نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۶۷-۵۷

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, P. 57-67

ارزیابی حساسیت برخی از گیاهان به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

مجید برزویی[۱]- ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]- محمد حسن راشد محصل[۳]- مهدی راستگو[۴]- محمد حسن زاده خیاط[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۱

چکیده

تریفلورالین از جمله علف‌کش‌هائی است که ماندگاری بالایی در خاک دارد. بقایای این علف‌کش در خاک می‌تواند به گیاهان بعدی کشت شده در تناوب، خسارت وارد کند. به منظور ارزیابی حساسیت برخی گیاهان به بقایای شبیه‌سازی شده تریفلورالین در خاک آزمایشی به صورت گلدانی، بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل هفت گیاه زراعی (سورگوم، ارزن، جو، گندم، یولاف وحشی، یونجه و خیار) و غلظت‌های مختلف تریفلورالین در خاک در هشت سطح شامل (صفر، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۴، ۰/۰۲۱، ۰/۰۴۳، ۰/۰۴۶، ۰/۰۸۶ و ۰/۱۲۹ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک) بودند. نتایج نشان داد که بقایای تریفلورالین در خاک تأثیر معنی‌داری بر سبز شدن گیاهان مذکور داشت و با افزایش غلظت تریفلورالین در خاک، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه تمام گیاهان به طور کاملاً معنی‌داری کاهش پیدا کرد. با توجه به نتایج آزمایش، گیاه یونجه با داشتن بالاترین ED_{50} (۰/۱۶۴ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک) زیست توده اندام‌های هوایی به عنوان مقاوم‌ترین گیاه و سورگوم با کمترین مقدار ED_{50} (۰/۰۴۸ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک) زیست توده اندام‌های هوایی به عنوان حساس‌ترین گیاه به بقایای تریفلورالین شناخته شدند. سایر گیاهان زراعی بر اساس شاخص مذکور از نظر حساسیت به بقایای تریفلورالین در خاک به صورت یونجه< خیار< گندم< یولاف< جو ≥ ارزن ≥ سورگوم طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: ارزن، جو، خیار، زیست‌سنجی، سورگوم، گندم، یونجه، یولاف

مقدمه

تریفلورالین از مهم‌ترین علف‌کش‌های خانواده دی نیتروآنیلین می‌باشد. این علف‌کش به صورت پیش‌کاشت برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در محصولات زراعی مختلف از جمله گوجه فرنگی، سیب زمینی، پنبه و ... بکار می‌رود. این علف‌کش از بازدارندگان تقسیم سلولی بوده که با تأثیر بر سلول‌های مریستمی ناحیه هیپوکوتیل مانع از تقسیم سلولی و مرگ گیاه می‌شوند (۱۵). تریفلورالین از علف‌کش‌هایی است که جذب سطحی بالایی در اجزای خاک دارد و این مهم از عوامل مهم در ماندگاری نسبتاً بالای آن در خاک می‌باشد. این مساله هر چند در افزایش طول دوره کنترل علف‌های هرز مؤثر است اما خسارت به محصولات زراعی موجود در تناوب را نیز به دنبال دارد. بر اساس گزارش‌های موجود، نیمه عمر تریفلورالین در خاک‌های مختلف بین ۱۹ تا ۱۳۲ روز است (۳). در سایر مطالعات نیمه عمر آن را بین ۱/۵ تا ۶ ماه و در شرایط خشک و سرد، بیش از یک سال گزارش شده است (۱۰). در مطالعه‌ای کاربرد تریفلورالین در پنبه منجر به خسارت معنی داری به ذرت و چغندر قند موجود در تناوب شده است (۱۷). نامبره خسارت ناشی از کاربرد تریفلورالین را در پنبه بر گیاهان مذکور به علت باقیمانده تریفلورالین در خاک دانسته است. در سایر علف‌کش‌ها نیز گزارشات مشابهی در این مورد انجام شده است. برای مثال در علف‌کش‌های سولفونیل اوره که از علف‌کش‌های نسبتاً جدیدی هستند و هر ساله بصورت گسترده برای مدیریت علف‌های هرز پهن برگ در غلات و بعضی محصولات پهن برگ دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد، کلزا و آفتابگردان به دزهای پایین این گروه از علف‌کش‌ها حساس هستند و باقیمانده آن‌ها در خاک منجر به خسارت و آسیب به آن‌ها می‌شود (۱۸). لوکس و ریز (۹) دریافتند که ایمازاکوئین[۶]، ایمازاتاپیر[۷] و کلومازون[۸] که برای کنترل علف‌های هرز در سویا

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف های هرز، دانشیار، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: e-izadi@um.ac.ir)
۵- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
DOI: 10.22067/jpp.v31i4.21616

