نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۲۹۹-۲۸۹

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 289-299

ارزیابی اثرات کودهای آلی و زیستی بر ماندگاری علف‌کش تریفلورالین در خاک با استفاده از روش گازکروماتوگرافی

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر پایداری علف‌کش تریفلورالین در در خاک آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کودهای آلی (اسید هیومیک ۸۵ درصد و اسید فولیک ۱۲ درصد)، کودهای زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آن‌ها و مقادیر کاربرد تریفلورالین در سه سطح صفر، ۴۸۰ و۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (ترفلان تجاری با خلوص ۴۸ درصد) بودند. برای تعیین غلظت تریفلورالین در خاک، ۰، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز پس از کاربرد آن، نمونه‌گیری از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. استخراج باقیمانده تریفلورالین از خاک به روش میکرو استخراج مایع-مایع با چگالی کم انجام و باقیمانده آن با استفاده از دستگاه GC تعیین شد. نتایج نشان دادند که ماندگاری تریفلورالین در خاک، با کاربرد کودهای آلی و زیستی کاهش یافت. بطوری‌که کمترین نیمه عمر آن (۵۵/۲۶ و ۴۱/۲۶ روز) به ترتیب در تیمار مربوط به کود آلی و کود زیستی و مقدار کاربرد۴۸۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار و بیشترین نیمه عمر آن (۱۰۶/۶۴ و ۷۸/۷۷ روز) بترتیب در کاربرد ۹۶۰ و ۴۸۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین و در شرایط بدون کاربرد کود مشاهده شد. بطور کلی بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد کودهای آلی و بویژه کودهای زیستی می تواند نقش مهمی در کاهش ماندگاری علف‌کش تریفلورالین در خاک داشته باشند. این کودها بویژه در مزارعی که خطر خسارت پسماند این علف‌کش در محصولات تناوبی وجود دارد، می‌توانند نقش مهمی در کاهش آن داشته باشند.

واژهای کلیدی: بقایای علف‌کش، پایداری، زیست سنجی، نیمه عمر

مقدمه

تریفلورالین علف‌کشی است پیش‌کاشت که در محصولات مختلفی از جمله دانه‌های روغنی و سبزیجات، پنبه، گوجه فرنگی و سویا برای کنترل انتخابی علف‌های یک ساله و پهن برگ‌ها بکار می رود (۱). علی‌رغم کارایی قابل قبول آن در کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در محصولات مختلف، باقیمانده آن در خاک از مهمترین تبعات ناشی از کاربرد آن می‌باشد که علاوه بر تأثیر سوء بر ریز جانداران خاک به محصولات تناوبی هم خسارت وارد می‌کند (۷ و ۱۴). گزارش شده است که تریفلورالین جزو علف‌کش‌های با نیمه عمر متوسط به بالا می‌باشد (۱۲ و ۴). در آزمایش مزرعه‌ای که توسط گروینگ و مکریچر (۸) انجام شد بقایای تریفلورالین در خاک یک سال بعد از کاربرد آن مشاهده شد. در آزمایش مزرعه‌ای دیگر توسط کوربین و همکاران (۶) بقایای تریفلورالین (۰/۰۰۶- ۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) را ۳۰ ماه پس از کاربرد تریفلورالین گزارش کردند. باقیمانده تریفلورالین در خاک به عوامل بسیار زیادی از جمله به خصوصیات اقلیمی مانند دما، مقدار کاربرد علف‌کش و عمق خاک بستگی دارد (۲۴) و در شرایطی که ماندگاری آن در خاک افزایش یابد، امکان آسیب ناشی از بقایای آن بر محصولات تناوبی از جمله گندم افزایش می‌یابد. موریسون و همکاران (۱۵) گزارش کردند که با افزایش بقایای تریفلورالین در خاک خسارت آن بر گندم در تناوب افزایش یافته است. بطوری‌که در بیشترین مقدار باقیمانده تشخیص داده شده آن در خاک (یک میلی گرم در کیلوگرم خاک) عملکرد گندم ۳۵ تا ۴۵ درصد کاهش یافت. بطور کلی پس از کاربرد تریفلورالین در خاک سرنوشت آن در خاک تحت تأثیر سه فرایند مهم تجزیه زیستی (بیولوژیکی) تبخیر و تجزیه نوری قرار می‌گیرد و در بین آنها تجزیه زیستی از مهمترین فرایندهای

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف هرز، دانشیار، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: e-izadi@um.ac.ir)
۵- استاد دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
DOI: 10.22067/jpp.v32i1.21615

مهم و تعیین کننده سرنوشت آن محسوب می‌شوند. از آنجا که امکان و سرعت انجام فرایندهای تجزیه زیستی در خاک تحت تأثیر جمعیت و فعالیت ریزموجودات خاک است. به نظر می‌رسد تقویت جمعیت میکروبی و نیز فعالیت آنها در خاک در تجزیه تریفلورالین نقش مهمی دارند. از این‌رو هر گونه دست‌کاری در خاک از جمله افزودن کودهای آلی به خاک، که منجر به بهبود شرایط مذکور شود، در فعالیت میکروارگانیسم‌ها مؤثر بوده و شرایط لازم را برای افزایش تجزیه علف کش‌ها بخصوص علف‌کش‌های خاک مصرفی از قبیل تریفلورالین را فراهم می‌کند. در این ارتباط، راتد و همکاران (۱۸) نشان دادند که استفاده از کودهای دامی باعث کاهش بقایای علف‌کش‌های دی نیتروآنیلین در خاک می‌شوند. نامبردگان، استفاده از کودهای آلی را به عنوان روشی مؤثر برای افزایش جمعیت ریزجاندان تجزیه کننده علف کش ذکر کرده‌اند. جینی و خانا (۱۳) در آزمایش خود نشان دادند که کودهای زیستی حاوی باکتری ریزوبیوم و باکتری‌های تثبیت کننده فسفر می‌توانند تأثیرات سوء علف‌کش‌های دی نیتروآنیلین را کاهش داده و استفاده از آن‌ها به عنوان کودهای بیولوژیکی باعث افزایش عملکرد محصول نیز می‌شوند. ترنتافلیدس و همکاران (۲۵) 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 مقدار کاربرد اولیه آن بود. نامبردگان نشان دادند که ریشه گیاهان نیز می‌تواند بقایای علف‌کش تریفلورالین را در خاک تحت تأثیر قرار دهند. لذا با توجه به نتایج مذکور استفاده از کودهای زیستی می‌تواند علاوه بر کاهش بقایای علف‌کش تریفلورالین از طریق افزایش جمعیت میکروبی باعث افزایش گسترش ریشه گیاهان به عنوان عامل ثانوی مؤثر بر جمعیت میکروبی و تجزیه تریفلورالین، افزایش عملکرد محصول را نیز سبب شوند. از آنجایی که تریفلورالین یکی از علف‌کش‌های مهم کشور است که در محصولات مختلفی از جمله پنبه بکار می‌رود و با توجه به این که در ارتباط با ماندگاری علف‌کش تریفلورالین در خاک مطالعه‌ای در کشور انجام نشده است این مطالعه با هدف بررسی ماندگاری و نیمه عمر آن در خاک و ارزیابی تأثیر مواد آلی و زیستی مختلف بر پایداری آن در خاک، در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی و مقدار کاربرد علف‌کش تریفلورالین بر تجزیه و نیمه عمر آن در خاک در زراعت پنبه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی '۴۰۳۴۱ °۵۹ و عرض جغرافیایی '۱۴۴۳۲ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۵۴ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۵۲ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد و حداکثر و حداقل مطلق سالانه به ترتیب ۳۹ و ۲۱- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط درجه حرارت در فصل تابستان ۲۶ درجه سانتی‌گراد و در فصل زمستان ۷ درجه سانتی‌گراد است. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک تعیین شده است (۱۶). قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و به منظور تعیین میزان ماده آلی خاک، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، PH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of soil testing

