بررسی اثر پوشش گیاهی و میزان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون بر سرعت کاستی آن در خاک مزارع گندم

محمد حسن هادی‌زاده[1*]، مهدی نصیری محلاتی[2]، علیرضا کوچکی[3]، اسکندر زند[4]، فروزان طباطبایی[5]

[1]دانش آموخته علف‌های هرز دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد

[2]دکترای اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد

[3]دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد

[4]دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشیار پژوهش بخش تحقیقات علف‌های هرز- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

[5]کارشناس ارشد آزمایشگاه آنالیز دستگاهی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی-دانشگاه فردوسی مشهد

نویسنده مسئول: MH.Hadizadeh@gmail.com

هادی‌زاده، م.، م. نصیری محلاتی، ع. کوچکی، ا. زند و ف. طباطبایی. ۱۳۹۰. بررسی اثر پوشش گیاهی و میزان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون بر سرعت کاستی آن در خاک مزارع گندم. مجلهٔ کشاورزی بوم‌شناختی. ۱ (۱): ۳۹-۲۹.

چکیده

سولفوسولفورون یکی از مهم‌ترین علف‌کش‌های سولفونیل اوره مهار گونه‌های باریک برگ و پهن برگ در گندم است. جهت مطالعه رفتار پایداری این علف‌کش در مزرعه، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با دو تیمار پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی همراه با دو میزان مصرف علف کش توصیه شده (۲۶/۶ گرم ماده تجارتی ۷۵٪ در هکتار) و۳۰ درصد بیشتر (۳۳/۷۳ گرم در هکتار) به اجرا در آمد. پس از نمونه گیری در فواصل زمانی معین، باقی مانده علف‌کش در نمونه‌ها با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) تعیین شد. نتایج نشان دادند که سرعت کاستی علف‌کش در دو خاک دارای پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی صرفنظر از مقدار مصرف علف کش معنی دار نبود. همچنین سرعت کاستی در مقدار مصرف توصیه شده علف‌کش در مقایسه با میزان مصرف بیشتر، هم در خاک بدون پوشش و هم در خاک با پوشش گیاهی تفاوت آماری نداشت اما در مقدار مصرف بیشتر، کاهش سریعتر علف‌کش در طول زمان نسبت به مصرف توصیه شده مشاهده شد. نیمه عمر سولفوسولفورون در تیمار بدون پوشش گیاهی، از ۳۲/۸ روز در مصرف توصیه شده به ۲۳/۵ روز در مصرف بیشتر کاهش یافت. این مقادیر در تیمار دارای پوشش گیاهی به ترتیب ۳۳/۸ و ۲۵ روز بود. همچنین زمان ۹۰ درصد کاستی در تیمار بدون پوشش ۱۰۹/۲ و ۷۸/۱ روز و برای کرت‌های با پوشش گیاهی ۱۱۲/۲ و ۸۳/۲ روز به ترتیب برای مقادیر مصرف توصیه شده و بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: سولفوسولفورون، باقی مانده، گندم، معادله کینتیک مرتبه اول، نیمه عمر، پوشش گیاهی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

علفکش‌های سولفونیل اوره برای مهار طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در محصولات زراعی، مرتعی، باغی و جنگلی مختلف و همچنین محیط‌های صنعتی کاربرد دارند (Brown *et al.*, 1998; Powley, 2003). تا کنون سه نسل از این خانواده بزرگ معرفی شده است که با گسترش طیف علفکشی و تخصصی شدن هرچه بیشتر در گیاهان زراعی همراه بوده است (Ort, 2007). ویژگی بسیار مهم در سازگاری آنها برای زراعت، حساس بودن ذاتی علفکش‌های سولفونیل اوره به فرآیندهای تجزیه شیمیایی[1] و متابولیکی متعدد است (Brown *et al.*, 1998). بیش از ۳۲ علف‌کش سولفونیل اوره تا کنون برای محصولات زراعی اصلی در دنیا به ثبت رسیده است (Ort, 2007) که از این تعداد یازده علف‌کش تا کنون در کشور برای مهار علف‌های هرز گندم، ذرت، چغندر قند، برنج به ثبت رسیده است (Zand *et al.*, 2009).

سولفوسولفورون[2] که با نام تجارتی آپیروس[3] در ایران به ثبت رسیده است، جزو مهمترین علف‌کش‌های مهار گونه‌های مختلف بروموس[4] (علف پشمکی) در گندم است (Blackshaw and Hamman, 1998). میزان مصرف توصیه شده آن ۲۰ گرم ماده موثره در هکتار است که از ۱۵ تا ۳۵ گرم ماده موثره در هکتار تغییر می‌کند (Eleftherohorinos *et al.*, 2004). کاربرد آن به شکل پیش رویشی[5] و زود پس رویشی[6] ممکن است (Olson *et al.*, 2000). علف‌کش‌های سولفونیل اوره، جزو گروه اسیدهای ضعیف هستند و در شرایط قلیایی که جذب آنها به ذرات خاک ضعیف است امکان دارد به افق‌های پایین‌تر خاک شسته شوند (Russell *et al.*, 2002; Sarmah *et al.*, 1998).

