

ارزیابی تحمل برخی گیاهان زراعی به بقایای علف کش تری بنورون متیل (گرانستار) در خاک

ابراهیم ایزدی دربندی^{۱*} - محمدحسن راشد محصل^۲ - قدریه محمودی^۳ - معصومه دهقان^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۸/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۹

چکیده

تری بنورون متیل با نام تجاری گرانستار یکی از مهمترین علف کش های سولفونیل اوره ها می باشد که در کنترل علفهای هرز مزارع گندم ایران کاربرد زیادی دارد. پایداری نسبتاً زیاد این علف کش ها در خاک از مهمترین مشکلات زیست محیطی و زراعی مرتبط با کاربرد آنها است. به منظور ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی عمده به بقایای علف کش گرانستار در خاک آزمایش زیست سنجی در زمستان ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل گیاهان زراعی (نخود، عدس، لوبیا، گوجه فرنگی، ذرت، کلزا و چغندر قند) و بقایای شبیه سازی شده علف کش گرانستار در خاک (۰، ۰/۰۰۰۹، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۴، ۰/۰۰۰۹، ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲، میلی گرم در کیلوگرم خاک) بودند. برای تحلیل نتایج آزمایش، یک هفته پس از ظهور گیاهان، درصد سبز شدن آنها تعیین و درصد بقا و مقدار ماده خشک اندام های هوایی و ریشه گیاهان ۳۰ روز پس از سبز شدن آنها اندازه گیری شد. ارزیابی پاسخ گیاهان به بقایای علف کش تری بنورون متیل پس از تجزیه واریانس داده های حاصل از طریق برازش زیست توده تولیدی آنها به معادله های ۳ و ۴ پارامتری سیگموییدی به غلظتهای مختلف علف کش انجام و مقدار باقیمانده علف کش برای کاهش ۵۰ درصد ماده خشک ریشه و اندام های هوایی (ED₅₀) گیاهان مورد مطالعه محاسبه شد. براساس نتایج آزمایش، درصد سبز شدن و رشد ریشه و ساقه در همه گیاهان به شکل کاملاً معنی داری ($P \leq 0.01$) تحت تاثیر بقایای علف کش گرانستار قرار گرفت. اما بقاء گرانستار بر درصد بقایای گیاهان مورد مطالعه تاثیری نداشت. بیشترین (۸۰/۹۶ درصد) و کمترین (۲۶/۳ درصد) تلفات ماده خشک ساقه بترتیب در کلزا و لوبیا مشاهده شد. با افزایش بقایای گرانستار در خاک رشد ریشه در همه گیاهان مانند ساقه، کاهش معنی داری ($P \leq 0.01$) داشت. بطوریکه بیشترین (۹۱/۲۷ درصد) و کمترین (۳۱/۳ درصد) تلفات ماده خشک تولیدی ریشه بترتیب در کلزا و لوبیا مشاهده شد. براساس شاخص (ED₅₀) لوبیا (۰/۰۰۷۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و چغندر قند (۰/۰۰۰۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بترتیب متحمل ترین و حساس ترین گیاهان به بقایای علف کش تری بنورون متیل بودند و سایر گیاهان مورد مطالعه به ترتیب حساسیت بصورت: گوجه فرنگی > لوبیا > نخود > ذرت > عدس > کلزا > چغندر قند، طبقه بندی شدند.

واژه های کلیدی: علف کش های سولفونیل اوره، چغندر قند، ذرت، عدس، کلزا، گوجه فرنگی، لوبیا، نخود

مقدمه

موجود تاکنون ۴۸ علف کش مختلف از این خانواده در سطح جهان مورد استفاده قرار می گیرد (۱۲). این گروه از علف کش ها با ممانعت از سنتز اسیدهای آمینه ضروری همچون والین، ایزولوسین و لوسین را در گیاهان حساس تقسیم سلولی را، دچار اختلال می کنند (۲۳). از مهمترین خصوصیات علف کش های سولفونیل اوره دارا بودن خاصیت انتخابی بالا، مقدار مصرف کم و سمیت کم آنها برای پستانداران می باشد که این مزیت ها از مهمترین دلایل کاربرد گسترده آنها در کنترل علف های هرز مزارع است (۹، ۱۶ و ۱۹). علیرغم مزایای مذکور علف کش های این خانواده، ماندگاری نسبتاً زیاد آنها در خاک، از مهمترین مشکلات کاربرد آنها به شمار می رود که پیامد مستقیم آن آلودگی خاک و آسیب به گیاهان زراعی در تناوب می باشد (۱۷). بطوریکه بر اساس گزارش های موجود بقایای آنها در حد ۰/۰۷ - ۰/۰۱ نانو گرم در گرم خاک می تواند سبب کاهش رشد در گیاهان

مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد روز افزون علف کش ها و اثرات سوء آنها بر جانوران و گیاهان ضرورت شناخت اثرات زیست محیطی، بویژه در محیط خاک و آب را بیش از پیش نمایان می سازد (۸، ۲۲ و ۲۸). در مسیر تکامل و معرفی علف کش ها، کشف علف کش های سولفونیل اوره نقطه عطفی در استراتژی مدرن کنترل علف های هرز بود بطوریکه از زمان ساخت کلروسولفورون (اولین علف کش بازدارنده سنتز استولاکتات سنتاز) انقلاب عظیمی در علوم بیوشیمی، فیزیولوژی و سم شناسی ایجاد شد (۷). بر اساس آمار

