تأثیر مواد آلی و بافت خاک بر تجزیه علف کش های آترازین و متامیترون

محسن فروزان گهر، غلامحسین حق نیا، امیر لکزیان و فروزان طباطبایی یزدی
به ترتیب: دانشجوی‌سابق‌کارشناسی ارشد، استاد، استادیارگروه خاکشناسی وکارشناس‌گروه علوم دامی دانشگاه‌فردوسی‌مشهد

مقدمه

تجمع آلاینده های آلی در محیط زیست امکان آسیب های زیست محیطی گوناگونی را ایجاد کرده است. در این میان آفت کش ها و ازجمله علف کش ها به دلیل استفاده گسترده در سراسر جهان نقش چشمگیری در آلودن خاک و آب داشته اند. مطالعه تجزیه و سرنوشت آفت کش ها در خاک هم به منظور حفظ کیفیت محیط زیست و هم بهینه سازی فعالیت های کشاورزی، ضروری است. کارایی آفت کش ها در کنترل آفات و رفتار آنها در محیط زیست، هر دو زیر تأثیر شرایط و عوامل محیطی قرار می گیرند (۵). بررسی چگونگی تأثیر عوامل های متفاوت محیطی بر سرنوشت آفت کش ها در خاک، به منظور پیش بینی خطرهای زیست محیطی و دستیابی احتمالی به روش های کارامد و کم هزینه برای کنترل آلودگی ها از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد (۱۰). در این پژوهش روند تجزیه علف کش های آترازین و متامیترون در دو خاک سبک و سنگین، و نیز تأثیر مواد آلی (کود دامی، کمپوست و ورمی کمپوست) بر تجزیه آنها بررسی گردید.

مواد و روشها

یک خاک سبک دارای بافت لومی شنی (به ترتیب ۵۸، ۳۱ و ۱۱ درصد شن، سیلت و رس) و یک خاک دارای بافت رسی سیلتی (به ترتیب ۵، ۴۵ و ۵۰ درصد شن، سیلت و رس) در نزدیکی مشهد انتخاب شد و از عمق ۰ تا ۲۵ سانتیمتر خاکرخ نمونه برداری انجام گردید. جمعیت میکروبی خاک سبک $۳*۱۰^{۶}$ و جمعیت میکروبی خاک سنگین $۶*۱۰^{۸}$ باکتری در گرم خاک بود. مواد آلی مورد استفاده شامل کوددامی، کمپوست و ورمی کمپوست دارای نسبت C/N به ترتیب ۱۹/۱۹ ، ۳۲/ ۲۱ و ۱۸/۵۰ بود. نمونه های خاک به علف کش های آترازین و متامیترون با غلظت ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک آلوده شد. مقادیر ۰ ، ۰/۵ و ۲ درصد کوددامی، کمپوست و ورمی کمپوست به خاک افزوده شد. رطوبت نمونه ها در طول دوره های خواباندن ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز در حد رطوبت معادل ظرفیت مزرعه حفظ شد. دمای اینکوباتور ۲۸ درجه سانتیگراد انتخاب گردید. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی بصورت فاکتوریل ۲*۳*۳ با سه تکرار برای دو علف کش آترازین و متامیترون اجرا شد. درپایان دوره‌های خواباندن علف‌کش باقیمانده از نمونه ها استخراج و به وسیله HPLC جداسازی و اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه تفاوت چشمگیری در سرعت تجزیه علف کش های آترازین و متامیترون در خاک مشاهده شد. به این ترتیب که متامیترون با سرعت خیلی بیشتری نسبت به آترازین تجزیه شد. در پایان دوره خواباندن ۶۰ روز ۷۲/۰ درصد از آترازین و ۱/۲ درصد از متامیترون در خاک باقی مانده بود. در این آزمایش و خاکهای مورد مطالعه نیمه عمر آترازین بیشتر از ۶۰ روز و نیمه عمر متامیترون کمتر از ۲۰ روز بود. بطور کلی اختلاف آفت کش ها از نظر سرعت تجزیه را باید به دلیل تفاوت خصوصیات مولکولی آنها دانست. اختلاف غلظت باقیمانده میان دو علف کش آترازین و متامیترون احتمالاً به تفاوت آنها از نظر تجزیه پذیری شیمیایی و زیستی مربوط می شود. با توجه به قطبی تر بودن متامیترون (K_{ow} = ۶/۸) نسبت به آترازین (K_{ow} = ۲۱۹) احتمال دارد سرعت واکنش هیدرولیز شیمیایی متامیترون بیشتر باشد. در منابع متعدد آترازین بعنوان یک علف کش ماندگار در خاک گزارش شده است. چارلز و ریموند (۴) نیمه عمر ۶۰ تا ۱۵۰ روز را برای آترازین در خاک گزارش کردند. آسینلی و همکاران (۱) در یک خاک سطحی هوازی سترون نشده نیمه عمر ۴۹ روز و در بخش زیر سطحی همان خاک نیمه عمر ۱۱۹ روز را گزارش کردند که این نتایج سهم چشمگیر فرایندهای تجزیه زیستی در تغییر شکل این علف کش را نشان میدهد.

