

## مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ مشکل‌ساز به برخی علف‌کش‌های رایج مزارع کلزا (*Brassica napus* L.) در سه استان کشور

حمیدرضا ساسان‌فر<sup>۱\*</sup>، اسکندر زند<sup>۱</sup>، محمد حسین زمانی<sup>۲</sup>، اسحاق کشتکار<sup>۳</sup>، علی جومی<sup>۴</sup>

۱- استادیار و استاده، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ۲ و ۳- به ترتیب

دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و کارشناس ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۲)

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ مشکل‌ساز یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*)، چچم یک‌ساله (*Lolium rigidum*) و خونی‌واش معمولی (*Phalaris minor*) به علف‌کش‌های رایج مزارع کلزا در سال ۱۳۹۸، در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. بدین منظور، ۲۹ توده یولاف‌وحشی زمستانه، ۱۵ توده چچم و هشت توده خونی‌واش از مزارع کلزا در استان‌های فارس، مازندران و اردبیل جمع‌آوری شدند. گیاهچه‌های هر سه گونه علف‌هرز پس از رشد در شرایط کنترل شده، در مرحله دو تا سه برگی در معرض دُزهای توصیه‌شده علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، ستوکسیدیم، سیکلوکسیدیم و کلتودیم قرار گرفتند. چهار هفته پس از سم‌پاشی، اندازه‌گیری درصد وزن تر و خشک و زنده‌مانی گیاهان در مقایسه با شاهد انجام شد. بر مبنای کاهش وزن تر، ۶۶/۷، ۸۶/۷ و ۶۰ درصد توده‌های چچم به ترتیب به علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم مقاومت نشان دادند. همچنین ۲۵ درصد از توده‌های خونی‌واش بر مبنای کاهش وزن تر، به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل مقاومت داشتند و ۱۲/۵ درصد از توده‌ها در گروه مشکوک به مقاومت به ستوکسیدیم قرار گرفتند. از بین ۲۹ توده یولاف‌وحشی زمستانه و بر اساس وزن تر، ۳۱ درصد از توده‌ها در گروه مقاوم به هالوکسی‌فوپ-آر-متیل قرار گرفتند و تنها یکی از توده‌های یولاف‌وحشی در گروه مقاوم به کلتودیم قرار گرفت. بروز مقاومت قطعی در سایر توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه به سه علف‌کش دیم مورد آزمایش تأیید نشد. در کل، مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ به باریک‌برگ‌کش‌های رایج در محصولات تناوبی پهن‌برگ مانند کلزا توسعه یافته است، بنابراین توصیه می‌شود که ضمن رعایت تناوب زراعی، کاربرد علف‌کش‌هایی با مکانیزم عمل یکسان محدود شود.

**کلمات کلیدی:** بازدارنده ACCase، چچم یک‌ساله، خونی‌واش، مقاومت به علف‌کش، یولاف‌وحشی زمستانه

### Resistance of the problematic grass weeds to some commonly used herbicides in canola (*Brassica napus* L.) fields in three provinces of Iran

Hamidreza Sasanfar<sup>\*1</sup>, Eskandar Zand<sup>1</sup>, Mohammad Hosein Zamani<sup>2</sup>, Eshagh Keshtkar<sup>3</sup>, Ali Joumi<sup>4</sup>

1- Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), 2- Department of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: January 6, 2021 - Accepted: March 12, 2021)

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the resistance of problematic grass weeds including winter wild oat (*Avena ludoviciana*), annual ryegrass (*Lolium rigidum*) and canary grass (*Phalaris minor*) to commonly used herbicides in canola fields at Iranian Research Institute of Plant Protection in 2019 in a completely randomized design with four repetitions. For this purpose, 29 accessions of wild oat, 15 accessions of ryegrass and 8 accessions of canary grass were collected from canola fields located in Fars, Mazandaran, and Ardabil provinces. After growing under controlled conditions, seedlings of the weed species were exposed to the recommended doses of haloxyfop-R-methyl, sethoxydim, cycloxydim and clethodim herbicides at 2-3 leaf stage. Fresh and dry weights and survival percentage of plants were measured four weeks after treatment. Based on fresh weight reduction, 86.7%, 66.7% and 60% of annual ryegrass accessions were resistant to haloxyfop-R-methyl, sethoxydim and cycloxydim, respectively. Also, 25% of canary grass accessions were resistant to haloxyfop-R-methyl, based on fresh weight loss, while 12.5% of accessions were classified as suspected resistant to sethoxydim. Based on fresh weight reduction, 31% of 29 wild oat accessions were resistant to haloxyfop-R-methyl and only one accession was resistant to clethodim. The occurrence of definite resistance in other wild oat accessions to the three dim herbicides was not confirmed. Generally, resistance of narrow-leaved weeds to some commonly used graminicides in broadleaf crops such as canola has been developed; Therefore, it is recommended to restrict application of herbicides with the same mechanism of action, while following crop rotation.

**Keywords:** Annual ryegrass, ACCase inhibitors, canary grass, herbicide Resistance, winter wild oat

\* Corresponding author E-mail: sasanfar@iripp.ir

## مقدمه

در سال‌های گذشته، کشت گیاه روغنی کلزا (*Brassica napus* L.) در تناوب با گندم، مورد توجه بسیاری از بهره‌برداران در کشور بوده است، اما حضور علف‌های‌هرز، یکی از معضلات کشت کلزا محسوب می‌شود (Shimi et al., 2014). مهم‌ترین علف‌های‌هرز مزارع کلزای کشور شامل ۱۷ گونه پهن‌برگ، چهار گونه باریک‌برگ یکساله و پنج گونه چندساله می‌باشند (Zand et al., 2019).

علف‌های‌هرز خونی‌واش کوچک<sup>۱</sup>، چچم یکساله به همراه یولاف‌وحشی زمستانه، از مهم‌ترین علف‌های‌هرز باریک‌برگ مشکل‌ساز کشور محسوب می‌شوند (Montazeri et al., 2005). در بین گونه‌های مختلف علف‌هرز خونی‌واش، چهار گونه *P. brachystachys*، *P. canariensis*، *Phalaris minor* و *P. paradoxa* در مزارع کشور وجود دارند (Shimi & Terme., 2004; Jamali, 2013). همچنین از جنس علف‌هرز چچم نیز چهار گونه *L. persicum*، *L. perenne*، *Lolium rigidum* و *L. temulentum* دارای اهمیت بیشتری در ایران می‌باشند (Mirkamali., 2000; Shimi & Terme., 2004). در بین گونه‌های یولاف‌وحشی نیز یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) در مقایسه با یولاف‌وحشی بهاره (*A. fatua*)، از غالبیت بیشتر در مزارع کشور برخوردار می‌باشد (Shimi & Terme., 2006; Jamali, 2013). علف‌های‌هرز فوق در اغلب کشت‌های پاییزه به‌خصوص مزارع گندم، جو، چغندر قند و کلزا در مناطق مختلف کشور گسترش یافته‌اند، به‌طوری‌که پراکنش علف‌هرز خونی‌واش از برخی استان‌هایی کشور با سطح زیر کشت وسیع گندم گزارش شده است (Zand & Baghestani, 2008).

طی دهه گذشته، علف‌کش‌های بازدارنده استیل‌کوانزیم آ کروکسیلاز (ACCase)، پرکاربردترین گروه علف‌کشی برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ، از جمله یولاف‌وحشی، چچم یکساله و خونی‌واش در کشور بوده‌اند (Zand et al., 2019). این گروه از علف‌کش‌ها که در دهه ۱۹۷۰ معرفی شدند، متعلق به گروه A (یک) می‌باشند که به مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی تجاری به‌منظور کنترل مؤثر گونه‌های علف‌هرز باریک‌برگ تبدیل شده‌اند (Mallory-Smith & Retzinger, 2003). آریلوکسی فنوکسی‌پروپیونات (فوپ‌ها)، سیکلوهگزانییدیون‌ها (دیم‌ها) و فنیل‌پیرازولین‌ها (دن)، سه خانواده مهم از این علف‌کش‌ها هستند (Vencill et al., 2012). علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ-آر-متیل از گروه فوپ‌ها و سیکلوکسیدیم و ستوکسیدیم از گروه دیم‌ها نیز برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ مزارع کلزا در کشور به ثبت رسیده‌اند (Zand et al., 2019)، اما استفاده گسترده از علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، سبب بروز مقاومت در علف‌های‌هرز باریک‌برگ رایج در کشور شده است (Zand & Baghestani, 2008).

گزارش‌های مختلفی از مقاومت علف‌های‌هرز در مزارع گندم و کلزا به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase منتشر شده است. اولین مورد بروز مقاومت علف‌هرز چچم یکساله (*Lolium rigidum*) به این گروه از

گزارش‌های مختلفی از مقاومت علف‌های‌هرز در مزارع گندم و کلزا به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، سبب بروز مقاومت در علف‌های‌هرز باریک‌برگ رایج در کشور شده است (Zand & Baghestani, 2008).

<sup>1</sup> Little seed canary grass

خوزستان و گلستان تأیید کرد. همچنین ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar et al., 2017) بروز مقاومت عرضی با سطوح مختلف به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase از سه گروه فوپ (کلودینافوپ-پروپارژیل)، دیم (ستوکسیدیم) و دن (پینوکسادن) را در جمعیت‌های یولاف وحشی زمستانه جمع‌آوری شده از مزارع گندم استان فارس گزارش کردند.

در سال‌های گذشته، تأکید بر بکارگیری تناوب گندم و کلزا از توصیه‌های مهم بسیاری از کارشناسان در کشور بوده است. از منظر دیگر، وجود علف‌های هرز غالب مشابه به‌ویژه علف‌های هرز باریک‌برگ در هر دو محصول پاییزه، راهکار کنترل شیمیایی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. با وجود این‌که باریک‌برگ‌کش‌های ثبت شده در کلزا را نمی‌توان در گندم بکار برد، اما همگی از نظر گروه (بازدارنده ACCase)، مشابه باریک‌برگ‌کش‌های رایج در مزارع گندم می‌باشند. از سوی دیگر و با توجه به سابقه طولانی مصرف علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در مزارع گندم و کلزا و گزارش‌های متعدد از بروز مقاومت باریک‌برگ‌ها در مزارع گندم به این علف‌کش‌ها، احتمال بروز مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ به علف‌کش‌های رایج در مزارع کلزا نیز وجود دارد، به‌طوری‌که طی سال‌های گذشته، گزارش‌هایی در رابطه با عدم کنترل مناسب علف‌های هرز باریک‌برگ در مزارع کلزا از برخی مناطق کشور دریافت شده است. از این‌رو، این پژوهش با هدف بررسی الگوهای بروز مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ چچم یکساله، خونی‌واش و یولاف وحشی زمستانه به علف‌کش‌های رایج بازدارنده ACCase در مزارع کلزای برخی استان‌های مهم کشور انجام شد.