۱، ۲، ۳، ۴ - به ترتیب استادیار، استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول: (Email: eizadi2000@yahoo.com)

های مورد نظر علف کش گرانستار پس از تهیه محلول ۱۰۰۰ قسمت در میلیون آن در آب مقطر، از رقیق کردن آن بدست آمدند. به منظور اختلاط کامل و همگن علف کش با خاک ابتدا ۱ کیلوگرم از خاک برای هر غلظت علف کش تهیه شد و سپس حجم محاسبه شده محلول گرانستار را برای غلظت مورد نظر با استفاده از بورت مدرج به خاک اضافه شد. برای کاهش خطای احتمالی در تهیه غلظت‌های مورد نظر، محاسبات و تهیه محلول‌های علف کش طوری انجام شد که برای هر غلظت بطور مساوی تقریباً ۵۰ سی سی از محلول آبی به خاک اضافه شود. پس از تبخیر کامل آب از سطح خاک علف کش به طور کامل با خاک مخلوط شد. سپس نمونه خاک مخلوط شده با بخش دیگر خاک مربوط به هر غلظت علف کش کاملاً مخلوط شد و پس از انتقال به گلدانهایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر، بذور گیاهان زراعی بسته به نوع گیاه زراعی به تعداد ۱۰ تا ۲۰ عدد در عمق مناسب کشت شدند. برای ممانعت از آیشویی علف کش، گلدان‌ها به طور یکنواخت در حدی آبیاری شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشند. یک هفته پس از سبز شدن گیاهان و در مرحله ۲ تا ۳ برگی، درصد سبز شدن هر گیاه محاسبه و گیاهان تنک شدند و تراکم آن‌ها به سه بوته در هر گلدان تنک شد. ۳۰ روز پس از سبز شدن، بعد از تعیین درصد بقا، گیاهان مورد نظر در هر گلدان را برداشت کرده و پس از خاکشویی ریشه و جدا کردن آن از ساقه، به آزمایشگاه منتقل و در پاکت‌هایی مجزا (ریشه و ساقه هر یک از گیاهان) در آون و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، جهت خشکاندن قرار داده شدند. سپس وزن خشک اندام هوایی و ریشه آنها با ترازوی هزارم توزین شدند (۳ و ۱۳).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC، انجام شد و مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد. تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از برازش داده‌ها به معادله لجستیک چهار پارامتری، زیست توده ساقه گیاهان استفاده شد (معادله ۱) و غلظت‌های علف کش برای ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد بازدارندگی رشد گیاهان زراعی (ED₁₀، ED₃₀ و ED₅₀) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شدند.

$$f(y) = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(X) - \log(e)))} \quad (1)$$

که در آن Y پاسخ گیاه (وزن خشک اندام هوایی و ریشه)، b ، شیب منحنی، c ، حد پایین منحنی (پاسخ ماده خشک گیاه زمانی که باقیمانده علف کش حداکثر است)، e ، غلظتی از علف کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می‌شود و d ، حد بالای منحنی (زمانی که باقیمانده علف کش در خاک به سمت صفر میل می‌کند. در مواردی که در معادله ۴ پارامتری اثر پارامتر c از نظر آماری معنی دار نشد آنرا حذف و از معادله سه پارامتری لجستیک برای ارزیابی پاسخ زیست توده گیاهان مذکور استفاده شد (۱۹).

حساس شود (۱۵). در ارزیابی حساسیت نخود و عدس به بقایای علف کش های تراپا سولفورون، کلروسولفورون و مت سولفورون متیل گزارش شده است که نخود نسبت به عدس به بقایای علف کش های مذکور مقاومتر است (۹). گاتنر و همکاران (۱۰) در آزمایش زیست-سنجی که به منظور ارزیابی تحمل گیاهان مختلف به بقایای علف کش های سولفونیل‌اوره و تعیین میزان آیشویی و رواناب آن‌ها انجام شد، مشاهده کردند که آفتابگردان حساسیت بیشتری از عدس و شلغم به این گروه از علف کش‌ها دارد. در آزمایشی به منظور زیست‌سنجی پسماند علف کش‌های آترازین، نیکوسولفورون، فورام-سولفورون، نیکوسولفورون + ریم-سولفورون، ریم-سولفورون + فورام-سولفورون در زمین تحت کشت شاهی^۱، مشاهده شد که در تیمار آترازین، شاهی کمترین میزان جوانه زنی، طول و وزن خشک شاخساره را دارا بود و در بین خانواده علف کش‌های سولفونیل‌اوره، نیکوسولفورون بیشترین تاثیر را بر کاهش وزن خشک شاخساره شاهی داشت.

