Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2021 (111-121)
DOI: 10.22092/ijws.2020.343119.1371

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۱۲۱-۱۱۱)

پایش وضعیت مقاومت توده‌های علف‌هرز خونی‌واش (*Phalaris minor*) به برخی از علف‌کش‌های رایج در مزارع گندم پنج استان ایران

محمدحسین زمانی[۱]، اسحاق کشتکار*[۲]، اسکندر زند[۳] و حمیدرضا ساسان‌فر[٤]

۱ و ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز، و استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۳ و ٤ - استاد و استادیار، بخش تحقیقات علف‌های‌هرز، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۳)

چکیده

مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها در ایران رو به گسترش است؛ بنابراین پایش مقاومت به علف‌کش‌های رایج و ارزیابی مقاومت عرضی به این علف‌کش‌ها در ۳۸ توده خونی‌واش جمع‌آوری شده از مزارع گندم پنج استان کشور (استان‌های گلستان، فارس، خوزستان، اردبیل و تهران) انجام شد. آزمایش غربال‌گری به‌صورت زیست‌سنجی گیاه کامل با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شد. گیاهان در مرحله دو تا سه برگی در معرض دز توصیه‌شده علف‌کش‌ها قرار گرفتند. چهار هفته بعد از سم‌پاشی، درصد وزن‌تر و خشک و زنده‌مانی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که از بین ۳۸ توده، به‌ترتیب ۱۳ (۳۴ درصد)، هشت (۲۱ درصد)، دو (پنج درصد) و یک (حدود دو و نیم درصد) توده در گروه بسیار مقاوم تا مشکوک به مقاومت به علف‌کش‌های مزو سولفورون+یدو سولفورون+مفن‌پایردی‌اتیل (آتلانتیس)، کلودینافوپ–پروپارژیل (تاپیک)، پینوکسادن (آکسیال) و مزوسولفورون+یدوسولفورون+دیفلوفنیکان+مفن‌پایردی‌اتیل (اُتللو) قرار گرفتند. در مجموع، مزوسولفورون+یدوسولفورون+دیفلوفنیکان+مفن‌پایردی‌اتیل و پینوکسادن نسبت به دو علف‌کش دیگر، کارایی بالاتری روی توده‌ها نشان دادند. مقاومت عرضی به دو علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل و پینوکسادن (بازدارنده ACCase) در دو توده (GM1 از استان گلستان، PA1 از استان اردبیل) مشاهده شد. مقاومت به دو علف‌کش مزوسولفورون+یدوسولفورون+مفن‌پایردی‌اتیل و مزوسولفورون+یدوسولفورون+دیفلوفنیکان+مفن‌پایردی‌اتیل در یک توده (AL1) از استان گلستان مشاهده شد. مقاومت توده‌های استان خوزستان به علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase و مقاومت عرضی در بین توده‌های استان‌های گلستان و اردبیل، نشان دهنده گسترش سریع خطر پدیده مقاومت در کشور، به‌ویژه در این استان‌ها است. بر این اساس، توجه بیشتر به امر پیشگیری، در به‌تأخیر انداختن و مدیریت توده‌های علف‌های خونی‌واش مقاوم به علف‌کش‌ها ضروری است.

کلمات کلیدی: بازدارنده ACCase، بازدارنده ALS، علف قناری، مقاومت به علف‌کش.

Monitoring the resistance status of canarygrass (*Phalaris minor*) accessions to some commonly used herbicides in wheat fields of five provinces in Iran

Mohammad Hosein Zamani[1], Eshagh Keshtkar*[1], Eskandar Zand[2] and Hamidreza Sasanfar[2]
1. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran,
(Received: June 4, 2020- Accepted: August 3, 2020)

ABSTRACT

The spread of weed resistance to herbicides is expanding in Iran; therefore, monitoring of resistance to the most commonly used herbicides and evaluation of cross-resistance to the herbicides were carried out on 38 canarygrass accessions collected from wheat fields in five provinces (Golestan, Fars, Khuzestan, Ardabil and Tehran provinces) of Iran. The whole plant screening test was conducted with four replications in the greenhouse of Iranian Research Institute of Plant Protection in 2019. Plants at the two- to -three leaves stage were exposed to the recommended field dose of herbicides. Four weeks after spraying, the percentage of fresh and dry weights and plants survival were measured. Of the 38 accessions, 13 (34%), eight (21%), two (5%) and one (about 2.5%) accessions were classified to being high resistant and suspected resistant to mesosulfuron+iodosulfuron+mefenpyr-diethyl (Atlantis), clodinafop-propargyl (Topik), pinoxaden (Axial), and mesosulfuron+iodosulfuron+difloficane+mefenpyr- diethyl (Othello), respectively. Overall, mesosulfuron+iodosulfuron+diflufenican+mefenpyr- diethyl and pinoxaden showed higher efficiency on the accessions than the other two herbicides. Cross-resistance to clodinafop-propargyl and pinoxaden herbicides was observed in two accessions (GM1 from Golestan, PA1 from Ardabil). One accession (AL1) from Golestan province showed resistance to mesosulfuron+iodosulfuron+mefenpyr-diethyl and mesosulfuron+iodosulfuron+diflufenican+mefenpyr- diethyl. Resistance to ACCase inhibitors in the accessions collected from Khuzestan province and the cross-resistance in the accessions collected from Golestan and Ardabil provinces showed the rapid development of herbicide resistance problem in Iran, especially in the mentioned provinces. Therefore, it is necessary to pay more attention to the prevention, delay and management of canarygrass herbicide-resistant accessions.
Keywords: ACCase inhibitors, ALS inhibitors, littleseed, herbicide resistance.

