

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۵، شماره ۲، اسفند ۱۳۸۶

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus sp.*) به
علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش
در برخی از مزارع چغندر قند کشور

Investigation of herbicide resistance in pigweed (*Amaranthus sp.*) to chloridazon,
desmedipham and mixture of these herbicides in some sugar beet fields of Iran

محبوبه پرتوی^{۱*}، اسکندر زند^۲، حسن محمدعلیزاده^۱ و علیرضا عطری^۲

۱- دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۲- مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

(تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۴، تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۶)

چکیده

به منظور پی‌جویی احتمال بروز مقاومت دو گونه از علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و (*Amaranthus blitoides* S.Wats) نسبت به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش، دو آزمایش گلخانه‌ای و زیست‌سنجی در سال‌های ۸۱-۸۲ و ۸۲-۸۳ در بخش علف‌های هرز مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شد. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (۲۷ توده تاج‌خروس با ۳ علف‌کش در آزمایش گلخانه‌ای و ۶ توده تاج‌خروس با ۱ علف‌کش در آزمایش زیست‌سنجی) در ۴ تکرار انجام شد. در آزمایش گلخانه‌ای بذور مشکوک به مقاومت و بذور حساس به علف‌کش تاج‌خروس از مناطق مختلف استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، فارس و خراسان جمع‌آوری و با استفاده از دز توصیه شده علف‌کش‌های ذکر شده، سم پاشی شدند و غربال گیاهان مشکوک به مقاومت و حساس به علف‌کش با اندازه‌گیری وزن خشک و نمره دهی

* Corresponding author: m_partovi58@yahoo.com

نسبت به شاهد بدون علفکش انجام شد. بدین ترتیب که اگر میانگین درصد وزن خشک گیاهان تیمار شده‌ای که زنده مانده بودند، حداقل ۵۰٪ وزن خشک گیاهان شاهد (بدون علفکش) بود، به عنوان گیاهان مقاوم انتخاب و اگر میانگین درصد وزن خشک آن‌ها کمتر از ۵۰٪ وزن خشک شاهد بود، به عنوان گیاهان غیر مقاوم در نظر گرفته شدند. آزمایش زیست‌سنجی با استفاده از پتری دیش بر روی ۶ توده تاج‌خروس از توده‌های آزمایش گلخانه‌ای با اعمال دزهای ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ گرم ماده مؤثر در لیتر علفکش کلریدازون انجام شد و طول ریشه‌چه مبنای ارائه نتایج قرار گرفت. نتایج دو ساله آزمایش گلخانه‌ای بر روی بذور تاج‌خروس نشان داد که با اینکه کلیه توده‌ها به هیچ یک از علفکش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علفکش مقاومتی نشان ندادند، اما دارای عکس‌العمل متفاوتی نسبت به این علفکش‌ها بودند، به طوریکه توده‌هایی مانند FR1 و MR(bI)5 توسط علفکش کلریدازون، ER2 و MR(re)1 توسط علفکش دس‌مدیفام و ER1، ER3 و MR(bI)6 نیز توسط مخلوط این علفکش‌ها کمتر کنترل شدند، بنابراین در صورت ادامه کاربرد مستمر علفکش‌های بازدارنده فتوسنتز احتمال مقاومت آن‌ها در آینده وجود خواهد داشت. در آزمایش زیست‌سنجی نیز، ریشه‌چه کلیه توده‌ها با افزایش دز علفکش کاهش رشد نشان داد و مقاومتی مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: علفکش، مقاومت، تاج‌خروس

مقدمه

چغندر قند یکی از محصولات استراتژیک کشور می‌باشد که سهم عمده‌ای در تولید شکر دارد. سطح زیر کشت این محصول در ایران در حدود ۲۰۰ هزار هکتار بوده و عملکرد متوسط کشور ۳۲ تن در هکتار می‌باشد (Anonymous, 2002). مدیریت علف‌های هرز در زراعت چغندر قند از پر هزینه‌ترین مراحل تولید این محصول است و علفکش‌ها یکی از اجزاء مهم در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز چغندر قند محسوب می‌گردند. بر اساس آخرین برآوردهای انجام شده در حال حاضر یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده از

