

## بررسی مقاومت عرضی به علف‌کش‌های بازدارنده ACCase در توده‌های یولاف وحشی

(*Avena ludoviciana* Durieu.) جمع‌آوری شده از خوزستان و امکان کنترل شیمیایی آنها

فاطمه بناکاشانی<sup>۱\*</sup>، حمید رحیمیان مشهدی<sup>۲</sup>، اسکندر زند<sup>۳</sup>، حسن علیزاده<sup>۲</sup>، محمدرضا نقوی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز دانشگاه تهران ۲- عضو هیات علمی دانشگاه تهران ۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۴

### چکیده

مقاومت عرضی ۱۳ توده یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu.) جمع‌آوری شده از استان خوزستان به علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم-آ-کربوکسیلاز (ACCase) با استفاده از روش‌های مختلف در سال ۸۹-۱۳۸۸ در بخش تحقیقات علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آزمایش جداگانه‌ای به منظور تعیین علف‌کش‌های جایگزین برای کنترل توده‌های مقاوم صورت گرفت. آزمایش‌ها شامل: غربال توده‌ها، واکنش به دز توده‌ها در برابر علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل، واکنش توده‌ها به گروه‌های مختلف شیمیایی علف‌کش‌های بازدارنده ACCase و تاثیر علف‌کش‌های گروه‌های مختلف بر توده‌های مقاوم بود. در بررسی روش‌های مختلف مشخص گردید که درصد کاهش وزن تر و درصد خسارت بر اساس ارزیابی چشمی بهترین صفات برای ارزیابی توده‌ها از نظر مقاومت و میزان تاثیر علف‌کش‌ها می‌باشند. بررسی مقاومت عرضی توده‌ها نیز نشان داد که توده‌های مورد بررسی از نظر مقاومت به گروه‌های مختلف علف‌کش‌های بازدارنده ACCase الگوهای متنوعی داشتند. نتایج بدست آمده از بررسی تاثیر علف‌کش‌های مختلف نیز نشان داد که علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات سینتاز مورد بررسی (یدوسولفورون+مزوسولفورون+ مفن دی اتیل، سولفوسولفورون+ متسولفورون و یدوسولفورون+مزوسولفورون+ مفن دی اتیل) توانستند کنترل خوبی بر توده‌های مقاوم داشته باشند. بویژه تاثیر کنترلی علف‌کش یدوسولفورون+مزوسولفورون+ مفن دی اتیل بر توده‌های مقاوم بسیار قابل توجه بود بطوری که این علف‌کش توانست ۸۰٪ توده‌های مقاوم را در حد خوب یا مطلوب و ۲۰٪ را کمی مطلوب کنترل کند. علف‌کش‌های پینوکسادن و مخلوط پینوکسادن+ کلودینافوپ-پروپارژیل نیز توده‌های مقاوم را در حد کمی مطلوب کنترل کردند، اما به دلیل اینکه در بسیاری از توده‌ها نشانه‌های مقاومت پدیدار شده است و شاید کارایی علف‌کش کاهش یابد، بهتر است در استفاده از آنها دقت لازم صورت گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** استولاکتات سینتاز، پینوکسادن، سولفوسولفورون+ متسولفورون، علف‌کش جایگزین، گندم، یدوسولفورون+ مزوسولفورون+ مفن دی اتیل.

## مقدمه

در ایران نیز سالهاست که از علف‌کش‌های خانواده آریلوکسی فنوکسی پروپیونات برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ مزارع غلات بویژه یولاف وحشی استفاده می‌شود (Zand *et al.*, 2010). تا بحال مواردی از بروز مقاومت در علف‌هرز یولاف وحشی (Zand *et al.*, 2006; Bena Kashani *et al.*, 2006) چچم و فالاریس (Zand *et al.*, 2010) به این خانواده علف‌کشی گزارش شده است.

علاوه براینکه مصرف مدیریت نشده علف‌کش‌ها در دهه‌های اخیر، مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها را به یک معضل جهانی تبدیل کرده که موجب عدم کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز شده است (LeBaron & Gressel, 1982)، مقاومت عرضی به علف‌کش‌های فوپ و دیم در بین علف‌های هرز باریک برگ نیز یک پدیده معمول می‌باشد (Devine, 1997). مقاومت عرضی حالتی است که یک توده علف‌هرز با یک سازوکار (مانند تغییر محل هدف یا افزایش متابولیسم)، به بیش از یک علف‌کش مقاومت حاصل کند. ممکن است که این علف‌کش‌ها متعلق به یک خانواده شیمیایی هم نباشند (Eleni *et al.*, 2000).

علف‌های هرز باریک برگ مقاوم به بازدارنده‌های استیل کوانزیم-آ کربوکسیلاز دارای تنوعی از الگوهای مقاومت عرضی می‌باشند (Bourgeois & Morrison, 1997). تا بحال در دنیا گزارش‌های زیادی مبنی بر بروز مقاومت عرضی علف‌های هرز مختلف به بازدارنده‌های ACCase شده است. در ایران نیز مقاومت عرضی یولاف وحشی به بازدارنده‌های ACCase گزارش شده است (Sasanfar, 2008; Aghajani, 2010).

مقاومت به علف‌کش اغلب به خاطر فقدان تناوب گروه علف‌کش یا مصرف مکرر علف‌کش‌های با یک محل عمل بروز و گسترش می‌یابد. شواهد زیادی تأثیر تناوب گروه‌های علف‌کشی در تأخیر مقاومت به محل هدف را نشان می‌دهند. در علف‌های هرزی که بسیار خود لقاح هستند تناوب یا

یولاف وحشی یکی از علف‌های هرز مشکل ساز در بسیاری از محصولات زراعی بویژه غلات است. این گیاه یک رقابت کننده قوی است که بسته به تراکم و طول مدت رقابت می‌تواند عملکرد گندم را به میزان ۵۰-۲۰٪ کاهش دهد (Fathi, 2004). در کشور ما نیز، یولاف وحشی به عنوان یک معضل جدی در کشت آبی گندم مطرح است (Minbashi-moeini *et al.*, 2008). علف‌کش‌های آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها (APP<sup>۱</sup>) و سیکلوهگزاندیون‌ها (CHD<sup>۲</sup>) از زمان معرفی‌شان در اواخر دهه ۱۹۷۰ به طور گسترده برای کنترل انتخابی علف‌های هرز باریک برگی چون یولاف وحشی مورد استفاده قرار گرفته است (Uludag *et al.*, 2008). این علف‌کش‌ها دو گروه شیمیایی از بازدارنده‌های سنتز آنزیم استیل کوانزیم-آ می‌باشند که با جلوگیری از سنتز اسیدهای چرب در گیاه باعث مرگ آن می‌شوند (Ball *et al.*, 2007). اخیراً نیز یک گروه علف‌کشی جدید به نام فنیل پیرازول (دن) از بازدارنده‌های ACCase ثبت شده است (Porter *et al.*, 2006).

بروز پدیده مقاومت باعث مشکلات فراوانی در مدیریت علف‌های هرز توسط علف‌کش‌ها گردیده است. مقاومت به علف‌کش در واقع عدم کارایی علف‌کش در مقابله با علف‌های هرزی است که قبلاً توسط همین علف‌کش کنترل می‌شدند. این پدیده در نتیجه استفاده مداوم از علف‌کش‌هایی با مکانیزم عمل یکسان بوجود می‌آید (Powles, 1997; Chaudhry, 2008). استفاده ممتد از علف‌کش‌های APP یا CHD نیز باعث بروز مقاومت در بسیاری از علف‌های هرز باریک برگ از جمله یولاف وحشی در بسیاری از کشورهای جهان شده است (De Prado, 2000; Heap & Morrison, 1996). اخیراً ۴۰ گونه علف‌هرز باریک برگ در دنیا به این علف‌کش‌ها مقاوم شده اند (Heap, 2011).

