محور مقاله : آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

تأثیر توأم آلودگی کادمیم و تنش خشکی بر فعالیت آنزیم اوره‌آز و بیوماس میکروبی در یک خاک آهکی

مریم معتمدی*[۱]، اکرم حلاج نیا[۲]، امیر لکزیان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی ،دانشگاه فردوسی مشهد

[۲]استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی ،دانشگاه فردوسی مشهد

[۳]استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

امروزه با افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، آلودگی خاک و آب به مشکل زیست محیطی جدی تبدیل شده است. افزایش آلاینده‌ها در خاک در شرایط اقلیم خشک و تنش‌های خشکی پی در پی اثرات سوء بر شاخص‌های زیستی خاک دارد. در این پژوهش اثر توأم آلودگی کادمیم در دو سطح (صفر و ۲۰ میلی‌گرم برکیلوگرم کادمیم) و سه سطح تنش خ شکی (۸۵، ۵۰ و ۲۰ در صد ظرفیت مزرعه) بر فعالیت آنزیم اوره آز و کربن زیست توده میکروبی در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل با ۳ تکرار در یک خاک آهکی با بافت لوم شنی بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که اثر متقابل آلودگی کادمیم و تنش خشکی تاثیر معنی داری بر کاهش فعالیت آنزیم اوره‌آز داشت. تاثیر آلودگی کادمیم بر کاهش فعالیت آنزیم اوره آز در شرایط بدون تنش خشکی بیشتر بود و با افزایش شدت تنش این تاثیر افزایش پیدا کرد. در نتیجه آلودگی خاک به کادمیم بی شترین در صد کاهش فعالیت آنزیم اوره آز (۳۵/۸ ٪) در شرایط بدون تنش و کمترین در صد کاهش در تنش ۵۰ در صد ظرفیت مزرعه (۱۹/۴ ٪) اندازه گیری شد. برهم کنش تنش خشکی و آلودگی خاک به کادمیم تاثیر معنی داری بر کربن زیست توده میکروبی خاک نداشت.

کلمات کلیدی: فعالیت آنزیمی، بیوماس‌میکروبی، فلزات‌سنگین

مقدمه

در دهه‌های اخیر با توجه به افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی آلودگی محیط زیست با عناصر سنگین از جمله کادمیم در نتیجه کاربرد کودهای فسفر نامرغوب و استفاده از پساب‌ها خطری برای سلامت انسان است. یکی از کاربردهای آنزیم‌های خاک، ارزیابی آلودگی‌های وارد شده به خاک و کیفیت خاک می‌با شد. فرآیندهای بیو شیمیائی خاک ا صولاً تو سط آنزیم‌ها تحت کنترل ریزجانداران بوده و شدت و ضعف این فرایندها از شرایط محیطی تأثیر می‌گیرد. عوامل گوناگونی در خاک بر فعالیت آنزیم‌ها تأثیر گذار است بنابراین بررسی فعالیت آنزیم‌ها در خاک شاخص مناسبی از اثرگذاری این عوامل است. این عوامل عبارت‌اند از: رطوبت، دما، آب‌و هوا، شخم، ماده‌آلی، شوری ،pH و آلاینده‌های آلی و معدنی به ویژه فلزات‌سنگین (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). در مناطق خشک و نیمه خشک خشکسالی‌های پی در پی و کمبود آب و وقوع تنش‌های‌رطوبتی در خاک علاوه بر مح صولات ک شاورزی، بر فعالیت ریزجانداران خاک نیز تاثیر می گذارد، به طوری‌که گزارش شده ا ست تنش خشکی می تواند نقش این موجودات را بر حاصلخیزی خاک کم کند (روپر و گوپتا، ۱۹۹۵؛ کنانت و همکاران، ۲۰۰۰). رطوبت خاک هم به طور مستقیم بر فعالیت و تحرک ریزجانداران و موجودات خاک و هم به طور غیر مستقیم با تغییر وضعیت خلل‌وفرج و تهویه خاک بر فعالیت ریزجاندارن نقش دارد (کیلهام، ۱۹۹۴). علاوه بر تأثیر بر فعالیت‌های میکروبی رطوبت بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موثر است و تغییر در این خصو صیات بر تعداد، ترکیب و توزیع جمعیت میکروارگانیسم های خاک، نقش دارد (لیوو همکاران، ۲۰۱۵) . با توجه به این که از شایع ترین عوامل مؤثر محیطی بر فعالیت جاندارن خاکزی در اقلیم خ شک و نیمه خ شک تنش های رطوبتی (ماتریک و ا سمزی) ا ست، بنابراین با توجه به مطالعات محدودی که در زمینه ی اثر همزمان تنش خ شکی و آلودگی بر فعالیت‌های زی ستی خاک انجام گرفته‌ا ست این پژوهش با هدف برر سی تاثیر توأم تنش خشکی و آلودگی کادمیم بر آنزیم اوره‌آز و کربن‌زیست‌توده میکروبی در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در شرایط آزمایشگاهی در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل با ۳ تکرار در یک خاک آهکی با بافت لوم شنی در سال ۹۸-۹۷ در آزمایشگاه خاک شنا سی دان شگاه فردو سی م شهد انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل دو سطح آلودگی کادمیم (صفر و ۲۰ میلی‌گرم برکیلوگرم) و سه سطح تنش خ شکی (۸۵ در صد رطوبت ظرفیت مزرعه و تنش خ شکی تا ر سیدن به ۵۰ و ۲۰در صد رطوبت ظرفیت مزرعه) بود. خاک مورد مطالعه از عمق ۲۰-۰ سانتی متر مرکز تحقیقات کشاورزی مشهد جمع آوری شده پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲

[۱] ایمیل نویسنده مسئول: maryam.mt2014@gmail.com

میلی متری جهت آنالیزهای اولیه به آزمایشگاه منتقل گردید، pH خاک با استفاده از دستگاه pH متر در گل اشباع (مک لین، ۱۹۸۲)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌گل اشباع توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی، کربن آلی به روش والکی بلاک (۱۹۳۴)، نیتروژن کل به روش کجدال (برمنر و مولوانی،۱۹۸۲)، فسفر فراهم خاک به روش اولسن و همکاران (۱۹۸۲)، رطوبت ظرفیت مزرعه با روش صفحات فشاری و بافت خاک به روش هیدرومتری (جی و همکاران ،۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد نمونه خاک بعد از عبور از الک ۲ میلی متری با مقدار ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیم از نمک نیترات کادمیم ($Cd(NO3).4H2O$) آلوده گردید. برای رسیدن به تعادل به مدت یک ماه در ظرفیت مزرعه نگهداری شد. شرایط یکسان برای خاک شاهد (صفر میلی گرم کادمیم) نیز اعمال گردید. بعد از گذشت یک ماه خاک‌ها هواخشک و تیمارهای ۱۰۰ گرمی خاک آماده گردیدند. جهت افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک به همه تیمارها ۱ درصد کود گاوی پوسیده اضافه شد. برای سیکل خشک و تر شدن ابتدا رطوبت خاک‌ها به ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه رسانده شد و یک روز در این ظرفیت نگهداری شدند. بعد از رسیدن تیمارهای ۵۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه به وزن مورد نظر این تیمارها به مدت ۵ روزدر دمای ۲۸ درجه سانتی گراد در همان وضعیت رطوبتی نگهداری شدند و بعد از این مدت رطوبت آن‌ها مجدداً به ۸۵ در صد ظرفیت مزرعه رسانده شد. این چرخه برای ۶۰ روز ادامه داشت. بعد از اعمال هشت دوره تنش خشکی فعالیت آنزیم اوره‌آز به روش طباطبایی و برمنر(۱۹۶۹) ، بیوماس میکروبی به روش ونس و بروکس (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار JMP و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