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

علف‌کش‌ها می‌باشد، به طوریکه تقریباً در ۸۰٪ از کل مزارع چغندر کشور بر علیه علف‌های هرز مبارزه شیمیایی صورت می‌گیرد (Zand et al., 2002). تا سال ۱۳۸۱، هفده علف‌کش برای این محصول به ثبت رسیده است، از این تعداد ۷ باریک برگ‌کش، ۸ پهن برگ‌کش و ۲ علف‌کش دو منظوره می‌باشند (Shimi, 2003) که همه آن‌ها دارای محل عمل مشابهی هستند. از این رو در چغندرقند توصیه تناوب مصرف علف‌کش‌ها در این محصول امری دشوار است و در این زمینه رعایت تناوب در کشت، با هدف مصرف علف‌کش‌های با محل عمل مختلف توصیه می‌گردد (Zand et al., 2002). کلریدازون (پیرامین)، فن‌مدیفام (بتانال) و دس‌مدیفام (بتانال-آ-ام) که از علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II می‌باشند، از جمله علف‌کش‌هایی هستند که در اکثر نقاط کشور برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ چغندرقند مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر گزارشات متعددی از سوی کشاورزان چغندرکار و برخی از محققان مبنی بر عدم تأثیر سموم بر علیه علف‌های هرز صورت گرفته است. از آنجایی که امکان مصرف نادرست علف‌کش‌ها در مزارع چغندرقند با توجه به تجربه و سابقه کشاورزان چغندرکار در مصرف علف‌کش‌ها نسبتاً ضعیف می‌باشد، بنابراین محققان و کشاورزان موضوع پایین بودن کارایی علف‌کش‌های مزارع چغندرقند را عمدتاً به ناکارآمدی علف‌کش‌های تولید داخل و یا مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها نسبت می‌دهند که البته با توجه به سابقه مصرف این علف‌کش‌ها فرضیه مقاومت بیشتر مورد توجه است (Zand, 2002). مقاومت، توانایی قابل توارث در جمعیتی از علف‌هرز است که موجب می‌شود گیاه بعد از کاربرد علف‌کشی که برای اکثریت افراد آن گونه کشنده است، زنده بماند (Powels et al., 1996). اولین گزارش تأیید شده مقاومت به علف‌کش در علف‌هرز زلف‌پیر (*Senecio vulgaris*) به تریازین‌ها در سال ۱۹۶۸ از آمریکا بود (Ryan, 1970). درباره مقاومت گونه‌های مختلف تاج‌خروس به بازدارنده‌های فتوسنتز، گزارش‌های مختلفی در سراسر جهان منتشر شده است. اولین بار در سال ۱۹۷۲ در ایالت مریلند آمریکا، مقاومت تاج‌خروس دورگ (*Amaranthus hybridus*) به علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II گزارش شده است. همچنین در ایالت انتاریو کانادا، مقاومت تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.) به این علف‌کش‌ها (بازدارنده

فتوسیستم II) گزارش شده است، در مجموع تا کنون حدود ۲۳ گزارش رسمی در مورد مقاوم شدن این گونه از تاج‌خروس به این گروه از علف‌کش‌ها در کشورهای مختلف جهان به ثبت رسیده است (Heap, 2005). گزارشاتی هم مبنی بر وجود مقاومت چندگانه در گونه‌های تاج‌خروس به علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II، اوره‌ها و آمیدها و همچنین به بازدارنده‌های ALS¹ موجود می‌باشد (Heap, 2005). جدیدترین گزارش از مقاومت چندگانه گونه‌های تاج‌خروس از جمله (*Amarantus powellii* S.Wats) به آترازین (علف‌کش بازدارنده فتوسیستم II) و ایمازاتاپیر (علف‌کش بازدارنده ALS) در سال ۲۰۰۳ از ایالت انتاریو کانادا بوده است (Shane Diebold *et al.*, 2003). کلریدازون و دس‌مدیفام از علف‌کش‌هایی هستند که در سال‌های اخیر گزارشاتی مبنی بر عدم کنترل مناسب علف‌هرز تاج‌خروس در مزارع چغندرقتند مناطق مختلف ایران پس از مصرف آن‌ها ارائه شده است. با توجه به اینکه حدود ۳۳ سال از ثبت کلریدازون و ۱۵ سال از ثبت دس‌مدیفام در کشور می‌گذرد (Rashed *et al.*, 2001) و با در نظر گرفتن این نکته که طبق پاره‌ای از گزارشات پس از حدود ۱۰ سال مصرف مداوم علف‌کش‌های بازدارنده فتوستتر، ممکن است علف‌های هرز به این علف‌کش‌ها مقاوم شوند (Zand *et al.*, 2002)، احتمال بروز مقاومت به این علف‌کش‌ها در کشور قوت می‌گیرد. لذا به منظور بررسی دلیل عدم کنترل مناسب علف‌های هرز پس از کاربرد علف‌کش‌های مذکور و احتمال بروز مقاومت آن‌ها به علف‌کش‌های کلریدازون و دس‌مدیفام، این تحقیق با هدف پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس از علف‌های هرز عمده مزارع چغندرقتند به علف‌کش‌های کلریدازون (پیرامین) و دس‌مدیفام (بتانال-آ-ام) و همچنین مخلوط این علف‌کش‌ها انجام شد.