تجزیه شیمیایی و میکروبی به ترتیب دو راه اصلی کاستی[7] علف‌کش‌های سولفونیل-اوره در خاک هستند (Bossi *et al.*, 1999; Cranmer *et al.*, 1999). به طور کلی در خاک‌های با pH کمتر تجزیه شیمیایی و جذب علف‌کش‌های سولفونیل-اوره در خاک افزایش می‌یابد در حالیکه در یک خاک خنثی تا قلیایی تجزیه میکروبی چیره بوده و میزان جذب کمتر است (Menne and Berger, 2001). مطالعات زیادی نشان داده‌اند که در شرایط خاک‌های قلیایی، سرد، خشک و با ماده آلی کم کاستی علف‌کش‌های سولفونیل اوره به مراتب کندتر است و بقایای آنها در غلظت‌های سمی ممکن است تا بیش از یک فصل دوام آورد (Alonso-Prados *et al.*, 2002; Hall *et al.*, 2000; Hurle and Walker, 1980; Mersie and Foy, 1986).

پایداری سولفوسولفورون در دو میزان مصرف عادی و دو برابر در شرایط مزرعه و آزمایشگاه از معادله حرکتی مرتبه اول[8] پیروی کرد که تا روز سی‌اَم معتبر بود. نیمه عمر علف‌کش ۳/۹۷ و ۴/۲۲ روز به ترتیب برای مصرف عادی و دو برابر بود (Maheswari and Ramesh, 2007). همچنین نیمه عمر سولفوسولفورون برای دو میزان مصرف ۲۵ و ۵۰ گرم ماده موثره در هکتار در شرایط مزرعه به ترتیب ۳ و ۳/۱۷ روز برای خاک بود که پس از ۲۰ روز میزان علف‌کش تا زیر حد تشخیص کاهش یافت (Ramesh and Maheswari, 2003).

در کاربرد پس رویشی سولفوسولفورون با سه میزان مصرف ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار در شرایط مزرعه، سرعت کاستی بیشتری در مقادیر مصرف بیشتر مشاهده شد. نیمه عمر علف‌کش در خاک عمقی بیشتر از خاک سطحی بود که به دلیل مقدار بیشتر مواد آلی و رس در خاک سطحی همراه با افزایش فعالیت میکروبی بود (Sondhia and Singhai, 2008). مقدار علفکش مصرف شده در مواردی بر سرعت تجزیه آن تاثیر گذاشته که مربوط به اثر سمی آن برای میکروارگانیزم‌ها یا اشباع شدن مکان‌های واکنش در خاک است (Gupta and Gajbhiye, 2002; Prado and Airoldi, 2001). در این صورت سرعت تجزیه در غلظت بیشتر، کندتر از غلظت کمتر است (Chowdhury *et al.*, 2008).

1- Degradation
2- Sulfosulfuron: 1-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)-3-[(2-ethanesulfonylimidazo[1,2-a]pyridine) sulfonyl]urea
3- Apyros® (75WG)
4- (*Bromus tectorum* L.); (*B.japonicus* Thunb. ex. Murr.); (*B.secalinus* L.); (*B.rigidus* Roth)
5- Pre-emergence
6- Early post emergence
7- Dissipation
8- First order kinetic

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت کاستی آلاینده‌های آلی درخاک محیط ریشه (فراریشه[1]) بیشتر از خاک دورتر از فرا ریشه بود. تک لپه‌ها به دلیل داشتن ریشه‌های افشان نسبت به دو لپه‌ها اثر بیشتری در تجزیه آلاینده‌های آلی در خاک‌های زراعی داشتند (Anderson *et al.*, 1993). وجود پوشش گیاهی گندم در آزمایش گلدانی در محیط کنترل شده (با pH خنثی تا کمی قلیایی) از طریق برانگیزش تجزیه میکروبی باعث کاهش پایداری کلروسولفورون شد (Blair and Martin, 1988). پایداری علفکش‌های توفوردی و دایکمبا در خاک بر گرفته از زمین درختکاری شده بسیار بیشتر از خاک چمن فستوک یا آمیخته با مالچ (برگ و شاخه درخت) بود. جمعیت میکروارگانیزم‌ها در کاستی توفوردی و میزان مواد آلی در کاستی دایکمبا مهمترین عوامل یاد شده در پژوهش بودند (Gan *et al.*, 2003).

هدف از انجام این آزمایش، مطالعه پایداری علفکش سولفوسولفورون در حضور پوشش گیاهی یا بدون آن در دو مقدار مصرف توصیه شده یا بیشتر علف‌کش در خاک مزارع گندم بود.

مواد و روش

این آزمایش در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در زمینی که قبلاً آیش بود در طی سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ به اجرا در آمد. دو تیمار پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی همراه با دو میزان مصرف علف‌کش توصیه شده (۲۶/۶ گرم ماده تجارتی ۷۵٪ آپیروس در هکتار) و ۳۰ درصد بیشتر (۳۳/۷۳ گرم در هکتار) در نظر گرفته شد. در تیمار بدون پوشش گیاهی، کرت‌های مربوطه پس از سبز شدن گندم و علف‌های هرز تا نزدیک برداشت بطور مداوم وجین شدند. قالب آزمایش، طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و اندازه کرتها ۵ متر طول در ۲/۵ متر عرض بودند. برای هر تکرار جوی آبیاری مجزا در نظر گرفته شد تا هر فاضلاب تکرار با آب آبیاری تکرار بعد مخلوط نشود. کشت گندم در دهه آخر مهرماه صورت گرفت.

