مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز (۱)٦ (۱۳۸۹) ٦٤-٥٣

ارزیابی اثرات بقایای شبیه سازی شده علف‌کش سولفوسولفوران (آپیروس) در خاک بر هفت گیاه زراعی

ابراهیم ایزدی[۱*]، محمد حسن راشد محصل [۱]، محصل، قدریه محمودی[۲]، معصومه دهقان[۲]

۱و۲ به ترتیب عضو هیئت علمی و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۰

چکیده

به منظور بررسی حساسیت گیاهان زراعی نخود، لوبیا، عدس، ذرت، کلزا، چغندرقند و گوجه‌فرنگی به بقایای علف‌کش سولفوسولفوران در خاک، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار دردانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل گیاهان زراعی (نخود، لوبیا، عدس، ذرت، کلزا، چغندرقند و گوجه‌فرنگی) و غلظت‌های شبیه‌سازی شده علف‌کش آپیروس در خاک (۰، ۰/۱۲، ۰/۳، ۰/۶، ۱/۲، ۲/۴ و ۳/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بودند. یک هفته پس از ظهور گیاهان، درصد سبز شدن آنها تعیین و ۳۰ روز بعد از سبزشدن درصد بقا و زیست توده اندام هوایی و ریشه آنها اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی پاسخ گیاهان مورد مطالعه، پس از تجزیه واریانس داده‌ها، پاسخ گیاهان مذکور به بقایای علف‌کش سولفوسولفوران از طریق برازش زیست‌توده اندام هوایی به معادله لگاریتمی سیگموئیدی ۴ پارامتری و محاسبه غلظت لازم برای ۵۰ درصد کاهش زیست توده انجام شد. نتایج نشان دادند که درصد سبز شدن، بقا و زیست توده تولید شده ریشه و ساقه گیاهان مورد مطالعه تحت تاثیر معنی‌دار بقایای سولفوسولفوران قرار گرفت. با افزایش غلظت سولفوسولفوران در خاک پارامترهای مذکور در تمام گیاهان به طور معنی‌داری کاهش یافت. در کمترین غلظت سولفوسولفوران ، متوسط تلفات زیست توده اندام هوایی و ریشه به ترتیب، ۱۹/۳۰ و ۲۴/۹۳ درصد و در بیشترین غلظت آن ۹۲/۰۰ و ۹۲/۲۰ درصد بود. بر اساس نتایج آزمایش، گیاهان مورد مطالعه حساسیت متفاوتی به بقایای سولفوسولفوران داشتند. بطوری‌که بیشترین (۷۵/۳ و ۷۹/۹۶ درصد) و کمترین (۵۴/۴۰ و ۴۲/۰۰ درصد) تلفات زیست توده اندام هوایی و ریشه به ترتیب در گوجه‌فرنگی و چغندرقند مشاهده شدند. براساس شاخص ID50 نخود، لوبیا و ذرت (۰/۰۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و گوجه فرنگی (۰/۰۰۸ میکروگرم در کیلوگرم خاک) به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین گیاهان زراعی به بقایای سولفوسولفوران در خاک بودند. با توجه به نتایج حاصل اثرات بقایای سولفوسولفوران درگیاهان مورد مطالعه در سطح کم و متوسط بقایای آن در خاک رخ می‌دهد. بر اساس شاخص ID50 گیاهان زراعی مذکور از نظر حساسیت به بقایای سولفوسولفوران به صورت: گوجه‌فرنگی< چغندرقند< کلزا< عدس< ذرت= لوبیا= نخود، طبقه بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، ذرت، عدس، کلزا ، گوجه‌فرنگی، لوبیا، نخود.

* Corresponding author. E-mail: eizadi2000@yahoo.com

مقدمه

علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز گروه مهمی از علف‌کش‌ها هستند که به طور گسترده برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز گیاهان زراعی پهن‌برگ و باریک‌برگ استفاده می‌شوند. تحمل بالای تعداد زیادی از گیاهان زراعی و غیر زراعی به این علف‌کش‌ها، کنترل مناسب علف‌های هرز، مقدار مصرف کم و سمیت کم برای پستانداران از مهمترین عوامل افزایش روز افزون کاربرد آن‌ها می‌باشد(Secor, 1994). علی‌رغم مزیت‌های نسبی اشاره شده، علف‌کش‌های مذکور ماندگاری نسبتا بالایی در خاک دارند، این ویژگی اگرچه برای کنترل علف‌های هرزی که در طول فصل زراعی ظاهر می‌شوند مناسب است، اما در شرایطی خاص بقایای آن‌ها می‌تواند پایداری خود را حتی بیش از یک فصل زراعی حفظ و بر گیاهان زراعی حساس موجود در تناوب‌ها ی بعدی صدمه وارد کند (Moyer & Hamman, 2001). از این رو زیست ماندگاری این علف‌کش‌ها از ویژگی‌های بارز آنها به شمار می‌رود که خسارت به محصولات زراعی حساس واقع در تناوب را در پی خواهد داشت. در این زمینه،گزارش‌های متعددی در ارتباط با حساسیت تعدادی از گیاهان زراعی به بقایای علفکش‌های مذکور در خاک شده است. در مطالعه‌ای که توسط (Halloway *et al.*, 2006 a) در ارتباط با حساسیت نخود و عدس به بقایای علفکش‌های کلروسولفوران، مت‌سولفوران و تریاسولفوران انجام شد، مشاهده شد که عدس نسبت به نخود به بقایای علف‌کش‌های مذکور آسیب پذیرتر بود، نامبردگان گزارش کردندکه عدس گیاه مناسبی برای تعیین زیست سنجی وآلودگی علف‌کش‌های فوق است (Halloway *et al.*, 2006 a). در مطالعه‌ای دیگرکه به منظور بررسی پتانسیل صدمه بقایای علفکش‌های ایمازاتاپیر، فلومتسولام، کلروسولفوران و مت‌سولفوران به تعدادی از گیاهان زراعی پس از کاربرد آن‌ها انجام شد مشاهد شده که بسته به نوع علف‌کش و گیاه زراعی نتایج متفاوتی حاصل شد بطوریکه در بین گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس و یونجه، کلزا حساس‌ترین گیاهان به بقایای ایمازاتاپیر و مقاومترین گیاه به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره (کلرو سولفوران، ترایاسولفوران و مت‌سولفوران) بودند. بر اساس گزارش نامبردگان، با وجود عدم تشخیص بقایای علف‌کش‌های مذکور با استفاده از روش‌های تجزیه دستگاهی، آزمایش زیست سنجی نشان داد که ۵۵ درصد تلفات زیست توده عدس مربوط به بقایای احتمالی مت سولفورون متیل بود (Halloway *et al.*, 2006 b). در ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی مختلف به بقایای سولفوسولفوران در محیط کشت هیدروپونیک آنها را از نظر حساسیت به صورت جو< گوجه فرنگی< ماشک< پیاز< ذرت< کتان، طبقه‌بندی کردند. نامبردگان بیان کردند که این علف‌کش در غلظت بسیار کم (۰/۱ میکروگرم در کیلوگرم) قادر به خسارت گیاه زراعی است (Santin-Montanya *et al.*, 2006). در آزمایشی دیگر بقایای سولفوسولفوران پس از کاربرد در گندم منجر به خسارت در گیاهان زراعی نخود و جو در تناوب با گیاه قبلی شد(Shinn *et al.*, 1998).

