

بررسی چگونگی پاسخ جودره (*Hordeum spontaneum*) و گندم (*Triticum aestivum*) به علف کش های مختلف در شرایط گلخانه ای

سید احمد حسینی^۱ - محمد حسن راشد محصل^۲ - مهدی نصیری محلاتی^۳ - کمال حاج محمدنیا قالی باف^{۴*}

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۵

چکیده

به منظور بررسی کارایی علف کش های مختلف در کنترل علف هرز باریک برگ جودره (*Hordeum spontaneum*) و مطالعه پاسخ جودره و گندم (*Triticum aestivum*) رقم چمران به علف کش های مختلف، آزمایش دژ پاسخ گلخانه ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل، پینوکسادن، سولفوسولفورون، و متسولفورون متیل + سولفوسولفورون، به صورت پس رویشی در مرحله دو تا سه برگی جودره و گندم، و علف کش ایزوپروترون + دیفلوفنیکان به صورت پیش رویشی به کار برده شدند. سه هفته بعد از سمپاشی وزن خشک بوته ها در هر تیمار اندازه گیری شد و سپس شاخص های GR₅₀ و GR₂₅ (به ترتیب دژ لازم علف کش برای ۵۰ و ۲۵ درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد) محاسبه شد. نتایج نشان داد که به دلیل تحمل بالای جودره، هیچ یک از علف کش ها قادر نبودند بدون خسارت به گندم به طور کامل موجب نابودی جودره شوند. علف کش متسولفورون متیل + سولفوسولفورون بهترین گزینه برای کنترل جودره در گندم بود، به طوری که زیست توده جودره در دژ توصیه شده آن حدود ۳۲ درصد و در بالاترین دژ حداکثر ۶۱/۳ کاهش یافت، در حالی که حداکثر کاهش رشد گندم در بالاترین دژ ۲۱/۵ درصد بود. علف کش های کلودینافوپ و پینوکسادن حتی در مقادیر بالاتر از دژ توصیه شده تأثیری بر جودره نداشته و از آن ها نمی توان برای کنترل جودره استفاده کرد. سولفوسولفورون در دژ توصیه شده تأثیر زیادی روی جودره نداشت، اما در مقادیر بالاتر موجب کاهش معنی دار زیست توده جودره و گندم شد.

واژه های کلیدی: تحمل علف کش، دژ - پاسخ، کنترل شیمیایی، علف هرز باریک برگ

مقدمه

علف های هرز مورد استفاده قرار می گیرند و بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات در کشورهای پیشرفته مرهون مصرف علف کش ها است (۴). در ایران نیز میزان مصرف علف کش ها بالا است، به طوری که در سال ۱۳۸۵ حدود ۱۱/۱ مگاتن علف کش استفاده شده و از این مقدار بیش از ۵/۵ مگاتن آن در مزارع گندم مصرف شده است (۴). در مزارع گندم به دلیل کارایی پایین روش های مکانیکی و نیز عدم امکان وجین، مبارزه شیمیایی با علف های هرز اهمیت زیادی دارد، به طوری که در ایران مجموعاً ۲۲ علف کش برای گندم و جو ثبت شده است.

جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) از علف های هرز مهم مزارع گندم آبی است که در بسیاری از مناطق ایران گسترش یافته است. این گونه ارتباط ژنتیکی بسیار نزدیکی با جو زراعی (*Hordeum vulgare*) دارد و به عقیده بسیاری از محققان، جو زراعی از نتاج این گونه است (۱۳). جودره گیاهی است یک ساله،

در میان محصولات زراعی، گندم (*Triticum aestivum*) از نظر سطح زیر کشت رتبه اول را به خود اختصاص داده است. در میان عوامل کاهش دهنده تولید گندم کشور، علف های هرز اهمیت خاصی داشته و می توانند از طریق رقابت بر سر آب و مواد غذایی و نیز از طریق اختلال در امر برداشت محصول، عملکرد را کاهش دهند. با وجود برخی مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف علف کش ها، این ترکیبات به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی

۱- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان
۲، ۳ و ۴- استادان و مربی آموزشی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: (Email: kamalhm2000@yahoo.com)

باریک برگ، هیچ کدام قادر به کنترل کامل جودره در گندم نبوده و جودره همانند گندم به این علف‌کش‌ها متحمل است. البته برخی از این علف‌کش‌ها برای استفاده در مزارع جو نیز به ثبت رسیده‌اند. بنابراین به دلیل شباهت بسیار نزدیک جودره با جو زراعی انتظار می‌رود این علف‌کش‌ها تأثیری بر جودره نیز نداشته باشند. بدیهی است که صرف هزینه‌های کم در جهت تعیین کارایی علف‌کش‌ها بر روی علف‌های هرز متحمل و مقاوم در مقایسه با هزینه‌های زیاد ناشی از کاربرد علف‌کش‌های غیر مؤثر مقرر به صرفه است. هدف از این آزمایش بررسی کارایی علف‌کش‌های مختلف در کنترل جودره و مطالعه پاسخ جودره و گندم به مقادیر افزایشی این علف‌کش‌ها است.

مواد و روش‌ها

جمع آوری و آماده سازی بذور

بذور علف هرز جودره در سال ۱۳۸۷ از منطقه زاهد شهر واقع در شهرستان فسا در استان فارس جمع آوری شد. بعد از پوست کنی با دست، بذور جودره به مدت ۳ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد قرار داده و سپس دو بار با آب مقطر شستشو شدند. به منظور شکستن خواب بذور جودره، ابتدا بذور به مدت ۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد و بدون وجود آب در یخچال نگهداری شده و بعد از برطرف شدن نیاز سرمایی به مدت ۱ روز در دمای ۲۰ درجه نگهداری شدند تا جوانه آن‌ها ظاهر شود. در مورد گندم نیز از رقم چمران استفاده شد و با توجه به ضدعفونی بودن بذور و درصد جوانه زنی بالای آن‌ها نیاز به آماده سازی نداشتند.

