علـوم محـیـطی سال نهم، شماره سوم، بهار 1391
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.9, No.3, Spring 2012

59 - 70

بررسی تاثیر باقیمانده تعدادی از علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر آفتابگردان (*Helianthus annuus*) و پنبه (***Gossypium hirsutum***)

حامدمنصوری[1*]، اسکندرزند[2]، مرتضی توکلی[3]، محمد علی باغستانی[2]

1-دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم‌محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

2- دانشیار بخش علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

3- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

تاریخ دریافت: 89/11/10 تاریخ پذیرش: 91/3/13

چکیده

به منظور بررسی تاثیر باقیمانده تعدادی از علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر دو گیاه زراعی آفتابگردان و پنبه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 16 تیمار و در 4 تکرار به صورت مجزا برای هر کدام از گیاهان انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند بودند از علف‌کش‌های: سولفوسولفورون (آپیروس)، یدوسولفورون + مزوسولفورون (شوالیه)، کلروسولفورون (مگاتن)، سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل (توتال)، یدوسولفورون + مزوسولفورون + مفن پایر (آتلانتیس) در سه مقدار متفاوت و شاهد بدون مصرف علف‌کش. تیمارهای علف‌کشی بر روی خاک سمپاشی شدند، و خاک آلوده از عمق 30 سانتی متری پس از 4 ماه به گلخانه منتقل شد و سپس دو گیاه پنبه و آفتابگردان در گلدان های حاوی این خاک‌ها کشت شدند. ارتفاع، طول ریشه، وزن خشک ریشه، ساقه و برگ، سطح برگ و همچنین وزن خشک کل گیاه در مرحله 4 برگی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای علف‌کشی تقریباً در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آفتابگردان اثر منفی داشتند و علف کش‌های سولفوسولفورون+ مت سولفورون متیل و کلروسولفورن در مقادیر مصرف بالا (به ترتیب با 44 و 22/5 گرم ماده موثره در هکتار) بیشترین اثر سوء را بر روی این گیاه داشتند، به طوری که به ترتیب سبب 82/97 درصد و 70/31 درصد کاهش وزن خشک آفتابگردان نسبت به شاهد بدون علف کش شدند. در مورد گیاه پنبه فقط ارتفاع و طول ریشه تحت تاثیر علف کش‌ها قرار گرفته بود و علف‌کش‌های سولفوسولفورون+ مت سولفورون متیل و کلروسولفورون در مقادیر بالا بیشترین اثر منفی را بر روی ارتفاع و طول ریشه پنبه داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که احتمالاً آفتابگردان گیاه حساس‌تری نسبت به پنبه در برابر باقیمانده علف کش‌های سولفونیل اوره است.

واژه‌های کلیدی: سولفوسولفورون، مت سولفورون، مزو سولفورون و کلروسولفورون.

A Study of the Effect of Residue of Some Sulfonylurea Herbicides on Sunflower (*Helianthus Annuus*) and Cotton (*Gossypium Hirsutum*)

Hamed Mansoori,[1*] Eskandar Zand,[2] Morteza Tavakoli[3] and Mohammad Ali Baghestani[2]

1- M.Sc. in Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University.

2- Associate Professor, Department of Weed Research, Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran

3- M.S.c. in Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Tehran Research and Science Branch

Abstract

In order to study the effect on sunflower and cotton of the residue of some sulfonylurea herbicides, two randomized complete block design studies were conducted with ten treatments in four replications for both of plants. Treatments included: sulfosulfuron (Apirus), idosulfuron+mesosulfuron (Chevalier), chlorsulfuron (Megaton), sulfosulfuron+ metsulfuron methyl (Total), idosulfuron+mesosulfuron+ mefenpyr (Atlantis) where all of the herbicides were used in three doses, with a no-herbicide control. Soil was sprayed with the herbicides and the treated soils were transferred to the greenhouse after four months, and sunflower and cotton were planted in pots containing these soils. The length and dry weight of different plant organs (root, stem and leaf) and total dry weight were measured at the four-leaf stage. The results showed that the treatments had negative effects on most of the measured characteristics in sunflower and sulfosulfuron+ metsulfuron methyl and chlorsulfuron at the highest dose (44 and 22.5 g ai ha-1, respectively) had the most harmful effects on the sunflower and reduced dry weight by 82.97% and 70.31%, respectively, in comparison with the control. Only the height and root length of cotton had been affected of the herbicides and sulfosulfuron+ metsulfuron methyl and chlorsulfuron at the highest dose had the greatest negative effects on the height and root length of cotton. In attention to the results obtained, we can conclude that sunflower is probably more sensitive than cotton towards sulfonylurea herbicide residue.

Keywords: sulfosulfuron, metsulfuron, mesosulfuron, chlorsulfuron.