### مواد و روش‌ها

با پی‌جویی مزارع کلزا در بهار ۱۳۹۸، بذر جمعیت‌های علف‌های هرز خونی‌واش معمولی از

علف‌کش‌ها در مزارع گندم و کلزای استرالیا گزارش شد. در سال ۱۹۹۴ نیز برای اولین بار بروز مقاومت علف‌هرز خونی‌واش معمولی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در مزارع گندم هندوستان گزارش شد (Heap, 2020). همچنین در نیوساوت‌ولز (استرالیا) برای نخستین بار در سال ۱۹۸۵، مقاومت چچم یک‌ساله به علف‌کش‌های کلروسولفورون، دایکلوفوپ-متیل، فلوازیفوپ-پی-بوتیل، هالوکسی‌فوپ-متیل، مت سولفورون-متیل، کوئیزالوفوپ-پی-اتیل، ستوکسیدیم و ترالوکسیدیم در مزارع کلزا بروز پیدا کرد (Stanton et al., 2008). نتایج یک پژوهش دیگر حاکی از بروز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، دیکلوفوپ-متیل، فنوکساپروپ-پی-اتیل، هالوکسی‌فوپ-متیل، پینوکسادن، ستوکسیدیم و ترالوکسیدیم در یک گونه یولاف وحشی زمستانه بود (Kotoula-Syka et al., 2012).

در ایران، بیشتر موارد مربوط به مقاومت به علف‌های هرز علف‌کش‌ها از مزارع گندم گزارش شده است (Heap, 2020). اولین بار در سال ۱۳۸۳ زند و همکاران (Zand et al., 2004)، بروز مقاومت علف‌هرز یولاف وحشی به علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل از گروه بازدارنده‌های ACCase را در مزارع گندم استان فارس گزارش کردند. چند سال بعد الهی‌فرد و همکاران (Elahifard et al., 2008)، بروز مقاومت علف‌هرز خونی‌واش (*Phalaris minor*) به علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل را از مزارع گندم استان‌های فارس، خوزستان و گلستان گزارش کردند. بررسی‌های بعدی توسط زند و همکاران (Zand et al., 2009)، بروز مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل را در علف‌های هرز یولاف وحشی زمستانه، خونی‌واش (*Phalaris spp.*) و چچم یک‌ساله از مزارع گندم استان‌های فارس،

پتری‌دیش‌ها در داخل یک ژرمیناتور با دمای متناوب ۲۰ درجه سانتی‌گراد (۱۶ ساعت روشنایی) و ۱۲ درجه سانتی‌گراد (هشت ساعت تاریکی) منتقل شدند (Gherekhlou *et al.*, 2012). همچنین به‌منظور غلبه بر خفتگی بذرهای یولاف‌وحشی زمستانه، پوست بذرهای با دست‌کنده شد، لما و پالنا از بذر جدا شد و به همراه پنج میلی‌لیتر آب مقطر استریل شده در درون پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی به دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز منتقل شد (Beckie *et al.*, 2000). با انجام یک پیش‌آزمایش، از جوانه‌زنی بذرهای چچم یک‌ساله در داخل پتری‌دیش و گلدان اطمینان حاصل شد. بنابراین بذر علف‌هرز چچم یک‌ساله نیاز به رفع خفتگی نداشت. به محض مشاهده اولین نشانه‌های جوانه‌زنی (طول ریشه‌چه تقریباً یک میلی‌متر)، از هر گونه علف‌های‌هرز خونی‌واش معمولی، چچم یک‌ساله و یولاف‌وحشی زمستانه، ۱۰ بذر در هر گلدان نیم‌لیتری (با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر) در عمق حدود یک سانتی‌متری کشت شد. لازم به ذکر است که بستر کاشت شامل مخلوطی از خاک مزرعه، شن، کود دامی پوسیده (یک:یک:یک) و مقداری پرلیت بود که بلافاصله بعد از اختلاط، به دستگاه استریل خاک با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شد و پس از خارج شدن از درون دستگاه، برای کشت گیاهان استفاده شد.

با توجه به این که بذرهای علف‌های‌هرز خونی‌واش و یولاف‌وحشی زمستانه دارای خفتگی می‌باشند، قبل از انجام آزمایش، بذرهای توده‌های مختلف خونی‌واش معمولی، به‌منظور رفع خفتگی با سولفوریک اسید (غلظت ۹۸٪) به مدت یک دقیقه تیمار شدند

استان‌های مازندران و اردبیل (به‌ترتیب پنج و سه توده)، چچم یک‌ساله از استان‌های فارس، مازندران و اردبیل (به‌ترتیب ۱۱، سه و یک توده) و یولاف‌وحشی زمستانه از استان‌های فارس، مازندران و اردبیل (به‌ترتیب ۲۳، سه و سه توده) که مشکوک به مقاومت به علف‌کش‌های رایج بودند، توسط کارشناسان جمع‌آوری شد. بذرهای پس از نگهداری در دمای اتاق به مدت یک تا دو ماه، به بانک بذر علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش در بخش تحقیقات علف‌های‌هرز منتقل شدند و پس از اختصاص کد، تا پیش از انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و تهویه مناسب نگهداری شدند. برخی مشخصات توده‌ها در مزارع نمونه‌برداری شده در جدول ۱ آمده است.

با شروع فصل پاییز و خنک شدن هوا در سال ۱۳۹۸، ارزیابی مقاومت با انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی با گیاه کامل در گلدان با کاربرد دُزهای توصیه‌شده چهار علف‌کش (جدول ۲) روی توده‌های مورد نظر و با چهار تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه بخش تحقیقات علف‌های‌هرز مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شد.

با توجه به این که بذرهای علف‌های‌هرز خونی‌واش و یولاف‌وحشی زمستانه دارای خفتگی می‌باشند، قبل از انجام آزمایش، بذرهای توده‌های مختلف خونی‌واش معمولی، به‌منظور رفع خفتگی با سولفوریک اسید (غلظت ۹۸٪) به مدت یک دقیقه تیمار شدند و سپس به مدت یک دقیقه با آب معمولی شسته شدند (Zand *et al.*, 2009). پس از آن، بذرهای هر توده روی کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفتند و حدود پنج میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. سپس پتری‌دیش‌ها به یخچال منتقل شدند و در دمای ثابت چهار درجه سانتی‌گراد به مدت دو روز نگهداری شدند. پس از طی شدن این مدت زمان،

جدول ۱- تاریخچه زراعی و مصرف علف‌کش‌ها (باریک‌برگ‌کش) از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ در مناطقی که توده‌های علف‌های هرز

باریک‌برگ از آنجا جمع‌آوری شدند

Table 1. Herbicide application (graminicide) and cropping histories from 2012 to 2018 at the locations where winter wild oat populations were collected

Weed species	Province sampled	Accession Code	Coordinates		Crop planted (Year)	Graminicide used (Year)
			Longitude	Longitude		
<i>Avena ludoviciana</i>	Fars	F5	673878.31	3305402.51	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F6	675546.66	3301733.36	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F7	664191.10	3307102.69	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F8	648315.76	3290252.53	wheat (1), canola (4)	clodinafop-propargyl (1), haloxyfop-r-methyl (4)
		F9	653323.61	3279245.34	wheat (3), canola (2)	haloxyfop-r-methyl (2), sulfosulfuron+metsulfuron, clodinafop-propargyl
		F10	653303.61	3279235.34	wheat (1), canola (4)	clodinafop-propargyl (1), haloxyfop-r-methyl (4)
		F11	653333.61	3279255.34	wheat (1), canola (4)	clodinafop-propargyl (1), haloxyfop-r-methyl (4)
		F12	653343.61	3279265.34	canola (3), wheat-maize (2)	pinoxaden (2), cycloxydim (3)
		F13	651389.24	3301378.37	canola (4), wheat-maize (1)	pinoxaden (1), cycloxydim (4)
		F14	651399.24	3301398.37	canola (2), rice, fallow, wheat	cycloxydim (2), clodinafop-propargyl, butachlor
		F15	628193.57	3216118.36	canola (2), rice (2), wheat	cycloxydim (2), clodinafop-propargyl, butachlor (2)
		F16	617023.60	3197529.78	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), haloxyfop-r-methyl (2)
		F17	617043.60	3197549.78	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), haloxyfop-r-methyl (2)
		F18	647224.48	3371527.62	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F19	577353.13	3295076.45	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F20	564571.60	3276526.66	canola (5)	haloxyfop-r-methyl (5)
		F21	577353.13	3295076.45	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F22	564591.60	3276546.66	canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F23	559691.30	3283886.89	canola (5)	haloxyfop-r-methyl (5)
		F24	559701.30	3283896.89	canola (5)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
	F25	636530.37	3330743.81	canola (5)	haloxyfop-r-methyl (5)	
	F26	639648.66	3338172.66	wheat (2), canola (3)	haloxyfop-r-methyl (2), sulfosulfuron+metsulfuron	
	F27	647574.33	3345666.45	wheat (2), canola (3)	haloxyfop-r-methyl (2), sulfosulfuron+metsulfuron (2)	
	Mazandaran	M1	4046501	702825.2	wheat (4), canola (1)	-
		M2	4047084.32	700633.21	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), haloxyfop-r-methyl (2)
		M3	4048125.10	703753.11	-	-
		Ardabil	AR1	4384580.02	744410.15	wheat (5)
AR2	4389059.21		246874.42	wheat (4), canola (1)	clodinafop-propargyl (2), pinoxaden (2), haloxyfop-r-methyl (1yr)	
<i>Lolium rigidum</i>	Fars	AR3	4384465.76	744700.41	wheat (4), canola (1)	-
		F10	660799.95	3205445.08	wheat, fallow, rice, canola (2)	clodinafop-propargyl, butachlor, cycloxydim (3)
		F11	665937.43	3187044.81	wheat, rice (2), canola (2)	clodinafop-propargyl, butachlor (2), cycloxydim (3)
		F12	662502.19	3199927.08	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), cycloxydim (2)
		F13	667430.73	3196302.83	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), cycloxydim (3)
		F14	3197529.78	617023.60	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F15	3206866.44	626672.75	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
		F16	3195733.44	621918.34	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)
F17	3208610.14	616911.23	wheat (2), canola (3)	clodinafop-propargyl (2), haloxyfop-r-methyl (3)		

