I ranian Journal of Weed Science
Vol 18, No 1, 2022 (101-113)
DOI: 10.22092/IJWS.2022.127707.1349

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۱ (ص ۱۱۳-۱۰۱)

Mapping the distribution of winter wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) biotype resistant to clodinafop-propargyl, diclofop-methyl and fenoxaprop-P ethyl herbicides in wheat fields of Kalaleh

Tashli Soofizadeh[1], Javid Gherekhloo[*1], Sima Sohrabi[1], Naser Bagherani[2] and Asieh Siahmarguee[1]

1. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 2. Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

(Received: September 3, 2021 - Accepted: May 27, 2022)

ABSTRACT

The present experiment was conducted to study the resistance of winter wild oat biotypes in wheat fields and mapping the distribution of its biotypes resistant to clodinafop propargyl, diclofop methyl and fenoxaprop P ethyl in Kalaleh township. Samples included 105 suspected resistance winter wild oat accessions were collected in June of 2014 from 150 wheat fields of Kalaleh township. The coordinates of the sampling points were recorded by a GPS. A susceptible sample was also collected from a region with no spraying history. Screening of accessions was done with discriminating concentration of three herbicides. The results showed that among the suspected resistant accessions, 27.60, 24.76 and 23.81% were resistant to clodinafop propargyl, diclofop methyl, and fenoxaprop P ethyl, respectively. Among the suspected resistant accessions 4, 7 and 11 biotypes were resistant only to clodinafop propargyl, diclofop methyl, and fenoxaprop P ethyl, respectively 3.81, 6.67 and 11.47% out of 105 suspected resistant accessions. Eight biotypes showed cross-resistance to both clodinafop propargyl and diclofop methyl which was equal to 7.62% of suspected resistant accessions. Eleven biotypes equal to 11.47% of total accessions showed cross-resistance to diclofop methyl and fenoxaprop P ethyl, 12 biotypes equal to 11.43% of suspected resistant accessions showed cross-resistance to all three herbicides, and only one biotype was cross-resistant to clodinafop propargyl and fenoxaprop P ethyl which was equal to 0.96% of total accessions. Finally, the distribution map of resistant weed-infested fields was generated using geographic information systems.

Keywords: Distribution map, herbicide resistance, diclofop methyl.

تهیه نقشه پراکنش بیوتیپ¬های یولاف وحشی زمستانه(*Avena ludoviciana*) مقاوم به علف¬کش¬های کلودینافوپ¬پروپارژیل، دیکلوفوپ¬متیل و فنوکساپروپ¬پی-اتیل در مزارع گندم شهرستان کلاله

تاشلی صوفی زاده[۱]، جاوید قرخلو[۱]*، سیما سهرابی کرت آباد[۱]، ناصر باقرانی[۲]، آسیه سیاهمرگویی[۱]

۱-دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۲- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۶)

چکیده

آزمایش حاضر به منظور مطالعه وضعیت بروز مقاومت علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه و تهیه نقشه پراکنش بیوتیپ¬های مقاوم آن به علف‌کش¬های کلودینافوپ¬پروپارژیل، دایکلوفوپ¬متیل و فنوکساپروپ¬پی¬اتیل در مزارع گندم شهرستان کلاله استان گلستان انجام شد. نمونه¬ها شامل ۱۰۵ توده یولاف¬وحشی زمستانه مشکوک به مقاومت بودند که، پس از ثبت مختصات نقاط محل جمع¬آوری با دستگاه GPS، بذور آن‌ها در خردادماه سال۱۳۹۳ از سطح ۱۵۰ مزرعه گندم جمع¬آوری شدند. همچنین یک نمونه حساس به علف‌کش نیز از منطقه¬ای که هیچ¬گونه سابقه سم‌پاشی نداشت جمع¬آوری شد. غربال توده¬ها با غلظت تفکیک¬کننده سه علف-کش انجام شد. نتایج نشان داد که از میان توده‌های مشکوک به مقاومت، ۲۷/۶۲ درصد به علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل، ۲۴/۷۶ درصد به دایکلوفوپ‌متیل و ۲۳/۸۱ درصد به فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاوم می‌باشند. علاوه بر این، چهار، هفت و ۱۱ بیوتیپ تنها در برابر علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاوم بودند که به‌ترتیب معادل ۳/۸۱، ۶/۶۷ و ۱۱/۴۷ درصد از ۱۰۵ توده مشکوک به مقاومت بود. هشت بیوتیپ به دو علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل و دایکلوفوپ‌متیل مقاومت عرضی نشان دادند که معادل ۷/۶۲ درصد از کل توده‌های مشکوک به مقاومت بود، ۱۱ بیوتیپ معادل ۱۱/۴۷ درصد از کل توده‌ها به دو علف‌کش دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاومت عرضی نشان دادند، ۱۲ بیوتیپ معادل ۱۱/۴۳ درصد از کل توده‌های مشکوک به هر سه علف‌کش مقاومت عرضی نشان دادند و تنها یک بیوتیپ به دو علف کش کلودینافوپ‌پروپارژیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاومت عرضی نشان داد که معادل ۰/۹۶ درصد از کل توده‌ها می‌باشد. در انتها نقشه پراکنش مزارع آلوده به بیوتیپ¬های مقاوم با استفاده از سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد.

* Corresponding author E-mail: gherekhloo@gau.ac.ir

کلمات کلیدی: دیکلوفوپ‌متیل، مقاومت به علف¬کش ، نقشه پراکنش، یولاف وحشی زمستانه

مقدمه

بیش از ۷۰ درصد زمین‌های زراعی ایران به کشت گندم، جو و برنج که از محصولات اصلی کشور هستند، اختصاص دارد (Gherekhloo *et al*., 2016). باتوجه به اهمیت راهبردی گندم و خسارت ۲۳ تا ۳۰ درصدی علف‌های هرز، طی چهار دهه‌ی گذشته، ۹۸ علف‌کش از خانواده‌های مختلف در کشور به ثبت رسیده که در این بین، ۲۵ علف‌کش برای کنترل انتخابی علف‌های هرز مزارع گندم و جو هستند(Zand *et al.*, 2017). هرچند که علف‌کش‌ها ابزار بسیار موثری در مدیریت علف‌های هرز هستند، اما مقاومت به علف‌کش‌ها سریع‌ترین و مشهودترین پاسخ علف‌های هرز به قاطع‌ترین روش مبارزه و شدیدترین فشار انتخاب به کار گرفته شده علیه آن‌ها است. البته پاسخ علف‌های‌هرز به عملیات کنترلی، منحصر به علف‌کش‌ها نیست و به انواع روش‌های کنترلی، پاسخ می‌دهند.