<sup>۱</sup> Aryloxy phenoxy propionate

<sup>۲</sup> Cyclohexanedione

وحشی آلوده بودند. در این حالت درمورد صحت سمپاشی و عوامل مؤثر در الگوی سمپاشی اطمینان حاصل شد که آلودگی مزرعه به علف‌هرز یولاف وحشی به عواملی غیر از مدیریت سمپاشی مربوط نباشد. توده‌ی حساس هم از منطقه‌ی جمع‌آوری شده بود که تا کنون سابقه مبارزه شیمیایی با یولاف وحشی را نداشتند. توده‌ها بر اساس سیستم کدبندی بانک بذور مقاوم موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کد گذاری شدند که برخی از مشخصات توده‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

در کلیه آزمایش‌ها، به منظور شکستن خواب بذور یولاف وحشی ابتدا پوست بذور (لما و پالآ) جدا شده و بعد از قراردادن بذور در پتری‌های حاوی کاغذ صافی و اسید جیبرلین ۱۰ ppm در ژرمیناتوری با شرایط (۱۶ ساعت دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، ۸ ساعت دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و تاریکی مطلق) قرار داده شدند (Metzger, 1983). سپس بذور جوانه دار به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتی متر که حاوی ۱ قسمت رس، ۱ قسمت شن و ۱ قسمت کود دامی پوسیده بودند، منتقل شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذور جوانه زده در عمق ۱/۵ سانتی متری خاک کشت شد

ترکیب علفکش‌ها علاوه بر تأثیر زیادی که بر تأخیر مقاومت دارد، انتشار بذور را نیز محدود می‌کند (Bekie *et al.*, 2001). بنابراین، باعث محدود کردن تولید بذور علف‌هرز مقاوم و انتشار آن می‌شود.

با توجه به بروز گسترده مقاومت در ایران و نیاز تشخیص دقیق و سریع و همچنین مدیریت مقاومت توده‌های مقاوم این تحقیق با اهداف زیر صورت گرفت: ۱. بررسی بروز مقاومت عرضی در یولاف وحشی به علفکش‌های بازدارنده ACCase با استفاده از روشهای مختلف ۲. ارزیابی میزان تأثیر علفکش‌های خانواده‌های مختلف به عنوان علفکش جایگزین برای کنترل توده‌های مقاوم.

## مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها بر روی ۱۴ توده بذور یولاف وحشی جمع‌آوری شده از استان خوزستان صورت گرفت. بذور مشکوک به مقاومت از مزارع گندمی جمع‌آوری شدند که کشاورزان از کارایی باریک برگ‌کش‌های رایج در آن رضایت نداشته و حداقل ۴ تا ۵ سال سابقه مصرف یکی از علفکش‌های بازدارنده ACCase را داشته و پس از مصرف یکی از علفکش‌های فوق، هنوز هم آن مزارع به علف‌هرز یولاف

### جدول ۱- مشخصات و تاریخچه مصرف علفکش‌ها در بیوتیپ‌های مشکوک به مقاومت یولاف وحشی

Table 1- Field and history of thirteen acetyl-CoA inhibitor-resistant wild oat populations.

Code of Population	Province	Herbicides applied during 5 years before the seed gathering
SH1/86	Shush	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
AN7/85	Andimeshk	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
DA1/85	Dasht azadegan	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
AN4/85	Andimeshk	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
SH1/85	Shush	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
AN6/85	Andimeshk	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
A1/85	Ahvaz	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
AN8/84	Andimeshk	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
D2/86	Dezful	clodinafop propargyl+fenoxyprop, diclofop methyl
SH3/85	Shush	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
D/85	Dezful	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
AN14/84	Andimeshk	clodinafop propargyl+ tribenuron methyl
SH3/86	Shush	diflufenican + flumetsulam+ clodinafop propargyl

تر بوسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم، به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد خشک و سپس توزین شدند. سپس درصد گیاهان زنده باقی مانده و درصد وزن تر و خشک تک بوته زنده هر توده تیمار شده با علف‌کش نسبت به شاهد خودش (گلدان تیمار نشده با علف‌کش از همان توده) محاسبه شد.

در دستورالعمل‌های غربال کردن، واکنش گیاه به علف‌کش بر مبنای ارزیابی چشمی، میزان مرگ و میر و یا بازدارندگی رشد نسبت به گیاهان تیمار شده بر اساس وزن تر یا وزن خشک، مورد بررسی قرار می‌گیرد (Beckie *et al.*, 2000). ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) توده با حداقل ۸۰٪ درصد وزن خشک و ۵۰٪ درصد گیاهان زنده نسبت به شاهد بدون علف‌کش را به عنوان توده مقاوم (Resistant)، ۵۰٪ درصد وزن خشک و گیاهان زنده، به عنوان توده احتمالاً مقاوم (Possibly resistant) و در غیر این دو حالت به عنوان توده حساس (Susceptible) شناسایی می‌کنند.

موس و همکاران (Moss *et al.*, 1999) در انگلستان برای مشخص کردن تفاوت درجه مقاومت بر اساس پاسخ گیاه به تک دز استفاده شده در غربال کردن توده‌های مقاوم از سیستم رتبه بندی ستاره<sup>۳</sup> استفاده کردند. در این سیستم درصد کاهش وزن تر بین حساس و صفر به ۵ قسمت مساوی تقسیم شد. در سیستم دیگری به نام سیستم رتبه بندی R که در واقع بازبینی شده سیستم رتبه بندی ستاره ای است ۴ بخش وجود دارد. در شکل ۱ شمایی از این دو سیستم رتبه بندی دیده می‌شود.

و گلدان‌های کشت شده در گلخانه‌ای با شرایط (۱۶ ساعت روشنایی، دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۱۵ درجه سانتیگراد) قرار داده شدند (Bena Kashani *et al.*, 2010). تیمار علف‌کش در مرحله ۴-۳ برگی یولاف وحشی توسط دستگاه سمپاش ثابت با نازل متحرک با پاشش یکنواخت<sup>۱</sup> زردرنگ با عرض پاشش ۱ متر و بر اساس پاشش ۱۹۴ لیتر در هکتار با فشار پاشش ۲ بار محلول سم صورت گرفت.

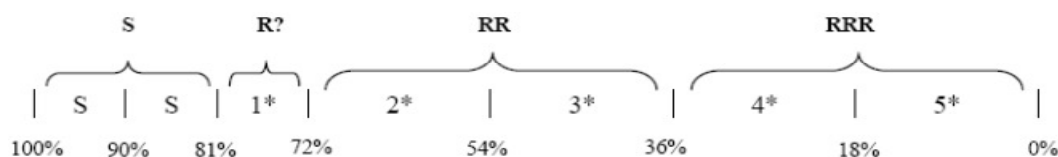
### آزمایش غربال با علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل

ابتدا به منظور تشخیص اولیه توده‌های مقاوم به باریک برگ کاش کلودینافوپ- پروپارژیل آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ۱۴ توده یولاف وحشی (۱۳ توده مشکوک به مقاومت به علف‌کش و ۱ توده حساس) بود. برای هر گلدان سم پاشی شده نیز یک گلدان شاهد بدون سم پاشی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سم پاشی با دز توصیه شده علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل به میزان ۰/۸ لیتر در هکتار از فرم تجاری علف‌کش (۸٪ EC) انجام شد. قبل از سم پاشی بوته‌های داخل هر گلدان تنک شده و برای کاهش قدرت رقابتی به تعداد ۷ بوته در هر گلدان کاهش یافت. بعد از پاشش علف‌کش به مدت چهار هفته، هر ۷ روز یکبار گلدان‌ها بر اساس نمره‌دهی سیستم استاندارد اروپایی (EWRC<sup>۲</sup>) نمره‌دهی شدند (Sandral *et al.*, 1997). در هفته چهارم بعد از سم پاشی، بعد از ثبت تعداد گیاهان زنده داخل هر گلدان، گیاهان زنده از سطح خاک برداشت و بعد از اندازه گیری وزن

<sup>۱</sup> Even nozzle

<sup>۲</sup> European Weed Research Council

<sup>۳</sup> Asterrisk rating



شکل ۱- سیستم رتبه بندی ستاره و R برای تشخیص تفاوت درجه مقاومت، بر اساس واکنش به تک دز علفکش‌ها در آزمایش غربال مقاومت.

