بررسی تاثیر پالاینده‌های آلی بر تجزیه شیمیایی و زیستی علف کش آترازین در خاک

احسان رنجبر، غلامحسین حق نیا، امیر لکزیان و امیر فتوت

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد Ehsanran@yahoo.com و اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

آترازین یکی از پرمصرف‌ترین و رایج‌ترین علف‌کشها در جهان می‌باشد و برای نابودی علف‌های هرز پهن‌برگ کشتزارهای ذرت، سورگم و نیشکر بکار می‌رود (۱). کاربرد گسترده و ماندگاری زیاد آن در زیست‌بوم آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی را در پی دارد و به دلیل ایجاد سمیت در جانوران و سرطان‌زا بودن آن برای انسان، خاستگاه نگرانی‌های زیادی شده است (۱، ۲، ۶). سرعت تجزیه آترازین در خاک اندک است و زیر تاثیر عواملی همچون تاریخچه مصرف، مواد غذایی خاک و حضور ریزجانداران قرار می‌گیرد. نیمه‌عمر دگرگونی ماهیت آترازین به متابولیت‌های غیر سمی از ۶۰ روز تا یک سال گزارش شده است و کمتر از ۴۰ درصد علف‌کش مصرف‌شده، کاملا معدنی می‌شود (۱، ۳، ۶، ۷). از این رو، بیشترین بخش آترازین و متابولیت‌های آن به آرامی در آب زیر زمینی رخنه می‌کنند و یا همراه با فرایند فرسایش وارد آبهای سطحی می‌گردند. تجزیه شیمیایی آترازین در پی جداشدن گروه کلر از ساختار حلقوی آن طی فرایند هیدرولیز انجام می‌پذیرد و محصول آن هیدروکسی آترازین خواهد بود. این رخداد را ذرات رس و ماده‌آلی خاک شدت می‌بخشند (۱ و ۳). با تجزیه زیستی، ترکیبات هیدروکسی آترازین و متابولیتهای N–دی‌آلکیل تولید می‌شوند و فروپاشیدن ساختار حلقه تریازین آخرین گام در تجزیه کامل آترازین است (۵).

آفت‌کش‌ها به‌عنوان منبع کربن و نیتروژن در رشد میکروبی خاک دخیل هستند. برخی گزارشها نشان می‌دهند که افزودن ماده‌آلی به خاک تجزیه آترازین را کاهش می‌دهد. وجود کمپوست، خاک‌اره، گلوکز و برخی دیگر از مواد آلی در خاک اگرچه جمعیت و فعالیت ریزجانداران را افزایش می‌دهد، لیکن تاثیری واژگونه بر تجزیه آترازین بر جای می‌نهد (۵ و ۶). افزودن مواد آلی با نسبت C/N بالا باعث می‌گردد تا نیتروژن محدود گردد و جمعیت میکروبی خاک بر سر تصاحب منابع نیتروژنی دارای پیوند استوارتر، مانند تریازین‌های

متقارن، به رقابت بپردازند. چگونگی تاثیر نیتروژن افزوده به خاک با نوع و مقدار آن تغییر می‌کند. نیتروژن آلی موجود در کود حیوانی، معدنی‌شدن آترازین را افزایش می‌دهد، اما نیتروژن معدنی تجزیه علف‌کش را به تعویق می‌اندازد (۴).

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر مواد آلی با نسبت‌های مختلف C/N در ۶ سطح (تیمار بدون ماده آلی بعنوان شاهد، کمپوست، کود گاوی، خاک اره، گلوکز و نشاسته) به میزان ۵٪ وزنی بر تجزیه شیمیایی و زیستی آترازین در یک خاک لوم سیلتی در ۳ تکرار و در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد.

تیمارهای اصلی در این آزمایش عبارتند از: تیمار خاک فعال (خاک غیر استریل) و تیمار خاک استریل، که تیمارهای مواد آلی و تیمار نیتروژن معدنی به صورت NH_4NO_3 (در دو سطح صفر و ۲۵۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم خاک) به آن افزوده شدند.

برای تهیه تیمار خاک استریل، نیمی از کل نمونه ها با افزودن ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ماده سمی $HgCl_2$ استریل شدند(۳) و در طول دوره آزمایش رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی نگاه داشته‌شد.