بر اساس نمونه‌گیری از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (جدول ۱) تعیین شد و مقدار کود شیمیایی مورد نیاز طبق توصیه قبل از اعمال تیمارها به شکل سه نوبتی برای کود نیتروژن (از منبع اوره) و یک نوبتی برای کود فسفر و پتاسیم (به ترتیب از منبع فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم) درخاک مصرف شد. مصرف سولفوسولفورون نزدیک به ساقه رفتن گندم در بیستم فروردین با استفاده از سمپاش پشتی[2] با فشار ثابت ۲بار با نازل تی-جت شماره ۸۰۰۴ در هنگام صبح انجام گرفت. همچنین در فاصله‌های ۱، ۸، ۱۵، ۳۰، ۶۵، ۹۷ روز پس از مصرف علف‌کش، برای نمونه گیری از خاک در عمق مذکور و از سه ردیف وسط هر کرت اقدام شد و میزان باقی مانده علف‌کش در آنها تعیین گردید. قسمتی از خاک نمونه‌گیری شده از کرت‌ها پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک ۲ میلی متری دردمای ۲۶- درجه سانتیگراد تا زمان تجزیه دستگاهی نگهداری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

وزن مخصوص ($g\ cm^{-3}$)		درصد		قسمت در میلیون				بافت خاک(٪)		
ظاهری	حقیقی	ظرفیت اشباع	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	pH	رس	سیلت	شن
۱/۲۱	۲/۶۱	۳۸/۵	۰/۴۵	۰/۰۸۹	۴۹	۱۸/۹۴	۸/۴۳	۱۲	۵۰	۳۸

1- Rhizosphere
2- Matabi

Archive of SID

www.SID.ir

برای تهیه محلول‌های استاندارد، ده میلی گرم سولفوسولفورون (۹۷ درصد) را در یک بالن حجمی ۱۰ میلی‌لیتری با استفاده از استونیتریل با خلوص کروماتوگرافی به حجم رسانده و سپس مجموعه رقت‌های استاندارد از سولفوسولفورون (۱۰، ۵، ۱، ۰/۵، ۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱میکروگرم در میلی لیتر) در استونیتریل تهیه شد. از هر محلول استاندارد سه بار (هر بار ۲۰ میکرولیتر) به ستون تزریق شد و منحنی کالیبراسیون سطح پیک بر حسب غلظت‌های استاندارد ترسیم گردید (Singh and Kulshrestha, 2007).

مراحل عصاره گیری[۱] از نمونه (۵۰ گرم خاک)، جداسازی[۲]، و تمیز کردن[۳] طبق روش توسعه یافته در پژوهش‌های قبلی صورت گرفت (Saha *et al.*, 2003; Srivastava *et al.*, 2006)، انجام شد. دستگاه مورد استفاده مدل واترز[۴] با پمپ مدل W600[۵] دارای سیستم حذف گاز[۶]، واحد آشکار ساز از نوع فوتونی[۷] (PDA) ، سیستم تزریق با استفاده از نمونه گیر خودکار[۸]، محفظه گرم و سرد کننده[۹] و مجهز به نرم افزار ملنیوم۳۲[۱۰] تحت سیستم‌عامل ویندوز ۲۰۰۰ بود. ستون مورد استفاده Spherosorb RP-C8 از جنس بدنه استیل ساخت شرکت واترز با طول ۲۵۰ میلی متر و قطرخارجی۴/۶ میلی متر بود. فاز متحرک مورد استفاده شامل آب:استونیتریل: ارتوفسفریک اسید (به نسبت حجمی ۲۰: ۸۰ : ۰/۱) با نسبت ثابت حلال[۱۱] بود که با سرعت عبور یک میلی‌لیتر در دقیقه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر استفاده شد. طول موج حداکثر جذب برای سولفوسولفورون ۲۱۲ نانومتر انتخاب شد و تحت شرایط فوق زمان بازداری برای سولفوسولفورون ۳/۶ دقیقه تعیین گردید. ماده خالص سولفوسولفورون (۹۷٪) به عنوان استاندارد مرجع برای تجزیه دستگاهی از شرکت دکتر ارنستوفر[۱۲] و فرمولاسیون تجارتی آن از بخش تحقیقات علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. استونیتریل و دیکلرومتان با خلوص کروماتوگرافی[۱۳] و سایر مواد مورد استفاده در آزمایش از شرکت مرک (Merck) با خلوص تجزیه‌ای[۱۴] تهیه شد.

برای تهیه نمونه اسپایک بر اساس غلظت ۰/۵ میکروگرم در گرم خاک، به ترتیب صفر و ۵ میلی لیتر از غلظت استاندارد ($\mu g\ mL^{-1}$ ۵) به ۵۰ گرم خاک شاهد در ۳ تکرار اضافه شده وخوب مخلوط شد. از نمونه‌های فوق، به روش بالا عصاره‌گیری صورت گرفته و به دستگاه تزریق شد.