از طرفی مطالعات مختلف نشان داده است نیمه عمر آترازین در خاک افزون بر شرایط و عوامل خاک به غلظت این علف کش و پیشینه مصرف آن در خاک بستگی دارد (۱۰). میلر و همکاران (۹) بیان کردند که نقش تجزیه زیستی در تغییر شکل کلی آترازین در خاک مهم تر از نقش فرایندهای شیمیایی آن میباشد.

در این مطالعه میان غلظت باقیمانده آترازین و متامیترون در خاک لومی شنی و رسی سیلتی تفاوت معنی دار وجود داشت. باقیمانده آترازین پس از گذشت ۶۰ روز از شروع آزمایش در خاک لومی شنی ۸۴/۰ درصد و در خاک رسی سیلتی ۰/ ۶۱ درصد مقدار اولیه بود. باقیمانده متامیترون پس از گذشت ۲۰ روز از شروع آزمایش در خاک لومی شنی ۷/۰ درصد و در خاک رسی سیلتی ۴/۶ درصد مقدار اولیه بود. بافت خاک به احتمال اثرات پیچیده ای روی تجزیه آفت کش ها در خاک دارد. از یک سو هر چه بافت خاک سنگین تر و درصد نسبی ذرات رس بیشتر شود جذب آفت کش ها بیشتر خواهد شد. این امر زیست فراهمی آفت کش ها را کاهش می دهد (۱۳). از سوی دیگر ذرات رس قادرند نقش هیدرولیز در تجزیه شیمیایی مولکول آفت کش ها را افزایش دهند (۳). بافت خاک با تأثیر روی جمعیت و فعالیت میکروبی احتمالاً تجزیه میکروبی آفت کش ها در خاک را زیر تأثیر قرار میدهد. بطور کلی جمعیت میکروبی در خاک های ریز بافت بیشتر از جمعیت میکروبی خاک های درشت بافت است. جمعیت میکروبی بیشتر احتمالاً دلیلی برای تجزیه میکروبی بیشتر است. خاکهای مورد مطالعه نیز تفاوت قابل ملاحظه ای از نظر جمعیت میکروبی دارند بطوریکه در خاک ریزبافت تعداد باکتریها حدود ۱۰۰ برابر خاک درشت بافت است. در این رابطه داخل و همکاران (۶) طی مطالعه تجزیه آمیترول در هشت خاک با بافت های متفاوت نتیجه گرفتند که سرعت تجزیه در درشت بافت ترین خاک حدوداً نصف سرعت تجزیه در ریزبافت ترین خاک است. دی و همکاران (۷) نیز مشاهده کردند تجزیه آمیترول در خاک ریز بافت به مراتب سریع تر از خاک درشت بافت است.