	F24	3241938.05	624666.06	wheat (2), canola (3)	sulfosulfuron (2), clethodim (3)
	F32	3360239.15	631357.03	wheat (2), canola (3)	sulfosulfuron (2), clethodim (3)
	F33	3395677.49	656477.18	wheat (2), canola (3)	sulfosulfuron (2), clethodim (3)
Mazandaran	M1	3994405.94	663861.22	wheat (4), canola	clodinafop-propargyl (2), mesosulfuron+idosulfuron (2), haloxyfop-r-methyl
	M2	4025041.12	559142.34	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), clethodim
	M3	4022173.84	543015.19	wheat (4), canola	clodinafop-propargyl (2), clethodim
Ardabil	AR1	4280351.08	754225.37	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (2), pinoxaden, haloxyfop-r-methyl (2)
<i>Phalaris minor</i>	M1	4008227	723811.9	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (2), mesosulfuron + idosulfuron, haloxyfop-r-methyl (2)
	M2	4052273.94	639479.61	wheat (3), canola	clodinafop-propargyl (2), mesosulfuron + idosulfuron, haloxyfop-r-methyl
	M3	4053587.36	638550.3	wheat (5)	clodinafop-propargyl (3), mesosulfuron + idosulfuron (2)
	M4	4054425.36	640091.21	wheat (4), canola	haloxyfop-r-methyl (4), clethodim
	M5	638471.79	4054651.43	wheat (4), canola	clodinafop-propargyl (4), haloxyfop-r-methyl
Ardabil	AR1	4391027.71	752095.04	wheat (5)	clodinafop-propargyl (4), pinoxaden
	AR2	4391882	753206.7	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), haloxyfop-r-methyl, cycloxydim
	AR3	4388365.66	754827.59	wheat (3), canola (2)	clodinafop-propargyl (3), haloxyfop-r-methyl, cycloxydim

اطلاعات در دسترس نبود.

-No information available.

جدول ۲- مشخصات علف‌کش‌های بازدارنده ACCase مورد استفاده در آزمایش  
Table 2. Specifications of ACCase inhibitor herbicides used in the experiment

Family name	Common Name	Trade Name	Formulation	Recommended field rate (L ha <sup>-1</sup> )
Aryloxyphenoxypionate Cyclohexanedione	Haloxyfop-R-methyl	Gallant Super	EC 10.8%	0.75-1
	Clethodim	Select Super	EC 12%	1
	Sethoxydim	Nabu-S	EC 12.5%	3
	Cycloxydim	Focus	EC 10%	2

یک پیش‌آزمایش، از جوانه‌زنی بذرهای چچم یک‌ساله در داخل پتری‌دیش و گلدان اطمینان حاصل شد. بنابراین بذر علف‌هرز چچم یک‌ساله نیاز به رفع خفتگی نداشت. به محض مشاهده اولین نشانه‌های جوانه‌زنی (طول ریشه‌چه تقریباً یک میلی‌متر)، از هر گونه علف‌های هرز خونی‌واش معمولی، چچم یک‌ساله و یولاف‌وحشی زمستانه، ۱۰ بذر در هر گلدان نیم لیتری (با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر) در عمق حدود یک سانتی‌متری کشت شد. لازم به ذکر است که بستر کاشت شامل مخلوطی از خاک مزرعه، شن، کود دامی پوسیده (یک:یک:یک) و مقداری پرلیت بود که بلافاصله بعد از اختلاط، به دستگاه استریل خاک با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شد و پس از خارج شدن از درون دستگاه، برای کشت گیاهان استفاده شد.

به‌منظور جلوگیری از رقابت درون گونه‌ای، گیاهچه‌های علف‌های هرز چچم یک‌ساله و خونی‌واش معمولی در

و. سپس به مدت یک دقیقه با آب معمولی شسته شدند (Zand *et al.*, 2009). پس از آن، بذرهای هر توده روی کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفتند و حدود پنج میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. سپس پتری‌دیش‌ها به یخچال منتقل شدند و در دمای ثابت چهار درجه سانتی‌گراد به مدت دو روز نگهداری شدند. پس از طی شدن این مدت زمان، پتری‌دیش‌ها در داخل یک ژرمیناتور با دمای متناوب ۲۰ درجه سانتی‌گراد (۱۶ ساعت روشنایی) و ۱۲ درجه سانتی‌گراد (هشت ساعت تاریکی) منتقل شدند (Gherekhlou *et al.*, 2012). همچنین به‌منظور غلبه بر خفتگی بذرهای یولاف‌وحشی زمستانه، پوست بذرها با دست کنده شد، لما و پالنا از بذر جدا شد و به همراه پنج میلی‌لیتر آب مقطر استریل شده در درون پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی به دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز منتقل شد (Beckie *et al.*, 2000). با انجام

سیستم، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین صفر تا ۳۶ درصد هستند، در گروه RRR (مقاومت بالا) و توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۳۶ تا ۷۲ درصد هستند، در گروه RR (مقاوم)، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۷۲ تا ۸۱ درصد هستند، در گروه R (مشکوک به مقاومت) و توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۸۱ تا ۱۰۰ درصد هستند، در گروه S (حساس) قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

مقاومت توده‌های چچم یک‌ساله به علف‌کش خانواده فوپ نتایج آزمایش غربال‌گری نشان داد که بر اساس سیستم رتبه‌بندی ماس، همه توده‌های (۱۱ توده) چچم یک‌ساله که از استان فارس جمع‌آوری شده بودند، به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (از خانواده آریل‌اکسی‌فنوکسی پروپیونات (فوپ‌ها)) مقاومت بالا (RRR) نشان دادند (جدول ۳). بر اساس روش ادکینز، تنها توده F17 در واکنش به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل در گروه توده‌های احتمالاً مقاوم و سایر توده‌ها در گروه مقاوم قرار گرفت. در بین توده‌های مقاوم، توده F16 با زنده‌مانی ۷۸/۸، وزن خشک ۱۰۰ درصد و کاهش وزن‌تر صفر در مقایسه با شاهد بدون سم‌پاشی، بیشترین مقاومت را به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل نشان داد (جدول ۳). تاکنون گزارشی از مقاومت چچم یک‌ساله در مزارع کلزا در ایران به علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش منتشر نشده است. اولین بار در سال ۱۹۸۲، مقاومت چندگانه (به سه محل عمل علف‌کش) چچم یک‌ساله در برابر علف‌کش‌های کلروسولفورون، دایکلوپ-متیل، فلوازیفوپ-پی‌بوتیل، ستوکسیدیم، ترالکوکسیدیم و تریفلورالین در غرب استرالیا گزارش شد (Llewellyn et al., 2001).

از سه توده چچم یک‌ساله (M1، M2 و M3) مورد آزمایش در استان مازندران، توده‌های M1 و M2 بر اساس روش ادکینز، حساس و بر اساس سیستم رتبه‌بندی

مرحله یک برگی به هشت بوته در هر گلدان تنک شدند. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با ۱۶ ساعت روشنایی (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و هشت ساعت تاریکی (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. سم‌پاشی توده‌های علف‌های هرز چچم یک‌ساله، خونی‌واش معمولی و یولاف‌وحشی زمستانه با دُزهای توصیه‌شده علف‌کش‌های مذکور (جدول ۱) در مرحله دو تا سه برگی با سمپاش پستی برقی مجهز به نازل بادبزی و حجم محلول مصرف ۲۰۸ لیتر در هکتار در فشار ثابت دو (۲۰۰ کیلوپاسکال) بار صورت گرفت.

چهار هفته پس از سم‌پاشی، شمارش و ثبت تعداد گیاهان زنده و مرده در هر گلدان انجام شد. سپس بوته‌های هر گلدان از ناحیه طوقه از سطح خاک با قیچی جدا شدند و بلافاصله وزن‌تر بوته‌ها توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در دستگاه آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک توده‌ها توسط ترازوی ذکرشده در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. در پایان، درصد گیاه زنده مانده در هر گلدان و وزن‌تر و خشک نسبت به شاهد تیمار نشده محاسبه شد (Beckie et al., 2000).

به‌منظور تعیین وضعیت مقاومت، از دو سیستم ارائه شده توسط ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997) و ماس و همکاران (Moss et al., 2007) استفاده شد. در روش پیشنهادی ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997)، توده‌هایی که درصد وزن خشک و زنده‌مانی آن‌ها به‌ترتیب بیش از ۸۰ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد (سم‌پاشی نشده) باشد، به عنوان توده "مقاوم"، اگر درصد وزن خشک و زنده‌مانی توده‌ها به‌ترتیب کمتر از ۸۰ و بیشتر از ۵۰ درصد باشد، به عنوان توده "احتمالاً مقاوم" و در صورتی که وزن خشک و درصد گیاهان باقی‌مانده توده‌ها نسبت به شاهد کمتر از ۵۰ درصد باشند، به عنوان توده "حساس" در نظر گرفته شدند. اما تعیین وضعیت مقاومت بر اساس روش رتبه‌بندی ماس و همکاران (Moss et al., 2007) که به سیستم رتبه‌بندی R نیز معروف است، بر مبنای کاهش وزن‌تر می‌باشد. در این

ظهور مقاومت عرضی به علف‌کش‌های دیگر این خانواده شود (Powles & Yu, 2010). با توجه به سابقه طولانی مصرف علف‌کش‌های فوپ مانند کلودینافوپ-پروپازریل، دیکلوفوپ-متیل و فنوکساپروپ-پی-اتیل در مزارع گندم، به نظر می‌رسد که فشار انتخاب بالا، سبب بروز مقاومت به برخی باریک‌برگ‌کش‌های دیگر فوپ مانند هالوکسی‌فوپ-آر-متیل مورد استفاده در مزارع کلزا و چغندر شده باشد. بروز مقاومت به فوپ‌ها در گزارش‌های متعدد قبلی در مزارع گندم تأیید شده است (Zand et al., 2007; Sasanfar et al., 2009; Gharekhlou et al., 2012; Sasanfar et al., 2017).