شن (٪) Sand (٪)	رس (٪) Clay (٪)	ماده آلی (٪) Organic (٪) matter	سیلت (٪) Silt (%)	نیتروژن(ppm) Nitrogen (ppm)	فسفر(ppm) Phosphorus (ppm)	PH	EC (ds/m)
38	18	0.96	46	490	106.38	7.76	2.4

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کودهای آلی (اسید هیومیک ۸۵ درصد و اسید فولیک ۱۲ درصد)، کودهای زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آن‌ها و مقادیر کاربرد تریفلورالین در سه سطح صفر، ۴۸۰ و۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (ترفلان تجاری با خلوص ۴۸ درصد) بودند. برای این منظور قطعه زمینی که به مدت ۵ سال بدون سابقه کاربرد کود شیمیایی، آلی، زیستی و آفت‌کش بود، انتخاب شد، که تناوب دو سال قبل آن آیش و جو بود. عملیات خاک ورزی در قطعه زمین مورد نظر شامل گاوآهن در پاییز سال قبل بود و دیسک و لولر در بهار سال زراعی جاری انجام شد. برای آماده‌سازی بهتر خاک برای اختلاط علف‌کش، با خاک یک دیسک به عمق ۱۰ سانتی‌متر زده شد. پس از قطعه‌بندی زمین مورد آزمایش و پیاده کردن نقشه محل کرت‌های طرح، اقدام به اعمال سمپاشی ترفلان شد. مقادیر مورد نظر تریفلورالین توسط سمپاش پشتی مدل ماتابی با نازل تی جت و با حجم آب ۳۰۰ لیتر در هکتار به کار برده شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۳×۵ متر بودند، که بین هر کرت علاوه بر جوی

آب، داخل بلوک یک جوی برای ممانعت از ورود فاضلاب بلوک‌های بالا دست به کرت‌های بلوک بعدی در نظر گرفته شد. یک هفته بعد از سمپاشی اقدام به کشت پنبه، رقم ورامین به صورت دستی با فواصل ۴۰ سانتی‌متر و تراکم ۶۲ هزار بوته در هکتار شد. در طول فصل میزان آبیاری کرت‌ها با دبی ۰٫۵ لیتر در دقیقه به مدت ۵ دقیقه برای هر تیمار یکسان بود. یک روز پس از کاشت، همزمان با آبیاری اول، سطوح مختلف کودهای آلی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار (اسید هیومیک و اسید فولیک) و کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارو ۲ به ترتیب ۵ لیتر و ۱۰۰ گرم در هکتار به خاک اعمال شد. نمونه‌گیری از خاک در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری و توسط یک مته به قطر ۳ سانتی‌متر، بلافاصله پس از کاربرد، ۳، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاربرد تریفلورالین انجام شد. در هر بار نمونه گیری ۱۰ نقطه از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و پس از اختلاط نمونه‌های خاک، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور کاهش تجزیه نوری تریفلورالین، نمونه‌گیری در غروب آفتاب انجام شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه به منظور جدا کردن ذرات شن، سنگ و بقایای گیاهی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس یک نمونه خاک۱۰۰ گرمی از هر نمونه آن به پلاستیک‌های مخصوص ریخته و در فریزر در دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد تا زمان استخراج تریفلورالین نگهداری شدند و بقیه خاک‌ها در آزمایش زیست سنجی در گلخانه تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفتند.

استخراج تریفلورالین از خاک

برای این منظور ابتدا ۵ گرم از نمونه خاک (مخلوط سه تکرار مزرعه) را به لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و ۱۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه شد و با استفاده از دستگاه اولتراسونیک مدل برانسون ۱۵۱۰ به مدت ۲۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت قرار داده شدند، تا به طور کامل با هم مخلوط شوند (امواج فراصوت به محلول کمک می‌کند تا حلال با کیفیت بهتر و بیشتری در معرض علف‌کش تریفلورالین قرار گیرند و عملیات استخراج علف‌کش از خاک با کارایی بیشتری صورت گیرد (۱۱). سپس به مدت ۱۱ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه نگهداری شد. پس از آن به مدت ۵ دقیقه با استفاده از دستگاه سانتریفوژ مدل sigma 3/30k با دور ۵۰۰۰ سانتریفوژ شد. سپس ۶ میلی‌لیتر از متانول سانتریفوژ شده را از لوله به بالن ۱۰ میلی لیتری منتقل و ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال به آن اضافه شد و به مدت ۱ دقیقه بشدت تکان داده و ۴ میلی‌لیتر آب دیونیزه به بالن اضافه و ۲۰ دقیقه با ۳۵۰ دور در دقیقه شیک شدند. بعد از اتمام این مرحله ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال را از بالن به میکروتیوب ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل و به مدت ۶۰ ثانیه با ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ انجام شد تا ذرات احتمالی معلق در آب ته نشین شوند. ۰/۵ میلی‌لیتر از هگزان را به میکرو تیوب سرپیچ دار منتقل تا زمانی که هگزان کاملا تبخیر شود. نمونه‌های آماده شده تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی در فریزر و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در زمان تزریق نمونه به دستگاه گاز کروماتوگرافی، ۵۰ میکرو لیتر هگزان اضافه و ۳ میکرو لیتر آن با سرنگ هامیلتون ۱۰ میکرو لیتری به دستگاه تزریق شد. نمونه در فاصله تزریق در دمای ۵ درجه زیر صفر در فریزر نگهداری شد، تا از تبخیر هگزان جلوگیری شود (۱۱).

