نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۲۹۵-۲۸۴

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 284-295

پی‌جویی مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌های بازدارنده‌ی استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (ACCase)، استولاکتات سینتاز (ALS) و اکسین‌های مصنوعی در مزارع گندم شهرستان شوشتر

الهام الهی فرد[1*] - ابوالفضل درخشان[2] - حشمت اله زرین جوب[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

چکیده

برآوردهای انجام شده در مزارع گندم ایران حاکی از آن است که علف‌های هرز کشیده برگی مانند یولاف وحشی و برخی پهن‌برگ‌ها مانند خردل وحشی نسبت به علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استیل کو آنزیم آ کربوکسیلاز (ACCase) و استولاکتات سینتاز (ALS) مقاوم شده اند. بنابراین وضعیت مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase و ALS در مزارع گندم شهرستان شوشتر در سال ۱۳۹۳ بررسی شد. بدین منظور بذور خردل وحشی، فالاریس و یولاف وحشی از مزارع جمع آوری و نقاط توسط دستگاه GPS ثبت شد. آزمایش‌های غربالگری به دو شیوه بررسی دانهال‌ها در پتری دیش و گیاهچه‌ها در گلدان با غلظت‌های تفکیک کننده و توصیه شده ۵ علف‌کش کلودینافپ-پروپارجیل (ED_{80}=۰/۰۸ و ED_{90}=۱/۲۵)، تری‌بنورون- متیل (۱۵ گرم ماده موثر در هکتار)، سولفوسولفورون (۱۹/۹۵ گرم ماده موثر در هکتار)، مزوسولفورون- متیل+ آیودوسولفورون- متیل- سدیم+ مفن‌پیر دای اتیل (۱۸ گرم ماده موثر در هکتار) و توفوردی+ ام سی پی آ (۲۰۰ گرم ماده موثر در هکتار) انجام شد. نتایج نشان داد که توده‌های خردل وحشی به میزان ۶۸ درصد نسبت به آیودوسولفورون- متیل- سدیم + مزوسولفورون- متیل + مفن‌پیر دای‌اتیل، ۸۶ درصد تری بنورون-متیل و سولفوسولفورون و صفر درصد توفوردی مقاوم بودند. توده‌های یولاف وحشی و فالاریس به‌میزان ۸۷ درصد و ۶۸ درصد نسبت به علفکش کلودینافپ-پروپارجیل مقاوم بودند.

واژه‌های کلیدی: سیستم موقعیت‌یاب جهانی، غربالگری، غلظت تفکیک‌کننده و توصیه‌شده

مقدمه

با وجود آنکه علف‌کش‌ها ابزار بسیار موثری در مدیریت علف‌های هرز به شمار می‌روند، اما تکیه بیش از حد به یک علف‌کش به احتمال زیاد منجر به بروز مقاومت در جمعیت علف‌های هرز خواهد شد (۲۷). بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها در سال‌های اخیر به دلیل مصرف مکرر و مداوم آن‌ها موجب عدم کنترل مناسب علف‌های هرز در بسیاری از نقاط دنیا شده است (۱۳). بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که حدود ۴۷۸ بیوتیپ علف‌هرز از ۲۵۲ گونه مختلف (۱۴۷ گونه دو لپه‌ای و ۱۰۵ گونه تک لپه‌ای) در ۹۱ محصول در ۶۷ کشور نسبت به علف‌کش‌های مختلف مقاوم شده‌اند (۱۳).

کاربرد مداوم علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase منجر به بروز مقاومت در ۴۷ بیوتیپ علف‌هرز باریک‌برگ در ۴۰ کشور شده است (۱۳). در ایران نیز مقاومت به علف‌کش در علف‌های هرز بروز کرده و تاکنون این پدیده در توده‌هایی از چند گونه علف‌هرز توسط برخی محققین گزارش شده است. از جمله مقاومت عرضی علف‌هرز فالاریس (*Phalaris minor* Retz.) به علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase (۶، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲)، مقاومت یولاف زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu) به علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل (۳، ۱۹، ۲۰، ۲۵ و ۲۶)، مقاومت علف‌هرز چچم یکساله (*Lolium rigidum* L.) به علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل (۲۶) و مقاومت علف‌هرز شلمی (*Rapistrum rugosum* (L.)) به علف‌کش تری بنورن متیل (۴ و ۵) را گزارش و تایید کرده‌اند.

به نظر می‌رسد که برای بروز مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده‌های ACCase، ۵ تا ۷ سال گزینش توسط این علف‌کش‌ها کافی باشد (۲۲). البته درصورتی‌که علف‌کش بیش از یک بار در سال مصرف شود، ممکن است این دوره کوتاه‌تر شود. سازوکارهایی که علف‌های هرز از آن طریق نسبت به این علف‌کش‌ها مقاومت نشان می‌دهند، شامل تغییر در جذب و انتقال علف‌کش، متابولیسم و سمیت‌زدایی آن و تغییر محل هدف (ACCase) می‌باشد (۱۲). در

۱- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
(*- نویسنده مسئول: Email: e.elahifard@ramin.ac.ir)
۲ و ۳- دانشجویان مقطع دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
DOI: 10.22067/jpp.v0i0.56555

ایران طیف باریک‌برگ‌کش‌های گندم و جو از تنوع خوبی برخوردار نیست، زیرا برخی از علف‌کش‌های ثبت شده برای گندم و جو در ایران موجود نمی‌باشند، برخی از کارایی بالایی برخوردار نبوده و علف‌کش‌های باقی‌مانده همگی از گروه بازدارنده‌های ACCase می‌باشند. البته ازآنجا که می‌توان از علف‌کش‌های دو منظوره برای کنترل علف‌های هرز گندم استفاده نمود، بنابراین در حال حاضر برای کنترل باریک‌برگ‌ها در گندم چندین علف‌کش از گروه‌های مختلف در دسترس است که در صورت اعمال یک مدیریت خوب، می‌توان از بروز پدیده مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و یا مدیریت علف‌های هرز مقاوم استفاده نمود (۲۴).

