مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۰، شماره ۱، ۱۳۹۷
صفحات ۵۹-٤٦

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 arvenisis* 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 حسن‌پور بورخیلی[۵]

چکیده

با گذشت بیش از ۲۰ سال از زمان ثبت علف‌کش تری‌بنورون‌متیل در ایران، گزارش‌هایی مبنی بر عدم کارایی این علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع گندم شهرستان رامیان وجود دارد. به‌منظور بررسی بروز مقاومت به تری‌بنورون-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 توصیه‌شده مورد غربال قرار گرفتند. سپس واکنش بیوتیپ‌های مقاوم و حساس این علف‌هرز در مقابل دزهای مختلف علف‌کش تری‌بنورون‌متیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون دز-پاسخ حاکی از بروز مقاومت در برخی بیوتیپ‌های خردل وحشی به تری‌بورون‌متیل بود. شاخص درجه مقاومت بیوتیپ‌های RAM-R-14، RAM-R-27، RAM-R-25، RAM-R-30 و RAM-R-5 به علف‌کش تری‌بنورون متیل به ترتیب برابر ۳/۹۰، ٤/۱۰، ۳/۹٦، ۲/٦٦ و ۲/۳٦ 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

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰۷/۲٦

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳-استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
* نویسنده مسئول E- mail: Gherekhloo@gau.ac.ir

مقدمه

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 به‌حساب 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 (Gherekhloo *et al*., 2016).

حدود ۷۵٪ از علف‌های هرز مزارع گندم و جو کشور متعلق به تیره‌های Poaceae، Brassicaceae، Asteraceae، Fabaceae، Polygonaceae، Chenopodiaceae 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 بذر، 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 اسیدآمینه‌های 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[1] (SCT)، تریازولوپیریمیدین‌ها[2] (TP)، سولفونیل اوره‌ها[3] (SU)، پیریمیدینیل تیوبنزوات‌ها[4] (PTB) و ایمیدازولینون‌ها[5] (IMI) می‌باشد (Powles and Yu, 2010; Zheng *et al*., 2005). هم‌اکنون ۲۴ علف‌کش برای گندم ثبت شده‌است که از این تعداد ۹ باریک برگ‌کش 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 قرارگرفته‌اند، تری‌بنورون‌متیل بوده است (Zand *et al*., 2012). تری بنورون متیل (با نام تجاری گرانستار) علف کشی 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

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

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[1] 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 به‌خوبی انجام داد و نقشه‌های گسترش آلودگی به علف‌های هرز را به‌صورت 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 تهیه‌ی 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 اساس داده‌های مکانی می‌باشد و عملکرد اساسی آن حصول اطلاعاتی است که از ترکیب اطلاعات لایه‌های مختلف به‌دست 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 علف هرز خردل وحشی طی سال زراعی ۱۳۹۵ انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا مزارع گندم شهرستان رامیان شبکه‌بندی شد، سپس ۱۰۰ مزرعه گندم از پیش تعیین‌شده بر اساس نقشه شبکه‌بندی شده که سابقه مصرف حداقل ۵ ساله در کاربرد علف‌کش تری‌بنورون‌متیل 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

به‌منظور 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 توصیه‌شده تری‌بنورون‌متیل 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.

1- Acetolactate synthase

جدول ۱- مشخصات عمومی علف‌کش مورد استفاده در آزمایش

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

نام تجاری Trade name	نام عمومی Common name	خانواده شیمیایی Chemical family	فرمولاسیون تجاری Formulation	شرکت سازنده Company	دز توصیه‌شده در هکتار Recommended dose (g ai.ha^{-1})
گرانستار Granstar	تری‌بنورون متیل Tribenuron methyl	سولفونیل اوره‌ها Sulfonylureas	DF 75%	کاوش کرمان Kavosh Kerman	10-20

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 سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل گشت (Najari Kalantari *et al*., 2013). بذور ابتدا پیش جوانه‌دار شده و سپس در گلدان‌هایی با قطر ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر جهت آزمایش‌های زیست‌سنجی کشت شدند. خاک گلدان‌ها مخلوطی از خاک زراعی و خاک‌برگ و کوکو پیت به نسبت (۲:۱:۱) بود.

آزمایش‌های زیست‌سنجی در گلدان

غربال اولیه با دز توصیه‌شده در گلدان بر روی پهن برگ‌ها

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

تمامی آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. هر گلدان با ۵ گیاهچه به‌منزله یک تکرار و برای هر تکرار، یک گلدان به‌عنوان شاهد سم‌پاشی نشده در نظر گرفته شد. در مرحله ۴-۳ برگی، سمپاشی با علف‌کش با دز توصیه‌شده (۲۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تری‌بنورون‌متیل) توسط دستگاه سمپاش پشتی 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 (Gherekhloo *et al*., 2011).