شرایط GC در زمان تزریق نمونه‌ها

دمای محفظه تزریق ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای اولیه آون ۹۰ درجه سانتی‌گراد بود، که برای یک دقیقه در این دما باقی مانده و سپس با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسید، و مدت ۸ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بود سپس با سرعت ۲۸ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای نهایی ۲۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم و به مدت ۵ دقیقه درآن باقی بود، مدت زمان یک آنالیز GC، ۲۶ دقیقه بود. دمای آشکار ساز ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. گازهای مورد استفاده در آشکار ساز: هیدروژن خالص ۹۹/۹۹ درصد با سرعت جریان ۳۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و هوای خالص ۹۹/۹۹٪ با سرعت جریان ۳۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه بودند. که هر دو از شرکت سبلان تهیه شده بودند.

تهیه محلول‌های استاندارد

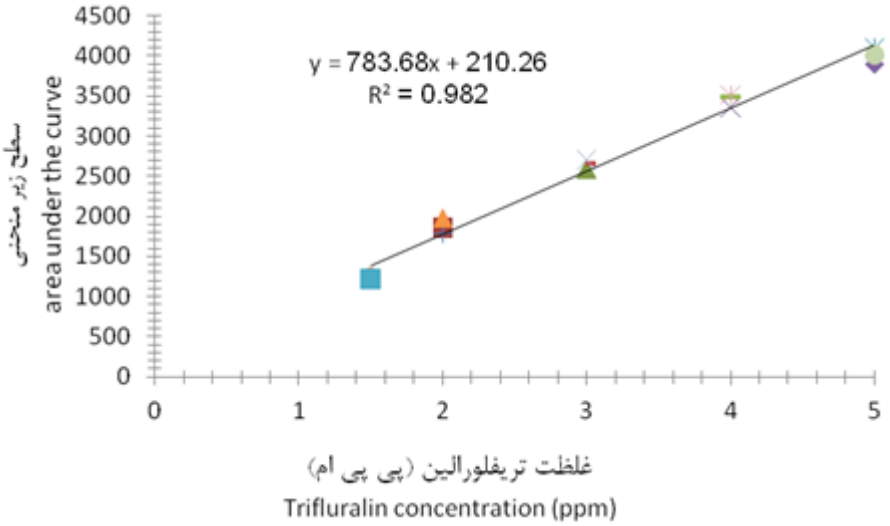
جهت کالیبره کردن دستگاه و رسم منحنی استاندارد، محلول مادر[1] تریفلورالین با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در هگزان از ماده تکنیکال ۹۵٪ جامد آن تهیه شده و دور از نور و در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد. سپس محلول‌های ۱/۵، ۲، ۳، ۴، ۵ پی‌پی‌ام از رقیق نمودن از محلول مادر در هگزان تهیه شدند. سپس به دستگاه GC تزریق و محل ظهور، زمان بازیابی (۱۵/۵۲) و سطح زیر منحنی محلول‌های استاندارد مشخص شد (جدول ۲). واسنجی استاندارد تریفلورالین بر حسب غلظت در زیر منحنی با نرم‌افزار اکسل و بر اساس نتایج حاصل و معادله خط با یک همبستگی برابر با ۰/۹۸ به دست آمد (شکل ۱). مبنای تعیین غلظت نمونه‌های مجهول، معادله بدست آمده از منحنی محلول‌های استاندارد بود که با بدست آوردن سطح زیر منحنی نمونه‌های مجهول، غلظت آن‌ها بدست آمد.

1- Stock solution

جدول ۲- خصوصیات و زمان بازیابی منحنی استاندارد تریفلورالین

Table 2- Characteristics and retention time of trifluralin standard curve

نام منحنی Curve name	سطح زیر منحنی area under the curve	غلظت (پی‌پی‌ام) Concentration (ppm)	زمان بازیابی Retention time
استاندارد تریفلورالین Trifluralin standard	2474	1.50	15.50



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون مربوط به واسنجی استاندارد علف‌کش تریفلورالین

Figure 1- Calibration curve of trifluralin herbicide standard

جهت تحلیل نتایج آزمایش، آنالیز رگرسیون داده‌های حاصل از برازش میانگین داده‌های مربوط به تکرارهای تیمارهای آزمایش به معادله سینتیکی درجه اول (معادله ۱) در نرم‌افزار Sigma plot Ver 11. استفاده شد.

معادله ۱ $$C_t = C_0 \exp^{-kt}$$

که در آن C_t غلظت تریفلورالین در زمان t، C_0 غلظت اولیه تریفلورالین (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و K سرعت تجزیه (میلی‌گرم 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 معادله‌های (۲) و (۳-۳) محاسبه شدند (شانر و هنری، ۲۰۰۷).

معادله ۲ $$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k}$$

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

از معادله ۴ نیز به منظور بررسی اختلاف معنی‌داری خطوط برازش شده استفاده شد. که در آن b_1 و b_2 شیب خطوط برازش داده شده و s^2b1 و s^2b_2 انحراف معیار آن‌ها می‌باشند.