گاتنر و همکاران (Ghutner *et al.*, 1993) در آزمایش زیست‌سنجی که به منظور ارزیابی تحمل گیاهان مختلف به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره انجام دادند، مشاهده کردند که آفتابگردان نسبت به عدس و شلغم از حساسیت بیشتری به بقایای این گروه از علف‌کش‌ها برخوردار است. در آزمایشی به منظور زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌های آترازین، نیکوسولفوران، فورام‌سولفوران، نیکوسولفوران+ ریم‌سولفوران، ریم‌سولفوران+ فورام‌سولفوران با استفاده از گیاه شاخص شاهی انجام شد مشاهده شد که این گیاه کمترین میزان جوانه زنی، طول و وزن خشک شاخساره را در تیمار آترازین دارا بود و در بین خانواده علفکش‌های سولفونیل‌اوره، نیکوسولفوران بیشترین تاثیر را برکاهش وزن خشک شاخساره شاهی داشت (Ghassam *et al.*, 2010). به طور کلی بر اساس بررسی‌های انجام شده با وجود کاربرد اندک علف‌کش‌های

سولفونیل‌اوره، بقایای بسیار کم آن‌ها در خاک ممکن است اثرات سوئی بر سایر گیاهان زراعی داشته و تناوب زراعی را با محدودیت مواجه می‌کنند. غلظت ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۷ میکروگرم در کیلوگرم خاک از علف‌کش کلروسولفوران می‌تواند رشد گیاهان حساس از جمله لوبیا، نخودفرنگی، عدس و یونجه را در تناوب زراعی کاهش دهد(Moyer & Hamman, 2001). در بین علف‌کش‌های سولفونیل اوره، سولفوسولفوران با نام تجاری آپیروس و با مقدار کاربرد ۲۶/۶ گرم در هکتار کاربرد گسترده‌ای در کنترل علف‌های باریک و پهن برگ مزارع گندم کشور دارد و از آنجاکه مطالعات اندکی در ارتباط با اثرات احتمالی بقایای این علف‌کش بر سایر محصولات زراعی در کشور انجام شده است این آزمایش با هدف بررسی پاسخ‌های گونه‌های مختلف گیاهان زراعی که در تناوب با گندم قرار می‌گیرند به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش سولفوسولفوران در شرایط کنترل شده اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی حساسیت گیاهان زراعی مختلف به بقایای شبیه‌سازی شده سولفوسولفوران در خاک، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در پاییز سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش سولفوسولفوران در خاک در هفت سطح (۰، ۰/۱۲، ۰/۳ ،۰/۶، ۱/۲، ۲/۴ و ۳/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک) که به ترتیب شامل ۰، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد مقدار توصیه شده سولفوسولفوران(۲۶/۶ گرم در هکتار) هستند و گیاهان زراعی نیز در هفت سطح شامل لوبیا، عدس، نخود، ذرت، کلزا، چغندرقند و گوجه-فرنگی بودند. برای این منظور پس از تهیه خاکی با نسبت ۳۸/۵ درصد شن ۴۷/۲۳ درصد سیلت و ۱۴/۲۷ درصد رس، اسیدیته ۷/۲۶ و محتوی کربن آلی ۹/۸۸ درصد، ابتدا محلول ۱۰۰۰ قسمت در میلیون سولفوسولفوران (محلول پایه) با استفاده از فرمولاسیون تجاری (۷۵ % EC) و با در نظر گرفتن درجه خلوص آن، در آب مقطر تهیه و سپس با استفاده از محلول پایه ، محلول ۱۰ قسمت در میلیون سوسفوسولفوران تهیه و از این محلول برای تهیه غلظت‌های مورد نظر علف کش سولفوسولفوران (۰/۰۳، ۰/۰۹، ۰/۱۸، ۰/۳۶، ۰/۷۳ و ۱/۰۸ قسمت در میلیون) برای اختلاط با خاک استفاده شد. برای تهیه محلولهای فوق از محلول پایه از معادله ۱ زیر استفاده شد.

$$N_1V_1=N_2V_2 \qquad \text{معادله ۱}$$

در این معادله N1 ، V1 ، N2 و V2 بترتیب شامل محلول با غلظت معلوم و حجمی از محلول با غلظت معلوم برای تهیه حجم مشخصی(V2) از محلول با غلظت مجهول(N2) می باشند.