آزمون دز- پاسخ به‌منظور تعیین درجه مقاومت بیوتپ های مقاوم

پس از غربال بیوتیپ‌های مقاوم از بیوتیپ‌های مشکوک به مقاومت، واکنش بیوتیپ‌های مقاوم و حساس خردل وحشی در مقابل دزهای مختلف علف‌کش تری بنورون متیل مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). بذرهای بیوتیپ‌های مقاوم و بیوتیپ حساس مشابه روش ذکرشده 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 آونی با ۷۰ دمای درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت منتقل و وزن خشک آن‌ها ثبت شد.

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

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

دز 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 علف‌کش (آب مقطر)

* Herbicide-free solution (distilled Water)

تجزیه آماری

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

تابع (۱)

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

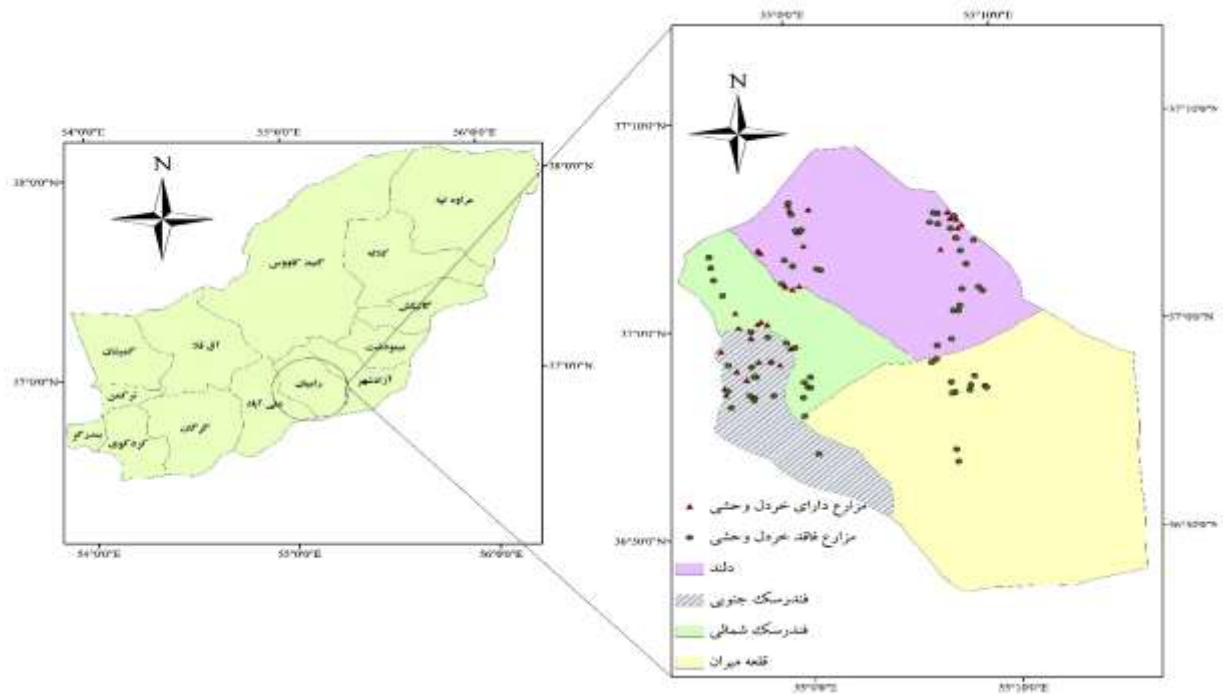
که پارامترهای ارائه شده در این تابع عبارت است از: b، شیب منحنی در نقطه e؛ d، حد بالای منحنی پاسخ؛ c، حد پایین منحنی پاسخ و e، غلظت بیان‌کننده GR_{50}. در مواردی که c= 0 باشد، این پارامتر از تابع ۱ حذف و در حالت جدید، تابع سه پارامتره (تابع ۲) به داده‌های مربوطه برازش داده می‌شود تا برآورد دقیق‌تری از 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 علف‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای تهیه نقشه پراکنش بیوتیپ‌های مقاوم به علف‌کش مورد نظر ابتدا مختصات جغرافیایی محل مورد نظر با استفاده دستگاه GPS map6 ثبت گردید. داده‌های ثبت‌شده به فرم قابل اجرا در نرم‌افزار GIS توسط نرم‌افزار mapsource تبدیل شدند. جهت اطمینان از صحت محدوده نمونه‌برداری، مختصات نقاط ثبت‌شده 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 جمع‌آوری‌شده خردل وحشی از شهرستان رامیان به اعمال علف‌کش‌تری 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 تری‌بنورون‌متیل 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 با 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 علف‌کش‌تری‌بنورون‌متیل قادر به کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک بیوتیپ حساس خردل وحشی نسبت به شاهد سم‌پاشی نشده شده است. حال‌آنکه 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 (GR_{50}) 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 GR_{50} برابر با ۱۲/۴۹ و ۱۱/۰۹ بودند که این مقادیر تفاوت معنی‌داری با GR_{50} مربوط به بیوتیپ حساس نداشتند. شاخص درجه مقاومت بیوتیپ‌های RAM-R-27 و RAM-R-14،25، RAM-R-30، RAM-R-5 به علف‌کش تری‌بنورون 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.