روش بررسی

الف) آزمایش گلخانه‌ای: این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۲ و در گلخانه بخش علف‌های هرز مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شد. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل

1- Acetolactate synthase inhibitors

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

در قالب طرح کاملاً تصادفی (۲۷ توده تاج‌خروس با ۳ علف‌کش در آزمایش گلخانه‌ای) در ۴ تکرار انجام شد. بذور تاج‌خروس مشکوک به مقاومت که با علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش به طور رضایت بخشی کنترل نشده بودند از مزارع استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، فارس و خراسان که سابقه طولانی در مصرف علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II (بیش از ۲۰ سال) داشتند و علی‌رغم این سابقه طولانی باز هم آلوده به علف‌هرز تاج‌خروس بودند، جمع‌آوری شد و با استفاده از دز توصیه شده علف‌کش‌های مذکور سم پاشی شدند. بذور تاج‌خروس حساس به علف‌کش نیز از مناطقی جمع‌آوری شدند که تا کنون در معرض سم پاشی قرار نگرفته بودند. دز توصیه شده برای کلریدازون (WP/۰.۶۵) ۴ کیلوگرم در هکتار، برای دس‌مدیفام (EC/۰.۱۵/۷) ۵ لیتر در هکتار و برای مخلوط کلریدازون و دس‌مدیفام ۴ کیلوگرم کلریدازون و ۴ لیتر دس‌مدیفام بود (Mousavi, 2001). گونه بذور کلیه استان‌ها تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*) بود. به استثنای استان خراسان که دو گونه تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*) و تاج‌خروس رونده (*Amaranthus blitoides*) را شامل می‌شد. توده‌ها عبارت بودند از دو توده مشکوک به مقاومت OrR از ارومیه، پنج توده تاج‌خروس گونه (*A. retroflexus*) مشکوک به مقاومت MR(re) و ده توده تاج‌خروس گونه (*A. blitoides*) مشکوک به مقاومت MR(bl) از خراسان، پنج توده مشکوک به مقاومت از فارس FR و چهار توده مشکوک به مقاومت ER از اصفهان و یک توده حساس S نیز برای مقایسه با توده‌های مشکوک به مقاومت در نظر گرفته شد. جهت انجام آزمون جوانه‌زنی، ۵۰ بذر از هر توده علف‌هرز شمارش شد و در داخل ظروف پتری که قبلاً در آن‌ها کاغذ صافی گذاشته شده قرار گرفته و پس از اضافه کردن آب مقطر، در ژریمیناتور با ۱۶ ساعت روشنایی و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی با درجه حرارت ۱۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Anderson, 1983). آزمون جوانه‌زنی بذور تاج‌خروس کلیه استان‌ها نشان داد که کلیه بذور بیش از ۸۰٪ جوانه زدند. پس از آن در گلخانه حدود ۵۰ بذر در گلدان‌هایی پلاستیکی با ابعاد ۱۵ در ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. خاک گلدان‌ها شامل مخلوطی از لوم، ماسه و پیت به نسبت‌های ۲، ۱ و ۱ بود.

گلدان‌های کشت شده تاج‌خروس در ۱۶ ساعت روشنایی با دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد و نیز ۸ ساعت تاریکی در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آبیاری گلدان‌ها هر دو روز یک بار انجام گرفت. ده روز بعد از کاشت، گیاهان تنک شده و از هر توده ۴ تکرار (۴ گلدان) و در هر گلدان ۱۵ گیاه تاج‌خروس باقی ماند. در مرحله ۲ تا ۴ برگگی علف‌های هرز با علف‌کش‌های ذکر شده با استفاده از سم‌پاش تلمبه‌ای پشتی با فشار ۲ بار و ۳۰۰ لیتر در هکتار (پس از کالیبره کردن) و نازل آبی Even سم‌پاشی شدند. بعد از سم‌پاشی، هر هفت روز یکبار گلدان‌ها از نظر نشانه‌های گیاه سوزی و میزان کنترل علف‌های هرز به وسیله علف‌کش‌ها بر اساس جدول^۱ EWRC به علف‌های هرز نمره داده شد (Sandal et al., 1997). نمره دهی تا سه هفته بعد از سم‌پاشی ادامه یافت. در هفته چهارم بعد از اعمال کلیه علف‌کش‌ها، گیاهان از سطح خاک برداشت شدند و در آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس وزن خشک هر گلدان به وسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. اندازه‌گیری و نسبت به شاهد (بدون مصرف علف‌کش) به صورت درصد وزن خشک محاسبه شدند.

در این تحقیق برای غربال کردن گیاهان مشکوک به مقاومت و حساس تاج‌خروس، تجزیه و تحلیل بر اساس درصد وزن خشک و نمره دهی توده‌ها به روش EWRC نسبت به شاهد بدون علف‌کش انجام گرفت. بدین صورت که اگر میانگین درصد وزن خشک گیاهان تیمار شده‌ای که زنده مانده بودند، حداقل ۵۰٪ وزن خشک گیاهان شاهد (بدون علف‌کش) بود، به عنوان گیاهان مقاوم انتخاب و اگر میانگین درصد وزن خشک آن‌ها کمتر از ۵۰٪ وزن خشک شاهد بود، به عنوان گیاهان غیر مقاوم در نظر گرفته شدند (Adkins et al., 1997).

قبل از تجزیه واریانس، داده‌های مربوط به تغییرات وزن خشک و نمره دهی نسبت به شاهد نرمال شدند. تجزیه واریانس داده‌های درصد وزن خشک توده‌ها چهار هفته پس از سم‌پاشی و داده‌های نمره دهی توده‌ها سه هفته پس از سم‌پاشی توسط نرم افزار SAS در قالب آزمایش فاکتوریل انجام شد. برای مقایسه میانگین درصد وزن خشک توده‌ها و نمره دهی

۱-European Weed Research Council

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

آن‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ به کار برده شد.