Figure 1- The Asterisk rating and R rating systems for designating different degree of resistance based on responses to single doses of herbicides in resistance-screening assays.

نرم افزار Sigma plot ver.10 انجام گرفت. قابل ذکر است که ابتدا تابع لجستیک چهار پارامتره به داده‌ها برازش داده شد و به دلیل عدم تفاوت معنی دار حد پایین منحنی‌ها با صفر از معادله لجستیک سه پارامتره بهره گرفته شد.

معادله [1]

$$Y = \frac{D}{1 + e^{b[\log(X) - \log(e)]}}$$

در این معادله  $Y$  = میزان پاسخ (درصد نسبت به شاهد) در دز  $X$ ،  $X$  = غلظت علفکش،  $D$  = حد بالای منحنی،  $b$  = شیب منحنی در نقطه  $GR_{50}$  و  $e$  = میزان  $GR_{50}$  می‌باشد. درجه مقاومت (R/S) توده‌ها نیز بر اساس تقسیم  $GR_{50}$  هر توده بر  $GR_{50}$  توده حساس بدست آمد.

### بررسی مقاومت عرضی توده‌های مقاوم به گروه‌های مختلف علف‌کشی

به منظور بررسی مقاومت عرضی و تاثیر علفکش‌های گروه‌های مختلف علف‌کشی بر توده‌های مقاوم آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. کلیه مراحل کشت، سم پاشی و یادداشت برداری مشابه آزمایش‌های قبل بود. سم پاشی در مرحله ۲-۴ برگی یولاف وحشی صورت گرفت. علفکش‌های مورد آزمایش، نام تجاری، مکانیزم عمل، فرمولاسیون و دز مصرفی آنها (توصیه شده) در جدول ۲ ارایه شده است.

به منظور ارزیابی دقیق تر تاثیر علفکش‌های جدید بازدارنده ACCase (پینوکسادن و کلودینافوپ پروپارژیل+پینوکسادن)، توده‌های مورد آزمایش علاوه بر دز توصیه شده با یک و نیم

### آزمایش واکنش به دز علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل

به منظور بدست آوردن درجه مقاومت توده‌هایی که در آزمایش غربال کردن در برابر دز توصیه شده علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل مقاومت نشان دادند، آزمایش واکنش به دز برای هر توده به صورت جداگانه ولی همزمان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ده دز از علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل (۱/۰ تا ۱۶ برابر دز توصیه شده) بود. دز توصیه شده علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل ۰/۸ لیتر در هکتار علفکش (EC %/۸) می‌باشد. دزها عبارت بودند از: ۰، ۶/۴، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶، ۳۸۴، ۵۲۸، ۱۰۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار. در این آزمایش بوته‌های یولاف وحشی در مرحله ۲-۴ برگی (حدود ۳-۴ هفته بعد از کاشت) توسط دستگاه سم پاش با نازل پاشش یکنواخت متحرک، سم پاشی شدند. کلیه مراحل سمپاشی، داشت، شرایط گلخانه‌ای مشابه آزمایش غربال کردن بود.

بعد از سم پاشی چهار نوبت نمره‌دهی بوته‌ها بر اساس سیستم نمره‌دهی استاندارد EWRC به فاصله یک هفته انجام شد و چهار هفته بعد از سم پاشی، درصد گیاهان زنده باقی مانده و درصد وزن تر و خشک تک بوته زنده هر توده تیمار شده با علفکش نسبت به شاهد (علفکش نخورده از همان توده) محاسبه شد.

تجزیه رگرسیونی داده‌های دز-پاسخ از طریق برازش تابع لجستیک سه پارامتره (Streibig, 1988)؛ Seefeldt et al., 1995) (معادله ۱) به داده‌ها بدست آمده و با استفاده از

همکاران (Moss *et al.*, 2007) استفاده شد (Zand *et al.*, 2009). در این روش برای کنترل با بیش از ۸۰ درصد از واژه "کنترل بسیار خوب تا مطلوب"،

کنترل بین ۷۰ تا ۸۰ درصد از واژه "کنترل کمی مطلوب"، کنترل ۵۰ تا ۷۰ درصد از واژه "کنترل ضعیف"، کنترل بین ۳۰ تا ۵۰ درصد از واژه "کنترل بسیار ضعیف" و کنترل کمتر از ۳۰ درصد از واژه "بدون تاثیر" استفاده شد.

و دو برابر دز توصیه شده این علف‌کش‌ها نیز سم پاشی شدند. به‌منظور کاهش خطای آزمایشی، کشت گل‌دانه‌ها و سمپاشی گیاهان برای هر تکرار همه توده‌ها به صورت همزمان صورت گرفت.

در این تحقیق برای سهولت نتیجه‌گیری میزان تاثیر علف‌کش‌های مختلف بر توده‌ها، از روش توصیفی مشابه روش استاندارد EWRC (Sandral, 1997) و روش موس و

### جدول ۲- مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش

Table 2- Characteristics of the Studied Herbicides

Common name	Trade name	Mode of action	Formulation	Dose (per hectare)
diclofop-methyl	Illoxan	ACCCase inhibitor (Fop)	36% EC	2.5 lit
tralkoxydim	Grasp	ACCCase inhibitor (Dim)	25% SC	2.5 lit + 5 cc/L Volk oil
setoxydim	Nabu-S	ACCCase inhibitor (Dim)	12.5% EC	3 lit
pinoxaden	Axial	ACCCase inhibitor (Den)	10 % EC	0.45 lit + 5 cc/L Oil
clodinafop-propargyl+pinoxaden	Traxos	ACCCase inhibitor (Fop+ Den)	(22.5+22.5)% EC	1.5 lit
sulfosulfuron+ metsulfuron	Total	ALS inhibitor	(15+75) % EC	45 g
iodosulfuron methyl sodium+ mezosulfuron methyl+ mefen pyr diethyl	Chevalier	ALS inhibitor	6% W	350 g + 2 cc/L Cytogate
iodosulfuron+ mezosulfuron+ mefen diethyl	Atlantis	ALS inhibitor	1.2% OD	1.5 lit
difenzoquat	Avenge	Lipid synthesis inhibitor	25% SL	4 lit
flamprop-M-isopropyl	Suffix B.W	Unknown	10 % EC	4 lit

### نتایج و بحث

#### آزمایش غربال توده‌ها

بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) که درصد وزن خشک و گیاه زنده و درصد خسارت بر اساس ارزیابی چشمی مورد بررسی قرار می‌گیرند، توده‌های SH1/86 و SH1/85 و SH3/85 به عنوان توده‌های احتمالاً مقاوم (درصد وزن خشک و گیاه زنده نسبت به شاهد بدون علف‌کش بیش از ۵۰٪)، توده S به عنوان توده حساس و سایر توده‌ها به عنوان توده مقاوم (درصد وزن خشک نسبت به شاهد بدون علف‌کش بیش از ۸۰٪ و درصد گیاه زنده بیش از ۵۰٪) شناخته شدند (جدول ۳).