* Corresponding author E-mail: keshtkar@modares.ac.ir

مقدمه

علف‌هرز خونی‌واش (*Phalaris minor* Retz.)، باریک‌برگ یک‌ساله‌ای است که با داشتن نیازهای مشابه گندم، مشکلی جدی در مزارع گندم زمستانه محسوب می‌شود و بر کمیت و کیفیت محصول تولیدی تأثیر می‌گذارد (Keshavarzi *et al*., 2007). تاکنون از ۲۲ گونه علف‌هرز خونی‌واش شناخته شده در دنیا (Baldini, 1993)، تنها چهار گونه *P. brachystachys* و *P. paradoxa*، *P. arundinaceae*، *P. minor* در ایران شناسایی شده‌اند (Keshavarzi *et al*., 2007) (Gherekhloo *et al*., 2008a). پراکنش این علف‌هرز از برخی استآن‌های کشور با سطح زیر کشت وسیع گندم، گزارش شده است (Keshavarzi *et al*., 2007). تراکم ۵۰۰-۵۰ بوته در مترمربع این علف‌هرز باعث کاهش هشت تا ۵۰ درصدی عملکرد گندم می‌شود (Gherekhloo *et al*., 2012a). طی دهه گذشته، پرکاربردترین علف‌کش‌ها برای کنترل باریک‌برگ‌ها در مزارع گندم کشور، علف‌کش‌های بازدارنده ACCase و ALS بوده‌اند (Zand *et al*., 2020)، اما باید توجه داشت که کاربرد فراوان و متوالی از علف‌کش‌های بازدارنده‌ی ACCase و ALS به‌ترتیب به‌مدت هفت و پنج سال، باعث بروز مقاومت به این علف‌کش‌ها در علف‌های‌هرز می‌شود (Zand *et al*., 2007).

مقاومت علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase برای اولین بار در دنیا، در سال ۱۹۹۱ از کشور هند و آخرین مورد آن در سال ۲۰۱۵ در پاکستان در مزارع گندم گزارش شد (Heap, 2020). همچنین اولین مورد مقاومت علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ALS در دنیا، در سال ۱۹۹۹ از کشور آفریقای جنوبی و آخرین مورد گزارش مقاومت این علف‌هرز به این گروه از علف‌کش‌ها در سال ۲۰۱۳ از هند می‌باشد (Heap, 2020). در ایران، مقاومت علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase برای اولین بار در سال ۲۰۰٤ در مزارع گندم زمستانه گزارش شد (Zand *et al*., 2004). بعد از آن، مقاومت توده‌های علف‌هرز خونی‌واش جمع‌آوری شده از مزارع گندم برخی از استآن‌های کشور، به علف‌کش دیکلوفوپ – متیل (ایلوکسان) تأیید شد (Elahifard *et al*., 2008). با این‌حال، تاکنون هیچ‌گونه مقاومتی از علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ALS در ایران گزارش نشده است (Heap, 2020).

با توجه به مصرف متوالی علف‌کش‌های رایج شامل بازدارنده‌های ACCase و ALS در مزارع گندم استآن‌های خوزستان، گلستان، فارس و اخیراً استان اردبیل و گزارش نارضایتی کشاورزان مبنی بر تأثیرگذاری اندک علف‌کش‌ها در کنترل علف‌هرز خونی‌واش، هدف از این پژوهش، پایش وضعیت بروز مقاومت خونی‌واش به این علف‌کش‌ها در استآن‌های مهم کشور از نظر تولید گندم و بررسی مقاومت عرضی و چندگانه علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase و ALS مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

در بهار و تابستان سال ۱۳۹۷، بذر توده‌های علف‌هرز خونی‌واش مشکوک به مقاومت به علف‌کش‌های رایج توسط کشاورزان از مزارع گندم پنج استان کشور (استآن‌های اردبیل، فارس، تهران، گلستان و خوزستان به‌ترتیب دو، سه، سه، ١٤ و ١٦ توده) جمع‌آوری شدند. نامگذاری توده‌ها با حروف و اعداد (حروف اول و یا دوم هر شهرستان به‌عنوان کد توده و شماره مزرعه به‌صورت عدد) انجام شد. آزمایش زیست‌سنجی با گیاه کامل و با کاربرد دُزهای توصیه‌شده چهار علف‌کش (جدول ۱) روی توده‌های مورد نظر و با چهار تکرار

(گلدان)، در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه بخش تحقیقات علف‌های‌هرز مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور در پاییز سال ۱۳۹۷ انجام شد. ضمناً برای هر توده، شاهد بدون کاربرد علف‌کش (چهار گلدان) در نظر گرفته شد.