به منظور اختلاط کامل علف‌کش با خاک پس از محاسبه وزن خاک هر گلدان با قطر دهانه ۱۵ سانتی متر(۷۱۵ گرم)، به مقدار گلدان‌های مربوط به هر غلظت، خاک مورد نظر تهیه (حدود ۱۵ کیلوگرم) و برای سهولت در اختلاط و اطمینان از یکنواختی اختلاط علف‌کش سولفوسولفوران ابتدا یک کیلوگرم از خاک مذکور آماده شد، سپس ۵۰ میلی لیتر از هر یک از محلول‌های تهیه شده برای هر غلظت علف کش با استفاده از بورت مدرج به طور یکنواخت روی خاک مذکور ریخته و پس از تبخیر آب، کاملا با خاک مخلوط شد. نمونه یک کیلوگرمی خاک مخلوط شده برای هر غلظت علف‌کش سپس با سایر خاک‌های مربوط به هر تیمار مجددا بطور کامل و یکنواخت مخلوط شد. پس از اختلاط و آماده سازی خاک-های آلوده شده با علف‌کش سولفوسولفوران، به گلدان‌ها منتقل و بذور گیاهان زراعی بسته به نوع آنها به تعداد ۱۰ تا ۲۰ عدد (لوبیا (۱۰ عدد) ، عدس(۲۰ عدد)، نخود (۱۰عدد)، ذرت (۱۰ عدد)، کلزا (۲۰ عدد)، چغندرقند (۲۰ عدد) و گوجه‌فرنگی (۲۰ عدد) در عمق مناسب کشت شدند. برای ممانعت از آبشویی علف‌کش گلدان‌ها به طور یکنواخت در

حدی آبیاری شدندکه فاضلاب خروجی نداشته باشند و در حد ظرفیت زراعی مرطوب باشند. یک هفته پس از سبز شدن گیاهان و در مرحله ۲ تا ۳ برگی درصد سبز شدن آن‌ها محاسبه و گیاهان تنک و تراکم آن‌ها به سه بوته در هر گلدان تنظیم شد. ۳۰ روز پس از سبز شدن پس از تعیین درصد بقا، گیاهان مورد نظر در هر گلدان را از محل طوقه برداشت و پس از خاک‌شویی ریشه به آزمایشگاه منتقل وبه مدت ٤٨ ساعت در آون و دمای ٦٠ درجه سانتیگراد خشک شدند. سپس وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال هزارم توزین شد (Alonso- Prados *et al.*, 2002; Hernandez *et al.*, 2001). شرایط دمایی گلخانه بترتیب ۱۸ و ٢٤ درجه سانتی گراد روزانه- شبانه با شدت تشعشع ۵۷/۸ کیلولوکس با طول روز ۱۳ ساعت بود.

داده‌های مورد نظر پس از حصول با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار R و از برازش زیست توده تولید شده گیاهان به معادله سیگموئیدی چهار پارامتری استفاده شد (معادله ۲) و غلظت لازم برای ۵۰ درصد کاهش زیست توده گیاهان زراعی (ED50) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شدند(Santin- Montanya *et al.*, 2006). در این معادله که به شرح زیر می‌باشد،

$$f(n,(b,c,.d,e)) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e)\}} \qquad \text{معادله۲}$$

b، شیب منحنی، c حد پایین منحنی (پاسخ وقتی که بیشترین مقدار علف‌کش استفاده شد)، e غلظتی از علف‌کش که سبب ۵۰ درصد کاهش در مقدار پاسخ می شود وd حد بالای منحنی(پاسخ وقتی که میزان کاربرد علف‌کش صفر است)، یادآوری می‌شود در معادله ٤ پارامتری اثر متغیر c از نظر آماری معنی‌دار نبود با حذف آن و از معادله سه پارامتری برای این منظور استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج، آزمایش باقیمانده سولفوسولفوران در خاک، بقا، سبز شدن و رشد ریشه و ساقه تمام گیاهان زراعی مورد مطالعه را کاهش داد (جدول۱) و با افزایش بقایای آن در خاک درجه تاثیرگذاری سولفوسولفوران بر صفات مذکور افزایش یافت (جدول ۲). نتایج حاصل نشان از اختلاف گیاهان مورد مطالعه در پاسخ به باقیمانده سولفوسولفوران در خاک داشتند(جدول‌های ۲، ۳ و شکل‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات(MS) مربوط به درصد جوانه‌زنی ، درصد بقا و وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان زراعی به بقایای سولفوسولفورون

Table 1: Mean square(MS) related to emergence (%), survival (%) and crops shoot and root dry matter(gr) to sulfosulfuron soil residual

Source of variation	df	Emergence	Survival	Root dry matter	Shoot dry matter
Crop	6	1811.090**	1811.700**	0.184**	0.583**
Herbicide concentration	6	8884.421**	11088.200**	0.089**	0.020**
Crop×Herbicide concentration	36	267.337**	2525. 800**	0.014**	0.021**
Error	96	62.524	650.06	0.007	0.003

** Significant in %1 level

بر اساس نتایج آزمایش پاسخ گیاهان مورد مطالعه به تغییرات غلظت سولفوسولفوران در خاک از رابطه لجستیک پیروی می‌کرد که در تطابق با سایر مطالعات انجام شده روی علف-کش‌های سولفوسولفوران (Santin- Montanya *et al.*, 2006) ، متیل بروماید و متیل یدید (Zhang *et al.*, 1997) و ایمازتاپیر و فلومتسولام (Halloway *et al.*, 2006 b) در این ارتباط می باشد. با توجه به روند تغییرات زیست توده، در بین حبوبات، لوبیا متحمل‌ترین و نخود حساس‌ترین گیاهان به بقایای