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در دز توصیه شده علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل، توده حساس بطور کامل از بین رفت و صد در صد گیاهان سایر توده‌ها زنده باقی ماندند، اما بین درصد وزن تر و خشک گیاه زنده نسبت به شاهد بدون علف‌کش توده‌ها و درصد خسارت ارزیابی چشمی بیوتیپ‌ها اختلاف معنی داری از نظر سطوح آماری وجود داشت.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده توده‌های یولاف وحشی، ۴ هفته پس از سم‌پاشی با علفکش کلودینافوپ پروپارژیل

Table 3- Mean comparison of studied traits in wild oat four weeks after spraying clodinafop-propargyl

Population	% Survival plant	Fresh weight (% of control)	Dry weight (% of control)	Visual rating
SH1/86	100 a	85.18 abc	71.50 bc	5 de
AN7/85	100 a	76.61 c	79.99 abc	15 cd
DA1/85	100 a	89.39 abc	82.28 ab	5 de
AN4/85	100 a	100 a	91.9 ab	0 e
SH1/85	100 a	81.66 bc	65.51 bc	20 c
AN6/85	100 a	100 a	80.44 abc	12.5 cd
A1/85	100 a	96.68 ab	85.87 ab	7.5 cde
AN8/84	100 a	100 a	85.82 ab	12.5 cde
D2/86	100 a	100 a	99.06 a	0 e
SH3/85	100 a	62.54 d	58.35 c	50 b
D/85	100 a	100 a	100 a	0 e
AN14/84	100 a	94.69 ab	79.38 abc	20 c
SH3/86	100 a	85.48 abc	86.22 ab	10 cde
S	0 b	0 d	0 d	100 a

\*In each column, means with same letter do not differ at 0.05 probability level according to Duncan multiple range tests

بوته در اثر اعمال علفکش، درصد ماده خشک افزایش می‌یابد (جدول ۴). این موضوع به این دلیل است که اگر گیاه سالمی (گیاهی که تحت تاثیر علفکش قرار نگرفته است) خشک شود حدوداً ۹۰٪ از وزن تازه خود را از دست می‌دهد. در حالیکه اگر گیاه آسیب دیده از علفکش که تعداد زیادی برگ‌های مرده دارد را خشک کنیم، حدوداً ۵۰٪ وزن خود را از دست می‌دهد، در نتیجه درصد ماده خشک آن نسبت به درصد ماده خشک گیاه سالم بیشتر خواهد شد. بنابراین با بدست آوردن وزن خشک، تفاوت بین گیاه سالم و صدمه دیده از بین خواهد رفت و درصد کاهش وزن خشک نمی‌تواند میزان دقیق خسارت وارد شده به گیاه توسط علفکش را نشان دهد.

موس و همکاران (Moss *et al.*, 2007)، درصد کاهش وزن تر اندام هوایی گیاهان را نسبت به شاهد به عنوان معیار رتبه بندی قرارداداده اند. مطابق این روش، در همه توده‌ها غیر از توده SH3/85، مقاومت تا حد زیادی مسلم تشخیص داده شد و علفکش بی تاثیر بود (درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد ۳۶-۰٪)، در توده SH3/85 نیز بروز مقاومت مسلم است و کارایی علفکش کاهش یافته است (درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد ۷۲-۳۶٪) و توده S نیز به عنوان توده حساس (درصد کاهش وزن تر بیش از ۸۱٪) شناخته شد.

در جدول ۴، وزن تر تک بوته و درصد ماده خشک شاهد (بدون علفکش) و تیمار شده با علفکش توده‌ها آورده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که با کاهش وزن تر تک

جدول ۴- مقایسه تاثیر علف‌کش بر وزن تر و ماده خشک توده‌ها

Table 4- Comparing the effect of herbicide on fresh weight and dry matter

Population	Type of treat	Means of fresh weight (g plant <sup>-1</sup> )	% Dry matter
SH1/86	Untreated	2.80	9.25
	Treated	2.04	10.16
AN7/85	Untreated	2.63	8.61
	Treated	0.99	12.17
DA1/85	Untreated	2.21	8.72
	Treated	1.62	8.33
AN4/85	Untreated	2.82	9.35
	Treated	1.58	9.32
SH1/85	Untreated	2.78	9.18
	Treated	1.05	12.65
AN6/85	Untreated	2.58	9.46
	Treated	1.56	10.68
A1/85	Untreated	2.36	8.80
	Treated	1.35	10.31
AN8/84	Untreated	2.61	9.06
	Treated	1.64	12.57
D2/86	Untreated	3.07	8.96
	Treated	1.62	9.50
SH3/85	Untreated	2.74	8.41
	Treated	0.79	14.11
D/85	Untreated	2.76	9.52
	Treated	2.39	9.67
AN14/84	Untreated	2.97	8.48
	Treated	1.56	8.94
SH3/86	Untreated	2.45	9.02
	Treated	0.76	14.63

موس و همکاران (Moss *et al.*, 2007) نیز در ارزیابی توده های مقاوم، از درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد، استفاده کردند. به این دلیل بررسی نتایج سایر آزمایش‌های انجام گرفته در این تحقیق بر اساس درصد وزن تر و ارزیابی چشمی صورت خواهد گرفت.

از طرفی بررسی همبستگی بین درصد خسارت صفات مختلف اندازه گیری شده برای توده‌های مختلف نشان داد که بیشترین ضریب همبستگی، بین درصد کاهش وزن تر و درصد خسارت بر اساس ارزیابی چشمی (۰/۹۴) می‌باشد (جدول ۵). بنابراین استفاده از درصد کاهش وزن تر نسبت به درصد کاهش وزن خشک نتایج دقیق تری را ارائه می‌دهد.

جدول ۵- همبستگی پیرسون بین درصد کاهش وزن تر، وزن خشک و ارزیابی چشمی

Table 5. Pearson correlation between reduction percentage in fresh weight, dry weight and survival plants

	% Reduction in survival plants	% Reduction in fresh weight	% Reduction in dry weight
% Reduction in foliage fresh weight	0.48 **		
% Reduction in dry weight	0.60 **	0.76 **	
Visual rating (% injury)	0.49 **	0.94 **	0.85 **

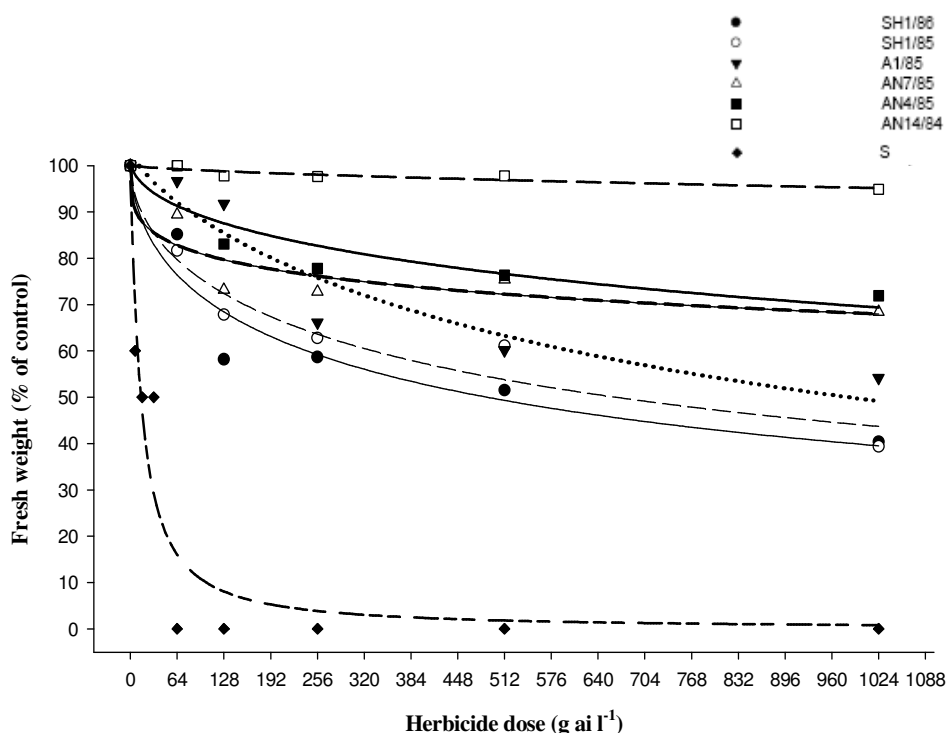
Correlation is significant at the 0.01 level \*\*