به‌منظور رفع خفتگی بذرهای علف‌هرز خونی‌واش، ابتدا بذر همه توده‌ها به‌مدت یک دقیقه با اسیدسولفوریک غلیظ ۹۸ درصد تیمار شدند (Zand *et al*., 2009) و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. بعد از اعمال تیمار رفع خفتگی، بذرها به پتری‌دیش‌های نُه سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی منتقل شدند و پنج میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. پتری‌دیش‌ها به مدت دو روز درون یخچال در دمای ثابت چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و سپس به ژرميناتوری با شرایط نوری ۱۶ ساعت نور و هشت ساعت تاریکی و دمای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (Gherekhloo *et al*., 2012a). پس از جوانه‌زنی (طول ریشه‌چه تقریباً سه میلی‌متر)، ۱۰ عدد بذر جوانه‌دار در هر گلدان نیم لیتری (قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر) کشت شد. خاک مورد استفاده از مخلوط کردن شن، خاک مزرعه و کود دامی پوسیده به همراه پرلیت به نسبت یک:یک:یک تهیه شد و در نهایت 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 مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور جلوگیری از رقابت درون گونه‌ای، عملیات تنک‌کردن بوته‌ها پس از رویش گیاهچه‌ها در مرحله یک برگی صورت گرفت و هشت بوته در هر گلدان برای انجام آزمایش‌ها باقی ماند. گلدان‌ها به گلخانه‌ای با ۱۶ ساعت روشنایی (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و هشت ساعت تاریکی (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد) منتقل شدند.

در مرحله دو تا سه برگی، گیاهچه‌ها با دُزهای توصیه‌شده علف‌کش‌های گفته شده (جدول ۱) توسط سم‌پاش پشتی برقی مجهز به نازل بادبزنی و حجم محلول مصرف ۲۰۰ لیتر در هکتار در فشار دو بار با سم‌پاشی شدند. ۲۸ روز پس از از تیمار، درصد زنده‌بودن گیاه با شمارش تعداد بوته‌های زنده و مرده درون هر گلدان ثبت شد. سپس بوته‌های در هر گلدان از ناحیه طوقه از سطح خاک با قیچی جدا شدند و توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم برای محاسبه کاهش وزن‌تر مورد استفاده قرار گرفتند. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آونی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک توده‌ها توسط ترازوی ذکرشده در بالا در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. درصد گیاه زنده مانده در هر گلدان و درصد کاهش وزن‌تر و خشک، بر اساس روش بکی و همکاران (Beckie *et al*., 2000) محاسبه شد.

جدول ۱- مشخصات علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Characteristics of herbicides used in the experiment

Common Name	Trade Name	Mechanism of action	Formulation	Field rate (g a.i. ha^{-1})	Company Name
Clodinafop-propargyl	Topik	ACCase inhibitor	EC 8%	80	Syngenta
Pinoxaden	Axail	ACCase inhibitor	EC 5%	۶۰	Syngenta
Mesosulfuron-methyl+ iodosulfuron-methyl sodium+ mefenpyr-diethyl	Atlantis	ALS inhibitor	OD 1.2%	۱۸	Bayer
Mesosulfuron-methyl+iodosulfuron-methyl sodium+ diflufenican+ mefenpyr-diethyl	Othello	ALS inhibitor and Carotenoid biosynthesis inhibitors	OD 6%	96	Bayer

تعیین وضعیت مقاومت بر اساس دو روش ارائه‌شده توسط ادکینز و همکاران (Adkins *et al*., 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al*., 2007) صورت گرفت. در روش اول، توده‌هایی به هر علف‌کش "مقاوم" شناخته شدند که درصد وزن خشک آن‌ها نسبت به شاهد، حداقل ۸۰ درصد و درصد گیاه زنده‌مانده آن‌ها نسبت به شاهد سم‌پاشی نشده، بیش از ۵۰ درصد باشد و درصورتی‌که درصد وزن خشک و درصد گیاه زنده‌مانده نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، ۵۰ درصد بود، آن توده "احتمالاً مقاوم" و در صورتی که وزن خشک و درصد گیاهان زنده‌مانده کمتر از ۵۰ درصد از شاهد سم‌پاشی نشده بود، توده‌ها به‌عنوان توده "حساس" در نظر گرفته شدند.

برای تعیین توده مقاوم به روش رتبه‌بندی ماس و همکاران (Moss *et al*., 2007) که به سیستم رتبه بندی R معروف است، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین صفر تا ۳٦ درصد بود، در گروه RRR (مقاومت بالا)، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۳٦ تا ۷۲ درصد بود، در گروه RR (مقاوم)، توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۷۲ تا ۸۱ درصد بود، در گروه R? (مشکوک به مقاومت) و توده‌هایی که درصد کاهش وزن‌تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۸۱ تا ۱۰۰ درصد بود، در گروه S (حساس) قرار گرفت.

نتایج و بحث

وضعیت مقاومت توده‌های علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش غربال‌گری و بر مبنای روش ادکینز، دو توده PA1 و PA2 از استان اردبیل به‌ترتیب با داشتن زنده‌مانی ۷۰/۷۹ و ۵۳/۱۳ درصد و وزن خشک ۸۳/٤۹ و ۸۵/٦۸ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل مقاومت نشان دادند. ضمن این‌که همین توده‌ها بر اساس روش ماس، به‌ترتیب با کاهش وزن‌تر ٦۲/۸٤ و ٤۲/۷۱ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی در گروه RR (مقاوم) قرار گرفتند. توده PA2 به علف‌کش پینوکسادن حساس بود، اما توده PA1 به علف‌کش پینوکسادن مقاومت نشان داد. بر این اساس، توده PA1 به دو علف‌کش بازدارنده ACCase مقاومت عرضی نشان داد (جدول ۲). این اولین گزارش مقاومت علف‌هرز خونی‌واش به این علف‌کش‌ها در استان اردبیل بود. البته مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در برخی توده‌های علف‌هرز خونی واش جمع‌آوری شده از استان‌های گلستان و فارس قبلا گزارش شده است (Gherekhloo *et al*., 2008b, Gherekhloo *et al*., 2012b).