سولفوسولفوران بودند(شکل ۱). بطوری‌که بر اساس پارامترهای برآورد شده توسط معادلات لجستیک لوبیا و نخود به ترتیب کمترین (۱/۵) و بیشترین (۲) شیب تغییرات زیست توده (ماده خشک) را در پاسخ به افزایش باقیمانده سولفوسولفوران در خاک داشتند و آستانه‌های خسارت بقایای سولفوسولفوران در لوبیا (۱۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک) نسبت به نخود (۰/٦ میکروگرم در کیلوگرم خاک) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). در بین حبوبات مورد مطالعه بیشترین (٦۰ درصد) و کمترین (۳۹ درصد) تلفات زیست توده تولیدی در غلظت‌های مختلف سولفوسولفوران به ترتیب متعلق به نخود و لوبیا بودند و عدس با متوسط تلفات ۵۲ درصد زیست توده پس از نخود در رتبه بعدی قرار داشت. در این ارتباط مطالعات انجام شده، حبوبات را از گیاهان زراعی حساس به بقایای اغلب علف کش های ماندگار در خاک علف‌کش‌ها معرفی کرده‌اند که البته بسته به نوع علف‌کش نتایج متفاوت و متناقضی گزارش شده است. هالووی و همکاران (Halloway *et al.*, 2006a) در بین گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس، یونجه، عدس را به عنوان حساس‌ترین گیاه زراعی به بقایای علف‌کش‌های کلروسولفوران، تریاسولفوران و مت‌سولفوران معرفی کردند. اوستن و والکر (Osten & Walker., 1998) نیز در مطالعات خود عدس، را در مقایسه با نخود گیاه حساستری به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره معرفی کرده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش و بر اساس برآورد معادلات استفاده شده، اگرچه در بین سایر گیاهان زراعی مورد مطالعه بیشترین تلفات ماده خشک تولیدی در بالاترین غلظت سولفوسولفوران در سه گیاه گوجه‌فرنگی، چغندرقند و ذرت ۱۰۰ درصد برآورد شده است (پارامتر d) (جدو ل۳) اما با توجه به روند تغییرات ماده خشک تولید شده به نظر می‌رسد که در بین گیاهان مذکور گوجه‌فرنگی حساسترین گیاه به بقایای سولفوسولفوران در خاک باشد بطوریکه کمترین آستانه خسارت (۰/۱۲ میکروگرم در خاک) را در بین تمام گیاهان مورد مطالعه داشت و به طور متوسط در غلظت مذکور ۸۸/۵ درصد تلفات ماده خشک ساقه را نسبت به شاهد داشت. پس از گوجه‌فرنگی، کلزا، چغندرقند و ذرت به ترتیب و به طور متوسط ۹۷، ٦۸ و ٦۱ درصد تلفات زیست توده را در غلظت‌های مختلف سولفوسولفوران در خاک داشتند و در بین آنها زیست توده کلزا و گوجه‌فرنگی در غلظت‌های پس از ۰/٦ میکروگرم در کیلوگرم خاک بدون اختلاف معنی‌داری با بالاترین غلظت سولفوسولفوران به صفر رسید. با توجه به نتایج آزمایش کمترین غلظت سولفوسولفوران در خاک تاثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر تجمع ماده خشک ذرت داشت. اما لوبیا و نخود در تیمار مذکور تحت بقایای سولفوسولفوران قرار نگرفت که این مساله نشان از آسیب پذیری آن به بقایای سولفوسولفوران دارد. با این وجود بعد از لوبیا، ذرت در بیشترین غلظت سولفوسولفوران در خاک کمترین تلفات زیست توده را داشت (جدول ۲). منصوری و همکاران (Mansoori *et al.*, 2008) نیز در آزمایش مزرعه‌ای که به منظور بررسی تاثیر باقیمانده علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر کلزا، گزارش کردندکه بقایای علف‌کش سولفوسولفوران در خاک منجر به خسارت و کاهش عملکرد کلزا در تناوب با گندم می‌شود. بطوریکه افزایش مقدار کاربرد آن از ٤۲ به ۵۲ گرم ماده موثره در هکتار تلفات عملکرد کلزا را از ۱۳/۵ به ۱۷/۵ درصد افزایش داد. شین و همکاران (Shinn *et al.*, 1998) نیز گزارش کردند که سولفوسولفوران در مقادیر ۳٦ و ۷۵ گرم ماده موثره در هکتار بعد از ۱۲ ماه از مصرف این علف‌کش باعث کاهش ۳۱ تا ۷۳ درصد عملکرد کلزا شدند.

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه ، درصد جوانه زنی و درصد بقا غلظت‌های مختلف علفکش سولفوسولفوران در گیاهان زراعی مختلف

Table 2: Means comparisons of crops shoot and root dry matter, emergence and survival in different sulfosulfuron soil residual concentration.