### آزمایش واکنش به دز

نتایج حاصل از واکنش توده‌ها به دزهای مختلف علفکش کلودینافوپ-پروپارژیل نشان داد که همه توده‌ها به این علفکش مقاوم می‌باشند اما میزان درجه مقاومت بین توده‌ها متفاوت بود (جدول ۶). بدلیل تعداد زیاد توده‌ها و تراکم زیاد منحنی‌ها، منحنی‌های دز- پاسخ تعدادی از توده‌های مقاوم به عنوان نماینده نشان داده شده است. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در توده‌های مقاوم با افزایش دز مصرفی علفکش، شیب کاهش درصد وزن تر توده‌ها نسبت به شاهد کم می‌باشد که این موضوع بیانگر درجه مقاومت بالای توده‌ها است (جدول ۶). همانگونه که قبلاً ذکر شد درجه مقاومت توده‌ها با هم متفاوت بود و بطور کلی توده‌ها به غیر از توده حساس به دو دسته با درجه مقاومت بسیار بالا و درجه مقاومت بالا تقسیم می‌شوند (جدول ۶). روند واکنش

توده SH3/86 مانند توده SH1/85 بود و سایر توده‌ها نیز روند پاسخی، مشابه توده‌های AN7/85, AN4/85 داشتند. نکته قابل توجه این است که توده‌های SH1/85, SH1/86 و SH3/85 که بر اساس روش ادکینز و همکاران (Adkins *et al.*, 1997) به عنوان توده‌های احتمالاً مقاوم شناخته شده بودند، به ترتیب در ۷/۴۲، ۲۲/۰۳ و ۶/۴۹ برابر دز توصیه شده تنها ۵۰٪ از وزن تر خود را از دست داده بودند و درجه مقاومت آنها به ترتیب ۳۲/۲۸، ۴۵/۲۸ و ۲۸/۲۲ بدست آمد. بنابراین این توده‌ها نیز کاملاً مقاوم شناخته شده و تنها درجه مقاومت آنها نسبت به سایر توده‌ها کمتر بود (جدول ۶). در نتیجه هرچند استفاده از وزن خشک برای تشخیص بروز یا عدم بروز مقاومت تا حد زیادی نتایج صحیحی را به ما ارائه می‌دهد، اما با استفاده از درصد وزن تر می‌توان توده‌ها را با دقت بیشتری از نظر مقاومت رتبه بندی کرد.



شکل ۲ - واکنش توده‌های حساس و برخی از توده‌های مقاوم به دزهای مختلف علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل از نظر درصد وزن تر اندام هوایی گیاه زنده نسبت به شاهد. خطوط نشان دهنده خط برازش داده شده و علامت‌ها نشان دهنده داده‌های واقعی می‌باشند.

Figure 2- Effect of different concentrations of clodinafop- propargil herbicide on fresh weight of susceptible and some resistant populations, as a percentage of untreated controls. Symbols and lines represent actual and estimated response of resistant and susceptible populations, respectively.

جدول ۶- پارامترهای برآورد شده از برازش توابع لجستیک سه پارامتره به داده‌های درصد وزن تر توده‌های یولاف وحشی نسبت به شاهد

Table 6- Parameter estimates of the fresh foliage weight of the wild oat population as a percentage of untreated control $\pm$ SE

Population	(d)	(b)	(e= GR <sub>50</sub> )	R/S	R <sup>2</sup>
SH1/86	100.79 $\pm$ 7.88	1.31 $\pm$ 0.41	475.19	32.28	0.92
AN7/85	99.68 $\pm$ 3.27	1.02 $\pm$ 0.18	> 1024	> 69.56	0.97
DA1/85	100.27 $\pm$ 5.99	0.67 $\pm$ 0.38	> 1024	> 69.56	0.85
AN4/85	98.61 $\pm$ 6.08	2.45 $\pm$ 0.29	> 1024	> 69.56	0.75
SH1/85	99.85 $\pm$ 5.65	1.35 $\pm$ 0.33	666.5	45.28	0.95
AN6/85	102.65 $\pm$ 6.80	1.67 $\pm$ 0.75	> 1024	> 69.56	0.86
A1/85	102.90 $\pm$ 7.85	1.85 $\pm$ 0.65	916.30	62.25	0.90
AN8/84	96.42 $\pm$ 2.90	7.28 $\pm$ 3.83	> 1024	> 69.56	0.91
D2/86	101.44 $\pm$ 6.48	1.18 $\pm$ 0.58	> 1024	> 69.56	0.83
SH3/85	99.94 $\pm$ 7.77	0.55 $\pm$ 0.33	415.41	28.22	0.92
D/85	100.02 $\pm$ 0.88	1.53 $\pm$ 0.77	> 1024	> 69.56	0.86
AN14/84	100.44 $\pm$ 5.13	1.27 $\pm$ 0.43	> 1024	> 69.56	0.91
SH3/86	101.59 $\pm$ 10.21	1.21 $\pm$ 0.54	661.01	44.91	0.86
S	98.20 $\pm$ 19.67	2.19 $\pm$ 1.48	14.72	-----	0.85

Y: dependent variable, x: the herbicide dose, e: GR<sub>50</sub>= Herbicide application rates required to inhibit growth by 50%, d: the Upper asymptote, b the shape of the curve. R/S: Dividing ID<sub>50</sub> of the resistant populations by the susceptible population.

سیکلوکسیدیم، کلودینافوپ، دیکلوفوپ، ترالکوکسیدیم و فلوزیفوپ رخ داده است. در صورتیکه مقاومت به علف‌کش‌های دیگر ACCase مورد بررسی دیده نشد. ساتین و همکاران (Sattin et al., 2001) نیز در یک پژوهش متوجه شدند که برخی از توده‌های یولاف وحشی مقاوم به دیکلوفوپ، به ترالکوکسیدیم نیز مقاومت عرضی دارند.

همچنین نتایج نشان دهنده مقاومت عرضی توده‌های AN7/85، DA1/85، AN4/85، AN6/85، AN8/84، D2/86 و AN14/84 به علف‌کش ستوکسیدیم می‌باشد در حالیکه سایر توده‌های مقاوم به این علف‌کش مقاومت نشان ندادند (جدول ۷).

علف‌کش پینوکسادن، توده‌های SH1/86، SH3/86، SH3/85 را مانند توده حساس کنترل کرد، اما در سایر توده‌ها نشانه‌های مقاومت پدیدار شده است (جدول ۷). در رابطه با علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل+پینوکسادن نیز بجز ۴ توده (SH3/85، SH1/85، D/85، AN6/85) که به این علف‌کش حساس بودند، در سایر توده‌ها نشانه‌های مقاومت پدیدار شده است (جدول ۷).

