

بررسی مقاومت بیوتیپ‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) به علف‌کش تری بنورون متیل در مزارع گندم شهرستان رامیان

Investigating the resistance of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) biotypes to tribenuron methyl herbicide in wheat fields of Ramiyan Township

مهتاب هروی^۱، جاوید قرخلو^{۲*}، آسیه سیاهمرگویی^۳، حسین کاظمی^۴، سعید حسن پور بورخیلی^۵

چکیده

با گذشت بیش از ۲۰ سال از زمان ثبت علف‌کش تری بنورون متیل در ایران، گزارش‌هایی مبنی بر عدم کارایی این علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ در مزارع گندم شهرستان رامیان وجود دارد. به منظور بررسی بروز مقاومت به تری بنورون-متیل در علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) آزمایش‌هایی در سال ۱۳۹۵ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. بیوتیپ‌های مشکوک به مقاومت علف‌هرز خردل وحشی از مزارع گندم شهرستان جمع‌آوری گردید. یک بیوتیپ حساس از مزارعی که هیچ‌گونه سابقه سمپاشی نداشتند، نیز جمع‌آوری شد. ابتدا بیوتیپ‌های مشکوک با دز توصیه شده مورد غربال قرار گرفتند. سپس واکنش بیوتیپ‌های مقاوم و حساس این علف‌هرز در مقابل دزهای مختلف علف‌کش تری بنورون متیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون دز-پاسخ حاکی از بروز مقاومت در برخی بیوتیپ‌های خردل وحشی به تری بنورون متیل بود. شاخص درجه مقاومت بیوتیپ‌های RAM-R-14، RAM-R-27، RAM-R-25، RAM-R-30 و RAM-R-5 به علف‌کش تری بنورون متیل به ترتیب برابر ۳/۹۰، ۴/۱۰، ۳/۹۶، ۲/۶۶ و ۲/۳۶ به دست آمد. نقشه پراکنش مزارع آلوده به بیوتیپ‌های مقاوم خردل وحشی با استفاده از سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم و مشخص شد بیوتیپ‌های مقاوم در مزارعی مشاهده شده‌اند که فاقد الگوی کشت مناسب بوده و اتکا مبارزه بر پایه شیمیایی قرار گرفته بود. نتایج این تحقیق می‌تواند جهت اجرای برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز مقاوم و ممانعت از توسعه این گیاهان به سایر مناطق مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: درجه مقاومت، مقاومت به علف‌کش، منحنی دز-پاسخ، نقشه پراکنش

حدود ۷۵٪ از علف‌های هرز مزارع گندم و جو کشور متعلق به تیره‌های Poaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Polygonaceae می‌باشند (Zand et al., 2012). خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) از تیره Brassicaceae در بین علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم، در رتبه سوم گونه‌های مشکل‌ساز قرار دارد (Minbashi et al., 2008). جوانه‌زنی سریع در پاییز و تحت شرایط سرما و رشد سریع آن در ابتدای بهار باعث افزایش توان رقابتی این گیاه در محصولات مذکور می‌گردد. در اکثر مناطق دنیا، پایداری بانک بذری، قدرت رقابتی بالا، زادآوری زیاد و مقاومت به علف‌کش‌ها، از مهم‌ترین مشکلات کنترل خردل وحشی به شمار می‌رود (Lotfifar et al., 2015).

استولاکتات سینتاز آنزیمی بسیار مهم در مسیر منتج به سنتز اسیدآمینوهای والین، لوسین و ایزولوسین است (McCourt and Duggleby 2006; Singh et al. 1991; Tranel and Wright 2002). این آنزیم محل هدف خانواده‌های علف‌کشی متعددی نظیر سولفونیل آمینو-کربونیل-تریازولینون‌ها^۱ (SCT)، تریازولوپیریمیدین‌ها^۲ (TP)، سولفونیل اوره‌ها^۳ (SU)، پیریمیدینیل تیوبنزوات‌ها^۴ (PTB) و ایمیدازولینون‌ها^۵ (IMI) می‌باشد (Powles and Yu, 2010; Zheng et al., 2005). هم‌اکنون ۲۴ علف‌کش برای گندم ثبت شده است که از این تعداد ۹ باریک‌برگ‌کش و ۸ پهن‌برگ‌کش و ۷ علف‌کش دومنظوره است. به‌رغم آنکه پهن‌برگ‌کش‌های گندم از تنوع خوبی از نظر محل عمل علف‌کش برخوردارند، ولی رایج‌ترین پهن‌برگ‌کش‌هایی که در چند سال اخیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند، تری‌بنورون‌متیل بوده است (Zand et al., 2012). تری‌بنورون‌متیل (با نام تجاری گرانستار) علف‌کشی از گروه سولفونیل اوره‌ها می‌باشد. این علف‌کش در سال ۱۳۶۹ در کشور به ثبت رسیده است و در حال حاضر نیز برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ مانند خردل وحشی و شلمی (*Rapistrum rugosum* L.) در مزارع گندم و جو مورد استفاده

گندم (*Triticum aestivum* L.) با سطح زیر کشت حدود ۲۲۰ هزار میلیون هکتار و متوسط عملکرد ۳/۴ تن در هکتار یکی از مهم‌ترین غلات در دنیا به حساب می‌آید. در ایران نیز گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی محسوب می‌شود. سطح زیر کشت این گیاه زراعی در کشور حدود ۵۶۸۱۸۰۷ هکتار برآورد شده است. (FAO, 2016). استفاده از گندم تقریباً در همه نقاط دنیا مرسوم بوده و این گیاه زراعی قادر به رشد در محدوده گسترده‌ای از شرایط محیطی می‌باشد. جمعیت گیاهی، تعداد پنجه، اندازه سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شاخص‌های تأثیرگذار در عملکرد گندم می‌باشد که این شاخص‌های عملکردی تحت تأثیر واریته، شرایط اقلیمی، نوع و مقدار و زمان مصرف کود، تناوب زارعی، تاریخ کاشت، حمله آفات و بیماری‌ها، وجود علف‌های هرز و زمان برداشت متغیر می‌باشد. علف‌های هرز مانع دسترسی کامل گیاه زراعی به منابع غذایی، آب و نور می‌شوند (Ghorbani et al., 2012) و به‌طوری‌که یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد محسوب می‌شوند. شناسایی و کنترل علف‌های هرز می‌تواند در افزایش عملکرد و بهره‌وری اقتصادی نقش اساسی داشته باشد (Ghorbani et al., 2012).

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز Integrated weed management (IWM) تلفیقی از اصلاح نباتات، حاصلخیزی، تناوب، کنترل شیمیایی، کنترل مکانیکی، رقابت، مدیریت خاک، روشی با هدف کاهش تداخل علف‌های هرز است که در نهایت منجر به تولید عملکرد قابل قبول می‌شود (Swanton and Weise, 1991). در گندم روش‌های مکانیکی مبارزه با علف‌های هرز کارایی ندارند، بنابراین برای مدیریت علف‌های هرز عمدتاً از روش‌های پیشگیری، زراعی و شیمیایی استفاده می‌شود (Zand et al., 2012). در طی دهه‌های گذشته علف‌کش‌ها به‌عنوان مؤثرترین ابزار کنترل علف‌های هرز شناخته شده‌اند (Beffa et al., 2012). با وجود آنکه علف‌کش‌ها ابزار بسیار مؤثری در مدیریت علف‌های هرز به شمار می‌روند، استفاده مکرر و غیراصولی از علف‌کش‌ها با نحوه عمل یکسان سبب بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها شده است (Gherekhlou et al., 2016).

1- Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones
2- Triazolopyrimidines
3- Sulfonylureas
4- Pyrimidinylthiobenzoates
5- Imidazolinones

اساس داده‌های مکانی می‌باشد و عملکرد اساسی آن حصول اطلاعاتی است که از ترکیب اطلاعات لایه‌های مختلف به دست می‌آیند (Ghorbani et al., 2008). با توجه به غالب بودن خردل وحشی در مزارع گندم شهرستان رامیان و گزارش‌هایی مبنی بر نارضایتی کشاورزان آن شهرستان از عدم کنترل علف‌هرز خردل وحشی توسط تری بنورون متیل، این مطالعه با هدف بررسی مقاومت به علف‌کش‌ها و شناسایی مزارع آلوده به علف‌های هرز مقاوم و حساس و تهیه نقشه پراکنش آن‌ها و به دست آوردن اطلاعات مفیدی در خصوص مدیریت علف‌های هرز مقاوم انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعات مزرعه‌ای

پایش مزرعه‌ای مزارع گندم آلوده به علف‌هرز خردل وحشی طی سال زراعی ۱۳۹۵ انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا مزارع گندم شهرستان رامیان شبکه‌بندی شد، سپس ۱۰۰ مزرعه گندم از پیش تعیین شده بر اساس نقشه شبکه‌بندی شده که سابقه مصرف حداقل ۵ ساله در کاربرد علف‌کش تری بنورون متیل داشته‌اند، مورد بررسی قرار گرفته و بذر خردل وحشی از آن‌ها جمع‌آوری گردید و مختصات نقاط آلوده با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید. بذر بیوتیپ‌های حساس خردل وحشی نیز از مناطقی که سابقه هیچ‌گونه مدیریت شیمیایی نداشتند، جمع‌آوری شد.

مشخصات علف‌کش

به منظور بررسی مقاومت به علف‌کش در علف‌هرز خردل وحشی از علف‌کش تری بنورون متیل استفاده شد. تری بنورون متیل از علف‌کش‌های رایج در سال‌های اخیر مزارع گندم می‌باشد که مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است. قابل ذکر است دز توصیه شده تری بنورون متیل ۱۰ تا ۲۰ گرم در هکتار می‌باشد ولی با توجه به سابقه مصرف آن در شهرستان که دز ۲۵ گرم در هکتار توسط کشاورز در نظر گرفته می‌شد، مقدار ۲۵ گرم در هکتار برای این آزمایش لحاظ شد.

قرار می‌گیرد (Bena kashani et al., 2006). پایین بودن میزان مصرف، خصوصیات زیست‌سنجی مناسب، سمیت پایین برای پستانداران، خاصیت انتخابی وسیع در گیاهان زراعی و کارایی بالای آن منجر به محبوبیت گسترده علف‌کش‌های بازدارنده ALS شده است (Aghajani et al., 2009).

یکی از مهم‌ترین پدیده‌ها در مقاومت به علف‌کش ظهور علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌های بازدارنده‌های بازدارنده استولاکتات سینتاز^۱ یا ALS می‌باشد. نخستین موارد مقاومت نسبت به این گروه از علف‌کش‌ها ۵ سال بعد از مصرف علف‌کش کلرسولفورون در سال ۱۹۸۷ در کاهوی وحشی (*Lactuca serriola* L. (Mallory-Smith et al. 1990) و علف جارو (*Kochia scoparia* (L.) A.J.Scott)) (Primiani et al., 1990) شناسایی و گزارش شد. در حال حاضر ۱۶۰ گونه هرز در سرتاسر دنیا و چهار گونه در ایران نسبت به این علف‌کش‌ها مقاوم شده‌اند (Heap, 2018). از جمله موارد مقاومت به بازدارنده‌های ALS ثبت شده در ایران می‌توان به علف‌های هرز شلمی (*Hatami et al., 2016*) و خردل وحشی (*Gherkhloo et al., 2018*) اشاره نمود.

کارایی استفاده از GPS و GIS در شناسایی نقاط آلوده به علف‌های هرز و ارزیابی روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز به اثبات رسیده است. با استفاده از توانایی‌های این دو فناوری می‌توان پایش مناطق آلوده به علف‌های هرز را به خوبی انجام داد و نقشه‌های گسترش آلودگی به علف‌های هرز را به صورت دقیق و به همراه تاریخ مورد نظر تهیه نمود (Ghorbani et al., 2008). شناسایی علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌های بازدارنده‌ی ACCase و ALS در مزارع گندم استان گلستان و تهیه نقشه پراکنش آن‌ها در شهرستان‌های آق‌قلا (*Najari Kalantari et al., 2013; Derakhshan et al., 2015*)، کردکوی (*Kalami et al., 2014*)، کلاله (*Soofizadeh et al., 2014*)، گنبد (*Tatari et al., 2018*)، علی‌آباد (*Razghandi, 2016*) با همین فناوری انجام شده است. هدف نهایی یک سامانه اطلاعات جغرافیایی، پشتیبانی جهت تصمیم‌گیری‌های پایه‌گذاری شده بر

جدول ۱- مشخصات عمومی علف کش مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Common properties of the herbicide applied in the experiment

نام تجاری	نام عمومی	خانواده شیمیایی	فرمولاسیون تجاری	شرکت سازنده	دوز توصیه شده در هکتار
Trade name	Common name	Chemical family	Formulation	Company	Recommended dose (g ai.ha ⁻¹)
گرانستار	تری بنورون متیل	سولفونیل اوره‌ها	DF 75%	کاوش کرمان	10-20
Granstar	Tribenuron methyl	Sulfonylureas		Kavosh Kerman	

تمامی آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. هر گلدان با ۵ گیاهچه به منزله یک تکرار و برای هر تکرار، یک گلدان به عنوان شاهد سم‌پاشی نشده در نظر گرفته شد. در مرحله ۳-۴ برگی، سمپاشی با علف کش با دوز توصیه شده (۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تری بنورون متیل) توسط دستگاه سمپاش پستی شارژری با نازل ۸۰۰۱ انجام شد. سپس ۴ هفته پس از پاشش بیوتیپ‌هایی که ۸۰٪ وزن خشک یا ۵۰٪ زنده‌مانی خود را نسبت به شاهد حفظ کرده بودند جهت آزمون دز-پاسخ انتخاب شدند (Gherekhlou *et al.*, 2011).