آزمایشات دژ پاسخ در گلدان

تمامی آزمایشات دژ پاسخ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. برای این منظور گلدان‌هایی به قطر ۱۵ سانتی متر و عمق ۲۰ سانتی متر انتخاب و با خاک مناسب (۱ قسمت ماسه، ۲ قسمت خاک مزرعه، و ۱ قسمت خاک برگ) پر شدند. سپس تعداد ۸ بذر جوانه دار جودره و ۱۰ بذر گندم رقم چمران به طور جداگانه در هر گلدان در عمق مناسب کشت شده و بعد از سبز شدن در مرحله یک برگی به ۴ بوته در هر گلدان تنک شدند. البته در مورد علف‌کش ایزوپروترون + دیفلوفنیکان (پنتتر) تراکم گیاه در هر گلدان بیشتر بود (۱۵ گیاه در هر گلدان). گلدان‌ها در گلخانه در شرایط ۱۶ ساعت روشنائی (دمای ۲۵ درجه سانتی گراد) و ۸ ساعت تاریکی (۱۵ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. آبیاری بر حسب نیاز گیاه و تقریباً هر دو روز یکبار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل علف‌کش‌های مختلف و نیز دژ مصرفی هر یک از آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

زمستانه، با ارتفاع ۱ تا ۱/۵ متر و دارای گوشوارک‌های بلند که ساقه را احاطه می‌کنند. بذور جودره دارای ریشک‌های بسیار بلندی هستند که آن را در مراحل رسیدگی از چاودار، جو و گندم متمایز می‌سازد. مقاومت به خشکی و شوری، خواب بذر، و دگرآسیبی به ویژه در برگ‌ها (۳)، از جمله ویژگی‌های بارز این گیاه است. این علف‌هرز در اغلب استان‌های کشور گزارش شده است، اما در قطب‌های مهم تولید گندم نظیر خوزستان، فارس، کرمانشاه، و خراسان به صورت یک باریک برگ غالب در آمده است (۲). بر اساس بازدیدهای انجام گرفته در سال‌های ۸۷ و ۸۸ از مزارع گندم در شهرهای مختلف، علف هرز جودره در بسیاری از مناطق گندم کاری استان‌های فارس، خوزستان و خراسان شمالی (به ویژه شیروان) تراکم بالایی داشت و به طور موردی در برخی از مزارع شهرستان‌های فسا (زاهد شهر) و شیروان، خسارت آن در گندم بیش‌تر از ۷۰ درصد بود. در مزارع گندم شهرستان مشهد نیز علف هرز جودره در کنار سایر باریک برگ‌ها (یولاف، چاودار، چچم) مشاهده شد، اما عمدتاً در حاشیه مزارع بود و هنوز به مانند مزارع استان فارس و خوزستان، به یک گونه مسئله ساز در داخل مزارع تبدیل نشده و لازم است در خصوص پیشگیری از آلوده شدن این مزارع اقدامات لازم صورت گیرد (نگارنده).

در سایر کشورها تحقیقات زیادی در مورد تنوع ژنتیکی توده‌های مختلف جودره (۱۰، ۱۹، ۲۱) و نیز استفاده از ژن‌های مطلوب جودره برای اصلاح جوززاعی و گندم مانند ژن‌های مقاومت به بیماری (۱۵) انجام گرفته است، اما در مورد مشکل جودره به عنوان علف هرز مطالعات زیادی صورت نگرفته است. همانطور که اشاره شد در سایر کشورها جودره به عنوان علف هرز مطرح نبوده و تنها در برخی کشورها در مورد جو زراعی خودرو و مشکل آن در مزارع گندم و کلزا آزمایشاتی انجام شده است. برای مثال، در کانادا، اکثر کشاورزان به دلیل نبود علف‌کش انتخابی برای کنترل جو زراعی خودرو در گندم تمایلی به کشت گندم بعد از جو ندارند. شین و همکاران (۱۸) گزارش کردند که علف‌کش سولفوسولفورون جو خودرو را در گندم تا حد قابل قبولی کنترل می‌کند، اما تحمل ارقام مختلف گندم به این علف‌کش متفاوت بود. در ایران در سال‌های اخیر با مطرح شدن جودره به عنوان یکی از علف‌های هرز مشکل ساز گندم در استان‌های فارس و کرمانشاه، مطالعاتی در زمینه مبارزه شیمیایی با آن صورت گرفته است. به طور کلی بررسی‌های مختلف نشان داده است که تاکنون هیچ یک از علف‌کش‌های گندم نتوانسته‌اند جوهای وحشی به ویژه جودره را به طور کامل کنترل نمایند (۲). باغستانی و همکاران (۱) گزارش کردند که علف‌کش‌های فنوکسپروپیل‌اتیل و کلودینافوپ قادر به کنترل جودره و جوموشی نبودند. در بررسی دیگر گزارش شد که کاربرد سولفوسولفورون به میزان ۵۴ گرم در هکتار در مرحله پنجه‌زنی گندم و ۶۸ گرم در هکتار به صورت پیش‌رویشی، بهترین تیمار جهت کاهش خسارت جودره در مناطق خوزستان، ورامین و کرمانشاه بودند (۲). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که از میان علف‌کش‌های انتخابی گندم برای کنترل علف‌های هرز

جدول ۱- فهرست علف‌کش‌های مورد استفاده در تیمارهای مختلف و مقادیر مصرفی آن‌ها

نام عمومی (تجاری)	مقدار توصیه شده (ماده تجاری در هکتار)	مکانیزم عمل	روش کاربرد در آزمایش	دُزهای آزمایشی (ماده تجاری در هکتار)
کلودینافوپ پروپازریل (تاپیک)	۰/۶ تا ۰/۸ لیتر	بازدارنده ACCase	پس رویشی	۰/۲، ۰/۴، ۰/۸، ۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۴۰ و ۰/۵ لیتر
پینوکسادن (اکسیال)	۰/۴۵ لیتر	بازدارنده ACCase	پس رویشی	۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۴۵، ۰/۷۵، ۰/۱۰۰ و ۰/۱۲۰ لیتر
سولفوسولفورون (آپیروس)	۲۶/۶ گرم	بازدارنده ALS	پس رویشی	۰/۱۰، ۰/۲۰، ۰/۳۰، ۰/۴۰، ۰/۸۰ و ۱۲۰ گرم
متسولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال)	۴۰ تا ۵۰ گرم	بازدارنده ALS	پس رویشی	۰/۱۰، ۰/۳۰، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم
ایزوپروترون + دیفلوفنیکان (پنتر)	۲ تا ۲/۵ لیتر	بازدارنده PSII + سنتز کاروتنوئید	پیش رویشی	۰/۱۰، ۰/۲۰، ۰/۴۰، ۰/۸۰ و ۱۶۰ ppm ماده مؤثره در هر گلدان*

* بعد از کاشت گیاه و قبل از سبز شدن، مقدار ۳۰ میلی لیتر از هر دُز تعیین شده پنتر به هر گلدان اضافه شد.

درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد سمپاشی نشده) هر یک از علف‌کش‌ها در مورد جوهره و گندم و نیز شاخص انتخابی بودن (SI) هر یک از علف‌کش‌ها برای گندم تعیین شد. از آنجا که در مورد برخی علف‌کش‌ها به ویژه در گندم حداکثر کاهش رشد در مقایسه با شاهد حتی در بالاترین دُز علف‌کش به ۵۰ درصد نرسید، لذا مقادیر GR₂₅ برای آن‌ها محاسبه شد. این مسأله بیشتر در زمان کاربرد علف‌کش‌های انتخابی بر روی گیاه زراعی و یا علف‌های هرز متحمل یا بسیار مقاوم دیده می‌شود. برای مثال، بال و همکاران (۸) گزارش کردند که به دلیل مقاومت بالای علف پشمکی (*Bromus tectorum*) به علف‌کش‌های فوزیلید و ستوکسیدیم، حداکثر کاهش رشد در بالاترین دُز این علف‌کش‌ها به ترتیب ۱۲ و ۷ درصد بود. کریستوفر و همکاران (۱۱) نیز در آزمایش خود بر روی بوته‌های مقاوم چچم (*Lolium rigidum*) گزارش کردند که حتی در بالاترین دُز به کار رفته، کاهش رشد بوته‌ها در مقایسه با شاهد به ۵۰ درصد نرسید و به همین دلیل مقادیر GR₂₅ بررسی کردند.

برای تجزیه آماری منحنی‌های واکنش به دُز علف‌کش‌های تاپیک و اکسیال، از آنالیز رگرسیون و معادله سیگموئیدی (معادله ۱) و برای سایر علف‌کش‌ها از معادله لجستیک (معادله ۲) ارائه شده توسط ریتز و همکاران (۱۶) استفاده شد:

$$y = a_0 + \frac{a}{1 + \exp(-(x - b)/c)} \quad (1)$$

$$f(x, (b, c, d, e)) = c + \frac{d - c}{1 + \exp\{b(\log(x) - \log(e))\}} \quad (2)$$

علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپازریل (تاپیک)، پینوکسادن (اکسیال)، سولفوسولفورون (آپیروس)، متسولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال) و ایزوپروترون + دیفلوفنیکان (پنتر) انتخابی مزارع گندم) به منظور مطالعه پاسخ جوهره و گندم به مقادیر افزایشی آن‌ها انتخاب شدند.

برای کاربرد علف‌کش‌ها از سمپاش شارژی مدل MATABI با نازل بادبزی استفاده شد. سمپاش بر اساس ۲۵۰ لیتر در هکتار کالیبره شد. با توجه به جوانه داربودن بذور جوهره در هنگام کاشت، کمی زودتر از گندم سبز شدند و لذا در زمان سمپاشی نیز بوته‌های جوهره اغلب در مرحله سه برگی کامل و بوته‌های گندم اغلب در مرحله دو برگی کامل و اوایل سه برگی بودند. بعد از سوختگی شدید بوته‌های جوهره و گندم در اثر کاربرد علف‌کش پنتر (بر اساس دُز توصیه شده در مزرعه)، مقادیر کمتر این علف‌کش به صورت ppm ماده مؤثره تعیین شد و از هر دُز ۲۰ میلی لیتر به هر گلدان بعد از کاشت بذور گیاه اضافه شد. لازم به ذکر است که در شرایط گلخانه ای با توجه به محصور بودن ریشه در گلدان و نیز آبیاری مکرر، ریشه‌ها بیشتر در معرض علف‌کش هستند و این مسأله موجب گیاه سوزی حتی در مقادیر کم علف‌کش می‌شود. برای رفع این مشکل یا باید از گلدان‌های بزرگتر و حجیم‌تر استفاده کرد و یا باید مقادیر علف‌کش‌ها را کمتر از تیمارهای پس رویشی انتخاب کرد. بعد از کاربرد هر یک از علف‌کش‌ها، ارزیابی‌های چشمی و ظاهری هر روز انجام می‌شد و پس از گذشت دو هفته برای علف‌کش پنتر (به دلیل کاربرد در خاک و تأثیر سریع تر علف‌کش) و سه هفته برای سایر علف‌کش‌ها بوته‌های هر گلدان از سطح خاک برداشت و پس از خشک کردن در آون ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، توزین شدند. سپس با توجه به نتایج هر یک از آزمایش‌های دُز- پاسخ کارایی علف‌کش‌ها در کنترل جوهره، GR₅₀ و GR₂₅ (به ترتیب دُز لازم علف‌کش برای ۵۰ و ۲۵

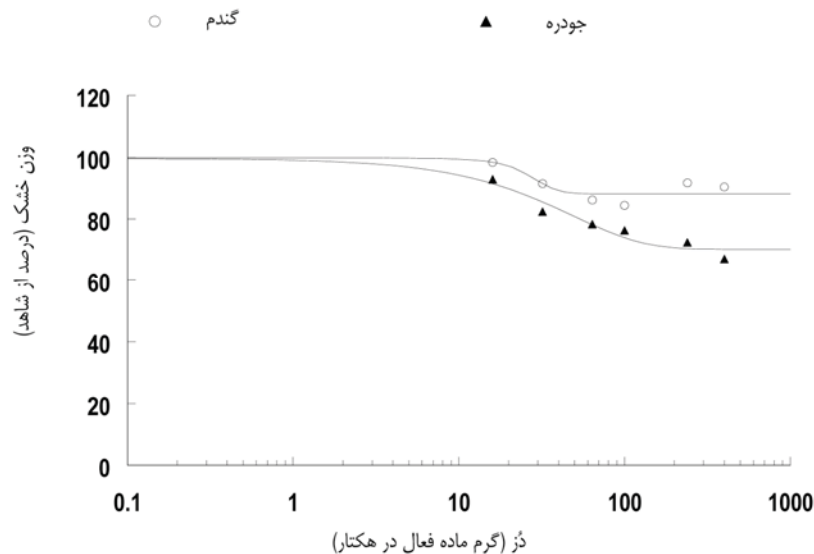
با شاهد) برای جودره محاسبه شد. این مسأله در مورد پاسخ گیاه زراعی و برخی علف‌های هرز بسیار مقاوم به علف‌کش رخ می‌دهد که توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (۸ و ۱۱). به بیان دیگر، مقادیر GR_{50} برای گندم و جو در مورد این علف‌کش بالاتر از مقادیر به کار رفته در این آزمایش خواهند بود (جدول ۴).