تری بنورون متیل با نام تجاری گرانستار، از مهم‌ترین علف-کش‌های این خانواده است که برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم در دنیا (۴ و ۵) و ایران (۲) مورد استفاده قرار می‌گیرد و با مقدار کاربرد ۱۰ تا ۲۰ گرم ماده تجاری در هکتار قادر به کنترل دامنه وسیعی از دو لپه‌ای‌ها و تک لپه‌ای‌های یکساله و برخی از چند ساله‌ها در غلات می‌باشد (۲). از آنجا که تاکنون مطالعاتی در ارتباط با اثرات باقیمانده علف کش تری بنورون متیل در خاک بر محصولات زراعی موجود در تناوب انجام نشده است. این بررسی به منظور ارزیابی تاثیر بقایای آن بر محصولات زراعی که در تناوب با گندم قرار می‌گیرند و شناخت گیاهان زراعی متحمل به بقایای این علف کش در شرایط گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در پاییز سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف کش تریبنورون متیل (DF ۰/۷۵) در خاک (۰، ۰/۰۰۰۰۹، ۰/۰۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۰۴، ۰/۰۰۰۰۹، ۰/۰۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۰۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک) که به ترتیب معادل صفر، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ درصد مقدار توصیه شده آن (۱۵ گرم در هکتار) در خاک بودند و گیاهان زراعی در هفت سطح (لوبیا، عدس، نخود، ذرت، کلزا، چغندر قند و گوجه فرنگی) بودند. برای این منظور خاکی به نسبت ۱:۱:۱ شن، خاک و خاک برگ تهیه شد و در گلخانه غلظت-

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش همه شاخص‌های مورد مطالعه (رشد ریشه، ساقه، درصد سبز شدن و بقا) در همه گیاهان بطور معنی داری ($p \leq 0.01$)، تحت تاثیر بقایای علف‌کش تری بنورون متیل (گرانستار) قرار گرفتند و با افزایش بقایای علف‌کش صفات مورد بررسی بطور معنی داری کاهش یافتند (جدول ۱ و ۲). همچنین براساس نتایج حاصل، گیاهان مورد مطالعه در پاسخ به بقایای علف-کش تری بنورون متیل در خاک اختلاف معنی داری ($p \leq 0.01$) با هم داشتند (جدول های ۱ و ۲ و شکل های ۱ و ۲).

روند پاسخ گیاهان مورد بررسی به تغییرات بقایای علف‌کش تری بنورون متیل در خاک بصورت لجستیکی بود (شکل ۱ و ۲) که مشابه سایر مطالعات انجام شده در این ارتباط می باشد (۹، ۱۸ و ۲۸). بر اساس نتایج بدست آمده و با توجه به روند تغییرات زیست توده، در بین حیوانات مطالعه شده در این آزمایش لوبیا متحمل‌ترین و عدس حساس‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش تری بنورون متیل بودند (شکل ۱) بطوریکه متوسط تلفات ماده خشک اندام‌های هوایی در غلظت‌های مختلف علف‌کش در عدس (۴۵/۵ درصد) و لوبیا (۲۶/۸۳ درصد) بود (شکل ۱ و جدول ۲) و نخود با متوسط تلفات ۳۶/۷۴ درصد زیست توده پس از لوبیا قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصل، به نظر می‌رسد با توجه به تنوع حیوانات مورد مطالعه در پاسخ به بقایای علف‌کش تری بنورون متیل در خاک، می‌توان از این مهم در تدوین برنامه تناوب زراعی و انتخاب گیاهان متحمل تر پس از کاربرد گرانستار در گندم، استفاده کرد. مطالعات انجام شده در این زمینه بیانگر حساس بودن حیوانات به بقایای علف‌کش‌ها می‌باشند. هالووی و همکاران (۱۱) در بین گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس و یونجه، عدس را به عنوان حساس‌ترین گیاه زراعی به بقایای علف‌کش‌های کلروسولفورون، تریاسولفورون و متسولفورون معرفی کردند. اوستن و والکر (۱۶) نیز عدس را نسبت به نخود گیاه حساس‌تری به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره معرفی کرده‌اند. در مطالعه‌ای دیگر که به منظور ارزیابی تاثیر بقایای آترازین بر گیاهان زراعی مختلف انجام شد، نخود و عدس به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین حیوانات به