### مقاومت عرضی توده‌ها به علف‌کش‌های بازدارنده

#### ACCase

بر اساس روش موس و همکاران (Moss et al., 1999)، بررسی واکنش توده‌ها از نظر درصد کاهش وزن تر اندام هوایی نسبت به شاهد بدون علف‌کش در اثر اعمال علف‌کش‌های گروه‌های مختلف نشان داد که همه توده‌ها علاوه بر مقاومت به علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل، دارای مقاومت عرضی به دیکلوفوپ- متیل می‌باشند (درصد کاهش وزن تر نسبت شاهد بیش از ۸۱٪) (جدول ۷). در رابطه با علف‌کش ترالکوکسیدیم، مقاومت عرضی توده‌های AN4/85، DA1/85 و AN8/84 مسلم است و برای توده‌های AN7/85 و AN14/84 نشانه‌های مقاومت پدیدار شده است و ممکن است مقاومت گسترش یابد و شاید کارایی علف‌کش کاهش یابد. سایر توده‌ها نیز به این علف‌کش حساس بودند (جدول ۷).

دپرادو و همکاران (De Perado et al., 2004) در بررسی مقاومت عرضی یک توده مقاوم از *Setaria viridis* به دز توصیه شده علف‌کش‌های مختلف ACCase، مشاهده کردند که در این توده، مقاومت عرضی به علف‌کش‌های

چوکار و شارما (Chhokar & Sharma, 2008) نیز مشاهده کردند که توده‌های فالاریس با مقاومت زیاد به کلودینافوپ پروپارژیل و فنوکساپروپ پی اتیل، به علفکش پینوکسادن مقاومت عرضی کمی نشان دادند. دلیل آن اینست که این دو علفکش متعلق به گروه‌های شیمیایی متفاوت هستند اما محل عمل یکسان این علفکش‌ها باعث مقاومت عرضی شده است.

ساسانفر (Sasanfar, 2008) با بررسی مقاومت عرضی پنج توده یولاف وحشی جمع‌آوری شده از استان فارس به علفکش‌های بازدارنده ACCase، مقاومت عرضی توده‌ها را به علفکش‌های کلودینافوپ- پروپارژیل و ستوکسیدیم تأیید کردند. در این میان دو توده به هر سه علفکش کلودینافوپ- پروپارژیل، پینوکسادن و ستوکسیدیم مقاومت عرضی نشان دادند ولی دو توده در برابر علفکش پینوکسادن از توده حساس نیز حساس‌تر بودند.

جدول ۷- مقاومت عرضی توده‌های یولاف وحشی به علف‌کش‌های آریلوکسی فنوکسی پروپیونات، سیکلوهگزاندیون و فنیل پیرازول بر اساس درصد کاهش

وزن تر نسبت به شاهد

Table 7- Cross resistance of wild oat populations to Aryloxypropionate, Cyclohexanedion and phenylpyrazole herbicides based on percentage of reduction in foliage weight relative to untreated

Population	Reduction in fresh weight (% of Control) and Resistance rating according to asterisk rating											
	clodinafop-propargyl		diclofop-methyl		sethoxydim		tralkoxydim		pinoxaden		clodinafop- propargyl+ pinoxaden	
SH1/86	14.8	RRR	5.8	RRR	100	S	89.9	S	81.3	S	75.1	R?
AN7/85	33.6	RRR	23.9	RRR	41.4	RR	78.7	R?	77.6	R?	75.9	R?
DA1/85	10.6	RRR	0	RRR	46.4	RR	68	RR	76.6	R?	74.9	R?
AN4/85	0	RRR	7.8	RRR	9.5	RRR	70.8	RR	72.5	R?	76.5	R?
SH1/85	18.3	RRR	12.6	RRR	86.9	S	84.8	S	76.6	R?	80.9	R?
AN6/85	0	RRR	36	RRR	42.4	RR	81.2	S	73.2	R?	79	R?
A1/85	3.4	RRR	5.6	RRR	80.7	S	87.1	S	73.2	R?	78.6	R?
AN8/84	0	RRR	1.3	RRR	3.9	RRR	67.5	RR	73.4	R?	73.2	R?
D2/86	0.0	RRR	8.7	RRR	23.6	RRR	83.6	S	73.8	R?	74.8	R?
SH3/85	37.5	RR	8.6	RRR	96.3	S	82.8	S	91	S	83.5	S
D/85	0.0	RRR	5.7	RRR	82.0	S	80.7	S	78.1	R?	81.2	S
AN14/84	5.3	RRR	14.5	RRR	17.6	RRR	73.8	R?	75.6	R?	78.6	R?
SH3/86	14.5	RRR	19.0	RRR	83.5	S	92.2	S	88	S	74.8	R?
S	100.0	S	81.0	S	100	S	100	S	100	S	81.3	S

S= Percentage of reduction in foliage weight relative to untreated >81%  
 R? =72-81% , RR=36-72%, RRR=0-36%

پروپارژیل+پینوکسادن همه‌ی توده‌ها بطور کامل از بین رفتند. در آزمایش اولداگ و همکاران (Uludag. et al., 2008) نیز پینوکسادن با ۲ برابر دز توصیه شده کلیه توده‌های مقاوم یولاف وحشی (*Avena fatua*) را کنترل کرد.

اثر علف‌کشی سولفوسولفورون+متسولفورون برای اکثر توده‌های مقاوم مورد بررسی کمی مطلوب بود (بیش از ۷۰٪) و کنترل توده‌های مقاوم SH1/86، SH3/85، D/85 و AN14/84 توسط این علف‌کش مانند توده حساس، مطلوب (بیش از ۸۰٪) بود (جدول ۸). علف‌کش شوالیه نیز کنترل مطلوبی برای توده‌های مقاوم داشته و اثر کنترلی این علف‌کش برای توده‌های SH1/85 و AN14/84 در حد مطلوب بود. تاثیر علف‌کش یدوسولفورون+مزوسولفورون+مفن دی اتیل بر کنترل توده‌های مقاوم بسیار خوب یا مطلوب بود و بجز توده‌های AN8/84، DA1/85 و D2/86 (با کاهش ۸۰-۷۰٪)، درصد خسارت وزن تر و درصد خسارت چشمی سایر توده‌ها مانند توده‌ی حساس بیش از ۸۰٪ بود (جدول ۸).

علف‌کش دیفنزوکوات توده‌های AN7/85، AN6/85، D/85 و SH3/86 را مانند توده‌ی حساس، کمی مطلوب و سایر توده‌ها را در حد ضعیف کنترل کرد (درصد خسارت وزن تر و درصد خسارت چشمی، ۷۰-۵۰٪). علف‌کش فلیم پروپ-ام-ایزوپروپیل نیز بجز کنترل کمی مطلوب دو توده AN7/85 و SH3/85 مانند توده‌ی حساس برای سایر توده‌ها در حد ضعیف بود (جدول ۸).