6- Imazaquin
7- Imazethapyr
8- Clomazone

استفاده می‌شوند می‌توانند در خاک باقی بمانند و به محصولات حساسی مانند گندم و ذرت کاشته شده در تناوب خسارت برسانند. در مورد تریفلورالین نیز گزارش‌هایی موجود است که به دلیل ماندگاری آن در خاک پتانسیل صدمه به محصولاتی از جمله غلات را تأیید می‌کند (۸). از اینرو شناخت حساسیت گیاهان مختلف به بقایای آن در خاک هم در مدیریت تناوب زراعی و هم در انتخاب گیاه مناسب برای تشخیص بقایای آن‌ها در خاک با استفاده از آزمون‌های زیست‌سنجی مفید می‌باشد. در این ارتباط آنا و همکاران (۱) با استفاده از اندازه گیری طول ریشه گیاه خردل پس از ۳ روز بقایای علف‌کش فلکاربازون[1] را یکسال پس از کاربرد آن تعیین کردند. اسمیگیلسکی و همکاران (۱۴) از ریشه گیاه خردل به عنوان گیاه حساس به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره، برای تعیین باقیمانده این علف‌کش‌ها در خاک استفاده کردند. این محققین روش سنجش طول ریشه خردل را به عنوان روش کارآمد و ساده برای شناسایی بقایای علف‌کش در خاک برای جلوگیری از خسارت به گیاهان حساس معرفی نمودند. فرانک و همکاران (۶) در آزمایش خود نشان دادند که جوانه‌زنی و اجزای عملکرد ۱۰ ژنوتیپ یولاف زراعی تحت تأثیر مقادیر کاربرد تریفلورالین قرار گرفت. بطوری‌که در تیمار ۱۹۲۰ گرم در هکتار یک سال پس از کاربرد تریفلورالین ۴۶ درصد کاهش عملکرد گزارش شد. برخی تحقیقات نیز تحمل بیشتر گندم نسبت به جو و یولاف به بقایای تریفلورالین را مشخص نموده‌اند (۱۱). با توجه به تفاوت در پاسخ گیاهان مختلف به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد گیاهان تناوبی و نیز تعیین حساس‌ترین گیاه به بقایای آن، جهت کاربرد در آزمون زیست‌سنجی در تشخیص بقایای آن در خاک، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی حساسیت گیاهان مختلف به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک و تعیین حساس‌ترین گیاه به عنوان گیاه محک به منظور تعیین بقایای احتمالی تریفلورالین در خاک، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در فروردین ۱۳۹۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک در هشت سطح (صفر، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۴، ۰/۰۲۱، ۰/۰۴۳، ۰/۰۶۴، ۰/۰۸۶ و ۰/۱۲۹ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک) که به ترتیب معادل ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد مقدار کاربرد توصیه شده تریفلورالین بودند و گیاهان مورد مطالعه در هفت سطح شامل (گندم، جو، سورگوم، ارزن، یولاف وحشی، یونجه و خیار) بودند. برای این منظور پس از تهیه خاکی به نسبت ۱:۲:۳ شن، ماسه، و رس ابتدا محلول مادر ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام تریفلورالین با استفاده از فرمولاسیون تجاری (۴۸٪ EC) تهیه و از این محلول برای تهیه سایر محلول‌ها (۰/۸۴، ۱/۶۸، ۰/۴۴، ۰/۹، ۰/۳۴، ۱/۸، ۲/۷ پی‌پی‌ام) در غلظت‌های ذکر شده برای اختلاط با خاک استفاده شد. برای تهیه محلول‌های فوق از محلول پایه از معادله (۱) استفاده شد.

$$N_1v_1=N_2v_2 \quad (1)$$

که در آن N_2,V_2,N_1,V_1 به ترتیب شامل نرمالیته محلول با غلظت معلوم و حجمی از محلول با غلظت معلوم برای تهیه حجم مشخصی (V_2) از محلول با غلظت مجهول (N_2) می‌باشند. به منظور اختلاط کامل محلول‌ها با خاک پس از محاسبه وزن خاک هر گلدان با قطر ۱۵ سانتی‌متر (۶۲۵ گرم خاک خشک)، به مقدار گلدان‌های مربوط به هر غلظت، خاک خشک مورد نظر تهیه و برای سهولت در اختلاط و اطمینان از یکنواختی غلظت تریفلورالین در خاک ابتدا یک کیلوگرم از خاک مذکور آماده شد. سپس با استفاده از یک پیپت سرنگی مقدار محاسبه شده هر یک از محلول‌های تهیه شده روی خاک مذکور ریخته و کاملاً با خاک مخلوط شد. سپس نمونه خاک آماده شده برای هر غلظت علف‌کش با سایر خاک‌های مربوط به هر تیمار به طور کامل و یکنواخت مخلوط شدند و برای کاشت گیاهان به گلدان‌ها منتقل شدند. قبل از کاشت گیاهان برای جوانه‌دار کردن گیاهان از ژرمیناتور در دماهای اپتیمم جوانه‌زنی هر یک از گیاهان استفاده شد. برای جوانه‌دار کردن یولاف وحشی (اکوتیپ سبزوار) نیز پس از پوست‌کنی به مدت یک هفته در دمای ۳-۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به دمای ۸ درجه برای جوانه‌دار شدن به مدت یک روز تنظیم شد. پس از جوانه‌دار کردن بذور به تعداد ۱۰ عدد، برای گندم، جو، سورگوم، ارزن، یولاف وحشی، یونجه و خیار در عمق مناسب کشت شدند. شرایط دمایی گلخانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد در شب و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز با طول روز ۱۴ ساعت بود. آبیاری گلدان‌ها به طور یکنواخت انجام شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن و در مرحله ۲ تا ۳ برگی، درصد سبز شدن گیاهان محاسبه و به پنج بوته در هر گلدان کاهش یافتند. ۳۵ روز بعد، پس از تعیین درصد بقاء، گیاهان مورد نظر در هر گلدان، برداشت و پس از ریشه‌شویی آن‌ها، به طور جداگانه در پاکت‌هایی قرار داده شدند و به منظور خشک کردن آن‌ها از آونی با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. سپس با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم توزین شدند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTATC، تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد، تجزیه رگرسیون داده‌ای حاصل نیز با استفاده از نرم‌افزار R و از طریق برازش میانگین داده‌های مربوط به سه تکرار به معادله‌های لجستیک ۳ و ۴ پارامتری انجام شد (معادله

1- Flucarbazone

۲)؛ انجام شد و غلظت لازم علف‌کش برای ۵۰ درصد کاهش زیست توده هر یک از گیاهان مورد بررسی (ED_{50}) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به کار گرفته شد (معادله ۲).

$$Y = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e))\}} \quad (۲)$$

در این معادله b، شیب منحنی، c حد پایین منحنی (پاسخ گیاه وقتی که بیشترین باقیمانده علف‌کش در خاک استفاده شد)، e غلظتی از علف‌کش که سبب ۵۰ درصد کاهش در مقدار پاسخ گیاه می‌شود و d حد بالای منحنی (پاسخ وقتی که باقیمانده علف‌کش در خاک به صفر میل می‌کند) می‌باشند. زمانی که در معادله فوق اثر متغیر c از نظر آماری معنی‌دار نشد با حذف آن، از معادله سه پارامتری برای برازش داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر بقایای علف‌کش بر سبز شدن گیاهان

نتایج نشان دادند که بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک بر روی سبز شدن گیاهان مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. بر اساس نتایج حاصل بقایای تریفلورالین در گیاه سورگوم درصد سبز شدن آن را ۲۰ درصد کاهش داد. حال اینکه بر گیاه خیار تأثیری نداشت (جدول ۱ و شکل ۱). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود می‌توان حساسیت گیاهان مورد مطالعه در این آزمایش را از نظر سبز شدن به صورت زیر طبقه‌بندی کرد.