یکی از مهم‌ترین پدیده‌ها در مقاومت به علف‌کش، ظهور علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌های بازدارنده ALS می‌باشد. ظهور علف‌های هرز مقاوم به بازدارنده ALS از این نظر حائز اهمیت است که این بازدارنده‌ها به عنوان یک ابزار جدید و بسیار مهم برای کنترل علف‌های هرز برخی از محصولات مطرح شده‌اند. اولین علف‌کش بازدارنده ALS، علف‌کش کلروسولفورون بود که در سال ۱۹۸۲ برای استفاده در غلات معرفی شد (۲۳). از آن زمان تاکنون علف‌کش بازدارنده ALS برای مصرف در چندین گیاه زراعی به ثبت رسیده‌اند. پایین بودن میزان مصرف علف‌کش، خصوصیات زیست‌محیطی مناسب، سمیت پایین برای پستانداران، خاصیت انتخابی وسیع در گیاهان زراعی و کارایی بالای آن‌ها منجر به محبوبیت گسترده علفکش‌های بازدارنده ALS شده است (۱). علفکش‌های بازدارنده ALS جز علفکش‌های پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند، به‌طوری‌که نخستین موارد از مقاومت نسبت به این علفکش‌ها در سال ۱۹۸۷ یعنی تنها ۵ سال بعد از معرفی علفکش کلرسولفورون در علف‌های هرز کاهوی وحشی (*Lactuca serriola*) (۱۶) و علف جارو (*Kochia scoparia*) (۱۸) شناسایی شد. مصرف مداوم علفکش‌های بازدارنده ALS منجر به تکامل مقاومت در چندین گونه از علف‌های هرز شامل یولاف وحشی، خردل وحشی و شلمی در مزارع گندم دو استان خوزستان و گلستان شده است (۸). همچنین، در حال حاضر ۱۴۳ بیوتیپ از گونه‌های هرز (۸۲ گونه دولپه و ۴۹ گونه تک‌لپه) در سرتاسر دنیا نسبت به این علفکش‌ها مقاوم شده‌اند (۱۳). مقاوت مبتنی بر محل هدف (ALS)، جذب و انتقال و متابولیسم از سازوکارهایی می‌باشند که علف‌های هرز از طریق آن نسبت به این علف‌کش‌ها مقاومت نشان می‌دهند (۱۶).

علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (گروه ۴) از جمله علف‌کش‌هایی می‌باشد که به‌طور گسترده به‌منظور کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع گندم کشور مورد استفاده می‌باشد و تا کنون هیچ‌گونه مورد مقاومتی به آن گزارش نشده است (۸).

بررسی بروز مقاومت به علف‌کش‌ها، شناسایی مزارع آلوده به علف‌های هرز مقاوم و حساس و همچنین تهیه نقشه پراکنش آن‌ها اطلاعات مفیدی در خصوص مدیریت موثر علف‌های هرز و به خصوص مدیریت مقاومت در اختیار قرار خواهد داد. با استفاده از دستگاه GPS[1] و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[2] می‌توان به تهیه‌ی نقشه پراکنش علف‌های هرز پرداخت (۴). نقشه‌های بدست آمده می‌توانند در مدیریت متناسب با مکان علف‌های هرز و کاربرد فعالیت‌های دقیق در مکان مورد نیاز، مفید واقع شوند. به عبارت دیگر، در صورت وجود نقشه و اطلاعات مربوط به پراکنش علف‌های هرز در مزارع و کاربرد متناسب با مکان علف‌کش‌ها می‌توان مصرف علف‌کش‌ها را بهینه نموده و در صورت بروز پدیده مقاومت از علف‌کش‌های جایگزین و سایر راهبردها برای مدیریت مقاومت استفاده کرد. همچنین از آنجا که سیستم تک کشتی گندم در اغلب مزارع استان خوزستان در حال انجام می باشد و به دلیل مصرف علف کش های بازدارنده ACCase و ALS پدیده مقاومت به سرعت در حال گسترش می باشد؛ لذا چنانچه در خصوص پایش مقاومت به علف کش ها در مزارع گندم تدابیری اندیشیده نشود، تولید گندم در استان خوزستان با چالش جدی مواجه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی آزمایش شامل توده‌های مشکوک به مقاومت علف‌های هرز رایج در مزارع گندم (یولاف وحشی، فالاریس و خردل وحشی) بود. توده‌های مشکوک به مقاومت از سطح مزارع گندم شهرستان شوشتر با سابقه بیش از ۲۰ سال کشت گندم و حدود ۱۵ سال مصرف مداوم علف‌کش جمع‌آوری شدند. توده‌های حساس هر یک از علف‌های هرز نیز از بخش‌هایی که سابقه سم‌پاشی نداشتند، جمع‌آوری شد.

سموم شیمیایی

به منظور پی‌جویی مقاومت به علف‌کش در توده‌های علف‌های هرز باریک‌برگ (فالاریس و یولاف وحشی) از علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل (جدول ۱) که از علف‌کش‌های رایج در مزارع گندم است، استفاده شد. همچنین از علف‌کش‌های تری بنورون متیل، سولفوسولفورون و آیدوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل + مفن‌پیر دای‌اتیل، که بازدارنده استولاکتات سینتاز می‌باشند، و علف‌کش توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ، اکسین مصنوعی، برای بررسی بروز مقاومت در علف هرز خردل‌وحشی استفاده شد (جدول ۱).

1- Global Positioning System
2- Geographic Information System

آماده‌سازی و جوانه‌دار کردن بذور

جهت اجرای آزمایش‌های مقاومت از جمله زیست‌سنجی بذر، لازم است تا با حذف کمون بذر، جوانه‌زنی و سبز شدن یکنواختی از بذرها حاصل شود. از تکنیک‌های مختلفی مانند پوست‌کنی (یولاف وحشی) (۲۵)، غوطه ور کردن در اسید جیبرلیک (خردل وحشی) (۱۵) و اسید شویی با اسید سولفوریک (فالاریس) (۲۶) برای رفع کمون بذر توده‌های علف‌های هرز مشکوک به مقاومت استفاده شد.

آزمون‌های تشخیص بروز مقاومت

آزمایش‌های زیست سنجی در پتری‌دیش

برای مطالعه مقاومت توده‌های علف‌های هرز باریک‌برگ نسبت به علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل از روش زیست‌سنجی در پتری‌دیش استفاده شد. این روش به‌ویژه برای ارزیابی مقاومت در تعداد زیادی از توده‌های مشکوک، مناسب است. زیست‌سنجی بذر در پتری‌دیش شامل دو مرحله تعیین غلظت تفکیک‌کننده توسط توده حساس و غربال توده‌های مشکوک به مقاومت توسط غلظت تفکیک‌کننده بود. پس از پیش جوانه دار کردن بذور توده‌های حساس یولاف وحشی و فالاریس، بذور جوانه دار شده با غلظت‌های صفر، ۰/۰۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۸، ۰/۳۲، ۱/۲۸، ۵/۱۲ و ۲۰/۴۸ میلی‌گرم ماده موثر بر لیتر کلودینافپ پروپارجیل تیمار شدند. پس از تعیین غلظت تفکیک‌کننده، آن غلظت بر روی توده‌های مشکوک به مقاومت به‌منظور غربالگری اعمال شد.