هر سه توده جمع‌آوری شده از استان تهران شامل R2، R3 و P1 به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase مورد آزمایش شامل کلودینافوپ–پروپارژیل و پینوکسادن حساس بودند (جدول ۲). در بین توده‌ها، R3 با درصد زنده‌مانی صفر، درصد وزن خشک ۲٦/۵۱ و درصد کاهش وزن‌تر ۹۰/۸۳ درصد نسبت به شاهد، حساس‌ترین توده به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل بود. توده P1 نیز با زنده‌مانی صفر، وزن خشک ۲٦/۵۷ و کاهش وزن‌تر ۹٦/۱۹ درصد نسبت به شاهد، حساس‌ترین توده به پینوکسادن شناخته شد. در استان تهران نیز مقاومت خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase مورد استفاده در این تحقیق گزارش نشده است.

بررسی مقاومت سه توده RO2، RO1 و KA1 از استان فارس نشان داد که تنها توده خونی‌واش KA1 به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل مقاومت داشت. البته توده RO1 نیز با کاهش ۷۲/۰٤ درصد وزن‌تر نسبت به شاهد و بر اساس سیستم رتبه‌بندی ماس، به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل در گروه مشکوک به مقاومت

(R?) قرار گرفت. بر مبنای هر دو روش ارزیابی، هیچ یک از توده‌های مورد آزمایش به علف‌کش پینوکسادن مقاومت نشان ندادند (جدول ۲). پژوهش انجام شده توسط الهی فرد و همکاران (Elahifard *et al*., 2008) روی پنج توده خونی‌واش جمع‌آوری شده از استان فارس نشان داد که فقط یک توده (FR8) به علف‌کش فنوکساپروپ-پی-اتیل (پوماسوپر از گروه بازدارنده‌های ACCase) مقاوم بود. زند و همکاران (Zand *et al*., 2010) با مطالعه روی ۱۴ توده خونی‌واش که از استان فارس جمع‌آوری شده بود، بروز مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در چهار توده را تأیید کردند. قرخلو و همکاران (Gherekhloo *et al*., 2012b) نیز مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase را در برخی توده‌های علف‌هرز خونی‌واش استان فارس گزارش کردند که می‌تواند به دلیل سابقه طولانی‌تر و مصرف گسترده‌تر این گروه از علف‌کش‌ها در مزارع گندم در استان فارس باشد. در واقع این موضوع، خطری است که می‌تواند سبد علف‌کش‌های موجود برای مبارزه با علف‌هرز خونی‌واش در این استان را کوچک کند.

غربال‌گری توده‌های خونی‌واش استان گلستان نیز نشان داد که از ۱۴ توده مورد آزمایش، توده GM1 به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و پینوکسادن مقاومت عرضی نشان داد. مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در برخی توده‌های علف هرز خونی‌واش جمع‌آوری شده از استان گلستان قبلا گزارش شده است (Gherekhloo *et al*., 2008b). تایید پدیده مقاومت عرضی به علف‌کش‌ها در این استان، زنگ خطری جدی است و احتمال مقاومت به دیگر علف‌کش‌های بازدارنده ACCase را بیشتر می‌کند. همچنین توده‌های TR3، KR5 و GM2، تنها به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مقاومت نشان دادند و بقیه توده‌ها حساس بودند. البته توده‌های TR2، KR4 بر اساس روش ماس، در گروه مشکوک به مقاومت به کلودینافوپ-پروپارژیل قرار گرفتند که این موضوع نشان می‌دهد، این دو توده در ابتدای مرحله بروز مقاومت به کلودینافوپ-پروپارژیل می‌باشند (جدول ۲). توده GM2 با زنده‌مانی ۹۷/۵۰ و وزن خشک ۹۹/۲۹ درصد (بر اساس روش ادکینز) و با کاهش ۳۲/۶۷ درصدی وزن‌تر (بر اساس روش ماس) نسبت به شاهد، مقاوم‌ترین توده به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل شناخته شد. همچنین توده‌های AL1 و AL2، به‌ترتیب حساس‌ترین توده‌ها به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و پینوکسادن بودند. نتایج مطالعه طاطاری و همکاران (Tatatri *et al*., 2016) نشان داد که از ۵۲ توده علف‌هرز خونی‌واش مشکوک به مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل جمع‌آوری شده از استان گلستان شهرستان گنبدکاووس، نه جمعیت به این علف‌کش مقاومت نشان دادند. نتایج آزمایش قرخلو و همکاران (Gherekhloo et al., 2008b) نشان داد که از ۳۴ توده خونی‌واش جمع‌آوری شده از استان‌های گلستان و فارس، هفت توده به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مقاومت داشتند.

همه ۱۶ توده استان خوزستان به علف‌کش‌های‌کلودینافوپ-پروپارژیل و پینوکسادن حساس بودند (جدول ۲) و در بین این توده‌ها، توده‌های،IZ1 و AH3 به‌ترتیب حساس‌ترین توده به علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل و پینوکسادن شناخته شدند (جدول ۲).

