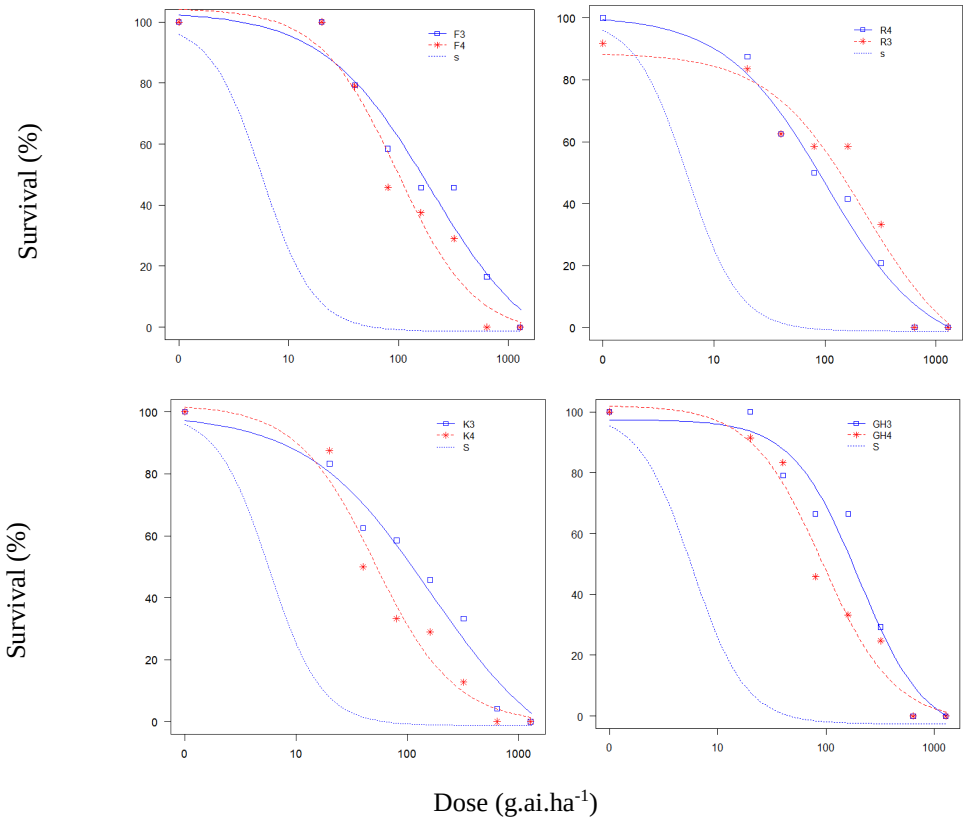
Population	(d) Upper limit	(b) slope	LD_{50} (e)	R/S
F_3	102.49(5.59)[3]	1.25(5.59)[3]	121.4	8.3
F_4	10.36 (5.5408)	1.27 (0.17)	100.2	6.9
R_4	105.11(5.42)	1.44(0.20)	87.8	6
R_3	98.10(6.35)	1.01 (0.14)	72.8	5
GH_3	101.92(5.84)	1.27(0.17)	98.5	6.7
GH_4	101.86 (5.62)	1.38(0.021)	90.3	6.2
K_3	98.80(6.45)	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 وزن‌تر اندام‌های هوایی توده‌ها را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. نسبتR/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 ببودند 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.

در تحقیق دیگری، نتایج بررسی مقاومت عرضی بر مبنای تعداد بوته زنده مانده توده‌های یولاف‌وحشی جمع‌آوری شده از استان فارس به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل نشان داد که توده M_2 از مرودشت، درجه مقاومت بیشتری نسبت به سایر توده ها داشت، به‌طوری‌که حتی در ۱٦ برابر دز توصیه شده (۱۰۲٤ 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 وزن‌تر، پایین‌تر از درجه مقاومت محاسبه شده بر مبنای وزن خشک بود. نتایج تحقیقات نامبردگان نشان داد که بر مبنای

وزن‌تر، توده‌های یولاف‌وحشی به سطوح مختلف علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل مقاومت دارند، ولی توده حساس در دزهای پایین‌تر از توصیه شده کنترل شد که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. همچنین اظهار کردند که کاربرد ۸/۷۷ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش مذکور توانست وزن‌تر توده حساس را به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد. نتایج این گزارشات، بیانگر درجه مقاومت بالای یولاف‌وحشی به علف‌کلودینافوپ-پروپارژیل است که حتی در مقادیر ۳۲ برابر دُز توصیه شده این علف‌کش نیز مقاومت نشان می‌دهد که با یافته‌های آزمایش ما مطابقت دارد.



