مجله حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۸۸، ص ۸۸-۸۱

Journal of Plant Protection
Vol. 23, No. 1, Spring-Summer 2009, p. 81-88

تأثیر بافت و درجه حرارت خاک بر تجزیه و نیمه عمر علف کش آترازین

ابراهیم ایزدی[1*] - محمد حسن راشد محصل[2] - اسکندر زند[3] - مهدی نصیری محلاتی[4] - امیر لکزیان[5]

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۷
تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۲۱

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بافت خاک و درجه حرارت بر تجزیه آترازین در شرایط آزمایشگاهی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش، بافت خاک در دو سطح (سبک و سنگین)، دما در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و دوره‌های زمانی خواباندن نمونه‌ها در انکوباتور در ۴ سطح (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ روز) بودند. برای اختلاط خاک به آترازین از انحلال آترازین تجاری در متانول استفاده شد. نمونه‌های خاک به نسبت ۵۰ میلی‌گرم آترازین در کیلوگرم خاک آلوده و غلظت باقیمانده آن توسط دستگاه HPLC اندازه گیری شد. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار بافت خاک و دما بر سرعت تجزیه و نیمه عمر آترازین داشتند، بیشترین و کمترین سرعت تجزیه به ترتیب در خاک بافت سنگین در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد ودر خاک سبک در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد با ضرایب تجزیه ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۷۷ میلی‌گرم در روز حاصل شد. نیمه عمر آترازین در خاک سنگین به طور معنی‌داری کمتر از خاک سبک بود، به طوریکه در دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی گراد نیمه عمر آن در خاک سبک به ترتیب ۶۹۳، ۳۶۴/۵، ۱۳۸/۶ و در خاک سنگین به ترتیب ۲۷۷/۲، ۱۵۷/۵ و ۹۰ روز بود. به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان دادند که ماندگاری آترازین در خاک بافت سنگین به مراتب کمتر از خاک بافت سبک است و روند سرعت تجزیه و تغییرات و نیمه عمر آترازین تحت تاثیر دماهای مختلف از قانون آرنیوس تبعیت می‌کند.

واژه های کلیدی: آترازین(ایترکس)، بافت خاک، دما، ماندگاری، نیمه عمر

مقدمه

علف کش‌ها مهمترین و پرکاربردترین آفت کش‌های کشاورزی هستند(۲۰) که آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد آنها از مهمترین عوامل تهدید کننده سلامت زیست بومها و جوامع بشری هستند (۱۸)، از اینرو شناخت رفتار آفت‌کش‌ها در محیط در جهت کاهش اثرات سوء زیست محیطی و بهینه‌سازی فعالیت‌های کشاورزی ضروری است. صرفنظر از روش مصرف و راه ورود آفت‌کش‌ها به زیست بوم‌های گوناگون، خاک مخزن اصلی ذخیره و نگهداری آنها است (۲۸) این مهم بویژه در آفت‌کش‌های خاک مصرف اهمیت و نمود بیشتری دارد (۷) . تجزیه شیمیایی، تجزیه زیستی، تبخیر و تصعید، آبشویی، رواناب سطحی، جذب توسط کلوئیدهای خاک و جذب توسط گیاه فرایندهای اصلی تعیین کننده سرنوشت علف کش‌ها در خاک هستند که در بین آنها تجزیه شیمیایی و زیستی مهمترین عوامل تأثیر گذار برسرنوشت آفت‌کش‌ها به شمار می رود (۸). هر چند ممکن است مجموعه این فرایندها در شرایط معین در تلفات کلی آفت‌کش‌ها سهم چشمگیری داشته باشند، اما در بیشتر موارد بخش عمدهٔ آفت‌کش‌های مصرف شده، توسط اجزاء معدنی و آلی خاک جذب و از دسترس تجزیه شیمیایی و میکروبی دور می‌شوند (۲۸). از اینرو ماندگاری بقایای علف‌کشها در خاک از عوامل اصلی تعیین کننده سرنوشت آنها است (۲و۱۷)که هر چند در افزایش کارایی کنترل علفهای هرزی که به صورت متناوب سبز می‌شوند مفید است اما خسارت به محصولات زراعی حساس که در تناوب قرار می‌گیرند (۲۶) و نیز تأثیر منفی آنها بر ریز موجودات خاک از تبعات کاربرد و پایداری آنها هستند (۱۴و۱۶). لذا درک عوامل و مکانیسم‌های تعیین کننده پایداری و تجزیه علف‌کش‌ها ضمن ارائه ر اهکارهای مدیریتی، هم در جهت روش کاربرد وهم در جهت سلامت اکوسیستم‌های زراعی مفید است.