آزمایش‌های زیست سنجی در گلدان

از آزمون زیست‌سنجی در گلدان برای مطالعه بروز مقاومت در توده‌های خردل وحشی جمع‌آوری شده استفاده شد. در این آزمایش، واکنش توده‌های مشکوک به مقاومت خردل وحشی در مقابل غلظت‌های توصیه شده علف‌کش‌های سولفوسولفورون، آیدوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل + مفن‌پیر دای‌اتیل و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- مشخصات عمومی علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش (۷ و ۲۴)

Table 1- General characteristics of applied herbicides in the experiments (7 and 24)

گروه[1]	محل عمل	خانواده شیمیایی	نام عمومی	نام تجاری و فرمولاسیون	سال ثبت	دز توصیه شده در هکتار
Group[1]	Site of action	Chemichal family	Common name	Trade name and formulation	Registration Year	Recommended dose per hectare
1 (A)	Acetyl CoA carboxylase (ACCase) Inhibitors	Hydroxyphenoxy isopropionamide	Clodinafop-propargyl	Topik, (EC 8%)	1994	0.8 L
2 (B)	Acetolactate synthase (ALS) or Acetohydroxy acid synthase (AHAS) inhibitors	Sulfonylureas	Tribenuron-methyl	Granestar (DF 75%)	1990	20 g
			Sulfosufuron	Apyros (WG 75%)	2003	26.6 g
			Iodosulfuron-methyl-sodium+mesosulfuron-methyl+mefenpyr-diethyl	Atlantis (OD 1.2%)	2008	1.5 L
4 (O)	Synthetic auxins	Cholorophenoxy -acetic acid	2, 4-D+MCPA	U46 combi Fluid (SL 67.5%)	1968	1.5 L

[1] حروف در پرانتز، طبقه‌بندی بر اساس کمیته کاری مقاومت به علفکش (HRAC) می‌باشد.

[1] Letter in () based on HRAC group

ابتدا بذور، پیش جوانه‌دار شده و سپس ۱۰ عدد بذر جوانه‌دار در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌مترکشت شده و گلدان ها در فضای آزاد نگهداری خواهند شد. تیمار غلظت های مختلف علف‌کش درمرحله ۳-۴ برگی علف‌هرز با استفاده از سمپاش پشتی موتوری مجهز به نازل بادبزنی یکنواخت (۸۰۰۲) با فشار ۲ بار که بمنظور پاشش ۳۳۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود

انجام شد. سپس ۴ هفته پس از پاشش نمره دهی بر اساس شاخص EWRS انجام شده، بوته‌های زنده مانده شمارش و از سطح گلدان قطع شده، وزن تر آن ها توزین شده، سپس به آونی با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت منتقل شده و وزن خشک آن‌ها نیز توزین خواهد شد.

تجزیه آماری

پس از اعمال غلظت تفکیک کننده به منظور انجام آزمایش غربالگری اولیه بر روی تمامی توده‌ها، از آنجا که وزن‌تر می‌تواند به عنوان یک شاخص مناسب برای غربال اولیه بیوتایپ‌های مشکوک به مقاومت مورد استفاده قرار گیرد (۱۷) بنابراین بیوتایپ‌ها بر این اساس مورد قضاوت قرار خواهند گرفت. بر این اساس بیوتایپ‌هایی که درصد کاهش وزن تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۳۶-۰، ۷۲-۳۶، ۸۱-۷۲ و ۱۰۰-۸۱ درصد باشد به ترتیب در گروه‌های RRR (قطعا مقاوم)، RR (احتمالا مقاوم)، R? (مشکوک به مقاومت) و S (حساس) قرار خواهند گرفت (۱۷).

برای تجزیه آماری منحنی واکنش به غلظت علف‌کش از آنالیز رگرسیون و مدل ارائه شده توسط ریتز و استریبیگ (۲۱) استفاده شد (معادله ۱).

(۱)

$$f(x,(b,d,e)) = c + [(d-c)/[1+\exp[b\log(x) - \log(e)]]]$$

که پارامترهای ارائه شده در این مدل عبارتست از: b، شیب منحنی در نقطه e؛ d، حد بالای منحنی پاسخ؛ c، حد پایین منحنی پاسخ و e، غلظت بیان‌کننده ED_{50}.

در مواردی که c=۰، این پارامتر از مدل (۱) حذف و در حالت جدید، تابع سه پارامتره (معادله ۲) به داده‌های مربوطه برازش داده خواهد شد تا برآورد دقیق‌تری از سایر پارامترها به‌دست آید (۲۱).

$$f(x,(b,d,e)) = d/[1+\exp[b\log(x) - \log(e)]] \quad (۲)$$

معادله فوق با استفاده از محیط نرم‌افزاری R و بسته نرم‌افزاری drc که به همین منظور طراحی شده است (۲۱)، به‌طور جداگانه به داده‌های حاصل از طول ساقه‌چه حساس برازش داده شد.

تهیه نقشه پراکنش علف‌های هرز مقاوم

جهت تهیه نقشه پراکنش، با استفاده از دستگاه GPS مختصات جغرافیایی مزارع آلوده به علف‌های هرز مشکوک به مقاومت در طول مسیر ثبت خواهد شد. سپس، اطلاعات ثبت شده در یک فایل اکسل ذخیره می‌شود. نقشه نهایی با فراخوانی نقشه اولیه شهرستان شوشتر و مختصات ذخیره شده در فایل اکسل برای هر مزرعه در نرم‌افزار 9.3 GIS ترسیم خواهد شد.

نتایج و بحث

پاسخ توده‌های خردل وحشی به علف‌کش‌های بازدارنده ALS و اکسین مصنوعی

بررسی واکنش توده‌های خردل وحشی به اعمال علف کش سولفوسولفورون بر اساس سیستم "R" ratings (۱۷) نشان داد که تعداد ۱۱ توده با کاهش وزن تر نسبت به شاهد بین ۳۶-۰ درصد نسبت به علف‌کش مذکور دارای مقاومت قطعی بودند (جدول ۱). تعداد ۸ توده که کاهش وزن تر آن‌ها نسبت به شاهد بین ۷۲-۳۶ درصد بود در گروه RR (احتمالا مقاوم)، ۲ توده با ۸۱-۷۲ درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد در گروه R? (مشکوک به مقاومت) و یک توده نیز با کاهش وزن تری حدود ۸۵ درصد نسبت به علف‌کش مذکور حساس (S) بود (جدول ۲).

در مورد علف‌کش آیدوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل + مفن‌پیر دای‌اتیل نتایج نشان داد که ۳ توده در گروه RRR (قطعا مقاوم)، ۱۲ توده در گروه RR، ۳ توده در گروه R? و ۴ توده در گروه S قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین نتایج جدول ۲ در مورد علف‌کش تری بنورون-متیل نشان داد که تعداد ۷ توده در گروه RRR، ۱۲ توده در گروه RR، ۳ توده در گروه R? و سایر توده‌ها در گروه S قرار گرفتند. با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان اظهار داشت کلیه توده‌ها نسبت به علف‌کش توفوردی+ امسی‌پی‌آ حساس بودند.

