

فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و آریل سولفاتاز در خاک تیمار شده با کرم خاکی و مواد آلی مختلف

فخرالسادات موسوی (دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد)
فایز رئیسی (دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد)

مقدمه

خاک حاوی بسیاری از آنزیم‌های برون سلولی، آنزیم‌های درون سلولی و آنزیم‌های آزاد می‌باشد. هر آنزیم می‌تواند یک یا تعداد بسیار محدودی از فرآیندها را کاتالیز نماید (۴). یکی از عواملی که می‌تواند فعالیت آنزیم‌های خاک و در نتیجه سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی آن را تحت تأثیر قرار دهد، حضور و فعالیت کرم‌های خاکی می‌باشد. در دستگاه گوارش کرم‌های خاکی آنزیم‌های متعددی مانند پروتئاز، آمیلاز، ساکاراز، لیپاز، سلولاز و کیتیناز یافت می‌شود. از سوی دیگر فعالیت کرم‌ها در خاک می‌تواند منجر به تحریک میکروب‌ها و در نتیجه افزایش فعالیت‌های آنزیمی خاک شود و حتی کرم‌های خاکی به طور غیرمستقیم می‌توانند بر فعالیت‌های آنزیمی تأثیر بگذارند زیرا تفکیک و تجزیه کرم‌ها پس از مرگ و میر آنها توسط ریزجانداران می‌تواند سبب سنتز آنزیم‌های خاک شود (۱). این اثر کرم‌های خاکی به حضور بقایای گیاهی و یا کودهای آلی بستگی دارد. برخی از محققان در طی آزمایشات خود ثابت کردند که کرم‌های خاکی در حضور بقایای آلی فعالیت‌های بیوشیمیایی و آنزیمی خاک را تحریک می‌کنند و این در حالی است که کرم‌های خاکی به تنهایی تأثیر اندکی دارند (۱). بنابراین آنزیم فسفاتاز قلیایی به علت اهمیتی که در معدنی شدن فسفر آلی خاک و تغذیه گیاهان دارد و آنزیم آریل سولفاتاز از آنجا که در تبدیل گوگرد آلی به گوگرد معدنی سولفات، افزایش جذب گوگرد توسط میکروب‌ها و گیاهان و نیز تغذیه گوگردی نقش ویژه‌ای دارد، مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار (۴۰ گلدان) در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. به هر تیمار ۵۰ گرم ماده آلی (بقایای یونجه، کود گاوی، کود کمپوست) و برای تیمارهای مخلوط کود کمپوست و بقایای یونجه از هر یک از بقایای یونجه و کود کمپوست به میزان ۲۵ گرم توزین و به گلدان‌ها اضافه و مخلوط شد. به نیمی از گلدان‌ها ۴۰ عدد کرم خاکی از نوع آنسیک (جنس *Lumbricus*) اضافه گردید. برای ارزیابی فعالیت آنزیمی در سه مرحله به فواصل زمانی ۳۰ هر روز یکبار، از گلدان‌ها نمونه برداری و فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز به روش طباطبایی و برمنر (۲ و ۳) اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری داده‌ها با نرم افزار *Statistica* و مقایسات میانگین به روش *LSD* انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر کرم خاکی و ماده ی آلی در هر سه مرحله اندازه‌گیری بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی معنی دار ($P < 0.001$) شد. این در حالی است که اثر متقابل کرم خاکی و ماده‌ی آلی در اولین مرحله اندازه‌گیری بر فعالیت این آنزیم غیر معنی دار، ولیکن در دو مرحله بعدی معنی دار ($P < 0.001$) گردید (جدول ۱). نتایج نشان می‌دهد که اثر کرم خاکی به تنهایی و