با ده بار تزریق استاندارد $\mu g\ mL^{-1}$ 1 سولفوسولفورون به دستگاه مقدار حد تشخیص دستگاهی[۱۵](IDL) طبق معادله (۱) محاسبه شد.

$$IDL(\mu g\ mL^{-1}) = \frac{SD \times St \times C}{A} \qquad (۱)$$

که در آن SD معادل انحراف استاندارد، St ضریب t-Student (معادل ۲/۲۶۲)؛C برابر با غلظت سولفوسولفورون ($\mu g\ mL^{-1}$) و A میانگین سطح پیک سولفوسولفورون در غلظت مربوطه است. همچنین برای محاسبه حد تشخیص تخمینی روش[۱۶](EMDL) طبق معادله (۲) بر اساس کارایی روش جداسازی عمل شد.

1- Extraction
2- Partition
3- Clean up
4- Waters
5- Pressure pump W600
6- Degasser
7- Type:2996 PDA (Photodiode Array Detector)
8- Auto-sampler
9- Heater Cooler W717
10- Millennium 32
11- Isocratic
12- Dr.Ernestofer Inc.
13- HPLC grade
14- Analytical grade
15- Instrument detection limit
16- Estimated method detection limit

Archive of SID

www.SID.ir

$$EMDL(\mu g\ g^{-1}) = \frac{IDL \times 100 \times V}{M \times \%Rec} \quad (۲)$$

که M معادل وزن خاک((g، V حجم نهایی محلول برای آنالیز (در اینجا۲ میلی لیتر) و Rec٪ برابر متوسط درصد بازیابی سولفوسولفورون طبق روش بکارگرفته شده است.

برای توضیح رفتار منتهی به کاستی علف‌کش از معادله کینتیک مرتبه اول (معادله ۳) استفاده شد (Chesworth, 2008; Stenersen, 2004).

$$C = C_o \times e^{-kt} \quad (۳)$$

با جایگزینی Co = 5/0C × و سپس تبدیل به لگاریتم طبیعی:

$$\ln(0.5) = -k t_{1/2} \quad (۴)$$

$$t_{1/2} = \frac{0.69}{k} \quad (۵)$$

در آنها C غلظت علف کش در خاک، k ضریب ثابت سرعت (بر واحد زمان (t^{-1}) و t زمان (روز) است. همچنین برای محاسبه DT_{90} یعنی مدت زمان لازم برای کاستی نود درصد مقدار اولیه آفت‌کش به جای لگاریتم ۰/۵، لگاریتم ۰/۱ (برابر با ۲/۳۰-) قرار داده شد.

نتایج و بحث

حد تشخیص و درصد بازیابی

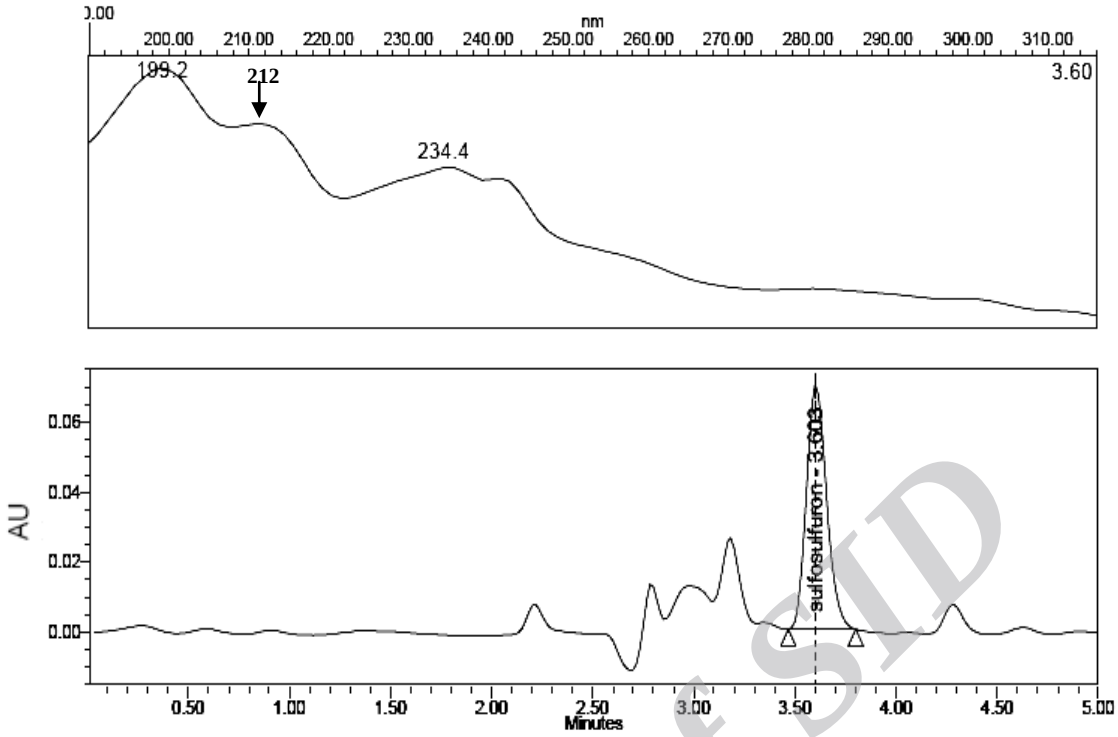
جذب طیف ماورای بنفش (UV) برای سولفوسولفورون محلول در استونیتریل ($5\ \mu g\ mL^{-1}$) در طول موج‌های مختلف از ۱۹۰ تا ۳۲۰ نانومتر روی آشکارساز فتودیود (PDA) در دستگاه HPLC نشانگر دو قله مناسب یکی در محدوده ۲۱۲ نانومتر و دیگری در ۲۳۴ نانومتر بود که لاندای حداکثر (λ_{max}) برای تشخیص سولفوسولفورون ۲۱۲ نانومتر انتخاب شد (شکل۱). درصد بازیابی علف‌کش در شرایط آزمایش ۶۷ درصد تعیین شد. اگرچه مراحل عصاره گیری، جداسازی، و تمیز کردن در مطالعه فعلی بر اساس روشی انجام گرفت که متوسط درصد بازیابی در آن ۸۵ درصد گزارش شده بود (Srivastava *et al.*, 2006)، اما نتایج حاصل از آزمایش بازیابی در مطالعه فعلی چندان زیاد نبود (جدول ۲). این امر ممکن است به دلیل تفاوت در ماهیت خاک مورد آزمایش در دو مطالعه باشد که در مواردی ایجاب می‌کند که عملیات اضافی جهت جداسازی علف‌کش از خاک یا تمیز کردن عصاره جداشده انجام شود. برای مثال در یک روش جدید که با توجه به حل شوندگی زیاد سولفوسولفورون در آب پیشنهاد شده بود، محققین توانستند ۸۰ تا ۹۰درصد علف‌کش را بازیابی کنند (Singh and Kulshrestha, 2007). حد تشخیص دستگاهی طبق معادله ۱ برابر $۰/۰۰۶\ \mu g\ mL^{-1}$ و با در نظر گرفتن ۲۰µL حجم تزریق، حساسیت ۱/۳ نانوگرم برای اندازه‌گیری سولفوسولفورون بدست آمد. حد تشخیص تخمینی روش مورد استفاده $۰/۰۰۲\ \mu g\ g^{-1}$ محاسبه شد.