مقاومت توده‌های چچم یک‌ساله به علف‌کش‌های خانواده دیم

واکنش ۱۱ توده چچم مورد بررسی از استان فارس به سه علف‌کش خانواده سیکلوهاگزانی‌دیون‌ها (ستوکسیدیم، کلتودیم و سیکلوکسیدیم) در مقایسه با علف‌کش فوپ مورد آزمایش متفاوت بود. توده‌های F10، F16 و F12 بر مبنای هر دو روش ماس و ادکینز به علف‌کش ستوکسیدیم مقاومت نشان دادند، در حالی که توده‌های F14، F15، F17 و F33 بر اساس درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد در گروه مقاوم (RR) به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفتند، به جز توده F17، توده‌های مذکور بر مبنای روش ادکینز در گروه احتمالاً مقاوم قرار گرفتند. از سوی دیگر، توده F32 بر اساس روش ادکینز حساس و بر اساس روش ماس در گروه مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش ستوکسیدیم بود. سه توده دیگر F11، F13 و F24 بر اساس هر سه شاخص زنده‌مانی، وزن خشک و کاهش وزن تر نسبت به علف‌کش ستوکسیدیم، در گروه حساس (S) به علف‌کش قرار گرفتند (جدول ۴).

به جز توده F15 که بر اساس روش‌های ماس و ادکینز به دو علف‌کش ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم واکنش یکسان (بر اساس روش ادکینز احتمالاً مقاوم و بر اساس روش ماس مقاوم (RR)) نشان دادند، بقیه توده‌ها به علف‌کش سیکلوکسیدیم واکنش متفاوتی نشان دادند، به طوری که

ماس، در گروه توده‌های مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش هالوکسی‌فوپ قرار گرفتند، ولی مقاومت توده M3 به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل بر اساس هر دو روش مورد استفاده در این آزمایش تأیید شد (جدول ۳). بررسی یک توده چچم یک‌ساله (AR1) از مزرعه کلزای استان اردبیل نشان داد که این توده بر اساس روش ادکینز و ماس، به ترتیب در گروه توده حساس و مقاوم (RR) به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل قرار گرفت (جدول ۳). در انگلستان برای اولین بار در سال ۱۹۹۰ در مزارع کلزا، مقاومت گونه چچم چندساله (*Lolium multiflorum*) به علف‌کش‌های سیکلوکسیدیم، دیکلوفوپ-متیل، فلوازیفوپ-پی-بوتیل و ترالوکوکسیدیم گزارش شد (Heap, 2020).

مصرف علف‌کش‌های خانواده فوپ در مزارع کشت‌های پاییزه، از سابقه طولانی مدتی برخوردار است. بررسی مقاومت علف‌هرز چچم یک‌ساله در مزارع کلزا به علف‌کش‌های مورد استفاده در این پژوهش که اولین بار در ایران صورت گرفت، نشان می‌دهد که این علف‌هرز به علف‌کش رایج مزارع کلزا، هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، از گروه فوپ‌ها مقاومت نشان داده است. از این رو، توسعه پدیده مقاومت این علف‌هرز از مزارع گندم به مزارع کلزا، بیانگر این نکته مهم می‌باشد که بهره‌وری صحیح از تناوب زراعی، نیازمند دقت لازم در انتخاب گزینه‌های مناسب علف‌کش در کنار استفاده از سایر روش‌های کنترل علف‌هرز، به منظور پیشگیری و مدیریت مقاومت می‌باشد. همچنین به منظور مدیریت بهتر علف‌هرز چچم یک‌ساله در استان‌های فارس و مازندران باید از مصرف این علف‌کش و یا سایر علف‌کش‌های با مکانیزم عمل مشابه ممانعت کرد و در کنار استفاده از روش‌های دیگر، بهره‌وری از تناوب زراعی با رویکرد کاربرد علف‌کش‌های با محل عمل متنوع باشد. از آنجا که محل پیوند علف‌کش‌های خانواده فوپ روی دامنه کربوکسیل‌ترانسفراز (CT) آنزیم ACCase مشابه می‌باشد، بنابراین بروز مقاومت به یک علف‌کش در این خانواده می‌تواند سبب



توده‌های F10، F11 و F13 بر اساس روش ادکینز، اساس روش ماس در گروه مقاوم (RR) قرار گرفتند. به‌ترتیب در گروه حساس، احتمالاً مقاوم و حساس و بر

جدول ۳- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن تر و وزن خشک توده‌های چچم یک‌ساله در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (خانواده آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (فوپ)) از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al.*, 2007).

**Table 3. Annual ryegrass accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to haloxyfop-r-methyl (aryloxyphenoxypropionate (fop) family herbicide) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins *et al.* (1997) and Moss *et al.* (2007).**

Chemical family	Herbicide	Province	Accession	% of control			Rating system *	
				Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss
Aryloxyphenoxypropionate (APP)	Haloxyfop-r-methyl (Gallant Super)	Fars	F10	62.5	86.0	12.6	R	RRR
			F11	68.7	100	8.4	R	RRR
			F12	68.7	94.9	5.9	R	RRR
			F13	62.5	100	6.1	R	RRR
			F14	55.0	89.9	9.4	R	RRR
			F15	55.0	83.5	30.5	R	RRR
			F16	78.7	100	0.0	R	RRR
		F17	65.0	62.0	26.4	R?	RRR	
		F24	59.2	83.2	28.7	R	RRR	
		F32	63.7	81.5	4.6	R	RRR	
		F33	78.3	87.5	10.3	R	RRR	
		Mazandaran	M1	29.2	48.3	72.6	S	R?
			M2	37.5	27.3	72.7	S	R?
			M3	82.5	84.8	24.5	R	RRR
		Ardabil	AR1	36.6	44.2	61.6	S	RR

(جدول ۴).

با توجه به گزارش‌های قبلی از بروز مقاومت به علف‌کش ستوکسیدیم در نمونه‌های یولاف وحشی جمع‌آوری شده از مزارع گندم استان فارس (Sasanfar *et al.*, 2017) و بررسی سوابق مزارع نمونه‌برداری شده، تقریباً در طول دوره پنج ساله، غالب تناوب زراعی مورد استفاده کشت پی‌درپی گندم و کلزا بوده است که به دلیل کاربرد علف‌کش‌هایی با نحوه عمل یکسان (بویژه هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، سیکلوکسیدیم و کلتودیم) برای مهار علف‌های هرز باریک‌برگ، فشار انتخاب برای مقاومت افزایش یافته است. بنابراین بروز مقاومت چچم یکساله به علف‌کش ستوکسیدیم در مزارع کلزا و گندم مناطق مورد بررسی، نشان از گسترش مقاومت به این گروه از علف‌کش‌ها در علف‌های هرز باریک‌برگ دارد که به‌منظور ممانعت از این پدیده، باید تناوب زراعی و تناوب علف‌کش‌هایی با نحوه عمل متفاوت در برنامه‌های مدیریتی قرار داده شود.

همچنین توده‌های F16، F24 و F33 بر اساس روش ماس در گروه احتمالاً مقاوم قرار گرفتند، ولی بر اساس روش ادکینز، در گروه حساس (S) به علف‌کش سیکلوکسیدیم طبقه‌بندی شدند. بقیه توده‌ها شامل توده‌های F12، F17 و F32 بر اساس هر دو روش ادکینز و ماس به علف‌کش سیکلوکسیدیم حساس بودند (جدول ۴). لازم به ذکر است که تفاوت مشاهده شده در برخی توده‌های چچم یکساله می‌تواند ناشی از تفاوت در دو روش ارزیابی مقاومت در این پژوهش باشد؛ به این صورت که در روش ادکینز، احتمال تشخیص مقاومت در یک توده به یک علف‌کش در مقایسه با روش ماس کمتر است. به عبارت دیگر، در رتبه‌بندی به روش ماس، هشدارها برای مشکوک شدن به مقاومت می‌تواند زودتر رخ دهد که در ارائه راهکارهای سریع مدیریتی دارای اهمیت می‌باشد. به استثنای توده F16 که بر اساس روش ماس در گروه توده مشکوک (R?) به مقاومت به علف‌کش کلتودیم قرار گرفت، سایر ۱۰ توده چچم یکساله مورد آزمایش در استان فارس، به علف‌کش کلتودیم حساس بودند

جدول ۴- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن تر و وزن خشک توده های چچم یک‌ساله در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌های خانواده سیکلوهاگزاندیون (دیم)، از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al.*, 2007).