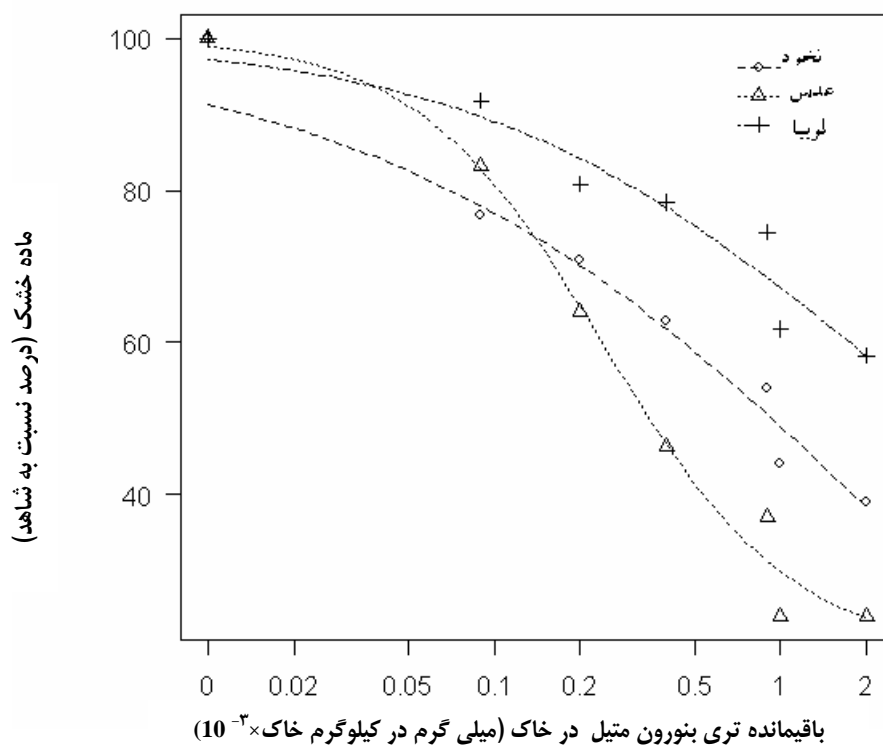
بقایای علف‌کش آترازین بودند و لوبیا تحمل بیشتری نسبت به عدس و نخود داشت (۱). با توجه به نتایج آزمایش در بین سایر گیاهان مورد بررسی، نیز اختلاف معنی داری در تحمل به بقایای شبیه سازی شده علف‌کش تری بنورون متیل وجود داشت. با توجه به روند تغییرات ماده خشک تولید شده ساقه و ریشه گیاهان مذکور در پاسخ به غلظت‌های مختلف علف‌کش تری بنورون متیل، مشاهده شد که کلزا حساس‌ترین و گوجه‌فرنگی متحمل‌ترین گیاهان به بقایای گرانستار بودند. بطوریکه کلزا در کمترین غلظت علف‌کش تری بنورون متیل (۰/۰۰۰۹ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بیشترین تلفات ماده خشک (۸۹/۱۴ درصد) را نسبت به شاهد داشت. حال اینکه گوجه‌فرنگی در بیشترین میزان بقایای گرانستار در خاک (۰/۰۰۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک) ۶۰ درصد تلفات ماده خشک را داشت (شکل ۲ و جدول ۲) و ذرت با متوسط تلفات زیست توده اندام هوایی (۶۴ درصد) نسبت به کلزا متحمل‌تر بود. این نتایج ضمن اینکه نشان از آسیب پذیری شدید کلزا به بقایای علف‌کش تری بنورون متیل در خاک دارند، همچنین نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی تحمل گیاهان زراعی مختلف می‌باشد، که می‌تواند در اعمال برنامه تناوب زراعی مطلوب، پس از کاربرد تری بنورون متیل در گندم مفید باشد.

روند تغییرات رشد ریشه گیاهان مورد آزمایش نیز نشان داد که با افزایش بقایای علف‌کش تری بنورون متیل، رشد ریشه آنها نیز مانند ساقه تحت تاثیر قرار گرفته و بطور معنی داری ($p \leq 0.01$) کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). بر اساس نتایج آزمایش، می‌توان گیاهان مورد مطالعه را بر اساس حساسیت رشد ریشه آنها به ترتیب بصورت چغندرقد، ذرت، عدس، گوجه‌فرنگی، لوبیا و نخود، طبقه بندی کرد که بترتیب دارای ۹۱/۲۷، ۶۴/۱۷، ۵۸/۱۴، ۴۶/۵۰، ۴۳/۳ و ۳۱/۳ و ۱۸ درصد تلفات رشد را داشتند. بر این اساس در بین حیوانات، عدس بطور متوسط با ۵۸/۱۴ درصد تلفات رشد ریشه حساس‌ترین گیاه و نخود بدون تاثیر معنی دار بقایای تری بنورون متیل بر ریشه آن متحمل‌ترین حیوانات بودند. در بین سایر گیاهان کلزا، با ۹۱/۲۷ درصد تلفات رشد ریشه حساس‌ترین و گوجه‌فرنگی متحمل‌ترین گیاهان بودند (جدول ۲).

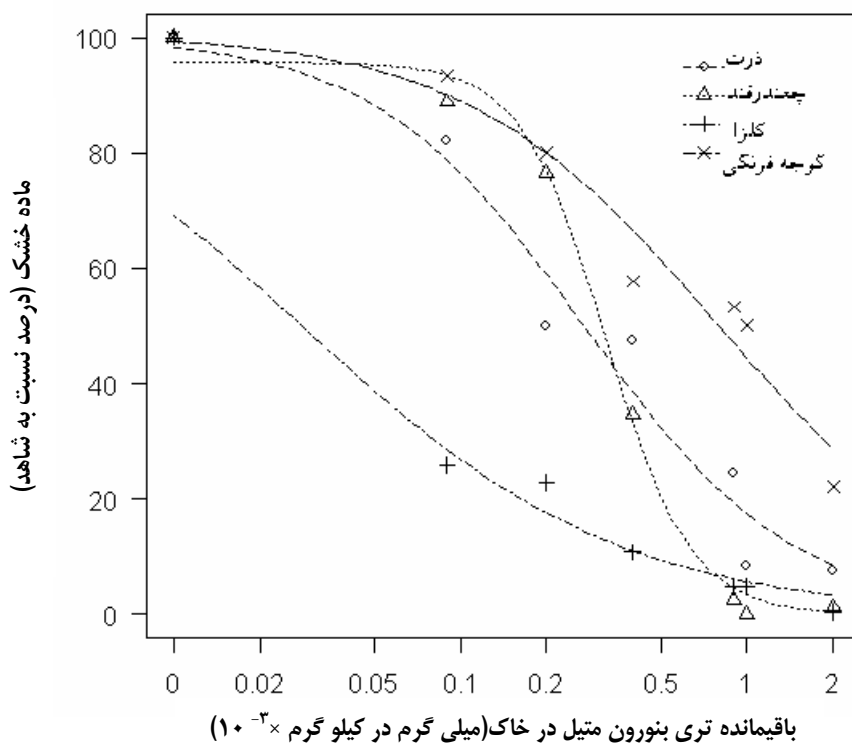
جدول ۱- میانگین مربعات (MS) تجزیه واریانس مربوط به درصد سبز شدن، درصد بقاء و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهان زراعی به