ب: زیست‌سنجی: چهار هفته پس از سم‌پاشی با کلریدازون، توده‌هایی که کمتر از سایر توده‌ها کنترل شده بودند، انتخاب شدند تا آزمون واکنش به دز^۲ بر روی آن‌ها صورت گیرد. توده‌های مشکوک به مقاومت شامل توده‌های اول و دوم ارومیه، OrR1 و OrR2، توده دوم اصفهان ER2 و توده‌های چهارم و پنجم خراسان، (گونه retroflexus)، MR4 و MR5 و توده‌های شاهد (بدون علف‌کش) که شامل یک توده از توده‌های ذکر شده بود و همچنین توده حساس S نیز برای مقایسه با توده‌های مشکوک به مقاومت در نظر گرفته شد.

به منظور انجام آزمایش زیست‌سنجی از روش پتری دیش استفاده شد که بذور بر روی آگار یا کاغذ صافی آغشته به علف‌کش قرار گرفته و میزان رشد ساقچه‌چه و یا ریشه‌چه در حضور علف‌کش اندازه‌گیری می‌شود (Moss, 1994). این گونه آزمایشات در مقایسه با سایر آزمایش‌ها (آزمایش گلخانه‌ای)، زمان کمتری می‌برند و به فضای کمتری هم نیاز دارند. علاوه بر این، ارزان‌تر بوده و بخصوص برای غربال کردن تعداد زیادی از جمعیت‌های مقاوم و حساس مفید می‌باشند (Cirujeda & Taberner 2001). آزمایش زیست‌سنجی با استفاده از پتری دیش، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. در ابتدا بذور جوانه زده و سپس بر روی آن‌ها علف‌کش اعمال شد. برای جوانه زدن بذور، ۵۰ بذر از هر توده بر روی یک لایه کاغذ صافی در درون پتری‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شده و سپس به آن‌ها آب مقطر افزوده گردیده و در ژرمیناتور با ۱۶ ساعت روشنایی و درجه حرارت ۲۵ سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی و درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند (Anderson 1999). از هر توده ۴ تکرار (پتری) در نظر گرفته شد. چند روز یک بار آب مقطر به پتری‌ها اضافه شد تا از خشک شدن آن‌ها جلوگیری شود. پس از یک هفته، هنگامی که ریشه‌چه‌ها کمی رشد کرده بودند، با دزهای مختلف از پودر وتابل علف‌کش کلریدازون (پیرامین) با ماده مؤثره ۶۵٪ تیمار شد. به همین جهت، بر اساس ماده مؤثره علف‌کش، دزهایی شامل ۰، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳ گرم در لیتر انتخاب شدند. برای هر دز، ۴ پتری در نظر گرفته شد

و هر توده شامل ۲۴ پتری بود (۶ دز در ۴ تکرار). پتری‌های در بسته در ژرمیناتور در ۱۶ ساعت روشنایی با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی با درجه حرارت ۱۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به پتری‌های مربوط به شاهد هر توده (بدون علف‌کش) فقط آب مقطر افزوده شد و همراه با سایر پتری‌ها در ژرمیناتور قرار گرفتند. پس از ۱۰ روز طول ریشه‌چه همه توده‌ها به وسیله خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد و طول ریشه‌چه توده‌ها نسبت به طول ریشه‌چه شاهد بدون علف‌کش به صورت درصد محاسبه شد. برای تجزیه آماری منحنی واکنش به دز^۱ از روش Seefeldt et al. (1995) استفاده شد. بر اساس این روش، ابتدا داده‌ها با مدل لجستیک زیر توسط نرم افزار سیگما پلات برآزش داده شدند.

$$Y = (C + ((D - C) / (1 + ((x / GR50)^b))))$$

در این فرمول، Y طول ریشه‌چه (درصد از شاهد تیمار نشده)، X دز علف‌کش بر حسب گرم در لیتر، C حد پایین منحنی پاسخ، D حد بالای منحنی پاسخ، b شیب منحنی و GR₅₀ نیز دزی از علف‌کش (بر حسب گرم در لیتر است که باعث می‌شود طول ریشه‌چه نسبت به شاهد تیمار نشده ۵۰ درصد کاهش یابد). برای بدست آوردن شاخص GR₅₀ از تبدیل پروبیت^۲ استفاده شد (Seefeldt et al., 1995).