مقاومت به علف‌کش‌ها پدیده‌ای تکاملی است که در اثر فشار انتخابی ناشی از کاربرد پیاپی علف‌کش‌هایی با نحوه عمل یکسان و به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی در جمعیت علف‌های هرز به‌وجود می‌آید. این پدیده در علف‌های‌هرز قابل توارث بوده و از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شود. بیوتیپ‌های مقاوم مشکلی بسیار جدی برای کشاورزی محسوب می‌شوند، زیرا سرعت گسترش بیوتیپ‌های مقاوم بسیار سریع‌تر از زمان و تامین هزینه لازم برای انجام تحقیقات، آزمایش و ثبت علف‌کش جدیدی است که مطابق استانداردهای جدید بهداشت و محیط زیست نیز باشد (Chaudhry, 2008). بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها در سال‌های اخیر به‌دلیل مصرف زیاد آن‌ها سبب ناتوانی در کنترل مناسب علف‌های هرز در بسیاری از نقاط دنیا شده است. در حال حاضر ٥١٤ بیوتیپ متعلق به ٢٦٢ گونه مختلف (۱۵۲ پهن‌برگ و ۱۱۰ باریک‌برگ) از علف‌های هرز در مقابل علف‌کش‌ها در جهان مقاوم شده‌اند (Heap, 2020). تاکنون مقاومت بیوتیپ‌های زیادی از علف‌های هرز شامل یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu. Rastgoo, 2007; Sasanfar *et al*., 2009; Hassanpour Bourkheili *et al*. 2018)، علف خونی (*Phalaris minor* Retz. Gherekhloo *et al*., 2011)، علف خونی سنبله کوتاه (*P. brachystachys* Link. Golmohammadzadeh *et al*. 2019)، چچم (*Lolium rigidum* Gaud. Esmaeilzdeh *et al*., 2012)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L. Gherekhloo *et al*., 2018; Afshari *et al*., 2017) و شلمی (*Rapistrum rugosum* L. Hatami *et al*., 2016) به علف‌کش‌های رایج در مزارع گندم ایران گزارش شده است.

یولاف‌وحشی زمستانه با نام علمی *A. ludoviciana* Durieu. گیاهی یک‌ساله و زمستانه از خانواده گندمیان به ارتفاع ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است که توسط بذر تکثیر می‌شود. یولاف‌وحشی زمستانه از مهم‌ترین علف‌هرز خانواده گندمیان و بی‌تردید مهم‌ترین علف‌هرز باریک‌برگ مزارع گندم و جو در سرتاسر دنیاست (Dezfoli, 1997). یولاف‌وحشی هر ساله سبب تحمیل هزینه‌های زیاد و بروز خسارات بالا در بین محصولات زراعی به‌خصوص در مزارع گندم در سطح جهان می‌شود. شدت تداخل یولاف وحشی در غلات دانه‌ریز بسته به موقعیت جغرافیایی و محل متفاوت است (Bular, 1988). رایج‌ترین شیوه کنترل این علف‌هرز در مزارع گندم استفاده از سموم شیمیایی بوده

و عمدتاً از گروه بازدارنده‌های آنزیم استیل‌کوآنزیم‌آ-کربوکسیلاز (ACCase) در این راستا استفاده می‌شود. به دلیل استفاده مداوم از این گروه سموم طی چندین سال متوالی و عدم رعایت تناوب علفکش‌های با نحوه عمل متفاوت سبب بروز مقاومت در برابر این سموم شده است (Najjari Kalantari *et al*., 2013 ; Kalami *et al*., 2014 Tatari *et al*., 2018;).

کشورهای مختلف به منظور آگاهی از وضعیت مقاومت علف‌های هرز، مزارع خود را مورد پایش قرار می‌دهند (Beckie, 2007; Moss *et al*., 2007). نحوه پراکنش لکه‌های علف‌های هرز، وابسته به عملیات مدیریتی انجام شده در سال‌های قبل، و ویژگی‌های علف‌های هرز است (Safari *et al*., 2012). با استفاده از تجزیه و تحلیل نقشه‌های علف‌های هرز که در سال-های مختلف تهیه شده است می‌توان به تغییرات مکانی علف‌های هرز در فصول زراعی مختلف پی‌برد و با یافتن دلایل این تغییرات روش‌های مدیریتی اعمال شده برای کنترل علف‌های هرز را ارزیابی نمود. تهیه نقشه پراکنش مزارع آلوده به علف‌های هرز مقاوم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند به کاربرد بهینه علف‌کش‌ها، استفاده از سموم با جایگاه عمل متفاوت و کارایی مناسب کمک کرده و میزان هزینه و خسارت وارده را کاهش دهد.

در این راستا هدف از انجام این آزمایش، بررسی مقاومت یولاف‌وحشی زمستانه به سه علف‌کش رایج کلودینافوپ‌پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل و تهیه نقشه پراکنش آنها در مزراع گندم شهرستان کلاله استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

پس از گرید بندی نقشه شهرستان کلاله، ۱۵۰ مزرعه بر روی نقشه برای پایش و ارزیابی انتخاب شد. در ۱۰۵ مزرعه بیوتیپ‌های یولاف وحشی زمستانه مشکوک به مقاومت مشاهده و بذور آنها در خرداد ماه سال۱۳۹۳ جمع آوری و مختصات نقاط مورد نمونه برداری با دستگاه GPS ثبت شد(شکل ۱-الف). هم‌چنین یک توده به‌عنوان توده حساس از مزارعی که هیچ‌گونه سابقه سمپاشی نداشتند، جمع‌آوری شد. پس از نمونه-برداری، بذور جمع‌آوری شده در داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده شده و تا زمان شروع آزمایش (پاییز ۱۳۹۳) در دمای اتاق نگهداری شدند.

در این پژوهش از سه علف‌کش بازدارنده استیل-کوآنزیم‌آکربوکسیلاز (ACCase) شامل کلودینافوپ-پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل، برای بررسی بروز مقاومت در توده یولاف‌وحشی زمستانه استفاده شد. برخی مشخصات سموم علف‌کش مورد آزمایش در مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول۱- **مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش**

Table 1- Characteristics of the studied herbicides

Common name	Trade name	Chemical family	Formulation	Field dose (L/ha)
Clodinafop propargyl	Topik	Aryloxyphenoxypropionate	8% EC	0.6-0.8
Diclofop methyl	Iloxan	Aryloxyphenoxypropionate	36% EC	2.5
Fenoxaprop P ethyl	Puma super	Aryloxyphenoxypropionate	7.5% EW	0.7-1

زیست‌سنجی بذر در پتری‌دیش

ابتدا کمون بذور با روش ارایه شده توسط کلامی (Kalami, 2014) رفع شده و سپس در زیست‌سنجی-ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. زیست سنجی بذر در

پتری‌دیش شامل دو مرحله اعمال غلظت تفکیک‌کننده و غربال توده‌های مشکوک به مقاومت توسط غلظت تفکیک‌کننده و سپس آزمایش غلظت- پاسخ بر روی بیوتیپ‌های مقاوم بود.