سایر صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد کاهش وزن خشک، تعداد گیاهان زنده مانده و ارزیابی خسارت چشمی (EWRS) در جدول ۲ نشان داده شده است. ضمنا" در مورد علف‌کش‌هایی مانند آیودوسولفورون- متیل- سدیم+ مزوسولفورون-متیل+ مفن‌پیر دای‌اتیل و سولفوسولفورون علائم منفی در کنار مقادیر صفات اندازه‌گیری شده‌ای مانند درصد کاهش وزن تر و خشک نشان‌دهنده افزایش وزن تر و خشک توده‌های مقاوم نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۲).

به‌طورکلی با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که از میان علف‌کش‌های مورد آزمایش به‌لحاظ کارایی در کنترل خردل وحشی ابتدا توفوردی+ امسی‌پی‌آ و سپس آیودوسولفورون- متیل- سدیم+ مزوسولفورون-متیل+ مفن‌پیر دای‌اتیل موثرترین علف‌کش‌ها بودند. از آنجا که آیودوسولفورون- متیل- سدیم+ مزوسولفورون-متیل+ مفن‌پیر دای‌اتیل علف‌کشی دیر اثر می‌باشد؛ بنابراین بمنظور حصول نتیجه مطلوب بایستی ۶-۴ هفته پس از اعمال آن ارزیابی مزرعه‌ای انجام شود.

جدول ۲- غربال گری توده‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) با علف‌کش‌های سولفوسولفورون، آیدوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل + مفن‌پیر دای‌اتیل، تری بنورون-متیل و توفوردی + ام سی پی آ

Table 2- Screening wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) populations for sulfosulfuron, iodosulfuron-methyl sodium+mesosulfuron -methyl, tribenuron-methyl and 2,4-D+MCPA

علفکش Herbicide	توده Population	کاهش تعداد گیاه (درصد از شاهد) Reduction plant number (% of control)	کاهش وزن تر (درصد از شاهد) Fresh weight reduction (% of control)	کاهش وزن خشک (درصد از شاهد) Dry weight reduction (% of control)	شاخص EWRS EWRS	نمره‌دهی بر اساس "R" "R" ratings
Sulfosulfuron سولفوسولفورون	78	76	83.95	88.87	85	S
	79	40	5.85	36.73	43	RRR
	80	76	73.73	56.46	78	R?
	82	64	46.06	55.09	72	RR
	83	12	-12.01	17.09	12	RRR
	90	56	53.06	52.53	58	RR
	94	88	80.78	70.44	86	R?
	96	8	2.16	19.08	8	RRR
	97	0	-17.39	20.29	50	RRR
	100	28	41.92	34.31	52	RR
	106	24	31.38	32.03	52	RRR
	118-1	52	39.73	50.85	54	RR
	118-2	28	43.43	45.54	36	RR
	120	32	33.71	47.24	32	RRR
	128	16	38.61	25.55	34	RR
	129	48	59.14	54.52	54	RR
	131	66.33	63.44	74.34	76	RR
	132	36	2.30	28.94	36	RRR
	133	8	-38.13	-30.28	8	RRR
	138	16	19.79	28.70	16	RRR
	141	0	-24.14	-18.77	0	RRR
	142	24	25.61	36.43	46	RRR
	S	92	85.59	59.79	95	S
Iodosulfuron-methyl-sodium+mesosulfuron-methyl آیدوسولفورون-متیل+مزوسولفورون-متیل	78	92	84.27	72.21	94	S
	79	48	49.75	41.19	54	RR
	80	92	86.87	58.30	92	S
	82	84	67.01	18.33	90	RR
	83	56	53.95	48.34	70	RR
	90	80	77.47	53.98	80	R?
	94	100	81.41	36.97	100	S
	96	24	59.82	68.84	50	RR
	97	24	-0.62	13.09	30	RRR
	100	92	81.43	40.41	92	S
	106	32	40.46	46.73	46	RR
	118-1	36	37.67	54.89	44	RR
	118-2	12	56.69	50.53	50	RR
	120	56	64.35	69.77	64	RR
	128	32	41.03	42.45	50	RR
	129	92	77.15	42.49	92	R?
	131	80	73.63	45.76	90	R?
	132	60	62.69	67.55	66	RR
	133	12	9.36	22.09	26	RRR
	138	40	57.11	57.23	56	RR
	141	8	2.88	-0.55	16	RRR
	142	76	71.65	67.35	76	RR
	S	100	88.88	52.26	100	S

RRR: قطعا مقاوم؛ RR: احتمالا مقاوم؛ R?: مشکوک به مقاومت و S: حساس

RRR= Resistance confirmed, highly likely to reduce herbicide performance; RR= resistance confirmed, probably reducing herbicide performance; R?= early indications that resistance may be developing, possibly reducing herbicide performance; and S= Susceptible.

ادامه جدول ۲- غربالگری توده‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) با علف‌کش‌های سولفوسولفورون، آیودوسولفورون + مزوسولفورون، تری بنورون-متیل و توفوردی + ام سی پی آ

Continued of Table 2- Screening wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) populations for sulfosulfuron, iodosulfuron-methyl-sodium+mesosulfuron-methy, tribenuron-methyl and 2,4-D+MCPA

علفکش	توده	کاهش تعداد گیاه (درصد از شاهد)	کاهش وزن تر (درصد از شاهد)	کاهش وزن خشک (درصد از شاهد)	شاخص EWRS	نمره‌دهی بر اساس "R"
Herbicide	Population	Reduction plant number (% of control)	Fresh weight reduction (% of control)	Dry weight reduction (% of control)	EWRS	"R" ratings
تریبنورون-متیل Tribenuron-methyl	78	68	78.26	63.98	80	R?
	79	12	21.57	11.35	30	RRR
	80	88	77.64	68.02	88	R?
	82	56	56.43	53.52	66	RR
	83	0	0.11	10.71	10	RRR
	90	52	60.72	52.87	58	RR
	94	60	59.00	53.41	70	RRR
	96	8	43.56	41.45	0	RR
	97	16	40.78	41.00	20	RR
	100	12	24.05	6.26	45	RRR
	106	52	70.02	65.20	60	RR
	118-1	16	38.37	34.98	42	RRR
	118-2	32	52.11	49.69	41	RR
	120	40	43.46	52.59	50	RR
	128	44	60.71	54.05	58	RR
	129	68	75.72	69.48	70	R?
	131	68	59.63	60.33	70	RR
	132	24	47.77	36.08	52	RR
	133	0	-6.32	-14.72	0	RRR
	138	28	16.09	23.68	38	RRR
	141	48	57.48	36.92	36	RR
	142	52	57.57	51.36	54	RR
	S	100	87.75	52.27	100	S
۲،۴-دی+ام‌سی‌پی آ 2,4-D+MCPA	78	100	87.44	59.01	100	S
	79	100	87.86	52.48	100	S
	80	100	87.25	52.32	100	S
	82	100	84.25	51.01	100	S
	83	100	87.78	70.58	100	S
	90	100	89.78	66.78	100	S
	94	100	86.12	61.71	100	S
	96	100	90.75	78.66	100	S
	97	100	87.82	72.57	100	S
	100	100	87.46	59.96	100	S
	106	100	87.46	62.51	100	S
	118-1	100	87.43	67.95	100	S
	118-2	100	89.65	69.90	100	S
	120	100	88.39	66.95	100	S
	128	100	88.83	60.56	100	S
	129	100	89.07	63.99	100	S
	131	100	82.99	57.72	100	S
	132	100	85.15	65.90	100	S
	133	100	86.27	63.31	100	S
	138	100	86.36	56.27	100	S
	141	100	83.53	57.51	100	S
	142	100	83.85	63.60	100	S
	S	100	90.18	73.87	100	S