بقایای علف‌کش تری بنورون متیل در خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	درصد بقاء	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی
گیاه	۶	۳۱۶۴/۲**	۱۷۱/۳۴**	۰/۱۷۳**	۰/۸۴**
باقیمانده علفکش	۶	۵۴۵۷/۰۵**	۲۰۶/۶۴**	۰/۰۶**	۰/۲۴**
گیاه × باقیمانده علفکش	۳۶	۱۲۹/۱۵**	۱۵۲/۷۱**	۰/۰۱**	۰/۰۱**
خطا	۹۸	۵۶/۸۵	۱۵۸/۷۴	۱/۴۹	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (CV)	-	۱۱/۸۱	۱۲/۵	۲۰/۵۲	۱۷/۳۵



شکل ۱- پاسخ ماده خشک نخود، عدس و لوبیا در غلظت‌های مختلف تری بنورون متیل در خاک



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ذرت، چغندر قند، کلزا و گوجه فرنگی در غلظت‌های مختلف تری بنورون متیل در خاک

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی و ریشه، درصد سبز شدن و درصد بقا غلظت‌های مختلف علفکش تری بنورون متیل (گرانستار) در گیاهان زراعی مختلف

درصد بقاء	درصد سبز شدن	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	بقایای علف کش (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	گیاه زراعی
۱۰۰ ^a	۹۰/۴۷ ^{a-e}	۰/۴۹ ^{e-g}	۰/۱۴ ^{op}	.	نخود
۱۰۰ ^a	۸۰/۹۵ ^{c-f}	۰/۴۲ ^{f-h}	۰/۱۳ ^p	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۴ ^{g-i}	۰/۲۰ ^{k-m}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۴ ^{g-i}	۰/۲۳ ^{gh}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۵۲/۳۸ ⁱ⁻ⁿ	۰/۲۱ ^{j-m}	۰/۱۵ ^{n-p}	۰/۰۰۰۹	
۸۸/۸۸ ^a	۴۲/۸۵ ^{l-q}	۰/۲۵ ^{j-l}	۰/۲۱ ^{j-l}	۰/۰۰۰۱	
۸۸/۸۸ ^a	۴۲/۸۵ ^{l-q}	۰/۱۸ ^{k-o}	۰/۲۲ ^{ij}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۹۰/۴۷ ^{a-e}	۰/۸۲ ^a	۰/۳۵ ^d	.	لوبیا
۱۰۰ ^a	۷۶/۱۸ ^{e-h}	۰/۷۷ ^{ab}	۰/۲۷ ^f	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۶۶ ^{b-d}	۰/۲۵ ^g	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۶۱/۹۰ ^{h-j}	۰/۶۰ ^{c-e}	۰/۲۳ ^{c-f}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۵۲/۳۸ ⁱ⁻ⁿ	۰/۶۰ ^{cd}	۰/۲۳ ^{hi}	۰/۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۵۲/۳۸ ⁱ⁻ⁿ	۰/۵۰ ^{e-g}	۰/۲۳ ^{c-f}	۰/۰۰۰۱	
۱۰۰ ^a	۴۲/۶۶ ^{j-p}	۰/۴۷ ^{e-h}	۰/۲۳ ^{gh}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۱۰۰ ^a	۰/۲۴ ^{j-l}	۰/۱۹ ^m	.	عدس
۱۰۰ ^a	۹۱/۶۷ ^{a-e}	۰/۲۰ ^{j-n}	۰/۱۵ ^{no}	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۷۹/۱۷ ^{d-g}	۰/۱۹ ^{j-o}	۰/۱۶ ⁿ	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۸۳/۳۳ ^{b-f}	۰/۱۱ ^{l-q}	۰/۱۰ ^{qr}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۷۹/۱۷ ^{d-g}	۰/۱۱ ^{l-q}	۰/۰۶ ^s	۰/۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۱۰ ^{l-q}	۰/۰۹ ^r	۰/۰۰۰۱	
۱۰۰ ^a	۵۴/۱۷ ^{i-m}	۰/۰۹ ^{m-q}	۰/۶۱ st	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۸۶/۶۷ ^{a-l}	۰/۵۶ ^{d-l}	۰/۴۶ ^a	.	کلزا
۱۰۰ ^a	۷۳/۳۳ ^{f-h}	۰/۰۸ ^{m-q}	۰/۰۵ st	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۵۶/۶۷ ^{i-l}	۰/۴۱ ^{gh}	۰/۱۰ ^{qr}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۰۶ ^{m-q}	۰/۰۵ ^{tu}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۵۳/۳۳ ^{i-m}	۰/۰۷ ^{m-q}	۰/۰۲ ^{x-z}	۰/۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۴۶/۶۶ ^{k-p}	۰/۰۴ ^{o-q}	۰/۰۲ ^{x-z}	۰/۰۰۰۱	
۷۷/۷۷ ^a	۳۶/۶۶ ^{o-q}	۰/۰۹ ^q	۰/۰۰۱ ^w	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۹۵/۲۴ ^{a-c}	۰/۴۸ ^{e-g}	۰/۴۱ ^b	.	ذرت
۱۰۰ ^a	۹۵/۲۴ ^{a-c}	۰/۴۰ ^{g-i}	۰/۳۸ ^c	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۸۵/۷۱ ^{a-f}	۰/۳۳ ^{h-j}	۰/۳۲ ^e	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۷۶/۱۸ ^{e-h}	۰/۲۷ ^{i-k}	۰/۲ ^{lm}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۶۶/۶۶ ^{g-i}	۰/۱۸ ^{k-o}	۰/۱۱ ^q	۰/۰۰۰۹	
۸۸/۸۸ ^a	۵۷/۱۴ ^{i-l}	۰/۰۱ ^{n-q}	۰/۰۱ ^{yz}	۰/۰۰۰۱	
۷۶/۶۶ ^b	۳۸/۰۹ ^{n-q}	۰/۰۵ ^{n-q}	۰/۰۱ ^{yz}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۹۵/۸۳ ^{ab}	۰/۱۶ ^{k-p}	۰/۰۴ ^{t-v}	.	چغندر قند
۱۰۰ ^a	۹۱/۶۷ ^{a-d}	۰/۱۰ ^{l-q}	۰/۰۲۷ ^{u-x}	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۷۹/۱۷ ^{d-g}	۰/۱۳ ^{k-q}	۰/۰۲ ^{v-y}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۵۴/۱۷ ^{i-m}	۰/۰۷ ^{m-q}	۰/۰۱ ^{yz}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۵۸/۳۳ ^{i-k}	۰/۰۴ ^{o-q}	۰/۰۱ ^z	۰/۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۴۵/۸۳ ^{k-p}	۰/۰۱ ^{pq}	۰/۰۰۲ ^w	۰/۰۰۰۱	
۱۰۰ ^a	۶۷/۴۱ ^{m-q}	۰/۰۲ ^{pq}	۰/۰۰۴ ^w	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۵۱/۱۱ ^{j-o}	۰/۱۵ ^{k-p}	۰/۰۴ ^{t-v}	.	گوجه فرنگی
۱۰۰ ^a	۴۸/۸۹ ^{j-p}	۰/۱۰ ^{l-q}	۰/۰۴ ^{t-w}	۰/۰۰۰۰۹	
۱۰۰ ^a	۴۰ ^{m-q}	۰/۰۸ ^{m-q}	۰/۰۳ ^{u-x}	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ ^a	۴۰ ^{m-q}	۰/۰۷ ^{m-q}	۰/۰۲ ^{w-z}	۰/۰۰۰۴	
۱۰۰ ^a	۳۷/۷۸ ^{n-q}	۰/۰۶ ^{n-q}	۰/۰۲ ^{w-z}	۰/۰۰۰۹	
۸۷/۷۷	۳۵/۵۵ ^{pq}	۰/۰۶ ^{n-q}	۰/۰۲ ^{w-z}	۰/۰۰۰۱	
۸۷/۷۷	۲۸/۸۸ ^q	۰/۰۰۷ ^{pq}	۰/۰۰۶ ^y	۰/۰۰۰۲	