نتایج دیگران نیز حاکی از عدم تأثیر این علف‌کش (تاپیک) بر روی جودره است. زند و همکاران (۲۰) گزارش کردند که علف‌کش تاپیک تأثیری بر روی جودره و گندم نداشت، اما توانست به طور مؤثری علف‌های هرز یولاف وحشی، فالاریس و چچم را کنترل کند. باغستانی (۱) نیز گزارش کرد که علف‌کش‌های پوماسوپر و تاپیک قادر به کنترل جودره و جوموشی نبودند. بر اساس بازبینی‌های به عمل آمده از مزارع گندم مناطق مختلف کشور و گفتگو با کشاورزان و متخصصان در سال‌های زراعی ۸۷ و ۸۸ نیز مشخص شد که مقادیر توصیه شده و بالاتر تاپیک تأثیری بر روی جودره نداشت و علی‌رغم مصرف علف‌کش، آلودگی مزارع آن‌ها به جودره زیاد بود (نگارنده). در آزمایش دیگری که بر روی چندین توده جودره همراه با یولاف وحشی انجام شد نیز مشخص شد که در مقایسه با یولاف (توده حساس) که در دُز توصیه شده (۱ لیتر) به طور کامل از بین رفت، تمام توده‌های جودره به دُزهای بالاتر از میزان توصیه شده تاپیک (تا ۸ لیتر در هکتار) تحمل داشتند، اما سطح تحمل آن‌ها با یکدیگر متفاوت بود (داده‌ها گزارش نشده‌اند). با توجه به موارد ذکر شده به نظر می‌رسد جودره همانند گندم به طور طبیعی به علف‌کش تاپیک متحمل است و قادر است این علف‌کش را در اندام‌های خود متابوله کند (نگارنده).

پارامترهای ارائه شده معادله ۲ عبارتند از: b: شیب منحنی در نقطه c: حد پایین منحنی پاسخ، d: حد بالای منحنی پاسخ و e: دُز بیان کننده ED_{50} . سپس مدل فوق با استفاده نرم‌افزار R و بسته نرم‌افزاری drc که به همین منظور طراحی شده است (۱۶) به داده‌های حاصل برازش داده شده و نمودارهای مربوط به جودره و گندم مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از نرم‌افزارهای MSTATC و SlideWrite نیز برای آنالیز داده‌ها و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که علف‌کش‌های آزمایش شده تأثیر متفاوتی بر روی گندم و جودره داشتند. به طوری که تأثیر مقادیر افزایشی علف‌کش تاپیک بر روی وزن خشک گندم و جودره معنی‌دار نبود. گندم به خوبی توانست مقادیر بالای تاپیک را تحمل کرده و حداکثر کاهش وزن خشک آن در بالاترین دُز تاپیک، ۱۰ درصد بود (جدول ۲). در مقابل جودره نیز توانست تحمل خوبی در مقابل تاپیک نشان دهد و حتی در بالاترین دُز (۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) تنها حدود ۳۰ درصد کاهش رشد نشان داد (جدول ۲). شکل ۱ رابطه میان مقادیر تاپیک و وزن خشک بوته‌های گندم و جودره را نشان می‌دهد (جدول ۳). در هر دو گونه حتی در بالاترین دُز، کاهش وزن خشک در مقایسه با شاهد معنی‌دار نبود و کاهش رشد به ۵۰ درصد نرسید. بنابراین، امکان محاسبه شاخص متداول در مطالعات دُز-پاسخ (ED_{50} یا GR_{50}) برای این علف‌کش وجود نداشت و به جای آن شاخص GR_{25} (دُز علف‌کش برای ۲۵ درصد کاهش رشد در مقایسه



شکل ۱- چگونگی پاسخ جودره و گندم به دُزهای مختلف علف‌کش تاپیک

جدول ۲- حداکثر کاهش زیست توده گندم و جو در بالاترین دُز علف‌کش‌های مختلف (سه هفته بعد از سمپاشی)

علف‌کش	حداکثر کاهش زیست توده در بالاترین دُز علف‌کش (درصد از شاهد)
تاپیک	۳۳/۰۱
اکسیال	۱۹/۷
آپیروس	۵۱/۰۷
توتال	۶۱/۳
پنتر	۷۱/۱

جدول ۳- برآورد پارامترهای حاصل از معادله سیگموئیدی (معادله ۱) برای علف‌کش‌های تاپیک و اکسیال

علف‌کش	مقادیر پارامترها				
	جو		گندم		
	R ²	c	b	a	a ₀
تاپیک	۰/۹۶	-۴۸/۵	-۱۹۰/۵	۱۵۳۲/۲	۷۰/۱
اکسیال	۰/۹۱	-۴/۴	-۲۳/۷	۳۶۰۶۷/۸	۸۱/۹

معرفی شده است، در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش آپیروس بر وزن خشک زیست توده اندام هوایی گندم و جو در معنی‌دار بود ($p < 0.05$) و با افزایش دُز این علف‌کش وزن خشک جو در گندم به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش یافت.

جو در همانند گندم به دُز توصیه شده و مقادیر کمتر از آن تحمل نشان داد و در دُز توصیه شده تنها ۲۰ درصد کاهش رشد داشت، اما با افزایش دُز آپیروس وزن خشک جو در مقایسه با گندم کاهش بیشتری داشت (شکل ۳). حداکثر کاهش وزن خشک جو در مقایسه با شاهد در بالاترین دُز ۵۱ درصد و برای گندم حدود ۳۰ درصد بود (جدول ۲).

باغستانی و همکاران (۲) نیز در بررسی تأثیر آپیروس بر روی جو در مناطق مختلف گزارش کردند که کاهش تراکم جو در مقادیر بالاتر از دُز توصیه شده آپیروس، بیشتر از ۵۲ درصد نبود و در برخی مناطق (مانند کرمانشاه) دُز توصیه شده تنها موجب ۵ درصد کنترل جو در گندم شد. دُز مورد نیاز برای ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد در گندم بالاتر از جو در گندم بود که نشان دهنده ی تحمل بالاتر گندم است (جدول ۴). اگرچه کاربرد مقادیر بالای آپیروس توانست از طریق توقف رشد، کاهش ارتفاع و سطح برگ جو در موجب فرونشانی آن شود، اما حتی در بالاترین دُز نیز بوته های جو در به طور کامل از بین نرفتند (داده ها گزارش نشده اند). جدول ۶ شاخص انتخابی بودن علف‌کش آپیروس را بر مبنای اعداد به دست آمده برای ED₉₀ جو در ED₁₀ گندم نشان می‌دهد. این شاخص نشان می‌دهد که کنترل مطلوب جو در بدون خسارت به گندم امکان پذیر نیست. نتایج دیگران نیز حاکی از آنست که برای کنترل مطلوب