RRR: قطعا مقاوم؛ RR: احتمالا مقاوم؛ ?R: مشکوک به مقاومت و S: حساس

RRR= Resistance confirmed, highly likely to reduce herbicide performance; RR= resistance confirmed, probably reducing herbicide performance; R?= early indications that resistance may be developing, possibly reducing herbicide performance; and S= Susceptible.

جدول ۳- غربال گری توده‌های یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu) با علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل

Table 3- Screening wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) populations for clodinafop propargyl

توده	کاهش تعداد دانهال (درصد از شاهد)	طول دانهال (درصد از شاهد)	نمره‌دهی بر اساس "R"	توده	کاهش تعداد دانهال (درصد از شاهد)	طول دانهال (درصد از شاهد)	نمره‌دهی بر اساس "R"	توده	کاهش تعداد دانهال (درصد از شاهد)	طول دانهال (درصد از شاهد)	نمره‌دهی بر اساس "R"
Population	Reduction seedling number (% of control)	Seedling length (% of control)	"R" ratings	Population	Reduction seedling number (% of control)	Seedling length (% of control)	"R" ratings	Population	Reduction seedling number (% of control)	Seedling length (% of control)	"R" ratings
76	60	7.01	RRR	98	100	95.20	S	120	33.33	60.36	RR
77	93.33	86.31	S	99	6.67	17.27	RRR	121	0	45.04	RR
78	6.67	23.73	RRR	100	0	10.99	RRR	122	100	95.11	S
79	66.67	67.46	RR	102	40	20.95	RRR	123	13.33	20.09	RRR
80	0	26.25	RRR	103	13.33	24.51	RRR	124	20	35.35	RRR
81	0	16.34	RRR	104	60	52.20	RR	125	13.33	23.01	RRR
81-2	93.33	76.08	R?	105	13.33	20.29	RRR	127	20	24.77	RRR
82	6.67	22.58	RRR	107	0	9.02	RRR	129	0	23.80	RRR
83	40	66.96	RR	108	66.67	30.70	RRR	130	6.67	32.47	RRR
84	0	32.52	RRR	109	33.33	6.55	RRR	134	6.67	15.68	RRR
88	0	11.72	RRR	110	0	-7.18	RRR	135	0	1.69	RRR
89	26.67	53.09	RR	111	13.33	16.18	RRR	136	26.67	44.70	RR
90	86.67	66.28	RR	112	13.33	23.78	RRR	139	33.33	39.62	RR
91	100	93.47	S	113	66.67	44.44	RR	140	100	88.16	S
92	80	71.59	RR	114	0	19.65	RRR	143	40	46.48	RR
93-1	6.67	0.78	RRR	115-1	0	6.26	RRR	S	80	84.13	S
93-2	6.67	16.29	RRR	115-2	60	41.64	RR				
95	0	46.42	RR	116-1	0	4.57	RRR				
96	100	95.02	S	116-2	53.33	38.37	RR				
97	0	-7.54	RRR	117	53.33	27.18	RRR				

RRR: قطعا مقاوم؛ RR: احتمالا مقاوم؛ ?R: مشکوک به مقاومت و S: حساس

RRR= Resistance confirmed, highly likely to reduce herbicide performance; RR= resistance confirmed, probably reducing herbicide performance; R?= early indications that resistance may be developing, possibly reducing herbicide performance; and S= Susceptible.

این در حالی است که اغلب کشاورزان منطقه در مقایسه این علف‌کش با علف‌کشی مانند توفوردی+ امسی‌پی‌آ، که دارای تأثیر سریع می‌باشد، معتقدند که تأثیر علف‌کش مذکور ضعیف می‌باشد. همچنین چنانچه مزرعه‌ای آلوده به علف‌های هرز پهن‌برگ بویژه خردل وحشی و پنیرک باشد علف‌کش‌های رایجی مانند توفوردی+ امسی‌پی‌آ و مکوپراپ-پی+ دایکلوپراپ+ امسی‌پی‌آ کارآمد بوده و نیازی به استفاده از علف‌کش‌های دو منظوره نمی‌باشد. بنابراین بایستی این نکات توسط مروجان و ناظران حفظ نباتات به کشاورزان اطلاع رسانی شود.

پاسخ توده‌های یولاف وحشی و فالاریس به علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل

پس از برازش پاسخ توده‌های حساس دو گونه یولاف‌وحشی و فالاریس به منحنی لوگ-لجیستیک (سه پارامتری) غلظت‌های ۱/۲۵ و ۰/۰۸۰ میلی گرم ماده موثر در لیتر علف‌کش کلودینافپ پروپارجیل بعنوان غلظت تفکیک‌کننده بترتیب برای یولاف‌وحشی و فالاریس انتخاب شدند (داده‌ها نشان داده نشد).