crop	Herbicide concentration(μ kg^{-1} soil)	Emergence(%)	Survival(%)	Root dry matter (g)	Shoot dry matter (g)
Lentil	0	95.833^{ab}*	100.00^{a}	0.401^{ab}	0.160^{h-k}
	0. 12	91.667^{a-c}	100.000^{a}	0.176^{c-j}	0.141^{i-l}
	0. 3	70.833^{c-j}	100.000^{a}	0.110 $^{c-j}$	0.125^{i-n}
	0. 6	58.333^{e-j}	88.880^{a}	0.078^{e-j}	0.121^{i-n}
	1.2	50.000^{j-n}	66.660^{ab}	0.062 $^{e-j}$	0.057^{j-k}
	2.4	50.000^{j-n}	66.660^{ab}	0.053 $^{e-j}$	0.02^{k-o}
	3.6	41.667^{n}	0.000^{c}	0.000^{j}	0.000^{o}
Bean	0	59.237^{ab}	100.000^{a}	0.256^{cd}	0.660^{ab}
	0. 12	\90.483 ^{b}	100.000^{a}	0.191^{c-g}	0.572^{bc}
	0. 3	80.947^{a-c}	100.000^{a}	0.155^{c-h}	0.520^{cd}
	0. 6	76.183^{b-f}	100.000^{a}	0.183^{c-h}	0.495^{cd}
	1.2	76.183 $^{b-f}$	100.000^{a}	0.151^{c-j}	0.366^{f}
	2.4	66.660^{f-i}	100.000^{a}	0.139^{c-j}	0.249^{gh}
	3.6	47.613^{k-n}	66.660^{ab}	0.091^{d-j}	0.224^{g-i}
Pea	0	95.237^{ab}	100.000^{a}	0.220^{c-e}	0.469^{df}
	0. 12	85.710a-e	100.000^{a}	0.197^{c-f}	0.393^{ef}
	0. 3	80.947^{b-e}	100.00^{a}	0.162^{c-j}	0.314^{fg}
	0. 6	61.900^{g-k}	100.000^{a}	0.134^{c-j}	0.205^{h-j}
	1.2	52.337^{i-n}	66.660^{ab}	0.133^{c-j}	0.198 $^{h-j}$
	2.4	47.613^{i-n}	0.000^{c}	0.000^{j}	0.000 ^{j}
	3.6	38.090^{n-p}	0.000^{c}	0.000^{j}	0.000 ^{j}
Sugar beet	0	87.500^{f-j}	100.000^{a}	0.044^{f-j}	0.108^{jk}
	0. 12	87.500^{h-j}	100.000^{a}	0.024^{h-j}	0.082^{k-o}
	0. 3	88.333^{g-j}	100.000^{a}	0.021^{g-j}	0.047^{l-o}
	0. 6	88.333^{i-j}	88.880^{a}	0.013^{i-j}	0.029^{m-o}
	1.2	70.833^{i-j}	88.880^{a}	0.010^{i-j}	0.028 $^{m-o}$
	2.4	54.167^{k}	66.660^{ab}	0.004^{k}	0.023 $^{m-o}$
	3.6	45.483^{i-n}	0.000^{c}	0.000^{k}	0.000^{0}
Corn	0	100^{a}	100.000^{a}	0.534^{a}	0.744 ^{a}
	0. 12	95.237^{ab}	100.000^{a}	0.435^{a}	0.471^{de}
	0. 3	85.710^{a-e}	100.000^{a}	0.267^{bc}	0.389^{ef}
	0. 6	76.057^{c-g}	100.000^{a}	0.163^{c-j}	0.258^{gh}
	1.2	76.057^{c-g}	100.000^{a}	0.162^{c-j}	0.255^{gh}
	2.4	71.420^{d-h}	88.880^{a}	0.135^{c-j}	0.250^{gh}
	3.6	66.660^{f-i}	55.550^{ab}	0.088^{e-j}	0.128^{i-m}
Rape seed	0	96.667^{ab}	100.000^{a}	0.041^{f-j}	0.087^{k-o}
	0. 12	96.667^{ab}	100.000^{a}	0.039^{f-j}	0.073^{k-o}
	0. 3	83.333^{b-e}	88.880^{a}	0.028^{g-j}	0.063^{k-o}
	0. 6	83.333^{b-e}	88.880^{a}	0.003^{j}	0.041^{k}
	1.2	66.742^{l-n}	0.000^{c}	0.000^{k}	0.000^{o}
	2.4	33.333^{q}	0.000^{c}	0.000^{k}	0.000^{o}
	3.6	33.333^{q}	0.000^{c}	0.000^{k}	0.000^{o}
Tomato	0	91.107^{a-c}	100.000^{a}	0.015^{hi}	0.1660^{k-p}
	0. 12	86.660^{a-d}	100.000^{a}	0.008^{ij}	0.020 ^{no}
	0. 3	63.333^{g-j}	88.880^{a}	0.004^{j}	0.019 ^{no}
	0. 6	51.110^{j-n}	88.880^{a}	0.004^{j}	0.018 ^{no}
	1.2	31.107^{o-q}	55.550^{ab}	0.003 ^{j}	0.017^{n}
	2.4	26.663^{q}	0.000^{c}	0.000 ^{j}	0.000^{o}
	3.6	22.220q	0.000^{c}	0.000 ^{j}	0.000^{o}

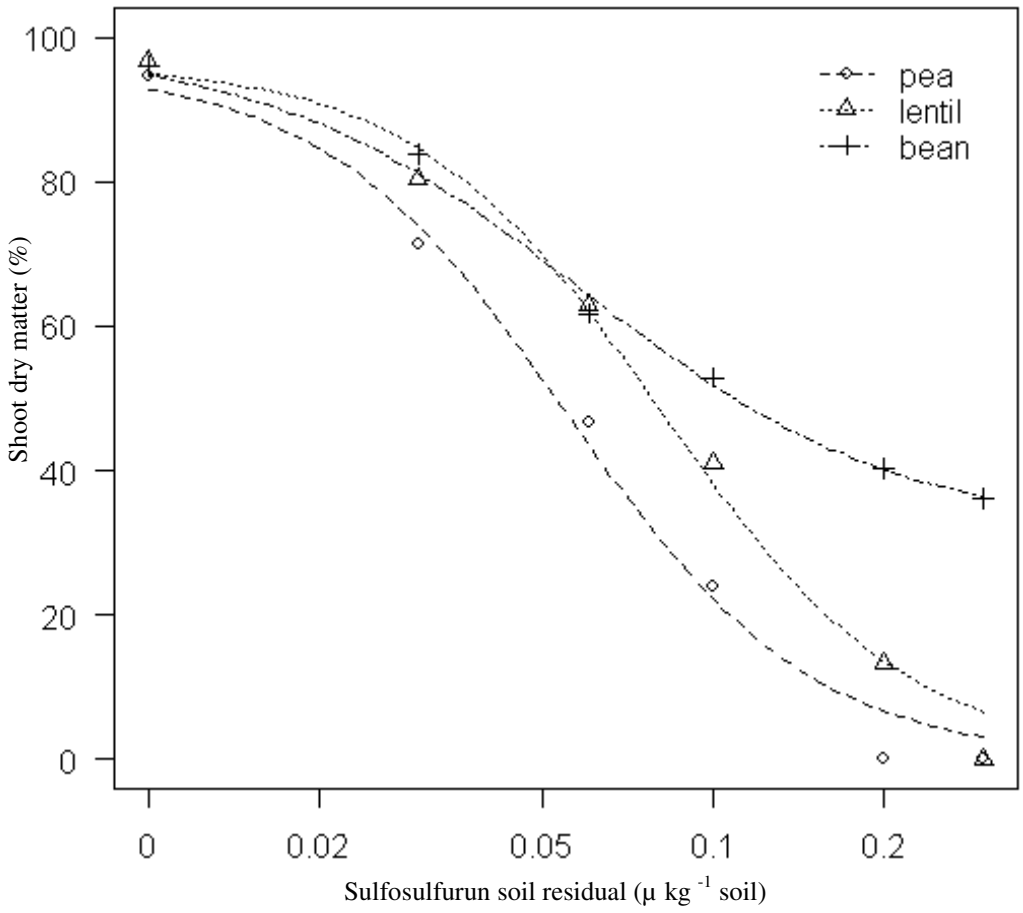
*In each column values followed by the same letters are not significantly different at 5% probability