آزمون دز- پاسخ به منظور تعیین درجه مقاومت بیوتیپ‌های مقاوم

پس از غربال بیوتیپ‌های مقاوم از بیوتیپ‌های مشکوک به مقاومت، واکنش بیوتیپ‌های مقاوم و حساس خردل وحشی در مقابل دزهای مختلف علف کش تری بنورون متیل مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). بذره‌های بیوتیپ‌های مقاوم و بیوتیپ حساس مشابه روش ذکر شده در بخش غربال اولیه، در گلدان کشت شدند و ۴ هفته پس از پاشش، نمره دهی بر اساس شاخص EWRS (Frans *et al.*, 1986) انجام شد. سپس، بوته‌های زنده مانده شمارش و از سطح گلدان قطع شدند و به آون با ۷۰ دمای درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت منتقل و وزن خشک آن‌ها ثبت شد.

آماده‌سازی و جوانه‌دار کردن بذور

جهت از بین بردن خواب بذر خردل وحشی، بذور به مدت ۲۴ ساعت در محلول جیبرلیک اسید (۲۰۰۰ قسمت در میلیون) غوطه‌ور و سپس با آب مقطر شستشو داده شد و در انتها به انکوباتوری با دمای متناوب ۲۲/۱۴ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل گشت (Najari Kalantari *et al.*, 2013). بذور ابتدا پیش جوانه‌دار شده و سپس در گلدان‌هایی با قطر ۱۲ سانتی متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر جهت آزمایش‌های زیست‌سنجی کشت شدند. خاک گلدان‌ها مخلوطی از خاک زراعی و خاک برگ و کوکو پیت به نسبت (۲:۱:۱) بود.

آزمایش‌های زیست‌سنجی در گلدان

غربال اولیه با دز توصیه شده در گلدان بر روی پهن برگ‌ها

برای اطمینان از مقاوم بودن بذور مشکوک به مقاومت که بر اساس سابقه مصرف علف کش و نارضایتی کشاورز و پراکنش آن به صورت یکنواخت و لکه‌ای اقدام به نمونه برداری از سطح اراضی گندم شهرستان رامیان شده بود، نمونه‌های جمع‌آوری شده از مزارع در آزمایش‌های گلخانه‌ای، بر اساس درصد زنده‌مانی از شاهد و کاهش وزن خشک به صورت درصد از شاهد مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۲- دزهای استفاده شده علف کش تری بنورون متیل در آزمون دز-پاسخ

Table 2- Tribenuron methyl doses applied in dose-response assay

دوز تری بنورون متیل (گرم ماده مؤثره/هکتار)								
Tribenuron methyl dose (g ai.ha ⁻¹)								
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1*
200	150	100	50	25	12.5	6.25	3.125	0

* محلول فاقد علف کش (آب مقطر)

* Herbicide-free solution (distilled Water)

تجزیه آماری

برای تجزیه آماری منحنی واکنش به غلظت علف کش از آنالیز رگرسیون و مدل لگ لجستیک چهار پارامتره ارائه شده توسط Ritz and Streibig (2005) استفاده شد (تابع ۱).

تابع (۱)

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

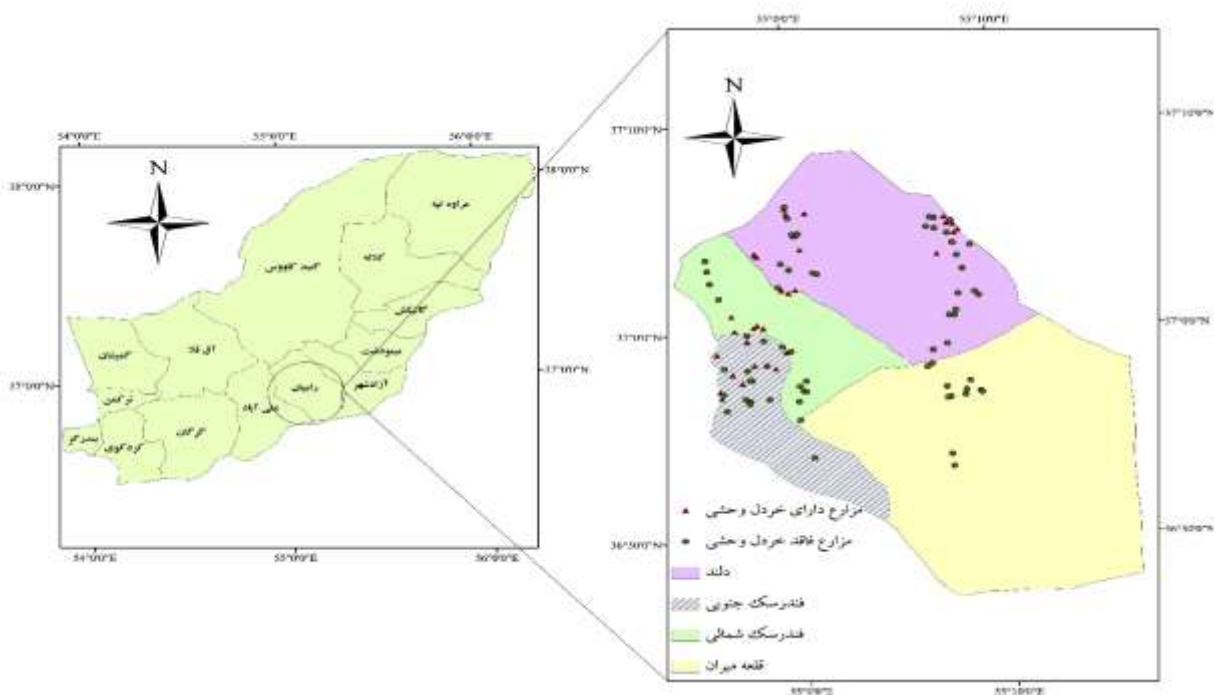
که پارامترهای ارائه شده در این تابع عبارت است از: b ، شیب منحنی در نقطه e ؛ d ، حد بالای منحنی پاسخ؛ c ، حد پایین منحنی پاسخ و e ، غلظت بیان کننده GR_{50} . در مواردی که $c = 0$ باشد، این پارامتر از تابع ۱ حذف و در حالت جدید، تابع سه پارامتره (تابع ۲) به داده‌های مربوطه برازش داده می‌شود تا برآورد دقیق‌تری از سایر پارامترها به دست آید (Ritz and Streibig, 2005).

تابع (۲)

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

مدل فوق با استفاده از محیط نرم‌افزاری R و بسته نرم‌افزاری drc که به همین منظور طراحی شده است به داده‌های حاصل، برازش و اختلاف نمودارهای برازش داده شده با نمودار حاصل از داده‌های مربوط به بیوتیپ حساس مورد بررسی قرار می‌گیرد. درجه و یا فاکتور مقاومت یعنی نسبت GR_{50} بیوتیپ مقاوم به GR_{50} بیوتیپ حساس شاخصی است که برای بررسی و مقایسه میزان مقاومت به علف کش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای تهیه نقشه پراکنش بیوتیپ‌های مقاوم به علف کش مورد نظر ابتدا مختصات جغرافیایی محل مورد نظر با استفاده دستگاه GPS map6 ثبت گردید. داده‌های ثبت شده به فرم قابل اجرا در نرم‌افزار GIS توسط نرم‌افزار mapsource تبدیل شدند. جهت اطمینان از صحت محدوده نمونه‌برداری، مختصات نقاط ثبت شده با نقشه‌های Google earth تطبیق داده شد. پس از ایجاد پایگاه داده‌های در محیط ArcMap10، تهیه نقشه‌های پراکنش بر اساس سیستم مختصات UTM صورت پذیرفت.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی رامیان در استان گلستان و نقشه پراکنش مزارع گندم مورد بررسی در این شهرستان

Figure 1- Geographical position of Ramiyan in Golestan Province and distribution map of surveyed wheat fields in this Township

نتایج و بحث

از بین ۱۰۰ مزرعه مورد بازدید ۳۲ مزرعه آلوده به خردل وحشی بودند (شکل ۱). بررسی واکنش ۳۲ بیوتیپ جمع‌آوری شده خردل وحشی از شهرستان رامیان به اعمال علف‌کش تری بنورون متیل نشان داد که تعداد ۷ بیوتیپ با حفظ ۵۰٪ بقاء دارای مقاومت بودند (جدول ۳).