۱و۲- استادیار و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: eizadi2000@yahoo.com)
۳- دانشیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی، تهران
۴- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

سرعت تجزیه آفت‌کش‌ها در محیط خاک در نتیجه عوامل بیولوژیکی و شیمیایی است (۲۶) که در بین آنها نقش عوامل محیطی از قبیل ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی، اسیدیته، درجه حرارت، رطوبت ، بافت خاک و ساختار مولکولی بارزتر از سایر عوامل می باشند (۱۸) اگرچه تجزیه شیمیایی و میکروبی دو مکانیسم اصلی در تجزیه علف‌کش‌ها در خاک هستند اما این فرایندها خود وابستهٔ به رطوبت و بویژه درجه حرارت هستند. مشاهده شده است که تجربه میکروبی آفت کشها در خاک‌های گرم و مرطوب به دلیل افزایش فعالیت میکروبی بیشتر است (۴و۲۴) و در مدلهای شبیه‌سازی الگوی تغییرات ماندگاری و نیمه‌عمر ترکیبات آلی درجه حرارت خاک از مهمترین پارامترهای این مدل‌ها به شمار می‌رود (۸). از آنجا که خاک به عنوان مخزن بقایای علف‌کش‌ها است، خصوصیات فیزیکی حاکم بر آن مثل بافت خاک نیز نقش مهمی را در این راستا دارد. مشاهده شده است که بافت خاک هم از طریق تاثیر بر مکانیسم‌های جذب و دفع مولکولهای علف کش و هم از طریق تاثیر بر جامعه و فعالیت میکروبی بر این مهم تاثیر گذار باشد(۲۷).

آترازین از اولین علف‌کش‌های ثبت شده در کشور است که به دلیل کارایی کنترل بالا کاربرد وسیعی در کنترل علف‌ها هرز یک ساله باریک و پهن برگ مزارع ذرت و نیشکر کشور دارد(۱). تجزیه آترازین در خاک عمدتاً از طریق زیستی و شیمیایی رخ می‌دهد (۶) و در منابع مختلف نیمه عمر آن از ۶ روز تا بیش از یک سال گزارش شده است (۳). با وجود کاربرد گسترده این علف‌کش در کشور مطالعات مربوط به ماندگاری این علف‌کش در خاک بسیار محدود است. لذا این مطالعه به منظور بررسی نقش بافت و درجه حرارت خاک بر سرعت تجزیه و نیمه عمر این علف‌کش در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

نمونه خاکی با بافت سنگین از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری مزرعه‌ای در شیروان که سابقه کاربرد آترازین را نداشت انتخاب و پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و بافت آن به روش هیدرومتری مشخص شد. سپس با اضافه کردن ذرات شن که قبلاً از الک ۲ میلی‌متری عبور و توسط آب مقطر شسته شده بودند بافت خاک به لوم شنی تغییر داده شد . برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی و زیستی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. علف‌کش آترازین به نام تجاری Aaterax محصول شرکت مشکفام فارس با فرمولاسیون پودر وتابل[1] و خلوص ۸۰ درصد از بخش تحقیقات علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور تهیه و قبل از استفاده درجه خلوص آن با روش HPLC تایید شد(۸). نمونه استاندارد شیمیایی آترازین نیز با درجه خلوص ۹۶/۲ درصد از طریق شرکت سینجنتا تهیه شد.

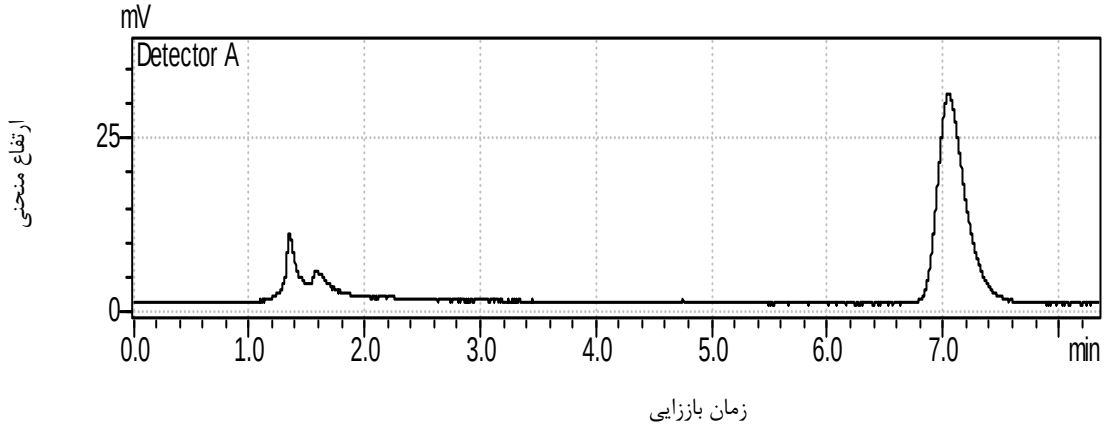
آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و به صورت فاکتوریل ۳×۴×۳×۲ انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل دو بافت خاک (سنگین و سبک)، دما در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و ۴ دورهٔ نگهداری (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز) در داخل انکوباتور بودند. برای تهیه تیمارهای مورد نظر ۱۰۰ گرم خاک از هر دو بافت با در نظر گرفتن رطوبت هوا خشک وزن و پس از تقسیط آن به دو قسمت مساوی روی صفحه‌ای پلاستیکی ریخته و یک قسمت آن به نسبت ۵۰ میلی‌گرم آترازین در کیلوگرم خاک خشک مخلوط شد. برای مخلوط کردن خاک به علف‌کش از انحلال آترازین تجاری در متانول ۹۹/۹ درصد استفاده شد(۱۴). پس از اختلاط کامل علف‌کش با خاک، دو قسمت خاک با هم مخلوط و در ظروف پلاستیکی یک بار مصرف قرار داده شدند. برای این منظور محلول آترازین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم آترازین خالص (۱۲۵۰ میلی‌گرم آترازین تجاری) در یک لیتر محلول تهیه و پنج میلی لیتر از محلول مذکور توسط پیپت سرنگی روی خاک ریخته شد. پس از تبخیر کامل متانول در شرایط دمایی آزمایشگاه کاملاً با خاک مخلوط شد. بدین ترتیب آترازین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به خاک اضافه شد. ظروف پلاستیکی محتوی خاکهای تیمار شده در داخل انکوباتور در شرایط تاریکی و در دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی گراد ، با دقت(۱±)درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز قرار داده شدند و در تمام طول آزمایش با استفاده از آب مقطر دو بار تقطیر شده ، رطوبت خاکها در حد رطوبت معادل ظرفیت زراعی حفظ شد و در انتهای هر دورهٔ زمانی تیمارهای مورد نظر از انکوباتور خارج و تا زمان استخراج علف‌کش در داخل فریزر در درجه حرارت $^{\circ}C$ ۲۶- نگهداری شدند.