* Corresponding author. *E-mail Address*: h.mansory@gmail.com

مقدمه

تعدادی از علف کش‌های خانواده سولفونیل اوره[1] برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ و بعضی باریک برگ‌ها در مزارع غلات به کار می‌روند. مهم ترین ویژگی این خانواده، فعالیت زیستی بسیار زیاد و در نتیجه مصرف مقادیر بسیار کم و با طیف علف کشی گسترده است (Russell *et al*., 2002). این علف‌کش‌ها بازدارنده استولاکتات سنتاز[2] (ALS) که یک آنزیم کلیدی و مهم در ساخت اسیدهای آمینه زنجیری شاخه‌دار در گیاهان است، می‌باشند (Brown *et al*., 1998; Blair and Martin, 1998; Ort, 2007). مصرف این علف‌کش‌ها در محصولات مختلف از 2 تا 75 گرم ماده موثره در هکتار متغیر است که این مقادیر 250 برابر از علف کش‌های رایج کمتر است (Russell *et al*., 2002). مصرف کم این علف‌کش‌ها تضمینی برای تحمل زیاد نیست و حتی در مواردی مقادیر کمتر از یک درصد مقدار مصرف اولیه باعث خسارت به گیاهان زراعی حساس شده است (Beyer *et al*., 1987). چنانچه میزان بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره در محدودهٔ 0/01 تا 0/07 نانوگرم در گرم خاک باشد، ممکن است رشد گونه‌های زراعی و مرتعی حساس کاهش یابد (Moyer *et al*., 1990). زمان مصرف علف‌کش‌های سولفونیل اوره در گندم[3] ترجیحاً پس رویشی و در بهار است و از این رو فاصله کم زمانی بین کاربرد علف‌کش و کشت بعدی ممکن است باعث خسارت به محصول بعدی شود (Menne and Berger, 2001).

برای بررسی وجود بقایا در محصولات یا از روش آنالیز دستگاهی یا از روش زیست‌سنجی استفاده می‌شود. با توجه به بالا بودن هزینه‌ها و همچنین برخی محدودیت‌ها در روش آنالیز دستگاهی، می‌توان از روش زیست‌سنجی استفاده کرد، در این روش از گیاهان حساس برای بررسی اثرات بقایای آفت‌کش‌ها استفاده می‌شود (Moyer *et al*., 1990) Bazzigalupi and Cepeda (2005) در کشور آرژانتین اثرات مت سولفورون متیل[4] را روی جوانه‌های سویا[5] مورد ارزیابی قرار دادند و وزن خشک ریشه را به عنوان عامل بیولوژیکی برای این تاثیر در نظر گرفتند. آنها دریافتند که کمترین ماده خشک تجمع یافته در ریشه، در اثر کاربرد علف‌کش مت سولفورون متیل در رطوبت 32% ظرفیت زراعی حاصل شد، در حالی که وزن خشک ریشه در رطوبت 85 % ظرفیت زراعی، تحت تاثیر کاربرد علف‌کش مت سولفورون متیل قرار نگرفته بود و اختلاف وزن خشک ریشه آن با شاهد معنی دار نبود. از این‌رو آن‌ها نتیجه گرفتند که ارتباط و همبستگی زیادی بین رطوبت خاک و تاثیر مت سولفورون متیل روی جوانه‌های سویا وجود دارد که بیانگر تاثیر عوامل محیطی بر ماندگاری علف‌کش‌ها است.

در زیست‌سنجی انجام گرفته در اتاقک رشد، طول ریشه آفتابگردان به طور معنی‌داری با مصرف ppb0/01 سولفوسولفورون[6] در کشت هیدروپونیک کاهش یافته بود (Hernandez *et al*., 1999). در حالی که وقتی غلظت سولفوسولفورون 3-1ppb بود باعث 50% کاهش در طول ریشه آفتابگردان شد (Hernandez *et al*., 2001). اثرات سمیت سولفوسولفورون در مقادیر 18، 36 و 72 گرم در هکتار بعد از 12 و 16 ماه در جو[7] بهاره و نخود[8]

کشت شده بعد از گندم در مطالعات مزرعه‌ای نیز یافت شده است (Shinn *et al.*, 1998).

(Garcia *et al.*, 2002) در کشور اسپانیا اثرات بقایای سولفوسولفورون را روی سه گیاه متفاوت بررسی کردند. مقادیر 20 گرم در هکتار (مقدار توصیه شده) و دو برابر این مقدار یعنی 40 گرم در هکتار برای بررسی بقایا مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌های خاک بعد از 7 و 9 ماه از کاربرد سولفوسولفورون در مزارع گندم نرم زمستانه از 9 منطقه مختلف در شمال و مرکز اسپانیا جمع آوری شدند. در آزمون زیست‌سنجی از سه گیاه جو، آفتابگردان و ماشک[9] که محصولات گرمسیری هستند و در تناوب با گندم در این مناطق کشت می‌شوند، استفاده شد. بقایای سولفوسولفورون روی صفات اندازه‌گیری شده جو و ماشک تاثیری نداشت اما طول ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه آفتابگردان کاشته شده در بعضی از خاک‌های تیمار شده با 2 برابر مقدار توصیه شده، 9 ماه بعد از کاربرد آن، اثر بازدارندگی داشت. (Hernandez *et al.*, 2003) نیز در زیست‌سنجی انجام گرفته در اتاقک رشد برای گیاه آفتابگردان، به منظور بررسی اثرات بقایای سولفوسولفورون و تریاسولفورون، به این نتیجه رسیدند که طول ریشه از غلظت علف‌کش تاثیر می گیرد طوری که مقادیر I_{50} (مقدار مورد نیاز برای 50 % بازدارندگی طول ریشه) از 0/9 تا 2/9ppb برای هر دو علف‌کش سولفونیل اوره بود و آفتابگردان را گیاهی حساس به علف کش‌های سولفونیل اوره معرفی نمودند.