نتایج حاصله از تجزیه رگرسیونی با معادله لگ لجستیک ۳ پارامتره بیانگر معنی‌داری و صحت معادلات برازش داده شده است. با افزایش دز علف‌کش تری بنورون متیل وزن خشک بیوتیپ‌های حساس و مشکوک به مقاومت طی روندی سیگموئیدی کاهش یافت (شکل ۲). سرعت و شدت روند کاهش در بیوتیپ‌های مختلف مقاوم به علف‌کش با توجه به درجات متفاوت مقاومت، تفاوت داشت. شروع کاهش در روند سیگموئیدی در بیوتیپ‌های شاخص مقاومت بالاتر مانند بیوتیپ RAM-R-27 با شاخص ۴/۱۰ دیرتر (در دزهای بالاتر) اتفاق افتاد. نتایج تجزیه آماری منحنی واکنش به دز بیانگر این می‌باشد که در بیوتیپ حساس (S) مصرف ۱۱/۲۹ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش تری بنورون متیل قادر به کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک بیوتیپ حساس خردل وحشی نسبت به شاهد سم‌پاشی نشده شده است. حال آنکه برای کاهش وزن خشک ۵۰ درصدی در بیوتیپ‌های RAM-R-27 و RAM-R-25 نیاز به کاربرد ۴۶/۲۸ و ۴۵/۰۴ گرم ماده مؤثره از علف‌کش تری بنورون متیل بود. این مقدار در بیوتیپ‌های RAM-R-14، RAM-R-30 و RAM-R-5 به ترتیب برابر ۴۱/۰۳، ۳۰/۰۸، ۲۶/۶۷ گرم ماده مؤثره بود که از نظر آماری معنی‌دار بوده و بیانگر مقاومت در بیوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد؛ بنابراین میزان علف‌کشی که لازم است وزن خشک بیوتیپ‌های مقاوم را در مقایسه با حساس به میزان ۵۰ درصدی کاهش دهد (GR₅₀) به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار لازم برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک در بیوتیپ حساس بود. همچنین بیوتیپ‌های RAM-R-9 و RAM-R-11 به ترتیب دارای GR₅₀ برابر با ۱۲/۴۹ و ۱۱/۰۹ بودند که این مقادیر تفاوت معنی‌داری با GR₅₀ مربوط به بیوتیپ حساس نداشتند. شاخص درجه مقاومت بیوتیپ‌های RAM-R-27 و RAM-R-25، RAM-R-14، ۲۵، RAM-R-30، RAM-R-5 به علف‌کش تری بنورون متیل به ترتیب برابر ۴/۱۰، ۳/۳، ۹۰/۹۹، ۲/۶۶ و ۲/۳۶ بود. این تفاوت در درجات مقاومت ممکن است به دلیل تفاوت در

جهش منجر به بروز مقاومت یا مربوط به نوع مکانیسم‌های مقاومتی در بیوتیپ‌های مورد مطالعه باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی بصری تقریباً منطبق بر نتایج حاصل از وزن خشک می‌باشد (جدول ۴). شکل ۳ که بر اساس داده‌های ارزیابی بصری رسم شده است گویای این مطلب می‌باشد. برازش داده‌های مربوط به درصد بقای علف‌های هرز نشان داد که برآورد نمودن پارامترها بر این اساس نمی‌تواند نتایج قابل اعتمادی را برای گیاه خردل وحشی ارائه دهد، زیرا اغلب بین نتایج حاصل از این داده‌ها و داده‌های وزن خشک و ارزیابی بصری تفاوت وجود داشت (جدول ۴). به عقیده بسیاری از کارشناسان کشاورزی مناطق مختلف، بروز مشکلات متعدد مدیریت علف‌های هرز در مزارع گندم کشور به دلیل کاهش تناوب‌های زراعی مناسب می‌باشد. استفاده از تناوب زراعی در مدیریت علف‌های هرز مانع از یکنواختی و همگن شدن بوم‌نظام‌های کشاورزی برای یک یا چندگونه علف هرز خاص می‌شود (Scursoni et al., 2014). نقشه پراکنش بیوتیپ‌های خردل وحشی در مزارع گندم شهرستان رامیان، نشان داد که علف هرز خردل وحشی تنها در برخی مزارع گندم این شهرستان وجود دارد (شکل ۳). شهرستان رامیان دارای سطح کشت قابل توجهی از صیفی‌جات و محصولات باغی مانند توت‌فرنگی می‌باشد که گندم در الگوی کشت کنار این محصولات قرار گرفته است. موفقیت سیستم‌های تناوب در مدیریت علف‌های هرز بر اساس انواع گیاهان به‌کاربرده شده در تناوب است که موجب تنوع در رقابت، اثرات اللوپاتیک، خاک‌ورزی و عوامل مکانیکی می‌شود. این عوامل سبب ایجاد شرایط محیطی غیر سازگار و ناپایدار است که مانع تکثیر گونه‌های مشخص علف‌های هرز می‌گردد (Ayenehband, 2005). در سیستم تک‌کشتی، ریزش سالیانه بذر علف هرز به‌صورت متوالی موجب افزایش بانک بذر می‌گردد، در سیستم تناوبی این فرایند کاهش یافته و در درازمدت موجب کاهش حضور علف‌های هرز و به حداقل رسانیدن میزان خسارت ناشی از علف‌هرز خواهد شد. همین عوامل سبب شده است که بیوتیپ‌های جمع‌آوری شده در مزارعی مشاهده شود که الگوی کشت مناسب نبوده و اتکا مبارزه بر پایه شیمیایی قرار گرفته است.