بطورکلی در این مطالعه میان تیمارهای متفاوت نوع ماده آلی پالاینده (کوددامی، کمپوست و ورمی کمپوست) تفاوت معنی‌داری دیده نشد. لیکن میان شاهد که افزایش ماده آلی در آن صورت نگرفت و مقدار ۰/۵ و ۲ درصد تفاوت معنی داری دیده شد. میان تأثیر ۰/۵ و ۲ درصد ماده آلی نیز اختلافی وجود نداشت. پس از گذشت ۶۰ روز در تیمارهای شاهد ، ۰/۵ و ۲ درصد ماده آلی به ترتیب ۸۷/۸ ، ۶۳/۳ و ۶۶/۲ درصد از $mg.kg^{-1}$ ۵۰ غلظت اولیه آترازین در خاک باقی مانده بود. باقیمانده علف‌کش متامیترون در خاک پس از گذشت ۲۰ روز از شروع آزمایش بطور متوسط در تیمارهای شاهد، ۰/۵ و ۲ درصد ماده‌آلی به ترتیب ۸/۵ ، ۴/۵ و ۴/۳درصد بود. در مجموع مطالعات متعدد نشان داده اند که افزایش ماده آلی به خاک سبب تقویت جمعیت و فعالیت میکروبی خاک و از جمله گونه های تجزیه کننده آلاینده های آلی در خاک میشود که در نتیجه آن تجزیه مولکول های آلاینده در خاک شدت پیدا میکند (۳، ۱۱، ۱۳). مولکول آفت کش ها از جمله آترازین و متامیترون که در ساختمانشان افزون بر کربن دارای نیتروژن هستند، بعنوان منبع کربن و انرژی به وسیله میکروارگانیسم ها مورد استفاده قرار میگیرند. این عمل به ویژه زمانی که منابع فراهم تر کربن و نیتروژن در خاک مصرف شده باشد، از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد شد (۲). افزون بر تأثیر ماده آلی در تجزیه میکروبی، اسکیپر و همکاران (۱۲) نشان دادند که سطوح مواد آلی در خاک جدا شدن گروه کلرید (Cl^-) طی واکنش هیدرولیز از مولکول آترازین را شدت می بخشد. احتمال دارد محدودیت های موجود در محیط خاک برای افزایش فعالیت و رشد میکروب های تجزیه کننده دلیل عدم مشاهده تفاوت معنی دار میان تأثیر سطوح ۰/۵ و ۲ درصد ماده آلی باشد.

از نظر تئوری، افزایش مواد آلی با نسبت C/N زیاد بایستی سبب کمبود نیتروژن برای میکروارگانیسم های خاک شود و در نتیجه استفاده از منابع غیر متداول نظیر نیتروژن موجود در ساختمان علف کش های خانواده تریازین ضرورت پیدا خواهد کرد (۸). از آنجا که نسبت C/N را میتوان به عنوان معیاری از ترکیب ماده آلی پالاینده در نظر گرفت (۲، ۱۱)، بنابراین با توجه به نسبت C/N ترکیبات آلی شاید بتوان میزان تأثیر آنها را بر تجزیه مولکول آفت کش های نیتروژن دار بعنوان منبع کربن و نیتروژن، پیش بینی کرد. علت عدم تفاوت میان تأثیر مواد آلی به کار گرفته شده در این مطالعه را میتوان در تشابه نسبت C/N این ترکیبات دانست. مورمان و همکاران (۱۰) معتقدند که ترکیبات آلی دارای نسبت C/N زیاد، مانند خاک اره، وقتی به خاک افزوده شوند تأثیر کمتری در شدت بخشیدن به تجزیه میکروبی دارند.در همین رابطه آلوی و کراولی (۲) تأثیر چند نوع ماده آلی پالاینده را روی تجزیه زیستی آترازین بعنوان منبع نیتروژن مورد بررسی قرار دادند. ایشان با تأیید