محققان دیگر نیز گزارش کرده‌اند که بقایای علف‌کش کلروسولفورون[10] که یک علف‌کش سولفونیل اوره‌ای است که از لحاظ ساختاری مشابه مت سولفورون متیل می‌باشد، در مقادیر توصیه شده در مزارع و بعد یک فصل زراعی از مصرف آن، باعث تاثیر سوء روی برنج[11] شد (Chen *et al.*, 1996; Sun *et al.*, 2000). (Cepeda *et al.*, 2000) اثرات مت سولفورون متیل روی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه در گونه‌های مختلف گیاهی نظیر ذرت[12] و عدس[13] مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده شد که علف‌کش مذکور بیشترین تاثیر را بر ریشه‌ها گذاشت و میزان خسارت با توجه به گونه‌های کشت شده، متفاوت بود. بر اساس گزارش (Moyer *et al.*, 1995)، یونجه[14]، کلزا[15]، ذرت، عدس، نخود، سیب‌زمینی[16] و چغندرقند[17] به وسیله مت سولفورون و یا تریاسولفورون[18] به کار برده شده در سال قبل در مقدار 22 گرم در هکتار، صدمه دیده بودند، در حالی که جو، لوبیا[19]، کتان[20] و گندم تحت تاثیر بقایای این علف‌کش‌ها نگرفته بودند.

در زیست‌سنجی انجام گرفته در اتاقک رشد نیز رشد آفتابگردان و جو به وسیله غلظت‌هایی 0/25 (برای آفتابگردان) و 1/5 ppb (برای جو) سولفوسولفورون در مقایسه با شاهد، 20% بازداشته شده بود (Parrish *et al.*, 1995a).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور واقع در منطقه ورامین و همچنین گلخانه این موسسه واقع در تهران اجرا شد. برای این منظور آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 16 تیمار و در 4 تکرار برای دو گیاه

آفتابگردان و پنبه اجرا شد. تیمارهای علف‌کشی شامل: سولفوسولفورون (آپیروس، 75%WG) در سه مقدار 21، 31/5و 42 گرم ماده موثره در هکتار، یدوسولفورون + مزوسولفورون (شوالیه، 6%WG) در سه مقدار 18، 24و 30 گرم ماده موثره در هکتار، کلروسولفورون (مگاتن) در سه مقدار 7/5، 15و 22/5 گرم ماده موثره در هکتار، سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل (توتال، 15%WG) در سه مقدار 28، 36و 44 گرم ماده موثره در هکتار، یدوسولفورون + مزوسولفورون + مفن پایر (آتلانتیس، OD) در سه مقدار 18،12و 24 گرم ماده موثره در هکتار و شاهد بدون مصرف علف‌کش بود.

برای اجرای طرح، 6 بلوک و در هر بلوک نیز 3 کرت در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور واقع در منطقه ورامین ایجاد شد که طول و عرض آن 3 در 5 بود. در هر کرت نیز 6 ردیف با فاصله 50 سانتی متری از یکدیگر ایجاد شد بین هر کرت نیز یک ردیف برای ایجاد فاصله بین دو کرت منظور شد. نمونه خاک از زمین محل اجرای آزمایش برداشت و جهت تعیین عناصر غذایی پر مصرف به منظور کوددهی گلدان‌های حاوی این خاک و pH به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول 1 آمده است. سپس تیمارهای علف‌کشی با استفاده از سمپاش الگانس 18 پلاس ماتابی با پمپاژ برقی، روی ردیف‌های هر کرت در اوایل اسفند سال 1386 اعمال شد. سمپاشی به صورتی انجام گرفت که در هر بلوک فقط از یک نوع علف‌کش در دزهای مختلف وجود داشت و کرت اول از هر بلوک نیز با پایین‌ترین دز برای هر علف‌کش سمپاشی شد و به ترتیب در کرت‌های دوم و سوم، دز علف‌کش‌ها افزایش یافت. بلوک‌ها به صورت جداگانه و به صورت نشتی آبیاری شدند و برای هر بلوک نیز فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد. سپس بعد از 4 ماه و در اواخر خرداد سال 1387، از خاک‌های سم‌پاشی شده نمونه‌گیری به عمق 30 سانتی‌متر انجام شد. نمونه‌های خاک به صورت تصادفی و از ردیف‌های سمپاشی شده برداشت شدند. خاک‌های برداشت شده از مزرعه با مقداری شن برای تهویه و نفوذپذیری مناسب مخلوط شدند و خاک‌های نمونه‌گیری شده به گلخانه موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور واقع در تهران انتقال و مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش برای دو گیاه آفتابگردان و پنبه به صورت مجزا و در گلخانه انجام گرفت که بدین منظور در داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر 14 سانتی‌متر و ارتفاع 13 سانتی‌متر، بذر آفتابگردان و پنبه با تراکم مناسب برای هرگیاه (9 بذر در داخل هر گلدان) کشت شدند. آبیاری گلدان‌ها بلافاصله بعد از کاشت بذور و بعد از آن هر 3 یا 4 روز یکبار صورت گرفت. دمای گلخانه در طول رشد گیاهان در طول روز و شب به صورت یکسان و بین 24 تا 26 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن بین 40-45% با تهویه مناسب بود. زمانی که آفتابگردان و پنبه به مرحله 4 برگی رسیدند، گیاهان از گلدان‌ها، به نحوی که هیچ آسیبی به ریشه آنها وارد نشود، خارج شدند و خصوصیات مورفولوژیک این گیاهان مانند ارتفاع گیاه، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه و برگ، سطح برگ و وزن خشک کل گیاه اندازه‌گیری شد.

برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش از نرم افزار س آ س[21] استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از

آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار و در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار اکسل[22] استفاده شد.

نتایج

آفتابگردان

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول2)، بین تیمارها از نظر ارتفاع گیاه، طول ریشه، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه آفتابگردان در مرحله 4 برگی در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

(Hernandez *et al.*,1999; Parrish *et al.*, 1995a; Jettner *et al.*, 1999)، نیز اثرات سوء برخی از علف‌کش‌های سولفونیل اوره (تریاسولفورون، مت سولفورون متیل، سولفوسولفورون و کلروسولفورون) را بر روی گیاه آفتابگردان گزارش کرده‌اند.

نتایج مقایسه میانگین انجام شده بین تیمارها حاکی از این است که علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و کلروسولفورون بیشترین تاثیر سوء را روی آفتابگردان داشتند، به طوری که کلروسولفورون در مقدار 22/5 گرم ماده موثره در هکتار و سولفوسولفورون + مت سولفورون در مقدار 44 گرم ماده موثره در هکتار به ترتیب باعث کاهش 78/53 و 61/59 درصد در ارتفاع کل گیاه (جدول 3) و کاهش 70/31 و 82/97 درصد در وزن کل گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شدند (شکل 1). علف کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل در بالاترین مقدار بیشترین تاثیر را بر روی طول ریشه آفتابگردان داشت که طول ریشه از 13/36 سانتی‌متر در تیمار شاهد به 2/5 سانتی‌متر در این تیمار کاهش یافت به عبارتی باعث کاهش 81/5 درصد طول ریشه گردید. پس از آن نیز علف‌کش کلروسولفورون در بالاترین

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش.

	بافت خاک	ازت کل	فسفر	پتاسیم	درصد کربن آلی	PH
خاک مزرعه	لومی	0/092	27/04 ppm	246 ppm	0/481	7/57

جدول2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	طول ریشه	سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل
بلوک	3	31/5201^{ns}	2/0883^{ns}	46/5536^{ns}	0/00015^{ns}	0/0108^{ns}	0/00043^{ns}	0/02054^{ns}
تیمار	15	797/622*	36/3218*	491/7161*	0/19812*	2/1525*	0/05841*	4/3327*
خطا	45	24/819	1/1412	30/4272	0/00014	0/00737	0/00029	0/01253

*معنی‌داری در سطح احتمال 5% و ns عدم وجود معنی‌داری را نشان می‌دهد.

مقدار خود طول ریشه آفتابگردان را 73/8 درصد نسبت به شاهد کاهش داد (جدول 3). علف‌کش یدوسولفورون + مزوسولفورون + مفن پایر کمترین تاثیر را روی وزن خشک کل گیاه را دارا بود (شکل 1). به نظر می رسد اثرات سوء علف‌کش‌های سولفونیل اوره به وسیله ترکیبات تجزیه نشده این علف‌کش‌ها باعث کاهش در کمیت اندام‌های مختلف در گیاهان حساس از جمله آفتابگردان می‌شود به طوری که (Ye *et al.*, 2002) نیز گزارش کردند که سمیت ناشی از بقایای مت سولفورون متیل در خاک به دلیل ترکیبات تجزیه نشده این علف‌کش می‌باشد که شامل مت سولفورون متیل (منشاء اصلی)، 2-آمینو-4-هیدروکسی-6-متیل-1،3،5-تریازین و 2-متیل فورمات-بنزنوسولفونیل-ایزوسیانات بود.