سورگوم ≤ یونجه ≤ یولاف ≤ ارزن < جو< گندم< خیار

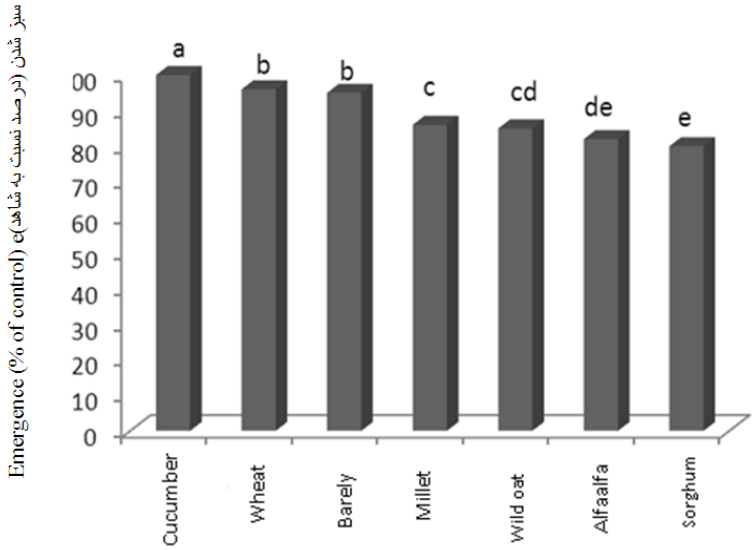
جدول ۱- میانگین مربعات (MS) مربوط به تأثیر بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک بر صفات گیاهان مورد بررسی (درصد نسبت به شاهد)

Table 1- Mean Square (MS) related to the effect of the simulated trifluralin herbicide residues in soil on plant characteristics (percent of control)

منابع تغییر Resource of variations	درجه آزادی Degree of freedom	سبز شدن Emergence	زیست توده اندام‌های هوایی Shoot biomass	زیست توده ریشه Root biomass
گیاه Plant	6	8229.107*	28480.35*	42034.90*
باقیمانده علف‌کش در خاک Herbicide residue in soil	7	5725.925*	57019.22*	40504.12*
P × R	42	5553.486*	16267.94*	11872.71*
خطا Error	112	4035.217	10193.66	9550.58
ضریب تغییرات Coefficient of variation		6.71	12	11

* معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

* Significant at the 5% level



شکل ۱- درصد سبز شدن گیاهان در پاسخ به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک

Figure 1- The percentage of emergence of plants in response to simulated trifluralin herbicide residue in soil

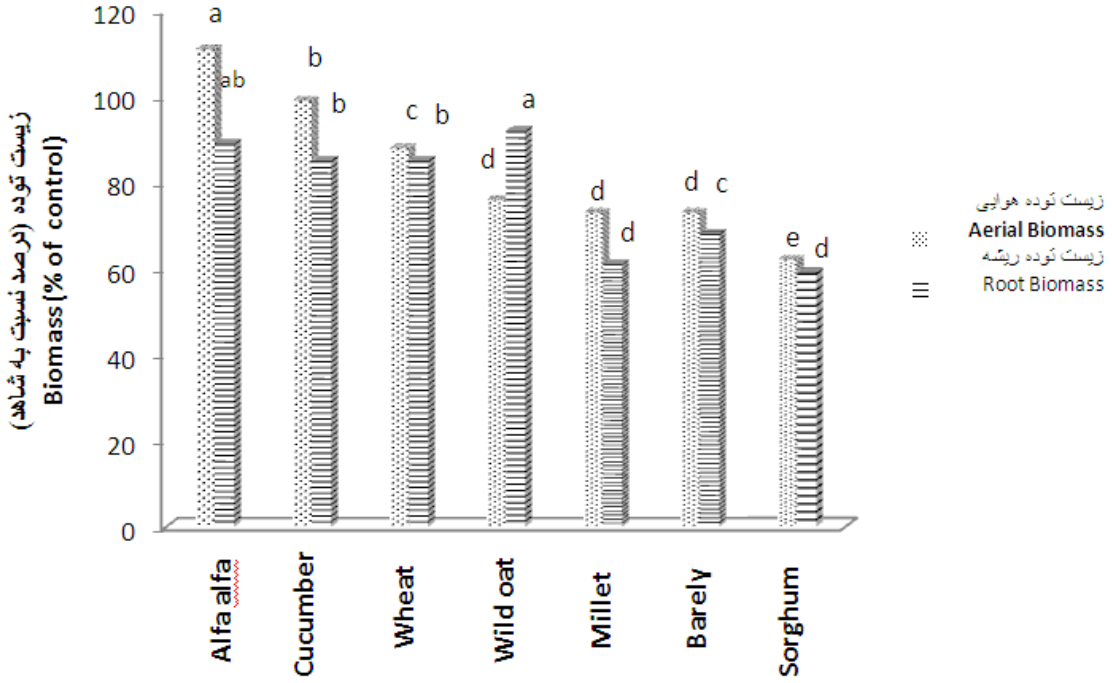
در این ارتباط یولدگا و همکاران (۱۶) در بررسی تحمل ۲۰ رقم ذرت نسبت به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک به این نتیجه رسیدند که درصد سبز شدن هیچ یک از ارقام ذرت تحت تأثیر بقایای تریفلورالین در خاک قرار نگرفتند. اما ارتفاع، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه آن‌ها به طور معنی‌داری تحت تأثیر بقایای تریفلورالین قرار گرفت، نامبردگان نشان دادند که پاسخ گیاه به باقیمانده تریفلورالین بستگی به مقدار کاربرد تریفلورالین در خاک دارد. بر اساس نتایج حاصل، بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک تأثیر معنی داری ($p< ۰/۰۱$) بر زیست توده ریشه و اندام‌های هوایی گیاهان مورد بررسی داشتند (جدول ۱ و شکل ۲) و با افزایش باقیمانده تریفلورالین در خاک، زیست توده اندام هوایی و ریشه در همه گیاهان به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین کاهش در زیست توده اندام‌های هوایی مربوط به گیاه سورگوم (۷۴ درصد) و جو (۷۵ درصد) بود که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و کمترین کاهش در زیست توده اندام‌های هوایی خیار (۱۳ درصد) مشاهده شد. در سایر گیاهان تلفات زیست توده اندام‌های هوایی نسبت به شاهد ۲۸، ۵۰، ۷۴، ۲۴، ۵۴، درصد به ترتیب مربوط به گندم، یولاف، یونجه، ارزن و جو بود. با این وجود، میانگین درصد تلفات وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی در برخی گیاهان مورد بررسی در غلظت‌های پایین بقایای شبیه سازی شده افزایش یافت به طوری‌که در گیاه خیار و یونجه در غلظت‌های ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۴۳ میزان زیست توده اندام هوایی آن‌ها بیش از تیمار شاهد بود که به نظر می‌رسد علت آن مربوط به پدیده هورموزیس می‌باشد (جدول ۲). این پدیده در گیاه یونجه باعث افزایش ۱۱ درصدی وزن زیست توده اندام هوایی شده است (شکل ۳). در این ارتباط سیدرگرین (۴) و دیوک و همکاران (۵) در آزمایشات خود اثرات هورموزیس را برای برخی علف‌کش‌ها از جمله گلیفوزیت و متسولفورون نشان داده‌اند. این پدیده برای برخی گیاهان به دلیل تنش ناشی از کاربرد علف‌کش در غلظت‌های پایین، رخ می‌دهد (۴). احتمالاً این پدیده مربوط به متابولیت‌های ثانویه مولکول علف‌کش‌ها می‌باشد که با تغییرات هورمونی داخل گیاه باعث افزایش زیست توده اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان مذکور شده باشد. در سایر گیاهان نیز کمترین تلفات ریشه در بالاترین غلظت (۰/۱۲۹ میلی‌گرم کیلوگرم خاک) متعلق به گیاه یونجه با ۳۵ درصد بود. البته این روند برای زیست توده هوایی بیشتر از ریشه بود. بیشترین کاهش تلفات زیست توده ریشه بدون اختلاف معنی‌داری مربوط به گیاه سورگوم با (۷۵ درصد) و ارزن (۷۷ درصد) بود. در سایر گیاهان گندم، یولاف، یونجه، ارزن، جو درصد تلفات زیست توده ریشه به ترتیب ۳۷، ۳۹، ۳۵، ۴۶، ۴۹ درصد مشاهده شد (جدول ۲). همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت علف‌کش در خاک به طور معنی‌داری زیست توده اندام‌های هوایی، ریشه و سبز گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت.