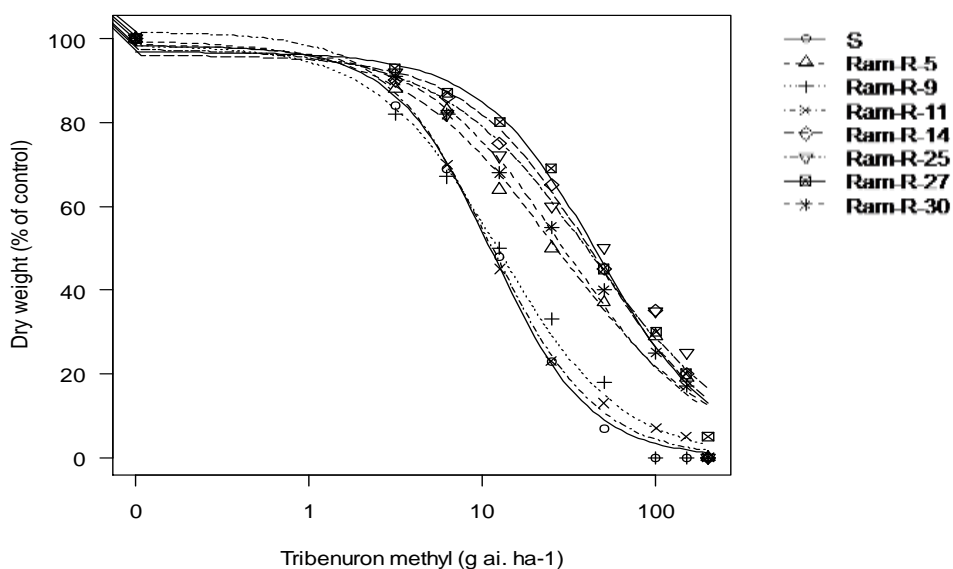
جدول ۳- نتایج آزمایش غربال یوتیپ‌های مشکوک مقاومت خردل وحشی با دز توصیه شده علف کش تری بنورون متیل (پارامترها به صورت درصد از شاهد محاسبه گردیده‌اند)

Table 3- Results of screening test for putatively resistant wild mustard biotypes of wild mustard using recommended field rate of tribenuron-methyl (Parameters were calculated as percentage of control)

وضعیت مقاومت	درصد زنده مانی	ماده خشک	بیوتیپ خردل وحشی	وضعیت مقاومت	درصد زنده مانی	ماده خشک	بیوتیپ خردل وحشی
Resistance status	(% شاهد)	(% شاهد)	Wild mustard population	Resistance status	(% شاهد)	(% شاهد)	Wild mustard population
	Survival (% of control)	Dry matter (% of control)			Survival (% of control)	Dry matter (% of control)	
S	35	52	RAM-R-17	-	25	33	S
S	32	57	RAM-R-18	S	35	60	RAM -R-1
S	20	36	RAM-R-19	S	40	55	RAM -R-2
S	34	40	RAM-R-20	S	28	48	RAM -R-3
S	40	42	RAM -R-21	S	35	30	RAM -R-4
S	35	37	RAM -R-22	R	80	50	RAM-R-5
S	44	35	RAM -R-23	S	40	55	RAM -R-6
S	47	65	RAM -R-24	S	44	57	RAM -R-7
R	90	60	RAM-R-25	S	38	44	RAM -R-8
S	37	50	RAM -R-26	R	80	35	RAM -R-9
R	68	69	RAM-R-27	S	30	61	RAM -R-10
S	30	35	RAM -R-28	R	100	28	RAM -R-11
S	35	40	RAM -R-29	S	25	50	RAM -R-12
R	90	55	RAM-R-30	S	32	55	RAM -R-13
S	22	43	RAM -R-31	R	80	65	RAM-R-14
S	21	47	RAM -R-32	S	43	61	RAM -R-15
				S	37	49	RAM -R-16

• S: حساس، R: مقاوم.

- S: susceptible, R: resistant



شکل ۲- تغییرات وزن خشک بیوتیپ‌های مقاوم و حساس خردل وحشی در پاسخ به دزهای مختلف تری بنورون متیل

Fig 2- Changes in dry weight of susceptible and resistant wild mustard biotypes in response to different tribenuron-methyl doses

بررسی مقاومت بیوتیپ‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) به علف کش ...

Archive of SID

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش تابع ۳ لگ لجستیک ۳ پارامتره به داده‌های وزن خشک بیوتیپ‌های خردل وحشی در پاسخ به دزهای مختلف تری بنورون متیل

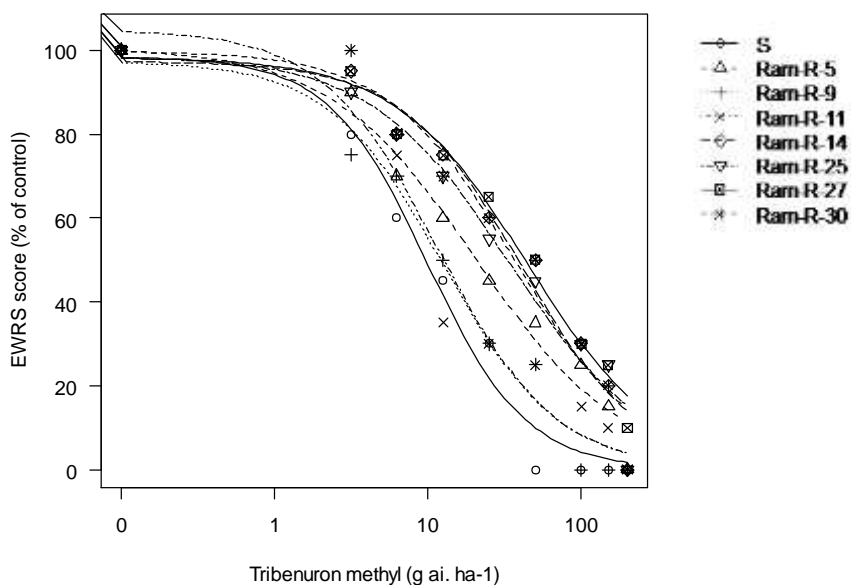
بنورون متیل

Table 4- Parameters estimated by fitting 3 parameter log logistic function to dry weight data of wild mustard biotypes in response to different tribenuron-methyl doses