معادله ۴ $$T = \frac{b2 - b1}{\sqrt{s^2b_1 + s^2b_2}}$$

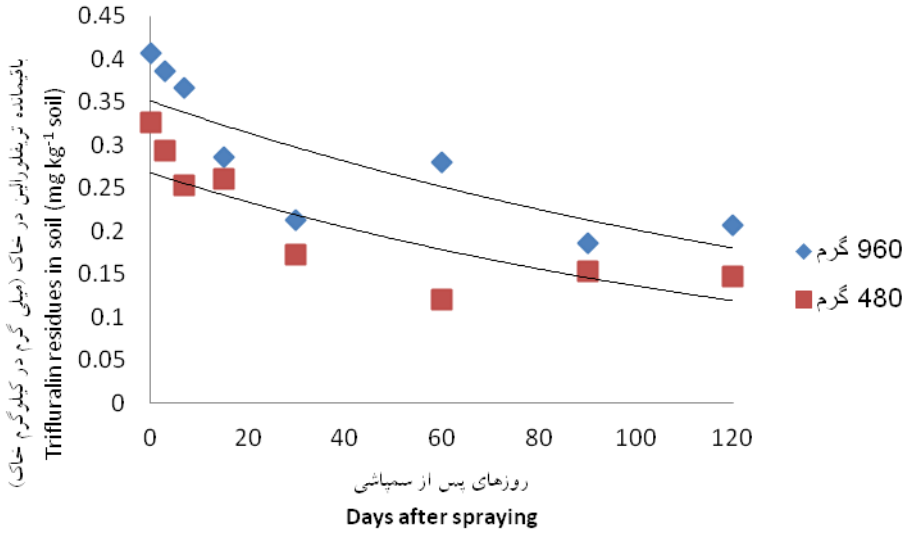
نتایج وبحث

تأثیر مقدار کاربرد تریفلورالین بر ماندگاری آن

بر اساس نتایج حاصل از برازش داده‌ها به معادله سینتیکی درجه اول، سرعت تجزیه تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن در شرایط بدون کاربرد کود، روند متفاوت و معنی‌داری نداشت، اما این روند در تیمارهای کودی معنی‌دار بود (جداول ۱ و ۳). در حالی‌که اختلاف معنی‌داری در باقیمانده تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن در طول فصل مشاهده شد (شکل ۲). از سوی دیگر مقایسه نیمه عمر تریفلورالین در مقادیر کاربرد آن نشان داد که پایداری تریفلورالین در تیمار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱۰۶/۶۴) اختلاف معنی‌داری با تیمار ۴۸۰ گرم

ماده مؤثره در هکتار (۷۸/۷۷) داشت (جدول ۲). با این وجود، روند تغییرات باقیمانده تریفلورالین در خاک در این آزمایش از معادله سینتیکی درجه اول تبعیت می‌کرد که در تطابق با گزارش‌های سایر محققین است. در این ارتباط راتد و همکاران (۱۸) گزارش کردند که مقدار کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین بر نیمه عمر و پایداری علف‌کش‌های مذکور مؤثر است و سرعت تجزیه آن‌ها در شرایط مزرعه‌ای و روند تغییرات باقیمانده این علف‌کش‌ها در خاک از معادله سینتیکی درجه اول پیروی می‌کرد. حال اینکه برگر و همکاران (۴) در بررسی تأثیر مقادیر مختلف کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین، متابنزتیازورون و مت سولفورون متیل بر پایداری آن‌ها نشان دادند که مقدار کاربرد فقط بر علف‌کش متابنزتیازرون تأثیرگذار بود، بطوری‌که نیمه عمر آن از ۱۴۹ روز در مقدار توصیه شده به ۲۶۶ روز در تیمار ده برابر مقدار توصیه افزایش یافت.

بطور کلی اعتقاد بر این است که کاربرد آفت‌کش‌ها در مقادیر بیشتر از توصیه شده بر سرعت تجزیه و غلظت نهایی آن‌ها تأثیرگذار است و منجر به افزایش باقیمانده آن در محیط می‌شود (۲۳) که در تطابق با نتایج این آزمایش می‌باشد. در این ارتباط ساختار مولکول علف‌کش و شرایط محیطی که علف‌کش در آن به کار می‌رود بی تأثیر نیست (۲۷). تورگیت و همکاران (۲۸) نیز در مطالعات خود بر روی علف‌کش تریفلورالین گزارش کردند که با وجود کاربرد کم این علف‌کش، احتمال خسارت آن بر محصولات تناوبی بدلیل زیست ماندگاری بالای آن زیاد است و افزایش کاربرد علف‌کش باعث صدمه و خسارت به محصولات حساسی مانند ذرت می‌شود.



شکل ۲- تأثیر مقدار کاربرد تریفلورالین بر بقایای آن در خاک در طول زمان، در تیمار شاهد بدون کاربرد کود

Figure 2- The effect of trifluralin application rate on its soil residue over time, in control treatment without fertilizers

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده توسط معادله سینتیکی درجه اول و طول عمر تریفلورالین در تیمارهای مربوط به مقادیر کاربرد تریفلورالین

Table 3- Estimated parameters by first order kinetic equation and trifluralin half life affected by trifluralin application rate

مقدار کاربرد علف‌کش (گرم ماده مؤثره در هکتار) Herbicide rate (g a.i. ha^{-1})	K (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در روز) (mg kg^{-1} soil)	C_0 (%) C 0 (%)	DT_{50} (روز) (day)	DT_{90} (day)(روز)	سطح احتمال Probability level	R^2
480	0.0088(0.0023)*	103.87	78.77	261.65	0.0083	0.87
960	0.0065(0.0019)	96.14	106.64	354.24	0.00143	0.84

*خطای استاندارد

DT_{50} و DT_{90} به ترتیب نشانگر مدت زمانی است که ۵۰ و ۹۰ درصد علف‌کش تجزیه می‌شود.

K ضریب تجزیه (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در روز) و C_0 غلظت اولیه تریفلورالین در خاک (درصد نسبت به شاهد)

*standard error

DT_{50} and DT_{90} time indicator is respectively 50 and 90% of herbicides decomposed.