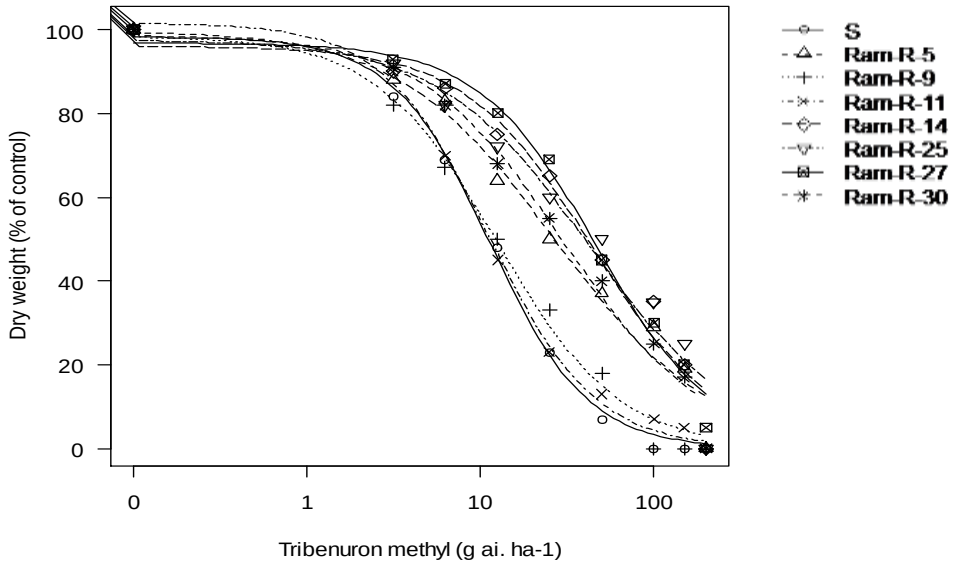
نتایج حاصل از ارزیابی بصری تقریباً منطبق بر نتایج حاصل از وزن خشک می‌باشد (جدول ۴). شکل ۳ که بر اساس داده‌های ارزیابی بصری رسم شده است گویای این مطلب می‌باشد. برازش داده‌های مربوط به درصد بقای علف‌های هرز نشان داد که برآورد نمودن پارامترها بر این اساس نمی‌تواند نتایج قابل اعتمادی را برای گیاه خردل وحشی 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 بوم نظام‌های 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 قرارگرفته است.

جدول ۳ - نتایج آزمایش غربال یوتیپ‌های مشکوک مقاومت خردل وحشی با دز توصیه شده علف‌کش تری بنورون متیل (پارامترها به‌صورت 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 Resistance status	درصد زنده مانی (٪ شاهد) Survival (% of control)	ماده خشک (٪ شاهد) Dry matter (% of control)	بیوتیپ خردل وحشی Wild mustard population	وضعیت مقاومت Resistance status	درصد زنده‌مانی (٪ شاهد) Survival (% of control)	ماده خشک (٪ شاهد) Dry matter (% of control)	بیوتیپ خردل وحشی Wild mustard population
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

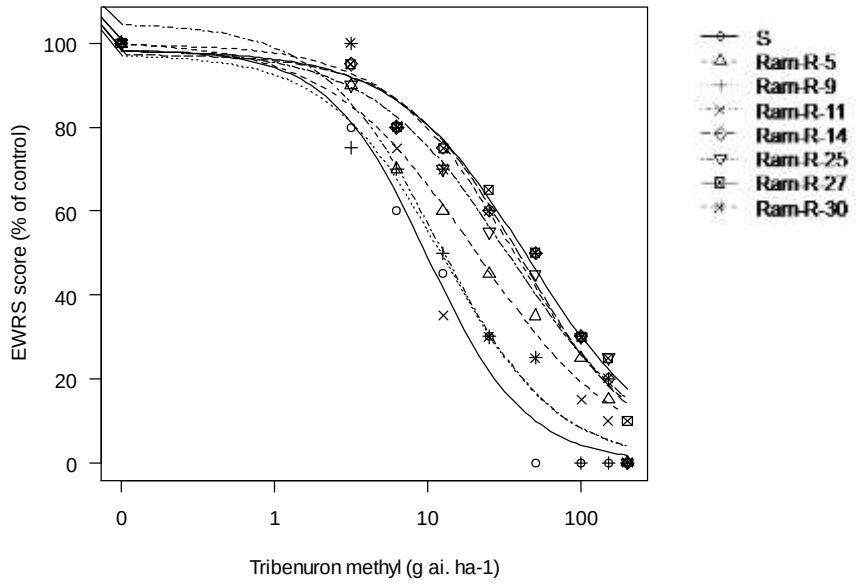
جدول ۴- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش تابع ۳ لگ لجستیک ۳ پارامتره به داده‌های وزن خشک بیوتیپ‌های خردل وحشی در پاسخ به دزهای مختلف تری بنورون متیل