بیشترین کاهش در پاسخ به افزایش غلظت مربوط به زیست توده ریشه گیاهان مذکور می‌باشد که با ۵۲ درصد کاهش نسبت به زیست توده اندام هوایی (۴۳ درصد) بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر ریشه گیاهان به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین می‌باشد. از آن جایی که علف‌کش تریفلورالین با تأثیر در ناحیه هیپوکوتیل ریشه مانع از تقسیم سلولی و در نهایت باعث جلوگیری از توسعه ریشه می‌شود، نتیجه فوق دور از انتظار نیست (۱۵).

در بررسی اثرات متقابل تأثیر بقایای مختلف تریفلورالین در خاک بر گیاهان مختلف مورد مطالعه مشاهده شد که پاسخ گیاهان مورد مطالعه به بقایای تریفلورالین در خاک متفاوت بود (شکل ۲) و پاسخ تمامی گیاهان به افزایش غلظت تریفلورالین در خاک از رابطه لجستیک پیروی می‌کرد (شکل ۴ و جدول ۳) به جز سورگوم و ارزن واکنش زیست توده سایر گیاهان از معادله چهار پارامتری تبعیت می‌کرد (جدول ۳). با توجه به نتایج بدست آمده در بین گیاهان مورد بررسی زیست توده اندام‌های هوایی و ریشه، یونجه و خیار تحمل بالاتری به بقایای علف‌کش تریفلورالین از خود نشان دادند و سورگوم و ارزن به ترتیب ۷۰/۵ درصد و ۶۵/۵ درصد بیشترین کاهش در زیست توده خشک اندام‌های هوایی و ریشه را داشتند، به طور کلی از نتایج فوق چنین استنباط می‌شود که حساسیت گیاهان مورد بررسی و واکنش آن‌ها به بقایای شبیه‌سازی شده تریفلورالین دارای روند متفاوت است (جدول ۲ و شکل ۲).