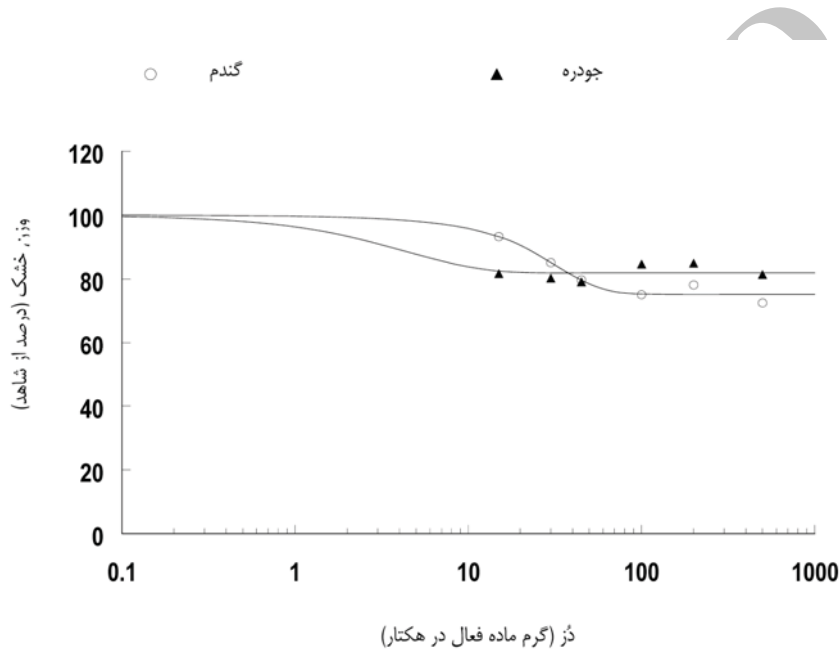
با توجه به آنکه اکسیال برای مزارع جو نیز توصیه شده است انتظار می‌رفت که بر جو دره نیز تأثیری نداشته باشد، بنابراین برای آگاهی از این مسأله و تعیین حد تحمل جو دره به آن در آزمایش ما منظور شد. نتایج نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش اکسیال بر روی وزن خشک اندام هوایی جو دره و گندم معنی‌دار نبود. علف‌کش اکسیال نتوانست حتی در بالاترین دُز (حدود ۱۱ برابر دُز توصیه شده) تأثیر زیادی بر جو دره داشته باشد و حداکثر کاهش زیست توده آن در مقایسه با شاهد ۱۹/۷ درصد بود (جدول ۲). جو دره تحمل بالایی به اکسیال داشت و تنها در دُزهای بالا کاهش ارتفاع و پنجه زنی بیشتر مشاهده شد. گندم نیز تحمل خوبی در مقابل این علف‌کش داشت، اما تحمل آن به مقادیر بالای علف‌کش کمتر از جو دره بود و حداکثر کاهش زیست توده آن ۲۷/۴ درصد بود. شکل ۲ رابطه میان مقادیر اکسیال و وزن خشک بوته های گندم و جو دره را نشان می‌دهد که با معادله سیگموئیدی برازش داده شده است (جدول ۳). همانند نتایج علف‌کش تاپیک، در مورد علف‌کش اکسیال نیز امکان محاسبه GR₅₀ و حتی GR₂₅ وجود نداشت که حاکی از تحمل بالای این گونه ها به این علف‌کش است.

زند و همکاران (۲۰) گزارش کردند که اکسیال به طور مؤثری علف‌های هرز یولاف وحشی، فالاریس، و چچم را کنترل کرد اما تأثیری روی جو دره نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده اگرچه اکسیال می‌تواند تأثیر مطلوبی بر روی برخی گونه ها نظیر یولاف وحشی و فالاریس داشته باشد، اما از آن نمی‌توان برای کنترل جو دره در گندم استفاده کرد.

از آنجا که در برخی منابع آپیروس به عنوان یکی از گزینه های مؤثر جهت کنترل انواع جو وحشی و نیز جو زراعی خودرو در گندم

جودره و جوخودرو با آبیروس به مقادیر بالاتر علف‌کش نیاز است، اما در برخی شرایط باید گیاه‌سوزی گندم و مشکل بقایای علف‌کش در خاک مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، شین و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که علف‌کش سولفوسولفورون، جو خودرو را در گندم تا حد قابل قبولی کنترل کرد، اما تحمل ارقام مختلف گندم به این علف‌کش متفاوت بود. باغستانی و همکاران (۷) نیز گزارش کردند که تحمل گونه‌های مختلف جو وحشی نیز به آبیروس متفاوت است و مقدار توصیه شده آن به طور قابل قبولی جوموشی (*Hordeum murinum*) را کنترل کرد، اما نتوانست جمعیت جودره را کاهش دهد.

در کرمانشاه بین تیمار عدم مصرف سولفوسولفورون با تیمار ۲۷ و ۴۱ گرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما افزایش دُز از ۴۱ به ۵۴ گرم در هکتار سبب کاهش معنی‌دار تراکم جودره شده و حداکثر کاهش تراکم در تیمار ۹۵ گرم در هکتار دیده شد (۵). در این آزمایش، گندم به مقادیر بالاتر از دُز توصیه شده آبیروس تحمل خوبی ($GR_{50} > 120$) نشان داد (جداول ۲ و ۴). اگرچه در برخی آزمایشات نیز تحمل بالای گندم به این علف‌کش گزارش شده است (جیر و همکاران، ۱۹۹۶؛ ۱۴، ۷)، اما در مواردی نیز اشاره شده است که ممکن است خساراتی به گندم وارد شود.

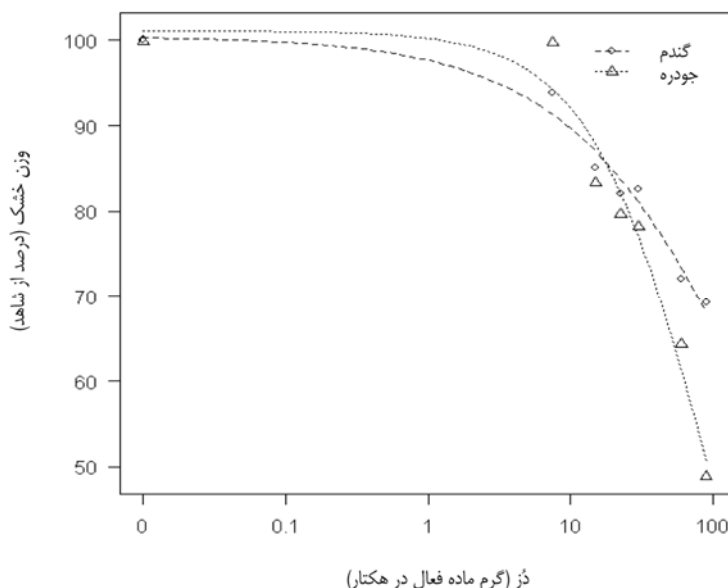


شکل ۲- چگونگی پاسخ جودره و گندم به دُزهای مختلف علف‌کش اکسیال

جدول ۴- مقادیر GR_{25} و GR_{50} جودره و گندم در پاسخ به علف‌کش‌های مختلف*

علف‌کش		GR_{25} (گرم ماده فعال در هکتار)	GR_{50} (گرم ماده فعال در هکتار)
تاپیک	جو دره	گندم	جو دره
اکسیال	>۴۰۰	>۴۰۰	>۴۰۰
آبیروس	>۵۰۰	>۵۰۰	>۵۰۰
توتال	۹۰/۴۵	>۱۲۰	۹۰/۴۵
پنتر	۸۳/۰۳	>۱۸۰	۸۳/۰۳
	۵۵/۵	۷۷/۳۲	۵۵/۵