مقاومت توده‌های علف‌هرز خونی‌واش به علف‌کش‌های بازدارنده ALS

نتایج نشان داد که هیچ یک از توده‌های خونی‌واش جمع‌آوری شده از استان‌های اردبیل (دو توده)، تهران (سه توده) و فارس (سه توده)، به علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل و

مزوسولفورون+یدوسولفورون+دیفلوفیکان+مفن‌پایر دی اتیل مقاوم نبودند و بر این اساس، بروز مقاومت عرضی و چندگانه در بین این توده‌ها نیز مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول۲- درصد از کنترل (زنده‌مانی، کاهش وزن‌تر و خشک) و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase (کلودینافوپ – پروپارژیل و پینوکسادن) درجمعیت‌های خونی‌واش براساس روش ادکینز همکاران (Adkins *et al*., 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al*., 2007)

Table 2. Percentage of control (survival, fresh weight and dry weight reductions) and herbicide resistance classification of canary grass populations to ACCase inhibitor herbicides (clodinafop - propargyl and pinoxaden) according to the resistance rating systems designed by Adkins *et al*. (1997) **and** Moss *et al*. (2007)

Province	Population	Clodinafop - propargyl (Topik)					Pinoxaden (Axail)				
		% of control			Rating system *		% of control			Rating system *	
		Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adknis	Moss	Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adknis	Moss
Khozestan	HO3	6.2	13.07	93.06	S	S	0.00	23.96	94.47	S	S
	SH2	6.2	15.71	90.41	S	S	0.00	17.92	93.94	S	S
	HO1	6.2	13.78	92.83	S	S	0.00	20.58	95.93	S	S
	BAG1	12.5	11.88	95.46	S	S	0.00	21.58	96.33	S	S
	RM2	0.0	15.63	93.89	S	S	0.00	15.63	93.89	S	S
	RM1	34.3	22.11	94.73	S	S	0.00	23.48	95.85	S	S
	HO2	31.2	13.55	92.09	S	S	0.00	17.07	95.73	S	S
	KA1	31.2	17.38	92.00	S	S	0.00	21.08	95.35	S	S
	RS1	25.0	24.29	90.77	S	S	0.00	22.32	96.39	S	S
	RS2	12.5	23.87	94.14	S	S	0.00	28.14	95.11	S	S
	SH1	18.7	18.00	92.96	S	S	3.13	16.44	95.74	S	S
	AH2	25.0	19.25	95.73	S	S	0.00	44.69	96.01	S	S
	AH1	15.6	24.03	90.86	S	S	3.13	25.71	93.35	S	S
	AH3	18.7	18.39	93.43	S	S	3.13	15.32	97.17	S	S
	IZ1	0.0	14.19	94.97	S	S	0.00	41.86	93.94	S	S
	DA1	12.5	14.74	96.40	S	S	0.00	19.87	95.43	S	S
Golestan	TR3	96.8	89.09	35.20	R	RRR	12.50	59.59	83.34	S	S
	TR5	84.3	81.76	54.41	R	RR	0.00	48.67	92.88	S	S
	TR1	3.1	28.77	88.08	S	S	15.63	24.33	82.00	S	S
	KR3	21.8	24.03	81.68	S	S	9.38	43.23	88.12	S	S
	TR4	20.2	43.95	82.32	S	S	0.00	24.59	89.00	S	S
	TR2	25.0	48.38	72.22	S	R?	9.38	43.75	87.05	S	S
	KR4	15.6	29.37	80.23	S	R?	6.25	45.92	82.53	S	S
	AL2	6.2	23.08	93.76	S	S	0.00	38.14	91.77	S	S
	GM1	71.8	85.56	44.93	R	RR	62.50	100	35.43	R	RRR
	KR6	0.0	30.48	90.31	S	S	0.00	47.95	91.31	S	S
	GM2	87.5	99.29	32.67	R	RRR	6.25	44.37	83.54	S	S
	KR2	3.1	36.51	87.74	S	S	3.13	38.24	91.90	S	S
	KR1	37.5	37.50	81.20	S	S	6.25	49.80	87.96	S	S
	AL1	0.0	23.64	92.30	S	S	3.13	45.87	91.80	S	S
Fars	RO2	37.1	2.51	86.67	S	S	0.00	1.02	85.07	S	S
	RO1	30.6	46.33	72.04	S	R?	0.00	19.48	96.32	S	S
	KA1	71.8	100.00	0.00	R	RRR	0.00	38.86	86.82	S	S
Tehran	R3	0.0	26.51	90.83	S	S	0.00	28.43	94.60	S	S
	R2	3.1	32.41	85.51	S	S	0.00	32.51	93.48	S	S
	P1	3.1	41.59	83.96	S	S	0.00	26.57	96.19	S	S
Ardabile	PA1	70/7	83.49	62.84	R	RR	53.13	66.56	66.46	R?	RR
	PA2	53.1	85.68	42.71	R	RR	0.00	37.07	81.45	S	S

البته توده KA1 از استان فارس بر اساس روش ماس و با کاهش وزن‌تر ۷۸/۸۲ و ۷۲/۸۲ درصدی، به‌ترتیب به علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل در گروه مشکوک به مقاومت (R?) جای گرفت (جدول ۳). پژوهش انجام

شده توسط زند و همکاران (Zand *et al*., 2010) روی توده‌های استان فارس نیز نشان داد که دو علف‌کش کلروسولفورن (مگاتن) و مزوسولفورون + یدوسولفورون (شوالیه)، علف‌هرز خونی‌واش را در حد مطلوب تا خوب کنترل می‌کنند که با نتایج به‌دست آمده در استان‌های فارس، اردبیل و تهران مطابقت دارد. آزمایش انجام شده روی توده‌های خونی‌واش جمع‌آوری شده از پنجاب هند نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، پینوکسادن و مزوسولفورون + یدوسولفورون، به‌ترتیب سبب کنترل توده‌ها به میزان ۲۷، ۳۵ و ۵۵ درصد شد که نشان داد توده‌های خونی‌واش به علف‌کش قدیمی‌تر کلودینافوپ-پروپارژیل نسبت به علف‌کش‌های جدیدتر مانند پینوکسادن و مزوسولفورون + یدوسولفورون بیشتر مقاومت داشتند (Kaur *et al*., 2016).

