

## ارزیابی حساسیت گیاهان زراعی به بقایای علف کش مزوسولفورون + یدوسولفورون (توتال) در خاک

ابراهیم ایزدی<sup>۱\*</sup> - محمد حسن راشد محصل<sup>۲</sup> - قدریه محمودی<sup>۳</sup> - معصومه دهقان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۷

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲

### چکیده

به منظور ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی مختلف به بقایای علف کش توتال در خاک آزمایش زیست سنجی در پائیز سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این مطالعه که به صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد، حساسیت هفت گیاه (نخود، عدس، لوبیا، گوجه فرنگی، ذرت، کلزا و چغندرقدند) به بقایای مختلف علف کش توتال (۰، ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بررسی شد. بعد از آماده کردن خاک با غلظتهای مذکور علف کش، به گلدانهایی به قطر ۱۵ سانتی متری منتقل و کشت گیاهان در آنها انجام گرفت. یک هفته بعد از سبز شدن گیاهان درصد سبز شدن آنها تعیین شد و ۳۰ روز پس از سبز شدن، درصد بقا و زیست توده ساقه و ریشه گیاهان مورد مطالعه اندازه گیری شد. جهت تحلیل نتایج آزمایش ضمن آنالیز واریانس داده‌ها، پاسخ گیاهان مورد آزمایش به بقایای علف کش توتال از طریق برآزش داده‌های زیست توده ساقه به معادله‌های ۳ و ۴ پارامتری سیگموئیدی و محاسبه مقدار بقایای توتال برای ۵۰ درصد بازدارندگی رشد ساقه گیاهان انجام شد. نتایج نشان دادند که شاخصهای اندازه گیری شده در تمام گیاهان تحت تأثیر معنی دار ( $P < 0.01$ ) بقایای توتال در خاک قرار گرفتند و با افزایش بقایای توتال در خاک، درصد سبز شدن، بقا و زیست توده ریشه و ساقه در همه محصولات مذکور کاهش معنی داری یافت. بر اساس نتایج آزمایش، نخود و کلزا بترتیب کمترین (۲۹/۳، ۳۰ درصد) و بیشترین (۸۶/۳، ۹۳/۵ درصد) درصد تلفات زیست توده ساقه و ریشه را داشتند. براساس شاخص ID50، ذرت (۰/۰۳۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و کلزا (۰/۰۰۱۹ میلی گرم در کیلوگرم خاک) به ترتیب متحمل ترین و حساس ترین گیاهان به بقایای علف کش توتال در خاک شناخته شدند و ترتیب تحمل گیاهان مورد مطالعه به بقایای علف کش توتال به صورت زیر بود: کلزا > چغندرقدند > عدس > لوبیا > گوجه فرنگی > نخود > ذرت.

واژه های کلیدی: بقایا، توتال، چغندرقدند، ذرت، عدس، کلزا، گوجه فرنگی، لوبیا، نخود

### مقدمه

مختل می‌کنند (۱۳). فعالیت زیستی<sup>۶</sup> بالای این علف کش ها در خاک از مهمترین ویژگیهای آنها است. این مهم ضمن این که منجر به طیف وسیع علف کشی آنها شده است، کاربرد آنها را در مقادیر کم نیز ممکن کرده است (۱۵). با این وجود، کاربرد اندک آنها ضمانتی در کم بودن اثرات زیست محیطی این علف کش ها نیست، بطوریکه بر اساس بررسیهای انجام شده سولفونیل اوره ها از ماندگاری<sup>۷</sup> نسبتاً بالایی در خاک برخوردار بوده که این مساله ضمن تأثیر بر محیط زیست، خسارت به محصولات زراعی موجود در تناوب را نیز در پی خواهد داشت (۱۴، ۱۸، ۷). بر اساس گزارشهای مویر و همکاران (۱۱) چنانچه بقایای علف کشهای سولفونیل اوره در محدوده ۰/۰۱ تا ۰/۰۷

سولفونیل اوره‌ها گروه مهمی از علف کش‌ها هستند که با دارا بودن خاصیت انتخابی بالا در محصولات زراعی مختلف بویژه باریک برگها برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ بکار می‌روند (۵). این علف‌کشها با ممانعت از فعالیت آنزیم استولاکتات سنتتاز<sup>۵</sup> (ALS) ساخت اسیدهای آمینه زنجیره‌ای را

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، استاد و دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(\* - نویسنده مسئول: (Email: eizadi2000@yahoo.com)

یدوسولفورون) در خاک (۰، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۴ و ۰/۰۰۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک) که به ترتیب معادل ۰، ۰، ۰، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ درصد مقدار توصیه شده علف کش توتال (۴۵ گرم در هکتار) در خاک هستند و گیاهان زراعی در هفت سطح (لوبیا، عدس، نخود، ذرت، کلزا، چغندرقد و گوجه فرنگی) بودند. برای این منظور خاکی به نسبت ۱:۱:۱ شن، خاک و خاک برگ تهیه شد و در گلخانه غلظت‌های مورد نظر توتال (مزوسولفورون + یدوسولفورون) پس از تهیه محلول مادر ۱۰۰۰ قسمت در میلیون توتال در آب مقطر و از رقیق کردن آن بدست آمدند. به منظور اختلاط کامل و همگن علف کش با خاک ابتدا ۱ کیلوگرم از خاک برای هر غلظت علف کش تهیه شد و سپس حجم محاسبه شده محلول توتال را برای غلظت مورد نظر با استفاده از بورت مدرج به خاک اضافه شد. برای کاهش خطای احتمالی در تهیه غلظت‌های مورد نظر، محاسبات و تهیه محلول‌های علف کش طوری انجام شد که برای هر غلظت بطور مساوی تقریباً ۵۰ میلی لیتر از محلول آبی به خاک اضافه شود. پس از تخییر آب از سطح خاک علف کش به طور کامل با خاک مخلوط شد. سپس نمونه خاک مخلوط شده با بخش دیگر خاک مربوط به هر غلظت علف کش کاملاً مخلوط شد و پس از انتقال به گلدانهایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر، بذور گیاهان زراعی بسته به نوع گیاه زراعی به تعداد ۱۰ تا ۲۰ عدد در عمق مناسب کشت شدند. برای ممانعت از آیشویی علف کش، گلدان‌ها به طور یکنواخت در حدی آبیاری شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشند. یک هفته پس از سبز شدن گیاهان و در مرحله ۲ تا ۳ برگی، درصد سبز شدن آن‌ها در هر گیاه محاسبه و گیاهان تنک و تراکم آن‌ها به سه بوته در هر گلدان تنظیم شد. ۳۰ روز پس از سبز شدن، بعد از تعیین درصد بقا گیاهان مورد نظر در هر گلدان را برداشته و پس از خاکشویی ریشه، به آزمایشگاه منتقل شدند و به منظور خشکاندن بطور مجزا در آون و دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. سپس وزن خشک اندام هوایی و ریشه با ترازوی هزارم توزین شدند (۸ و ۳).

پس از حصول داده های لازم تجزیه واریانس آنها با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC انجام و برای مقایسات میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تجزیه رگرسیون داده‌های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از برآزش زیست توده ساقه گیاهان به معادله سیگموئیدی چهار پارامتری استفاده شد (معادله ۱) و غلظت‌های علف کش برای ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد بازدارندگی رشد گیاهان زراعی (ED10، ED30 و ED50) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شدند (۱۶).

در این معادله که به شرح زیر است.

$$f(x) = \frac{d - a}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(c)))} + a \quad (1)$$

b شیب منحنی، c حد پایین منحنی (پاسخ زیست توده گیاه زمانی

نانوگرم در گرم خاک باشد ممکن است رشد گونه‌های زراعی و مرتعی را محدود کنند. هالووی و همکاران (۷) در ارزیابی حساسیت نخود و عدس به بقایای علف کش های کلروسولفوران، مت سولفوران متیل و تریاسولفوران گزارش کردند که عدس نسبت به نخود به بقایای علف کش های مذکور حساس تر است و گیاه مناسب‌تری برای تعیین بقایای احتمالی علف کش های مذکور در آزمایشهای زیست سنجی است. نامبردگان در مطالعه‌ای دیگر که به منظور بررسی خسارت بقایای علف‌کش‌های ایمازتاپیر، فلومتسولام، کلروسولفوران، تریاسولفوران و مت سولفوران بر گیاهان زراعی انجام شد، بسته به علف کش و گیاه زراعی نتایج متفاوتی گزارش کردند. بر اساس نتایج آنها در بین گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس و یونجه، کلزا حساس‌ترین گیاه به بقایای ایمازتاپیر و مقاوم‌ترین گیاه به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره (کلروسولفوران، تریاسولفوران و مت سولفوران) بود. حال اینکه عدس و یونجه حساس‌ترین گیاهان زراعی به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره بودند. نتایج حاصل از مطالعات مویر (۱۹۹۵) نشان داد که یونجه، کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب زمینی و چغندرقد در اثر کاربرد سولفو سولفوران و تریاسولفوران در محصول زراعی قبل صدمه دیدند درحالیکه جو، لوبیا، کتان و گندم تحت تأثیر بقایای علف‌کش‌های مذکور قرار نگرفتند. در این ارتباط مطالعات در کانادا نیز نشان داده‌اند که هفت سال پس از کاربرد کلروسولفوران به مقدار ۴۰ گرم در هکتار کاشت عدس را با مشکل مواجه کرد (۱۱).

بر اساس آخرین آمار موجود در ایران حدود ۱۲ علف کش از گروه سولفونیل اوره ها به ثبت رسیده است که در محصولات زراعی مختلفی از جمله چغندرقد، برنج، ذرت، پنبه و بویژه گندم کاربرد دارند (۲). از آنجایی که با توجه به پتانسیل خسارت زایی این علف‌کش‌ها در محصولات زراعی حساس موجود در تناوب تاکنون مطالعات چندانی در این ارتباط در کشور انجام نشده است، این بررسی به منظور زیست سنجی و ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی عمده به علف کش توتال (مزوسولفورون + یدوسولفورون) که در تناوب با گندم قرار می گیرند، انجام شد. نتایج حاصل از این بررسی ضمن اینکه راه‌گشایی در مدیریت بقایای علف‌کش‌ها خواهد بود در تدوین و طراحی تناوب زراعی مطلوب پس از کاربرد توتال در گندم نیز مناسب خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش، در پاییز سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش توتال (مزوسولفورون +

مسأله می‌تواند در تدوین برنامه تناوب زراعی و نیز مدیریت بقایای علف‌کش مذکور مفید باشد. در این ارتباط مطالعات انجام شده، این گیاهان را از گیاهان زراعی حساس به بقایای علف‌کش‌ها معرفی کرده‌اند. هالویی و همکاران (۷) 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 (۱۴) نیز عدس، را نسبت به نخود گیاه حساستری به بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره معرفی کرده‌اند. نتایج بررسی‌های ایزدی (۱) نیز که به منظور ارزیابی تأثیر بقایای آترازین بر گیاهان زراعی مختلف انجام شد، نیز نشان داد که عدس نسبت به نخود و لوبیا به بقایای آترازین حساس‌تر است بطوریکه براساس گزارش نامبرده نخود و عدس بترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین حبوبات به بقایای علف‌کش آترازین معرفی شدند. نتایج حاصل در سایر گیاهان زراعی نیز نشان داد که بین گیاهان کلزا، چغندرقد، ذرت و گوجه فرنگی اختلاف معنی داری به بقایای توتال وجود داشت. بطوریکه براساس روند تغییرات ماده خشک تولید شده در ساقه و ریشه گیاهان مذکور در پاسخ به تغییرات غلظت توتال در خاک، گوجه‌فرنگی با بیشترین تلفات زیست توده ساقه (۹۲/۲ درصد) حساسترین گیاه و دارای کمترین آستانه تأثیرگذاری به بقایای توتال بود (۰/۰۰۰۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک). پس از گوجه‌فرنگی کلزا، چغندرقد، و ذرت به ترتیب با متوسط ۸۶/۳، ۷۰ و ۶۳ درصد تلفات زیست توده ساقه را در غلظت‌های مختلف توتال داشتند که در بین آنها زیست توده چغندرقد و کلزا در غلظت‌های پس از ۰/۰۰۰۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک بدون اختلاف معنی داری با بالاترین غلظت توتال به صفر رسید. در اغلب مطالعات تغییرات رشد ساقه در پاسخ به بقایای علف‌کش در خاک از مهمترین پارامترهای ارزیابی حساسیت گونه‌های گیاهی به شمار می‌رود و علف‌کش‌های سولفونیل اوره را از علف‌کش‌های با زیست ماندگاری بالا در بسیاری از محصولات از جمله ماش (۳) عدس، لوبیا (۱ و ۱۶)، کدو و کلزا (۱۱) معرفی کرده‌اند.

که باقیمانده علف‌کش حداکثر است)،  $e$  غلظتی از علف‌کش که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی رشد می‌شود و  $d$  حد بالای منحنی ( زمانی که باقیمانده علف‌کش در خاک به سمت صفر میل می‌کند). در مواردی که در معادله فوق پارامتر  $c$  از نظر آماری معنی دار نشد آنرا حذف و معادله سه پارامتری سیگموئیدی برای برازش داده‌های حاصل مورد استفاده قرار گرفت (۱۶).

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که باقیمانده توتال در خاک همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده (بقا، سبز شدن و رشد ریشه و ساقه) را در تمام گیاهان زراعی مورد مطالعه به طور معنی‌داری ( $p < 0.01$ ) کاهش داد (جدول ۱) و افزایش بقایای توتال در خاک تأثیر منفی آن را بر صفات مذکور بیشتر کرد (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل بین گیاهان مورد مطالعه در پاسخ به باقیمانده توتال در خاک اختلاف معنی‌داری ( $p < 0.01$ ) مشاهده شد (جدول ۲، ۳ و شکل‌های ۱ و ۲).

بطور کلی روند پاسخ گیاهان مذکور به تغییرات غلظت توتال در خاک بصورت مدل لجستیک بود که در این ارتباط مطالعات زانگ و همکاران (۲۳)، هالویی و همکاران (۷) و سانتین مونتانیو و همکاران (۱۶) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. با توجه به نتایج حاصل در بین حبوبات نخود متحمل‌ترین و عدس حساسترین گیاهان به بقایای شبیه سازی شده توتال در خاک بودند (شکل ۱ و جدول‌های ۲ و ۳). بطوریکه در بین گیاهان نخود، لوبیا و عدس بیشترین (۶۵/۲۴ درصد) و کمترین (۲۹/۳ درصد) تلفات ماده خشک در غلظت‌های مختلف توتال بترتیب مربوط به عدس و لوبیا بودند و آستانه معنی دار بودن تأثیر بقایای توتال در زیست توده نخود (۰/۰۰۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک) نسبت به عدس (۰/۰۰۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بطور معنی داری بیشتر بود و لوبیا با متوسط تلفات ۴۴/۴ درصد زیست توده پس از نخود در رتبه بعدی قرار داشت (شکل ۱ و جدول ۲). با توجه به نتایج مذکور به نظر می‌رسد در بین حبوبات مورد مطالعه تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر تحمل به بقایای علف‌کش توتال وجود دارد و این

جدول ۱- میانگین مربعات (MS) مربوط به درصد جوانه زنی، درصد بقا و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاهان زراعی به بقایای توتال

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	درصد بقا (درصد)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)
گیاه	۶	۶۶۷۴/۰۸**	۱۴۶۵۶/۱۴**	۰/۳۰**	۰/۴۷۸**
باقیمانده علف‌کش	۶	۵۴۴۵/۷۱**	۶۱۵۵/۰۶**	۰/۰۸۱**	۰/۱۲۶**
گیاه × باقیمانده علف‌کش	۳۶	۴۰۸/۸۸**	۲۰۲۵/۲۷**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۸**
خطا	۹۶	۶۲/۵۲	۹۷۵/۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴

در سطح ۱٪ معنی دار شده است

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

گیاه زراعی	بقایای علف کش (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	درصد سبزشدن	درصد بقا
نخود	.	۰/۲۶ <sup>b-f</sup>	۰/۳۹ <sup>bc</sup>	۸۰/۹۵ <sup>a-f</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۲۵ <sup>b-g</sup>	۰/۳۶ <sup>bc</sup>	۸۰/۹۵ <sup>a-f</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۵	۰/۲۰ <sup>c</sup>	۰/۳۳ <sup>b-d</sup>	۷۱/۴۲ <sup>c-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۱	۰/۲۰ <sup>c-j</sup>	۰/۳۳ <sup>b-d</sup>	۶۶/۶۶ <sup>d-h</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۱۵ <sup>c-l</sup>	۰/۲۷ <sup>c-e</sup>	۷۱/۵۲ <sup>c-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۴	۰/۱۱ <sup>g-i</sup>	۰/۲۰ <sup>e-g</sup>	۴۷/۶۲ <sup>h-j</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>
	۰/۰۰۶	۰/۰۵ <sup>j-m</sup>	۰/۱۵ <sup>f-j</sup>	۵۷/۷۲ <sup>f-i</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>
	.	۰/۳۲ <sup>b-d</sup>	۰/۶۳ <sup>a</sup>	۹۵/۲۴ <sup>ab</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۲۹ <sup>b-e</sup>	۰/۵۸ <sup>a</sup>	۸۵/۷۱ <sup>a-e</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۵	۰/۲۸ <sup>b-e</sup>	۰/۴۲ <sup>b</sup>	۷۶/۱۸ <sup>b-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
لوبیا	۰/۰۰۱	۰/۲۶ <sup>b-g</sup>	۰/۳۶ <sup>b-d</sup>	۷۱/۴۲ <sup>c-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۱۷ <sup>k</sup>	۰/۲۴ <sup>d-f</sup>	۶۶/۶۶ <sup>d-h</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>
	۰/۰۰۴	۰/۲۰ <sup>c-i</sup>	۰/۳۴ <sup>b-d</sup>	۶۶/۶۶ <sup>d-h</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>
	۰/۰۰۶	۰/۰۹ <sup>j-m</sup>	۰/۱۹ <sup>e-h</sup>	۵۷/۱۷ <sup>g-i</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	.	۰/۱۰ <sup>h-m</sup>	۰/۲۰ <sup>e-h</sup>	۷۹/۱۷ <sup>a-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۰۹ <sup>i-m</sup>	۰/۱۶ <sup>e-i</sup>	۷۵ <sup>b-g</sup>	۸۸/۸۹ <sup>ab</sup>
	۰/۰۰۵	۰/۷۸ <sup>i-m</sup>	۰/۱۲ <sup>f-l</sup>	۶۶/۶۷ <sup>d-h</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۱	۰/۰۴ <sup>n-p</sup>	۰/۱۰ <sup>g-m</sup>	۷۰/۸۳ <sup>c-g</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>
	۰/۰۰۲	۰/۰۱ <sup>ln</sup>	۰/۰۲ <sup>n-p</sup>	۶۲/۵۰ <sup>e-i</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>
	۰/۰۰۴	.	.	۴۵/۸۳ <sup>h-j</sup>	۰ <sup>c</sup>
۰/۰۰۶	.	.	۵۶/۱۱ <sup>j-i</sup>	۰ <sup>c</sup>	

کلزا رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تاثیر علف کش قرار گرفت. مطالعات مربوط به زیست سنجی باقیمانده علف‌کش‌ها، رشد ریشه بویژه ریشه گیاهان محک را از شاخص‌های مهم در ارزیابی حساسیت گونه‌ها به بقایای علف‌کش و نیز تعیین بقایای احتمالی آنها معرفی و عنوان کرده اند که بسته به نوع علف‌کش و گیاه زراعی نتایج مختلفی حاصل می‌شود (۲۱، ۱۰، ۶، ۷) هالاولی و همکاران (۷) در ارزیابی استفاده از زیست سنجی بقایای مت‌سولفوران متیل حساسیت رشد ریشه عدس به بقایای علف‌کش مذکور را شاخص مطلوبی در تعیین بقایای احتمالی گیاه مذکور دانسته‌اند. نامبردگان گزارش کردند که با وجود عدم تشخیص بقایای مت‌سولفوران متیل با استفاده از روش‌های آنالیز دستگاهی، آزمایش زیست سنجی ریشه عدس معیار مناسبی برای تعیین بقایای مت‌سولفوران بود. از طرف دیگر وایابا و همکاران (۲۲) 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 علف‌کش‌های مذکور در مقادیر مختلف کاربرد، تاثیری بر رشد و بقا گیاهان فوق بویژه طول و وزن ریشه آنها نداشته است.

نتایج حاصل از تاثیر بقایای توتال بر رشد ریشه گیاهان مورد بررسی نیز نشان داد که با افزایش باقیمانده توتال در خاک رشد ریشه نیز مانند ساقه در همه گیاهان کاهش معنی داری ( $p < 0.05$ ) یافت و بر اساس نتایج آزمایش در بین حبوبات عدس بطور متوسط با ۶۶/۷ درصد تلفات رشد ریشه (تلفات ماده خشک) و نخود با ۳۰ درصد تلفات، به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین حبوبات و در بین سایر گیاهان کلزا با ۹۳/۵ درصد تلفات رشد ریشه حساس‌ترین گیاه بودند (جدول ۲). بطور کلی گیاهان مذکور را از نظر حساسیت رشد ریشه آنها می‌توان بصورت کلزا (۹۳/۵ درصد) > چغندر قند (۷۹ درصد) > عدس (۷۷ درصد) > گوجه فرنگی (۵۹ درصد) > لوبیا (۴۴/۷ درصد) ذرت (۳۶/۶ درصد) > نخود (۳۰ درصد) طبقه‌بندی کرد. با توجه به اینکه ریشه در معرض مستقیم بقایای علف‌کش قرار دارد لذا باید حساسیت آن نسبت به ساقه به بقایای علف‌کش بیشتر باشد. بررسی نتایج حاصل نشان داد که بین گیاهان از این نظر اختلاف وجود دارد. علی‌رغم این فرضیه، تلفات زیست توده ساقه (۹۲/۲ درصد) گوجه‌فرنگی به مراتب نسبت به ریشه (۵۹ درصد) بیشتر بود و در ذرت بین رشد ریشه و ساقه اختلافی مشاهده نشد ولی در سایر گیاهان بویژه چغندر قند و

ادامه جدول ۲

بقایا (درصد)	درصد سبز شدن	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	غلظت علف کش (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	گیاه زراعی
۸۸/۸۹ <sup>ab</sup>	۷۳/۳۳ <sup>b-g</sup>	۰/۱۵ <sup>e-j</sup>	۰/۱۵ <sup>e-m</sup>	.	کلزا
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۶۶/۶۷ <sup>d-h</sup>	۰/۰۶ <sup>i-m</sup>	۰/۱۲ <sup>f-m</sup>	۰/۰۰۰۲	
۳۳/۳۳ <sup>bc</sup>	۳ <sup>jk</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۰۵	
. <sup>c</sup>	۱۰ <sup>kl</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۱	
. <sup>c</sup>	۲۸/۵۷ <sup>jk</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۲	
. <sup>c</sup>	. <sup>l</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۴	
. <sup>c</sup>	. <sup>l</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۶	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>	۰/۴۳ <sup>b</sup>	۰/۵۱ <sup>a</sup>	.	ذرت
۸۸/۸۹ <sup>ab</sup>	۱۰۰ <sup>a</sup>	۰/۳۵ <sup>b-d</sup>	۰/۳۹ <sup>ab</sup>	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۸۵/۷۱ <sup>a-e</sup>	۰/۳۵ <sup>b-d</sup>	۰/۳۲ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۰۵	
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۸۵/۷۱ <sup>a-e</sup>	۰/۳۳ <sup>b-d</sup>	۰/۳۳ <sup>b-d</sup>	۰/۰۰۱	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۸۰/۹۵ <sup>a-f</sup>	۰/۲۷ <sup>c-e</sup>	۰/۲۹ <sup>b-e</sup>	۰/۰۰۲	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۸۰/۹۵ <sup>a-f</sup>	۰/۱۹ <sup>e-h</sup>	۰/۲۸ <sup>b-e</sup>	۰/۰۰۴	
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۷۶/۱۵ <sup>b-g</sup>	۰/۱۳ <sup>f-k</sup>	۰/۱۶ <sup>e-l</sup>	۰/۰۰۶	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۹۱/۶۷ <sup>a-c</sup>	۰/۰۸ <sup>h-m</sup>	۰/۰۱ <sup>lm</sup>	.	چغندر قند
۱۰۰ <sup>a</sup>	۸۷/۵۰ <sup>a-d</sup>	۰/۰۶ <sup>l-m</sup>	۰/۰۱ <sup>lm</sup>	۰/۰۰۰۲	
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۷۹/۱۷ <sup>a-g</sup>	۰/۰۴ <sup>j-m</sup>	۰/۰۰۸ <sup>l-n</sup>	۰/۰۰۰۵	
۳۳/۳۳ <sup>bc</sup>	۸۷/۵۰ <sup>a-d</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۱	
. <sup>c</sup>	۸۷/۵۰ <sup>a-d</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۲	
. <sup>c</sup>	۴۵/۸۳ <sup>h-j</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۴	
. <sup>c</sup>	۴۱/۶۷ <sup>ij</sup>	. <sup>n</sup>	. <sup>n</sup>	۰/۰۰۶	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۹۵/۵۵ <sup>ab</sup>	۰/۱۵ <sup>f-j</sup>	۰/۲۵ <sup>b-h</sup>	.	گوجه فرنگی
۱۰۰ <sup>a</sup>	۹۵/۳۳ <sup>ac</sup>	۰/۱۰ <sup>j-m</sup>	۰/۰۵ <sup>j-m</sup>	۰/۰۰۰۲	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۷۳/۳۳ <sup>b-g</sup>	۰/۰۹ <sup>j-m</sup>	۰/۰۴ <sup>k-m</sup>	۰/۰۰۰۵	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۶۲/۲۲ <sup>e-i</sup>	۰/۰۸ <sup>h-m</sup>	۰/۰۱ <sup>km</sup>	۰/۰۰۱	
۱۰۰ <sup>a</sup>	۵۷/۴۴ <sup>f-i</sup>	۰/۰۷ <sup>i-m</sup>	۰/۰۱ <sup>lm</sup>	۰/۰۰۲	
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۳۱/۱۱ <sup>jk</sup>	۰/۰۳ <sup>j-m</sup>	۰/۰۰۷ <sup>lm</sup>	۰/۰۰۴	
۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۲۶/۶۶ <sup>k</sup>	۰/۰۰۷ <sup>l-m</sup>	۰/۰۰۰۶ <sup>m</sup>	۰/۰۰۶	

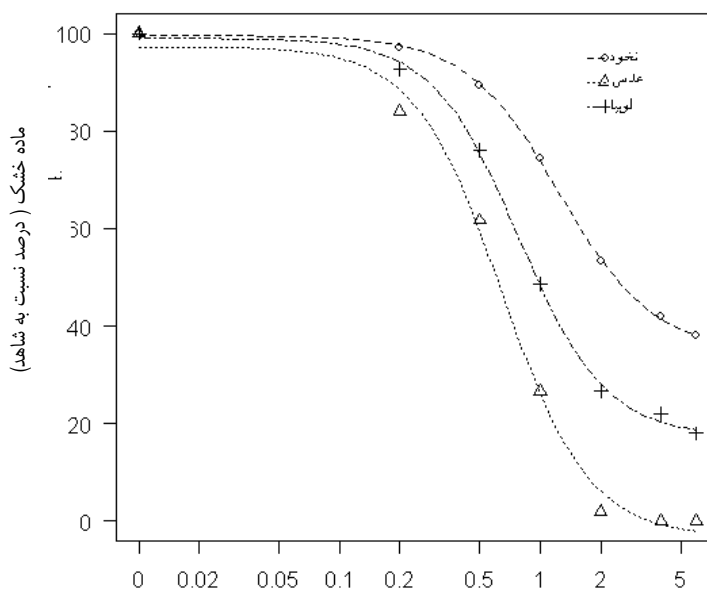
زیست سنجی مربوط به بقایای علف کش توتال گیاهان مناسب‌تری باشند. با این حال، در این راستا، آزمایشات تکمیلی مزرعه‌ای و کنترل شده بیشتری پیشنهاد می‌شود. اما با توجه به مطالعات انجام شده در ارتباط با علف‌کش‌های سولفونیل اوره، زیست سنجی رشد ریشه معیار مناسبی در ارزیابی زیست ماندگاری آنها می‌باشد (۴ و ۸). بررسی نتایج حاصل از تاثیر بقایای توتال بر درصد سبز شدن و بقای گیاهان بررسی شده نیز نشان از تفاوت‌های معنی‌داری بین گیاهان مذکور داشت. بقایای توتال درصد سبز شدن همه گیاهان را تحت تاثیر قرار داد که در بین آنها کلزا، چغندر قند و گوجه‌فرنگی نسبت به بقیه گیاهان حساستر بودند

مایگلسکی و همکاران (۲۰) نیز در ارزیابی روش زیست سنجی خردل در تعیین بقایای احتمالی علف‌کش فلوکاربازون ضمن اشاره به حساسیت بالای ریشه خردل به بقایای غیر قابل تشخیص فلوکاربازون گزارش کردند که این روش نسبت به روش شیمیایی در تعیین بقایای علف‌کش مذکور روش مناسب‌تری است بطوریکه بر اساس ارزیابی نامبردگان روش زیست سنجی ریشه خردل بیش از ۸۸ درصد، نتایج قابل قبولی را در تعیین بقایای احتمالی فلوکاربازون داشت. نتایج این آزمایش نیز ضمن اشاره به حساسیت رشد ریشه گیاهان مورد مطالعه، نشان می‌دهند که در بین گیاهان مطالعه شده کلزا، گوجه‌فرنگی و عدس حساس‌تر هستند و احتمالاً در آزمایشات