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 Survival				ارزیابی بصری EWRS				وزن خشک Dry weight				کد بیوتیپ Biotype code
شاخص مقاومت Resistance Factor	ED 50 g. ai.lit^{-1}	شیب منحنی (b) Hills slope	حد بالا (d) Upper limit	شاخص مقاومت Resistance Factor	ED 50 g. ai.lit^{-1}	شیب منحنی (b) Hills slope	حد بالا (d) Upper limit	شاخص مقاومت Resistance Factor	ED 50 g. ai.lit^{-1}	شیب منحنی (b) Hills slope	حد بالا (d) 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

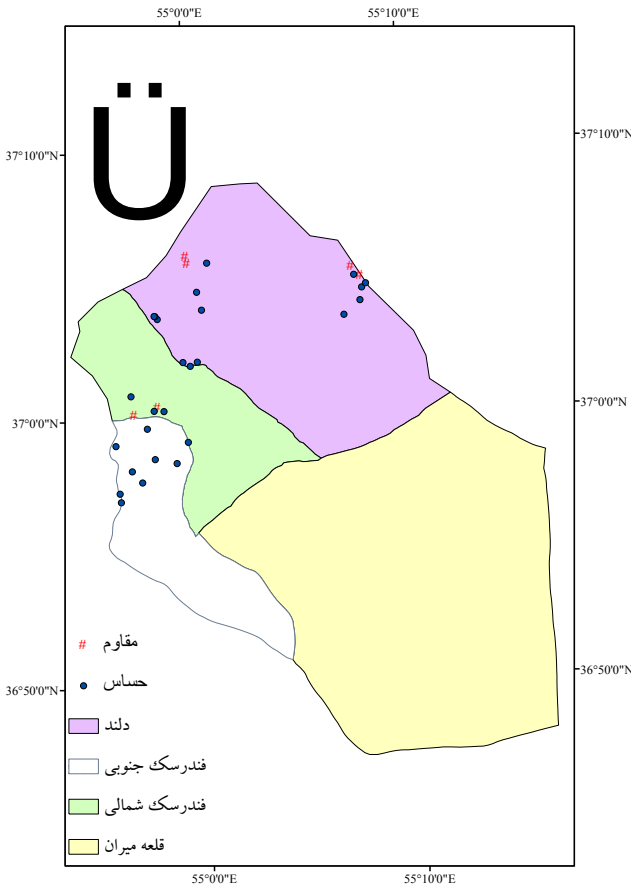
** معنی داری در سطح احتمال $p<0.01$

** 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



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 سالی است که در برخی از استان‌ها از علف‌کش‌های دومنظوره بازدارنده ALS نیز در تناوب با پهن‌برگ‌کش‌های رایج استفاده می‌شود (Zand *et al.*, 2012). در این راستا باید توجه داشت که چون مقاومت خردل وحشی به علف‌کش تری‌بنورون متیل پیش‌ازاین 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 علف‌کش‌های مورداستفاده جهت کنترل برخی از علف‌های هرز مهاجم نظیر جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.)، پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، برموس (*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 می‌باشد؛ 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

تری‌بنورون‌متیل، نیاز به اجرای روش‌های غیر شیمیایی در شهرستان رامیان را بیش‌ازپیش مشخص می‌نماید. از مهم‌ترین روش‌های غیرشیمیایی 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 علف هرز 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 تری بنورون متیل 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 (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). درصورتی‌که 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 علف‌کش-هایی 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 به‌وسیله آن‌ها مقاومت را مدیریت کرد تأثیرگذار است.

References **فهرست منابع**

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. Esfandiaripour 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.

Lotfifar, 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-methlyl 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 arvenisis* L.) biotypes to tribenuron methyl herbicide in wheat fields of Ramiyan Township

M. Heravi[1], J. Gherkhloo[2*], A. Siahmarguee[3], H. Kazemi[4], S. Hassanpour Bourkheili[5]

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