در بررسی روند تغییرات رشد ریشه گیاهان مورد بررسی نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. با افزایش باقیمانده سولفوسولفوران در خاک رشد ریشه مانند ساقه در همه گیاهان به طور معنی-داری ($p<0.01$) کاهش یافت و در این صفت نیز به ترتیب لوبیا (٤٢ درصد)، ذرت (۲۹ درصد) و نخود (٥٤ درصد) تلفات رشد ریشه کمتری را نسبت به سایر گیاهان داشتند (جدول ۲). براساس نتایج آزمایش بیشترین کاهش رشد ریشه در عدس (۸۱ درصد)، گوجه‌فرنگی (۸۰ درصد) و کمترین کاهش رشد ریشه در لوبیا (٤۳ درصد) مشاهده شد. از آنجایی که ریشه نسبت به ساقه در معرض مستقیم بقایای علف‌کش

قرار دارد به نظر می‌رسد تاثیر پذیری آن نسبت به ساقه در پاسخ به بقایای علف‌کش بیشتر باشد. بطوریکه در بین گیاهان مورد بررسی تاثیر پذیری ریشه عدس نسبت به ساقه بیشتر از سایر گیاهان است. با این حال، بررسی نتایج حاصل بسته به نوع گیاه نتایج متفاوتی را نشان داد. در مطالعات مربوط به زیست سنجی باقیمانده علف‌کش‌ها، رشد ریشه گیاهان محک از شاخص‌های مهم در ارزیابی حساسیت گونه‌ها به بقایای علف‌کش و تعیین بقایای احتمالی آن‌ها به شمار می‌رود. در این ارتباط، هالووی و همکاران (Halloway *et al.*, 2006 a) در ارزیابی استفاده از زیست سنجی بقایای مت‌سولفوران متیل با استفاده از گیاه عدس گزارش کردند که حساسیت رشد ریشه عدس به بقایای علف‌کش مذکور شاخص مطلوبی در تعیین بقایای احتمالی گیاه مذکور است. بر اساس گزارش نامبردگان با وجود عدم تشخیص بقایای علف‌کش مذکور با استفاده از روش‌های آنالیز دستگاهی،آزمایش زیست سنجی ریشه عدس معیار مناسبی برای تعیین بقایای مت‌سولفوران بود. اما وایبابا و همکاران (Wibaba *et al.*, 2009) در مطالعه‌ای که به منظور بررسی اثرات سمیت علف‌کش‌های پاراکوات، گلایفوسیت و گلیفوزینیت آمونیوم بر گیاهان زراعی ذرت و کدو انجام دادند، گزارش کردند که بقایای علف‌کش مذکور در مقادیر مختلف کاربرد، تاثیر معنی‌داری بر رشد و بقا گیاهان مذکور از جمله طول و وزن ریشه نداشت. این درحالی است که در ارزیابی روش زیست‌سنجی ریشه خردل در تعیین بقایای احتمالی علف‌کش فلوکاربازون گزارش کردند که این روش نسبت به روش شیمیایی در تعیین بقایای علف‌کش مذکور روش بهتری است بطوریکه بر اساس ارزیابی نامبردگان روش زیست سنجی ریشه خردل بیش از ۸۸ درصد نتایج قابل قبولی را در تعیین بقایای احتمالی فلوکاربازون دارد(Szmigielski *et al.*, 2010). نتایج حاصل از این بررسی نیز ضمن اینکه نشان از اختلاف در حساسیت ریشه و ساقه گیاهان مورد مطالعه به بقایای سولفوسولفوران در خاک دارند، نشان می‌دهد که احتمالا ارزیابی زیست سنجی علف‌کش مذکور با استفاده از ریشه عدس و گوجه‌فرنگی نسبت به سایر گیاهان مذکور مناسب‌تر باشد. با این حال آزمایشات تکمیلی مزرعه‌ای و کنترل شده بیشتری در این راستا پیشنهاد می‌شود. مقایسه نتایج حاصل از تاثیر بقایای سولفوسولفوران بر رشد ریشه و ساقه با درصد سبز شدن و بقای گیاهان بررسی شده نیز نشان از تفاوت‌های معنی‌داری بین گیاهان مذکور دارد (جدول ۲). با وجود این بقایای سولفوسولفورون در خاک سبز شدن همه گیاهان را به طور معنی داری ($p<0.01$) تحت تاثیر قرار داد، اما بین گیاهان از نظر درصد بقا اختلاف معنی-داری مشاهده نشد. بطوریکه درصد بقای کلزا و گوجه فرنگی در غلظت‌های بالاتر از ۰/٦ میکروگرم در کیلوگرم خاک به طور معنی‌داری کاهش یافت و به صفر رسید. حال اینکه درصد بقای ذرت و لوبیا تحت تاثیر قرار نگرفت و در نخود، چغندرقند و عدس بجز در بالاترین غلظت سولفوسولفوران اختلافی مشاهده نشد (جدول ۲).