Table 3. Annual ryegrass accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to cyclohexanedione (dim) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins *et al.* (1997) and Moss *et al.* (2007)

Chemical family	Herbicide	Province	Accession	% of control			Rating system*		
				Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss	
Cyclohexanedione (CHD)	Sethoxydim (Nabu-S)	Fars	F10	64.1	83.1	50.6	R	RR	
			F11	5.0	46.5	81.9	S	S	
			F12	73.7	85.6	23.6	R	RRR	
		F13	16.7	44.4	81.1	S	S		
		F14	55.0	55.5	45.0	R?	RR		
		F15	63.3	54.1	62.1	R?	RR		
		F16	91.7	86.1	19.6	R	RRR		
		F17	47.5	44.0	70.5	S	RR		
		F24	17.5	40.7	81.0	S	S		
		F32	40.7	39.1	76.0	S	R?		
		F33	56.7	51.5	60.2	R?	RR		
		Mazandaran	M1	83.3	85.2	14.1	R	RRR	
			M2	95.8	91.7	10.2	R	RRR	
			M3	88.7	88.3	9.9	R	RRR	
		Ardabil	AR1	10.0	34.1	81.7	S	S	
	Fars	F10	50.0	64.5	50.7	R?	RR		
		F11	39.6	66.4	65.0	S	RR		
		F12	31.3	46.8	81.1	S	S		
	Cycloxydim (Focus)	Mazandaran	F13	16.7	50.5	65.4	S	RR	
			F14	55.0	82.4	41.5	R	RR	
			F15	55.0	60.9	71.4	R?	RR	
			F16	32.9	54.3	72.4	S	R?	
			F17	47.5	47.9	81.0	S	S	
			F24	18.3	50.0	80.5	S	R?	
			F32	3.6	42.3	88.6	S	S	
			F33	35.0	47.7	71.4	S	RR	
			M1	88.7	81.2	25.6	R	RRR	
			M2	78.6	63.0	51.8	R?	RR	
			M3	76.2	76.6	37.2	R?	RR	
			Ardabil	AR1	39.7	46.3	72.2	S	R?
			Fars	F10	0.0	26.8	83.6	S	S
				F11	0.0	30.8	88.1	S	S
				F12	0.0	24.4	84.4	S	S
Clethodim (Select Super)	Mazandaran	F13	0.0	23.6	87.8	S	S		
		F14	0.0	21.5	92.0	S	S		
		F15	0.0	32.3	91.9	S	S		
		F16	0.0	41.1	80.6	S	R?		
		F17	25.0	33.3	83.5	S	S		
		F24	0.0	13.9	89.8	S	S		
		F32	0.0	26.1	89.3	S	S		
		F33	0.0	25.1	85.0	S	S		
		M1	0.0	29.1	93.1	S	S		
		M2	0.0	39.9	86.7	S	S		
		M3	0.0	40.9	85.0	S	S		
		Ardabil	AR1	36.6	10.6	95.6	S	S	

ستوکسیدیم مقاومت نشان دادند، ولی واکنش این توده‌ها به علف‌کش سیکلوکسیدیم کمی متفاوت‌تر از علف‌کش ستوکسیدیم بود، به طوری که توده‌های M2 و M3 بر اساس روش ادکینز در گروه احتمالاً مقاوم، ولی بر اساس روش ماس در رتبه مقاوم (RR) به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفتند. البته مقاومت قطعی توده M1 نیز بر اساس هر دو روش مورد آزمایش به علف‌کش ستوکسیدیم تأیید شد (جدول ۴).

مشابه توده‌های استان فارس، بررسی مقاومت به علف‌کش کلتودیم در سه توده چچم یک‌ساله با کدهای M1، M2 و M3 جمع‌آوری شده از استان مازندران نشان داد که این علف‌کش به خوبی توده‌های چچم یک‌ساله را در این استان کنترل کرده است و هر سه توده، بر مبنای ارزیابی با هر دو روش، حساس به علف‌کش کلتودیم بودند (جدول ۴). این سه توده از استان مازندران، بر مبنای روش ادکینز و سیستم رتبه‌بندی ماس، به علف‌کش

به علف‌کش ستوکسیدیم مقاومت نشان داد. همچنین حدود ۶۴ درصد از بیوتیپ‌های چچم یک‌ساله از استان فارس، در گروه توده‌های مقاوم (RRR و RR) به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفتند. از سوی دیگر و بر اساس درصد کاهش وزن‌تر، ۴۵/۵، ۱۰۰ و صفر درصد از توده‌های چچم مورد مطالعه، به ترتیب در استان‌های فارس، مازندران و اردبیل به علف‌کش سیکلوکسیدیم مقاومت نشان دادند. بنابراین با توجه به نتایج حاصل می‌توان بیان کرد که مقاومت عرضی در توده‌های چچم یک‌ساله استان‌های فارس و مازندران به علف‌کش‌های هر دو خانواده فوپ و دیم (بازدارنده ACCase) در حال گسترش است. همچنین به دلیل قرارگیری برخی توده‌ها در گروه توده‌های احتمالاً مقاوم یا مشکوک به مقاومت به علف‌کش‌های مورد مطالعه، باید از مصرف متوالی این علف‌کش‌ها در مزارع ممانعت کرد تا فشار انتخابی ایجاد شده ناشی از این علف‌کش‌ها کاهش یابد و بتوان دوباره از این علف‌کش‌ها در سبد سموم و به‌منظور کنترل علف‌هرز چچم در مزارع کلزا بهره گرفت. در بین سه استان مورد بررسی، استان‌های فارس و اردبیل به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد توده‌های چچم یک‌ساله مقاوم به علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش را داشتند. البته با توجه به بروز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی و به‌منظور بررسی مقاومت چندگانه، از سایر گروه‌های علف‌کشی نیز استفاده شود.

مقاومت توده‌های خونی‌واش معمولی به علف‌کش خانواده فوپ  
 نتایج آزمایشات غربال‌گری پنج توده خونی‌واش معمولی (M1، M2، M3، M4 و M5) جمع‌آوری شده از استان مازندران نشان داد که هیچ یک از توده‌های مورد آزمایش، مقاومتی به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل نشان ندادند (جدول ۵).

بررسی وضعیت بروز مقاومت سه توده خونی‌واش AR1، AR2 و AR3 جمع‌آوری شده از استان اردبیل به

واکنش توده AR1 جمع‌آوری شده از استان اردبیل به علف‌کش‌های خانواده سیکلوهگزاندیون تقریباً یکسان بود. توده مذکور بر اساس روش ادکینز به هر سه علف‌کش شامل علف‌کش کلتودیم، ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم حساسیت نشان داد، اما این توده بر اساس درصد کاهش وزن‌تر، در گروه مشکوک به مقاومت و بر مبنای روش ادکینز، در گروه حساس به علف‌کش سیکلوکسیدیم قرار گرفت (جدول ۴).

به‌طورکلی و بر مبنای کاهش وزن‌تر، از ۱۵ توده چچم یک‌ساله، ۸۶۷، ۶۶۷ و ۶۰ درصد توده‌های مورد بررسی به ترتیب به علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم مقاومت نشان دادند، ولی به جز یک توده (F16) از استان فارس، بقیه توده‌های چچم یک‌ساله مورد آزمایش به علف‌کش کلتودیم حساس بودند. همچنین با توجه به جدول ۳، واکنش توده‌های چچم یک‌ساله از استان‌های فارس، مازندران و اردبیل به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل به این صورت بود که به ترتیب ۱۰۰، ۳۳ و ۱۰۰ درصد این توده‌ها از استان‌های فوق به این علف‌کش مقاوم بودند. این موضوع حاکی از گسترش مقاومت توده‌های چچم یک‌ساله به این خانواده از علف‌کش‌ها در کشت‌های پاییزه این مناطق است. بررسی سوابق مصرف علف‌کش‌ها در مزارع مورد نمونه برداری (جدول ۱)، به روشنی بیانگر افزایش فشار انتخاب به‌واسطه مصرف متوالی هالوکسی‌فوپ-آر-متیل و سایر علف‌کش‌های هم‌خانواده های فوپ بر علف‌های هرز باریک‌برگ طی سال‌های گذشته می‌باشد (جدول ۱).

بعد از علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل از خانواده فوپ‌ها، علف‌کش ستوکسیدیم از خانواده سیکلوهگزاندیون (دیم‌ها)، کمترین کارایی را در کنترل توده‌های چچم یک‌ساله نشان داد، به طوری که از ۱۵ توده جمع‌آوری شده این علف‌هرز در سه استان، تقریباً ۶۷ درصد به علف‌کش ستوکسیدیم مقاومت نشان دادند. در بین سه استان مورد بررسی، هر سه توده (۱۰۰ درصد) مورد بررسی از استان مازندران، بر مبنای کاهش وزن‌تر،

توده‌های حساس، مشکوک به مقاومت و مشکوک به مقاومت قرار گرفتند (جدول ۵). بنابراین برای اولین بار، بروز مقاومت علف‌هرز خونی‌واش معمولی به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل در مزارع کلزا کشور تأیید و گزارش شد.

علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل بر اساس کاهش وزن‌تر نسبت به شاهد نشان داد که این توده‌ها به ترتیب در گروه مشکوک به مقاومت (R?)، مقاوم (RR) و مقاوم (RR) به علف‌کش مذکور قرار گرفتند. توده‌های مذکور بر اساس روش ادکینز (زنده‌مانی و وزن خشک) به ترتیب در گروه

جدول ۵- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن‌تر و وزن خشک توده‌های خونی‌واش در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (خانواده آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (فوپ))، از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997) و ماس و همکاران (Moss et al., 2007).

Table 5. Canary grass accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to haloxyfop-r-methyl (aryloxyphenoxypropionate (fop) family herbicide) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins et al. (1997) and Moss et al. (2007)

Chemical family	Herbicide	Province	Accession	% of control			Rating system *	
				Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss
Aryloxyphenoxypropionate (APP)	Haloxyfop-methyl (Gallant)	Mazandaran	M1	0	24.4	90.7	S	S
			M2	0	16.5	93.3	S	S
			M3	0	17.1	93.4	S	S
			M4	0	20.3	92.8	S	S
			M5	0	16.8	94.2	S	S
		Ardabil	AR1	17.5	32.0	73.1	S	R?
			AR2	50.0	53.9	48.4	R?	RR
			AR3	51.7	59.9	64.9	R?	RR

کاهش وزن‌تر نسبت به شاهد نشان داد که هیچ یک از توده‌های آزمایش، مقاومتی به علف‌کش کلتودیم نشان ندادند و بر مبنای ارزیابی با هر دو روش ارزیابی، در گروه حساس به این علف‌کش‌ها قرار گرفتند (جدول ۶)؛ بنابراین مقاومت علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های کلتودیم، ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم در مزارع کلزا تأیید نشد. البته مقاومت گونه *Lolium perenne* از جنس چچم، دیگر علف‌هرز باریک‌برگ، در مزارع کلزا در گرجستان برای اولین بار در سال ۱۹۹۵ ظهور پیدا کرد (Heap, 2020).