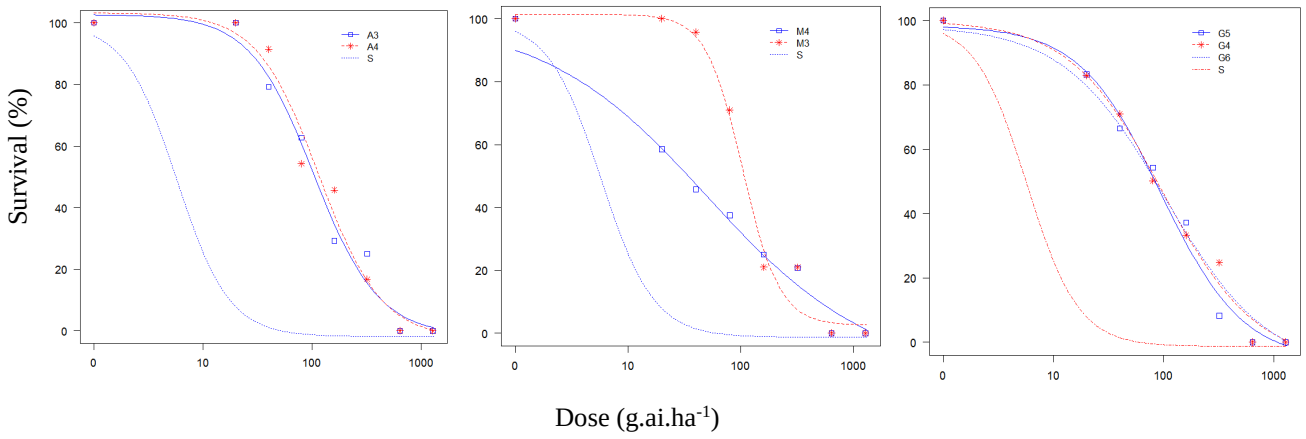
شکل ۳- پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف‌وحشی مقاوم (از تابع سه پارامتری لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F_3 و F_4)، رودبار (R_3 و R_4)، کهونج (K_3 و K_4)، قلعه گنج (GH_3 و GH_4) به همراه توده حساس (S) به دُزهای مختلف علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل

Figure 3.Survival percentage response of resistant wild oat populations (from three parameters log-logistic) 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 one (S) to different doses of clodinafop-propargyl herbicide.

نتایج حاصل از پارامتر حد پایین برآورد شده از توده‌های F_3، F_4، GH_3، R_4، R_3، GH_5، K_3، K_4، M_4، M_3، A_3، A_4، G_4، G_5، G_6 و S نشان داد که تفاوت معنی‌داری با صفر نداشتند؛ از این رو برازش داده‌های مربوط به این توده‌ها با تابع لگ لجستیک سه پارامتره انجام شد (جدول ۳)، به‌طوری‌که درجه در مجموع و بر اساس نتایج وزن‌تر و تعداد بوته زنده مانده نسبت به شاهد، توده منوجان از مزرعه یک (M_3)، مقاومت بالاتری نسبت به سایر توده‌ها از خود نشان داد. در شکل‌های ۳ و ٤، پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف‌وحشی مقاوم مقاومتی که بر مبنای وزن‌تر محسابه شد و همچنین درجه مقاومت به‌دست آمده بر مبنای تعداد بوته زنده مانده نشان داد که درجه‌های مقاومت به‌دست آمده بر اساس تعداد بوته زنده مانده در مقایسه با وزن‌تر، در بیشتر توده‌ها به‌مراتب کوچک‌تر بود (جدول ۲، ۳).

جمع‌آوری شده از شهرستان‌های فاریاب (F_3 و F_4)، رودبار (R_3 و R_4)، کهونج (K_3 و K_4)، قلعه گنج (GH_3 و GH_4)، عنبرآباد (A_3 و A_4)، منوجان (M_4 و M_3) و جیرفت (G_4، G_5

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



شکل ٤- پاسخ درصد زنده‌مانی توده‌های یولاف‌وحشی مقاوم (از تابع سه پارامتری لگ لجستیک) جمع‌آوری شده از شهرستان‌های عنبرآباد (A_3 و A_4)، منوجان (M_4 و M_3) و جیرفت (G_4، G_5 و G_6) به همراه توده حساس (S) به مقادیرمختلف 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

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 ۱٤ توده یولاف‌وحشی زمستانه از ۱۵ توده مشکوک (۹۳/۳۳ درصد) مورد آزمایش، حتی در دُزهای بالاتر از دُز توصیه شده، نشان دهنده عدم توجه کشاورزان و مدیران 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 خوداری کنند و در مناطق دیگر استان نیز با توجه به پدیده گسترش مقاومت، علف‌کش‌ها به‌صورت بهینه و در تلفیق با سایر روش‌های مدیریتی استفاده شوند تا مقاومت به حداقل ممکن برسد.

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., Loeppky 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., Esfandiaripour, E. and De Prado, R. 2014. Indentifying 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 carboxylaseherbicideinhibitors. 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)