بطور کلی علف‌کش‌های بازدارنده ALS مورد بررسی توانستند کنترل خوبی بر توده‌های مقاوم داشته باشند. بویژه تاثیر کنترلی علف‌کش یدوسولفورون+مزوسولفورون+مفن دی اتیل بر توده‌های مقاوم بسیار قابل توجه بود بطوری که این علف‌کش توانست ۸۰٪ توده‌های مقاوم را در حد خوب یا مطلوب و ۲۰٪ را کمی مطلوب کنترل کند. با استفاده از این علف‌کش‌ها می‌توان با جلوگیری از تولید بذر توده‌های مقاوم، به مرور زمان بانک بذور مقاوم خاک را تخلیه کرد. نکته قابل توجه

بطورکلی توده‌های مورد بررسی را از نظر مقاومت عرضی می‌توان بصورت زیر دسته بندی کرد:

۱- توده‌ها یی که به کلیه علف‌کش‌های بازدارنده ACCase مقاومند (بیوتیپ‌های AN7/85، AN8/84، DA1/85، AN4/85، AN14/84). ۲- توده‌هایی که به علف‌کش‌های فوپ، دن و ترکیب آنها مقاوم و از علف‌کش‌های دیم، به ستوکسیدیم مقاوم و به ترالکوسیدیم حساس می باشند (بیوتیپ‌های AN6/85 و D2/86) ۳- توده‌هایی که به علف‌کش‌های فوپ و فوپ+دن مقاوم و به علف‌کش‌های دیم و دن حساس می باشند (بیوتیپ‌های SH1/86 و SH3/8) ۴- توده‌هایی که فقط به علف‌کش‌های فوپ مقاوم و به علف‌کش‌های دیگر حساس می باشند (بیوتیپ SH3/85). بنابراین توده‌های مورد بررسی از نظر مقاومت به گروه‌های مختلف علف‌کش‌های بازدارنده ACCase رفتارهای متفاوتی نشان دادند. بورجویس و موریسون (Bourgeois & Morrison, 1997)، نیز بیان داشتند که علف‌های هرز باریک برگ مقاوم به بازدارنده‌های استیل کوآنزیم-ا از نظر مقاومت عرضی دارای الگوهای متنوعی می‌باشند.

### تاثیر علف‌کش‌های مختلف بر کنترل توده‌های مقاوم

نتایج حاصل از تاثیر علف‌کش‌های مختلف بر درصد خسارت (ارزیابی چشمی) و درصد کاهش وزن تر توده‌های مورد بررسی در جدول ۸ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود علف‌کش پینوکسادن درصد وزن تر اندام هوایی توده‌های SH1/86، SH3/85، SH3/86 را همانند توده‌ی حساس بیش از ۸۰٪ (۴ یا بسیار خوب) و سایر توده‌ها را بین ۷۰-۸۰٪ (۳ یا کمتر مطلوب یا خوب) کاهش داد (جدول ۸). درصد خسارت توده‌ها در اثر تیمار با علف‌کش نیز مشابه درصد کاهش وزن تر آنها بود. تاثیر علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل+پینوکسادن نیز بر توده‌های SH1/85، AN6/85، SH3/85 و D/85 بسیار خوب یا مطلوب و بر سایر توده‌ها کمی مطلوب بود (جدول ۸). با کاربرد یک و نیم برابر دز توصیه شده علف‌کش‌های پینوکسادن و کلودینافوپ

در نهایت با توجه به گسترش مقاومت و بویژه مقاومت عرضی در استان خوزستان باید تدابیر جامعی در رابطه با مدیریت علف‌هرز مقاوم یولاف وحشی اندیشید و با کنترل تلفیقی، سهم کنترل شیمیایی را در برنامه‌های مدیریتی کاهش داد تا از گسترش هرچه بیشتر مقاومت به بازدارنده‌های ACCase و احتمال بروز مقاومت به سایر گروه‌های علف‌کشی جلوگیری کرد.

اینست که علف‌کش‌های بازدارنده ALS از علف‌کش‌های پر خطر از نظر امکان بروز مقاومت می‌باشند، بنابراین تناوب استفاده از این علف‌کش‌ها باید در مدیریت مقاومت مد نظر قرار گرفته و به استفاده از آنها در کنار سایر روش‌ها توجه شود.

علف‌کش‌های گروه دن و مخلوط فوپ و دن نیز به خوبی توده‌های مقاوم را کنترل کردند، اما به دلیل اینکه در بسیاری از توده‌ها نشانه‌های مقاومت پدیدار شده است، بهتر است در استفاده از آنها دقت لازم صورت گیرد.

جدول ۸ - تاثیر علف‌کش‌های گروه‌های مختلف بر درصد کاهش وزن تر توده‌های مقاوم و حساس

Table 8- Effect of different herbicides on percentage reduction of foliage weight of resistant and susceptible populations

Mode of action	Chemical group	Common name (Trade name)	Population														
			SH1/86	AN7/85	DA1/85	AN4/85	SH1/85	AN6/85	A1/85	AN8/84	D2/86	SH3/85	D/85	AN14/84	SH3/86	S	
ACCase	FOP	clodinafop- propargyl (Topik)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1*	-	-	-	4*
		diclofop-methyl (Illoxan)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DIM	sethoxydim (Nabu-S)	4*	1*	1*	-	4*	1*	4*	-	-	4*	3*	-	3*	4*	4*
		tralkoxydim (Grasp)	4*	3*	1*	3*	4*	4*	4*	2*	4*	4*	4*	3*	4*	4*	4*
	DEN	pinoxaden (Axial)	4*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	4*	3*	3*	4*	4*
	FOP+DEN	clodinafop-propargyl+ pinoxaden (Traxos)	3*	3*	3*	3*	4*	4*	3*	3*	3*	4*	4*	3*	3*	4*	4*
ALS	Sulfonylurea	iodofulforon+mezosulforon+mefen diethyl (Chevalier)	3*	3*	3*	3*	4*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	4*	2*	3*	
		sulfosulforon+ metsulforon (Total)	4*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	4*	4*	4*	3*	4*	
		iodofulforon+mezosulforon+mefen diethyl (Atlantis)	4*	4*	3*	4*	4*	4*	4*	3*	3*	4*	4*	4*	4*	4*	4*
Other	Lipid synthesis inhibitor	difenzoquat (Avenge)	2*	3*	2*	2*	2*	3*	2*	2*	2*	2*	3*	2*	3*	3*	
	Unknown	flam prop-M-izopropyl (Suffix B.W)	2*	3*	1*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	3*	2*	2*	2*	3*	

4\* = Percentage of reduction in foliage weight relative to untreated > 80%, 3\* = 70-80%, 2\* = 50-70%, 1\* = 30-50% , - = < 30% (Zand *et al.*, 2009)