به‌طورکلی از بین توده‌های علف‌هرز خونی‌واش معمولی، ۱۲/۵ درصد در گروه مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ-آر-متیل و ستوکسیدیم قرار گرفتند و ۲۵ درصد از نظر مقاومت در گروه توده‌های مقاوم (RR) به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل قرار گرفتند که همگی این ۲۵ درصد، از مزارع کلزای استان اردبیل جمع‌آوری شده بودند. با توجه به سوابق کنترل شیمیایی مزارع، در استان مازندران از علف‌کش‌های بازدارنده ALS نیز در تناوب گندم استفاده شده است

مقاومت توده‌های خونی‌واش معمولی به علف‌کش‌های خانواده دیم

نتایج غربال‌گری پنج توده خونی‌واش معمولی (M1، M2، M3، M4 و M5) جمع‌آوری شده از استان مازندران نشان داد که هیچ یک از توده‌ها بر مبنای روش‌های ماس و ادکینز، مقاومتی به علف‌کش‌های خانواده سیکلوکسیدیم (دیم) مورد استفاده در آزمایش، شامل ستوکسیدیم، کلتودیم و سیکلوکسیدیم نشان ندادند (جدول ۶). تاکنون مقاومت علف‌هرز خونی‌واش معمولی یا سایر باریک‌برگ‌ها به این گروه از علف‌کش‌ها در این استان در مزارع گندم و کلزا تأیید نشده است. همچنین سه توده خونی‌واش (AR1، AR2 و AR3) جمع‌آوری شده از استان اردبیل نیز هیچ گونه مقاومت قطعی به علف‌کش‌های ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم نشان ندادند. فقط توده AR2 بر اساس روش ماس (با کاهش ۷۷/۲ درصدی وزن‌تر نسبت به شاهد) در گروه توده مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفت. همچنین واکنش این سه توده علف‌هرز خونی‌واش معمولی استان اردبیل بر اساس زنده‌مانی، وزن خشک و

(جدول ۱)، در حالی‌که استفاده متوالی منفرد از علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در گندم و کلزا (بوپزه هالوکسی‌فوپ-آر-متیل) در استان اردبیل، سبب فشار انتخاب مضاعف روی علف‌های هرز باریک‌برگ از جمله خونی‌واش شده است.

جدول ۶- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن تر و وزن خشک توده‌های خونی‌واش در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌های خانواده سیکلوهگزاندیون (دیم)، از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al.*, 2007).

**Table 6. Canary grass accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to cyclohexanedione (dim) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins *et al.* (1997) and Moss *et al.* (2007)**

Chemical family	Herbicide	Province name	Accession	% of control			Rating system *	
				Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss
Cyclohexanedione (CHD)	Sethoxydim (Nabu-S)	Mazandaran	M1	0	22.0	90.7	S	S
			M2	0	28.9	90.8	S	S
			M3	0	16.5	87.9	S	S
			M4	0	17.4	91.7	S	S
			M5	0	25.6	89.6	S	S
		Ardabil	AR1	9.2	25.0	83.3	S	S
			AR2	12.5	30.3	77.2	S	R?
			AR3	4.2	33.6	82.6	S	S
	Cycloxydim (Focus)	Mazandaran	M1	0	39.8	94.3	S	S
			M2	0	37.0	90.7	S	S
			M3	0	21.5	87.3	S	S
			M4	0	23.3	93.8	S	S
			M5	0	29.8	92.3	S	S
		Ardabil	AR1	0	20.1	91.1	S	S
			AR2	0	25.8	82.4	S	S
			AR3	0	32.5	86.2	S	S
	Clethodim (Select super)	Mazandaran	M1	0	26.4	96.2	S	S
			M2	0	15.5	96.5	S	S
			M3	0	12.0	93.9	S	S
M4			0	13.2	95.6	S	S	
M5			0	16.3	95.3	S	S	
Ardabil		AR1	9.2	27.3	84.4	S	S	
		AR2	9.2	20.8	82.7	S	S	
	AR3	4.2	22.5	87.4	S	S		

آر-متیل قرار گرفتند. از بین سه توده یولاف‌وحشی زمستانه مقاوم به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، توده F26 با کاهش وزن تر ۳۵/۷۳ درصدی نسبت به شاهد بدون سمپاشی، بیشترین مقاومت را به این علف‌کش نشان داد (جدول ۷).

همچنین هر سه توده یولاف‌وحشی زمستانه جمع‌آوری شده از مزارع کلزای استان مازندران بر اساس هر دو روش ماس و ادکینز، در گروه توده‌های حساس به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل قرار گرفتند. برعکس، هر سه توده جمع‌آوری شده از استان اردبیل به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل از گروه فوپ‌ها مقاومت نشان دادند، به طوری که بر اساس روش ماس، در گروه توده‌های RRR (مقاومت بالا) و بر اساس روش ادکینز،

مقاومت توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش خانواده فوپ

نتایج آزمایش غربال‌گری توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه جمع‌آوری شده از مزارع کلزای استان فارس نشان داد که بر اساس روش ماس، از ۲۳ توده یولاف‌وحشی زمستانه، دو، چهار و ۱۷ توده به‌ترتیب در گروه توده‌های با مقاومت بالا (RRR)، مقاوم (RR) و حساس (S) به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (گالانت سوپر)، متعلق به خانواده آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (فوپ)، قرار گرفتند. همچنین در توده‌های یولاف‌وحشی جمع‌آوری شده از استان فارس و بر اساس روش ادکینز، سه، سه و ۱۷ توده به‌ترتیب در گروه توده‌های مقاوم (R)، احتمالاً مقاوم (R?) و حساس (S) به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-

در گروه توده‌های مقاوم (R) به علف‌کش مذکور قرار گرفتند. در بین توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه مقاوم از استان اردبیل، توده AR13 با زنده‌مانی ۶۲/۵، وزن خشک ۱۰۰ و کاهش وزن تر ۲/۲ درصد نسبت به شاهد، بیشترین مقاومت را به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل نشان داد (جدول ۷).

جدول ۷- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن تر و وزن خشک توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (خانواده آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات (فوپ))، از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997) و ماس و همکاران (Moss et al., 2007).

Table 7. winter wild oat accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to aryloxyphenoxypropionate (fop) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins et al. (1997) and Moss et al. (2007)

Chemical family	Herbicide	Province	Accession	Survival	% of control		Rating system *	
					Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss
Aryloxy phenoxy propionate (APP)	Haloxypop-r-methyl (Gallant Super)	Fars	F5	0.0	30.8	86.5	S	S
			F6	0.0	41.9	82.1	S	S
			F7	8.3	34.5	85.1	S	S
			F8	58.3	55.3	55.8	R?	RR
			F9	0.0	45.5	81.3	S	S
			F10	4.2	34.0	87.0	S	S
			F11	0.0	40.6	83.9	S	S
			F12	0.0	30.8	84.5	S	S
			F13	62.5	57.5	56.7	R?	RR
			F14	54.2	58.6	62.7	R?	RR
			F15	0.0	40.4	84.9	S	S
			F16	4.2	38.5	86.8	S	S
			F17	0.0	31.4	86.5	S	S
			F18	0.0	39.0	84.5	S	S
			F19	0.0	23.4	91.0	S	S
			F20	4.2	36.1	86.3	S	S
			F21	0.0	28.3	87.9	S	S
			F22	4.2	33.5	86.9	S	S
			F23	4.2	23.9	86.9	S	S
			F24	0.0	28.1	86.3	S	S
			F25	62.5	83.5	35.9	R	RRR
			F26	66.7	86.9	35.7	R	RRR
			F27	54.2	89.2	39.1	R	RR
			Mazandaran	M1	0.0	34.8	84.3	S
		M2		0.0	33.8	84.8	S	S
		M3		12.5	44.4	85.0	S	S
		Ardabil	AR13	62.5	100.0	2.2	R	RRR
AR14	66.7		100.0	28.2	R	RRR		
AR15	75.0		100.0	10.2	R	RRR		

ستوکسیدیم قرار گرفتند. همچنین شش توده مورد آزمایش از استان‌های مازندران و اردبیل بر اساس هر دو روش ماس و ادکینز در گروه توده‌های حساس به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفتند. ساسانفر و همکاران (Sasanfar et al., 2017) بروز مقاومت به علف‌کش ستوکسیدیم را در برخی توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه که از مزارع گندم استان فارس جمع‌آوری شده بودند را گزارش کردند.

بررسی مقاومت توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه ذکر شده از سه استان به علف‌کش سیکلوکسیدیم (فوکوس) نشان داد که

مقاومت توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش‌های خانواده دیم

غریبال‌گری ۲۹ توده یولاف‌وحشی به سه علف‌کش از خانواده سیکلوکسیدیم (فوکوس) و کلتودیم (سلکت نابواس)، سیکلوکسیدیم (فوکوس) و کلتودیم (سلکت سوپر) نشان داد که از بین ۲۳ توده مورد آزمایش از استان فارس، فقط توده F25 بر اساس روش ماس در گروه توده R? (مشکوک به مقاومت) به علف‌کش ستوکسیدیم قرار گرفت و بقیه توده‌های این استان بر اساس هر دو روش ماس و ادکینز در گروه توده‌های حساس به علف‌کش

قرار گرفت. همین توده بر اساس ارزیابی بر مبنای زنده‌مانی و وزن خشک (روش ادکینز) در گروه حساس به علف‌کش کلتودیم قرار داشت. همچنین توده F14 و F26 از استان فارس، بر اساس روش ماس در گروه توده‌های R? (احتمالاً مقاوم) به علف‌کش کلتودیم قرار گرفتند و بقیه توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه یعنی ۲۰ توده از استان فارس و سه توده هر کدام از استان‌های مازندران و اردبیل، بر اساس هر دو روش ارزیابی مقاومت (روش ماس و ادکینز) در این آزمایش، در گروه توده‌های حساس به علف‌کش کلتودیم قرار گرفتند (جدول ۸).

فقط توده F26 و F27 بر اساس روش ماس در گروه توده‌های R? (مشکوک به مقاومت) به علف‌کش سیکلوکسیدیم قرار گرفتند و بقیه توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه یعنی ۲۱ توده از استان فارس و سه توده از استان مازندران و سه توده اردبیل بر اساس هر دو روش ارزیابی (روش ماس و ادکینز) در این آزمایش، در گروه توده‌های حساس به علف‌کش سیکلوکسیدیم قرار گرفتند. بررسی مقاومت توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه ذکر شده از سه استان به علف‌کش کلتودیم (سلکت سوپر) نشان داد که توده F13 با درصد کاهش وزن تر ۶۶/۲ درصدی نسبت به شاهد، در گروه توده‌های مقاوم (RR) به علف‌کش کلتودیم

جدول ۸- درصد زنده‌مانی، کاهش وزن تر و وزن خشک توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه در مقایسه با شاهد و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌های خانواده سیکلوهگزانیدیون (دیم)، از گروه بازدارنده‌های ACCase بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins et al., 1997) و ماس و همکاران (Moss et al., 2007).