بررسی مقاومت ۱٤ توده جمع‌آوری شده از استان گلستان و مقایسه نتایج بر مبنای روش ماس و ادکینز نشان داد که یک توده (توده AL1) به علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل مقاوم، چهار توده (TR4، AL2، KR2 و KR6) بر اساس روش ماس در گروه توه‌های مشکوک به مقاومت (R?) و بقیه توده‌ها یعنی نُه توده به علف‌کش‌های فوق حساس بودند. توده AL1 به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل نسبت به مزوسولفورون + یدوسولفورون – دیفلوفنیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل مقاومت بیشتری نشان داد. شایان ذکر است که بر اساس سیستم رتبه‌بندی ماس، برخی از توده‌های مورد آزمایش شامل TR4، AL2 و KR6، نسبت به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل در گروه توده‌های مشکوک به مقاومت (R?) جای گرفتند (جدول ۳). با توجه به توضیحات فوق می‌توان بیان کرد که توده AL1 به دو علف‌کش بازدارنده ALS مورد آزمایش مقاومت عرضی داشت. بر این اساس، احتمال بروز مقاومت این توده به دیگر بازدارندهای ALS وجود دارد و نیازمند بررسی است. لازم به ذکر است که مقاومت چندگانه به علف‌کش‌های بازدارنده فتوسنتز، بازدارنده‌ی ACCase و بازدارنده‌ی ALS در توده‌های خونی‌واش از کشور هند گزارش شده است (Chhokar & Sharma, 2008).

بررسی مقاومت ۱٦ توده خونی‌واش مورد آزمایش در استان خوزستان نشان داد که احتمالاً توده‌های SH2، AH3، KA1 و RS1 براساس روش ادکینز، به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل مقاوم هستند؛ این دو توده بر اساس روش ماس در گروه توده‌های با مقاوم (RR) قرار گرفتند. همچنین توده‌های RS2 و SH1 بر اساس روش ادکینز، حساس بودند، ولی بر اساس روش ماس، به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل مقاوم (RR) می‌باشند. این تناقض می‌تواند به دلیل ماهیت دو روش باشد؛ چراکه سیستم رتبه‌بندی ماس، هر توده را به پنج دسته تقسیم می‌کند، ولی روش ادکینز، به سه دسته تقسیم می‌کند.

از طرفی در روش ادکینز، زنده‌مانی و وزن خشک محاسبه می‌شود، اما در روش ماس، وزن‌تر گیاهان در ارزیابی به‌کار می‌رود. به عبارتی، در روش ادکینز، احتمال تشخیص مقاومت در یک توده به یک علف‌کش در مقایسه با روش ماس کمتر است؛ هرچند روش ماس با سخت‌گیری کمتر، زنگ خطر مقاومت را زودتر به صدا در می‌آورد. بقیه توده‌ها به علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل حساس بودند (جدول ۳).

نتایج آزمایش انجام شده روی نه توده خونی‌واش

جمع‌آوری شده از جنوب آفریقا نیز نشان داد که چهار توده به علف‌کش‌های کلودینافوپ–پروپارژیل و دیکلوفوپ – متیل (بازدارنده ACCaseها) مقاوم بودند، ولی هیچ یک از توده‌ها به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل مقاومتی نشان ندادند (Smit & Cairns, 2000).

جدول۳- درصد کنترل (زنده‌مانی و کاهش وزن‌تر و خشک) و دسته‌بندی مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ALS (مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل (آتلانتیس) و مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل (اُتللو)) درجمعیت‌های خونی‌واش بر اساس روش ادکینز همکاران (Adkins *et al*., 1997) و ماس و همکاران (Moss *et al*., 2007)

Table 3. Percentage of control (survival, fresh and dry weight reductions) and herbicide resistance classification of and canarygrass populations to ALS inhibitor herbicides (mesosulfuron + iodosulfuron+ mefenpyr- diethyl (Atlantis) mesosulfuron + iodosulfuron + diflufenican + mefenpyr- diethyl (Othello)) according to the resistance rating systems designed by Adkins *et al.* (1997) **and** Moss *et al*. (2007)