بقاء			ارزیابی بصری			وزن خشک			کد بیوتیپ			
Survival			EWSR			Dry weight						
شاخص مقاومت	ED ₅₀ g. ai.lit ⁻¹	شیب منحنی (b)	حد بالا (d)	شاخص مقاومت	ED ₅₀ g. ai.lit ⁻¹	شیب منحنی (b)	حد بالا (d)	شاخص مقاومت	ED ₅₀ g. ai.lit ⁻¹	شیب منحنی (b)	حد بالا (d)	Biotype code
Resistance Factor		Hills slope	Upper limit	Resistance Factor		Hills slope	Upper limit	Resistance Factor		Hills slope	Upper limit	
10.75 (2.8)	137.51 (10.51)	6.16 (2.33)	89.96 (3.83)	2.06 (0.64)	20.41 (4.94)**	0.91 (0.13)	100.54 (6.68)	2.36 (0.52)	26.67 (4.73)**	0.96 (0.14)	99.8 (6.23)	RAM-R-5
4.59 (17.79)	58.81 (226.52)	13.73 (326.05)	88.60 (4.07)	1.27 (0.37)	12.64 (2.29)**	1.15 (0.19)	97.33 (7.04)	1.10 (0.22)	12.49 (1.95)**	1.24 (0.17)	97.05 (6.9)	RAM-R-9
10.22 (10.73)	130.73 (10.16)	3.44 (0.91)	100.03 (3.99)	1.18 (0.31)	11.80 (2.09)**	1.14 (0.18)	104.81 (6.36)	0.98 (0.18)	11.09 (1.41)**	1.41 (0.18)	101.64 (6.2)	RAM-R-11
9.95 (2.62)	127.33 (10.17)	4.81 (1.56)	93.51 (3.87)	4.08 (0.12)	40.41 (9.05)**	1.11 (0.2)	97.30 (6.25)	3.90 (0.82)	44.03 (7.16)**	1.17 (0.21)	96.3 (5.7)	RAM-R-14
12.62 (5.09)	161.46 (50.91)	29.24 (124.75)	94.85 (3.44)	3.43 (0.10)	33.99 (8.23)**	0.96 (0.16)	98.54 (6.53)	3.99 (0.11)	45.04 (7.66)**	1.01 (0.18)	97.55 (6.21)	RAM-R-25
13.97 (9.70)	178.71 (115.64)	0.40 (0.12)	102.01 (8.60)	4.47 (0.13)	44.34 (10.42)**	1.01 (0.19)	98.24 (6.32)	4.10 (0.80)	46.28 (6.36)**	1.27 (0.23)	96.79 (5.27)	RAM-R-27
12.23 (18.86)	156.49 (238.04)	35.07 (125.1)	94.42 (3.44)	3.70 (0.11)	36.71 (8.29)**	1.05 (0.17)	99.78 (6.31)	2.66 (0.57)	30.08 (5.13)**	1.06 (0.17)	98.72 (6.12)	RAM-R-30
-	12.78 (3.02)**	1.61 (0.44)	95.74 (9.28)	-	9.89 (1.92)**	1.34 (0.22)	98.39 (7.01)	-	11.29 (1.50)**	1.34 (0.21)	98.88 (6.7)	S

** معنی داری در سطح احتمال $p < 0.01$

** Significance at $p < 0.01$

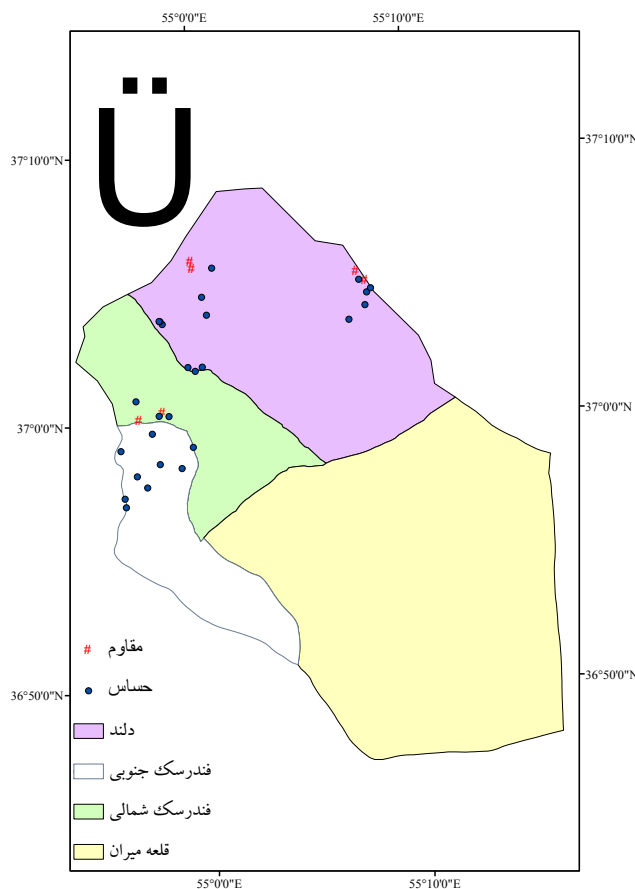


شکل ۳- ارزیابی بصری بیوتیپ مقاوم و حساس خردل وحشی در پاسخ به دزهای مختلف تری بنورون متیل

Fig 3- Visual evaluation of susceptible and resistant wild mustard biotypes in response to different tribenuron-methyl doses

تری‌بنورون متیل پیش‌ازین در شهرستان‌های آق‌قلا (Najari (Kalantari, 2013)، کردکوی (Kalami et al., 2014)، کلاله (Soofizadeh, 2015)، گنبد (Tatari, 2015)، علی‌آباد (Razghandi, 2016) استان گلستان گزارش شده است، بنابراین مصرف سایر علف‌کش‌های دومنظوره بازدارنده ALS ممکن است باعث گسترش مقاومت عرضی نسبت به این علف‌کش‌ها شود (Hatami et al., 2016; Gherekhloo et al., 2018) ضمناً یادآوری این نکته ضروری است که عمده علف‌کش‌های دومنظوره ثبت‌شده برای مزارع گندم بازدارنده ALS عمدتاً به‌عنوان علف-کش‌های مورد‌استفاده جهت کنترل برخی از علف‌های هرز مهاجم نظیر جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.)، پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، بروموس (*Bromus tectorum* L.) و ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.) به ثبت رسیده‌اند و یا این‌که این علف‌کش‌ها به‌منظور مدیریت شیمیایی علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش مورد‌استفاده قرار می‌گیرند؛ بنابراین این گروه از علف‌کش‌ها را به‌هیچ‌عنوان نمی‌توان به‌عنوان علف‌کش‌های اصلی مزارع گندم در برنامه مدیریت شیمیایی علف‌های هرز مدنظر قرارداد (Zand et al., 2012).

گزارش‌های موجود حاکی از آن است که تقریباً ۵ سال پس از مصرف اولین علف‌کش بازدارنده ALS برخی از علف‌های هرز نسبت به آن مقاوم شده‌اند (روساریو و همکاران، ۲۰۱۱). بذور خردل وحشی ریز هستند و در تعداد زیاد تولید می‌شود، در نتیجه اگر کشاورزان هنگام استفاده از ماشین‌های برداشت، آن‌ها را به‌خوبی شستشو نکنند، این احتمال وجود دارد که بذور مقاوم خردل وحشی از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر و از شهرستانی به شهرستانی گسترش یابد؛ بنابراین، نیاز است با توجه به نقش و جایگاه عمده گندم و اهمیت اقتصادی و استراتژیک آن در کشور، در روش‌های مدیریت آن تجدید نظر اساسی صورت گیرد (Afshari et al., 2017). به‌هرحال، کاهش فشار انتخاب به‌عنوان یک اصل مهم و ابتدایی به‌منظور مدیریت علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش، مطرح می‌شود؛ بنابراین باید هم از روش‌های شیمیایی و هم غیر شیمیایی برای رسیدن به این هدف استفاده کرد (زند و همکاران، ۱۳۹۶). بروز مقاومت در خردل وحشی به علف‌کش



شکل ۴- نقشه پراکنش بیوتیپ‌های حساس و مقاوم خردل وحشی جمع‌آوری‌شده از مزارع گندم شهرستان رامیان

Figure 4- Distribution map of putatively resistant and resistant wild mustard biotypes gathered from wheat fields of Ramiyan Township