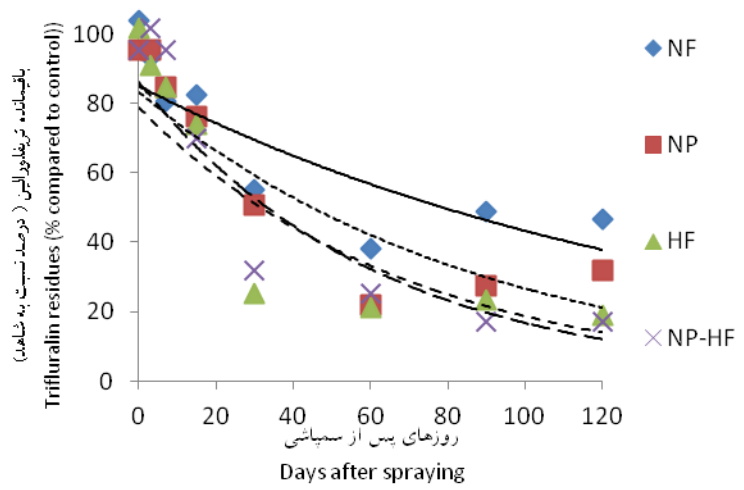
K, coefficient of degradation (mg kg^{-1} soil day) and C_0 initial concentration of trifluralin in soil (%to control)

یولداگ و همکاران (۲۹) در مطالعات خود بر روی این علف‌کش، نیمه عمر آن را ۱۲۰ روز گزارش کردند آن‌ها همچنین نشان دادند که رطوبت، بافت خاک، و دما از دیگرعوامل مؤثر بر پایداری آن در خاک می‌باشند، به طوری‌که در کشت ذرت بعد از پنبه ۷۰ درصد خسارت به محصول ذرت مشاهده شد. از این رو توجه به مقدار مورد نیاز کاربرد علف‌کش در مزرعه با توجه به نوع محصول در تناوب و شرایط اقلیمی و خاک مهم می‌باشد.

تأثیرکاربرد کودهای آلی بر روندتجزیه و ماندگاری تریفلورالین درخاک

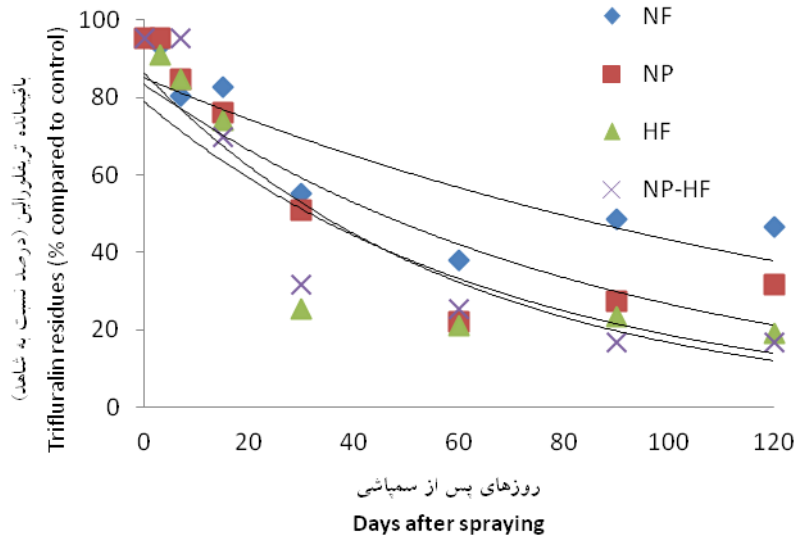
بر اساس یافته‌های حاصل از آزمایش، کاربرد کود آلی و زیستی منجر به افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک شدند (شکل‌های ۲ و ۳). بطوری‌که در همه تیمارهای دارای کود آلی (اسید هیومیک و اسید فولیک) و کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲) و مخلوط آن‌ها سرعت تجزیه تریفلورالین نسبت به تیمار فاقد کود، بیشتر بود. همچنین پایداری تریفلورالین در همه تیمارهای دارای کود آلی و زیستی و مخلوط آن‌ها کمتر بود (جدول‌های ۳ و ۴). احتمالا به نظر می‌رسد یکی از دلایل مهم کاهش پایداری تریفلورالین به دلیل فعالیت بیشتر باکتری‌های تجزیه کننده در تیمارهای دارای کود آلی و زیستی می‌باشد. نتایج نشان دادند که در بین تیمارهای کودی بکار برده شده در خاک، کود آلی که حاوی اسید هیومیک و اسیدفولیک بود نسبت به کود زیستی که حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و فسفر بود، تأثیر بیشتری بر تجزیه تریفلورالین در خاک داشت و در تیمارهای مذکور، تریفلورالین نیمه عمر کمتری داشت. با توجه به نتایج حاصل ضریب تجزیه تریفلورالین در شرایط کاربرد کود آلی نسبت به تیمار شاهد، در دو سطح ۴۸۰ و ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار به ترتیب ۲/۹ و ۲/۱ برابر بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). نیمه عمر تریفلورالین در تیمار کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار از ۷۸ روز در تیمار شاهد به ۲۶/۵ روز در تیمار کود آلی کاهش یافت؛ حال اینکه این روند برای تیمار ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار از ۱۰۶ به ۴۹ روز در تیمار کود آلی رسید. زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد غلظت اولیه تریفلورالین (DT_{90}) نیز در تیمار کود آلی نسبت به سایر تیمارها کاهش داشت. همانطور که نتایج نشان می‌دهند نیمه عمر تریفلورالین در تیمار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در تیمارکود آلی، نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) ۳ برابر کمتر است و در تیمار ۹۶۰ گرم ماده موثره تریفلورالین در هکتار این میزان ۲/۲ برابر نسبت به تیمار کود آلی است (جدول ۲). بر اساس نتایج سایر محققین نیز مواد آلی در خاک موجب افزایش جذب و تجزیه زیستی آن‌ها می‌شود (۱۷ و ۱۳). اعتقاد بر این است که کمبود عناصر غذایی و منابع انرژی مورد نیاز ریز جانداران خاک، در شرایط طبیعی محیط، سرعت تجزیه آفت‌کش ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این‌رو افزودن کودهای آلی و زیستی به خاک‌های کشاورزی موجب تحریک رشد ریز جانداران خاک و افزایش تجزیه زیستی آن‌ها می‌شود (۱۳). در این رابطه ریز جاندارانی مانند باکتری‌های خانواده زدوموناس، برادی ریزوبیوم جاپونیکم[1]، و ازتوباکترچروکوکم[2]، به عنوان باکتری و قارچ‌های خاکزی پیکلو مایسس و فیکو مایست مایکوفا تجزیه کننده مولکول تریفلورالین شناخته شده‌اند (۲، ۵، ۸ و ۲۶)، لذا تقویت جمعیت و فعالیت‌های میکروبی خاک بویژه برای گونه‌های تجزیه کننده از طریق افزودن کودهای آلی و زیستی باعث کاهش پایداری این علف‌کش در خاک می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، مشاهده شد که تجزیه تریفلورالین در روزهای آغازین پس از کاربرد این علف‌کش در خاک از سرعت کمی برخوردار است ولی پس از گذشت یک هفته تجزیه تریفلورالین از روند سریعتری برخوردار شد. با توجه به این که نمونه برداری‌های اول تا سوم زمانی انجام شده که هنوز عملیات کشت انجام نشده بود و رطوبت خاک مزرعه به دلیل عدم آبیاری در حد کافی برای شروع فرآیندهای تجزیه نبود این مساله دور از انتظار نیست و این نتیجه با آزمایشات سایر محققین منطبق است (۱۹ و ۳۰). لذا به نظر می‌رسد پس از آبیاری اول مزرعه پنبه، با فراهم شدن آب برای تنفس و تغذیه ریز جاندارن جمعیت و فراوانی باکتری‌ها و قارچ‌های تجزیه کننده افزایش یافته و روند تجزیه علف‌کش سرعت یافته است. در این ارتباط بیلناسو و همکاران (۲) در مطالعه خود با استفاده از باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس نشان دادند که این باکتری‌ها با فراهم شدن شرایط محیطی از جمله رطوبت، از مولکول علف‌کش به عنوان منبع کربن و نیتروژن استفاده کردند. نامبردگان همچنین نشان دادند که این باکتری‌ها نقش مؤثری در تجزیه زیستی این علف‌کش در خاک داشته باشند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشاهده شد که با افزایش مقدار کاربرد تریفلورالین در تیمار فاقد کود اختلاف معنی‌داری در روند تجزیه تریفلورالین مشاهده شد و این روند در تیمارهای کاربرد کود آلی و زیستی و مخلوط آن با افزایش مقدار کاربرد تریفلورالین در هکتار اختلاف معنی‌داری با تیمار فاقد کود بود (جدول ۳ و شکل‌های ۳ و ۴) بطوری‌که ضریب تجزیه (K) آنها در مقدار کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار در تیمارهای کود آلی، زیستی و مخلوط آن‌ها به ترتیب ۲/۹، ۱/۹، ۲/۸۶ برابر تیمار فاقد کود و در کاربرد ۹۶۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار ضریب تجزیه تریفلورالین در تیمارهای مذکور به ترتیب ۲/۲، ۱/۶، ۱/۹ برابر تیمار فاقد کود آلی بود (جدول ۲).