نتیجه و بحث

الف) آزمایش گلخانه: نتایج تجزیه واریانس توده‌های مختلف تاج‌خروس و تأثیر علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش نشان داد که بین توده‌های مختلف تاج‌خروس از نظر درصد وزن خشک (چهار هفته پس از سم پاشی) و از نظر نمره دهی (سه هفته پس از سم پاشی) نسبت به شاهد بدون مصرف علف‌کش، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱) که نشان دهنده تفاوت در واکنش توده‌ها نسبت به علف‌کش‌ها بوده است. بین علف‌کش‌ها از نظر تأثیر بر توده‌های تاج‌خروس بر اساس درصد وزن خشک،

۱- Dose Response Curves

۲- Probit

پی جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، که بیانگر یکسان بودن اثر کلیه علف‌کش‌ها بر روی توده‌ها می‌باشد. بر اساس نمره‌دهی بین علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت که احتمالاً به دلیل تفاوت در نمره‌دهی بوده که به صورت چشمی انجام گرفته است (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل توده در علف‌کش، می‌توان نتیجه گرفت که رفتار توده‌های مختلف در برابر علف‌کش‌ها، متفاوت بوده است. لذا جهت تفسیر بهتر و کاربردی‌تر و با توجه به هدف آزمایش، تأثیر هر یک از علف‌کش‌ها بر روی توده‌های مختلف تاج‌خروس از نظر پاسخ آن‌ها به علف‌کش‌ها به صورت مجزا بر اساس درصد وزن خشک و همچنین بر اساس نمره‌دهی به روش EWRC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد وزن خشک و نمره‌دهی توده‌های تاج‌خروس پس از کاربرد علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش

Table 1- Analysis of variance of pigweed dry weight ([weight (% of control)]) and visual control data as affected by Chloridazon, Desmedipham and mix of the two herbicides.

میانگین مربعات Mean of square		درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Source of variation
نمره دهی Visual control	درصد وزن خشک Dry weight		
4.6**	1.69**	26	توده Biotype
5.92**	1.01 ^{ns}	2	علف‌کش Herbicide
1.56**	1.23**	52	اثر متقابل توده و علف‌کش B × H
1.09	1.02	243	خطا Error

**، ns: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطح ۱٪ و عدم تفاوت معنی‌دار.

**، ns: significant difference at 1% and non significant probability respectively.

مقایسه میانگین تأثیر علف‌کش کلریدازون بر درصد وزن خشک توده‌های مختلف در (جدول ۲) نشان می‌دهد که توده‌های FR1 و MR(b1)5 دارای بالاترین درصد وزن خشک (به ترتیب ۴۶/۹۷٪ و ۴۶٪) نسبت به سایر توده‌ها می‌باشند، با این حال چون دارای درصد وزن خشکی کمتر از ۵۰٪ وزن خشک شاهد می‌باشند، مقاومتی به علف‌کش ندارند. اما بهتر است که از نظر بروز مقاومت نسبت به علف‌کش کلریدازون، آزمایشات تکمیلی بر روی آن‌ها انجام شود. همچنین توده‌های MR(b1)5، FR1، ER2، MR(b1)6 و MR(re)4 نیز از نظر نمره دهی سه هفته پس از سم پاشی نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) در بالاترین گروه آماری قرار داشته و نمراتی (بترتیب ۵، ۴/۷۵، ۴/۵، ۴ و ۴) را نسبت به نمره شاهد بدون علف‌کش (نمره ۹) دارا می‌باشند (جدول ۲) که این نمرات بر اساس جدول EWRC نشان دهنده کنترل متوسط تا خوب می‌باشد. به عبارت دیگر از نظر نمره‌دهی نیز مقاومتی به علف‌کش کلریدازون در آن‌ها مشاهده نشده است. مقایسه میانگین درصد وزن خشک توده‌های مختلف پس از کاربرد علف‌کش دس مدیفام در (جدول ۲) بیانگر این مطلب است که تأثیر این علف‌کش بر روی توده‌ها با توجه به درصد وزن خشک توده‌ها بیشتر از کلریدازون بوده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که توده‌های MR(re)1، ER2 و MR(b1)5 بترتیب با درصد وزن خشک ۴۰/۶۵٪، ۳۸/۲۷٪ و ۳۳/۷۵٪ نسبت به شاهد (بدون علف‌کش) بالاترین درصد وزن خشک را نسبت به توده حساس و بقیه توده‌ها توسط علف‌کش دس مدیفام نشان داده‌اند. اما به دلیل دارا بودن درصد وزن خشکی کمتر از ۵۰٪ وزن خشک شاهد، مقاومتی به علف‌کش در آن‌ها مشاهده نشده است. توده FR4 نیز با کمترین درصد وزن خشک نسبت به توده‌های دیگر در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفته که نشان دهنده حساسیت این توده به علف‌کش می‌باشد. از نظر نمره دهی نیز توده‌های MR(b1)6، MR(re)1، MR(b1)5، MR(b1)7، MR(b1)9، OrR1، ER2، FR5 و MR(re)4 در گروه آماری مشابهی قرار داشته و بیشترین نمره را نسبت به سایر توده‌ها کسب کردند (جدول ۲). به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که توده‌هایی که درصد وزن خشک بالاتری در مقایسه با سایر توده‌ها داشته‌اند، بر اساس نمره دهی نیز دارای نمرات بیشتری بودند. به عبارت دیگر کمتر تحت تأثیر علف‌کش قرار گرفتند. مقایسه میانگین تأثیر مخلوط علف‌کش‌های کلریدازون و دس مدیفام از نظر درصد وزن خشک توده‌ها بر اساس جدول ۲ نشان می‌دهد که