الف: غربال توده‌های مشکوک به مقاومت با استفاده از 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 گیاهچه توده حساس علف‌هرز نسبت به شاهد در نظر گرفته شد. در این آزمایش از غلظت تفکیک‌کننده علف‌کش‌های مورد نظر روی گونه یولاف‌وحشی زمستانه از آزمایش‌های انجام شده توسط راستگو (Rastgoo, 2007)، نجاری‌کلانتری(Najjari Kalantari, 2013) و کلامی (Kalami, 2014) استفاده شد. این غلظت‌ها به ترتیب شامل ۰/۰۲، ٤/۲ و ۰/۲ میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر از علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل بود که بر روی تمامی توده‌های جمع‌آوری شده اعمال شد. به این ترتیب که ده بذر پیش‌جوانه‌دار شده از توده حساس روی کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفته و سپس کاغذهای صافی با ۵ میلی‌لیتر محلول از هر غلظت علف‌کش مرطوب شدند. برای هر غلظت، سه پتری-دیش به منزله سه تکرار در نظر گرفته شد. هم‌چنین از آب مقطر به‌عنوان شاهد استفاده شد. پتری‌دیش‌ها در انکوباتوری با دمای۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و بعد از گذشت ۷ روز طول ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. در این ۷ روز به دلیل قرار داشتن پتری‌دیش‌ها درون پلاستیک و در نتیجه کم بودن میزان تبخیر، آبیاری مجدد صورت نگرفت. بعد از قرارگیری در معرض غلظت تفکیک‌کننده، توده‌هایی که اختلاف معنی‌داری از نظر طول ساقه‌چه با توده حساس داشتند جهت تعیین درجه مقاومت در مرحله بعدی مورد آزمایش قرار گرفتند.

ب) آزمون غلظت-پاسخ بر روی بیوتیپ‌های مقاوم

پس از غربال توده‌ها بر اساس غلظت تفکیک‌کننده، بیوتیپ‌های مقاوم در معرض چندین غلظت بالاتر و پایین‌تر از غلظت تفکیک‌کننده، قرار گرفته تا درجه مقاومت آن‌ها بدست آید. غلظت‌های اعمال شده‌ی علف‌کش‌های مورد بررسی شامل ۹ غلظت به شرح زیر بود:

-علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل: ۰، ۰/۰۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰٤، ۰/۰۸، ۰/۱٦، ۰/۳۲و ۰/٦٤ میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر.

-علف‌کش دایکلوفوپ متیل: ۰، ۱، ۲، ٤، ۸، ۱٦،۲٤، ۳۲ و ٤۸ میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر.

-علف‌کش فنوکساپروپ پی‌اتیل: ۰، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/٤، ۰/۸، ۱/٦، ۳/۲ و ٦/٤ میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر.

برای تجزیه آماری منحنی واکنش به غلظت علف-کش از آنالیز رگرسیون و تابع۱در محیط نرم افزاریR و بسته نرم افزاریdrc استفاده شد(Ritz & Streibig, 2005).

تابع(۱)

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

که پارامترهای این تابع عبارتند از: b،شیب منحنی در نقطهe؛ d، حد بالای منحنی پاسخ؛ و e، غلظت بیان کننده EC_{50}. در مواردی که حد پایین منحنی با صفر اختلاف معنی‌داری نداشت، این پارامتر از تابع (۱) حذف و در حالت جدید، تابع سه پارامتره (تابع ۲) به داده‌های مربوطه برازش داده شد تا برآورد دقیق‌تری از سایر پارامترها به‌دست آید (Ritz & Streibig,

2005).

تابع (۲)

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

درجه و یا فاکتور مقاومت (RF) یعنی نسبت EC_{50} بیوتیپ مقاوم به EC_{50} بیوتیپ حساس شاخصی بود که برای بررسی و مقایسه میزان مقاومت بیوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Ritz & Streibig, 2005).

تهیه نقشه پراکنش علف‌های‌هرز مقاوم

در ابتدا مختصات جغرافیایی محل نمونه-برداری با استفاده از دستگاه GPS map60 ثبت گردید. داده‌های ثبت شده در دستگاه GPS map60 به فرم قابل اجرا در نرم‌افزار GIS توسط نرم‌افزار mapsource تبدیل شدند. جهت اطمینان از صحت مختصات محدوده نمونه‌برداری، مختصات داده‌های ثبت شده با نقشه‌های Google earth تطبیق داده شد. پس از ایجاد پایگاه داده‌ای در محیط ArcMap10، تهیه نقشه پراکنش براساس سیستم مختصات UTM انجام شد.

نتایج و بحث

غربال توده‌های مشکوک به مقاومت

نتایج آزمون غربال اولیه نشان داد که از میان ۱۰۵ توده مشکوک به مقاومت برای یولاف‌وحشی زمستانه، به‌ترتیب ۲۵، ۲۹ و ۲۷ توده قادر به حفظ بیش از ۵۰ درصد از طول گیاهچه در حضور غلظت تفکیک‌کننده علف‌کش‌های کلودینافوپ‌پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل بودند (جدول۲). بیوتیپ‌های یاد شده به‌منظور تعیین درجه مقاومت وارد مرحله بعدی آزمایش شدند. غربال توده‌های یولاف وحشی زمستانه توسط غلظت تفکیک‌کننده نشان داد که برخی از بیوتیپ‌ها فقط به یک علف‌کش مقاوم بوده و برخی از بیوتیپ‌ها به دو یا سه علف‌کش مقاومت عرضی نشان دادند (جدول ۲). به‌طور کلی نتایج نشان داد که از میان توده‌های مشکوک، ۲۳/۸۱ درصد به علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل، ۲۷/۶۲ درصد به دایکلوفوپ‌متیل و ۲۵/۷۱ درصد به فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاوم می‌باشند(جدول ۲). عدم کالیبره بودن سمپاش، استفاده از آب با کیفیت نامناسب (pH قلیایی، آب سخت و یا آب زهکش و ...) و غیره می‌تواند از دلایل باقی ماندن بوته‌های یولاف‌وحشی در مزارع مورد نمونه‌برداری باشد. استفاده از غلظت تفکیک‌کننده راهکار مناسبی برای غربال توده‌های علف‌های هرز مشکوک به مقاومت و حذف توده‌های غیر مقاوم از مطالعات مقاومتی بوده و باعث کاهش قابل ملاحظه حجم آزمایشهای بعدی می‌شود که توسط بسیاری از محققین نیز مورد استفاده قرار گرفته است (Rastgoo, 2007; Najjari kalantari, 2013; Kalami, 2014).