برای استخراج باقیمانده علف‌کش ، ۵۰ گرم از خاک مورد نظر توزین و در داخل ارلن ۲۵۰ میلی لیتر ریخته و پس از اضافه کردن ۱۰۰ میلی لیتر محلول متانول: آب خالص به نسبت ۷۰: ۳۰ به مدت دو ساعت با استفاده از یک شیکر افقی با سرعت ۲۳۰ دور در دقیقه و در دمای اتاق تکان داده شد. پس از رسوب خاک سوسپانسیون و مخلوط حاصل از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد و قبل از تزریق به دستگاه HPLC عصاره‌ها، از فیلتر سرنگی ۰/۲ میکرومتری عبور داده شدند(۲۳). دستگاه HPLC از نوع Shimadzu ،LC-4A با یک ستون فاز معکوس zorbax ODS (C18) ($۴/۶^{mm}\times۱۵^{cm}$) استفاده شد. فاز متحرک محلول متانول: آب دیونایز با نسبت حجمی ۶۰:۴۰ بود که با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه مورد استفاده قرار گرفت. حجم عصاره تزریق شده به سیستم،۵۰ میکرولیتر بود و دستگاه آشکارساز HPLC از نوع UV-VIS spectrophotometric Detector SPD-2AS بود که طول موج مورد استفاده به منظور حداکثر آشکارسازی آترازین ۲۲۰ نانومتر انتخاب شد. دمای تزریق به

[1] - Wettable Powder

ستون نیز همان دمای اتاق بود(۱۴).

قبل از تزریق نمونه‌های مجهول به دستگاه محلولهای استاندارد تهیه و پس از تزریق به دستگاه محل ظهور پیک آترازین مشخص شد. شکل۱ محل، زمان بازداری منحنی استاندارد آترازین را نشان می‌دهد.



نام منحنی	غلظت	سطح زیر منحنی	ارتفاع منحنی	زمان شروع منحنی	زمان پایان منحنی	زمان بازداری
STD	۵۰ پی پی ام	۷۴۲۱۲۶	۳۸۷۲۵	۶/۷۷	۸/۳۲	۷/۱۴

(شکل ۱)- ویژگیها و محل ظهور منحنی استاندارد آترازین

پس از حصول داده‌های آزمایش تحلیل نتایج با استفاده از آنالیز رگرسیون توسط نرم افزار Sigmaplot ver,10 انجام و برای این منظور داده‌های حاصل به معادله سینتیک درجه اول[1] (معادله۱) برازش داده شدند.

$$C_{(t)} = C_0 e^{-kt} \qquad \text{(معادله۱)}$$

که در آن C(t) غلظت ماده در زمان t، C_0 غلظت اولیه ماده، k ضریب تجزیه آترازین(میلی گرم در روز) و t زمان(روز) است. نیمه عمر آترازین با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد(۲۶).

$$HT = \frac{Ln\,(2)}{K} = \frac{0.693}{K} \qquad \text{(معادله ۲)}$$

که در آن H(T) نیمه عمر بر حسب روز و k ضریب تجزیه آترازین در معادله(۱) می باشند.