* GR_{25} و GR_{50} : به ترتیب دُز مورد نیاز علف‌کش برای ۵۰ و ۲۵ درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد.



شکل ۳- چگونگی پاسخ جودره و گندم به دزهای مختلف علف کش آپيروس

گیاه زراعی، ممکن است موجب خسارت به محصولات بعدی در تناوب شود (۱۴). از آنجا که در این آزمایش نقش توان رقابتی گندم و تراکم بالاتر آن در شرایط مزرعه ای در نظر گرفته نشد، به نظر می رسد در شرایط مزرعه می توان با تلفیق دز مناسب این علف کش و نیز عملیات زراعی (افزایش توان رقابت گندم)، جودره را تا حد قابل قبولی کنترل کرد. باید توجه داشت که اگرچه کنترل جودره با افزایش دز آپيروس در گندم امکان پذیر است و این روش ممکن است صرفه اقتصادی هم داشته باشد، اما حساسیت محصولات زراعی در تناوب با گندم (با توجه به ماندگاری بالای علف کش های سولفونیل اوره در خاک به ویژه در مناطق سردسیر)، آلودگی خاک ها و آب های زیرزمینی و دیگر اثرات زیست محیطی آن، از مهم ترین چالش ها در این شرایط هستند.

برای مثال، در مطالعات گلخانه ای، جیر و همکاران (۱۲) دریافتند که زمانی که رطوبت خاک بالا بود، به دلیل افزایش جذب علف کش آپيروس توسط گیاه از خاک تا حدود ۲۰ درصد به گندم خسارت وارد شد. کلی و پیپر (۱۴) نیز گزارش کردند که در یک منطقه کاربرد آپيروس تا ۱۴۰ گرم در هکتار خسارتی به گندم وارد نکرد، اما در منطقه ای دیگر در همان سال عملکرد گندم در مقادیر ۳۵، ۷۰ و ۱۴۰ گرم علف کش در هکتار، به ترتیب ۶، ۱۱ و ۲۴ درصد کاهش یافت که این به دلیل درجه حرارت پایین تر و رطوبت بالاتر در منطقه دوم بود. متابولیسم برخی علف کش های سولفونیل اوره وابسته به درجه حرارت است و به ازای هر ۱۰ درجه سانتی گراد کاهش دما، در حدود ۲ تا ۵ برابر کاهش می یابد. بنابراین، افزایش دز آپيروس به ویژه در مناطق سردتر و خاک های سبک علاوه بر ایجاد خسارت احتمالی بر

جدول ۵- برآورد پارامترهای حاصل از معادله لجستیکی (معادله شماره ۲) برای علف کش های مختلف

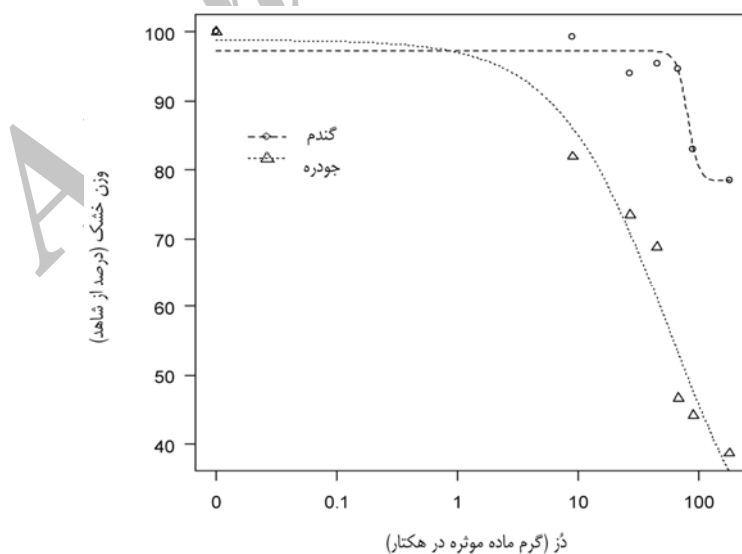
علف کش	حد پایین (c)	حد بالا (d)	شیب منحنی (b)	ED ₅₀ (e)
آپيروس				
گندم	۵۸/۲	۱۰۰/۱۷	۱/۰۲	۳۲/۵
جودره	-	۱۰۱/۱	۱/۰۵	۹۰/۴۵
توتال				
گندم	۷۸/۴	۹۸/۸	۱۰/۱	۸۰/۶
جودره	۰	۹۹/۶	۰/۷۹	۸۳/۰۳
پنتر				
گندم	۰	۱۰۳/۵	۱/۵	۷۷/۳۲
جودره	۰	۱۰۳/۰۶	۱/۱۳	۵۵/۵

احتمالا توانایی و یا سرعت متابولیسم آن در جودره کمتر از گندم است. اندرسون و همکاران (۶) گزارش کردند که متسولفورون متیل در گندم و جو از طریق هیدروکسیلاسیون ترکیب اولیه و سپس کنتوجاسیون با گلوکز به ۸ متابولیت مختلف تبدیل می‌شود. از آنجا که تأثیر رقابت گندم و اثر فرونشانی آن نیز در این آزمایش در نظر گرفته نشده است، به نظر می‌رسد در شرایط مزرعه ای با انتخاب دژ و مرحله مناسب کاربرد علف‌کش توتال (مرحله ۲ برگی جودره و گندم) و نیز افزایش توان رقابتی گندم از طریق روش های زراعی (رقم، تراکم و تاریخ کاشت مناسب) بتوان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد گندم، جودره را کنترل کرد. زند و همکاران (۲۰) نیز گزارش کردند که از میان چندین علف‌کش آزمایش شده در گندم در مناطق مختلف کشور هیچ یک موجب کنترل مطلوب جودره نشدند و تنها علف‌کش توتال توانست زیست توده جودره را در مقایسه با شاهد ۶۷ درصد کاهش دهد. همچنین بالاترین عملکرد گندم در مناطق مختلف در تیمارهای دارای علف‌کش توتال به دست آمد. باغستانی و همکاران (۲) نیز در بررسی تحقیقات انجام شده بر روی کنترل انواع جووحشی در مزارع گندم کشور عنوان کردند که علف‌کش توتال در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها تأثیر بهتری بر روی جودره دارد و در حال حاضر این علف‌کش یکی از گزینه های امیدبخش برای کنترل جودره در گندم به شمار می‌رود.