با این رویه می‌توان با مراجعه به نتایج حاصل از آنالیز نتایج تیمارهای خاک فعال و خاک استریل، سهم تاثیر فعالیت ریزجانداران و فرایندهای شیمیایی خاک را بر تجزیه آترازین مشخص کنیم. همچنین، دلیل انتخاب تیمارهای آلی اشاره شده، فراهم آوردن موادی با گستره وسیع نسبتهای C/N و مطالعه تاثیر این روئد بر تجزیه آترازین می‌باشد. نمونه‌ها در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد برای ۶۰ روز خوابانده شدند و پس از ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز، آترازین باقیمانده در خاک استخراج شد و با دستگاه HPLC جداسازی و اندازه‌گیری گردید.

برای بررسی فعالیت میکروبی، ظروف حاوی نمونه‌های خاک فعال، درون ظرفهای استوانه‌ای شیشه‌ای گذاشته شدند و درون آنها ۱۰۰ میلی‌لیتر سود ۰/۰۵ نرمال ریخته شد. هر سه روز یکبار ۱۰ میلی‌لیتر کلرور باریم ۰/۵ مولار و چند قطره فنل فتالئین به سود افزودیم و با اسید کلریدریک ۰/۰۵ نرمال تیتر کردیم. بدین روش تنفس میکروبی که شاخصی از فعالیت میکروبی می‌باشد توسط روش تثبیت CO_2 در سود اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

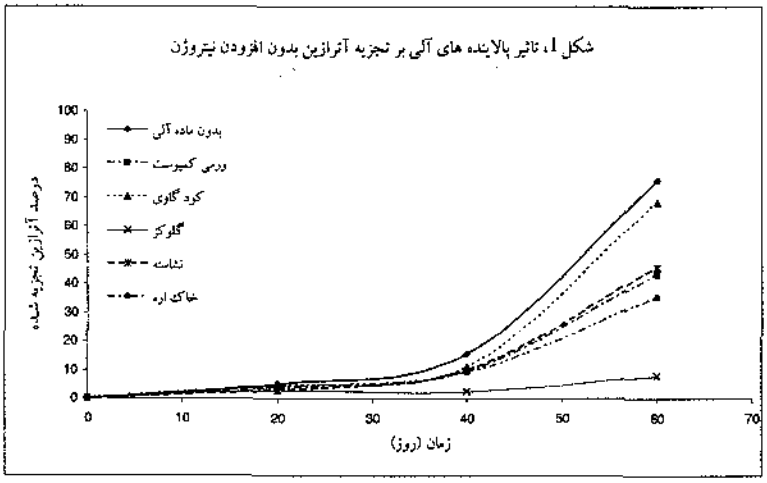
بر پایه نتایج بدست آمده از این آزمایش، نیم عمر آترازین کمی بیش از ۶۰ روز بود که مقایسه آن با دیگر پژوهش‌ها از تجزیه نسبتاً سریع آترازین حکایت می کند. افزودن ماده‌آلی تاثیر معنی داری بر تجزیه آترازین گذاشت و هیچ یک از پالاینده‌ها مانع از تجزیه آترازین نشدند. میزان تجزیه آترازین در غیاب نیتروژن پس از ۶۰ روز در تیمار خاک بدون پالاینده آلی ۷۶ درصد و در تیمار کود گاوی ۶۸/۳ درصد از کل آترازین افزوده به خاک بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد. این در حالی است که مقدار CO_2 آزادشده بر اثر تجزیه آترازین در این دو تیمار در همین مدت به ترتیب برابر با ۸۲/۵ و ۹۰ درصد بود که از لحاظ آماری سنخیتی با یکدیگر ندارند، (شکل ۱ و۲).

تجزیه آترازین در تیمارهای ورمی‌کمپوست و نشاسته به ترتیب ۴۳ و ۴۵ درصد بود که تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. با این وجود میزان CO_2 آزاد شده در این دو تیمار با هم متفاوت بود. در تیمار گلوکز، آترازین کمتر از هر تیمار دیگری تجزیه گردید اما درصد CO_2 حاصل از تنفس ریزجانداران در این تیمار از لحاظ آماری با دیگر تیمارها برابر بود. همچنین، نسبت C/N مواد آلی افزوده به خاک با شدت تجزیه آترازین همبستگی نداشت.