از معادله ۳ نیز به منظور بررسی اختلاف معنی‌داری خطوط برازش شده استفاده شد.

$$\tau = \frac{b_2 - b_1}{\sqrt{S^2 b_1 + S^2 b_2}} \qquad \text{(معادله۳)}$$

که در آن ، b_1, b_2 شیب خطوط برازش شده، S^2b_1 و S^2b_2 انحراف معیار ضرایب هستند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج آزمایش کارایی استخراج آترازین با روش به کار گرفته شده در دو خاک بافت سبک و سنگین بترتیب ۷۶/۹۱ و ۷۷/۱ و از این نظر اختلافی مشاهده نشد. بافت خاک تأثیر متفاوت و معنی‌داری را بر تجزیه آترازین داشت. براساس نتایج حاصل در شرایط دمایی یکسان ضریب سرعت تجزیه آترازین (k) در خاک بافت سنگین در دماهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ درجه سانتی گراد به ترتیب ۲/۲۷، ۲/۲، و ۱/۵۴ برابر سرعت تجزیه آترازین در خاک بافت سبک بود و درصد باقیمانده آترازین در خاک سنگین نیز به مراتب از بافت سبک کمتر بود(شکل ۲ و جدول۲).

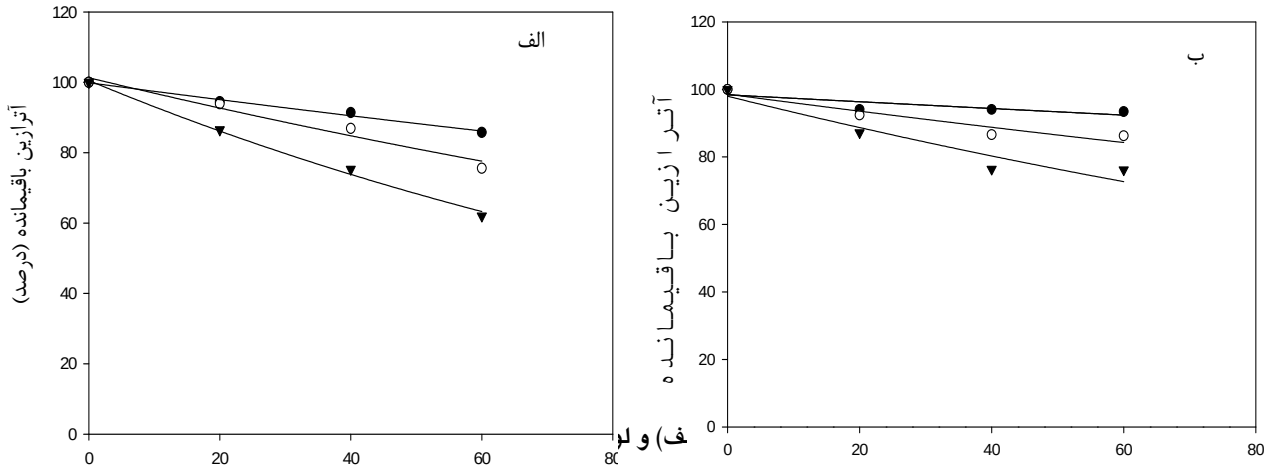
براساس نتایج آزمایش درصد باقیمانده آترازین ۲۰ و ۴۰ روز پس از خواباندن در خاک سبک با خاک سنگین اختلاف قابل توجهی مشاهده نشد، اما پس از ۴۰ روز با توجه به روند سرعت تجزیه در خاک سنگین، غلظت باقیمانده آترازین در خاک لوم شنی، به طور معنی‌داری کمتر از خاک سنگین بود(شکل ۲). از آنجا که براساس بررسی‌های انجام شده بافت خاک از مهمترین عوامل تأثیر گذار برماندگاری آفت‌کش‌ها محسوب می‌شود (۸،۱۵ و۲۵) به نظر می‌رسد نتایج این آزمایش نیز نشان از اختلاف در روند تجزیه آترازین در خاک‌های با بافت‌های مختلف دارد و توجه به این مهم می‌تواند در مدیریت کاربرد این علف کش مورد توجه باشد. تأثیر بافت خاک بر تجزیه آفت‌کش‌ها بسته به نوع آفت‌کش نتایج مختلفی را در پی

1- First order kinetic equation

خواهد داشت لذا اثرات متفاوت و پیچیده‌ای را بر ماندگاری و تجزیه آفت‌کش خواهد داشت(۱۰و۲۷).

(جدول ۱) - برخی ویژگیهای خاک‌های مورد مطالعه

خصوصیات	خاک لوم شنی	خاک رس سیلتی
درصد شن	۶۰/۴	۱۲/۰
درصد سیلت	۳۱/۳	۴۶/۰
درصد رس	۸/۳	۴۲/۰
pH کل اشباع	۸/۰۵	۸/۰۶
EC عصاره اشباع(dSm^{-1})	۲/۰۸	۳/۶۲
درصد کربن آلی	/۵۳	۰/۸۴
درصد نیتروژن کل	/۰۶۰	/۰۹۸
نسبت کربن به نیتروژن	۸/۸۳	۸/۵۷
درصد اشباع	۲۴/۳۵	۴۰/۰۰
درصد رطوبت ظرفیت زراعی	۷/۷	۱۶/۳
جمعیت باکتریها (تعداد در گرم خاک)	۱/۷۹۵×۱۰^{۶}	۲/۳۳۵×۱۰^{۶}