آزمایش غلظت- پاسخ

دایکلوفوپ‌متیل

نتایج پاسخ یولاف‌وحشی زمستانه به غلظت‌های مختلف دایکلوفوپ‌متیل نشان داد که با افزایش غلظت این علف‌کش، طول گیاهچه بیوتیپ‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه کاهش یافت. با این‌حال پاسخ طول گیاهچه بیوتیپ‌های مورد آزمایش به غلظت‌های مختلف علف‌کش متفاوت بود. با برازش معادله سه و چهار پارامتره لجستیک، مقادیر متفاوتی از EC_{50} برای بیوتیپ‌های مختلف یولاف‌وحشی زمستانه برآورد شد. بیشترین میزان EC_{50} با ۴۸/۳۹ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره دایکلوفوپ‌متیل مربوط به بیوتیپ با کد ۸۳ و کمترین میزان این پارامتر به میزان ۲/۵۷ میلی‌گرم

[۱] -Effective concentration

در لیتر ماده مؤثره علف‌کش مربوط به بیوتیپ با کد ٦٥ بود (جدول ۳). بیوتیپ‌های ۳٦، ۳۸ و ۷٤ با ۳۷/۰۹، ۳۷/٤٦ و ۳۵/۸۹ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره دارای EC_{50} بالایی نسبت به علف‌کش دایکلوفوپ‌متیل بودند (جدول ۳). مقدار EC_{50} برای بیوتیپ حساس معادل ۲/۱۵ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره دایکلوفوپ‌متیل برآورد شد. با توجه به برآورد مقادیر مختلفی از EC_{50} ، بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی زمستانه مورد مطالعه در این آزمایش دارای شاخص درجه مقاومت متفاوتی نسبت به علف‌کش دایکلوفوپ‌متیل بودند. نتایج نشان داد که توده‌های ۸۳، ۳۸، ۳٦ و ۷٤ به‌ترتیب با درجات مقاومت ۲۲/۵۲، ۱۷/٤۳، ۱۷/۲٦ و ۱٦/۷ دارای بالاترین درجه مقاومت در بین بیوتیپ‌های مختلف بودند(جدول ۳).

جدول ۲- توده‌های علف‌هرز یولاف وحشی زمستانه در پاسخ به علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل پس از اعمال غلظت تفکیک‌کننده.

Table 2- Winter wild oat accessions' response to clodinafop-propargyl, diclofop-methyl and fenoxaprop-P ethyl after exposing to discriminating concentration.

Winter wild oat accession	clodinafop-propargyl	diclofop-methyl	fenoxaprop-P ethyl	Winter wild oat accession	clodinafop-propargyl	diclofop-methyl	fenoxaprop-P ethyl
4	-	-	+	39	+	-	-
6	-	-	+	43	+	+	-
8	+	+	-	44	+	+	+
11	-	-	+	45	-	-	+
12	-	+	-	46	-	+	+
13	+	+	+	47	+	+	-
16	-	-	+	48	-	-	+
18	-	+	+	49	+	+	-
20	+	-	-	54	+	+	-
21	-	-	+	55	-	-	-
22	-	+	-	59	+	+	+
25	-	-	+	62	+	+	-
28	-	+	+	63	-	-	-
30	-	+	-	64	+	+	+
31	-	+	-	65	+	+	-
36	+	+	+	74	+	+	+
38	+	+	+	76	+	+	+
80	+	-	+	91	-	-	+
81	+	+	+	94	-	-	+
82	+	+	-	96	+	-	-
83	+	+	+	97	-	-	+
84	-	+	-	106	+	-	-
86	-	+	-	109	+	+	+
87	+	+	+				

+ و– به‌ترتیب نشان‌دهنده مقاوم بودن و عدم مقاومت در توده‌ها می‌باشد.

+ and – represented resistant and susceptible biotypes.

طول گیاهچه همه بیوتیپ‌ها در غلظت‌های بالا به صفر رسید در حالیکه بیوتیپ‌های ۲۲ و ٦٥ در حداکثر غلظت اعمال شده نیز به ترتیب ۲۸/۲٤ و ۱۸/٦۱ درصد طول خود را نسبت به شاهد آب مقطر حفظ کردند که نشان از مقاومت بسیار بالای این بیوتیپ‌ها به علف‌کش دایکلوفوپ متیل می‌باشد(جدول ۳). ولیکن با توجه به ماهیت مدل که EC_{50} را براساس غلظتی که باعث ۵۰ درصد کاهش طول گیاهچه (یعنی ۵۰ درصد کاهش بین c و d) می‌شود، برآورد می‌کند، مقدار EC_{50} برآورد شده و به تبع آن RF محاسبه شده برای بیوتیپ‌های ۲۲ و ٦٥ کمتر از برخی از بیوتیپ‌ها می‌باشد.

فنوکساپروپ‌پی‌اتیل

مشابه نتایج بدست آمده برای علف‌کش دایکلوفوپ-متیل، پاسخ یولاف وحشی زمستانه به غلظت‌های مختلف فنوکساپروپ‌پی‌اتیل نشان داد که با افزایش غلظت این علف‌کش، طول گیاهچه بیوتیپ‌های حساس و مقاوم یولاف وحشی زمستانه کاهش یافت. با این‌حال پاسخ بیوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر طول

گیاهچه به غلظت‌های مختلف این علف‌کش متفاوت بود.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده از برازش تابع لوگ- لجستیک سه و چهار پارامتره به طول گیاهچه بیوتیپ‌های مقاوم و حساس یولاف‌وحشی زمستانه در پاسخ به علف‌کش دایکلوفوپ‌متیل.

Table 3- Estimated parameters by fitting 3 and 4 parametered-log logistic equation to length of susceptible and resistant seedlings of winter wild oat in response to diclofop methyl.

wild oat accession	Upper limit (d)	Slop (b)	Lower limit (c)	EC_{50} (e) (mg ai.lit^{-1})	RF
8	97.07 (3.01)	1.3 (0.11)	-	8.18 (0.79)	3.8 (0.45)
12	97.05 (2.57)	0.08(0.07)	-	8.73 (0.8)	4.06 (0.43)
13	98.68 (2.23)	1.01 (0.07)	-	13.03 (0.99)	6.06 (0.55)
18	100.08 (2.79)	1.09 (0.07)	-	7.49 (0.69)	3.49 (0.39)
22	102.03 (2.56)	1.17 (0.25)	28.24 (9.04)	8.93 (2.7)	4.15 (1.28)
28	96.47 (2.69)	0.9 (0.11)	-	25.11 (2.28)	11.68 (1.24)
30	94.63 (3.21)	1.33 (0.17)	-	14.9 (1.52)	6.93 (0.86)
31	99.93 (2.95)	0.78 (0.17)	-	21.57 (1.65)	10.03 (0.78)
36	97.94 (3.25)	0.69 (0.12)	-	37.09 (4.92)	17.26 (2.53)
38	96.6 (3.48)	0.91 (0.23)	-	37.46 (3.9)	17.43 (2.09)
43	100.94 (2.56)	0.84 (0.05)	-	8.9 (0.75)	4.14 (0.4)
44	97.67 (1.57)	1.69 (0.17)	-	27.91 (1.12)	12.99 (0.85)
46	97.29 (3.06)	0.95 (0.09)	-	15.48 (1.68)	7.2 (0.91)
47	101.95 (2.39)	0.79 (0.06)	-	16.14 (1.52)	7.51 (0.81)
49	100.88 (2.72)	0.63 (0.06)	-	20.49 (2.65)	9.54 (1.35)
54	100.79 (2.64)	0.88 (0.06)	-	9.59 (0.92)	4.47 (0.49)
59	98.35 (3.01)	0.76 (0.09)	-	22.17 (2.87)	10.32 (1.47)
62	99.68 (2.36)	0.79 (0.06)	-	16.92 (1.52)	7.87 (0.81)
64	103.39 (3.14)	0.83 (0.06)	-	10.35 (1.19)	4.81 (0.65)
65	101.37 (2.8)	0.97 (0.17)	18.61 (7.44)	5.51 (1.45)	2.57 (0.69)
74	92.87 (1.96)	2.32 (0.32)	-	35.89 (1.34)	16.69 (1.1)
76	100.23 (2.83)	0.87 (0.7)	-	11.98 (1.33)	5.58 (0.71)
81	96.61 (3.6)	1.27 (0.13)	-	8.82 (1.05)	4.10 (0.58)
82	98.4 (3.43)	0.64 (0.07)	-	15.96 (2.57)	7.43 (1.29)
83	97.56 (2.82)	0.77 (0.15)	-	48.39 (6.14)	22.50 (3.12)
84	100.05 (2.31)	0.9 (0.06)	-	11.4 (0.96)	5.30 (0.52)
86	99.55 (2.24)	0.97 (0.08)	-	13.48 (2.31)	6.22 (1.11)
87	97.31 (3.06)	0.95 (0.09)	-	15.48 (1.68)	7.2 (0.91)
109	101.03 (2.62)	0.83 (0.05)	-	11.6 (1.15)	5.39 (0.62)
S (susceptible)	98.35 (3.01)	1.95 (0.17)	-	2.15 (0.13)	-