پاسخ توده‌های یولاف وحشی پس از اعمال غلظت تفکیک‌کننده علف‌کش کلودینافپ-پروپارجیل (ED_{90}=۱/۲۵) نشان داد که ۳۳ توده نسبت به اعمال غلظت تفکیک‌کننده دارای مقاومت قطعی، ۱۵ توده احتمالا مقاوم، ۱ توده مشکوک به مقاومت و سایر توده‌ها حساس بودند (جدول ۳). راستگو (۱۹) نیز غلظت ۰/۰۸ پی‌پی‌ام را به همین منظور بر روی توده‌های یولاف وحشی اعمال نمود. پاسخ توده‌های فالاریس پس از اعمال غلظت تفکیک کننده علف‌کش کلودینافپ-پروپارجیل (ED_{80}=۰/۰۸۰) نشان داد که ۸ توده نسبت به اعمال غلظت تفکیک کننده دارای مقاومت قطعی، ۵ توده احتمالا مقاوم، ۳ توده مشکوک به مقاومت و سایر توده‌ها حساس بودند (جدول ۴). بطور مشابه قرخلو (۱۱) غلظت ۰/۰۹۳ پی‌پی‌ام ماده موثر را به عنوان غلظت تفکیک کننده (ایجاد کننده ۸۰ درصد بازدارندگی) بر روی توده‌های فالاریس اعمال کرد. نتایج نشان داد (جدول ۴) که درصد طول گیاهچه توده‌های ۹۷ و ۱۱۰ یولاف وحشی نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۲). هول و ماس (۱۴) نیز نتایج مشابهی در مورد واکنش دم روباهی کشیده نسبت به علف‌کش ستوکسیدیم گزارش کردند.

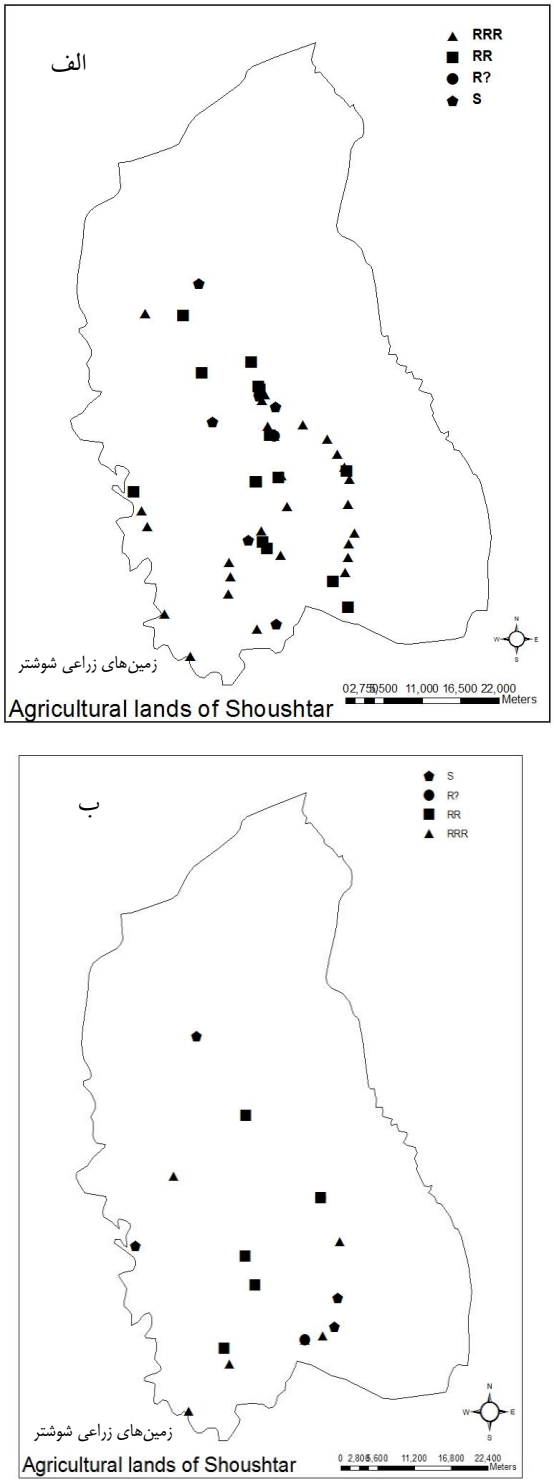
جدول ٤- غربال گری توده‌های فالاریس (*Phalaris minor* Ritz.) با کلودینافپ پروپارجیل

Table 4- Screening littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Ritz.) populations for clodinafop propargyl

توده	کاهش تعداد دانهال (درصد از شاهد)	طول دانهال (درصد از شاهد)	نمره‌دهی بر اساس "R"
Population	seedling number reduction (% of control)	Seedling length reduction (% of control)	"R" ratings
76	0	14.40	RRR
86-1	73.33	77.21	R?
86-2	0	9.16	RRR
90	60	65.38	RR
91	100	87.23	S
101-1	86.67	80.37	R?
101-2	80	67.18	RR
106	6.67	7.66	RRR
109	80	83.70	S
111	73.33	83.70	S
112	0	15.95	RRR
117-1	40	37.04	RR
117-2	6.67	12.87	RRR
119	80	66.59	RR
125	80	70.01	RR
126	13.33	13.69	RRR
129	40	11.14	RRR
136	93.33	88.49	S
137	60	34.99	RRR
S2	73.33	81.21	S

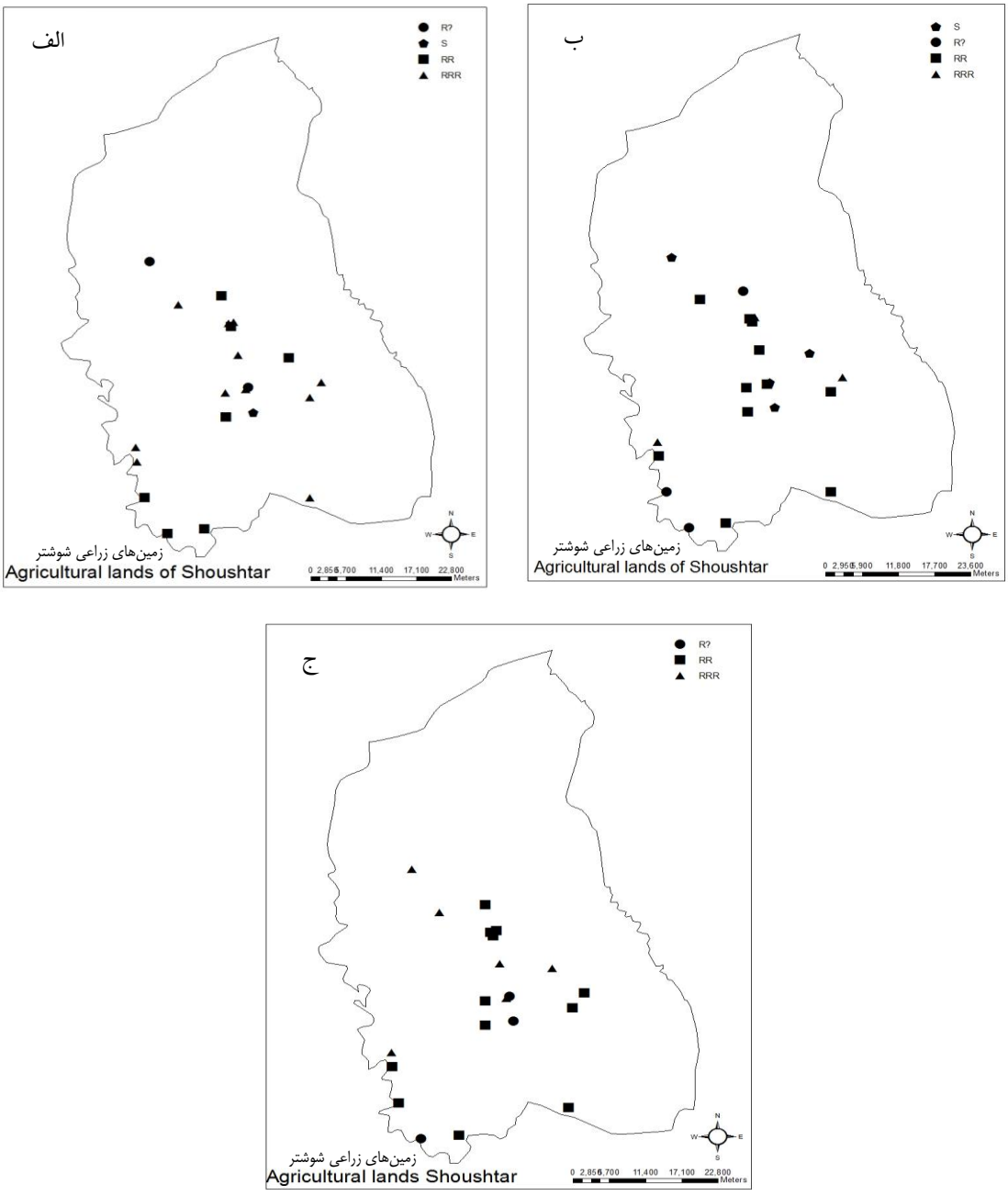
RRR: قطعا مقاوم؛ RR: احتمالا مقاوم؛ ?R: مشکوک به مقاومت و S: حساس