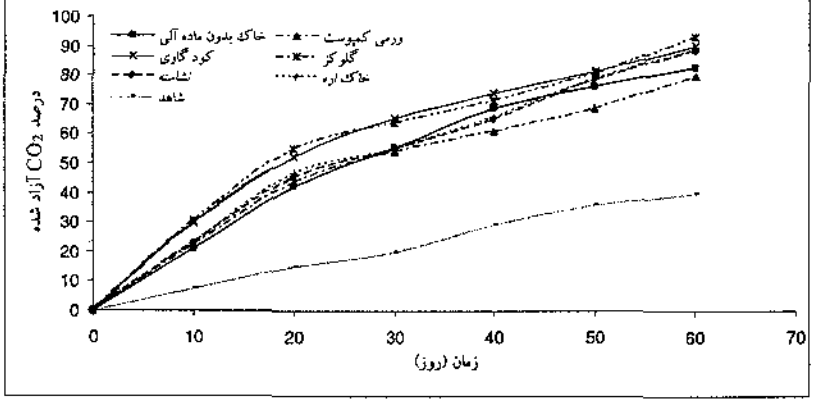
مشاهدات این حقیقت را بازگو می‌کنند که احتمالاً جمعیت و شدت فعالیت ریزجاندارن تجزیه کننده آترازین نشانه مناسبی برای میزان تجزیه آفت‌کش نمی‌باشد و روند تجزیه تحت تاثیر نسبت C/N پالاینده آلی قرار نمی‌گیرد. همچنین، نوع پیوندهای کربن و نیتروژن مواد آلی احتمالا تاثیر زیادی بر جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک دارد. ترکیبات ساده‌تر، مانند گلوکز، به آسانی توسط ریزجانداران تجزیه می‌شوند و منبع مناسبتری برای فراهم آوردن کربن و نیتروژن هستند، لذا، تجزیه آترزاین را به تاخیر می‌اندازند.

این آزمایش نشان داد که، در تمامی تیمارهایی که نیتروژن معدنی را به صورت NH_4NO_3 دریافت نمودند، شدت تجزیه آترازین بسیار کمتر از تیمارهای بدون نیتروژن معدنی بود. شاید دلیل آن فراهمی بیشتر نیتروژن معدنی در مقایسه با نیتروژن آلی باشد. دیگر آنکه، تجزیه زیستی فرایند اصلی دگرگونی آترازین بود و فرایندهای شیمیایی در سایه آن قرار می‌گرفتند و سهم اندکی در تجزیه آترازین داشتند.

شکل 1، تاثیر پالاینده های آلی بر تجزیه آترازین بدون افزودن نیتروژن



شکل 2، درصد CO_2 آزاد شده از خاک در حضور آترازین و ماده آلی



منابع مورد استفاده

۱- فروزان گهر، محسن. ۱۳۸۱. بررسی روند تجزیهٔ دو علف کش آترازین و متامیترون در پاسخ به نوع و مقدار مادهٔ آلی و بافت خاک آلوده. پایان نامه کارشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

2- Kalkhoff, S. J., K. E. Lee, S. D. Porter, P. J. Terrio, and E. M. Thurman. 2003. Herbicides and Herbicide Degradation Products in Upper Midwest Agricultural Streams during August Base-Flow *Conditions. J. Environ. Qual. 32:1025–1035.*

3- Moorman T.B., J.K. Cowan, E.L. Arthur and J.R. Coats. 2001. Organic amendments to enhance herbicide biodegradation in contaminated soils. Biol. Fertil. Soils. 33: 541-545.

4- Newcombe, D.A. and D.E. Crowley. 1999. Bioremediation of atrazine contaminated soil using repeated applications of atrazine-degrading bacteria. Applied Microbiol. Biotech. 51: 877-882.

5- Ralebitso, T. K., E. Senior, and H. W. van Verseveld. 2002. Microbial aspects of atrazine degradation in natural environments. Biodeg. 13:11–19.

6- Smith, D., S. Alvey and D. E. Crowley. 2005. Cooperative catabolic pathways within an atrazine-degrading enrichment culture isolated from soil. FEMS Microbiol. Ecology. In press.

7- Ying G.G., R.S. Kookana and M. Mallavarpu. 2005. Release behavior of triazine residues in stabilized contaminated soils. Environ. Pollut. 134: 71–77.