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده SE می‌باشند.

جدول ٤-پارامترهای برآورد شده از برازش تابع لوگ-لجستیک سه و چهار پارامتره به طول گیاهچه بیوتیپ‌های مقاوم و

حساس یولاف‌وحشی زمستانه در پاسخ به علف‌کش فنوکساپروپ‌پی اتیل.

Table 4- Estimated parameters by fitting 3 and 4 parametered-log logistic equation to length of susceptible and resistant seedlings of winter wild oat in response to fenoxaprop-P ethyl.

wild oat accession	Upper limit (d)	Slop (b)	Lower limit (c)	mg EC50 (e)(ai.lit^{-1})	RF
4	106.53 (1.31)	0.99 (0.9)	33.05 (3.17)	0.68 (0.08)	5.81 (0.74)
6	99.76 (1.95)	1.04(0.12)	55.98 (2.52)	0.62 (0.10)	5.29 (0.88)
11	100.57 (2.11)	0.94 (1.23)	26.71 (5.74)	0.7 (0.17)	5.98 (1.47)
13	101.25 (1.65)	0.63 (0.03)	-	1.32 (0.11)	11.28 (0.98)
16	98.15 (1.06)	0.86 (0.09)	-	1.12 (0.12)	9.57 (0.99)
18	111.57 (2.21)	0.79 (0.08)	27.64 (4.17)	0.25 (0.05)	2.14 (0.04)
21	102.69 (1.22)	0.81 (0.14)	66.43 (4.34)	0.74 (0.29)	6.32 (2.52)
25	102.97 (1.24)	1.44 (0.12)	41.47 (1.38)	0.39 (0.03)	3.33 (0.25)
28	108.04 (1.35)	0.53 (0.02)	-	1.48 (0.11)	12.64 (0.96)
36	106.32 (1.04)	0.84 (0.16)	57.49 (5.01)	0.62 (0.21)	5.29 (1.76)
38	104.25 (1.52)	0.72 (0.04)	-	1.56 (0.1)	13.33 (1.04)
44	105.39 (1.45)	0.67 (0.02)	-	0.65 (0.05)	5.55 (0.38)
48	108.82 (2.64)	0.69 (0.13)	27.45 (7.67)	0.25 (0.09)	2.14 (0.85)
59	104.53 (1.7)	0.65 (0.04)	-	1.44 (1.12)	12.30 (1.04)
64	115.14 (2.07)	0.89 (0.08)	15.45 (3.22)	0.24 (0.03)	2.05 (0.25)
74	111.79 (2.19)	0.81 (0.08)	14.16 (3.61)	0.18 (0.02)	1.54 (0.49)
76	111.05 (2.01)	0.7 (0.04)	-	0.73 (0.07)	6.24 (0.66)
80	106.58 (1.36)	0.74 (0.08)	18.06 (4.73)	0.36 (0.07)	3.08 (0.61)
81	110.19 (1.14)	0.67 (0.02)	-	0.59 (0.3)	5.04 (0.33)
83	101.77 (2.06)	0.93 (0.09)	12.9 (4.14)	0.44 (0.07)	3.76 (0.6)
87	112.87 (2.26)	0.92 (0.09)	24.24 (3.33)	0.25 (0.04)	2.14 (0.31)
91	102 (1.38)	0.4 (0.03)	-	1.39 (0.04)	11.89(1.70)
94	112.56 (1.6)	0.93 (0.06)	19.23 (2.5)	0.29 (0.03)	2.48 (0.25)
97	108.5 (1.53)	0.78 (0.03)	-	1.2 (0.08)	10.25 (0.82)
109	113.12 (1.72)	0.73 (0.03)	-	0.58 (0.04)	4.95 (0.39)
S (susceptible)	100.56 (1.77)	1.87 (0.09)	-	0.117 (0.04)	-

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده SE می‌باشند.

همانگونه که در جدول٤ مشاهده می‌شود، تنها ۰/۱۱۷ میلی‌گرم ماده مؤثره در لیتر فنوکساپروپ‌پی‌اتیل باعث کاهش ۵۰ درصدی طول ساقه‌چه توده حساس شد، در حالیکه غلظت مورد نیاز برای بازداشتن رشد طول ساقه‌چه به میزان ۵۰ درصد شاهد، برای بیوتیپ‌های مقاوم بین ۰/۱۸ تا ۱/۵٦ میلی‌گرم ماده مؤثره به ترتیب برای بیوتیپ‌های شماره ۷٤ و ۳۸ متغیر بود. براساس EC_{50} برآورد شده، بیوتیپ‌های ۷٤ و ۳۸ با درجات مقاومت ۱/۵٤ و ۱۳/۳۳ به ترتیب دارای کترین و بیشترین درجه مقاومت در بین توده‌های مختلف بودند (جدول ٤). البته برخی از بیوتیپ‌ها مانند ٦ و ۲۱ حتی در حداکثر غلظت اعمال شده نیز مقدار قابل توجهی از طول گیاهچه خود را نسبت به شاهد آب مقطر حفظ کرده بودند. در این میان ٦٦/٤۳ درصد از طول گیاهچه بیوتیپ ۲۱ در بیشترین غلظت علف‌کش، باقیمانده بود که این موضوع مؤید مقاومت بسیار بالای این بیوتیپ به علف‌کش فنوکساپروپ‌پی‌اتیل می‌باشد.