مبارزه شیمیایی در قیاس با سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز راحت‌تر بوده و از نظر زمانی و اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه می‌باشد، بنابراین جزو گزینه‌های شایع در مبارزه با علف‌های هرز مزارع گندم می‌باشد. کشاورزان به دلیل میزان مصرف کم و قیمت مناسب، علف‌کش تری‌بنورون‌متیل، تمایلی به جایگزین کردن این علف‌کش با سایر علف‌کش‌ها ندارند. همچنین یکی از دلایل استقبال کشاورزان از مصرف زیاد علف‌کش تری‌بنورون‌متیل به دلیل اختلاط‌پذیری این علف‌کش با باریک‌برگ‌کش‌های مزارع گندم می‌باشد. البته چند سال است که در برخی از استان‌ها از علف‌کش‌های دومنظوره بازدارنده ALS نیز در تناوب با پهن‌برگ-کش‌های رایج استفاده می‌شود (Zand et al., 2012). در این راستا باید توجه داشت که چون مقاومت خردل وحشی به علف‌کش

(Abdollahipour et al., 2016). همچنین بررسی‌های آزمایشگاهی مربوط به ویژگی‌های جوانه‌زنی در شرایط محیطی مختلف نیز افزایش شایستگی نسبی در بیوتیپ‌های مقاوم به تری-بنورون متیل خردل وحشی را نشان دادند (Abdollahi pour, 2013). در صورتی که بروز مقاومت در بیوتیپ‌های مقاوم مطالعه حاضر نیز سبب افزایش توانایی شایستگی نسبی بیوتیپ‌های مقاوم شود، می‌توان نتیجه گرفت که در صورت عدم مبارزه با بیوتیپ‌های مقاوم، این بیوتیپ‌ها با اتکا به برتری در صفات رشدی و جوانه‌زنی، امکان غلبه بر بیوتیپ‌های حساس را در رقابت خواهند یافت و در نتیجه گسترش آلل‌های مقاومت سریع‌تر رخ خواهد داد. از طرفی، بیوتیپ‌های مقاوم در مزرعه سریع‌تر سبز خواهند شد و می‌توان با استفاده از روش‌های مدیریتی غیر شیمیایی یا استفاده از علف‌کش‌هایی با نحوه عمل متفاوت که هنوز مقاومت به آن‌ها توسعه نیافته، با این بیوتیپ‌های مقاوم مبارزه نمود و سپس بیوتیپ‌های حساس را پس از سبز شدن کنترل نمود. بررسی مقاومت در سطح مولکولی و همچنین مطالعه شایستگی نسبی بیوتیپ‌های مقاوم و حساس خردل وحشی در درک راه‌کارهایی که بتوان به وسیله آن‌ها مقاومت را مدیریت کرد تأثیرگذار است.

تری‌بنورون‌متیل، نیاز به اجرای روش‌های غیر شیمیایی در شهرستان رامیان را بیش‌ازپیش مشخص می‌نماید. از مهم‌ترین روش‌های غیر شیمیایی نیز می‌توان به تناوب زراعی، خاک‌ورزی، وجین، تأخیر در کشت و جلوگیری از انتشار بذر علف‌هرز مقاوم اشاره کرد (Zand et al., 2012)

بروز مقاومت در خردل وحشی به علف‌کش تری‌بنورون‌متیل، نیاز به اجرای تناوب زراعی و علف‌کشی در شهرستان رامیان را بیش‌ازپیش مشخص می‌نماید. اجرای تناوب می‌تواند با کاهش فشار گزینش با علف‌کش، از سرعت بروز آلل‌های مقاوم خردل وحشی در منطقه بکاهد.

بررسی شایستگی نسبی علف‌هرز خردل وحشی در شرایط عدم وجود فشار گزینش با علف‌کش نیز می‌تواند راهکارهای مناسبی جهت کنترل علف‌های هرز مقاوم پیش پای محققین و کشاورزان قرار دهد. در مطالعه‌ای روی هزینه شایستگی نسبی بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم و حساس به علف‌کش تری‌بنورون‌متیل در استان گلستان، مشخص شد که بیوتیپ‌های حساس از نظر صفات رشدی نظیر تعداد بذر تولیدی، قابلیت سبز شدن از اعماق مختلف، سطح برگ، طول و حجم ریشه، وزن خشک ریشه، ساقه و برگ و سطح ویژه برگ نسبت به بیوتیپ‌های مقاوم ضعیف‌تر عمل نمودند

References

- Abdollahi pour, M. 2013.** Relative fitness of susceptible and tribenuron methyl-resistant biotypes of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and turnipweed (*Rapistrum rugosum* L.). MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- Abdollahipour, M., J. Gherekhloo., N. Bagherani and M. R. Taghvaei. 2016.** Effects relative fitness of susceptible and tribenuron methyl resistant biotypes of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Scinzer Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2(1):15-23.
- Afshari, M., A. Ghanbari, M. Rastgoo, J. Gherekhloo and G. Ahmadvand. 2017.** Investigating Resistance of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.) Populations to Tribenuron-Methyl Herbicide. Journal of Crop Ecophysiology, 11 (41):127-142.
- Aghajani Z., E. Zand, M. A. Baghestani and M. J. Mirhadi. 2009.** Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) populations to iodosulfuron + mesosulfuron herbicide. Iranian Journal of Weed Science, 6(1):79-93.
- Ayenehband, A. 2005.** The effect of mono and sequence cropping systems on diversity of weed community. Scientific Journal of Agriculture, 28(1):223-237.
- Beffa, R., A. Figge, L. Lorentz., M. Hess, B. Laber, and J.P. Ruiz-Santaella. 2012.** Weed resistance diagnostic technologies to detect herbicide resistance in cereal growing areas. A review. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control. March 13-15, Braunschweig, Germany.
- Bena Kashani F., E. Zand, H. Mohammad Alizadeh and M. Fereidoonpoor. 2006.** Investigation on herbicide resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes in Fars. p. 490-494. Proceeding of the 1st Iranain Weed Science Congress, 25-26 Jan. 2006. Plant Pest and Disease Research, Tehran, Iran.
- Derakhshan, A., N. Najari Kalantari, J. Gherekhloo and B. Kamkar. 2015.** Resistance of wild mustard (*Sinapis arvensis*) and turnipweed (*Rapistrum rugosum*) to tribenuron-methyl herbicide in Aq Qala. Journal of Plant Protection, 29(2): 199-205.
- FAO AQUASTAT. 2016.** FAOSTAT Database on Water and Agriculture FAO, Rome, www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html.
- Frans, R., R. Talbert, D. Marx and H. Crowley. 1986.** Experimental Design and Techniques for Measuring and Analyzing Plant Responses to Weed Control Practices. In: Camper, N.D., Ed., Southern Weed Science Society, Research Methods in Weed Science, 3rd Edition, WSSA, Champaign, 29-46
- Gherekhloo J., M. H. Rashed Mohassel, M. Nassiri Mahallati, E. Zand, A. Ghanbari, M. D. Osuna R. De Prado. 2011.** Confirmed resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in *Phalaris minor* populations in Iran. Weed Biology and Management, 11 (1): 29-37.
- Gherekhloo, J., M. Oveisi, E. Zand and R. De Prado. 2016.** A review of herbicide resistance in Iran. Weed Science, 64:551-561
- Gherekhloo, J., Z. M. Hatami, R. Alcántara-de la Cruz, H. R. Sadeghipour and R. De Prado. 2018.** Continuous Use of Tribenuron-Methyl Selected for Cross-Resistance to Acetolactate Synthase-inhibiting Herbicides in Wild Mustard (*Sinapis arvensis*). Weed Science, 66(4):424-432.
- Ghorbani, R., A.R. Bagheri and M. Minbashi Moeini. 2008.** Application of Remote Sensing and Geographic Information System in Weed Science. Banafsheh Press. 164pp.
- Ghorbani, R., S.V. MirAlavi and M. Sabet Teimouri. 2012.** Effect of planting date and crop density of autumn wheat (*Triticum aestivum* L.) on density and biomass of weeds. Agroecology, 4(4): 294-306.
- Hatami, Z.M., J. Gherekhloo, A. M. Rojano-Delgado, M. D. Osuna, R. Alcántara, P. Fernández, H. R. Sadeghipour and R. De Prado. 2016.** Multiple mechanisms increase levels of resistance in *Rapistrum rugosum* to ALS herbicides. Frontiers in Plant Science, 7, p.169.
- Kalami, R., J. Gherekhloo, B. Kamkar, E. Esfandiari-pour and R. De Prado. 2014.** Identifying and mapping of wild oat (*Avena ludoviciana* Dur.) and *Phalaris minor* Retz. Populations resistant to clodinafop-propargyl in wheat fields of Kordkuy. 248th ACS National Meeting and Exposition, August 10-14, 2014, San Francisco, CA. Chemistry and Global Stewardship.