Province	Population	Mesosulfuron + iodosulfuron+mefenpyr- diethyl (Atlantis)					Mesosulfuron + iodosulfuron + diflufenican + mefenpyr-diethyl (Othello)				
		% of control			Rating system *		% of control			Rating system *	
		Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adknis	Moss	Survival	Dry weight	Fresh weight reduction	Adknis	Moss
Khozestan	HO3	19.6	36.70	81.19	S	S	6.25	11.85	90.75	S	S
	SH2	68.7	57.32	54.66	R?	RR	12.50	16.10	89.35	S	S
	HO1	35.4	29.12	81.24	S	S	12.50	19.27	85.83	S	S
	BAG1	4.1	16.39	91.82	S	S	12.50	16.36	91.15	S	S
	RM2	31.2	32.26	79.54	S	R?	25.00	20.44	89.28	S	S
	RM1	40.6	37.68	81.65	S	S	18.75	17.62	90.24	S	S
	HO2	31.2	27.69	83.30	S	S	18.75	22.31	85.10	S	S
	KA1	54.1	50.36	71.98	R?	RR	18.75	15.15	91.73	S	S
	RS1	73.9	59.17	54.31	R?	RR	18.75	15.56	90.46	S	S
	RS2	37.5	40.92	68.70	S	RR	18.75	18.09	89.36	S	S
	SH1	43.3	39.78	66.45	S	RR	15.63	16.03	87.06	S	S
	AH2	4.1	19.90	93.56	S	S	5.00	26.74	91.43	S	S
	AH1	17.5	42.24	81.33	S	S	15.63	35.88	84.52	S	S
	AH3	53.1	50.39	68.30	R?	RR	46.88	16.48	92.43	S	S
	IZ1	6.2	27.95	87.44	S	S	6.25	14.85	92.33	S	S
	DA1	12.5	22.11	88.11	S	S	15.63	12.36	93.83	S	S
Golestan	TR3	21.8	46.61	81.11	S	S	0.00	17.27	92.10	S	S
	TR5	15.6	43.20	81.18	S	S	3.13	28.67	85.51	S	S
	TR1	12.5	38.94	81.76	S	S	3.13	19.76	89.73	S	S
	KR3	3.1	30.12	89.65	S	S	3.13	25.36	89.84	S	S
	TR4	15.6	47.86	74.98	S	R?	3.13	44.64	84.79	S	S
	TR2	0.0	43.92	81.07	S	S	0.00	16.57	89.59	S	S
	KR4	6.2	30.36	81.08	S	S	9.38	15.82	85.20	S	S
	AL2	15.6	48.89	72.65	S	R?	0.00	18.46	91.96	S	S
	GM1	18.7	48.22	81.17	S	S	0.00	20.99	91.15	S	S
	KR6	12.5	47.65	73.39	S	R?	0.00	26.33	89.39	S	S
	GM2	15.6	41.27	81.03	S	S	0.00	20.17	89.73	S	S
	KR2	15.6	38.59	80.35	S	R?	3.13	24.28	88.79	S	S
	KR1	12.5	33.36	82.79	S	S	0.00	29.79	92.34	S	S
	AL1	93.7	100	14.11	R	RRR	87.50	81.15	36.94	R	RRR
Fars	RO2	0.0	0.59	94.25	S	S	0.00	1.52	86.06	S	S
	RO1	0.0	21.74	92.64	S	S	0.00	37.13	86.03	S	S
	KA1	9.3	38.13	78.72	S	R?	12.50	64.84	72.82	S	R?
Tehran	R3	0.0	19.94	93.11	S	S	0.00	36.18	84.72	S	S
	R2	0.0	23.62	93.20	S	S	0.00	36.45	84.49	S	S
	P1	0.0	26.57	94.55	S	S	0.00	27.31	87.94	S	S
Ardabile	PA1	0.0	31.72	82.02	S	S	0.00	36.92	87.20	S	S
	PA2	0.0	35.89	81.25	S	S	0.00	32.47	81.17	S	S

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از توده‌های جمع‌آوری شده از استان‌های اردبیل، فارس و گلستان، به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل مقاوم بودند، اما همه توده‌های استان‌های خوزستان و تهران حساس بودند. بر این اساس، بر خلاف استان‌های تهران و خوزستان، وضعیت مقاومت توده‌های خونی‌واش به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل در استان اردبیل (هر دو توده)، بسیار حاد و نگران‌کننده بود. همچنین توده‌های استان‌های تهران و خوزستان، هیچ مقاومتی به علف‌کش پینوکسادن نشان ندادند، ولی یکی از دو توده جمع‌آوری شده از استان اردبیل و یکی از ١٤ توده جمع‌آوری شده از استان گلستان، به علف‌کش پینوکسادن مقاوم بودند و به‌ترتیب، بیشترین و کمترین مقاومت را به این علف‌کش نشان دادند.

بررسی وضعیت بروز مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ALS نشان داد که یک توده از ١٤ توده (هفت درصد) جمع‌آوری شده از استان گلستان، به هر دو علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل مقاوم بود. حداقل ۲۵ درصد از توده‌های استان خوزستان بر اساس روش ماس و ادکینز، مقاوم و یا مشکوک به مقاومت به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل بودند. در بقیه استان‌ها، هیچ‌گونه مقاومتی به علف‌کش‌های بازدارنده ALS مشاهده نشد.

از بین ۳۸ توده موردمطالعه، مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase، تنها در دو توده (GM1 از استان گلستان، PA1 از استان اردبیل) مشاهده شد. به‌طورکلی، علف‌کش پینوکسادن نسبت به علف‌کش کلودینافوپ–پروپارژیل، تعداد بیشتری از توده‌ها را کنترل کرد و تنها دو توده مذکور به پینوکسادن مقاومت نشان دادند؛ بنابراین علف‌کش پینوکسادن هنوز می‌تواند با احتیاط و رعایت توالی مصرف با دیگر علف‌کش‌ها در مزارع مورد مطالعه به‌کار رود. همچنین مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ALS، تنها در یک توده (AL1 از استان گلستان) مشاهده شد. به‌طورکلی، علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل نسبت به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون+ مفن‌پایردی‌اتیل، تعداد بیشتری از توده‌ها را کنترل کرد و تنها یک توده از ۳۸ توده به مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل مقاومت نشان داد. بر این اساس، علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل، مشابه علف‌کش پینوکسادن، هنوز به عنوان یک گزینه شیمیایی امیدبخش می‌تواند با احتیاط و رعایت توالی در مزارع مورد مطالعه به‌کار رود. مشاهده پدیده مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ALS وACCase در بین توده‌های جمع‌آوری شده از استان‌های استان‌های گلستان و اردبیل، نشان‌دهنده خطر گسترش این پدیده در این استان‌هابود. گرچه خوشبختانه مقاومت چندگانه در بین توده‌های مورد مطالعه مشاهده نشد، اما بروز پدیده مقاومت و به‌ویژه پدیده مقاومت عرضی، باید زنگ خطری برای حفظ این علف‌کش‌ها در سبد کنترل شیمیایی این علف‌هرز تلقی شود.