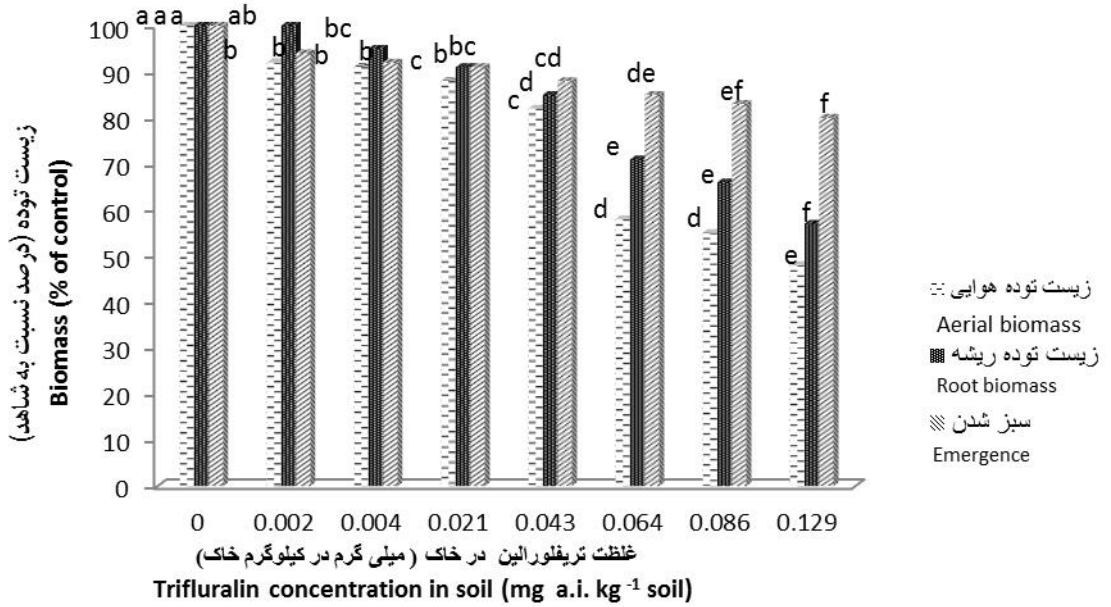
در بسیاری از مطالعات مربوط به آزمایشات زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌ها در خاک، از شاخص‌های ED_{10}، ED_{50} و ED_{90} و بخصوص ED_{50} (دزی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد خسارت به گیاه می‌شود) برای تعیین ضریب حساسیت گیاهان به علف‌کش‌ها استفاده می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش در بین گیاهان مورد مطالعه شاخص مذکور برای تریفلورالین در سورگوم کمترین مقدار بود و به عبارتی حساس‌ترین گیاه به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین بود. به طوری‌که کم‌ترین ED_{50} ریشه (۰/۰۴۳ میلی‌گرم ماده مؤثره تریفلورالین در کیلوگرم خاک) و اندام هوایی (۰/۰۴۸. میلی‌گرم ماده مؤثره تریفلورالین در کیلوگرم خاک) را به خود اختصاص داد و بعد از آن ارزن و جو قرار گرفته و یونجه و خیار به عنوان متحمل‌ترین گیاهان بودند (جدول ۳). بر این اساس به نظر می‌رسد در بین گیاهان مورد مطالعه یونجه و خیار به عنوان متحمل‌ترین و سورگوم به عنوان حساس‌ترین گیاه به بقایای شبیه سازی شده تریفلورالین بود و بر اساس پارامتر ED_{50} مربوط به ریشه میزان تحمل سایر گیاهان به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۲، شکل ۴).

سورگوم ≤ ارزن ≤ جو<یولاف<گندم<خیار<یونجه



شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر زیست توده اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان

Figure 2- Mean comparison the effect of trifluralin herbicide residues in soil on plants shoot and root biomass



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک بر زیست توده اندام‌های هوایی، زیست توده ریشه و سبز شدن گیاهان مختلف

Figure 3- Mean comparison the effect of different concentration of trifluralin herbicide in soil on plants shoot and root biomass and their emergence

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان (درصد نسبت به شاهد) در غلظت‌های مختلف تریفلورالین در خاک

Table 2- Mean comparison related to plants root and shoot dry weight (percent of control) in different concentrations of trifluralin herbicide in soil

گیاهان Plants	غلظت علف‌کش (میلی گرم در کیلوگرم خاک) Herbicide concentrations (mg a.i. kg $^{-1}$ soil)	زیست توده اندام های هوایی (درصد نسبت به شاهد) Shoot biomass (percent of control)	زیست توده ریشه (درصد نسبت به شاهد) Root biomass (percent of control)	گیاهان Plants	زیست توده اندام های هوایی (درصد نسبت به شاهد) Shoot biomass (percent of control)	زیست توده ریشه (درصد نسبت به شاهد) Root biomass (percent of control)
گندم Wheat	0	100^{f-c}	100^{g-d}	یولاف وحشی Wild oat	100^{f-c}	100^{g-d}
	0.002	85.4^{k-e}	94.2^{i-d}		96.4^{i-c}	90.8^{k-e}
	0.004	94.9^{i-d}	91.5^{k-e}		98.5^{g-v}	86.5^{l-e}
	0.021	109^{d-b}	94.1^{i-d}		۹۸.۱^{h-c}	83.1^{l-f}
	0.043	93^{j-d}	93.3^{i-d}		124.5^{a}	79.9^{n-h}
	0.064	$59^{r=o}$	$84^{l=e}$		90.2^{k-d}	64.2^{r-m}
	0.089	72.69^{q-k}	79.4^{n-i}		61.2^{r-n}	55.3^{t-q}
	0.129	63.8^{r-l}	72.2^{q-l}		61.3^{r-n}	50.8u-r
سورگوم Sorghum	0	100^{f-c}	100^{g-d}	یونجه Alfalfa	100^{f-c}	100^{g-d}
	0.002	77.8^{o-i}	83.8^{n-h}		88.2^{k-e}	132^{a}
	0.004	79.5^{o-h}	76.9^{n-i}		103^{e-b}	127^{b}
	0.021	65.2^{r-l}	74.4^{o-j}		108^{b-c}	124^{b-c}
	0.043	58.2^{s-p}	63.3^{r-n}		94^{i-d}	111.6^{c-d}
	0.064	34.1^{v-t}	41.6^{v-t}		75.6^{p-j}	101^{f-d}
	0.089	33.4^{v-t}	34.9^{u-v}		75.5^{p-j}	94.9^{i-d}
	0.129	25.2^{v}	26.4^{v}		65.3^{r-l}	76.4^{o-i}
ارزن Millet	0	100^{f-c}	100^{g-d}	خیار Cucumber	100^{f-c}	100^{g-d}
	0.002	90^{k-e}	121^{b-c}		75.2^{p-j}	93.2^{i-d}
	0.004	89.6^{k-e}	101^{f-d}		81.2^{m-f}	79.4^{n-i}
	0.021	115^{b}	101.9^{d-e}		61.5^{r-n}	82.1^{m-g}
	0.043	93.3^{j-d}	98.4^{h-d}		71.5^{r-k}	73.1^{p-k}
	0.064	80^{n-g}	93.6^{i-d}		41.3^{v-s}	60.4^{s-o}
	0.089	63^{r-m}	93.5^{i-d}		34.6^{v-y}	56.2^{t-p}
	0.129	54.5^{s-q}	87.1^{l-e}		23.7^{v}	46.7^{u-r}
جو Barley	0	100^{f-c}	100^{g-d}			
	0.002	66.4^{r-l}	87.5^{l-e}			
	0.004	92.9^{j-d}	92.4^{g-e}			
	0.021	82^{l-f}	82.3^{l-g}			
	0.043	75^{p-j}	76.7^{o-i}			
	0.064	32^{u-v}	53.7^{t-r}			
	0.089	49.9^{t-r}	52.9^{t-r}			
	0.129	51.2^{u-r}	26.1^{v}			

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan,s multiple range test ($p\leq0.05$).