پایداری علف کش در خاک

مقدار سرعت ناپدید شدن سولفوسولفورون در خاک بر حسب پارامتر k در تیمارهای آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه سرعت کاستی علف‌کش در دو خاک دارای پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی صرفنظر از مقدار مصرف علف‌کش معنی‌دار نبود. همچنین سرعت کاستی در مقدار مصرف توصیه شده علف‌کش در مقایسه با میزان مصرف بیشتر، هم در خاک بدون پوشش و هم در خاک با پوشش گیاهی تفاوت آماری نداشت اما در مقدار مصرف بیشتر، کاهش سریعتر علف‌کش در طول زمان نسبت به مصرف توصیه شده مشاهده شد (شکل۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- جذب طیف ماورای بنفش برای سولفوسولفورون(بالا) و کروماتوگرام حاصله (پایین) در آن طیف برای g μmL^{-1} ۵ محلول استاندارد (زمان بازداری ۳/۶ دقیقه).

نیمه عمر سولفوسولفورون در تیمار بدون پوشش گیاهی، از ۳۲/۸ روز در مصرف توصیه شده به ۲۳/۵ روز در مصرف بیشتر کاهش یافت. این مقادیر در تیمار دارای پوشش گیاهی به ترتیب ۳۳/۸ و ۲۵ روز بود. همچنین زمان ۹۰ درصد کاستی در تیمار بدون پوشش ۱۰۹/۲ و ۷۸/۱ روز و برای کرت‌های با پوشش گیاهی ۱۱۲/۲ و ۸۳/۲ روز به ترتیب برای مقادیر مصرف توصیه شده و بیشتر بود.