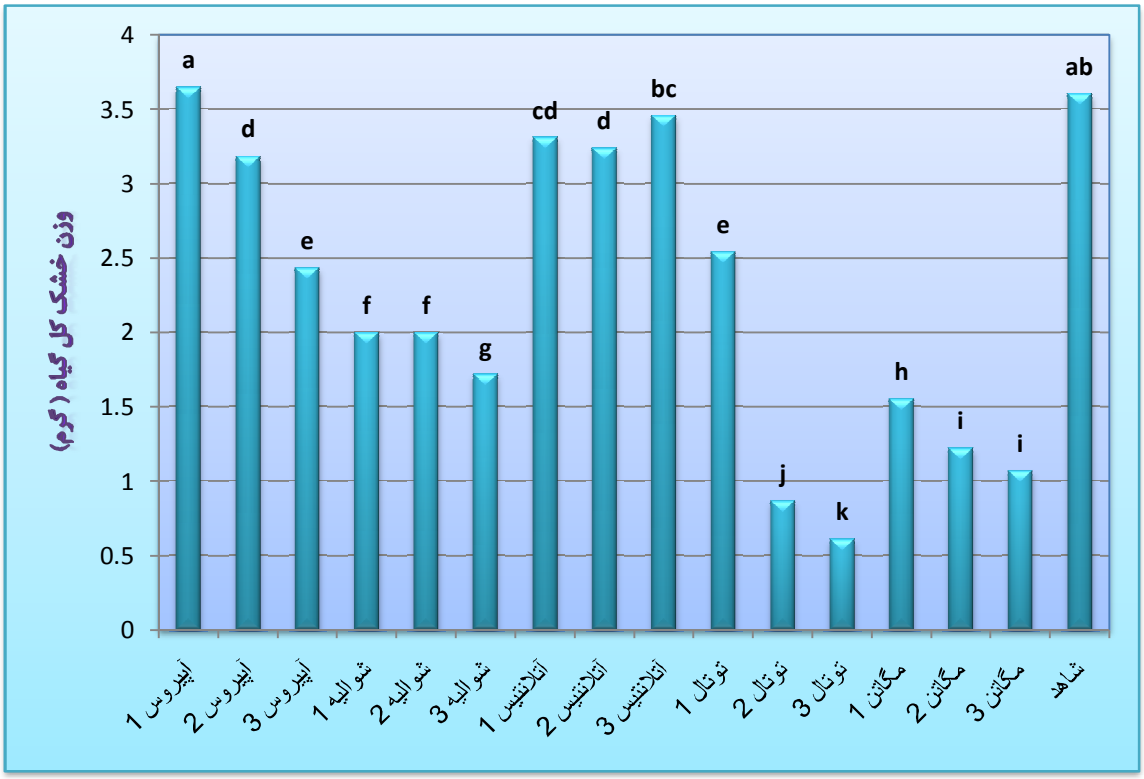
با توجه به شکل1، افزایش مقادیر در علف کش‌های مصرفی اثرات سوء روی وزن کل گیاه را افزایش داد (به جزء علف‌کش یدوسولفورون + مزوسولفورون + مفن پایر)، در حالی که افزایش مقدار مصرف فقط در علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و کلروسولفورون باعث کاهش بیشتر ارتفاع کل گیاه شده است و در سایر علف‌کش‌ها، افزایش مقدار مصرف تاثیر چندانی روی ارتفاع کل گیاه نداشت (جدول 3، شکل 1).

جدول3 – اثر تیمارهای مختلف علف‌کش‌ها بر صفات مورد بررسی در گیاه آفتابگردان

تیمار	مقدار مصرف (گرم ماده موثره در هکتار)	ارتفاع گیاه(سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
سولفوسولفورون	21	49/25^{def}	4/25^{e}	54/861^{abc}	0/748^{c}	2/458^{a}	0/441^{bc}
	31/5	64^{a}	5^{ed}	59/285^{a}	0/595^{e}	2/05^{c}	0/54^{a}
	42	56^{bcd}	4/5^{ed}	51/035^{cd}	0/55^{f}	1/49^{e}	0/395^{e}
یدوسولفورون + مزوسولفورون	18	56/28^{bc}	7/25^{bc}	51/423^{bcd}	0/477^{g}	1/217^{f}	0/308^{g}
	24	56/38^{bc}	7/35^{bc}	51/4^{bcd}	0/472^{g}	1/22^{f}	0/308^{g}
	30	63^{ab}	8/25^{b}	57/255^{abc}	0/37^{h}	1/127^{f}	0/222^{i}
یدوسولفورون + مزوسولفورون + مفن پایر	12	53^{cdef}	8^{b}	59/21^{ab}	0/81^{a}	2/1^{c}	0/4de
	18	47^{fg}	7^{bc}	44/21de	0/77^{b}	2/13^{c}	0/34^{f}
	24	65/1^{a}	12^{a}	53/2^{abc}	0/73^{d}	2/27^{b}	0/46^{b}
سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل	28	55/11^{cde}	5/916^{cd}	39/731^{e}	0/321^{j}	1/921^{d}	0/3^{g}
	36	40/66^{g}	3/83^{ef}	29/441^{f}	0/186^{k}	0/548^{h}	0/136^{k}
	44	25/33^{h}	2/5^{f}	21/5^{g}	0/12^{l}	0/39^{i}	0/103^{l}
کلروسولفورون	7/5	53^{cdef}	7/472^{b}	43/684de	0/375^{h}	0/826^{g}	0/354^{f}
	15	48/22^{ef}	3/77^{ef}	39/302^{e}	0/341^{i}	0/621^{h}	0/261^{h}
	22/5	14/16^{i}	3/5^{ef}	38/003^{e}	0/338^{ij}	0/548^{h}	0/183^{j}
شاهد	-	65/93^{a}	13/36^{a}	57/62^{abc}	0/796^{a}	2/386^{ab}	0/419^{cd}