با توجه به نتایج حاصل از معادلات سه و چهار پارامتری لجستیک برازش داده شده روند مشابهی نیز برای زیست توده ریشه مشاهده شد (جدول ۳). میزان ED_{50} مربوط به ریشه همه گیاهان مورد مطالعه به غیر از یولاف کم‌تر از ED_{50} مربوط به زیست توده اندام‌های هوایی آن‌ها بود و این مساله نشان‌دهنده حساسیت بیشتر ریشه گیاهان مذکور به باقیمانده تریفلورالین در خاک نسبت به اندام‌های هوایی است. از آنجایی که علف‌کش تریفلورالین بازدارنده تقسیم سلولی است و ریشه نیز در تماس مستقیم با بقایای علف‌کش می‌باشد این نتیجه دور از انتظار نیست.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش داده‌های مربوط به زیست توده اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان به معادلات سه و چهار پارامتری به بقایای تریفلورالین در خاک

Table 3- Parameters estimated fitting 3 and 4 parameter logistic model to root and shoot dry weight of plants to trifluralin residue in soil

گیاهان Plants		C	b	d	ED_{50}	ED_{90}	P value
گندم Wheat	زیست توده ریشه Root biomass	60.60(3.92)	8.71(4.41)	96.76(1.96)	0.15(0.015)	0.569(0.194)	0.05
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	70.59(7.16)	4.29(3.21)	94.8(1.9)	0.201(0.051)	0.94(0.064)	0.051
جو Barley	زیست توده ریشه Root biomass	16.64(1)	1.99(0.85)	92.43(246)	0.082(0.007)	0.324(0.092)	0.021
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	37.85(10.88)	2.21(1.9)	92.58(2.5)	0.104(0.022)	0.87(0.99)	0.022
ارزن Millet	زیست توده ریشه Root biomass	ـــــ	0.053(0.01)	88.08(5.15)	0.066(0.011)	0.493(0.33)	0.0005
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	ـــــ	0.755(0.16)	96.32(3.15)	0.079(0.004)	2.416(1.89)	0.004
سورگوم Sorghum	زیست توده ریشه Root biomass	ـــــ	0.043(0.09)	94.11(6.08)	0.043(0.014)	0.658(0.5)	0.00015
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	ـــــ	1.45(0.20)	87.55(1.98)	0.048(0.011)	0.743(0.453)	0.004
یولاف وحشی Wild oat	زیست توده ریشه Root biomass	59.05(3.8)	10.15(10.85)	90.61(1.72)	0.136(0.012)	0.358(0.084)	0.0138
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	ـــــ	1.08(0.21	93.65(2.2)	0.132(0.014)	0.361(0.13)	0.0015
یونجه Alfalfa	زیست توده ریشه Root biomass	66.66(3.92	5.91(2.24)	101.112(1.9)	0.162(0.022)	0.603(0.213)	0.009
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	61.5(0.6)	2.55(0.95)	121.5(2.03)	0.164(0.025)	0.625(0.264)	0.025
خیار Cucumber	زیست توده ریشه Root biomass	52.61(4.56)	5.84(2.1)	98.56(1.86)	0.126(0.01)	0.346(0.072)	0.0063
	زیست‌توده اندام های هوایی Shoot biomass	78.34(25.17)	1.24(0.83)	107.15(2.4)	0.141(0.17)	0.453(0.152)	0.017