(جدول ۲)- پارامترهای برآورد شده توسط مدل نما

بافت خاک	دما (درجه سانتی گراد)	K (میلی گرم در روز)	C_0(درصد)	HT50(روز)	سطح احتمال	R^2
	۱۰	۰/۰۰۱(۰/۰۰۰۵)*	۹۸/۳۹(۱/۷۸)	۶۹۳	۰/۱۷	۰/۸۸
سبک	۲۰	۰/۰۰۲(۰/۰۰۰۶)	۹۸/۵۸(۲/۱۱)	۳۴۶/۵	۰/۰۵	۰/۹
	۳۰	۰/۰۰۵(۰/۰۰۱۱)	۹۸(۳/۵۷)	۱۳۸/۶	۰/۰۵۴	۰/۹۱
	۱۰	۰/۰۰۲۵(۰/۰۰۰۲)	۹۹/۸۷(/۶۹)	۲۷۷/۲	۰/۰۰۶۳	۰/۹۷
سنگین	۲۰	۰/۰۰۴۴(۰/۰۰۰۶)	۱۰۱/۳۱(۲/۰۸)	۱۷۵/۵	۰/۰۱۷	۰/۹۹
	۳۰	۰/۰۰۷۷(۰/۰۰۰۴)	۱۰۰/۵۳(۱/۲۶)	۹۰	۰/۰۰۲۹	۰/۹۹

* انحراف معیار

(ادامه جدول ۲)- مقایسات خطوط برازش داده در تیمارهای مختلف

تیمار	$S_1$20	$S_1$30	$S_2$10	$S_2$20	$S_2$30
$S_1$10	۶/۳۳**	۱۱/۸**	۲/۸۲**	۰/۱۲ns	۲/۲۲*
$S_1$20	-	۱/۷۳ns	۶/۶۵**	۲/۸۳*	۰/۵۳ns
$S_1$30	-	-	۱۰/۸۵**	۷/۰۵**	۲/۳*

$S_2$10	-	-	-	۲/۷*	۳/۳۲**
$S_2$20	-	-	-	-	۱/۹ns

s_1خاک بافت سنگین وs_2 ،خاک بافت سبک

* ، ** و ns بترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

از یک سو در خاک‌های سنگین به دلیل افزایش درصد رس، جذب سطحی آفت‌کش‌ها بیشتر است و این مسئله احتمالاً زیست فراهمی آنها را برای تجزیه زیستی کاهش خواهد داد. از سوی دیگر افزایش درصد رس سهم تجزیه هیدرولیزی آفت‌کش را نیز افزایش می‌دهد (۱۴و۱۶) این مهم به خصوص در ترکیباتی مانند آترازین که ساختار قطبی دارند، می‌تواند در جذب سطحی و ماندگاری آنها نقش مهمی داشته باشد. برای مثال ابتو و کایتو در مطالعه خود دریافتند که ساختار قطبی آترازین و لینورون نقش مهمی در قابلیت جذب و ماندگاری این‌دو علف‌کش در خاک دارد. نامبردگان مشاهده کردند که لینورون از آترازین قطبی تر است و به نسبت بیشتری جذب ذرات خاک می‌شود و این مورد احتمال تجزیه هیدرولیزی آن را افزایش خواهد داد (۱۳). از آنجا که فرایند هیدرولیز هم در شرایط اسیدی و هم در شرایط بازی افزایش می یابد، لذا آفت‌کش‌هایی که در شرایط اسیدی بهتر هیدرولیز می‌شوند به دلیل خاصیت پروتون دهی سطوح رس، زمانی که آفت‌کش جذب آنها می‌شود، بهتر تحت تأثیر و اکنش هیدرولیز قرار می‌گیرند (۹). در آفت‌کش‌هایی مثل متامیترون که در شرایط قلیایی هیدرولیز آنها افزایش می‌یابد، این نقش رس بی‌تأثیر است (۹). اما در آترازین که هیدرولیز آنها هم در شرایط اسیدی و هم در شرایط قلیایی انجام می گیرد، و با توجه به اسیدیته خاکهای مورد مطالعه(جدول ۱) به نظر می رسد افزایش درصد رس در خاک بافت سنگین، احتمالاً در اثر هیدرولیز در شرایط قلیایی در سرعت تجزیه آترازین نقش داشته باشد که اختلاف ضریب تجزیه آترازین (جدول ۲) در دو بافت خاک نیز بر این مهم دلالت دارند. بافت خاک احتمالاً از طریق تأثیر بر جمعیت میکروبی خاک نیز در تجزیه آترازین نقش داشته است. به طور کلی جمعیت میکروبی در خاک‌های ریز بافت بیشتر از درشت بافت است و این مسئله در خاک‌های مورد مطالعه نیز مشهود است (جدول ۱). از آنجا که تجزیه هیدرولیزی و بویژه تجزیه میکروبی، مهمترین فرایندهای تعیین کننده سرنوشت آترازین در خاک هستند (۵،۶،۱۹،۲۱) با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش، سرعت تجزیه بیشتر آترازین در خاک بافت سنگین احتمالاً به دلیل نقش هر دو فرایند تجزیه هیدرولیزی و میکروبی در خاک بافت سنگین باشد.