منابع

- Adkins, S. W., Wills, D., Boersma, M., Walker, S. R., Robinson, G. Mcleod, R. J. and Einam, J. P. 1997. Weeds resistant to chlorsulfuron and atrazine from the north-east grain region of Australia. *Weed Res.* 37: 343-349.
- Aghajani, Z. 2010. Investigation of multiple-resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) populations collected from Khuzestan province to ACCase and ALS Inhibitor herbicides. MSc thesis, Azad Islamic University.
- Ball, D. A., Frost, S. M. and Bennett, L. H. 2007. ACCase-Inhibitor herbicide Resistance in downy brome (*Bromus tectorum*) in Oregon. *Weed Sci.* 55: 91-94.
- Beckie, H. J., Hall, L. M. and Tardif, F. J. 2001. Impact and management of herbicide-resistant weeds in Canada. Brighton. Crop Protection Conference Weeds. Farnham, BC PC. 747-754.
- Beckie, H. J., Heap, I. M., Smeda, R. J. and Hall, L. M. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technol.* 14: 428-445.
- Bena Kashani, F., E. Zand., and H. M. Alizadeh 2010. Study on diclofop-methyl resistance in wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.): A comparison between the whole plant bioassay and the seed bioassay. *Appl. Entomol PhytoPathol.* 78: 1-14
- Bena Kashani, F., Zand E. and Alizadeh, H. M. 2006. Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes to Clodinafop-propargil herbicide. *Entomol Phyto Pathol.* 2: 127-151. (In Persian)
- Bourgeois, L. and Morrison, I. N. 1997. A survey of ACCase inhibitor resistant wild oat in a high risk township in Manitoba. *Can. J. Plant Sci.* 77: 703-708.
- Chaudhry, O. 2008. Herbicide-resistance and weed-resistance management. International Publishing House, New Delhi. India. [www.drozairchaudhry.com/Book%20Chapter%20I.doc](http://www.drozairchaudhry.com/Book%20Chapter%20I.doc). October 15, 2008
- Chhokar, R. and Sharma, R. K. 2008. Multiple herbicide resistance in littleseed canarygrass (*Phalaris minor*): A threat to wheat production in India. *Weed Bio and Manage* 8: 112-123.
- De Prado, R., Gonzalez-Gutierrez, J., Menendez, J., Gasquez J., Gronwald, J. W. and Gimenez-Espinosa, R. 2000. Resistance to acetyl CoA carboxylase inhibiting herbicides in *Lolium multiflorum*. *Weed Sci.* 48: 311-318.
- De Prado, R., Osuna, M. and Fischer, A. J. 2004. Resistance to ACCase inhibitor herbicides in a green foxtail (*Setaria viridis*) biotype in Europe. *Weed Sci.* 52: 506-512.
- Devine, M. D. 1997. Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. *Pesticide Science* 51: 259-264.
- Eleni, K. S., Tal, A. and Rubin, B. 2000. Diclofop-resistant *Lolium rigidum* from northern Greece with cross-resistance to ACCase inhibitors and multiple resistance to chlorsulfuron. *Pest Manag Sci.* 56: 1054-1058.
- Fathi, G. 2004. Competitive effects of wild oat on growth and yield of cultivars in Khuzestan conditions. 16<sup>th</sup> Iran Plant Protect congress.
- Heap, I. M. 2011. International survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org>. Accessed: Wednesday, December 22, 2011.
- Heap, I. M. and Morrison, I. N. 1996. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.* 44: 25-30.
- LeBaron, H. M. and Gressel, J. 1982. Herbicide resistance in plants. New York. John Wiley & Sons. 401p.
- Metzger, J. D. 1983. Promotion of germination of dormant weed seeds by substituted phthalimides and gibberllic acid. *Weed Sci.* 31: 285-289.
- Minbashi moeini, M., Baghestani, M. A., Ahmadi, A., Abtali, Y., Esfandiari, H., Adim, H., Barjesteh, A., Bagherani, N., YounesAbadi, M., PourAzar, A., Jahedi, A., Jafarzadeh, N., Jamali, M., Hoseini, S. M., Nowrooz Zadeh, S., Delghandi, M., AghaBeigi, F., Sajedi, S., Javadi, B. and Moosavi, M. 2008. Analytical approach to weed management of irrigated wheat fields of Iran (from 2000 to 2005). 2<sup>nd</sup> National Weed Sci Congress.
- Moss, S. R., Clarke, J. H., Blair, A. M., Culley, T. N., Read, M. A., Ryan, P. J. and Turner, M. 1999. The occurrence of herbicide-resistant grass-weeds in the United Kingdom and a new system for designating resistance in screening assay. Pages 179-184 in Proceeding of the Brighton Crop Protection Conference on Weeds. Hampshire, UK: BCPC.
- Moss, S. R., Perryman, S. A. M. and Tatnell, L. V. 2007. Managing herbicide-resistant blackgrass



- (*Alopecurus myosuroides*): Theory and practice. Weed Technol, 21: 300-309.
- Porter, D. J., Kopec, M. and Hofer, U. 2005. Pinoxaden-a new selective postemergence graminicide for wheat and barley. Weed Science Society of America. 45:95 [Abstract].
- Powles, S. B., Peterson, C. I., Bryan, B. and Jutsum, A. R. 1997. Herbicide resistance: Impact and management. Advance Agro. 58: 57-93.
- Sandral, G. H., Dear, B. S., Pratley, J. E. and Cullis, B. R. 1997. Herbicide dose response rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. Aust J Exp Agr. 37: 67-74.
- Sasanfar, H. M. 2008. Investigation of cross-resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) populations collected from Fars province to ACCase inhibitor herbicides. MSc thesis, Azad Islamic University.
- Sattin, M., Gasparetto, M. A. and Campagna, C. 2001. Situation and management of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* resistant to ACCase inhibitors in Italy. Pages 755-562 in Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds. Farnham, Great Britain: British Crop Protection Council.
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E. and Fuerst, E. P. 1995. Log-logestic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technol.9: 218-227
- Streibig, J. C. 1988. Herbicide bioassay. Weed Res. 28: 479-484.
- Uludag, A., Park, K.W., Cannon, J. and Mallory-Smith, A. 2008. Cross resistance of Acetyl-CoA carboxylase (ACCCase) inhibitor-resistant wild oat (*Avena fatua*) biotypes in the Pacific Northwest. Weed Technol. 22: 142-145.
- Zand, E., Baghestani, M. A., Porazar, R., Sabeti, P., Ghezeli, F., Khayami, M. M. and Razazi, A. 2009. Efficacy evaluation of Ultima (Nicosulfuron+Nimsulfuron), Lumax (Mesotrion+S-metolachlor+Terbuthlazine) and Amicarbazone (Dynamic) in comparison with current herbicide to control of weeds in corn. Agri Sci Technol. 23: 42-555. (In Persian).
- Zand, E., Benakashani, F., Alizadeh, H. M., Soufizadeh, S., Ramazani K., Maknali, A. and Fereydounpoor, M. 2006. Resistance to Aryloxyphenoxypropionate herbicides in wild oat (*Avena ludoviciana*). Iran J Weed Sci, 2: 17 – 31. (In Persian).
- Zand, S., Baghestani, M. A., Bena Kashani, F. and Dastaran, F. 2010. Study on the efficacy of some current herbicides for control of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) biotypes resistant and susceptible to Acetyl CoA Carboxylase (ACCCase) inhibitors. J Plant Protect,24:242-251. (In Persian)

## Investigation of the Cross Resistance to ACCase Inhibitor Herbicides in Wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) Populations from Khuzestan Province and Chemical Control of Resistant Populations

Fatemeh Bena Kashani<sup>1</sup>, Hamid Rahimian Mashhadi<sup>2</sup>, Eskandar Zand<sup>3</sup>, Hasan Alizadeh<sup>2</sup> and Mohammah Reza Naghavi<sup>2</sup>

1. PhD student of weed science, university of Tehran 2. Scientific member, university of Tehran 3. Scientific member of Iranian Research Institute of Plant Protection

### Abstract

Cross resistance of thirteen wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) populations collected from Khuzestan province, to Acetyl-CoA carboxylase (ACCase) inhibitors were investigated using by different methods. Also, another experiment was conducted to determination the alternative herbicides for control resistant populations. Experiments were include of populations screening, dose response of populations to clodinafop-propargyl, response of populations to chemical groups of ACCase inhibitors and effect of different herbicides on resistant populations. Investigation of different methods showed that percentage reduction of fresh weight and visual rating are the best trait to resistant determination. The levels of resistance of most populations were very high. Cross resistance to different groups of ACCase inhibitors pattern varied among populations. Result of different herbicides effect showed that Acetolactat syntase (ALS) inhibitors that were studied (Iodofulforon+Mezosulforon+Mefen Pier diethyl, Sulfosulforon+ Metsulforon and Iodofulforon+Mezosulforon+Mefen diethyl) could control resistant populations. The best treatment for control of populations was Iodofulforon+Mezosulforon+Mefen diethyl that controlled eighty and twenty percent of populations excellently and well, respectively. Pinoxaden and clodinafop-propargyl+pinoxaden could control resistant populations well. Because of early indications that resistance may be developing in most of populations and possibly reducing herbicide performance, it is important how to use of them.

**Key words:** Acetolactat syntase (ALS) inhibitors, Alternative herbicide, Iodofulforon+Mezosulforon+Mefen diethyl, Pinoxaden, Sulfosulforon+ Metsulforon.