(Garcia *et al.*, 2002) بیان کردند که 9 ماه بعد از کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون با دو برابر مقدار توصیه شده (40 گرم ماده موثره در هکتار)، اثر بازدارنده‌ای بر طول ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه آفتابگردان داشت. (Hernandez *et al.*, 2001) نیز در زیست‌سنجی گلخانه‌ای گزارش کردند که بقایای سولفوسولفورون و تریاسولفورون باعث کاهش معنی داری در طول ریشه آفتابگردان نسبت به شاهد شد. (Walker *et al.*2000) نیز گزارش کردند که اثرات علف‌کش‌های سولفونیل اوره (کلروسولفورون، تریاسولفورون و مت سولفورون متیل) بعد از 10 ماه، باعث کاهش ماده خشک در گیاه آفتابگردان شد. بنابراین با توجه به جدول 3 و شکل1، می‌توان نتیجه گرفت که گیاه آفتابگردان گیاهی حساس به علف کش‌های سولفونیل اوره است که این علف‌کش‌ها اثرات سوء معنی‌داری بر اندام‌های مختلف اندازه‌گیری شده در آفتابگردان دارد. به طوری که (Garcia *et al.*, 2002) نیز بیان کردند که آفتابگردان نسبت به جو و ماشک حساسیت بیشتری به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره نشان داد.

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.



شکل1- وزن خشک کل گیاه آفتابگردان (گرم) تحت تأثیر تیمارهای علف‌کشی مورد استفاده

پنبه

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول 4) تاثیر تیمارهای علف‌کشی بر ارتفاع و طول ریشه پنبه در سطح احتمال 5% معنی‌دار بود در حالی که تاثیر این تیمارها بر سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه و همچنین وزن خشک کل گیاه معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین انجام گرفته بین تیمارها نیز بیانگر این بود که علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون و کلروسولفورون بیشترین تفاوت معنی داری را بر روی ارتفاع و طول ریشه پنبه در مقایسه با شاهد داشتند و بیشترین تاثیر در مقادیر بالا حاصل شده بود به طوری که 44 گرم ماده موثره در هکتار سولفوسولفورون + مت سولفورون و 22/5 گرم ماده موثره در هکتار کلروسولفورون به ترتیب باعث کاهش 28/31 و 20/35 درصد در ارتفاع پنبه و همچنین کاهش 23/7 و 19/51 درصد در طول ریشه پنبه نسبت به شاهد بدون علف‌کش شدند در حالی که سایر علف‌کش‌ها اختلاف زیادی در طول ریشه و ارتفاع گیاه نسبت به شاهد نشان ندادند (جدول 5).

علف‌کش سولفوسولفورون نیز کمترین تاثیر را بر روی ارتفاع گیاه و طول ریشه داشت (جدول 5). (Richardson *et al*., 2004)نیز کاهش 16 تا 31% در ارتفاع پنبه در اثر مصرف علف‌کش تری فلوکسی سولفورون سدیم (علف‌کشی از خانواده سولفونیل اوره) بعد از 2 هفته را نسبت به شاهد گزارش کردند.

اثرات علف‌کش‌ها بر سایر صفات اندازه‌گیری شده همان طور که در جدول 4 مشاهده می‌شود معنی‌دار نبود. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که احتمالاً پنبه، تا حدودی گیاهی متحمل به این تعداد علف‌کش‌های سولفونیل اوره می‌باشد. (Vidrine and Miller, 2001) نیز گزارش کردند که باقیمانده علف‌کش تری‌فلوکسی سولفورون‌سدیم بعد از یک فصل زراعی بر گیاه پنبه تاثیر سوء نداشت. (Wilcut *et al*., 2000) نیز به اثرات کم مدت و زودگذر بقایای این علف‌کش بر روی پنبه اشاره کردند.

جدول4- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در گیاه پنبه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	طول ریشه	سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل
بلوک	3	2/6243^{ns}	1/0608^{ns}	1/9855^{ns}	0/000043^{ns}	0/00014^{ns}	0/000241^{ns}	0/00034^{ns}
تیمار	15	53/0659*	12/001*	0/6626^{ns}	0/00039^{ns}	0/00055^{ns}	0/000275^{ns}	0/00207^{ns}
خطا	45	2/0645	0/5782	0/8549	0/00068	0/00058	0/000536	0/00243

*تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5% و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار را نشان می دهد.