بیشتر بودن جمعیت باکتریهای خاک با بافت ریز ممکن است به دلیل مواد آلی بیشتر در این خاک‌ها باشد که با نتایج خاکشناسی این آزمایش نیز مطابقت دارد. در این ارتباط مطالعات داخل و همکاران (۱۱) نیز نشان دادند که سرعت تجزیه آمیترول در درشت‌ترین بافت در حدود نصف سرعت تجزیه در ریزترین بافت است. دی و همکاران (۱۲) نیز با بررسی نقش بافت خاک برتجزیه آمیترول مشاهده کردند که سرعت تجزیه آمیترول در خاک ریز بافت به مراتب بیشتر از خاک درشت بافت است. مطالعات انجام شده توسط فروزان گوهر و همکاران(۱۴) نیز ضمن اشاره به اهمیت خاک‌های ریز بافت در تجزیه آترازین، تجزیه میکروبی و هیدولیز را دو فرایند اصلی تعیین کننده سرنوشت آترازین معرفی کردند.

از آنجا که در این آزمایش سهم مکانیسم آبشویی آترازین در سرنوشت آن صفر بوده است و با توجه به قابلیت خسارت‌زایی آترازین در محصولات زراعی (۱۷) و اینکه سرعت تجزیه آترازین در خاک بافت ریز بیشتر است، احتمالا خطر خسارت‌زایی آترازین بر محصول بعدی در خاک بافت ریز کمتر از خاک بافت درشت باشد. از طرف دیگر در خاک‌های بافت درشت به دلیل آبشوبی بیشتر احتمالا خطر آلودگی آبهای زیرزمینی به این آفت‌کش بیشتر باشد. مطالعات انجام شده نیز به این مهم اشاره کرده اند که آبشویی در آفت‌کش‌های قطبی از قبیل آترازین در خاکهای بافت درشت بیشتر است و این یافته‌ها می‌توانند گواهی بر نتایج این آزمایش باشند.

براساس نتایج آزمایش (شکل ۲ و جدول ۲) درجه حرارت تأثیر معنی‌داری را بر سرعت و درصد تجزیه آترازین داشت. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تاثیر درجه حرارت در خاک سنگین به مراتب بیشتر از خاک سبک بود. به طوریکه پس از ۶۰ روز درصد باقیمانده آترازین در خاک سبک در درجه حرارت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ به ترتیب ۹۳/۳۹، ۸۴/۲۴ و ۷۶/۱۸ و در خاک سنگین ۸۵ ، ۷۵/۵۹ و ۶۲ درصد بود. از آنجا که تجزیه شیمیایی و میکروبی دو فرایند اصلی تعیین کننده سرنوشت آترازین در خاک هستند و این دو فرایند وابسته به درجه حرارت هستند. به نظر می‌رسد، افزایش درجه حرارت هم از طریق افزایش سرعت واکنش‌های هیدرولیزی (تجزیه شیمیایی) و هم از طریق افزایش فعالیت میکروبی نقش مهمی در تجزیه آترازین داشته اند (۲۶). اعتقاد بر این است که این مسأله ماندگاری آفت‌کش‌ها (در اینجا آترازین) در خاک‌های مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری را کاهش و در مناطق سردسیری و معتدله آترازین ماندگارتر خواهد بود. این مساله احتمالاً مشکل بقایای آترازین را در خاک‌های مناطق سردسیری و معتدله برای محصو لات بعدی را افزایش می‌دهد(۲۴). روند تغییرات تجزیه آترازین نشان می‌دهد (شکل ۲ و جدول ۲) که دمای ده درجه سانتی گراد در خاک سبک تأثیر معنی‌داری بر تجزیه آترازین نداشت و کمترین سرعت تجزیه

آترازین نیز در خاک سبک و دمای ۱۰ درجه سانتی گراد مشاهده شد. از آنجا که سرعت واکنش‌های هیدرولیزی با دما رابطه مستقیمی دارد. این رابطه به خوبی توسط معادله آرنیوس قابل توصیف است. به طوریکه براساس این معادله به ازاء هر ده درجه افزایش دما، سرعت واکنش‌های هیدرولیزی دو برابر می‌شود. بررسی روند تغییرات ضریب تجزیه آترازین (k) (جدول ۲) نیز نشان از تبعیت سرعت تجزیه آترازین از درجه حرارت و معادله مذکور دارد و علت اختلاف اندک آن به دلیل تاثیر درجه حرارت بر تجزیه میکروبی و تاثیر برتجزیه زیستی باشد. بنابراین در دمای۱۰ درجه در بافت مذکور علاوه بر تأثیر درجه حرارت برکاهش سرعت واکنش هیدولیزی به دلیل درصد کم رس و نیز کاهش فعالیت ریز موجودات با توجه به جمعیت اندک کمترین سرعت تجزیه حاصل شود. با توجه به اینکه تجزیه ترکیبات آلی در خاک تحت تأثیر جمعیت ریز موجودات و نیز شرایط دمایی حاکم بر محیط می‌باشد. توجه به این مهم در پیش‌بینی ماندگاری این آفت‌کش در شرایط اقلیمی مختلف مفید باشد. به طوریکه انتظار بر این است که در مناطق سردسیری در صورت کاربرد آترازین ماندگاری آن بیشتر از مناطق معتدله و گرمسیری است (۲۴). بررسی روند تغییرات نیمه عمر آترازین در این آزمایش (جدول ۲) نیز ضمن اینکه دلالت بر پایداری نسبتاً بالای آترازین دارد. نشان می‌دهند که نیمه عمر آترازین رابطه معنی‌دار و مستقیمی با بافت و درجه حرارت خاک دارد. در تمام سطوح درجه حرارت در بافت ریز تجزیه آترازین با اختلاف معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۰۱) بیشتر از خاک بافت درشت است. بیشترین نیمه عمر آترازین در خاک سبک و ۱۰ درجه سانتی گراد(۶۹۳ روز) مشاهده شده و کمترین آن در بافت سنگین و در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد(۹۰ روز) بود و افزایش درجه حرارت تأثیر معنی‌داری را در هر دو خاک بر روند کاهش نیمه عمر آترازین داشت و تغییرات آن از قانون آرینوس تبعیت می کند.