علف‌کش پنتر، مخلوط ایزوپروترون (بازدارنده فتوسیستم II) و دیفلوفنیکان (بازدارنده سنتز کاروتنوئیدها) است که طبق اطلاعات ارائه شده از سوی شرکت بایر کراپ آلمان، برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در گندم و جو پاییزه، تریتیکاله و چاودار به ثبت رسیده است (۹).

توتال که مخلوط دو علف‌کش سولفوسولفورون و متسولفورون متیل است (بازدارنده ALS)، برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مزارع گندم مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش توتال بر زیست توده هوایی گندم معنی‌دار نبود، اما با افزایش دژ این علف‌کش وزن خشک جودره به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش یافت ($p < 0.05$). زیست توده جودره در دژ توصیه شده توتال حدود ۳۲ درصد و در بالاترین دژ حداکثر ۱/۳ درصد کاهش یافت، در حالی که حداکثر کاهش رشد گندم در بالاترین دژ علف‌کش ۲۱/۵ درصد بود (جدول ۲). اگرچه علف‌کش توتال در مقایسه با علف‌کش‌های تایپک، اکسیال و آپیروس توانست زیست توده جودره را در مقایسه با شاهد بیشتر کاهش دهد، اما در بالاترین دژ نیز موجب نابودی کامل جودره نشد. علائم تأثیر توتال روی جودره شامل توقف رشد، رنگ پریدگی، کاهش ارتفاع و وزن خشک بود که حتی در دژ توصیه شده نیز این علائم مشخص بودند. شکل ۴ پاسخ جودره و گندم را به مقادیر مختلف توتال نشان می‌دهد. تحمل گندم در تمام دژها بالاتر از جودره بود و تنها در مقادیر بسیار زیاد علف‌کش (۹۰ و ۱۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) حساسیت نشان داد.

جدول ۶ شاخص انتخابی بودن توتال را برای کنترل جودره در گندم نشان می‌دهد. اگرچه شاخص نشان می‌دهد که با این علف‌کش نیز نمی‌توان بدون خسارت زیاد به گندم، جودره را تا حد ۹۰ درصد کنترل کرد اما در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها شاخص انتخابی بودن توتال بالاتر است. اگرچه جودره همانند علف‌کش‌های تایپک و آپیروس به علف‌کش توتال نیز تا حدودی متحمل بود اما به نظر می‌رسد دلیل تحمل پایین تر آن به این علف‌کش در مقایسه با گندم، وجود ماده فعال متسولفورون متیل در ترکیب این علف‌کش باشد که



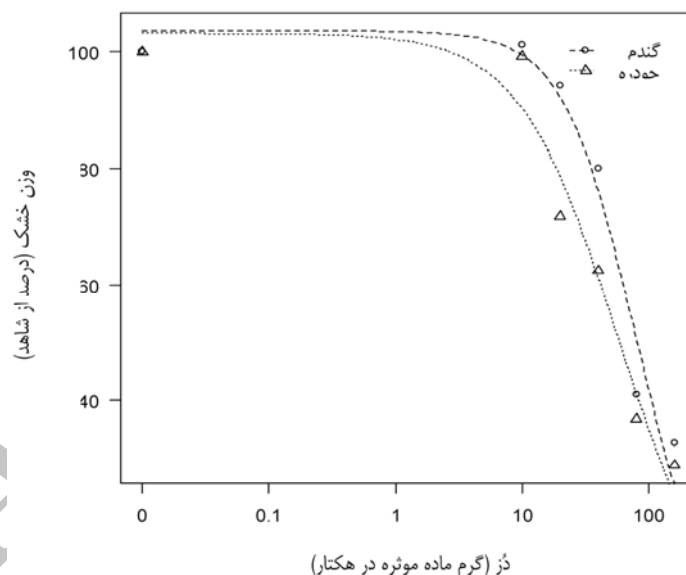
شکل ۴- چگونگی پاسخ جودره و گندم به دزهای مختلف علف‌کش توتال

با اینحال، با توجه به شاخص انتخابی به دست آمده (جدول ۶) اگرچه احتمال کنترل کامل جودره بدون خسارت به گندم پایین است، اما به نظر می‌رسد در شرایط مزرعه ای و با در نظر گرفتن اثر رقابتی گندم، در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها (به غیر از علف‌کش توتال) گزینه مناسب تری باشد. با توجه به جدید بودن این علف‌کش، در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها مطالعات زیادی در مورد کارایی آن در کنترل علف‌های هرز گندم در مزرعه انجام نشده است و به نظر ما این آزمایش شاید اولین گزارش در مورد پاسخ جودره و گندم به مقادیر مختلف پنتر در شرایط کاربرد پیش رویشی در گلدان باشد. بنابراین ضروری است تا در مورد کارایی آن در کنترل انواع علف‌های هرز (به ویژه تأثیر آن بر باریک برگ های مشکل سازی مانند جودره و چاودار) در ارقام مختلف گندم و در خاک های مختلف تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

در مجموع نتایج نشان داد که علف هرز جودره به طور طبیعی به علف‌کش‌های ثبت شده برای گندم و جو متحمل است، اما حد تحمل آن به هریک از این علف‌کش ها متفاوت است.

بنابراین، با توجه به انتخابی بودن آن برای جو زراعی، انتظار می‌رفت پاسخ جودره و گندم به این علف‌کش تا حدودی مشابه باشد. نتایج نشان داد که تأثیر مقادیر مختلف علف‌کش پنتر بر زیست توده اندام هوایی گندم و جودره معنی‌دار بود ($P < 0.05$) و با افزایش دُز این علف‌کش وزن خشک جودره و گندم به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش یافت و در دُزهای بالا هر دو گونه به طور کامل از بین رفتند. به طور کلی در تمام دُزها، درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد در گندم کمتر از جودره بود و حداکثر کاهش رشد در گندم و جودره به ترتیب ۶۷ و ۷۱ درصد بود (جدول ۲).