خواهد دید و قرار دادن آن نسبت به سایر گیاهان در تناوب با گندم نیاز به احتیاط بیشتر و انجام آزمایشهای زیست سنجی قبل از کاشت دارد.

واکنش گیاهان مورد بررسی به بقایای علف کش تری بنورون متیل در صفات درصد سبز شدن و بقاء متفاوت بود. بطوریکه درصد سبز شدن در همه گیاهان تحت تاثیر حضور بقایای تری بنورون متیل قرار گرفت. حال این که بقای گیاهان تحت تاثیر بقایای علف کش قرار نگرفت بر این اساس به نظر می رسد برای جبران کاهش تراکم گیاهان زراعی حساس به بقایای علف کش تری بنورون متیل نیاز به کشت با تراکم های بالاتر باشد.

بر اساس مطالعات انجام شده در این ارتباط، استفاده از شاخص های ED₁₀، ED₃₀، و بخصوص ED₅₀ از مهمترین شاخص های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف کش ها و طبقه بندی آنها بر این اساس می باشد (۱۱ و ۱۸) بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش و برآورد پارامتر ED₅₀ از رشد اندام های هوایی گیاهان مورد مطالعه به ترتیب حساسیت آنها به بقایای علف کش تری بنورون متیل را می توان بصورت زیر طبقه بندی کرد (جدول ۳).

گوجه فرنگی > لوبیا > نخود > ذرت > عدس > کلزا > چغندر قند

در ارتباط با حساسیت گیاهان مختلف به بقایای سولفورنیل اوره ها گزارشهای مختلفی شده است. در مزارع تحت تیمار با علف کش مت سولفورون متیل و تریا سولفورون، گزارش شده است که کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب زمینی و چغندر قند آسیب دیدند در حالیکه جو و آفتابگردان حساسیتی به بقایای علف کش مذکور نشان ندادند. همچنین با کاربرد مت سولفورون و تریا سولفورون، محصولات در تناوبی از جمله کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب زمینی و چغندر قند به بقایای آنها حساسیت نشان دادند اما جو، کتان و گندم نسبت به آنها متحمل بودند (۱۵).