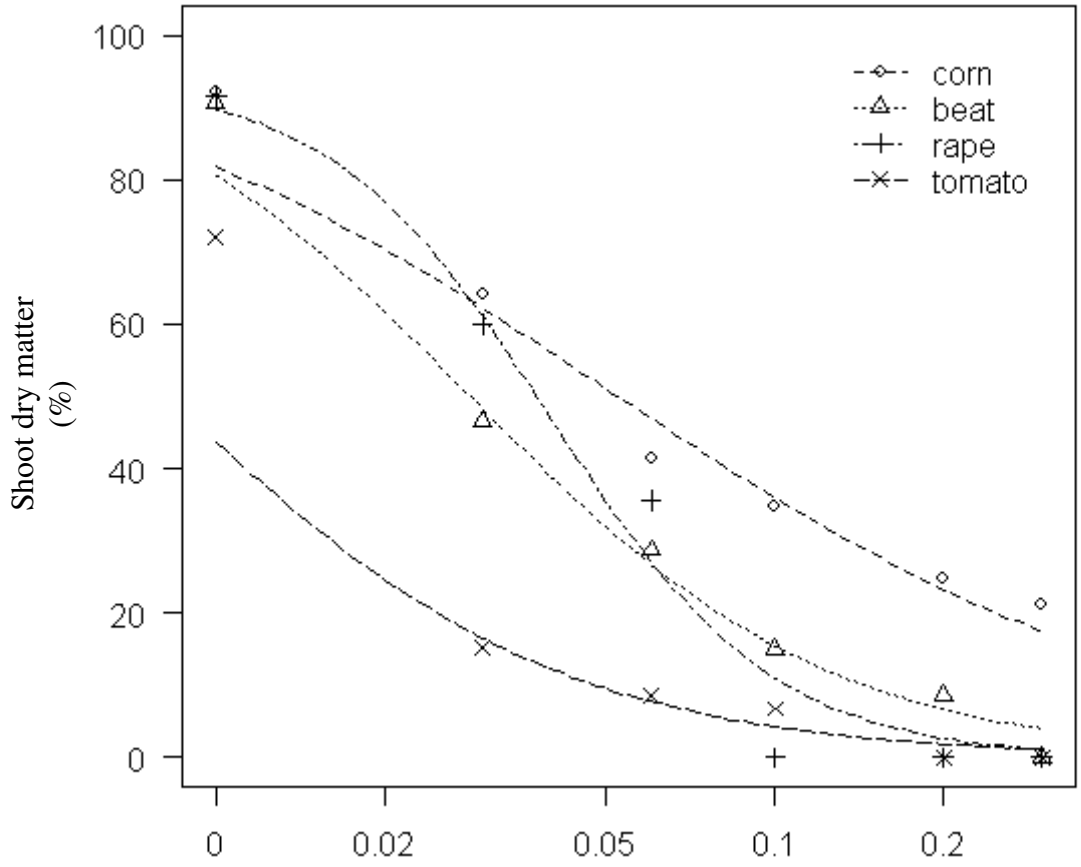
در بسیاری از معادلات مربوط به آزمایشات زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌ها شاخص‌های ED10، ED30 و بویژه ED50 برای زیست‌توده اندام هوایی گیاه از مهمترین شاخص‌های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف‌کش و طبقه بندی آن‌ها بر این اساس می‌باشد(Santin- Montanya *et al.*, 2006; Halloway *et al.*, 2006a). بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش بیشترین و کمترین شاخصED50 به ترتیب در گیاهان لوبیا، نخود و ذرت (۰/۰۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و گوجه‌فرنگی (۰/۰۰۸ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بود. بر این اساس و با توجه به نتایج حاصل، به نظر می‌رسد در بین گیاهان مورد مطالعه لوبیا، نخود و ذرت متحمل‌ترین و گوجه-فرنگی حساس‌ترین گیاهان به بقایای شبیه سازی شده سولفوسولفوران باشد و سایر گیاهان مورد مطالعه بر اساس پارامتر مذکور به صورت زیر طبقه بندی می شوند.

گوجه‌فرنگی< چغندرقند< کلزا< عدس< ذرت= لوبیا= نخود.



شکل ۱- پاسخ ماده خشک نخود(◊)، عدس(Δ) و لوبیا(+) به غلظت‌های مختلف علف کش سولفوسولفوران در خاک

Figure 1: pea (◊), lentil (Δ) and bean (+) dry matter accumulation response to Sulfosulfurun herbicide soil residual concentration



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ذرت(◊) چغندر قند(Δ)، کلزا(+) و گوجه فرنگی(×) به غلظت‌های مختلف علف کش سولفوسولفوران در خاک

Figure 2- Corn (◊), sugar beat (Δ), rape seed (+) and tomato (×) dry matter accumulation response to Sulfosulfuron herbicide soil residual concentration.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده توسط مدل سه و چهار پارامتری لگاریتمی سیگموییدی

Table 3: parameters estimated by 3 and 4 sygmoidal equations

Crop	Equation	b	C	d	ED 50 (µ kg $^{-1}$ soil)
Pea	3 sigmoidal parameter	2(0.3)	-	95.5(4)	0.05 (5×10^{-6})*
Lentil	3 sigmoidal parameter	1.99(0.29)	-	96.4(0.29)	0.08 (7×10^{-6})
Bean	4sigmoidal parameter	1055(0.63)	31.5(9.6)	1.55(0.63)	0.05 (5×10^{-6})
Corn	3 sigmoidal parameter	8.08(0.01)	-	100(4.6)	0.05 (8×10^{-6})
Sugar beet	3 sigmoidal parameter	1.3(1.07)	-	100(4.7)	0.028 (3×10^{-6})
Rape seed	3 sigmoidal parameter	2.19(3.08)	-	94.8(4.3)	0.039 (4×10^{-6})
Tomato	3 sigmoidal parameter	1.24(2.05)	-	100(4.8)	0.008 (1×10^{-6})

B ، c ، e and d included curve slop, curve lower limit, ED50 and curve upper limit respectively

(Standard error) *

در بررسی های انجام شده در مورد حساسیت گیاهان زراعی به بقایای علف‌کش سولفونیل اوره در خاک نتایج متناقضی گزارش شده است. مایر و همکاران (Moyer *et al.*, 1995) در مزارع تحت تیمار با علف‌کش مت سولفوران و تریا سولفوران گزارش کردندکه کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب‌زمینی و چغندر آسیب دیدند در حالیکه جو و آفتابگردان حساسیتی به بقایای علفکش مذکور نداشتند. گزارش شده است که با کاربرد مت‌سولفوران و تریاسولفوران محصولات در تناوبی مانند کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب زمینی و چغندر قند حساسیت نشان دادند اما بر جو، کتان و گندم موثر نبود (Moyer, 1995). هادی زاده (Hadizadeh, 2010) در آزمایشات زیست سنجی علفکش سولفوسولفوران گزارش کرد که این علف‌کش بر جوانه زنی گیاهان حساس مورد آزمایش تاثیر نداشت ولی با جلوگیری از رشد گیاهان در طول آزمایش سبب شد که برخی از بوته‌های سبز شده تا پایان کار آزمایش از بین بروند. بطور کلی بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش با وجود کاربرد اندک سولفوسولفوران باقیمانده بسیار کم آن از پتانسیل صدمه زیادی بر محصولات زراعی که ممکن است در تناوب با گندم کشت شوند برخوردار است، از این رو محدودیت در تناوب زراعی می‌تواند از مهمترین مشکلات ناشی از کاربرد سولفوسولفوران باشد. هر چند عوامل دیگری نیز در بقای علف‌کش در خاک می‌توانند تاثیرگذار باشند اما با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد لزوم رعایت فاصله کاشت پس از برداشت گندم یا محصولی که با علف‌کش مذکور تیمار شده برای کاهش غلظت بقایای آن از آستانه خسارت و نیز آزمایشات تکمیلی در شرایط مختلف مزرعه‌ای و خاک‌های مختلف پیشنهاد می‌شود. در این راستا انجام آنالیز دستگاهی برای تعیین غلظت باقیمانده علف‌کش مذکور پس از برداشت محصول قبل و مقایسه آن با روش‌های زیست سنجی توصیه می شود.