این واقعیت که نسبت C/N مواد آلی افزوده شده به خاک مسلماً روی شدت تجزیه اثر خواهد گذاشت، روند مشخصی را میان نسبت C/N ترکیبات پالاینده و سرعت تجزیه مشاهده نکردند. البته نتایج مطالعه مذکور، همانطور که انتظار می رفت به روشنی نشان داد که افزایش نیتروژن معدنی به خاک از تجزیه آترازین بعنوان منبع نیتروژن جلوگیری می کند. شاید بتوان گفت شکل و منبع کربن و نیتروژن اضافه شده به خاک بسیار مهم تر از نسبت افزایش این عناصر به خاک است (۲). شاید نسبت C/N معیاری از ترکیب مواد آلی پالاینده باشد، ولی از این راه نمیتوان به پیچیدگی (Complexity) ساختمانی آنها پی برد. از این رو احتمالا نسبت C/N معیار مناسبی برای پیش بینی فعالیت میکروارگانیسم های تجزیه کننده آلاینده ها در خاک نیست (۲). برای ارزیابی اثر مواد آلی پالاینده در افزایش تجزیه آلاینده های آلی، شناخت دینامیک جمعیت های میکروبی (Community Population Dynamics) مناسب تر از در نظر گرفتن خواص ساده ای چون نسبت C/N است (۱۱).

منابع مورد استفاده

1- Accinelli C., G. Dinelli, A. Vicari, and P. Catizone. 2001. Atrazine and metolachlor degradation in subsoils. Biol. Fertil. Soils. 33:495-500.
2- Alvey S. and D.E. Crowly. 1995. Influence of organic amendments on biodegradation of atrazine as a nitrogen source. J. Environ. Qual. 24:1156-1162.
3- Bolt G. H., and M. G. M. Bruggenwert. 1978. Soil Chemistry, A. Basic Elements. Elsevier Sci. Pub. Co. NY. pp. 239-254.
4- Charles R.W., and J.H. Raymond. 1991. The pesticide manual: a world compendium. Published by the British Crop Protection Council. Surrey. UK
5- Cupples A.M., G.K. Sims, R.P. Hultgren and S.E. Hart. 2000. Effect of soil conditions on the degradation of cloransulam-methyl. J. Environ. Qual. 29:786-794.
6- Dakhel N., E. Barriuso, M.P. Charnay, C.H. Touratier, and D. Ambrosi. 2001. Amitrole degradation in vineyard soils in relation to pedo-climatic conditions. Biol. Fertil. Soils. 33:490-494.
7- Day B.E., L.S. Jordan, and R.T. Hendrixon. 1961. The decomposition of amitrole in California soils. Weeds. 9:443-456.
8- Mandelbaum R.T., L.P. Wackett, and D.L. Allan. 1993. Mineralisation of the s-triazine ring of atrazine by stable bacterial mixed cultures. Appl. Environ. Microbiol. 59: 1695-1701.
9- Miller J.L., A.G. Wollum, and J.B. Weber. 1997. Degradation of carbon-14 atrazine and carbon-14-metolachlor in soil from four depths. J. Environ. Qual. 26:633-638.
10- 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.
11- Perruci P., S. Dumontet, S.A. Bufo, and A. Mazatura. 2000. Effects of organic amendment and herbicide treatment on soil microbial biomass. Biol. Fertil. Soils. 32:17-23.
12- Skipper H.D., C.M. Gimour, and W.R. Furtick. 1967. Microbial versus chemical degradation of atrazine in soils. Soil. Sci. Soc. Am. 31:653-656.
13- Torestensson N.T.L. 1987. Microbial decomposition of herbicides in soil. In: Hutson D.H. and T.R. Roberts. Herbicides. John Wiley & Sons. NY. pp. 249-270.