از آنجا که ریشه در مقایسه با ساقه در تماس مستقیم با بقایای علف کش است، انتظار می رود که نسبت به اندام های هوایی گیاه به بقایای علف کش، آسیب پذیرتر باشد. بطوریکه با این حال عکس العمل اندام های گیاهان مختلف به بقایای علف کش تفاوت دارد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه نیز مشاهده می شود که با وجود عدم تاثیر گذاری بقایای تری بنورون متیل بر رشد ریشه نخود، در کلزا منجر به تلفات ۹۱/۲ درصدی شده که نسبت به اندام های هوایی آن اختلاف داری داشت. در مطالعات مربوط به زیست سنجی باقیمانده علف کش ها، رشد ریشه، به ویژه در گیاهان حساس شاخص مهمی در ارزیابی حساسیت گونه ها به بقایای علف کش ها می باشد و در این ارتباط بسته به نوع علف کش و گیاه زراعی نتایج مختلفی گزارش شده است (۸، ۱۱ و ۱۴). ویکاریا و همکاران (۲۴)، در ارزیابی استفاده از زیست سنجی در تعیین بقایای علف کش مت سولفورون متیل، حساسیت رشد ریشه عدس را شاخص مطلوبی در تعیین بقایای احتمالی علف کش مذکور دانسته اند. نامبردگان گزارش کردند که با وجود عدم تشخیص بقایای مت سولفورون متیل با استفاده از روش های آنالیز دستگاهی، آزمایش زیست سنجی ریشه عدس معیار مناسبی برای تعیین بقایای مت سولفورون بود. حال اینکه ویبایا و همکاران (۲۵) در مطالعه ای که به منظور بررسی اثرات سمیت علف کش های پاراکوات، گلایفوسیت و گلو فوسینیت آمونیوم بر گیاهان زراعی ذرت و کدو انجام دادند، گزارش کردند که بقایای علف کش های مذکور در مقادیر مختلف کاربرد تاثیری بر رشد و بقای گیاهان فوق، بویژه طول و وزن ریشه آنها نداشتند. نتایج این آزمایش نیز ضمن اشاره به حساسیت رشد ریشه گیاهان مورد مطالعه نشان می دهد که در بین گیاهان مطالعه شده، رشد ریشه کلزا نسبت به ساقه آن حساس تر است و احتمالاً گیاه مناسبی در آزمایشات زیست سنجی مربوط به بقایای علف کش تری بنورون متیل باشد. لذا احتمالاً در تناوب با مزارع گندمی که تحت تیمار این علف کش بوده اند خسارت

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش مدل های سه و چهار پارامتری به داده های ماده خشک اندام های هوایی گیاهان مورد مطالعه در بقایای گرانستار شبیه سازی شده در خاک

گیاه	b	c	D	ED ₅₀	R ²	سطح معنی داری
نخود	۰/۵۶ (۰/۰۸)*	-	۹/۷ (۳/۹)	$0.91 \times 10^{-3} (0.25 \times 10^{-3})$	۰/۹۱	۰/۰۰۲
عدس	۱/۳۱ (۰/۳۵)	۱۸/۹ (۷/۸)	۱۰۰ (۴/۵)	$0.24 \times 10^{-3} (0.05 \times 10^{-3})$	۰/۸۴	۰/۰۰۳
لوبیا	۰/۵۸ (۰/۱۲)	-	۱۰۰ (۳/۸)	$3.4 \times 10^{-3} (0.57 \times 10^{-3})$	۰/۸۹	۰/۰۴۵
ذرت	۱/۱۸ (۰/۱۷)	-	۱۰۰/۲ (۵/۹۱)	$0.26 \times 10^{-3} (0.04 \times 10^{-3})$	۰/۹۶	۰/۰۱۲
چغندر قند	۲/۹۲ (۰/۶۵)	-	۹۵/۷ (۴/۹۲)	$0.2 \times 10^{-3} (0.1 \times 10^{-3})$	۰/۸۹	۰/۰۰۱
کلزا	۰/۷۸ (۰/۲۵)	-	۹۹/۹۹ (۶/۰۵)	$0.19 \times 10^{-3} (0.02 \times 10^{-3})$	۰/۷۴	۰/۰۰۵
گوجه فرنگی	۰/۹۸ (۰/۱۷)	-	۱۰۰/۶ (۵/۶)	$7.8 \times 10^{-3} (0.14 \times 10^{-3})$	۰/۷۸	۰/۰۴۳

*- خطای استاندارد

آنجا که ماندگاری و زیست ماندگاری علف‌کش‌ها متأثر از عوامل متعددی است (۲۱)، انجام آزمایشات بیشتر در این ارتباط، بویژه در شرایط واقعی مزرعه‌ای و نیز انجام آزمایشات زیست‌سنجی و آنالیز دستگاهی پس از برداشت محصولاتی که با علف‌کش تیمار شده‌اند و قبل از کاشت محصولات بعدی پیشنهاد می‌شود.

با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد با وجود کاربرد بسیار اندک علف‌کش تری بنورون متیل و با توجه به ماندگاری نسبتاً بالای آن در خاک (۲۳)، بقایای آن در تناوب‌های زراعی که شامل گیاهان مطالعه شده باشند را دچار محدودیت می‌نماید. لذا ایجاد فاصله زمانی مناسب برای کشت گیاهان مذکور، ضرورت دارد. از سوی دیگر از