منابع مختلف بسته به شرایط موجود آترازین را یک ترکیب آلی یا نیمه عمر متوسط به بالا گزارش کرده‌اند براساس گزارشات موجود نیمه عمر آترازین از ۶ روز (۲۲) تا بیش از یک سال گزارش شده است (۲۶) مولر و همکاران (۲۳) در ارزیابی تأثیر ویژگی‌های خاک مزرعه بر تجزیه آترازین، اختلاف در ویژگی‌های خاک از قبیل بافت و درجه حرارت را از عوامل مهم و تاثیر گذار بر نیمه عمر آترازین گزارش کرده اند. نامبردگان اشاره کرده اند که توجه به ویژگی‌های خاک در ارزیابی نیمه عمر آترازین مهم و تعمیم نیمه عمر به شرایط اقلیمی مختلف منطقی نیست.

به طور کلی نتایج این آزمایش ضمن تأکید بر پایداری نسبتاً بالای آترازین در خاک نشان می‌دهد که توجه به ویژگی‌های اقلیمی می‌تواند در مدیریت کاربرد این علف کش در جهت کاهش آلودگی و خسارت به محصولات زراعی موجود در تناوب مفید باشد. به طوریکه در خاک‌های با بافت مختلف کاربرد این علف‌کش با مقدار برابر توصیه نمی‌شود و به نظر می‌رسد به دلیل پتانسیل سرعت تجزیه آترازین در خاک ریز بافت، کاربرد آن در این خاکها عملی باشد. با این وجود پیشنهاد می شود آزمایشهای تکمیلی در شرایط مزرعه در این جهت صورت گیرد. از طرف دیگر مدیریت دمای خاک چه از طریق کاربرد مالچها و یا کاربرد مواد آلی در تجزیه آن نقش داشته و در محصولات بعدی درجه اطمینان کاهش محصول را بالاتر می‌برد.

منابع

۱- زند ا.، باغستانی م. ع. ، شیمی پ. و فقیه س. ا. ۱۳۸۱. تحلیلی بر مدیریت سموم علف کش در ایران. ۴۱ ص.

2- Anping D., Frank M., and Kolar V. 1999. Determination of atrazine in soil samples by ELISA using polyclonal and monoclonal antibodies. Food and Agric. Immun.,11:135-144.

3- Assaf N.A, and R.F. Turco. 1994. Influence of carbon and nitrogen application on the mineralization of atrazine and its metabolites in soil. Pestic. Sci.,24:1156-1162.

4- Barriuso E., and calvel R. 1992. Soil type and herbicide adsoption. J. Environ. Anal. Chem., 46:117-128.

5- Blumhorst M.K., 1996. Experimental parameters used to study pesticide degredation in soil. Weed Tech. 10:169-173.

6- Blumhorst M.R, and Webber J.B. 1996. Chemical versus microbial degredation of cyanazin and atrazine in soils. Pestic. Sci., 42:79-84.

7- Buelk S., Igor G.D., Colin D.B., and Bernhard G. 2000. Simulation of pesticide persistence in the field on the basis of laboratory data. A Review. J. Environ. Qual., 29:1371-1379.

8- Buelk S., Vendy W.B., Colin D.B., Mattew M., and Allan W. 2005. Evaluation of simplifying assumption on pesticide degradation in soil. J. Environ. Qual.34:1933-1943.

9- Charles R.W, and Raymond J.H. 1991. The pesticide manual: a world compendium. Published by the british crop protection concil. Surrey. UK.

10- Cupples A.M., Sims G.K., Hultgren R.P., and Hart S.E. 2000. Effect of soil conditions on the degredation of cloransulam-methyl. J. Environ. Qual. 29:786-794.

11- Dakhel N., Barriuso E., Charnay M.P., Touratier C.H., and Ambrosi D. 2001. Amitrole degredation in vineyard soils in relation to pedo-climatic conditions. Biol Fertil. Soils. 33:490-494.