نیز اثر متقابل کرم خاکی و ماده‌ی آلی در هر سه مرحله اندازه‌گیری بر فعالیت آنزیم آریل دار ($P < 0.001$) بود و اثر ماده‌ی آلی به تنهایی در اولین و سومین مرحله اندازه‌گیری در سطح احتمال ۱٪ و در دومین مرحله اندازه‌گیری در سطح احتمال ۱٪ بر فعالیت این آنزیم معنی دار شد (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در طی سه مرحله اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک تلقیح شده با کرم خاکی نسبت به خاک بدون کرم خاکی به ترتیب تا ۱۰٪، ۳۳٪، ۳۹٪ افزایش داشت. تلقیح کرم خاکی بیشترین تأثیر افزایشی را بر فعالیت این آنزیم، در سومین مرحله اندازه‌گیری یعنی ۹۰ روز پس از شروع آزمایش (افزایش ۳۹ درصدی) نسبت به خاک بدون کرم خاکی داشته است. تلقیح کرم خاکی توانسته است در طی زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ (روز) فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز را نسبت به خاک بدون کرم خاکی به ترتیب تا ۳۵٪، ۴۵٪ و ۲۴٪ افزایش دهد. تلقیح کرم خاکی بیشترین تأثیر را بر فعالیت این آنزیم، در دومین مرحله اندازه‌گیری یعنی ۶۰ روز پس از شروع آزمایش (افزایش ۴۵ درصدی) داشته است. نتایج حاصله حاکی از آن است که کرم‌های خاکی در حضور مواد آلی قادرند بر فعالیت این دو آنزیم تأثیر بگذارند، چرا که همانطور که مشاهده می‌شود (جدول ۱) در خاک شاهد که هیچ ماده‌ی آلی به آن افزوده نشده است فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی پس از گذشت ۶۰ روز از شروع آزمایش، روند کاهشی پیدا کرده و فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در خاک شاهد پس از گذشت ۳۰ روز از شروع آزمایش، روند کاهشی نشان داده است. بیشترین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک تلقیح شده با کرم خاکی در تیمار کود گاوی و بیشترین فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در خاک تلقیح شده با کرم خاکی در تیمار بقایای یونجه مشاهده شد. از دلایل افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در تیمار کود گاوی می‌توان به کم بودن فسفر قابل جذب و بالا بودن pH در این تیمار و از دلایل افزایش فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در تیمار بقایای یونجه می‌توان به نقش مواد آلی و نیز بالا بودن گوگرد آلی در این تیمار اشاره نمود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین مربوط به فعالیت آنزیم‌های خاک

کرم خاکی	ماده آلی	فعالیت آنزیمی (زمان روز)	آریل سولفاتاز ($\mu\text{g PNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$)			فسفاتاز قلیایی ($\mu\text{g PNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$)		
			۳۰	۶۰	۹۰	۳۰	۶۰	۹۰
-W	خاک شاهد		۳۶/۱G	۱۲۵/۴	۲۷/۷I	۱۰۳F	۱۰۱G	J۹۵/۱
	بقایای یونجه		۶۳/۲C	۱۰۷D	C۱۲۶	۱۴۱E	E۱۵۹	۱۶۱H
	کود گاوی		۴۰/۰FG	G۶۶/۰	۸۸/۶G	۱۶۶BC	۱۷۱D	۱۷۴E
	کود کمیوست		۴۳/۷F	F۸۵/۱	۱۰۱F	۱۵۸CD	۱۶۵DE	۱۶۹F
	کمیوست + یونجه		۵۷/۳D	۱۰۰E	E۱۱۵	۱۵۰D	۱۶۳DE	۱۶۶G
	خاک شاهد		۴۳/۶F	H۴۱/۴	H۴۱/۴	۳۹/۸H	۱۱۱F	۱۰۷I
+W	بقایای یونجه		۱۰۱A	۱۴۴A	۱۴۸A	۱۵۸CD	C۲۰۸	۲۳۰D
	کود گاوی		۵۱/۹E	۱۱۳C	۱۱۶E	۱۸۲A	۲۳۸A	۲۴۷A
	کود کمیوست		۵۵DE	۱۲۲B	۱۲۳D	۱۷۳B	B۲۲۸	B۲۴۲
	کمیوست + یونجه		۷۱/۴B	۱۳۷A	۱۴۴B	۱۶۶BC	۲۱۷C	۲۳۷C
	خاک شاهد		۴۳/۶F	H۴۱/۴	H۴۱/۴	۳۹/۸H	۱۱۱F	۱۰۷I
	بقایای یونجه		۱۰۱A	۱۴۴A	۱۴۸A	۱۵۸CD	C۲۰۸	۲۳۰D

نتایج تجزیه واریانس			
منبع تغییر	درجه آزادی	آریل سولفاتاز	فسفاتاز قلیایی
W(کرم خاکی)	۱	۲۰۱***	۱۱۱۱۹***
OM(ماده آلی)	۴	۱۷۱***	۵۲۶۸***
W(OM * W)	۴	۲۱/۷***	***۴۳۳
		۷۰/۹۷***	۱۹/۷***
		۵۷/۳***	۰/۷۶n.s
		۳۱۱۴***	۵۷/۸۲***
		۳۲۹۰	۵۹۶
		۲۹۳۹**	۲۸۸***
		۸۰۴۸***	۱۵۷***

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

***، ** و n.s به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۰/۱٪ و غیرمعنی‌دار می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- 1- Ross, D. J. and Cairns, A. Effects of earthworms and ryegrass on respiratory and enzyme activities of soil. *Soil Biol. Biochem.* 14:583-587. 1982.
- 2 – Tabatabai, M. A., Bremner, J. M. Use of *p*-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol and Biochem.*1:301-307. 1969.
- 3- Tabatabai, M. A., Bremner, J. M. Arylsulphatase activity of soils. *Soil Sci Soc Am Proc.* 34: 225-229. 1970.
- 4- Tate, R. L., *Soil Microbiology.* John Willy and Sons. New York, USA. 2000.