منابع

- ۱- ایزدی دربندی الف. ۱۳۸۷. ارزیابی ماندگاری آترازین در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، تاثیر آن بر فعالیت میکروبی خاک و زیست بومهای زراعی. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- مصلی نژاد ه.، نوروزیان م. و محمدیگی الف. ۱۳۸۱. فهرست آفات، بیماریهای گیاهی، علف‌های هرز و سموم توصیه شده. سازمان حفظ نباتات، وزارت جهاد کشاورزی. ۱۱۲ صفحه.
- 3- Alonso Prados J.L., Hernandez, Sevillano E., Lianos S., Villarroya M., and Baudin J.M. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Protection. 21: 1061-1066.
- 4- Beyer E.M., Duffy M.F., Hay J.V., and Schlueter D.D. 1988. Sulfonylurea. In: Keamey, P. C and D.D., Kaufman. Herbicide : Chemistry, Degradation, mode of action(vol. 3, pp:117-189). New York, NY: Dekker.
- 5- Brown H.M. 1990. Mode of action crop selectivity, and soil relations of sulfonylurea herbicides. Pesticide Sci, 29: 263- 281.
- 6- Crank Q.C.B., and Fuller J. 2001. Plant invaders: the threat to natural Ecosystems. Earths can publications, London, UK.
- 7- Estela M.A., Blancaveer A., and Kazayukiitih U. 2001. Resistance of rotalaindica Koehne var. uliginosaa koehne to sulfonylurea herbicide weed Biology and management 1: 209-215.
- 8- Gunther P., Rahman A., Peastemer W. 1989. Quantitative bioassays for determining residues and availability to plants of sulfonylurea herbicides. Weeds Res. 29:141-146.
- 9- Ghassam A.H., Alizadeh M., Bihamta R., and Ashrafi Y. 2010. Bioassay to use herbicide residue in corn using Cress (*Lepidium sativum*) as sensitive plant. 3rd Iranian weed science congress. Babolsar. 17-18 February.
- 10-Gunther P., Pestemer W., Rahman A., and Nordmeyer H. 1993. A bioassay technique to study the leaching behavior of sulfonylurea herbicides in different soils. Weed Res. 33: 177- 185.
- 11-Halloway K.L., Kookana R.S., Noy D.M., Smith J.G., and Wilhelm N. 2006. Crop damage caused by residual Acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. 46:1323-1331.
- 12-Heap I. 2000. International survey of herbicide- resistant weeds(online). www. Weed Science. Com.
- 13-Hernandez E., Villarroye M., Chueca M.C., Alosa Prados J.L., and Baudin J.M. 1999. A rapid sensitive bioassay method for sulfonylurea herbicides. In procouncil:Brighton, UK, weeds. 2: 711-716.
- 14-Jettner R.J., Walker S.R., Churchett J.D., Blamey F.P.C., Adkins S.W., and Bell K. 1999. Plant sensitivity to atrazine and chlorsulfuron residues in a soil-free system . weed Res. 39: 287-295
- 15-Moyer J.R., and Hamman W.M. 2001. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. Weed technol 15: 42-47.
- 16-Osten V.A., and Walker S.R. 1998. Recropping intervals for sulfonylurea herbicides are short in semi-arid subtropics of Australia. 38:71-76.
- 17-Saari L.L., Cotterman J.L., and Thill D.L. 1994. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry. (eds SB Powles and JAM Holtum), 83-140. Lewis Publishers, Boca raton, FL.
- 18-Santin-Montanya I., Alonso-Prados J.L., Villarroya M., and Garcia-Baudin J.M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health. 41: 781-793.
- 19-Shinn S.L., Thill D.C., Price W.J. 1999. Volunteer Barley (*Hordeum vulgare*) control in winter wheat (*Triticum aestivum*) with MON 37500. Weed Technol. 13:88-93.

- 20-Sondhia S. 2006. Determination of terminal residues of haloxyfop- p-ethy in onion. Indian journal.of plant prot ction, 34: 258-259.
- 21-Strek H.J. 2005. The Science of Dupoint's soil residual herbicides in Canada. Pages 31-44 in R. C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Science and Mnagement. Topics in Canadian weed science, volume3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec.
- 22-Szmigielski A.M., Schoenau J.J., Lervine A., and Schilling B. 2010. Evaluation a mustard root bioassay for predicting crop injury from soil residual flucarbazone. Communications in soil science and plant analysis. 39: 413- 420.
- 23-Teaney S.R., Armstrong L., and Bentley K. 1995. A new sulfonylurea for postemergence grass and broadleaf weed control in cereals. In: Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference, weeds, Brighton, UK, 49- 56.
- 24-Vicari A., Catizone P., and Zimdahle R.L.1994. Persistence and mobility of chloro sulfuron and metsulfurorun under different soil and climatic conditions. Weed Res. 1994, 34, 147-155.
- 25-Wibaba W., Mohamad R.B., Puteh A.B., Omar D., Shukor A., and Abdulah S.A. 2009. Residual phytotoxicity effects of paraquat, glyphosate and glufosinate-ammonium herbicides in soil from field treated plots. International journal of Agriculture and Biology. 11: 214- 216.
- 26-Xu J., Wang H., and Xie Z. 2002. Dynamics of extractable and bound residues of ¹⁴ C metsulfuron-methyl in soils. 17 WCCS, Thailand, pp. 1674-1677.
- 27-Yardim E.N., and Edwards C.A. 2002. Effects of weed control practices of surface- dwelling arthropod preators in tomato agroeco systems. Phytoparasitica 3: 379-386.
- 28-Zhang W.M., Megiffen M.E., Beker J.O., Ohr H.D., Sims J.J., and Kallenbach R.L. 1997. Dose response of weeds to methyl and methyl bromid.Weed Res. 37: 181- 189