12- Day B.E., Jordan L.S., and Hendrixon R.T. The decomposition of amitrol in California soils. Weeds 9:443-456
13- Ebeto M., and koyo Y. 2005. Methods for estimating competitive adsorption of herbicides on soils. J. Pest. Sci. 30:220-224.
14- Forouzangohar M., Hagnia G.H., and Koocheki A. 2005. Organic amendment to enhance atrazine and metamitron degradation in two contaminated soils with contrasting textures. Soil Sci. Cont., 14:245-355.
15- Halloway K.L, Kookana R.S., Noy D.M., Smith J.G., and Wilhelm N. 2006. Persistence and leaching of sulfonylurea herbicides over a 4-year period in the highly alkaline soils of growth eastern . Aus. J. Exp. Agric., 46:1069-1076.
16- Itoh K., Ikushima T., Suyama K., and Yamamoto H. 2003. Evaluation of pesticide effects on microbial communities in a paddy soil comparing with that caused by soil flooding. J. Pestic. Sci. 28:51-54.
17- 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.
18- Konda L.N., and Pasztor Z. 2001. Environmental distribution of acetochlor, atrazine, chlorpyrifos and propischlor under field conditions. J. Agric. Food Chem., 49:3859-3863.
19- Leavit R.A, James J.K., Bunkelman J.R., and Hollingworth R.M. Assessing atrazine in soil following a sever drought. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 46:22-29.
20- Lin C.H., Lerch R.N., Garrett H.E., Johnson W.G., Jordan D., and Georg M.F. 2003. The effect of five forage species on transport and transformation of atrazine and isoxaflutole(Balance) in lysimeter Leachate. J. Environ. Qual., 32:1999-2000.
21- Moorman T.B., Cowan J.K., Arthur E.L., and Coats J.R. 2000. 0rganic amendment to enhance herbicide biodegradation in contaminated soil. Biol. Fertil. Soils., 33:541-545.
22- Mueller K., Smith R.E., James T.K., Holland P.T., and Rahman A. 2003. Prediction of field atrazin persistence in an allophonic soil with Opuse2. Pest. Manag. Sci., 60:447-458.
23- Mueller K., Smith R.E., James T.K., Holland P.T., and Rahman A. 2003. Spatial varability of atrazine dissipation in an allophonic soil. Pest. Manag. Sci., 59:893-903.
24- Racke K.D., Skidmore M.W., Hmilton D.J., Unsworth J.B., Miyamoto J., and Cohen S.Z. 1997. Pesticide fate in tropical soils. Pure. Appl. Chem.69:1349-1371
25- Schoenau, J.J., A.M. Szmigielski, and R.C. Eliason. 2005. The effect of landscape position on residual herbicide activity in prairie soils. Pages 42-52 in R. C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Sience and Mnagement. Topics in Canadian weed science, volume 3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec.
26- 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.
27- Tasli S., Patty L., Boetti H., Ravanel P., Vachaud G., Schrff C., Favre-Bonvin J., Kauadji M., and M. Tissut. 1996. Persistence and leaching of atrazine in corn culture in the experimental site of La Cote Saint Andre(Isere, France). Arch. Environ. Contam. Toxicol., 30:203-212.
28- Theng B.K.G., Kookana R.S., and Rahman A. 2000. Environmental concerns of pesticides in soil and groundwater and management strategies in oceania In: Huang P.M., and I.K. Iskandar. Soil and groundwater pollution and remediation. CRC Press. Boca Raton. Florida.

Journal of Plant Protection
Vol. 23, No. 1, Spring-Summer 2009, p. 81-88

مجله حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۸۸، ص ۸۸-۸۱

Effect of soil texture and temperature on atrazine degradation and its half-life

E. Izadi[1]* - M. H. Rashed Mohassel[2] - E. Zand[3] - M. Nassiri mahalati[4] - A. Lakzian[5]

Abstract

In order to study the effects of soil texture and temperature on atrazine degradation, an experiment was conducted in completely randomized design with factorial arrangement and 3 replications. Experimental factors included, soil texture (sandy loam and silty clay), temperature (10, 20 and 30 ^{o}C) and 4 incubation periods (0, 20, 40 and 60 days). Soil was spiked with atrazine at a rate of 50 mg/kg soil and atrazine residue was measured with HPLC. Results showed that soil texture and temperature had significant effects on atrazine degradation rate. The highest and lowest degradation rate observed in clay soil (30 ^{o}C) and sandy soil (10 ^{o}C) with degradation rate coefficient of 0.0077 and 0.001, respectively. Atrazine half-life in clay soil was lower than sandy soil. At 10, 20 and 30 ^{o}C atrazine half-life was 693, 364.5 and 138.6 days for sandy soil and 277.2, 157.5 and 90 days for clay soil, respectively. Based on these results it is expected that atrazine persistence would be lower in clay soils with higher temperature.

Key words: Atrazine (Aaterax), Soil texture, Temperature, Half-life, Persistence

(* - Corresponding author Email: eizadi2000@yahoo.com)
1 - 2,4,5- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and 3, Plant Protection Research Institute