کلودینافوپ‌پروپارژیل

علیرغم آنکه افزایش غلظت علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل باعث کاهش طول گیاهچه نسبت به شاهد شد، ولی نتایج حاکی از پاسخ متفاوت بیوتیپ‌های مختلف یولاف‌وحشی زمستانه به غلظت‌های مختلف علف‌کش بود. بطوریکه نتایج برازش معادله سه و چهار پارامتره لجستیک، میزان EC_{50}برآورد شده برای بیوتیپ‌های مختلف یولاف‌وحشی زمستانه متفاوت بود. بیشترین EC_{50} به میزان ۰/۵۵ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره کلودینافوپ‌پروپارژیل مربوط به بیوتیپ ٦٤ و کمترین مقدار این پارامتر به میزان ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره مربوط به بیوتیپ با کد ۹٦ بود (جدول ۵). مقدار EC_{50}برای بیوتیپ حساس معادل ۰/۰۱۷ میلی‌گرم در لیتر ماده مؤثره کلودینافوپ‌پروپارژیل بود. بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی زمستانه مورد مطالعه در این آزمایش دارای شاخص درجه مقاومت متفاوتی در پاسخ به

علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل بودند. نتایج نشان داد که بیوتیپ ٦٤ با درجه مقاومت ۳۲/۳۵ بالاترین درجه مقاومت را در بین بیوتیپ‌های مختلف دارا بود. بیوتیپ‌های ٤٤ و ٣٦ به‌ترتیب با درجات مقاومت ۲٤/۱۲ و ۲۱/۷٦ در رتبه‌های بعدی مقاومت بودند. کمترین درجه مقاومت را بیوتیپ با کد ۹٦ به میزان ۱/۷٦ به خود اختصاص داد (جدول ۵). با وجود این از آنجاییکه بیوتیپ‌های ۹٦، ۸۲، ۷٦، ۳۹ و ۸ در بیشترین غلظت علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل مقدار قابل توجهی از طول گیاهچه خود را حفظ کرده‌اند نیز جز بیوتیپ‌های بسیار مقاوم می‌بایست در نظر گرفت.

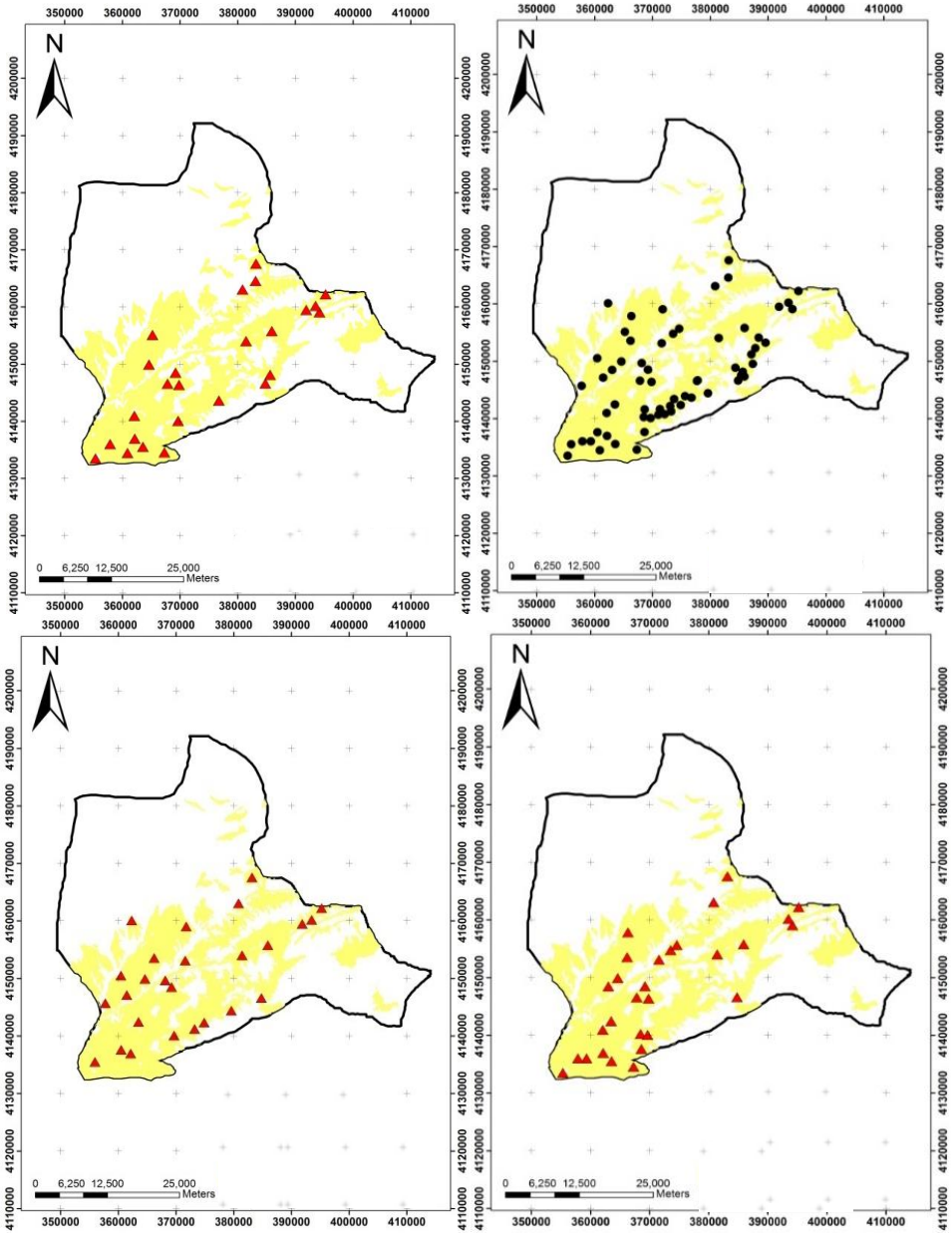
جدول۵- پارامترهای برآورد شده از برازش تابع لوگ–لجستیک سه و چهار پارامتره به طول گیاهچه توده‌های مقاوم و حساس یولاف‌وحشی زمستانه در پاسخ به علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل.

Table 5- Estimated parameters by fitting 3 and 4 parametered-log logistic equation to length of susceptible and resistant seedlings of winter wild oat in response to clodinafop propargyl.