جدول5 – تاثیر تیمارهای مختلف علف‌کش‌ها بر صفات مورد بررسی در گیاه پنبه

تیمار	مقدار مصرف (گرم ماده موثره در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)
سولفوسولفورون	21	42/375^{ab}	22/675^{ab}	73/745	0/6725	0/865	0/44	1/977
	31/5	42/305^{ab}	22/775^{ab}	73/957	0/6425	0/8575	0/4375	1/937
	42	42/25^{ab}	22/7^{ab}	74/127	0/65	0/8525	0/4375	1/94
یدوسولفورون +	18	42/5^{ab}	21/75^{bcd}	74/25	0/6575	0/865	0/437	1/96
مزوسولفورون	24	41/475^{bc}	22/65^{abc}	73/995	0/6525	0/8325	0/455	1/94
	30	39/75^{cd}	22/325^{abc}	73/88	0/665	0/8575	0/435	1/957
کلروسولفورون	7/5	41/25^{bc}	22/6^{abc}	73/14	0/64	0/8425	0/432	1/915
	15	37/75^{ed}	20/75^{d}	73/537	0/665	0/8825	0/447	1/995
	22/5	33/75^{f}	18/25^{f}	73/497	0/66	0/8525	0/435	1/947
سولفوسولفورون	28	39/5^{cd}	22/15^{abc}	73/42	0/6525	0/86	0/44	1/952
+ مت	36	36/5^{e}	19/425^{e}	73/175	0/665	0/8525	0/4525	1/97
سولفورون متیل	44	30/375^{g}	17/3^{f}	73/197	0/6575	0/8525	0/4225	1/932
یدوسولفورون +	12	42/25^{ab}	22/35^{abc}	73/38	0/65	0/85	0/4425	1/942
مزوسولفورون +	18	42/35^{ab}	21/925^{bc}	73/52	0/6475	0/85	0/44	1/94
مفن پایر	24	40^{c}	21/575^{cd}	72/987	0/6475	0/847	0/4425	1/935
شاهد	-	43/65^{a}	23/2^{a}	74/217	0/6725	0/8725	0/4525	1/997

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی‌داری نمی باشند.

ستون‌هایی که اعداد آنها فاقد حرف می‌باشد، بین همه تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

احتمالاً تحمل پنبه به علف‌کش‌های سولفونیل اوره به دلیل ترمیم سریع آسیب‌های وارد شده، از طریق مکانیسم‌های درونی این گیاه می‌باشد (Brecke *et al.*, 2000; Faircloth *et al.*, 2001)، که از جمله این مکانیسم‌ها می‌توان به تغییر در تولید آمینواسیدها در مواجهه با مواد اصلی این علف‌کش‌ها اشاره کرد، به طوری که (Preston *et al.*, 2006) به تغییر پرولین197 به ترئونین در نتیجه فعالیت آنزیمی ویژه در گیاهان متحمل به علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات سنتاز اشاره کردند.

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان در کل نتیجه گرفت که گیاهان پنبه و آفتابگردان واکنش‌های

متفـاوتی بـه علـف‌کـش‌هـای سـولفونیل اوره نشـان می‌دهند و تحمل آن‌ها به این خانواده علـف‌کـش‌هـا متفـاوت مـی‌باشـد، بـه طـوری کـه در ایـن مطالعـه آفتابگردان نسبت به پنبه گیاه حساس‌تری نسبت بـه این نوع علف‌کش‌ها بود. در ضـمن تـاثیر ایـن علـف کـش‌هـا نیـز بـر پنبـه و آفتـابگردان متفـاوت بـود. بـه گونـه‌ای کـه تـاثیر باقیمانـده علـف‌کـش‌هـای کلروسولفورون و سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل بر روی آفتابگردان بیشتر از سایر علف‌کش‌های مورد آزمایش در این مطالعه بود. اثـرات سـوء علـف کش‌ها بـر روی ایـن دو گیـاه نیـز بـا افـزایش مقـدار مصرف آن‌ها، افزایش یافت. بنابراین در مزارعی کـه علف‌کش‌های سولفونیل اوره در آن‌ها بـه کـار بـرده می‌شوند، باید به حساسیت محصول زراعی در تناوب بعدی، نوع علف‌کش‌های به کاربرده شده و همچنین مقدار مصرف آن‌ها توجه خاصی شود.

سپاسگزاری

بـا تشـکر ویـژه از موسسـه تحقیقـات گیاهپزشـکی کشـور، بخـش تحقیقـات علـف‌هـای هـرز و کلیـه اسـاتیدی کـه در تهیـه ایـن تحقیـق همکـاری لازم را انجام دادند.

پی‌نوشت‌ها

[1]Sulfonylurea
[2]Acetolactate synthase
[3] *Triticum aestivum*
[4] Metsulfuron methyl
[5] *Glycine max*
[6]Sulfosulfuron
[7]*Hordeum vulgare*
[8]*Cicer arietium*
[9]*Vicia sativa*
[10] Chlorsulfuron
[11] *Oryza sativa*
[12]*Zea mays*
[13]*Lens culinaris*
[14]*Medicago sativa*
[15]*Brassica napus*
[16]*Solanom tuberosum*
[17]*Beta vulgaris*
[18]Triasulfuron
[19] *Phaseolus vulgaris*
[20] *Linum usitatissimum*
[21]SAS
[22] Excel

منابع

Bazzigalupi, O. and S. Cepeda (2005). Relations between soil moisture and the metsulfuron methyl effects on the seeding growth of soybean. (Glycine max L. Merr.). RIA, 34 (1): 101-110.