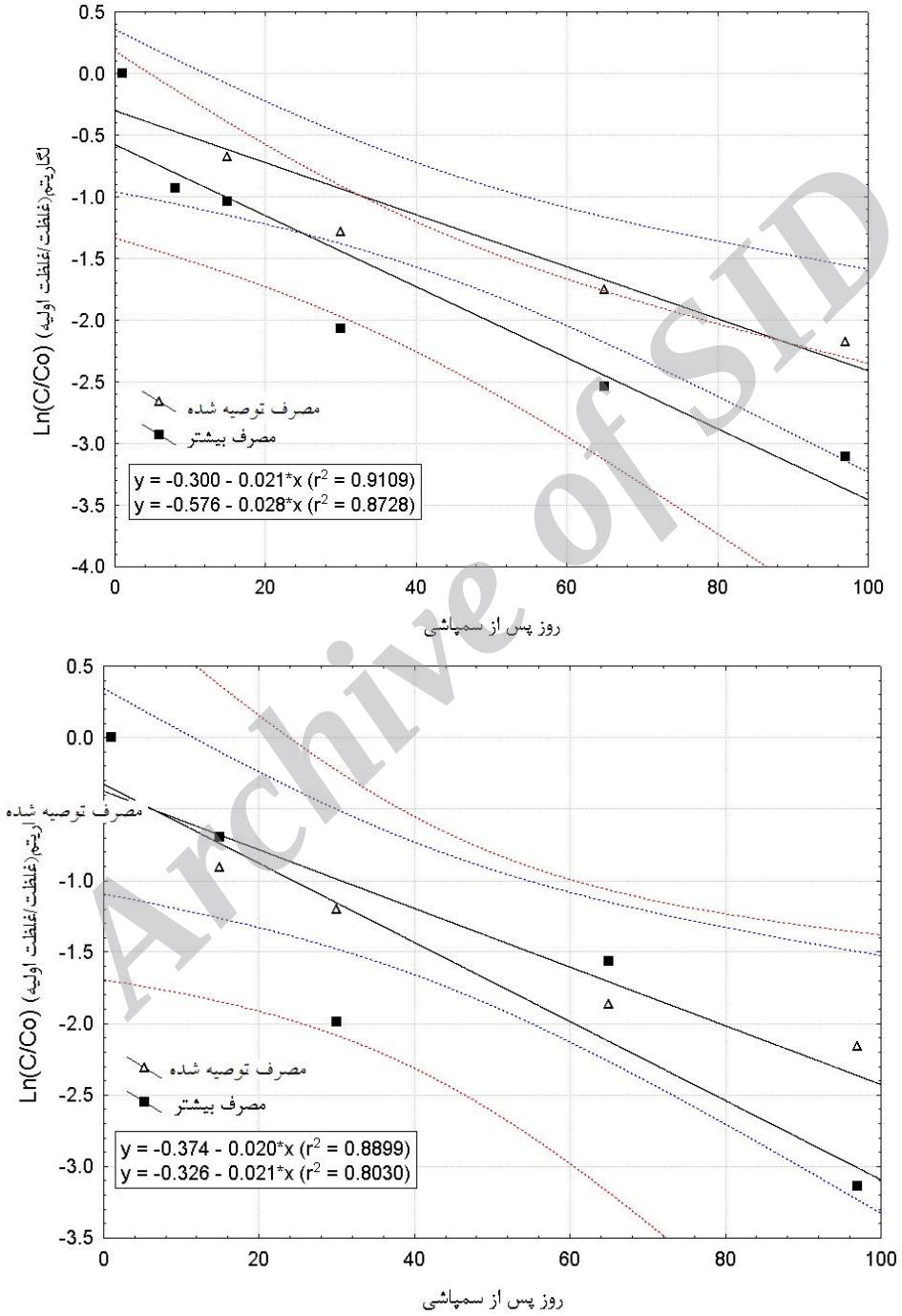
جدول۲- مقدار پارامتر سرعت (k) و آماره‌های محاسبه شده برای تیمارهای آزمایش از روی معادله خطی شده کینتیک مرتبه اول ($Ln(C/Co)=-kt$)

	مقدار مصرف علف کش	شیب منحنی(k) (d^{-1})	خطای معیار k (SE)	t	p
بدون پوشش گیاهی	مصرف توصیه شده	-۰/۰۲۱۰۸۸	۰/۰۰۳۸۰۸	-۵/۷۳۸۸	۰/۰۱۱
	مصرف بیشتر	-۰/۰۲۹۴۷۸	۰/۰۰۶۷۳۶	-۴/۳۷۶۰	۰/۰۲۲
با پوشش گیاهی	مصرف توصیه شده	-۰/۰۲۰۵۱۲	۰/۰۰۴۱۶۴	-۴/۹۲۵۴	۰/۰۱۶
	مصرف بیشتر	-۰/۰۲۷۶۵۲	۰/۰۰۷۹۰۷	۳/۴۹۷۲	۰/۰۳۹

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج آزمایشی روی سولفوسولفورون نیز نشان داد که در کاربرد پس رویشی با سه میزان مصرف ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار در خاک مزرعه، بطور کلی روند کاستی مقادیر بیشتر مصرف علف‌کش سریع‌تر از مصرف کمتر بود. بقایای سولفوسولفورون در مقدار مصرف کمتر پس از ۱۰۰ روز و برای مصرف بیشتر پس از ۱۵۰ روز، زیر حد تشخیص $\mu g\, g^{-}$ ۰/۰۰۱[1] قرار گرفت (Sondhia and Singhai, 2008). همچنین بر اساس معادله کینتیک مرتبه اول، پانزده روز پس از مصرف سولفوسولفورون در مقادیر ۲۵ و ۵۰ گرم ماده موثره در هکتار به ترتیب ۸۱/۴ و ۷۸/۶ درصد از مقدار اولیه علف‌کش باقی ماند (Singh and Kulshrestha, 2007). نیمه عمر سولفوسولفورون در دو مقدار مصرف ۲۵ و ۵۰ گرم ماده موثره در هکتار به



شکل۲- نمودار کاستی علف‌کش در برابر زمان در خاک بدون پوشش گیاهی (بالا) و خاک دارای پوشش گیاهی (پایین)، فواصل اطمینان ۹۵٪ برای هر خط رگرسیون در شکل نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

ترتیب ۳ و ۳/۱ روز برای شرایط طبیعی خاک مزرعه و ۳/۵ و ۳/۷۲ برای شرایط شبیه‌سازی شده مزرعه بود (Ramesh and Maheswari, 2003). با توجه به عدم مقایسه آماری برای مقایسه سرعت کاستی سولفوسولفورن در مقادیر مختلف مصرف علف‌کش در منابع بررسی شده، نمی توان به نتیجه کاملا روشنی دست یافت اما شاید بتوان گفت، در محدوده طبیعی مقادیر انتخابی علف‌کش اختلاف زیادی از نظر سرعت کاستی وجود ندارد.