- Lottifor, O., I. Allahdadi, E. Zand, G. Akbari and S. Mottaghi. 2015.** Study fitness of resistant and susceptible biotypes of wild mustard (*Sinapis arvensis*) biotypes to acetolactate synthase (ALS) inhibitor in competition and non-competition with wheat. *Iranian Journal of Weed Science*, 11(1): 61-76.
- Mallory-Smith C. A., D. C. Thill and M. J. Dial. 1990.** Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology*, 4 (1):163-168.
- McCourt, J.A. and R. G. Duggleby. 2006.** Acetohydroxyacid synthase and its role in the biosynthetic pathway for branched-chain amino acids. *Amino acids*, 31(2):173-210.
- Minbashi, M., M. A. Baghestani, H. Rahimi and M. Aleefard. 2008.** Weed mapping for irrigated wheat fields of Tehran province using Geographic Information System (GIS). *Iranian Journal of Weed Science*, 4: 97-118.
- Najari Kalantari, N. 2013.** Identification of resistant weeds to ACCase and ALS inhibitors in wheat fields of Aq Qala and preparing their distribution maps. MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Powles, S.B. and Q. Yu. 2010.** Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61:317-347.
- Razghandi, A. 2016.** Identification of resistant biotypes to aryloxy phenoxy propionate and acetolactate synthase inhibitors in wheat fields of Ali abad-e katool and preparing their distribution map). MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- Ritz, C. and J. C. Streibig. 2005.** Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12 (5): 1-22.
- Scursoni, J.A., R. Gigon, A. N. Martin, M. Vigna, E. S. Leguizamon, C. Istilart and R. Lopez. 2014.** Changes in weed communities of spring wheat crops of Buenos Aires province of Argentina. *Weed Science*, 62: 51-62.
- Singh, B., G. Schmitt, M. Lillis, J. M. Hand and R. Misra. 1991.** Overexpression of acetohydroxyacid synthase from arabidopsis as an inducible fusion protein in *Escherichia coli*: production of polyclonal antibodies, and immunological characterization of the enzyme. *Plant Physiology*, 97(2):657-662.
- Soofizadeh, T. 2015.** Identification of resistant biotypes to aryloxy phenoxy propionate and acetolactate synthase inhibitors in wheat fields Kalaleh and preparing their distribution map). MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Soofizadeh, T., J. Gherekhloo and N. Bagherani. 2015.** Mapping the distribution of littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) biotypes resistant to diclofop-methyl in wheat fields of Kalaleh. 6th Iranian Weed Science Congress, 1-3 September, University of Birjand.
- Swanton, C.J. and S. F. Weise. 1991.** Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology*, 5(3):657-663.
- Tatari, S. 2015.** Identification of resistant biotypes to aryloxy phenoxy propionate and acetolactate synthase inhibitors in wheat fields Gonbad-E Kavus and preparing their distribution map). MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- Tatari, S., J. Gherekhloo, A. Siahmarguee and H. Kazemi. 2018.** Identification of resistant *Avena ludoviciana* Dur accessions to ACCase inhibitor herbicides in Gonbad-E Kavus wheat fields and mapping their distribution. *Journal of Plant Production*, 41(2): 103-116.
- Tranel, P.J. and T. R. Wright. 2002.** Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned?. *Weed Science*, 50(6):700-712.
- Zand E., M. A. Baghestani, F. Bena Kashani F. and Dastaran. 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.
- Zand, E., M. A. Baghestani, P. Shimi, N. Nezamabadi, M. R. Moosavi and S. K. Moosavi. 2012.** Chemical Weed Control Guideline for Major Crops of Iran. Jahad - e - Daneshgahi Press. 176 pp
- Zheng, D., W. L. Patzoldt and P. J. Tranel. 2005.** Association of the W574L ALS substitution with resistance to cloransulam and imazamox in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Weed Science*, 53(4):424-430.

Investigating the resistance of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) biotypes to tribenuron methyl herbicide in wheat fields of Ramiyan Township

M. Heravi¹, J. Gherkhloo^{2*}, A. Siahmarguee³, H. Kazemi⁴, S. Hassanpour Bourkheili⁵

Abstract

More than twenty years after registration of tribenuron methyl herbicide in Iran, there are reports on its lack of efficacy in controlling broad leaved weeds in wheat fields of Ramiyan Township. To investigate the occurrence of resistance to tribenuron methyl in wild mustard (*Sinapis arvensis* L.), a series of experiments were conducted at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2016. Putatively resistant wild mustard biotypes were gathered from wheat fields of the Township. A susceptible biotype was also gathered from the fields with no history of spraying. Putative biotypes were first screened with the recommended dose. Then, response of susceptible and resistant biotypes to various doses of tribenuron methyl herbicide was investigated. The results of dose-response assay implied occurrence of resistant to tribenuron methyl in some wild mustard biotypes. Resistance factors of RAM-R-14, RAM-R-27, RAM-R-25, RAM-R-30 and RAM-R-5 were obtained respectively 3.90, 4.10, 3.96, 2.66 and 2.36. Distribution map of fields infested with susceptible and resistant wild mustard biotypes was drawn using geographic information system and it was revealed that the gathered biotypes were observed in the fields which possessed unsuitable cropping pattern and weed management was based on chemical control. The results of the present study may be utilized to implement herbicide-resistant weed management practices as well as prevention of development of these plants to other regions.

Keywords: Distribution map, Dose-response curve, Herbicide resistance, Resistance factor

Received date: 29 July 2017

Accepted date: 18 October 2017

1- MSc student of Weed Science, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2- Associate professor, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3- Assistant professor, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4- Associate professor, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

5- PhD student of Crop Ecology Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

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