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

توده‌های MR(bI)6, ER3, ER1 و OrR2 بترتیب با درصد وزن خشک ۴۲/۷۷٪، ۳۸/۶٪، ۳۶/۴۷٪ و ۳۵٪ با بالاترین درصد وزن خشک، پس از کاربرد مخلوط دو علف‌کش کمتر کنترل شده‌اند. البته عدم کنترل کافی این توده‌ها توسط مخلوط دو علف‌کش دال بر مقاومت این توده‌ها نمی‌تواند باشد، به علت اینکه درصد وزن خشک این توده‌ها کمتر از ۵۰ درصد وزن خشک شاهد (بدون علف‌کش) می‌باشد. بلکه احتمالاً به دلیل مشکلات سم پاشی بوده است. مقایسه میانگین توده‌ها از نظر نمره دهی بر اساس روش EWRC پس از کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها (جدول ۲) نیز نشان دهنده این است که توده‌های MR(bI)6, MR(bI)7, ER3 و MR(bI)5 با نمرات (بترتیب ۳/۷۵، ۳/۲۵، ۳/۲۵ و ۳) در بالاترین گروه آماری نسبت به سایر توده‌ها قرار گرفته‌اند، اما نمرات آن‌ها بر اساس جدول EWRC نشان دهنده کنترل بسیار خوب توسط مخلوط علف‌کش‌های کلریدازون و دس‌مدیفام بوده است. به طور کلی علی‌رغم اینکه کلیه توده‌ها درصد وزن خشکی کمتر از ۵۰ درصد وزن خشک شاهد (بدون علف‌کش) را داشتند که نشان دهنده عدم وجود مقاومت در این توده‌ها به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و مخلوط این دو علف‌کش در حال حاضر می‌باشد. اما لازم به ذکر است که در صورت ادامه مصرف علف‌کش‌های کلریدازون و دس‌مدیفام احتمال مشاهده مقاومت به این علف‌کش‌ها و همچنین ایجاد مقاومت عرضی^۱ به سایر علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم II نیز در توده‌هایی از تاج‌خروس که تحمل بیشتری به علف‌کش‌ها نشان داده‌اند، در آینده وجود خواهد داشت.

ب) زیست‌سنجی: نتایج حاصل از آزمایش واکنش به دز توده‌های تاج‌خروس در برابر دزهای مختلف علف‌کش کلریدازون، نشان داد که بین کلیه توده‌ها (توده حساس و توده‌های مشکوک به مقاومت) از نظر روند کاهش طول ریشه‌چه تفاوت چندانی وجود ندارد. به عبارت دیگر با افزایش دز، طول ریشه‌چه کلیه توده‌ها کاهش یافته است (شکل ۱) و مقاومتی به علف‌کش در آن‌ها مشاهده نشد. همان طوری که انتظار می‌رفت توده حساس S با دارا بودن کمترین GR₅₀ (۰/۰۱) نسبت به بقیه توده‌ها، بیشترین حساسیت را به علف‌کش نشان داده است

۱- Cross Resistance

(جدول ۳). توده‌های MR4 و MR5 عکس‌العمل مشابهی با توده حساس نشان دادند که نشان دهنده حساسیت این توده‌ها به علف‌کش کلریدازون می‌باشد (شکل ۲)، در حالیکه توده‌های OrR1 و OrR2 در مقایسه با توده حساس دارای طول ریشه‌چه بیشتری در دزهای مختلف کلریدازون می‌باشند، بطوری که عکس‌العمل متفاوت این توده‌ها نشان دهنده تحمل بیشتر این توده‌ها به علف‌کش کلریدازون به خصوص در دز ۰/۵ گرم در لیتر علف‌کش نسبت به توده‌های دیگر می‌باشد (شکل ۲). به عبارت دیگر واکنش این توده‌ها به علف‌کش با توده‌های دیگر کمی متفاوت بوده است. ضمن اینکه توده ER2 نیز در دزهای کمتر از دز ۱/۵ گرم در لیتر واکنش کمتری نسبت به علف‌کش کلریدازون داشته است که این مطلب بیانگر تأثیر کمتر علف‌کش بر روی توده مورد نظر در این دزها می‌باشد (شکل ۲)، اما با افزایش دز، تحمل آن کمتر شده است. به طوریکه در غلظت‌های بالاتر از ۱/۵ گرم در لیتر، عکس‌العمل این توده به علف‌کش روندی تقریباً مشابه توده حساس را داشته است (شکل ۲).