میکروارگانیزم‌های خاک می‌توانند از منبع کربن و نیتروژن علف‌کش به عنوان ماده غذایی استفاده کنند (Wardle and Rahman, 1992) ولی گزارشاتی نیز مبنی بر سمیت مقادیر بیشتر از مصرف عادی برای میکروارگانیزم‌های خاک وجود دارد که در آنها با افزایش میزان مصرف علف‌کش سرعت ناپدید شدن آن کاهش می‌یابد (Chowdhury *et al.*, 2008; Gupta and Gajbhiye, 2002; Prado and Airoldi, 2001).

با اینکه در حضور پوشش گیاهی یا در خاک بدون پوشش اختلاف آماری از نظر سرعت کاستی مشاهده نشد ولی مقادیر نیمه عمر و بویژه ۹۰٪ کاستی نشان داد که سرعت ناپدید شدن سولفوسولفورون در خاک بدون پوشش در شرایط یکسان کمی بیشتر از خاک با پوشش بود. از آنجا که سولفوسولفورون یکی از چند علف‌کش سولفونیل اوره حساس به تجزیه نوری است (Bhattacharjee and Dureja, 2002; Brown *et al.*, 1998). شاید این امر به دلیل تجزیه نوری بیشتر علف‌کش در سطح خاک بدون پوشش نسبت به خاک دارای پوشش گیاهی باشد.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بقایای سولفوسولفورون تا زمان برداشت گندم در خاک، همچنان بالای حد تشخیص بود و کوتاه شدن زمان تا کشت بعدی می تواند بالقوه خطرساز باشد. حتی اگر بقایای علف‌کش زیر حد تشخیص قرار گیرد لزوما دلیلی بر سمی نبودن بقایای هرچند اندک برای محصولات حساس بعدی نیست (Hanson *et al.*, 2004). مصرف هر ساله علف‌کش در خاک نیز می تواند بسته به شرایط اتلاف و فرسایش، باعث انباشت آن در خاک شده به نحوی که در آینده خطر رسیدن سمیت به محل‌های غیر هدف را به دنبال داشته باشد (Crompton, 2000).

ایجاد شرایطی مانند مصرف کودهای حیوانی یا مصرف اندازه علف‌کش و در زمان مناسب به عنوان راهکارهای ساده می‌توانند با افزایش نسبی سرعت کاستی از تاثیر سوء بقایای علف‌کش برای محصولات تناوب تا حد زیادی جلوگیری کنند.

منابع

Alonso-Prados, J. L., Hernandez-Sevillano, E., Llanos, S., Villarroya, M. and Garcia-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.

Anderson, T. A., Guthrie, E. A. and Walton, B. T., 1993. Bioremediation in the rhizosphere. Environmental Science and Technology. 27, 2630-2636.

Bhattacharjee, A. K. and Dureja, P., 2002. Light-induced transformation of tribenuron-methyl on glass, soil, and plant surface. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 37, 131-140.

Blackshaw, R. E. and Hamman, W. M., 1998. Control of downy brome (*Bromus tectorum*) in winter wheat (*Triticum aestivum*) with MON 37500. Weed Technology. 12, 421-425.

Blir, A. M. and Martin, T. D., 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pesticide Science. 22, 195-219.

Bosi, R., Vejrup, K. and Jacobsen, C. S., 1999. Determination of sulfonylurea degradation products in soil by liquid chromatography-ultraviolet detection followed by confirmatory liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 855, 575-582.

Brown, H. M., Gaddamidi, V. and Lee, P. W., 1998. Sulfonylureas. In: Roberts, T. R. (Ed.) Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part1: Herbicides and Plant Growth Regulators. pp. 451-473. The Royal Society of Chemistry Information Services.

Chesworth, W., 2008. Encyclopedia of Soil Science. Springer, New York.

Chowdhury, A., Pradhan, S., Saha, M. and Sanyal, N., 2008. Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies. Indian Journal of Microbiology. 48, 114-127.

Cranmer, B. K., Westra, P. and Zimdahl, R. L., 1999. Sorption, dissipation, and leaching of metsulfuron in Colorado soils. Weed Science. 47, 353-359.