1- *Bradyrhizobium japonicum*
2- *Azotobacter chroococcum*



شکل ۳- روند تجزیه تریفلورالین در خاک در شرایط کاربرد کودهای آلی و زیستی، در کاربرد ٤٨٠ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار (NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی)

Figure 3- Trend of trifluralin degradation in soil affected by organic and bio-fertilizers when trifluraline rate was 480 g a.i. ha^{-1} (NF: control treatment without fertilizer, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and biological (fertilizers)



شکل ٤- روند تجزیه تریفلورالین در مزرعه در شرایط کاربرد کودهای آلی و زیستی در کاربرد ۹٦۰ گرم ماده مؤثره تریفلورالین در هکتار (NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی، HF: کود آلی، NP-HF: کود آلی و زیستی)

Figure 4- Degradation of organic fertilizers and bio trifluralin in field conditions on the use of trifluralin of 960 g ai ha (NF: control without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and biological fertilizers)

جدول ٤- پارامترهای برآورد شده توسط معادله سینتیکی درجه اول و طول عمر تریفلورالین در تیمارهای آزمایش

Table 4- Estimated parameters by first order kinetic equation and trifluralin longevity affect by treatments of experiment

مقدار کاربرد علف‌کش (گرم ماده مؤثره در هکتار) Herbicide rate (g a.i. ha^{-1})	مواد آلی Organic materials	K (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در روز) (mg kg^{-1} soil)	C_0 (%) C 0 (%)	DT_{50} (روز) (day)	DT_{90} (روز) (day)	سطح احتمال Probability level	R^2
480	NF	0.0088(0.0023)*	103.87	77.78	261.65	0.0019	0.84
	NP	0.0168(0.0034)	95.23	41.26	137.05	0.0025	0.94
	HF	0.0261(0.0059)	101.58	26.55	88.22	0.0046	0.95
	NP-HF	0.0252(0.0048)	95.23	51.27	37.91	0.0018	0.97
960	NF	0.0065(0.0019)	96.14	106.64	354.24	0.0143	0.88
	NP	0.0106(0.0019)	96.12	65.39	217.23	0.0016	0.94
	HF	0.0141(0.0030)	100.77	49.16	163.30	0.0036	0.93
	NP-HF	0.0125(0.0032)	94.57	55.45	184.21	0.007	0.89

*خطای استاندارد

DT_{50} و DT_{90} به ترتیب نشانگر مدت زمانی است که ۵۰ و ۹۰ درصد علف‌کش تجزیه می‌شود.

K ضریب تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) و C_0 غلظت اولیه تریفلورالین در خاک (درصد نسبت به شاهد)

*standard error

NF: control without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and bio-fertilizers

DT_{50} and DT_{90} time indicator is respectively 50 and 90% of herbicides decomposed.

K Factor Analysis (mg kg^{-1} soil day) and C_0 initial concentration of trifluralin in soil (%to control)

جدول ٥- مقادیر t و مقایسه خطوط برازش داده شده در تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی و مقادیر مختلف کاربرد تریفلورالین در خاک

Table 5- The amount of t and comparison of fitted lines in organic and bio- fertilizers treatment and different application of trifluralin in soil

تیمار (Treatment)	NFH2	NPH2	HFH2	NP-HFH2
NFH1	0.79 ns	0.60 ns	1.34 ns	0.94 ns
NPH1	*2.64	1.58 ns	0.60 ns	0.91 ns
HFH1	**3.16	*2.5	1.8 ns	2.02 ns
NP-HFH1	**3.56	*2.8	1.98 ns	*2.22

ns، ** و * به ترتیب معنی‌دار نبودن و معنی‌داری در سطح یک درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهد.