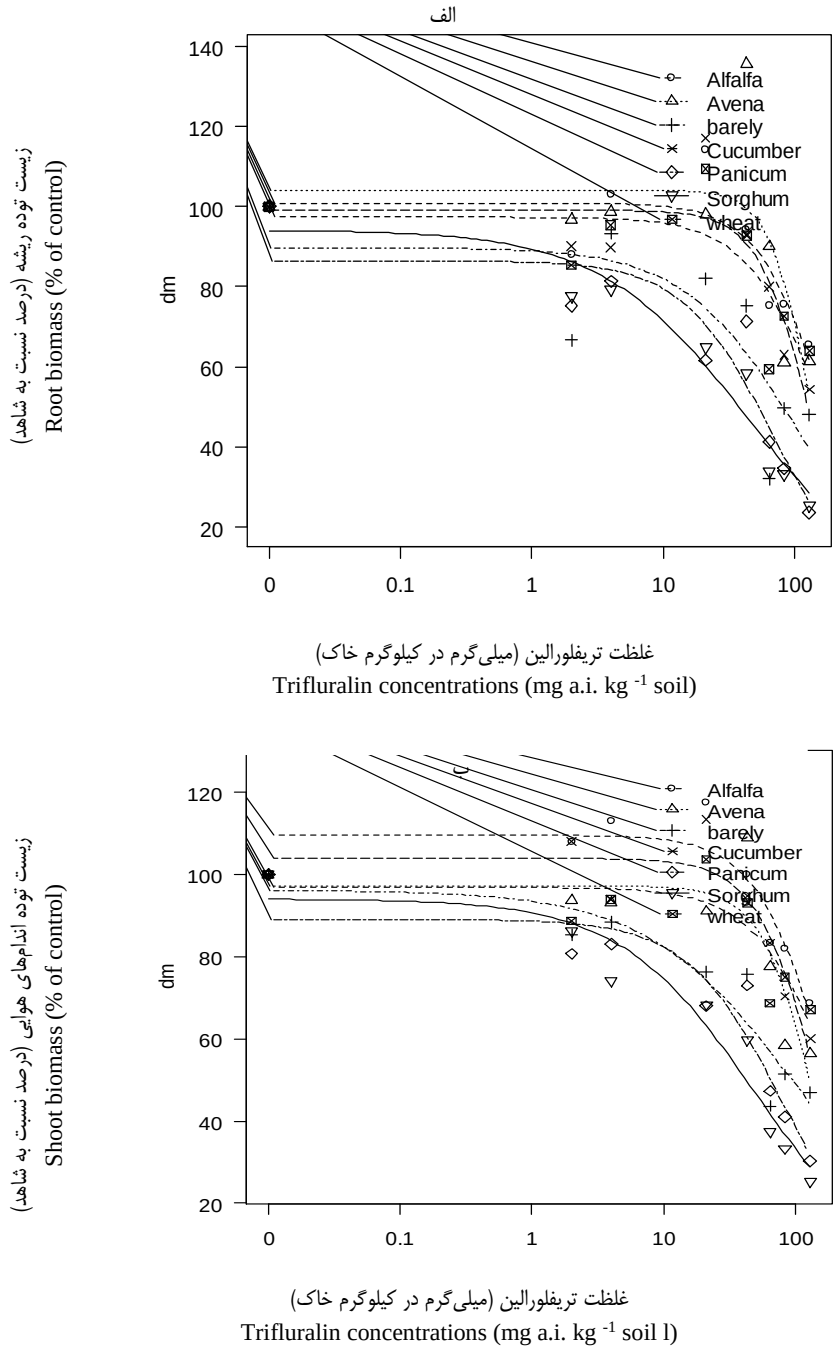
*خطای استاندارد

*Standard error

این مساله نشان‌دهنده حساسیت بیشتر ریشه نسبت به اندام هوایی است با توجه به این مهم در مطالعات مربوط به زیست‌سنجی باقیمانده علف‌کش‌ها، رشد ریشه گیاهان محک از شاخص‌های مهم در ارزیابی حساسیت گونه‌ها به بقایای علف‌کش و تعیین بقایای احتمالی آن‌ها به شمار می‌رود و محققان آن را با توجه به شرایط آزمایشگاهی و نوع علف‌کش به عنوان وسیله‌ای برای تشخیص بقایای علف‌کش استفاده می‌کنند. در این ارتباط آنا و همکاران (۱) با استفاده از اندازه‌گیری طول ریشه گیاه خردل پس از ۳ روز، بقایای علف‌کش فلکاربازون[1] را یکسال پس از کاربرد آن تعیین کردند. اسمیگیلسکی و همکاران (۲۰۱۰) از ریشه گیاه خردل به عنوان گیاه حساس به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره، برای تعیین باقیمانده این علف‌کش‌ها در خاک استفاده کردند. این محققین روش سنجش طول ریشه خردل را به عنوان روش کارآمد و ساده برای شناسایی بقایای علف‌کش در خاک برای جلوگیری از خسارت به گیاهان حساس معرفی نمودند. در دیگر مطالعات فرانک و همکاران (۶) در آزمایش خود نشان دادند که جوانه‌زنی و اجزای عملکرد ۱۰ ژنوتیپ یولاف زراعی تحت تأثیر مقادیر کاربرد تریفلورالین قرار گرفت. بطوری‌که در تیمار ۱۹۲۰ گرم در هکتار یک سال پس از کاربرد تریفلورالین ۴۶ درصد کاهش عملکرد گزارش شد. برخی تحقیقات نیز

1- Flucarbazone

تحمل بیشتر گندم نسبت به جو و یولاف به بقایای تریفلورالین را مشخص نموده‌اند (۱۱). برخی دیگر از محققین کتان (۱۲) دم روباهی (۲) ارزن (۱۳) کلزا، سیب زمینی، یولاف زراعی، یونجه، گندم (۷) را به عنوان گیاهان حساس به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک معرفی کرده‌اند که مربوط به نوع روش آزمایش زیست‌سنجی گیاهان می‌باشد.



شکل ٤- پاسخ زیست توده ریشه (الف) و اندام‌های هوایی (ب) یولاف (o) جو (Δ) ارزن (+) سورگوم (*) گندم (□).به غلظت‌های مختلف علف‌کش تریفلورالین درخاک

Figure 4- The response of root biomass (a) shoots biomass (b) of oat (o) barley (Δ) millet (+) sorghum (*) wheat (□). To different concentrations of trifluralin herbicide in soil

به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش بقایای علف کش تریفلورالین در خاک می‌تواند به برخی گیاهان زراعی در تناوب با محصولاتی که این علف‌کش در آن‌ها به کار می‌رود از جمله سورگوم و ارزن، خسارت بزند، از این‌رو رعایت فاصله زمانی برای کاشت آن‌ها بعد از کاربرد علف‌کش تریفلورلین در خاک ضروری به نظر می‌رسد و در این راستا انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای و تکمیلی در مناطق با شرایط اقلیمی متفاوت و بافت‌های مختلف خاک توصیه می‌شود. از سوی دیگر بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد بتوان از گیاهان ارزن، جو و بخصوص سورگوم در آزمایشات زیست‌سنجی مربوط به تشخیص بقایای تریفلورالین در خاک در کنار آنالیز دستگاهی بهره گرفت، هر چند تعیین بقایای احتمالی علف‌کش با استفاده از روش زیست‌سنجی دقیق نیست ولی به کشاورزان برای جلوگیری از خسارت احتمالی علف‌کش تریفلورالین کمک می‌نماید. با این حال انجام آزمایشات تکمیلی در این ارتباط توصیه می‌شود.

منابع

1- Anna M., Jeef J., and Irvine S. 2008. Evaluating a mustard root-length bioassay for predicting crop injury from soil residual flucarbazone. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 31-41.

2- Beckie H., Friesen J.V., and Nawolske K.E. 1990. A rapid bioassay to detect trifluralin-resistant green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Technology 4: 505-508.

3- Caren A.J., Neal J.C., and Leidy R.B. 2003. Trifluralin (Preen) Dissipation from the Surface Layer of a Soilless Plant Growth Substrate. Environmental Horticulture 21: 216–222.

4- Cedergreen D. 2008. Herbicides can stimulate plant growth. European Weed Research Society Weed Research 48: 429–438.

5- Duke S.O., Cedergreen N., Veline E.D., and Belz R.G. 2006. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy? Outlooks on Pest Management 17: 29–33.

6- Frank A., Manthey Richard K., Zollinger Michael S., McMullen and Orval R. 1998. Trifluralin reduces oat establishment and yield but not quality. Department of Cereal Science and Department of Plant Sciences. North Dakota State University.

7- Farenhorst A. 2007. Influence of crop residues on trifluralin mineralization in a silty clay loam soil. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 42: 265-269.