منابع

Alonso-Prados, J. L., Hernandez- Sevillano, E., Llanos, S., Villarroya, M. and Baudin, J. M. G. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Prot. 21: 1061-1066.

Ghassam, A. H., Alizadeh, M., Bihamta, R. and Ashrafi, Y. 2010. Bioassy to use herbicide residue in corn using Cress (*Lepidium sativum*) as sensitive plant. 3rd Iranian weed science congress. Babolsar. 17-18 February.

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.

Hadizadeh, M. H. 2010. Bioassay study of sulfosulfuron herbicide. plant. 3rd Iranian weed science congress. Babolsar. 17-18 February.

Halloway, K. I., Kookana, R. S. D., Noy, M., Smith, J. G. and Wilhelm, N. 2006 a. Crop damage caused by residual acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. Aust. J. of Exp. Agric. 46: 1323- 1331.

Halloway, K. I., Kookana, R. S., Noy, D. M., Smith, J. G. and Wilhelm, N. 2006b. Persistence and leaching of Imazathapyr and Flumetsulam herbicides over a 4- years period in the highly alkaline soils of south-eastern Australia. Aust. J. of Exp. Agric. 46: 669-674.

Hernandez- Sevillano, E., Villarroya, M., Alonso-Prados, J. L. and Garcia-Baundin, J. M. 2001. Bioassay to detect sulfosulfuron and triasulflfuron residues in soil. Weed Tech. 15: 447- 452.

Mansoori, S., Zand, E., Baghestani-Maybodi, M. A. and Tavakoli, M. 2008. Effect of sulfonylurea herbicides on yield and component of yield of canola (*Brassica napus*). J. of Iran. Weed Sci. 4:83-85.

Moyer, J. R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. Weed Tech. 9: 373- 379.

Moyer, J. R. and Hamman, W. M. 2001. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. Weed Tech. 15: 42-47.

Osten, V. A. and walker, S. R. 1998. Recording interval for sulfonylurea herbicides are short semi-arid subtropics of Australia. Aust. J. of Exp. Agric. 38: 71-76.

Santin-Montanya, I., Alonso-Prados, J. L., Villarroya, M. and Garcia-Baudin, J. M. 2006. Bioassy for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. J. of Environ. Sci. and Heal. 41: 781-793.

Secor, J. 1994. Inhibition of barnyardgrass 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase by sulcotrion. Plant Physiol. 106: 1429- 1433.

Shinn, S. L., Thill, D. C., Price, W. J. and Ball, D. A. 1998. Response of downy brome (*Bromus tectorum*) and rotational crops to MON-37500. Weed Tech. 12: 690-698.

Szmigielski, A. M., Schoenau, J. J., Lervine, A. and Schilling, B. 2010. Evaluation mustard root length bioassay for predicting crop injury from soil residual flucarbazone. Communic. in Soil Sci. and Plant Anal. 39: 413- 420.

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. J. of Agric. and Biol. 11: 214- 216.

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 iodide and methyl bromid. Weed Res. 37: 181- 189.

Evaluation of Sulfosulforun (Apyrus) Herbicide Simulated Soil Residual Effect on 7 Crops Using Bioassay Experiment

Ebrahim,Izadi[1] , Mohammad Hassan Rashed Mohassel[1], Masumeh Dehghan[2], Ghadreah Mahmoodi[2]

1-Contribution Faculty Member and 2- M. Sc students of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract:

In order to study the sensitivity of crops to sulfosulforun soil residual, a pot experiment was conducted at Ferdowsi University of Mashhad in 2009. Experimental type was completely randomized design in a factorial arrangement with three replications. Treatments included crops (pea, bean, lentil, corn, rape, beet and tomato) and sulfosulforun simulated concentration residual in soil (0, 0.12, 0.3, 0.6, 1.2, 2.4 and 3.6 µ kg^{-1} soil). For analysis of results, plants emergence was determined on a week after their emergence. Plants survival percentage, shoot and root biomass production measured 30 days after emergence Plants response to sulfosulforun residue was fitted with sigmoidal 4 parametric equation to the shoot biomass data as a function of the herbicide residue concentrations and was used to calculate the doses for 50% inhibition of shoot growth (ID50). Results showed, crop emergence, survival, shoot and root growth significantly affected with sulfosulforun soil residue. Increasing sulfosulforun soil residue, mentioned parameters decreased in all crops significantly. Average shoot and root biomass lost were 19.3 and 24.93% in the lowest sulfosulforun residue concentration and 92.00% and 92.20% in the highest sulfosulforun residue concentration. Crops have differently response to sulfosulforun residue. The highest (75.30, 79.76%) and the lowest (45.40, 42.00%) shoot and root biomass lost respectively, were observed in tomato and sugar beet. Based on ID50 parameter pea, bean and corn (0.05 µ kg^{-1} soil) and tomato (0.008 µkg^{-1} soil) appeared to be the most tolerant and susceptible crops to sulfosulforun soil residue respectively. The other crops sensitivity to sulfosulforun residue followed the order: pea = bean=corn< lentil <rape<sugar beet< tomato. It is also showed that the phytotoxicity of sulfosulforun to the studied crops can occur at low to moderate levels of its soil residual.

Key words: bean, corn, lentil, pea, rape, sugar beet, tomato.