RRR= Resistance confirmed, highly likely to reduce herbicide performance; RR= resistance confirmed, probably reducing herbicide performance; R?= early indications that resistance may be developing, possibly reducing herbicide performance; and S= Susceptible.



شکل ۱- نقشه پراکنش توده‌های مقاوم و حساس به کلودینافپ پروپارجیل علف هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu) (الف) و فالاریس (*Phalaris minor* Ritz.) (ب)

Figure 1- Distribution map of resistant and susceptible wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) (a) and littleseed canarygrass (*Phlaris minor* Ritz.) (b) populations to clodinafop propargyl



شکل ۲- نقشه پراکنش توده‌های مقاوم و حساس به سولفوسولفورون (الف)، آیودوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل (ب) و تری بنورون-متیل (ج) علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

Figure 2- Distribution map of resistant and susceptible wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) populations to sulfosulfuron (a), iodosulfuron-methyl-sodium+mesosulfuron-methyl (b) and tribenuron-methyl (c)

با توجه به پراکنش یکنواخت یولاف‌وحشی در نقشه متعلق به کلودینافپ پروپارجیل (شکل ۱)، مشخص می‌شود که مقاومت به علف‌کش مذکور از مدت‌ها پیش اتفاق افتاده است. درحالیکه در مورد فالاریس بنظر می‌رسد مقاومت به کلودینافپ پروپارجیل در حال گسترش می‌باشد (شکل ۱). بطور مشابه در مورد خردل وحشی نیز با توجه به بروز مقاومت در نتیجه ناکارآمد بودن علف‌کش مقاومت در حال گسترش می‌باشد (شکل ۱). در پژوهشی مشابه در آق‌قلا با توجه به پراکنش یکنواخت شلمی مقاوم به تری‌بنورون-متیل در مزارع گندم نتیجه گرفته شده که مقاومت از مدت‌ها قبل در مزارع مذکور تکوین یافته است (۴). درحالیکه در مورد خردل وحشی اینگونه نبود و

مقاومت در یک منطقه اتفاق افتاده بود (۴).

نتیجه‌گیری کلی

مدیریت کلان علف‌های هرز مقاوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بطوریکه اطلاع از ظهور بایوتایپ‌های جدید و شناسایی محل ظهور و گستردگی نواحی آلوده از اصول اولیه مدیریت این بایوتایپ‌ها به‌شمار می‌رود. با توجه به اهمیت محصول گندم و خسارت ناشی از ظهور علف‌های هرز مقاوم بر عملکرد آن، به‌نظر می‌رسد تهیه نقشه پراکنش علف‌های هرز مقاوم در گندم به‌عنوان اقدامی اساسی در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز آن به‌شمار می‌رود. همچنین اطلاعاتی نظیر تراکم علف‌های هرز مقاوم در مکان نقطه‌یابی شده نیز بسیار مهم است که کمتر به آن پرداخته شده است. استفاده از سامانه تعیین موقعیت جهانی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بعنوان یک ابزار کارآمد برای تخمین نقاط آلوده به علف‌های هرز به اثبات رسیده است. استفاده از این تکنیک در پژوهش حاضر نشان داد تعدادی از علف‌های هرز مزارع گندم شهرستان شوشتر واقع در استان خوزستان شامل یولاف وحشی، فالاریس و خردل وحشی به علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز و استولاکتات سینتاز مقاوم شده‌اند. به‌طوری‌که پراکندگی یولاف‌وحشی قطعا مقاوم بسیار بیشتر از سایر حالت‌های مقاومت تعریف شده می‌باشد. در مورد فالاریس وضعیت مقاومت از یولاف وحشی بهتر می‌باشد بطوریکه اغلب توده‌ها دارای حالت مقاومت، احتمالا به‌دلیل کاهش کارایی علف‌کش می‌باشند. مقاومت به آیودوسولفورون-متیل-سدیم + مزوسولفورون-متیل+ مفن‌پیر دای‌اتیل در خردل وحشی در حال گسترش می‌باشد. در مورد سولفوسولفورون اغلب توده‌ها دارای مقاومت قطعی یا مشکوک به مقاومت می‌باشند. درحالیکه در مورد تری‌بنورون-متیل تمامی توده‌ها قطعا مقاوم یا مشکوک به مقاومت هستند. بنابراین لازم است لکه‌های مقاوم یا مشکوک به مقاومت پایش شده و از مصرف علف‌کش‌های با مکانیسم عمل مشابه با علف‌کش‌های بازدارنده ACCase و ALS اجتناب شود. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر علف‌کش توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ کارایی خوبی در کنترل خردل وحشی از خود نشان داد بهتر است از علف‌کش مذکور در تناوب با علف‌کش‌های ALS استفاده شود.