8- Gerwing P.D., and McKercher R.B. 1992. The relative persistence of trifluralin (545 EC and 5 G) and ethafluralin in prairie soils. Canadian Journal of Soil Science 72: 255-266.

9- Loux M.M., and Reese K.D. 1993. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. Weed Technol. 7: 452-458.

10- Malterre F., Grebil G., Pierre J-G., and Schiavon M. 1997. Trifluralin behavior in soil: a microlysimeter study. Chemosphere 34: 447-454.

11- Morrison I.N., Nawolsky K.M., Marshall G.M., and Smith A.E. 1989. Recovery of spring wheat (*Triticum aestivum*) injured by trifluralin. Weed Science 37: 784-789.

12- Nawolsky K.M., Morrison I.N., Marshall G.M., and Smith A.E. 1992. Growth and yield of flax (*Linum usitatissimum*) injured by triflluralin. Weed Science 40: 460-464.

13- Rahman A. 2006. Persistence of terbacil and trifluralin under different soil and climatic conditions. Weed Research 17: 145–152.

14- 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.

15- Thais C.F., Mazzeo M.A., and Marin M. 2007. Mechanism of micronuclei formation in polyploidizated cells of *Allium cepa* exposed to tri Xuralin herbicide. Pesticide Biochemistry and Physiology 88: 252–259.

16- Uludag A., Uremis, I., Ulger A.C., Cakir B., and Aksoy E. 2006. The use of maize as replacement crop in trifluralin treated cotton fields in Turkey. Crop Protection 25: 275–280.

17- Vencill W.K. 2002. Herbicide Handbook, 8th ed. Lawrence, KS: Weed Science Society of America, 493 pp.

18- Wall D.A. 1997. Effect of crop growth stage on tolerance to low doses of thifen sulfuronztribenuron. Weed Science 45: 538-545.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, P. 57-67

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۶۷-۵۷

Evaluation of Sensitivity of Some Plants to Simulated Trifluralin Residues in Soil

M. Barzoei [1]- E. Izadi Darbandi[2*]- M.H. Rashed Mohassel[3]- M. Rastgoo[4]- M.H. Hassanzadeh Khaiat[5]

Received: 22-06-2015
Accepted: 31-05-2016

Introduction: Trifluralin is one of the important soil applied selective, pre-sowing or pre-emergence herbicide used to control many annual grasses and broadleaf weeds in a large variety of arable and horticultural crops. It is a generally regarded as a moderately persistence herbicide with a half-life of 1.5 to 6.5 months. Several factors determine the length of time herbicides persist and their carryover. These factors fall into three categories: soil factors, climatic conditions, and herbicide properties. Soil related factors including soil temperature, soil texture, and soil moisture and soil organic matter are the most important factors in herbicide persistence. However physicochemical of herbicide such as absorption properties are also important factor. So different herbicides may have different persistence in soil and have different effects on agroecosytems and also on subsequent rotational crops. Normally residual herbicides extend the period of weed control, and increase the efficiency of weed management efforts. However, they may persist longer than desired and injure or kill subsequent rotational crops. Most herbicide labels include crop rotation guidelines, but rotational restrictions are often not listed for many crops. Several experiments have demonstrated that trifluralin herbicide can persist in the soil and carryover to affect succeeding crops. Some crops tolerate a particular herbicide residue and can be replanted soon after that herbicide is applied, while other crops remain sensitive to the herbicide for a longer time after application. This experiment was conducted to investigation of some plants sensitivity to soil residue of trifluralin in greenhouse conditions.

Materials and Methods: To evaluate the sensitivity of some plants to simulated trifluralin soil residues, an experiment was conducted based on completely randomized design as factorial layout and four replications in Research Greenhouse of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Treatments included seven plants (sorghum, millet, barley, wheat, oat, alfalfa and cucumber) and eight levels of concentrations of simulated trifluralin residue in soil (0, 0.002, 0.004, 0.021, 0.043, 0.046, 0.086 and 0.129 mg a.i. kg^{-1} soil). Trifluralin aquatic solution incorporated to soil and transported to the plastic pots with a 15-cm diameter. Plants emergence percentage was recorded and their shoot and root biomass were measured 35 days after emergence. The data were statistically analyzed using analysis of variance, and differences among mean values of treatments were compared by Duncan's test using SAS software. For determination the required dose of herbicides to reduce 50% of plants response (ED50), the dose response curves were fitted simultaneously using the following three-parameter logistic dose-response model with the lower limit equal to zero.

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

Where f is the response (above ground dry weight and root dry weight), d is the upper limit, b is the curve slope, e denotes the dose required to give a response halfway between the upper and lower limits (ED_{50}); and x is the herbicide concentration in soil. The validity of the above model and the comparisons between the parameters were made using F-test for lack-of-fit with a 5% level of significance.

Results and Discussion: Results showed that trifluralin residue decreased plants mergence and shoot and root biomass. By increasing the trifluralin soil residue, reduced all above mentioned parameters significantly ($p\leq0.01$) in all plants. Plants showed different response ($p\leq0.01$) to trifluralin soil residue. The highest and the lowest percent shoot and root dry weight to control treatment were observed in alfafa and sorghum, respectively. Based on ED50 parameter, alfafa (0.164 mg a.i. trifluralin kg^{-1} soil) and sorghum (0.048 mg a.i. trifluralin kg^{-1} soil) appeared the most tolerant and the most sensitive plants to trifluraline soil residue, respectively. The other crops sensitivity to trifluralin in soil residue followed the following order: sorghum> millet >barley> wild oat > wheat > cucumber >alfafa.

Conclusion: According to the results, trifluralin residue in soil can affect the growth of rotational crops specially sorghum and millet. Therefore, regarding to the distance planting of sensitive crops after trifluralin application is necessary. Based on the results, plant response to trifluralin residues in soil were different

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Graduated in Weed Science, Associate Professor, Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: e-izadi@um.ac.ir)
5- Faculty Member, Medicinal University of Mashhad

significantly. However some sensitive plants such as sorghum and millet may be used for soil residue of trifluraline in bioassay experiments.

Keywords: Alfalfa, Barley, Bioassays, Cucumber, Millet, Sorghum, Wheat, Wild oat