NF: تیمار شاهد بدون کود، NP: کود زیستی،HF: کود آلی،NP-HF: کودآلی وزیستی

H1: کاربرد ۴۸۰ گرم تریفلورالین در هکتار. H2: کاربرد ۹۶۰ گرم تریفلورالین در هکتار

**, * and ns: Significant at the 1% and 5% levels of probability and non-significant, respectively.

NF: control treatment without fertilizers, NP: bio-fertilizer, HF: organic fertilizers, NP-HF: organic and bio- fertilizers

H1: of 480 and H2: 960 g ai. ha^{-1} of trifluralin

به نظر می‌رسد این نتیجه حاصل تأثیر تجزیه زیستی و شیمیایی (هیدرولیز) بالاتر در تیمار کاربرد کود آلی باشد؛ اعتقاد بر این است که اسیدهای هیومیک و اسید فولیک علاوه بر داشتن کربن و نیتروژن فراوان در ساختار مولکولی دارای گروه‌های کتوزی، کربوکسیلازی، هیدروکسیلازی، فنولی و آمینی هستند که می‌توانند علاوه بر افزایش جمعیت میکروبی، فعالیت آنها را از طریق فراهم آوردن انرژی لازم برای این ریز جانداران را افزایش دهند (۹، ۱۵، ۲۰ و ۲۲). در این رابطه راتد و همکاران (۱۸) در آزمایش خود که با استفاده از کودهای دامی انجام شد، نیمه عمر چهار علف‌کش از خانواده دی نیترو آنیلین را در مزرعه اندازه‌گیری کرد و نشان داد که پایداری این علف‌کش‌ها از جمله تریفلورالین در کاربرد کود نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. جینی و خانا (۱۳) در آزمایش خود نشان دادند که کودهای زیستی حاوی باکتری ریزوبیوم و و باکتری‌های تثبیت کننده فسفر علاوه بر بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌توانند تأثیر سوء بقایای علف‌کش‌های دی نیتروآنیلین را کاهش داده و از طرفی منجر به بهبود کنترل علف های هرز می‌شوند. ترنتافلیدس و همکاران (۲۵) نشان دادند که بقایای تریفلورالین در خاک مزرعه نکاشت، ۴۰ تا ۷۰ درصد و در خاکی که گیاه زراعی در آن کشت شده بود ۱۶ تا ۲۳ درصد مقدار کاربرد اولیه آن بود. نامبردگان نشان دادند که ریشه گیاهان نیز می تواند بقایای علف‌کش تریفلورالین را در خاک تحت تأثیر قرار دهند.

با توجه به موارد مذکور به نظر می‌رسد استفاده از کودهای آلی و زیستی می‌تواند علاوه بر کاهش بقایای علف‌کش تریفلورالین احتمالا

از طریق افزایش جمعیت میکروبی در افزایش گسترش ریشه گیاهان به عنوان عامل ثانوی مؤثر بر جمعیت میکروبی و تجزیه تریفلورالین، مؤثر باشند. به نظر می‌رسد با توجه به نتایج بدست آمده ناشی از افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک‌های داری کودهای آلی و زیستی، این فرضیه را که عامل اصلی تجزیه علف‌کش تریفلورالین در خاک، تجزیه زیستی باشد را تقویت و تائید می‌کند. استفاده از این کودها که روشی عملی و مقرون به صرفه از نظر اقتصادی در زراعت پنبه است علاوه بر کنترل علف‌های هرز در مراحل ابتدایی رشد و افزایش محصول آن، باعث کاهش پایداری علف‌کش در خاک می‌شود و در نتیجه احتمالا آسیب به محصول پنبه و همچنین محصول بعدی را کاهش می‌دهد. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده، مدیریت استفاده همزمان از علف‌کش تریفلورالین همراه با کودهای آلی و بیولوژیکی علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز باعث افزایش سرعت تجزیه تریفلورالین در خاک می‌شود.

منابع

1- Anonymous. 1993. Crop rotation systems in potato production in Atlantic Canada. Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre, Grand Falls, New Brunswick. 33 pp.
2- Bellinaso M.L., Greer C.V., Peralba M., Henriques J., and Gaylard E.C. 2006. Biodegradation of the herbicide trifluralin by bacteria isolated from soil. FEMS Microbiology Ecology 43: 191–194.
3- Benoit P., Barriuso E., and Soulas G. 1999. Degradation of 2,4-dichlorophenol, and -4chlorophenol in soil after sorption on humified and nonhumiiied organic matter. Journal of Environmental Quality 28: 1127-1135.
4- Berger B.M., Bernd T., Menne H.J., Hackfield U., and Siebert C.F. 1996. Effects of crop management on the fates of three herbicides in soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 1905-1900.
5- Carter G.E., and Camper N.D. 1975. Soil enrichment studies with trifluralin. Weed Science 23: 71-74.
6- Corbin B.R., McCllelland M., Frans R.E., Talbert R.E., and Horton D. 1994. Dissipation of fluometuron and trifluralin residues after long-term use. Weed Science 42: 445-438.
7- 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.
8- Gillespie William E., Czapar George F., and Hager Aaron G. 2011. Pesticide Fate in the Environment: A Guide for Field Inspectors. Illinois State Water Survey. Institute of. Natural Resource Sustainability. University of Illinois at Urbana-Champaign.
9- Hang M., Zhongyun C., Yuhua Z., and Meichi Min C. 2001. Effects of trifluralin on soil microbial population and the nitrogen activities. Journal of Environmental Science and Health 36: 569–579.
10- Helena C. 2011. Humic Acids Product Guide. California Edition. Review of Humus and Humic Acids. Research Series No. 145, March L. 1973. The South Carolina Agricultural Experiment station, Clemson University.
11- Helling C.S. 2005. The science of soil residual herbicides. Pages 3-22 in R.C. Van Acker, ed. Soil Residual Herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society.
12- Jalal Hassan J., Farahanib A., Shamsipur M., and Damerchili F. 2010. Rapid and simple low density miniaturized homogeneous liquid–liquid extraction and gas chromatography/mass spectrometric determination of pesticide residues in sediment. Journal of Hazardous Materials 184: 869–871
13- Jeenie P., and Khanna S.V. 2011. In Vitro Sensitivity of *rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria to herbicides. Indian Journal of Microbiology 51: 230-233.
14- Kanissery, R.G., Gerald, K. S. 2011. Biostimulation for the Enhanced Degradation of Herbicides in Soil. Review Article .Hindawi Publishing Corporation .Applied and Environmental Soil Science.10: 843-450.
15- 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.
16- National Weather Service statistics.2000.http://www.irimo.ir
17- Pignatello J.J. 1989. Sorption dynamics of organic compounds in soils and sediments. In Reactions and Movements of Organic Chemicals in Soils. Pages 45-80. SSSA Special Publication Number 22. Madison, Wisconsin.
18- Rathod P.H. Patel R.B., and Jhala A.J. 2010. Persistence and management of dinitroaniline herbicides residues in sandy loam soil. International Journal of Environment and Sustainable Development 9: 53-57.
19- Rice C.P., Nochetto C.B., and Zara P. 2002. Volatilization of trifluralin, atrazine, metolachlor, chlorpyrifos, Endosulfan from freshly tilled soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4009-4017.
20- Senesi N. 1992. Binding mechanisms of pesticides to soil humic substances. Science Total Environment 12: 63–76.
21- Shaner D. L., and Henry W.B. 2007. Field history and dissipation of atrazine and metolachlor in Colorado Journal of Environmental Quality 36: 128-134.
22- Spanoghe P., Claeys J., Pinoy L., and Steurbaut W. 2005. Rainfastness and adsorption of herbicides on hard