سپاسگزاری

نتایج ارائه شده در مقاله، مستخرج از طرح پژوهشی مصوب به شماره ۹۴۱/۰۵ می‌باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، بابت تأمین اعتبار هزینه طرح کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

1- Aghajani Z., Zand E., Baghestani M.A. and Mirhadi M.J. 2009. Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) populations to iodosulfuron + mesosulfuron herbicide. Iranian Journal of Weed Science, 6(1):79-93. (In Persian with English abstract)
2- Beckie H.J. 2007. Beneficial management practices to combat herbicide-resistant grass weeds in the Northern Great Plains. Weed Technology, 21(2): 290-299.
3- Bena Kashani F., Zand E., Mohammad Alizadeh H. and Fereidoonpoor M. 2006. Investigation on herbicide resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes in Fars. p. 490–494. Proceeding of the 1th Iranain Weed Science Congress, 25-26 Jan. 2006. Plant Pest and Disease Research, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract)
4- Derakhshan A., Najari Kalantari N., Gherekhloo J. and Kamkar B. 2015. Wild mustard (*Sinapis arvensis*) and annual bastardcabbage (*Rapistrum rugosum*) resistance to tribenuron-methyl in Agh Ghala. Journal of Plant Protection, 29(2):199-205. (In Persian with English abstract)
5- Derakhshan A. and Gherekhloo J. 2012. Tribenuron-methyl resistant turnipweed (*Rapistrum rugosum*) from Iran. p.72. Proceeding of the 6th International Weed Science Congress. 17-22 Jun. 2012. Hangzhou, China.
6- Elahifard E., Rashed Mohassel M.H., Zand E., and Nassiri Mahallati M. 2008. The investigation of the resistance against fenoxaprop – P – ethyl herbicide in little seed canarygrass (*Phalaris minor*). Agriculture and Natural Resources Science of Gorgan, 14(6): 53-61. (In Persian with English abstract)
7- Forouzesh A., Zand E., Soufizadeh S. and Samadi Foroushani S. 2015. Classification of herbicides according to chemical family for weed resistance management strategies- An update. Weed Research, 55(4):334-358.
8- Gherekhloo J., Oveisi M., Zand E. and De Prado R. 2015. A review of herbicide resistance in Iran. Weed Science, 64(4):551-561.
9- Gherekhloo J. and Derakhshan A. 2012. Investigating cross resistance of resistant-*Phalaris minor* to ACCase herbicides. Weed Research Journal, 4(1):15-25. (In Persian with English abstract)
10- Gherekhloo J., Rashed Mohassel M.H., Nassiri Mahallati M., Zand E., Ghanbari A., Osuna M.D. and De Prado R. 2011. Confirmed resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in *Phalaris minor* populations in Iran. Weed Biology and Management, 11 (1): 29-37.
11- Gherekhloo J. 2008. Tracing resistant *Phalaris minor* populations and studying their resistance mechanisms to

aryloxyphenoxy propionate herbicides in Fars and Golestan wheat fields. PhD Thesis. Ferdwosi University of Mashhad.
12- Gherekhloo J., Reshed Mohassel M.H., Nassiri Mahallati M., Zand E., Ghanbari A. and De Prado R. 2008. Greenhouse assay for detecting littleseed canarygrass to aryloxyphenoxypropionate. Field Crop Research, 6(2):353-361. (in Persian with English abstract)
13-Heap I.M. 2016. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at http://www.weedscience.org/summary/MOASummary.asp. (visited 24 December 2016).
14- Hull R. and Moss S.R. 1999. The Rothamsted rapid resistance test for detecting herbicide-resistance in black-grass, wild-oats and Italian rye-grass. Available at http://www.rothamsted.ac.uk/black-grass-and-herbicide-resistance/rothamsted-rapid-resistance-test-detecting-herbicide-resistance. (visited 26 December 2016).
15- Lotfifar O., Allahdadi I., Zand E., Akbari G.A. 2013. Investigating resistance of wild mustard (*Sinapis arvensis*) populations to acetolactate synthase inhibiting herbicides in wheat fields of Khoozestan, Gorgan and Kermanshah provinces. Iranian Journal of Weed Science, 9(2):141-157. (in Persian with English abstract)
16- Mallory-Smith C.A., Thill D.C. and Dial M.J. 1990. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*).Weed Technology, 4 (1):163–168.
17-Moss S.R., Perryman S.A.M. and Tatnell L.V. 2007. Managing Herbicide –resistance blackgrass (*Alopecurus myosuroides*) theory and practice. Weed Technology, 21(2):300-309.
18-Primiani M., Cotterman M.J.C. and Saari L.L. 1990. Resistance of kochia (*Kochia scoparia*) to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. Weed Technology, 4(1):169–172.
19- Rastgoo M. 2007. Detecting of *Avena ludoviciana* resistant to aryloxyphenoxy propionate herbicides in wheat fields of Khuzestan province. PhD Thesis. Ferdwosi University of Mashhad.
20- Rastgoo M., Rashed Mohassel M.H., Kavoosi H., Mirshamsi Kakhki A. and Zand E. 2012. Molecular investigation of resistance to aryloxyphenoxy propionate in wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) populations of Khuzestan wheat fields. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2):270-276. (In Persian with English abstract)
21- Ritz C. and Streibig J.C. 2005. Bioassay analysis using R. Journal of Statistical Software, 12 (5): 1-22.
Tharayil – Santhakumar N. 2003. Mechanism of Herbicide Resistance on Weeds. Plant and Soil Science University of Massachusetts Amherst, MA. http:// www.weedresearch. com /paper/Mechanism %20 of %20 Herbicide %20 resistance. PDF. Visited: 2012/09/22.
22- Topuz M., Nemli Y., Fatima T., and Mattoo A.K. 2015. Seed dormancy is modulated in recently evolved chlorsulfuron-resistant Turkish biotypes of wild mustard (*Sinapis arvensis*). Frontiers in Chemistry, 3:46.
23- Zand E., Baghestani M.A., Nezam Abadi N. and Shimi P. 2011. Herbicides and important Weeds of Iran. Markaze Nashre daneshgahi Press, Tehran.
24- Zand E., Baghestani M.A., Bena Kashani F. and Dastaran F. 2010. Investigating efficiency of some herbicides in control of resistant and susceptible wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) biotypes to acetyl -CoA carboxylase. Journal of Plant Protection, 24(3):242-251. (in Persian with English abstract)
25- Zand E., Bena Kashani F., Soufizadeh S., Ebrahimi M., Minbashi, M., Dastaran F., Poorbayge M., Jamali M., Maknali, A., Younesabadi, M., Diehimfard R., Forouzesh, S. 2009. Study on the resistance of problematic grass weed species to clodinafop propargyl in wheat in Iran. Environmental Sciences, 6(4):145-160.
26- Wrzesinska B., Kierzek R. and Obrepalska-steplowska A. 2016. Evaluation of six commonly used reference genes for gene expression studies in herbicide resistant *Avena fatua* biotypes. Weed Research, 56(1):1-9.