Beyer, E.M., H.M. Brown and M.J. Duffy (1987). Sulfonylurea herbicide soil relations. British Crop Prot Conf-Weeds. Brighton, UK.

Blair, A.M. and T.D. Martin (1988). A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pestic. Sci, 22: 195-219.

Brecke, B.J., D.C. Bridges and T. Grey (2000). CGA 362622 for post emergence weed control in cotton. Weed Sci. Soc, 53: 26-27.

Brown, H.M., V. Gaddamidi and P.W. Lee (1998). Sulfonylureas. In Metabolic pathways of agrochemicals, part1: Herbicides and plant growth regulators. T.R. Roberts, The Royal Society of Chemistry Information Services.

sulfonylureas in soil. Weed Res, 41: 229-453.

Moyer, J.R. (1995). Sulfonylurea herbicide effects on following crops. Weed Technol, 9: 373–379.

Moyer, J.R., R. Esau and G.C. Kozub (1990). Chlorsulfuron persistence and response of nine rotational crops in alkaline soils of Southern Alberta. Weed Technol, 4: 543–548.

Ort, O (2007). Newer *sulfonylureas.* In Modern crop protection compounds,W. Kramer andU. Schirmer, WIELY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Parrish, S.K., J.E. Kaufmann, K.A. Croon, Y. Ishida, K. Ohta and S. Itoh (1995a). MON 37500: a new selective herbicide to control annual and perennial weeds in wheat. Br. Crop Prot. Conf.- Weeds, 1: 57–63.

Parrish, S.K., J.P. Euler, R. Grogna, M. Spirlet, A. Walker, F.H. MacVicar and J.E. Cullington (1995b). Field, glasshouse and laboratory investigations into the rate of degradation of MON 37500 in european soils. Br. Crop Prot. Conf.-Weeds, 2: 667–672.

Preston, C., L.M. Stone, M.A. Rieger and J. Baker (2006). Multiple effects of a naturally occurring proline to threonine substitution within acetolactate synthase in two herbicide-resistant populations of Lactuca serriola. Pestic. Biochem. Physiol, 84: 227–235.

Richardson, R.J., H.P. Wilson. G.R. Armel and T.E. Hines (2004). Influence of Adjuvants on Cotton (Gossypium hirsutum) Response to Postemergence Applications of CGA 362622. Weed Technol, 18(1): 9-15.

Russell, M.H., J.L. Saladini and F. Lichtner (2002). Sulfonylurea Herbicides. Pesticide Outlook, 166-173.

Cepeda, S., O. Bazzigalupi and C. Siciliano (2000). Efecto del metsulfurón metil sobre el crecimiento de plántulas de maíz en diferentes sustratos. *VII Congreso Nacional de Maíz. AIANBA*. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

Chen, Z., W. Cheng and B. Cheng (1996). Bound residues of 14C-chlorsulfuron in soils and their ecological efficiency. J. Nanjing Agric. Univ. (in Chinese), 19 (2): 78–83.

Faircloth, W.H., M.G. Patterson and C.D. Monks (2001). Evaluation of CGA 362622 for weed control in Alabama cotton. Beltwide Cotton conf., Anaheim, CA. Jan. 9-13.

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

Hernandez-Sevillano, E., M. Villarroya, J.L. Alonso-Prados and J.M. Garcia- Baudin (2001). Bioassay to detect sulfosulfuron and triasulfuron residues in soil. Weed Technol, 15: 447–452.

Hernandez-Sevillano, E., M. Villarroya, M.C. Chueca, J.L. Alonso- Prados and J.M. Garcia-Baudin (1999). A rapid, sensitive bioassay method for sulfonylurea herbicides. Br. Crop Prot. Conf.-Weeds, 2: 711–716.

Jettner, R.J., S.R. Walker, J.D. Churchett, F.P.C. Blamey, S.W. Adkins and K. Bell (1999). Plant sensitivity to atrazine and chlorsulfuron residues in a soil-free system. Weed Res, 39: 287–295.

Menne, H.J. and B.M. Berger (2001). Influence of straw management, nitrogen fertilization and dosage rates on the dissipation of five

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

Sun, J., J. Guo and Q. Ye (2000). Release of bound 14C-chlorsulfuron and /or its degraded products and the components of released products. Acta Agriculture Nucleatae Sinica (in Chinese), 14 (5): 295–300.

Vidrine, P.R. and D.K. Miller (2001). Evaluation of CGA 362622 in Louisiana cotton. Beltwide cotton conf., Anaheim, CA, Jan. 9-13.

Walker, S.R., J.E. Barnes, V.A. Osten, J.D. Churchett and M. McCosker (2000). Crop responses to sulfonylurea residues in soils of the subtropical grain region of *Australia.* Australian J. Agri. Res, *51(5): 587 – 596.*

Wilcut, J.W., S.D. Askew and D. Porterfield (2000). Weed management in non-transgenic and transgenic cotton with CGA 362622. Weed Sci. Soc, 53: 27.

Ye, Q., J. Wu and J. Sun (2002). Studies on 14C-extractable residue, 14C-bound residue and mineralization of 14C-labeled metsulfuronmethyl in soils. Environmental Science (in Chinese), 23 (6): 62– 68.