Table 8. winter wild oat accessions survival, fresh and dry weight reductions compared to control and herbicide resistance classification to cyclohexanedione (dim) from ACCase inhibitors according to the resistance rating systems designed by Adkins et al. (1997) and Moss et al. (2007)

Chemical family	Herbicide	Province	Accession	% of control			Rating system *		
				Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adkins	Moss	
Cyclohexane dion (CHD)	Sethoxydim (Nabu-S)	Fars	F5	4.2	41.8	83.9	S	S	
			F6	4.2	41.9	82.2	S	S	
			F7	4.2	44.9	85.4	S	S	
			F8	8.3	39.0	83.5	S	S	
			F9	4.2	41.1	82.1	S	S	
			F10	8.3	38.0	86.5	S	S	
			F11	8.3	41.7	82.3	S	S	
			F12	8.3	31.8	84.3	S	S	
			F13	4.2	29.0	87.0	S	S	
			F14	8.3	28.4	85.9	S	S	
			F15	4.2	34.8	85.5	S	S	
			F16	12.5	46.9	85.3	S	S	
			F17	12.5	33.3	85.0	S	S	
			F18	12.5	40.8	83.5	S	S	
			F19	20.8	44.5	83.3	S	S	
			F20	16.7	44.7	85.0	S	S	
			F21	0.0	34.7	87.7	S	S	
			F22	4.2	34.3	87.0	S	S	
			F23	4.2	28.8	87.7	S	S	
			F24	0.0	26.3	87.5	S	S	
			F25	37.5	44.1	79.6	S	R?	
			F26	25.0	36.1	81.2	S	S	
			F27	20.8	37.5	83.9	S	S	
			Mazandaran	M1	8.3	38.4	81.8	S	S
				M2	8.3	44.0	81.5	S	S
				M3	12.5	31.2	82.4	S	S
	Ardabil	AR13	4.2	47.9	81.7	S	S		
		AR14	4.2	43.9	82.3	S	S		
		AR15	4.2	37.1	82.6	S	S		
	Fars	F5	8.3	45.4	81.7	S	S		
F6		8.3	46.6	81.1	S	S			
F7		8.3	36.8	85.2	S	S			
F8		12.5	39.2	81.4	S	S			
F9		16.7	42.4	81.5	S	S			
F10	16.7	38.0	85.5	S	S				

	F11	12.5	43.3	85.9	S	S	
	F12	4.2	31.4	85.1	S	S	
	F13	12.5	32.0	86.9	S	S	
	F14	4.2	35.0	84.9	S	S	
	F15	8.3	44.3	85.2	S	S	
	F16	4.2	34.2	85.7	S	S	
	F17	8.3	33.8	86.3	S	S	
	F18	4.2	39.0	84.6	S	S	
	F19	12.5	27.4	90.0	S	S	
	F20	4.2	29.4	86.3	S	S	
	F21	8.3	33.7	85.5	S	S	
	F22	8.3	34.5	89.5	S	S	
	F23	0.0	23.0	89.1	S	S	
	F24	4.2	30.7	87.2	S	S	
	F25	4.2	33.7	85.1	S	S	
	F26	20.8	46.9	73.3	S	R?	
	F27	12.5	40.6	76.8	S	R?	
Mazandaran	M1	0.0	25.4	90.2	S	S	
	M2	0.0	32.3	86.7	S	S	
	M3	4.2	34.2	86.1	S	S	
Ardabil	AR1	8.3	47.9	82.0	S	S	
	AR14	12.5	44.8	81.3	S	S	
	AR15	8.3	48.0	81.9	S	S	
Fars	F5	4.2	34.1	84.9	S	S	
	F6	8.3	36.6	81.4	S	S	
	F7	8.3	33.0	85.6	S	S	
	F8	12.5	47.4	81.5	S	S	
	F9	8.3	42.7	81.1	S	S	
	F10	8.3	32.9	86.8	S	S	
	F11	4.2	38.3	85.3	S	S	
	F12	8.3	32.2	85.3	S	S	
	F13	37.5	49.7	66.2	S	RR	
	F14	41.7	49.1	75.1	S	R?	
Clethodim (Select Super)	F15	4.2	35.1	84.9	S	S	
	F16	8.3	38.0	85.9	S	S	
	F17	8.3	32.9	85.7	S	S	
	F18	4.2	43.6	83.4	S	S	
	F19	8.3	31.9	84.3	S	S	
	F20	4.2	39.5	85.7	S	S	
	F21	9.2	43.6	81.8	S	S	
	F22	5.0	43.9	82.7	S	S	
	F23	20.8	42.9	81.0	S	S	
	F24	8.3	27.1	83.9	S	S	
	F25	25.0	41.0	81.3	S	S	
	F26	20.8	28.1	72.7	S	R?	
	F27	4.2	40.3	83.5	S	S	
	Mazandaran	M1	12.5	36.5	82.1	S	S
		M2	8.3	44.0	81.5	S	S
M3		4.2	31.0	83.2	S	S	
Ardabil	AR1	16.7	36.4	81.4	S	S	
	AR14	8.3	41.6	88.8	S	S	
	AR15	12.57	36.0	85.7	S	S	

خانوده دیم، به این صورت بود که یک توده از ۲۹ توده یولاف وحشی زمستانه بر اساس روش ماس در گروه مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش‌های ستوکسیدیم و سیکلوکسیدیم قرار گرفت و ۲۸ توده مورد آزمایش بر اساس هر دو روش ماس و ادکینز به این دو علف‌کش حساس بودند. به علاوه، دو توده یولاف وحشی مورد بررسی در این آزمایش، بر اساس روش ماس در گروه مشکوک به مقاومت (R?) به علف‌کش کلتودیم قرار گرفتند، درحالی‌که بروز مقاومت به این علف‌کش در یک

از بین ۲۹ توده مورد آزمایش یولاف وحشی زمستانه، بر اساس روش درصد کاهش وزن تر، حدود ۳۱ درصد نمونه‌ها به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل از خانواده فوپ‌ها مقاومت نشان دادند. درحالی‌که سه توده مربوط به استان اردبیل به علف‌کش هالوکسی‌فوپ-آر-متیل مقاومت نشان دادند، در هیچ یک از توده‌های یولاف وحشی زمستانه مورد مطالعه در استان مازندران، بروز مقاومت به این علف‌کش تایید نشد. همچنین واکنش توده‌های یولاف وحشی زمستانه به علف‌کش‌های



این علف‌کش‌ها در سبد سموم، از کاربرد متوالی آن‌ها در مزارع خودداری شود. بنابراین به‌منظور کنترل بهتر علف‌هرز خونی‌واش معمولی، چچم یک‌ساله و یولاف‌وحشی زمستانه و جلوگیری از گسترش بیشتر مقاومت، توصیه می‌شود این علف‌کش‌ها با رعایت تناوب همراه با دیگر روش‌های مدیریت علف‌هرز مانند تاکتیک‌های زراعی، مکانیکی و غیره تلفیق شوند. مشاهده الگوهای کشت، مصرف علف‌کش‌ها و وضعیت مقاومت توده‌های چچم یک‌ساله در استان‌های فارس و مازندران نشان می‌دهد که کاربرد متوالی علف‌کش‌هایی با نحوه عمل یکسان در مزارع، سبب افزایش فشار انتخاب برای مقاومت شده است. بنابراین توصیه می‌شود که به جای استمرار مصرف علف‌کش‌های مشابه، تناوب زراعی با رویکرد بکارگیری روش‌های غیرشیمیایی و استفاده از دیگر گروه‌های علف‌کشی مورد توجه قرار گیرد تا فشار انتخاب برای مقاومت کاهش یابد. در یک بررسی در سال ۲۰۱۴ از کشاورزان آیووا، ۷۰ درصد از کشاورزان این منطقه استفاده از روش‌های متنوع یا مدیریت تلفیقی را برای کنترل و مدیریت علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها پیشنهاد کردند (Owen et al., 2016). به‌نظر می‌رسد عوامل مختلف اجتماعی-اقتصادی که بر سبب کشاورزی به صورت منطقه‌ای یا ملی حکم‌فرما می‌باشد، نقش کلیدی در اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی نهایی توسط کشاورزان دارد که ضروری است با پشتیبانی‌های لازم، تمهیدات مرتبط در اتخاذ تصمیم‌گیری درست و منطقی کشاورزان تسهیل شود. با توجه به الگوی کشت و سابقه مصرف علف‌کش‌ها در مزارع نمونه‌برداری شده در استان‌های مختلف، در بیشتر موارد روابط مستقیمی بین نوع کشت، مصرف متوالی یک علف‌کش و بروز مقاومت وجود دارد. به‌عنوان مثال، کشت متوالی گندم و کلزا به همراه مصرف علف‌کش هالوکسی-فوپ-آر-متیل در کلزا و کلودینافوپ-پروپارژیل در گندم، از فراوانی بیشتری در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها برخوردار می‌باشد. عدم آگاهی کافی از بروز پدیده مقاومت، عادت به روش‌های متداول به دلیل سابقه

توده (F13) یولاف‌وحشی بر اساس روش ماس (RR) تایید شد. بررسی تاریخچه زراعی و سابقه مصرف علف‌کش‌ها در این مزرعه نشان داد که طی یک دوره پنج ساله، در چهار سال گیاه زراعی کلزا در این مزرعه کشت شده بود که هر بار نیز تنها از علف‌کش کلتودیم برای مبارزه با باریک‌برگ‌ها استفاده شده بود (جدول ۱) که می‌تواند منجر به افزایش فشار انتخاب برای مقاومت علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه به این علف‌کش شده باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش روی علف‌هرز خونی‌واش معمولی و یولاف‌وحشی زمستانه در مقایسه با چچم یک‌ساله کارایی و کنترل بهتری داشتند. از سوی دیگر، علف‌کش‌های کلتودیم، سیکلوکسیدیم، ستوکسیدیم و هالوکسی‌فوپ، به‌ترتیب بیشترین تا کمترین کنترل را روی علف‌های هرز خونی‌واش معمولی و چچم یک‌ساله نشان دادند. در بین چهار علف‌کش مصرفی به‌منظور کنترل یولاف‌وحشی زمستانه نیز ستوکسیدیم، سیکلوکسیدیم، کلتودیم و هالوکسی‌فوپ، به‌ترتیب بیشترین تا پایین‌ترین کنترل را روی یولاف‌وحشی زمستانه داشتند. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، کنترل مناسب‌تر علف‌هرز خونی‌واش معمولی در مقایسه با چچم یک‌ساله با علف‌کش‌های مورد استفاده، نشان از گسترش بیشتر بروز مقاومت در علف‌هرز چچم یک‌ساله، به‌دلیل سیستم تولید مثل (دگرگرده افشانی) و ساختار ژنتیکی (فراوانی آل‌های مقاومت در بین توده‌های این گونه) این علف‌هرز در مقایسه با خونی‌واش معمولی داشت.