Archive of SID

www.SID.ir

Crompton, T. R., 2000. Determination oF Organic Compounds in Soils, Sediments and Sludges. Taylor and Francis, London.
Eleftherohorinos, I., Dhima, K. and Vasilakoglou, I., 2004. Activity, Adsorption, Mobility and Field Persistence of Sulfosulfuron in Soil. Phytoparasitica. 32, 274-285.
Gan, J., Zhu, Y., Wilen, C., Pittenger, D. and Crowley, D., 2003. Effect of planting covers on herbicide persistence in landscape soils. Environmental Science and Technology. 37, 2775-2779.
Gupta, S. and Gajbhiye, V. T., 2002. Effect of concentration, moisture and soil type on the dissipation of flufenacet from soil. Chemosphere. 47, 901-906.
Hall, J. C., Sagan, K., Macdonald, I., Zhang, P., Carter, M. and Stephenson, G. R., 2000. Persistence and detection of the low-use rate herbicides. In: Proceedings of the 2000 National Meeting - Expert Committee on Weeds. pp. 20-29.
Hanson, B. D., Rauch, T. A. and Thill, D. C., 2004. Plantback restrictions for herbicides used in the dryland wheat production areas of the Pacific Northwest. pp. 1-8. Pacific Northwest Extension Publication University of Idaho, Oregon State University, Washington State University, Idaho.
Hurle, K. and Walker, A., 1980. Persistence and its prediction. In: Hance, R. J. (Ed.) Interactions between herbicides and the soil. pp. 83-122. Academic Press, New York.
Maheswari, S. T. and Ramesh, A., 2007. Adsorption and degradation of sulfosulfuron in soils. Environmental Monitoring and Assessment. 127, 97-103.
Menne, H. J. and Berger, B. M., 2001. Influence of straw management, nitrogen fertilization and dosage rates on the dissipation of five sulfonylureas in soil. Weed Reseach. 41, 229-453.
Mersie, W. and Foy, C. L., 1986. Adsorption, desorption and mobility of chlorosulfuron in soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 34, 89-92.
Olson, B. L. S., Al-Khatib, K., Stahlman, P. and Isakson, P. J., 2000. MON 37500 Efficacy as affected by rate, adjuvants, and carriers. Weed Technology. 14, 750-754.
Ort, O., 2007. Newer sulfonylureas. In: Kramer, W. and Schirmer, U. (Ed.) Modern Crop Protection Compounds. pp. 45-81. Wiely-VCH.
Powley, C. R., 2003. Sulfonylurea herbicides. In: Lee, P. W. (Ed.) Handbook of Residue Analytical Methods for Agrochemicals. pp. 400-411. John Wiley and Sons, New York.
Prado, A. G. and Airoldi, C. , 2001. The effect of the herbicide diuron on soil microbial activity. Pest Management Science. 57, 640-644.
Ramesh, A. and Maheswari, S. T., 2003. Dissipation of sulfosulfuron in soil and wheat plant under predominant cropping conditions and in a simulated model ecosystem. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51, 3396-3400.
Russell, M. H., Saladini, J. L. and Lichtner, F., 2002. Sulfonylurea herbicides. Pesticide Outlook. 13, 166-173.
Saha, S., Singh, S. B. and Kulshrestha, G., 2003. High performance liquid chromatographic method for residue determination of sulfosulfuron. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 38, 337-347.
Sarmah, A. K., Kookana, R. S. and Alston, A. M., 1998. Fate and behaviour of triasulfuron, metsulfuron-methyl, and chlorsulfuron in the Australian soil environment: A review. Australian Journal of Agricultural Research. 49, 775-790.
Singh, S. B. and Kulshrestha, G., 2007. Determination of sulfosulfuron residues in soil unde wheat crop by a novel and cost-effective method and evaluation of its carryover effect. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 42, 27-31.
Sondhia, S. and Singhai, B., 2008. Persistence of sulfosulfuron under wheat cropping system. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 80, 423-427.
Srivastava, A., Agarwal, V., Srivastava, P. C., Guru, S. K. and Singh, G., 2006. Leaching of sulfosulfuron from two texturally different soils under saturated moisture regime EJEAFChe, 5 , 1553-1559.
Stenersen, J., 2004. Chemical Pesticides: Mode of Action and Toxicology. CRC Press, Boca Raton, FL.
Wardle, D. A. and Rahman, A., 1992. Side-effects of herbicides on the soil microbial biomass. Proceedings of The First International Weed Control Congress. Monash University. pp. 561-564.
Zand, A., Baghestani, M. A., Ramezani, M., and Shimi, P., 2009. A Guideline for Herbicides in Iran. Jehad University Press of Mashhad, Mashhad.

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of planting cover and sulfosulfuron application rates on its persistence in the soil of wheat fields

Mohammad Hassan Hadizadeh[1], Mahdi Nassiri[1], Alireza Koocheki[1], Eskandar Zand[2], Forouzan Tabatabai[3]

[1] Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
[2] Department of Weed Research, Iranian Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran.
[3] Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abstract

Sulfosulfuron as a very important member of sulfonylurea herbicides is able to control of wide range of grassy and broad-leaf weeds spectra in wheat. In order to study its persistence behavior in soil, an experiment was conducted with two factors included herbicide application dose (common and overdose) and planting cover (with natural stand covered and bare soil) in randomized completely block design with three replications. Soil samples were collected at predetermined intervals after herbicide application and residues of sulfosulfuron were analyzed by HPLC using photodiode array detector. The dissipation of sulfosulfuron was found to have first-order kinetics in soil but its degradation rate was not different in the natural stand covered soil than bare one in spite of application rates. Faster rates were observed in overdose than common application rate however it was not significantly different between them. The Half-time ($t_{0.5}$) of sulfosulfuron were 32.8 and 23.5 days in common and overdose in natural stand covered soil and 33.8 and 25 days in bare soil respectively. These quantities for $t_{0.1}$ (90% reduction in initial herbicide concentration) were 109.2 and 78.1 days in natural stand covered and 112.2 to 83.2 days in bare one. Sulfosulfuron residue was detectable in 97 days after application at wheat harvest time.

Keywords: First-order kinetic, Half-time, Planting cover, Residue, Sulfosulfuron, Wheat.

Archive of SID

www.SID.ir