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد وزن خشک و نمره‌دهی توده‌های تاج‌خروس

Table 2- Comparison of the mean dry weight (% of control) and visual control in biotypes of pigweed

نمره‌دهی Visual control		درصد وزن خشک %Dry weight			توده Biotype	استان Province
mixture	Desmedipham	Chloridazon	mixture	Desmedipham	Chloridazon	
1.5 efg	3 abcd	2.5 fghij	16.56 hijkl	28.20 bcd	18.23 fghi	ارومیه Orumieh
2.5 bcd	2.25 cdefg	3 defgh	35 abcd	21.66 cdefg	24.16cdefg	
1.25 fg	1.5 fgh	2 hijk	16.45 hijkl	19.10 defgh	16.97 fghi	
2.5 bcd	2.5 bcdef	3.25 defg	36.47 abc	25.75 bcde	23.12 defg	اصفهان Isfahan
2.5 bcd	3.25 abc	4.5 abc	25.92 defgh	38.27 a	37.10 b	
3.25 ab	2.5 bcdef	1.25 k	38.60 ab	22.37 cdef	12.55 hi	
2.5 bcd	1.25 gh	2.25ghijk	31.02 bcde	11.94 ghi	20.02 efgh	
1.25 fg	1 h	4.75 ab	15.29 kjl	11.85 ghi	46.97 a	فارس Fars
2.25 cde	1.25 gh	1.25 k	26.45 defgh	11.66 hi	9.17 i	
1 g	1.25 gh	1.25 k	9.09 1	10.54 hi	10.31 i	
1.5 efg	1.25 gh	1.25 k	21.10fghijkl	8.87 i	9.89 i	
2.25 cde	2.75 bcde	3.5 cdef	17.27 hijkl	25.25 bcde	30.40 bcd	
1.25 fg	3.75 a	2.5 fghij	12.35 kl	40.65 a	20.60 efgh	خراسان Khorasan (<i>Am. retroflexus</i>)
1.75defg	1.75 efgh	1.25 k	26.17 defgh	15.90 efghi	13.10 hi	
1 g	1 h	1.5 jk	15.72 ijkl	12.49 ghi	15.50 ghi	
1.75defg	2.75abcde	4 abcd	18.50 ghijkl	21.67 cdefg	31.17 bcd	
1 g	1.5 fgh	1.75 ijk	10.67 l	14.22 fghi	16.15 fghi	
1.25 fg	1 h	2 hijk	9.92 l	11.06 hi	18.50 fghi	خراسان Khorasan (<i>Am. bitroides</i>)
2.25 cde	2 defgh	3 defgh	25.60 defghi	16.62 efghi	24.75 cdefg	
2 def	1.75 efgh	1.25 k	22.55 efghij	20.45 cdefgh	11.97 hi	
1.25 fg	1.5 fgh	2.75 fghi	14.72 jkl	18.50 defghi	25.02 cdef	
3 abc	3.75 a	5 a	29.12 cdef	33.74 ab	46 a	
3.75 a	3.25 abc	4 abcd	42.77 a	29.47 bc	32.82 bc	
3.25 ab	3.5 ab	3.5 cdef	28.25 cdefg	27.62 bcd	27.90 cde	
1.5 efg	2.5 bcdef	1.25 k	17.97 hijkl	25.6 bcde	13.15 hi	
1.25 fg	3.25 abc	3.75 bcde	14.45 jkl	25.12 bcde	32.37 bc	
1.5 efg	2.25 cdefg	1.25 k	14.57 jkl	23.50 cdef	12.52 hi	

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن $\alpha = 0.05$).

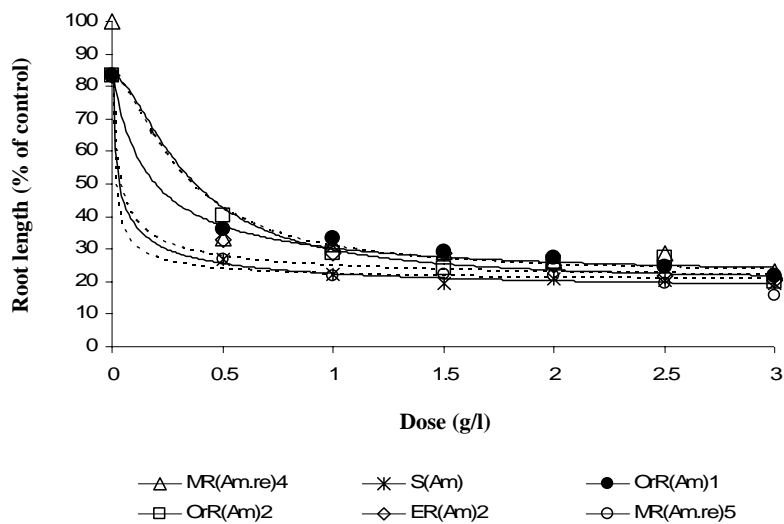
In each column, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan test, $\alpha=0.05$)

جدول ۳- پارامترهای به دست آمده از معادلات برازش داده شده (خطای استاندارد داخل پرانتز) به واکنش توده‌های تاج‌خروس در برابر دزهای مختلف علف‌کش کلریدازون

Table 3- Parameter estimates^a (standard errors in parentheses) describing the root elongation of pigweed biotypes treated with Chloridazon