بروز مقاومت به علف‌کش هالوکسی‌فوپ در علف‌های هرز خونی‌واش معمولی، چچم یک‌ساله از استان اردبیل و مقاومت یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش هالوکسی‌فوپ از استان‌های فارس، مازندران و اردبیل، زنگ خطری برای کشاورزی این مناطق می‌باشد که به‌منظور پایداری مصرف

عرصه معرفی شوند. بنابراین مدیریت پدیده مقاومت، یک عملیات چندجانبه با مشارکت بخش‌های مختلف می‌باشد. به‌طورکلی وضعیت کلی مقاومت سه گونه از علف‌های هرز یولاف وحشی زمستانه، چچم یک‌ساله و خون‌واش معمولی به برخی از علف‌کش‌های بازدارنده ACCase مورد آزمایش در این پژوهش در جدول‌های (۹ و ۱۰) آورده شده است.

مصرف از گذشته، توصیه‌های نادرست محلی (کارشناسان یا خرده‌فروشان)، عدم در دسترس بودن سایر روش‌ها و یا فاکتور مهم اقتصادی، از مهم‌ترین عواملی می‌باشند که می‌تواند در انتخاب کشت و یا مصرف متوالی علف‌کش‌های پرخطر توسط کشاورزان متقاعد کننده باشد. بنابراین یک برنامه مدیریتی در صورتی می‌تواند موفق شود که تاثیر این عوامل واکاوی شود و سپس با در نظر گرفتن این عوامل، توصیه‌هایی با قابلیت اجرایی در

جدول ۹- وضعیت کلی مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، بر اساس کاهش وزن تر نسبت به شاهد

Table 9. General status of narrow-leaved weeds resistance to ACCase inhibitor herbicides, based on fresh-weight loss compared to control

Species name	Province	Number	Herbicides																
			Haloxypop-R-methyl				Clethodim				Sethoxydim				Cycloxydim				
			RR	R	R	S	RR	R	R	S	RR	R	R	S	RR	R	R	S	
<i>Lolium rigidum</i>	Fars	11	11	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5	1	3	0	6	2	3
	Mazandaran	3	1	0	2	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	2	0	0
<i>Phalaris minor</i>	Ardabil	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	Mazandaran	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Avena ludoviciana</i>	Ardabil	3	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0	3
	Fars	23	2	4	0	1	0	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	2	1
	Mazandaran	3	0	0	0	3	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	3
	Ardabil	3	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Total		52	17	7	3	2	0	1	5	5	5	3	3	1	8	5	3	8	

جدول ۱۰- وضعیت کلی مقاومت علف‌های هرز باریک‌برگ به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، بر اساس کاهش وزن خشک نسبت به شاهد

Table 10. . General status of narrow-leaved weeds resistance to ACCase inhibitor herbicides, based on dry-weight loss compared to control

Species name	Province	Herbicides												
		Haloxypop-R-methyl			Clethodim			Sethoxydim			Cycloxydim			
		R	R?	S	RR	R?	S	R	R?	S	R	R?	S	
<i>Lolium rigidum</i>	Fars	11	10	1	0	0	0	11	3	3	5	1	2	8
	Mazandaran	3	1	0	2	0	0	3	3	0	0	1	2	0
<i>Phalaris minor</i>	Ardabil	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	Mazandaran	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5
<i>Avena ludoviciana</i>	Ardabil	3	0	2	1	0	0	3	0	0	1	0	0	3
	Fars	23	3	3	17	0	0	23	0	0	23	0	0	23
	Mazandaran	3	0	0	3	0	0	5	0	0	5	0	0	5
	Ardabil	3	3	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	3
Total		52	17	6	29	0	0	52	6	3	43	0	4	48

## منابع

- Adkins, S., Wills, D., Boersma, M., Walker, S., Robinson, G., Mcleod, R. and Einam, J. 1997. Weeds resistant to chlorsulfuron and atrazine from the north east grain region of Australia. *Weed Res.* 37(5): 343-349.
- Beckie, H.J., Heap, I.M., Smeda, R.J. and Hall, L.M. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technol.* 14(2): 428-445.
- Elahifard, E., Rashed Mohassel, M.H., Zand E. and Nassiri Mahallati, M. 2008. The investigation of the resistance against fenoxaprop-P-ethyl herbicide in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*). *J. Agric. Sci. Natur. Resur.* 14(6): 53-61.
- Gherekhloo, J., Osuna, M.D. and De Prado, R. 2012. Biochemical and molecular basis of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in Iranian *Phalaris minor* populations. *Weed Res.* 52(4): 367-372.
- Heap, I. 2020. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Saturday, December 2, Available at: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org).
- Jamali, M. 2013. Identification of Grass Weeds in Fields, Orchards and Pastures of Fars Province. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran. 170 Pp. (In Persian)
- Keshavarzi, M., Khaksar, M. and Seifali, M. 2007. Systematic study of annual weed *Phalaris minor* Retz (Poaceae) in Iran. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10(8): 1336-1342.
- Kotoula-Syka, E., Afentouli, C. and Georgoulas, I. (2012). Herbicide-resistant weeds in cereal crops in Greece. In *Proceedings of the International Symposium on Current Trends in Plant Protection, Belgrade, Serbia, 25-28th September, 2012.* 6: 157-161
- Llewellyn, R.S. and Powles, S.B. (2001). High levels of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in the wheat belt of Western Australia. *Weed Technol.* 15(2): 242-248.
- Mallory-Smith, C.A. and Retzinger, E.J. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed Tech.* 17(3): 605-619.
- Mirkamali, H. 2000. Weeds of Iranian wheat fields. Publication of agricultural education. 269Pp.
- Montazeri, M., Zand, E. and Baghestani, M.A. 2005. Weed Management in Wheat Fields of Iran. The Iranian Research Institute for Plant Prot Press. (In Persian)
- Moss, S.R., Perryman, S.A. and Tatnell, L.V. 2007. Managing herbicide-resistant blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): theory and practice. *Weed Technol.* 21(2): 300-309.
- Owen, M.D. (2016). Diverse approaches to herbicide-resistant weed management. *Weed Sci.* 64(SI): 570-584.
- Powles, S.B. and Yu, Q. 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual review of plant biology.* 61: 317-347.
- Sasanfar, H.R. Zand, E., Baghestani, M.M., and Mirhadi, M. 2009. Resistance of Winter Wild Oat (*Avena ludoviciana*) Biotypes to Pinoxaden in Fars Province. *Iranian J. Weed Sci.* 5(1): 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(3): 419-428.
- Shimi, P. and Terme, F. 2004. Weeds of Iran. Plant Pests and Diseases Research Institute. 240 Pp. (In Persian)
- Shimi, P., and Terme, F. (2006). Atlas of Important Weeds of Iran. Plant Pests and Diseases Research Institute. 153 Pp. (In Persian)
- Shimi, P., Pourazar, R., Ghezeli, F. and Sasanfar, H. (2014). Efficiency of two commercial forms of clopyralid at different doses in controlling canola weeds. *Iranian J. Weed Sci.* 10(2): 145-153. (In Persian)
- Stanton, R.A., Pratley, J.E., Hudson, D. and Dill, G.M. (2008). A risk calculator for glyphosate resistance in *Lolium rigidum* (Gaud.). *Pest Management Science: formerly Pesticide Sci.* 64(4): 402-408.
- Vencill, W.K., Nichols, R.L., Webster, T.M., Soteris, J.K., Mallory-Smith, C., Burgos, N.R. and McClelland, M. R. (2012). Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. *Weed Sci.* 60(SPI): 2-30.
- Zand, E., Baghestani, M.A., Soufizadeh, S., Pourazar, R., Veysi, M., Bagherani, N., Barjasteh, A., Khayami, M.M. and Nezamabadia, N. 2007. Broadleaved weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with post-emergence herbicides in Iran. *Crop Prot.* 26(5): 746-752.
- Zand, E. and Baghestani, M.A. 2008. A review on five years research on herbicideresistance in Iran. In: *Proceedings of the 2nd Iranian Weed Science Congress*, pp. 98-112. Mashhad, Iran. (In Persian)
- Zand, E., Baghestani, M.A., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., Mousavi, K. and

- Barjasteh, A. 2007. Evaluation of some newly registered herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop Prot.* 26(9): 1349-1358.
- Zand, E., Bena Kashani, F., Ebrahimi, M., Minbashi, M., Dastaran, F., Poorbage, M., Jamali, M., Maknali, A., Younesabadi, M., Deihimfard, R. and Fourzesh, S. 2009. Study on the resistance of problematic grass weed species to clodinafop propargyl in wheat in Iran. *Environmental Sci.* 6(4): 145-160.
- Zand, E., Moosavi, M.R., Deihim Fard, R., Maknali, A., Bagherani, N., Fridonpoor M. and Tabatabaei, R. 2004. A survey for determining weeds resistance to herbicides in some provinces of Iran. *Envir Sci.* 2(5): 43-53. (In Persian)
- Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M., Shimi, P. and Mosavi, S. 2019. A Guide to Chemical Control of Weeds in Iran, Mashhad, University Jihad Publications. 2016 Pp. (In Persian)