در علف‌کش‌های پیش رویشی حساسیت گیاه زراعی و علف هرز به علف‌کش به میزان زیادی به شرایط خاک (بافت، رطوبت و pH خاک) و نیز تراکم گیاه و عمق کاشت بستگی دارد. طبق توصیه شرکت بایر کراپ آلمان (۹) در زمین های شنی و دارای ماده آلی پایین خطر خسارت پنتر به گندم افزایش می‌یابد و نباید مصرف شود. در این آزمایش گندم و جودره پاسخ نسبتاً مشابهی (حدبالا و پایین و شیب مشابه) به مقادیر مختلف پنتر نشان دادند (شکل ۵ و جدول ۵) و تنها در دو دُز میانی (۲۰ و ۴۰ ppm) کاهش رشد جودره بیشتر بود.



شکل ۵- چگونگی پاسخ جودره و گندم به دُزهای مختلف علف‌کش پنتر

جدول ۶- مقادیر GR_{10} گندم، GR_{50} و GR_{90} جودره و شاخص انتخابی بودن (SI) برای علف‌کش‌های مختلف*

علف‌کش	GR_{10} گندم	GR_{90} جودره	GR_{50} جودره	$SI=GR_{10}/GR_{90}$	$SI=GR_{10}/GR_{50}$
آپروس	۸/۸۲	۷۳۱/۶۴	۹۰/۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۹۷
توتال	۷۱/۳۲	۱۳۴۴/۳۲	۸۳/۰۳	۰/۰۵۳	۰/۰۸۵
پنتر	۱۸/۷	۳۸۴/۹	۵۵/۵	۰/۰۴۸	۰/۰۳۴

GR_{10} , GR_{50} , GR_{90} : به ترتیب دُز مورد نیاز علف‌کش برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد کاهش رشد در مقایسه با شاهد.

* در مورد علف‌کش‌های تاپیک و اکسیال، به دلیل تحمل بالای جودره و گندم به این علف‌کش‌ها، امکان برآورد مقادیر GR_{10} , GR_{50} , GR_{90} و SI وجود نداشت.

مصرف برخی علف‌کش‌ها مانند تاپیک و اکسیال در مزارع آلوده به جودره، و نیز تحقیقات بیشتر برای یافتن علف‌کش‌های مؤثر و توجه به راهکارهای تلفیقی (شیمیایی و زراعی) برای کنترل جودره در مزارع گندم اقدامات لازم صورت پذیرد.

به طوری که بالاترین تحمل را به علف‌کش‌های تاپیک و اکسیال دارد، و در مقابل علف‌کش‌های آپيروس و توتال تحمل پایین تری از گندم داشت. با توجه به نتایج این آزمایش و بررسی‌های انجام شده توسط دیگران، ضروری است در خصوص جلوگیری از

منابع

- ۱- باغستانی م. ع. ۱۳۷۹. بررسی کارایی چند علف‌کش جدید در مزارع گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بخش تحقیقات علف‌های‌هرز، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.
- ۲- باغستانی م. ع.، زند الف.، و مین‌باشی‌معینی م. ۱۳۸۶. مروری بر تحقیقات انجام شده روی کنترل جوهای وحشی در مزارع گندم کشور. دومین همایش علوم علف‌های‌هرز ایران. مشهد.
- ۳- حمیدی ر. ۱۳۸۶. آثار افشردهای برگ و ساقه جو وحشی روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم زمستانه. دومین همایش علوم علف‌های‌هرز ایران. مشهد.
- ۴- زند الف.، باغستانی م. ع.، بیطرفان م.، و شیمی پ. ۱۳۸۶. راهنمای علف‌کش‌های ثبت شده در ایران با رویکرد مدیریت مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۵- ویسی م. ۱۳۸۶. تعیین میزان مناسب علف‌کش سولفوسولفورون در کنترل علف‌هرز جودره در گندم. دومین همایش علوم علف‌های‌هرز ایران. مشهد.
- 6- Anderson J. J., Priester T. M., and Shalaby L. M. 1989. Metabolism of metsulfuron-methyl in wheat and barley. *J. Agric. Food & Chem.*, 37:1429-1434
- 7- Baghestani M. A., Zand E., Mesgaran M. B., Veysi M., PourAzar R., and Mohammadipour M. 2008. Control of weed barley species in winter wheat with sulfosulfuron at different rates and times of application. *Weed Biology and Manage.*, 8:181-190.
- 8- 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.
- 9- Bayer Crop Science. 2006. Safety data sheet. Panther 18482 4X5L GB.
- 10- Brown A. H. D., Nevo E., Zohary D., and Dagan O. 1978. Genetic variation in natural populations of wild barley (*Hordeum spontaneum*). *Genetica*, 49:97-108.
- 11- Christopher J. T., Powles S. B., and Holtum J. A. M. 1992. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) involves at least two mechanisms. *Plant Physiol.*, 100:1909-1913.
- 12- Geier P. W., and Stahlman P. W. 1996. Dose responses of weeds and winter wheat (*Triticum aestivum*) to MON 37500. *Weed Technol.*, 5:3-17.
- 13- Harlan J. R. 1992. *Crops and man*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press.
- 14- Kelley J. P., and Peeper T. F. 2003. Wheat (*Triticum aestivum*) and rotational crop response to MON 37500. *Weed Technol.*, 17:55-59.
- 15- Moseman J. G, Baenziger P. F., and Kilpatrick R. A. 1980. *Hordeum spontaneum*- an overlooked source of disease resistance. Europe and Mediterranean Cereal Rust Foundation, Pp. 91-93.
- 16- Ritz C., and Streibig J. C. 2005. Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12:1-22.
- 17- Sensmen S. A., 2007. *Herbicide Handbook*. (9th ed). Weed Science Society of America, U.S.A.
- 18- Shinn S. L., Thill D. C., and William J. P. 1999. Volunteer barley (*Hordeum vulgare*) control in winter wheat (*Triticum aestivum*) with MON 37500. *Weed Technol.*, 13:88-93.
- 19- Volis S., Mendlinger S., Turuspekov Y., Esnazarov U., Abugaliev S., and Orlovsky N. 2001. Allozyme variation in Turkmenian populations of wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.). *Annals of Botany*, 87:435-446.
- 20- Zand E., Baghestani M. A., Soufizadeh S., Eskandari A., PourAzar R., Veysi M., Mousavi K., and Barjasteh A. 2007. Evaluation of some newly registered herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop Protec.*, 26:1349-1358.
- 21- Zhang Q., Saghai-Marooof M. A., and Kleinhofs A. 1993. Comparative analysis of RFLPs and isozymes within and among populations of *Hordeum vulgare* spp. *spontaneum*. *Genetics*, 134:906-916.