از نظر کارایی (تعداد توده‌های کنترل‌شده از بین ۳۸ توده موردمطالعه)، به‌ترتیب علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + دیفلوفنیکان + مفن‌پایردی‌اتیل (۳۷ توده)، پینوکسادن (٣٦ توده)، کلودینافوپ–پروپارژیل (۲۸ توده) و مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایردی‌اتیل (۲۵ توده)، بیشترین کارایی را روی توده‌های علف‌هرز خونی‌واش نشان دادند. بر این اساس و به‌منظور جلوگیری از گسترش بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها، توجه بیشتر مسئولین، آگاهی بیشتر کشاورزان و پایش مداوم مزارع امری ضروری و

اجتناب‌ناپذیر است. به‌طورکلی، برای کنترل بهتر علف‌هرز خونی‌واش و جلوگیری و تأخیر در بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها، توصیه می‌شود که علف‌کش‌ها به‌صورت متناوب و در صورت امکان، به‌صورت مخلوط به‌کار روند؛ ضمن این‌که رعایت تناوب زراعی همراه با سایر روش‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در این راستا ضروری است.

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: 343-349.

Baldini, R.M. 1993. The genus *Phalaris* L.(Gramineae) in Italy. Webbia. 47: 1-53.

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

Chhokar, R.S. and Sharma, R.K. 2008. Multiple herbicide resistance in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*): a threat to wheat production in India. Weed Biol. Manag. 8(2): 112-123.

Elahifard, E., RashedMohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M. and Zand, E. 2008. The investigation of the resistance against diclofop–methyl herbicide in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*). Pajouhesh-Va-Sazandegi. 21: 9-18.

Gherekhloo, J., Rashed Mohassel, M.H., Nasiri Mahalati, M., Zand, E., Ghanbari, A. and De Prado, R. 2008a. Greenhouse assay to investigate resistance of littleseed canary grass (*Phalaris minor*) to aryloxyphenoxy propionate herbicides. Iranian J. Field Crop Res. 6: 353-361.

Gherekhloo, J., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri-Mahallati, M., Zand, E., Ghanbari, A., Osuna, M.D. and De Prado, R. 2008b. Seed bioassay and ACCase Enzyme assay to study the resistance of *Phalaris minor* to aryloxyphenoxy-propionate (APP) inhibitors. Environ. Sci. 6: 43-52.

Gherekhloo, J., Osuna, M. and De Prado, R. 2012a. Biochemical and molecular basis of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in Iranian *Phalaris minor* populations. Weed res. 52: 367-372.

Gherekhloo, J. and Derakhshan, D. 2012b. Investigating cross-resistance of resistant-*Phalaris minor* to ACCase herbicides. Weed Res. 4: 15-25.

Heap, I. 2020. The international survey of herbicide resistant weeds. Online. Internet. 2020; 5:20. Available: www.weedscience.org.

Kaur, N., Kaur, T., Kaur, S. and Bhullar, M. 2016. Development of cross resistance in isoproturon resistant *Phalaris minor* Retz. in Punjab. Agri. Res. J. 53: 69-72.

Keshavarzi, M., Khaksar, M. and Seifali, M. 2007. Systematic study of annual weed *Phalaris minor* Retz (Poaceae) in Iran. Pak. J. Biol. Sci. 10: 1336-1342.

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

Smit, J.J. and Cairns, A.L.P. 2000. Resistance of little seeded canary grass (*Phalaris minor* Retz.) to ACC-ase inhibitors. S. Afr. J. Plant Soil. 17: 124-127.

Tatatri, S., Gherekhloo, J., Siyahmarguee, A. and Kazemi, H. 2016. Mapping the distribution of Canarygrass (*Phalaris minor*) resistant biotypes to clodinafop-propargyl in wheat fields of Gonbad-e kavus. 6th Iran Weed Sci. Conf. 131-134.

Zand, E., Moosavi, M.R., Deihimfard, R., Maknali, A., Bagherani, N., Freidounpoor, M. and Tabatabaei Nimavard, R. 2004. A survey for determining weeds resistance to herbicids in some pirvinces of iran. Environ. Sci. 5: 43-52.

Zand, E., Bena Kashani, F., Eebrahimi, M., Minbashi, M., Dastaran, F., Poorbage, M., Jamali, M., Maknali, A., Younesabadi, M., Deihimfard, R. and Fourozesh, S. 2009. Study on the resistance of problematic grass weed species to clodinafop propargyl in wheat in Iran. Environ. Sci. 6: 145-160.

Zand, E., Baghestani, M.A., Pourbeig, M., Sufizadeh, S., Banakashani, F., Dastaran, F., Khayyami, M.M., Labbafi, H. and Hosseinabadi, M.R. 2010. Study on the efficacy of some current herbicides for control of resistant and susceptible canarygrass (*Phalaris* spp.) biotypes to Acetyl CoA Carboxylase (ACCase) inhibitors. Iran.J. Field Crop Res. 8: 594-605.

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: 1349-1358.

Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M., Shimi, P. and Mosavi, S. 2020. A guide to chemical control of weeds in Iran. Mashhad: University Jihad Publications. 216 Pp.