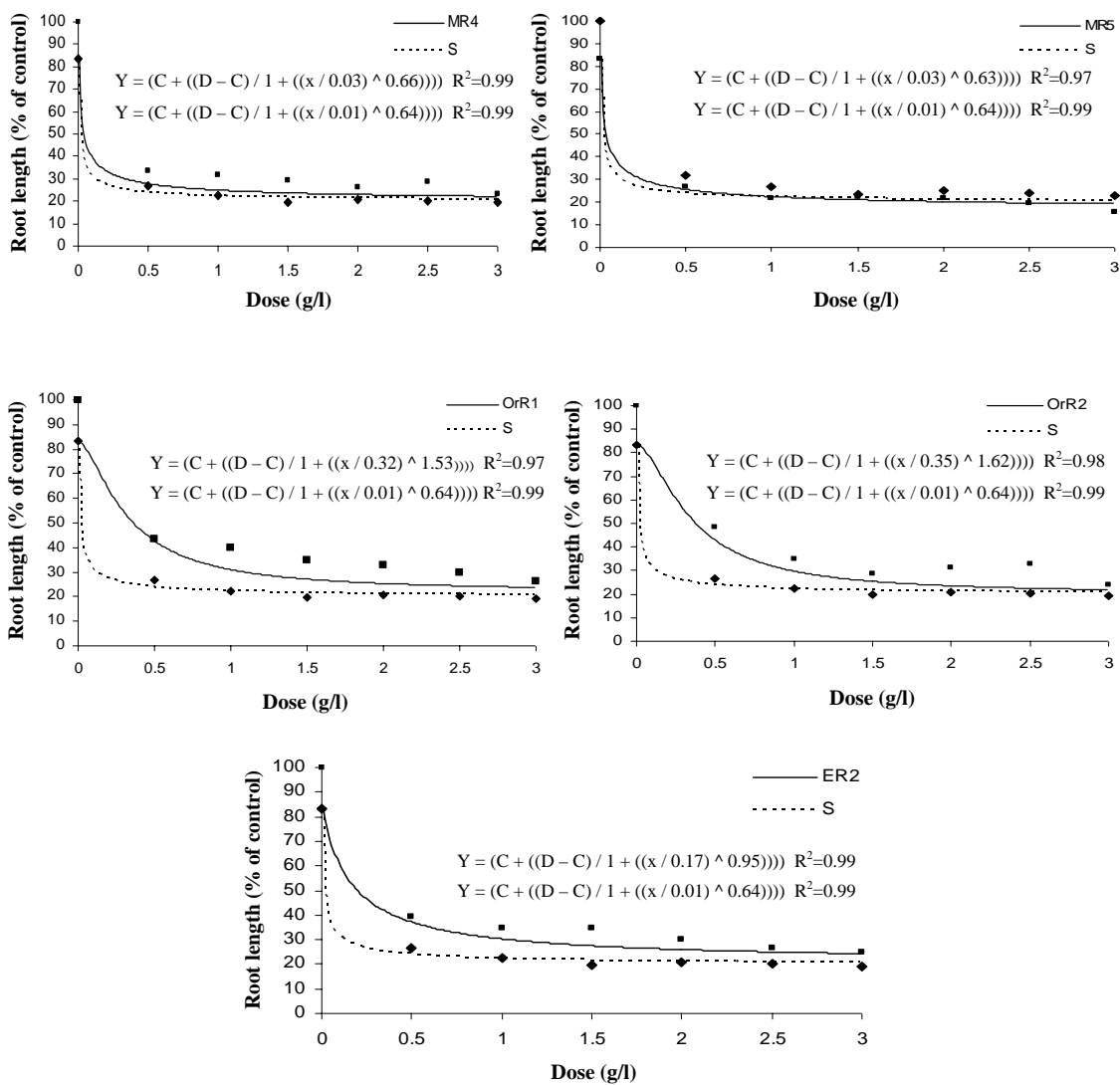
توده Biotype	C	D	b	GR ₅₀ (g/l)	R ²
OrR1	26.29	100	1.53(0.19)	0.32	0.97
OrR2	24	100	1.62(0.17)	0.35	0.98
S	23.11	100	0.64(0.05)	0.01	0.99
ER2	24.66	100	0.95(0.06)	0.17	0.99
MR4	23.18	100	0.66(0.03)	0.03	0.99
MR5	18.95	100	0.63(0.03)	0.03	0.99

^a Refer to Materials and Methods section for a description of model fitted.



شکل ۱- تأثیر دزهای مختلف علف‌کش کلریدازون بر ریشه‌چه توده‌های تاج‌خروس
Fig. 1- Effect of different concentrations of Chloridazon on root elongation of pigweed biotypes

پی‌جویی مقاومت علف‌هرز تاج‌خروس به علف‌کش‌های کلریدازون، دس‌مدیفام و ...



شکل ۲- مقایسه پاسخ توده‌های مشکوک به مقاومت و توده حساس تاج‌خروس

پس از کاربرد دزهای مختلف علف‌کش کلریدازون

Fig. 2- Response of R (suspicious to be resistant) and S (susceptible) biotypes of *Amaranthus retroflexus* to different concentrations of chloridazon

نشانی نگارندگان: مهندس محبوبه پرتوی و دکتر حسن محمدعلیزاده، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ایران؛ دکتر اسکندر زند و مهندس علیرضا عطری، بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران.