

## ارزیابی تاثیر کودهای آلی و زیستی بر پایداری علف کش تریفلورالین در خاک با استفاده از گیاه سورگوم

مجید برزویی<sup>۱\*</sup>، ابراهیم ایزدی دربندی<sup>۲</sup>، محمد حسن راشد محصل<sup>۲</sup>، مهدی راستگو<sup>۲</sup>، محمد حسن زاده خیاط<sup>۵</sup>  
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف هرز دانشگاه فردوسی مشهد، ۲. اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۵. استاد دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد  
\* irsrmb@yahoo.com

### چکیده

به منظور بررسی تاثیر کود های آلی و زیستی بر پایداری تریفلورالین در شرایط مزرعه با استفاده از روش زیست سنجی آزمایشی جداگانه انجام شد. آزمایش اول، در مزرعه انجام شد و عوامل مورد بررسی شامل چهار سطح کودی (عدم کاربرد کود، کود آلی، کود زیستی و اختلاط کود های آلی و زیستی) و دوسطح ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار تریفلورالین بودند که در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پنبه انجام شد. برای تعیین غلظت تریفلورالین در خاک، ۰، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز پس از کاربرد آن، نمونه گیری از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری خاک انجام شد. برای تعیین بقایای تریفلورالین از روش زیست سنجی از گیاه سورگوم استفاده شد. نتایج آزمایش زیست سنجی با گیاه سورگوم نشان داد که در شرایط مزرعه، پایداری تریفلورالین با کاربرد کود های آلی و زیستی کاهش یافت. بطوری که بیشترین نیمه عمر آن (۱۴۴ و ۱۳۰ روز) به ترتیب مربوط به ۴۸۰ گرم ماده موثره در هکتار مربوط به زیست توده اندام های هوایی و ریشه و در شرایط عدم کاربرد کود و کمترین نیمه عمر آن مربوط به تیمار کود آلی (۱۸ و ۱۹ روز) مربوط به زیست توده اندام های هوایی و کاربرد ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار تریفلورالین مشاهده شد.  
**واژه های کلیدی:** تریفلورالین، سورگوم، زیست سنجی، کود آلی، کود زیستی.

### Estimating trifluralin half-life in soil using sorghum in a bioassay experiment

Majid Barzoei,<sup>1</sup> Mohammad Hasan Rashed Mohassel<sup>1</sup>, Ebrahim Izadi- Darbandi<sup>1</sup>, Mehdi Rastgoo<sup>1</sup>  
Mohammad Hassanzadeh<sup>2</sup>

1. Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding, and 2. Faculty of Pharmacy Mashhad University of Medical Sciences

### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of organic and bio-fertilizers on trifluralin durability. Herbicide persistence is an important consideration in crop production since residue levels of trifluralin herbicides can persist to the next growing season and may injure sensitive crops in the rotation. Residues of trifluralin persist in the soil for long periods. Extremely small amounts of residues can be devastating to some crops that are planted in the following year. Bioassay experiment is a common and cheap experiment for herbicide residue detection in soil. A field experiment was conducted to estimate trifluralin half-life in soil. Experiment was a factorial arrangement in completely randomized block design with three replications. Experimental factors consisted of two levels of trifluralin (EC %48) application rate (480 and 960 g.Ha<sup>-1</sup>a.i.). Soil samples were taken from 0 to 10 cm soil depth at 0, 3, 7, 15, 30, 60, 90 and 120 days after spraying, to determine the amount of trifluralin residue. Soil sampling and soil treatments were transferred to the greenhouse. Results of bioassay experiments with sorghum plants showed decreasing trifluralin durability with the application of organic and biological fertilizer. The highest half-life were observed (144 and 130 days), by using 480 g. a.i.ha<sup>-1</sup>, related to shoot and root biomass and no fertilizer application, respectively, and the least half-life was in shoot biomass related to organic fertilizer treatments (18 and 19 days) and 480 and 960 g trifluralin active ingredient.

**Keywords:** Bioassay, biofertilizer, organic fertilizer, sorghum, trifluralin.

#### مقدمه

صرفنظر از خسارت باقیمانده علف کش ها بر محصولات تناوبی، تعیین باقیمانده آن ها در خاک در جهت برآورد خسارت احتمالی و تاثیر بر پویایی آن ها در خاک مهم است. در این ارتباط روش های مختلفی از جمله استفاده از روش آنالیز دستگامی و مولکولی معرفی شده اند که به دلیل هزینه بالای آن ها گرایش به استفاده از روش های در دسترس و کم هزینه از جمله آزمایش های زیست سنجی با استفاده از گیاهان وجود دارد. زیست سنجی روشی است که کمک می کند با استفاده از گیاهان حساس به غلظت باقیمانده علف کش در خاک پی برده و از کاهش عملکرد برای محصول در تناوب بعدی جلوگیری نمود (سندین و همکاران، ۲۰۰۳؛ فارن هورست ۲۰۰۷)، به طوری که می توان آن را جایگزینی مناسب برای روش شیمیایی در نظر گرفت (سانتلمن، ۱۹۹۷). یکی از موثرترین روش های زیست سنجی، زیست سنجی خاک است و معمولاً مشتمل بر روش کمی برای تعیین مقدار علف کشی خاص در نمونه خاک می باشد (رحمان، ۲۰۰۶؛ فارن هورست، ۲۰۰۷؛ آنا و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از روش های زیست سنجی راهی آسان و باصرفه جهت تشخیص بقایای علف کش ها بخصوص علف کش های خاک مصرفی باشند و بدین طریق علاوه بر کاهش هزینه های آنالیز دستگامی از خسارت به محصولات موجود در تناوب جلوگیری کرد.

#### مواد و روش ها

این آزمایش به منظور تاثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی و مقدار کاربرد علف کش تریفلورالین بر تجزیه و نیمه عمر آن در خاک در زراعت پنبه انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار های آزمایش شامل کاربرد کود آلی و کود زیستی و مقادیر کاربرد تریفلورالین در سه سطح صفر، ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار بودند یک روز پس از کاشت، همزمان با آبیاری اول، سطوح مختلف کود های آلی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار و کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارو ۲ به ترتیب ۵ لیتر و ۱۰۰ گرم در هکتار به خاک اعمال شد. نمونه گیری از خاک در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری، بلافاصله پس از کاربرد، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاربرد تریفلورالین انجام شد. نمونه های خاک را در گلدان هایی به قطر ۱۵ سانتی متر ریخته شد. سپس بذور سورگوم جوانه دار شده به تعداد ۱۰ عدد در هر گلدان کشت شدند. شرایط دمایی گلخانه در دمای حداقل ۱۶ و حداکثر ۲۵ درجه سانتی گراد تنظیم شد. ۴۰ روز پس از کاشت، اندام هوایی و ریشه سورگوم برداشت شد. با استفاده از آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم توزین شدند. تجزیه رگرسیون داده های حاصل نیز با استفاده از نرم افزار R و از طریق برازش به داده ها مربوط به زیست توده خشک ریشه و اندام هوایی سورگوم معادله لجستیک سه پارامتری انجام شد. و غلظت لازم برای ۵۰ درصد زیست توده گیاهان زراعی (ED<sub>50</sub>) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به کار گرفته شدند. سپس با استفاده از ED<sub>50</sub> تولید شده ریشه و اندام هوایی گیاه سورگوم با استفاده از معادله لجستیک ۳ پارامتری غلظت های علف کش تریفلورالین در طی زمان های نمونه برداری مشخص شد.

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

جهت تحلیل نتایج آنالیز رگرسیون داده های حاصل نیز برازش میانگین داده های آزمایش در هر یک از تیمارها به معادله سینتیکی درجه اول (معادله ۱-۳) در نرم افزار Ver. 11 sigma plot استفاده شد.

$$C_t = C_0 \exp(-kt) \quad \text{معادله ۱-۳}$$

که در آن  $C_t$  غلظت تریفلورالین در زمان  $t$ ،  $C_0$  غلظت اولیه تریفلورالین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و  $k$  سرعت تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) هستند. نیمه عمر و زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد تریفلورالین ( $DT_{90}$ ) نیز با توجه به سرعت تجزیه تریفلورالین در معادله فوق از معادله های (۲-۳) و (۳-۳) محاسبه شدند (شانر و هنری، ۲۰۰۷).

$$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k} \quad \text{معادله ۲-۳}$$

$$DT_{90} = \frac{\ln 10}{k} = \frac{2.3}{k} \quad \text{معادله ۳-۳}$$

### نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون داده های مربوط به زیست توده ریشه و اندام هوایی سورگوم، روند تغییرات زیست توده خشک ریشه و اندام های هوایی آن در پاسخ به بقایای تریفلورالین در خاک، از معادله لجستیک ۳ پارامتری تبعیت می کرد (جدول ۱). از اینرو پیش بینی و تعیین غلظت باقیمانده تریفلورالین در نمونه های خاک مزرعه در طول زمان از تابعیت ماده خشک تولیدی سورگوم به بقایای تریفلورالین در نمونه های خاک مزرعه استفاده شد. با استفاده از برازش داده های وزن خشک ریشه و اندام های هوایی کلزا به معادله ۳ پارامتری لجستیکی (جدول ۱) غلظت باقیمانده تریفلورالین در خاک در بازه های زمانی مختلف محاسبه شد. نتایج نشان دادند که با افزایش مقدار کاربرد تریفلورالین از ۴۸۰ گرم به ۹۶۰ گرم در هکتار بقایای تریفلورالین در خاک افزایش یافت (داده ها نشان داده نشده اند). با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش زیست سنجی و بقایای شبیه سازی شده برای آزمایش بقایای تریفلورالین در خاک، زیست توده ریشه و اندام هوایی سورگوم تحت تاثیر بقایای تریفلورالین در خاک قرار گرفته اند.

جدول ۱- معادلات حاصل از برازش داده های مربوط به ماده خشک اندام های هوایی و ریشه سورگوم به معادله لجستیک سه پارامتری در پاسخ به بقایای شبیه سازی شده تریفلورالین در خاک

معادله لجستیکی سه پارامتره	پارامتر
$y = \frac{99.15}{1 + \exp\{0.91(\log(x) - \log(0.048))\}}$	ماده خشک اندام های هوایی
$y = \frac{99.03}{1 + \exp\{0.81(\log(x) - \log(0.048))\}}$	ماده خشک ریشه

بر اساس نتایج حاصل از برازش داده ها به معادله سینتیکی درجه اول، ضریب تجزیه ( $k$ ) تریفلورالین در دو تیمار ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم ماده موثره که با استفاده از گیاه سورگوم پس از تعیین باقیمانده تریفلورالین در خاک بدست آمده بود روند معنی داری نداشت. مقایسه روند تجزیه تریفلورالین در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود در مزرعه نتایج متناقضی داشت، بطوری که کاربرد کود آلی و زیستی سرعت تجزیه تریفلورالین را در زمان های نمونه برداری بطور قابل توجهی کاهش داد (داده ها نشان داده نشده اند). ضریب تجزیه تریفلورالین در کاربرد ۴۸۰ گرم ماده موثره زیست توده ریشه پس از ۱۲۰ روز در تیمار های کود زیستی، آلی و اثر متقابل آن ها به ترتیب ۲/۵، ۵/۸ و ۴/۶ برابر نسبت به تیمار فاقد کود بود. نیمه عمر محاسبه شده توسط گیاه سورگوم در کاربرد ۴۸۰ گرم ماده موثره در هکتار تریفلورالین ۱۳۰، ۵۱، ۲۲ و ۲۷ روز و در تیمار ۹۶۰ گرم ماده موثره به ترتیب ۱۱۹، ۵۴، ۱۷ و ۳۸

روز مربوط به تیمار شاهد بدون کود، کود زیستی، آلی و اثر متقابل آنها بود. روند تغییرات برای DT90 (زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد غلظت اولیه تریفلورالین) نیز نتایج مشابهی داشت (جدول ۲). ضریب تجزیه (k) تریفلورالین در کاربرد ۴۸۰ گرم ماده موثره برای زیست توده اندام هوایی تیمارهای کود زیستی، آلی و مخلوط آن‌ها ۲، ۸ و ۶ برابر نسبت به تیمار شاهد فاقد کود بود. ضریب تجزیه بدست آمده برای ۹۶۰ گرم ماده موثره تریفلورالین نیز تقریباً از این روند تبعیت می‌کرد (جدول ۲). محتوی مواد آلی خاک مهمترین عامل در کمیت جذب تریفلورالین در خاک است و در این ارتباط کربن بیشترین نقش را دارد (اسر و همکاران، ۲۰۰۷). در این رابطه جینی و خانا (۲۰۱۱) در آزمایش خود نشان دادند که کود های زیستی حاوی باکتری ریزوبیوم و باکتری های تثبیت کننده فسفر می‌توانند اثرات سوء علف کش های دی نیتروآنلین را کاهش داد و استفاده از آن‌ها به عنوان کودهای بیولوژیکی باعث افزایش عملکرد محصول نیز می‌شوند. ترنتانابلد و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایش تعیین بقایای تریفلورالین در خاک با استفاده از روش آنالیز دستگاهی در مزرعه نشان دادند که بقایای تریفلورالین در خاک بدون کاشت گیاه ۴۰ تا ۷۰ درصد و در خاکی که گیاه زراعی در آن کشت شده ۱۶ تا ۲۳ درصد میزان کاربرد علف کش در خاک بود، نامبردگان نشان دادند که ریشه گیاهان نیز می‌تواند بقایای علف کش تریفلورالین را در خاک تحت تاثیر قرار دهند. بر اساس گزارش آن‌ها کود های آلی به همراه عناصر غذایی یکی از راه های اصلی افزایش جمعیت ریز جانداران خاک می‌باشد و افزایش بیشتر جمعیت میکروبی باعث تخریب بیشتر بقایای علف کش در خاک می‌شود (کانسری و جرالده، ۲۰۱۱).

NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی، DT50 و DT90 به ترتیب نشانگر مدت زمانی است که ۵۰ و ۹۰ درصد علف کش تجزیه می‌شود. K ضریب تجزیه (گرم در کیلوگرم خاک در روز) و C<sub>0</sub> غلظت اولیه تریفلورالین در خاک (درصد نسبت به شاهد).

راتد و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که استفاده از کود های دامی باعث کاهش بقایای علف کش های دی نیتروآنلین در خاک می‌شوند، لذا با توجه به نتایج مذکور استفاده از کود های زیستی و آلی می‌تواند علاوه بر کاهش بقایای علف کش تریفلورالین از طریق افزایش جمعیت میکروبی باعث افزایش گسترش ریشه گیاهان به عنوان عامل ثانوی موثر بر جمعیت میکروبی و تجزیه تریفلورالین، افزایش عملکرد محصول را نیز سبب شوند. با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد مصرف توام کودهای آلی و بیولوژیکی در شرایط مزرعه می‌تواند خسارت بقایای باقیمانده این علف کش را در خاک را نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها بیشتر کاهش دهد. از سوی دیگر استفاده از گیاه سورگوم می‌تواند به عنوان یک شاخص زیستی مطلوب در آزمایشات زیست‌سنجی جهت تعیین بقایای احتمالی علف کش تریفلورالین در خاک مورد استفاده قرار گیرد.