wild oat accession	Upper limit (d)	Slop (b)	Lower limit (c)	EC50 (e)	RF
8	95.69 (1.26)	2.83 (0.49)	34.79 (2.07)	0.13 (0.01)	7.64 (0.4)
13	99.17 (2.78)	0.87(0.09)	-	0.18 (0.03)	10.59 (1.42)
20	100.16 (2.62)	0.83 (0.1)	-	0.33 (0.04)	19.41 (2.57)
36	96.79 (2.65)	0.77 (0.11)	-	0.37 (0.02)	21.76 (2.93)
38	98.92 (1.71)	1.11 (0.13)	-	0.19 (0.02)	11.18 (1.09)
39	101.03 (1.63)	1.23 (0.18)	33.24 (0.17)	0.08 (0.001)	4.71 (0.14)
43	103.31 (2.17)	0.86 (0.05)	-	0.09 (0.01)	5.29 (0.49)
44	101.78 (2.24)	0.48 (0.05)	-	0.41 (0.07)	24.12 (4.17)
47	97.62 (3.61)	1.11 (0.18)	-	0.17 (0.03)	10.00 (1.45)
49	101.32 (2.04)	0.75 (0.04)	-	0.08 (0.01)	4.71 (0.76)
54	102.07 (1.82)	1.05 (0.11)	19.55 (4.09)	0.11 (0.01)	6.47 (0.52)
59	100.87 (2.25)	0.75 (0.15)	2.69 (0.24)	0.07 (0.03)	4.12 (1.71)
62	101.63 (2.04)	1.22 (0.14)	14.97 (4.07)	0.06 (0.01)	3.53 (0.45)
64	101.16 (3.7)	0.66 (0.13)	-	0.55 (0.13)	32.35 (7.94)
65	97.71 (1.39)	1.99 (0.15)	-	0.2 (0.001)	11.76 (0.75)
74	102.54 (1.96)	1.18 (0.12)	14.18 (3.4)	0.06 (0.01)	3.53 (0.34)
76	98.82 (1.83)	1.29 (0.33)	40.29 (5.79)	0.09 (0.02)	5.29 (1.26)
80	100.69 (2.76)	0.68 (0.07)	-	0.26 (0.04)	15.29 (2.18)
81	101.13 (2.07)	1.13 (0.07)	-	0.09 (0.01)	5.29 (0.47)
82	99.49 (2.2)	1.04 (0.33)	56.23 (6.37)	0.12 (0.03)	7.06 (0.87)
83	101.26 (2.36)	0.85 (0.06)	-	0.1 (0.01)	5.88 (0.68)
87	100.5 (2.1)	0.73 (0.06)	-	0.29 (0.03)	17.06(1.77)
96	100.15 (2.22)	0.74 (0.19)	49.85 (5.87)	0.03 (0.01)	1.76 (0.87)
106	102.58 (2.53)	0.79 (0.05)	-	0.15 (0.01)	8.82 (0.62)
109	96.71 (2.44)	1.77 (0.23)	-	0.09 (0.01)	5.29 (0.62)
S (susceptible)	98.39 (1.95)	2.78 (0.21)	-	0.017 (0.001)	-

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده SE می‌باشند.

نقشه پراکنش بیوتیپ‌های یولاف وحشی زمستانه مقاوم به علف‌کشهای دایکلوفوپ‌متیل، فنوکساپروپ پی اتیل و کلودینافوپ‌پروپارژیل در شکل ۱ آورده شده است. همانگونه که درشکل نیز مشاهده می‌شود، مزارع آلوده به بیوتیپ‌های مقاوم به طور یکنواختی در سطح شهرستان کلاله پراکنده‌اند که این موضوع نشاندهنده آن است که پدیده مقاومت مدت زیادی است که در مزارع گندم شهرستان کلاله بروز کرده است. نقشه پراکنش بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز به علف‌کش‌ها برای مزارع گندم شهرستان‌های آق قلا (Kalami, 2014)، کردکوی (Najjari kalantari *et al*. 2013) و گنبد کاووس (Tatari *et al*. 2018) تهیه شده است.



شکل ۱- نقشه پراکنش توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه در سطح شهرستان کلاله (الف)، مقاوم به کلودینافوپ‌پروپارژیل (تاپیک) (ب)، مقاوم به فنوکساپروپ‌پی‌اتیل (پوماسوپر) (ج) و مقاوم به دایکلوفوپ‌متیل (ایلوکسان) (د).

Figure 1-Distribution map of winter wild oat (black circles) in Kalaleh township (a), resistant to clodinafop propargyl (Topik) (red triangles) (b), resistant to fenoxaprop-p ethyl (Puma super) (red triangles) (c) and resistant to diclofop methyl (illoxan) (red triangles) (d). Yellow parts denote arable lands.

تاکنون بیش از ۷۷ گزارش از مقاومت بیوتیپ‌های مختلف یولاف‌وحشی به گروه‌های مختلف علف‌کش در دنیا گزارش شده است (Heap, 2020). مقاومت بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی بازدارنده‌های ACCase در استرالیا توسط همدانی و همکاران (Hamdani *et al.*, 2012) گزارش شده است. راستگو و همکارن (Rastgoo *et al.*, 2006) مقاومت عرضی یولاف‌وحشی‌زمستانه به بازدارنده‌های ACCase در توده‌های جمع‌آوری شده از استان‌های فارس، گلستان و خوزستان را گزارش کرده‌اند. بناکاشانی و همکاران (Benakashani *et al.*, 2006) گزارش کردند که سه بیوتیپ یولاف‌وحشی از استان

خوزستان به کلودینافوپ پروپارژیل مقاومت نشان دادند. در این راستا، ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar *et al.* 2009) مقاومت یولاف وحشی به علف‌کش پینوکسادن در ۸ مورد از ۱۲ مورد توده یولاف‌وحشی را گزارش نمودند. الوداگ و همکاران (Uludag *et al.* 2008) مقاومت به علف‌کش پینوکسادن را با شاخص ۱۶/۱ در یک بیوتیپ یولاف‌وحشی گزارش کردند. همچنین نجاری کلانتری (Najjari kalantari, 2013)، کلامی (Kalami, 2014) و تاتاری و همکاران (Tatari *et al.* 2018) مقاومت یولاف‌وحشی زمستانه به بازدارنده‌های ACCase در توده‌های جمع‌آوری شده از شهرستان‌های آق‌قلا و کردکوی از استان گلستان را گزارش کردند.

نتیجه گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که از میان توده‌های مشکوک ۲۳/۸۱ درصد از توده‌ها به علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل، ۲۷/۶۲ درصد به دایکلوفوپ‌متیل و ۲۵/۷۱ درصد به فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاوم می‌باشند. از میان توده‌های مشکوک به‌ترتیب ٤، ۷ و ۱۱ توده تنها در برابر علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل، دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاوم بودند که به‌ترتیب معادل ۳/۸۱، ٦/٦۷ و ۱۰/٤۷ درصد از ۱۰۵ توده مشکوک بودند. استفاده مداوم به مدت ۷ سال از علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase سبب مقاومت در علف‌کش‌های باریک‌برگ خواهد شد (Beckie *et al.* 2000; Zand *et al.*, 2017). کاربرد مداوم بازدارنده‌های استیل‌کوآنزیم‌آکربوکسیلاز برای کنترل باریک‌برگ‌های مشکل‌ساز در مزارع گندم کشور، موجب بروز مقاومت در توده‌هایی از یولاف‌وحشی، علف‌خونی و چچم در استان‌های مختلف کشور شده است (Gherekhloo *et al.*, 2016). از این‌رو ایجاد مقاومت در بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی زمستانه به این علف‌کش‌ها می‌تواند به‌دلیل استفاده دراز مدت از علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در مزارع گندم شهرستان کلاله باشد.

از میان توده‌های مختلف هشت بیوتیپ، به دو علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل و دایکلوفوپ‌متیل مقاومت عرضی نشان دادند که معادل ۷/٦۲ درصد از کل توده‌های مشکوک به مقاومت بودند، ۱۱ بیوتیپ معادل ۱۰/٤۷ درصد از کل توده‌ها به دو علف‌کش دایکلوفوپ‌متیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل مقاومت عرضی نشان دادند، ۱۲ بیوتیپ معادل ۱۱/٤۳ درصد از کل توده‌های مشکوک به هر سه علف‌کش مقاومت عرضی نشان دادند و تنها یک بیوتیپ به دو علف کش کلودینافوپ‌پروپارژیل و فنوکساپروپ‌پی‌اتیل که معادل ۰/۹٦ درصد از کل توده‌ها می‌باشد، مقاومت عرضی نشان داد.

وجود مقاومت عرضی به علف‌کش‌های مورد مطالعه و نیز یکنواختی پراکنش مزارع آلوده به بیوتیپ‌های مقاوم در سطح شهرستان کلاله حاکی از تکوین مقاومت در این شهرستان بوده و نشاندهنده آن است که مدت مدیدی است که از علف‌کشهای بازدارنده در مزارع این شهرستان استفاده می‌شود. تهیه این نقشه‌ها راهبرد مناسبی برای تصمیم گیری در خصوص مدیریت پدیده مقاومت به علف‌کشها می‌باشد. راهبردهایی از قبیل تناوب زراعی، بکارگیری روشهای مدیریت غیر شیمیایی و کاربرد علف‌کش هایی با نحوه عمل متفاوت در این زمینه می‌تواند موثر باشد.

منابع

Afshari, M,. Ghanbari, A,. Rastgoo, M,. Gherekhloo, J. and Ahmadvand, G. 2017. Investigating resistance of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) populations to tribenuron-methyl herbicide. Aust. J. Plant Physiol. 11: 127-142.

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

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

Bular, C.J. 1988. Growth habit and control of wild oats. Agriculture Canada. 48: 23-35.

Chaudhry, O. 2008. Herbicide-resistance and weed-resistance management. International Publishing House, New Delhi. India. www.drozairchaudhry.com/BookChapterI.doc. Visited 2008/10/15.

Dezfoli, M.A. 1997. Grass weeds of Iran. Center of University Publication. 276 pp. (In Persian with English Abstract).

Esmailzadeh, Z,. Eslami, S.V. and Zand, E. 2012. Investigating the resistance of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) biotypes collected from wheat fields of Fars province to pinoxaden herbicide. Iranian J Weed Sci. 7:61-75

Gherekhloo, J. 2008. Tracing resistant *Phalaris minor* populations and studying their resistance mechanisms to Aryloxyphenoxy propionate herbicides in Fars and Golestan wheat fields. PhD Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. 187. (In Persian with English Abstract).

Gherekhloo, J,. Rashed Mohassel, M.H,. Nassiri Mahallati, M,. Zand, E,. Ghanbari, A,. Osuna, M.D. and De Prado, R. 2011. Confirmed resistance to Aryloxyphenoxy propionate herbicides in *Phalaris minor* populations from Iran. Weed Biol. Manag. 11: 29-37.

Gherekhloo, J,. Oveisi, M,. Zand, E. and De Prado, R. 2016. A Review of Herbicide Resistance in Iran. Weed Sci. 64:551-561 .

Gherekhloo, J,. Hatami, Z,. Alcántara, R,. Fernández, P,. Sadeghipor, H.R. and De Prado, R. 2018. Continuous use of tribenuron methyl selected for cross-resistance to ALS inhibiting herbicides in *Sinapis arvensis*. Weed Sci. 66: 424-432.

Golmohammadzadeh, S,. Gherekhloo, J,. Rojano-Delgado, A.M,. Osuna-Ruíz, M.D,. Kamkar, B,. Ghaderi-Far, F. and De Prado, R. 2019. The First Case of Short-Spiked Canarygrass (*Phalaris brachystachys*) with Cross-Resistance to ACCase-Inhibiting Herbicides in Iran. Agron. 9: 377. https://doi.org/10.3390/agronomy9070377

Hamdani, A,. Owen, J.M,. Qin, Y. and Powles, B.S. 2012. ACCase-Inhibiting herbicide-resistant *Avena* spp. Populations from the western Australian grain belt. Weed Technol. 26:130-136.

Hassanpour Bourkheili, S,. Gherekhloo, J,. Kamkar, B. and Rameznpour, S. 2018 .

A comparison of cardinal temperatures between haloxyfop R methyl ester- resistant and susceptible winter wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) biotypes. Iranian Weed Research Journal. 9: 63-81.

Hatami, Z,. Gherekhloo, J,. Rojano-Delgado, A,. Osuna, M.D,. Alcántara, R,. Fernández, P,. Sadeghipor, H.R. and De Prado, R. 2016. Multiple Mechanisms Increase Levels of Resistance in *Rapistrum rugosum* to ALS Herbicides. Front. Plant Sci., 7: 1-13. http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.00169.

Heap, I. 2020. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: www.weedscience.org. Accessed: October 9, 2020.

Kalami, K,. Gherekhloo, J,. Kamkar, B,. Esfandiaripour, 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.

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, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. (In Persian with English Abstract).

Moss, S.R,. Perryman, S.A.M. and Tatnell, L.V. 2007. Managing herbicide resistance black grass (*Alopecurus myosuroides*) theory and practice. Weed Technol. 21: 300-309.

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 Persian with English Abstract).

Najari, N,. Gherekhloo, J. and Kamakar, B. 2013.Tracing and map of canary grass (*Phalaris minor*) and hood grass (*P. paradoxa*) biotypesresistant to clodinafop-propargyl herbicide in wheat fields of Aq-qala. Iranian Weed Research Journal. 5: 85-97. (In Persian with English Abstract).

Rastgoo, M. 2007. Seed bioassay to detect wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) resistant to ACCase herbicides

family in Khuzestan wheat fields. Ph.D. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. (In Persian with English Abstract).

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

Ritz, C. and Streibig, J.C. 2005. Bioassay analysis using R. Journal of Statistical Software. 12(5): 1-22.

Safari, F., Bannayan Aval, M. and Rashed Mohassel, M.H. 2012. Effect of Different Directions of Sampling on the Precision Distribution Map of Weeds. Journal of Plant Protection. 26:162-170. (In Persian with English Abstract).

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. Environmental Sciences. 7: 109-118. (In Persian with English Abstract).

Tatari, S,. Gherekhloo, J,. Siahmarguee, A. and Kazemi. H. 2018. Identification of resistant *Avena ludoviciana* Dur Accessions to ACCase Inhibitor Herbicides in Gonbad-E Kavus Wheat Fields and Mapping Their Distribution. Journal of Plant Production. 41:103-116. (In Persian with English Abstract).

Uludag, A,. Park, K.W., Cannon, J. and Mallory-Smith, A. 2008. Cross resistance of acetyl-CoA carboxylase (ACCase) inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) biotypes in the Pacific Northwest. Weed Technol. 22:142-14.

Zand, E., Baghestani, M.A., Nezamabadi. N., Shimi. P. and Mousavi, S.K. 2017. A guide to chemical control of weeds in Iran: in regard to weeds shifts. Mashhad University Press, Mashhad. 287 Pp. (In Persian).