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

گیاه	معادله	b	c	d	ED10	ED30	ED50
نخود	چهار پارامتر	۱/۸۶(۰/۳۷)*	۳۴/۸(۴/۱۴)	۹۹/۵۹(۲/۲۶)	۰/۳۸×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۰۸×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۷۹×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۰۸×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۱/۲۴×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۱۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )
عدس	سه پارامتری	۱/۹۹(۰/۲۳)	-	۹۷/۳۹(۲/۶۵)	۰/۳۲×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۲۳×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۴۲×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۵×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۶۲×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۵×۱۰ <sup>-۳</sup> )
لوبیا	چهار پارامتری	۱/۵۵(۰/۶۳)	۱۷/۳۶(۲/۵۹)	۹۹/۰۳(۲/۴۳)	۰/۰۲۶×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۴۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۵۱×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۴۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۷۸×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۵۵×۱۰ <sup>-۳</sup> )
ذرت	چهار پارامتری	۰/۲۸(۲/۰۱)	-	۹۹/۸۵(۶/۹)	۰/۲۵×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۹×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۱/۲×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۴۸×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۳/۱۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۸۱×۱۰ <sup>-۳</sup> )
چغندر قند	چهار پارامتری	۰/۸۷(۰/۲۸)	-	۸۶/۴۵(۵/۵۴)	۰/۳۶×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۱۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۴۶×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۶×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۵۳×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )
کلزا	سه پارامتری	۵/۸۳(۶/۸۶)	-	۹۹/۹۹(۷/۴)	۰/۱۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۱۴×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۱۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۸×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۱۹×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۰۲×۱۰ <sup>-۳</sup> )
گوجه‌فرنگی	سه پارامتری	۸(۴/۷)	-	۰/۸(۰/۱)	۰/۰۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۲/۵×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۰/۳۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۱×۱۰ <sup>-۳</sup> )	۱/۰۷×۱۰ <sup>-۳</sup> (۰/۲×۱۰ <sup>-۳</sup> )

\*خطای استاندارد



باقیمانده توتال در خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک × ۱۰<sup>-۳</sup>)

شکل ۱- پاسخ ماده خشک تولیدی در نخود، لوبیا، عدس به بقایای توتال در خاک

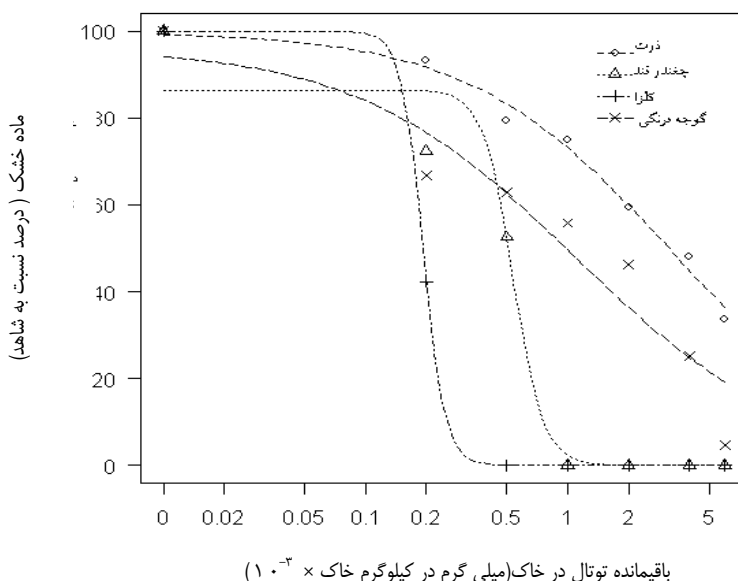
کلزا > چغندر قند > عدس > لوبیا > گوجه‌فرنگی > نخود > ذرت  
 نتایج این آزمایش و نیز سایر مطالعات انجام شده در این ارتباط (۴، ۸) نشان می‌دهد با وجود کاربرد اندک علف‌کش‌های سولفونیل اوره (در این آزمایش توتال)، این ویژگی تضمینی در بروز اثرات نامطلوب زیست محیطی و زراعی آنها نمی‌باشد و مقادیر بسیار اندک آنها در خاک نیز ممکن است از فعالیت زیستی بالایی برخوردار باشند و این مهم اگرچه در افزایش طول دوره علف‌کشی توتال موثر است اما نباید خسارت به محصولات موجود در تناوب را نیز نادیده گرفت. با توجه به نتایج حاصل لزوم اعمال فاصله زمانی مطلوب کاشت در کاهش خسارت ناشی از بقایای توتال بر گیاهان بعدی توصیه می‌شود و از آنجا که ماندگاری و زیست ماندگاری علف‌کش‌ها متأثر از عوامل

اما تأثیری بر بقای نخود، لوبیا و ذرت نداشتند و منجر به کاهش معنی‌داری در بقای گیاهان عدس، گوجه‌فرنگی و بویژه کلزا و چغندر قند شدند (جدول ۲). بطوریکه در کلزا و چغندر قند در غلظت‌های بیش از ۰/۰۰۵ قسمت در میلیون توتال همه گیاهان از بین رفته و بقای آنها صفر شد.

در آزمایش‌های زیست‌سنجی استفاده از شاخص‌های ED10، ED30 و بویژه ED50 از مهمترین شاخص‌های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف‌کش بوده و طبقه‌بندی آنها بر این اساس می‌باشد (۷، ۱۶). در این آزمایش با توجه به پارامتر ED50 گیاهان مورد مطالعه آنها را بر این اساس و بترتیب درجه حساسیت آنها می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی کرد (جدول ۳).

دستگاهی قبل از کاشت محصولات بعدی که در تناوب با کاربرد توتال قرار می‌گیرند پیشنهاد می‌شود.

متعدد از جمله اقلیم، شرایط ادا فیک و نوع محصول است (۱۹)؛ انجام آزمایشات در شرایط مختلف و بویژه شرایط واقعی مزرعه‌ای پیشنهاد و برای کاهش اثرات آن، انجام آزمایشات زیست‌سنجی و آنالیز



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ذرت، چغندر قند، کلزا و گوجه فرنگی به بقایای توتال در خاک

## منابع

- ۱- ایزدی دربندی الف. ۱۳۸۷. ارزیابی ماندگاری آترازین در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، تاثیر آن بر فعالیت میکروبی خاک و زیست بومهای زراعی. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- موسوی س. ک، زند الف. و صارمی ج. ۱۳۸۴. کاربرد فیزیولوژیک و کاربرد علف کش ها. انتشارات دانشگاه زنجان. ۲۸۶ صفحه.
- 3-Alonso-Prados J. L., Hernandez E., Sevillano., Lianos S., Villarroya M., and Baudin J. M. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). *Crop Protect.* 21: 1061-1066.
- 4-Blacklow W. M., and Pheioung P. C. 1991. Sulfonylurea herbicides applied to acidic sandy soils: A bioassay for residues and factors affecting recoveries. *Aust. J. Agric. Res.* 42:1205-1216.
- 5-Brown, H. M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. *Pestic. Sci.* 29:263-281.
- 6-Gunther P., Rahman A, and Peastemer W. 1989. Quantitative bioassays for determining residues and availability to plants of sulfonylurea herbicides. *Weeds Res.* 29:141-146.
- 7-Halloway K. I., R. S. Kookana, D. M. Noy, J. G. Smith, and N. Wilhelm. 2006. Crop damage caused by residual Acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. 46:1323-1331.
- 8-Hernandez E., Villarroya M, Chueca M. C., Alonso Prados J. L., and Baudin J. M. 1999. A rapid sensitive bioassay method for sulfonylurea herbicides. In procouncil: Brighton, UK. *weeds.* 2: 711-716.
- 9-Hernandez E., Villarroya M., Alonso- Prados J. L., and Baudin J. M. 2001. Bioassay to detect sulfosulfuron and triasulfuron residues in soil. *Weed Technol.* 15: 447- 452.
- 10-Jettner R. J., walker S. R., Churchett J. D., Blamey F. P C., Adkins S. W. and Bell K. 1999. Plant sensitivity to atrazine and chlorsulfuron residues in a soil-free system. *weed Res.* 39: 287-295.

- 11-Moyer J. R., Esau R., and Kozub G. C.1990. Chlorsulfuron persistence and response of nine rotational crops in alkaline soil af southern Alberta. Weed Technol. 4: 543-548.
- 12-Moyer, J. R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. Weed Technology 9: 373- 379
- 13-Ort O. 2007. Never sulfonylureas , In modern crop protection compounds, W. Kramer and U. Schirmer, WIELY-VCH. Verlay Gmb H and Co. KGaA.
- 14-Osten V. A., and Walker S. R. 1998. Recroping intervals for sulfonylurea herbicides are short in semi-arid subtropics of Australia. 38:71-76.
- 15-Russell M. H., Saladini J. L., and Lichter F. 2002. Sulfonylurea Herbicide outlook. 166-173.
- 16-Santin-Montanya I., Alonso-Prados J. L., Villarroya M., and Garcia-Baudin J. M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health. 41: 781-793.
- 17-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 technol. 12: 690-698.
- 18-Shinn S. L., Thill D. C., Price W. J. 1999. Volunteer Barley (*Hordeum vulgare*) control in winter wheat(*Triticum aestivum*) with MON 37500. Weed Technol. 13: 88-93.
- 19-Strek H. J. 2005. The Science of Dupoint's soil residual herbicides in Canada. Pages 31-44 in R . C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Sience and Mnagement. Topics in Canadian weed science, volume3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec.
- 20-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.
- 21-Vicari A., Catizone P. and Zimdahle R. L.1994. Persistence and mobility of chlorosulfuron and metsulfurorun under different soil and climatic conditions. Weed Res. 34, 147-155.
- 22-Wibaba W., Mohammad R. B., Puteh A. B., Omar D., Shukor A., and Abdulah S. A. 2009. Residual phytotoxicity effects of paraquat, glyphosate and glufosinate-ammonium herbicides in soil from field treated plots. International journal of Agriculture and Biology. 11: 214- 216.
- 23-Zhang W. M., Megiffen M. E., Beker J. O., Ohr H. D., Sims J. J., and Kallenbach R. L. 1997. Dose response of weeds to methyl and methyl bromid.Weed Res. 37: 181- 189.