surfaces.Pest Management Science 61: 793–798.
23- Strek H.J. 2005.The science of dupotion, soil residual herbicides in canada. Conference paper. Page 31-44 Soil Residual Herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society.
24- Smith A.E., and Aubin A.J. 1994. Carry-over of granular and emulsifiable concentrate formulations of trifluralin in Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 74: 439-442.
25- Triantafyllidis V., Dimitra S.M., George H., and Konstantinou M. 2010. Persistence of trifluralin in soil of oilseed rape fields in Western Greece. International Journal of Environmental Analytical Chemistry 90: 344-356.
26- Tiryaki O., Ülkü Y., and Sezen G. 2004. Biodegradation of Trifluralin in Harran Soil. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 39:747-756.
27- Tiryaki O., and Temur C. 2010. The Fate of Pesticide in the Environment. J. Biol. Environ. Sci. 4: 29-38.
28- Turgut C., Erdogan O., Ates D., Gokbulut D., and Cutright T.J. 2010. Persistence and behavior of pesticides in cotton production in Turkish soils. Environmental Monitoring and Assessment 162: 201-208.
29- Uludag A., Ilhan U.A.C., Ulger B., and Cakir E. 2006. The use of maize as replacement crop in trifluralin treated cotton fields in Turkey. Crop Protection 25: 275–280

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 289-299

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۲۹۹-۲۸۹

The Effect of Organic and Biological Fertilizers on Persistence of Trifluralin Herbicide in Soil Using Gas Chromatography Method

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

Received: 16-07-2016
Accepted: 08-08-2017

Introduction: Herbicides that persist in soil are of benefit to farmers seeking to control late emerging weeds in cultivated crops, and to managers looking for long-term vegetation control on rights-of-ways and industrial sites. Herbicides that persist in soil can also create problems for farmers who want to diversify their rotation into subsequent crops which may be sensitive to certain herbicide residues. Several factors mainly soil factors, climatic conditions, and herbicide properties determine the herbicides persistence in soil. 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 crops. It is a generally regarded as a moderately persistence herbicide with a half-life time of 1.5 to 6.5 months. Some studies, however, have reported higher half-life times varying from 7.5 to longer than 12 months. These results have been generally obtained at sites with very dry or very cold climates in which soil is frozen over winter. Normally Residual herbicides extend the period of weed control, increasing the efficiency of weed management practices. However, they may persist longer than desired and injure or kill subsequent rotational crops. Thus, most herbicide labels include crop rotation guidelines, but rotational restrictions are often not listed for many crops. This experiment was carried out to determine trifluralin soil persistence affected by its dose and application some organic and biofertilizers.

Materials and Methods: In order to study the effect of some organic and biofertilizers on trifluralin herbicide persistence in soil, an experiment was conducted as a factorial arrangement in completely randomized block design with three replications in a cotton field at Ferdowsi University of Mashhad. Experimental factors included trifluralin (EC 48 %) dose at two levels (480 and 960 g a.i. ha^{-1}), application of organic fertilizers at two levels (Humic acid (85 %) and folic acid (12 %) and biofertilizers application at two levels (Nitroxin and fertile phosphate2). To determine the trifluralin soil residue, soil samples were taken from 0 to 10 cm soil depth during 3, 7, 15, 30, 60, 90 and 120 days after herbicide application and were kept in a freezer (-18 ºC). For trifluralin soil residue, gas chromatography technique was used. The trifluralin value recovered from soil at different time intervals for each treatment was fitted in the first order kinetic equation according to:

$$C = C_0 e^{-kt} \quad (1)$$

Where C denotes the amount of trifluralin recovered from soil at time t, C_0 is the amount of trifluralin recovered at $t = 0$ interval; λ represents the degradation constant, and t is time in days. The DT50 (half-life) and DT90 (the time required to disappear 90 % of herbicide) were calculated as follows:

$$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k} \quad (2)$$

$$DT_{90} = \frac{\ln 10}{k} = \frac{2.3}{k} \quad (3)$$

Results and Discussion: Results showed that application of organic and biofertilizers significantly reduced trifluraline persistence in soil. The lowest trifluralin half-life time was observed for organic and bio-fertilizer application equal to 55.26 and 41.26 days, respectively, at the dose of 480 g a.i ha^{-1} of trifluralin. The highest half-life times equal to 106.64 and 78.77 days were observed in control treatment without application of fertilizers for the trifluralin dose of 960 and 480 g. a.i ha^{-1}, respectively. Application of organic and biofertilizers plays important role in reducing of trifluralin soil residue and persistence. Therefore, the mentioned fertilizers have positive effects in fields where there is a risk of damage of trifluralin residue for rotational crops.

Keywords: Bioassays, Bio-fertilizer, Organic fertilizer, Sorghum

1, 2, 3 and 4- Former M.Sc. Student, Associate Professor, Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi Uuniversity of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: e-izadi@um.ac.or)
5- Professor, Faculty of Pharmacy Mashhad University of Medical Sciences