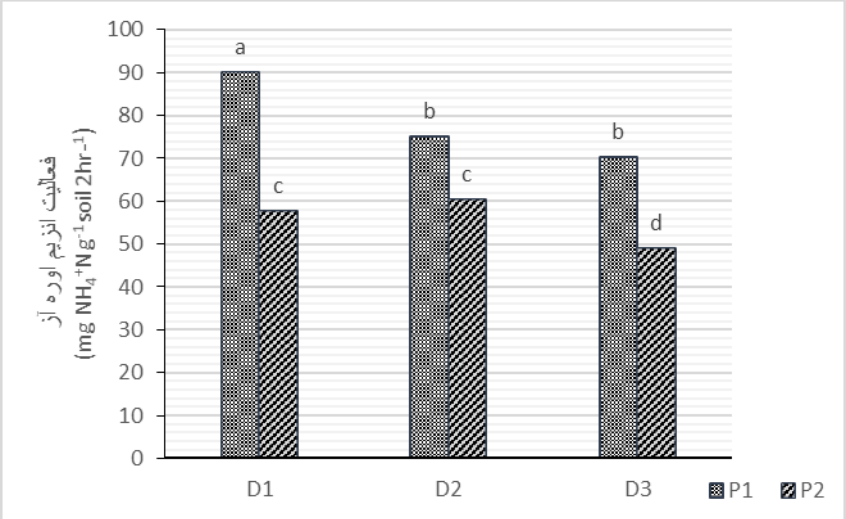
نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	واحد	مقدار
نیتروژن	$mg\ kg^{-1}$	۲۷۳
فسفر	$mg\ kg^{-1}$	۱۱/۱۴
پتاسیم	$mg\ kg^{-1}$	۸۳
کربن آلی	%	۰/۱۹
FC	وزنی%	۱۲
EC	μScm^{-1}	۱/۲۳
pH	-	۷/۳۱
بافت	-	Sandy Loam
رس	%	۱۲
سیلت	%	۸
شن	%	۸۰

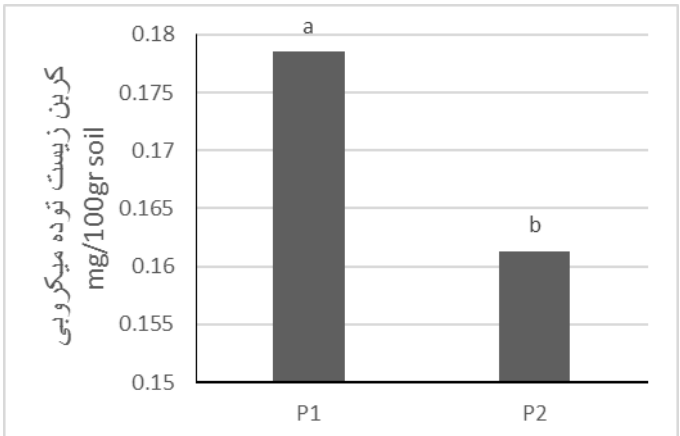
بر اساس نتایج بدست آمده، آلودگی کادمیم و تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم اوره آز در خاک مورد مطالعه داشتند ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که آلودگی کادمیم در هر سه شرایط رطوبتی موجب کاهش معنی دار فعالیت آنزیم اوره آز گردید (شکل ۱). با تشدید تنش خشکی در خاک بدون آلودگی فعالیت آنزیم اوره از به طور معنی داری کاهش پیدا کرد. در خاک آلوده به کادمیم در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه فعالیت آنزیم اوره آز تفاوت معنی داری با تیمار ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه نداشت ولی با افزایش شدت تنش فعالیت این آنزیم در تیمار ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه به طور معنی داری نسبت به دو حالت رطوبتی دیگر کاهش یافت. کمترین فعالیت آنزیم اوره آز در تیمار ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیم و تنش ۲۰ درصد بدست آمد که نسبت به تیمار بدون آلودگی و تنش رطوبتی ۴۵ درصد کاهش نشان داد (شکل ۱). با این حال نتایج نشان می دهد که درصد کاهش فعالیت آنزیم اوره آز در نتیجه آلودگی کادمیم در تیمارهای تحت تنش کمتر از تیمار ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه بوده است. ساردانس و پنولانس (۲۰۰۶) نشان دادند که کاهش رطوبت خاک به میزان ۲۱ درصد ، فعالیت آنزیم اوره آز را به

میزان ۶۰-۴۲ درصد کاهش داد که با نتایج بدست آمده هم خوانی دارد. فعالیت آنزیم اوره آز شدیداً تحت تأثیرتنش خشکی خاک قرار می گیرد. بخشی از آنزیم اورهآز که شامل گروه سولفیدریل است با یون‌های فلزی فلزات سنگین واکنش داده و غیر فعال می‌شود، در نتیجه کادمیم با اثرگذاری بر گروه‌های عاملی آنزیم موجب کاهش یا توقف فعالیت آنزیم می‌شود، گروه‌های سولفیدریل آنزیم گروه پایه اتصال به پروتئین آنزیم‌ها محسوب می‌شوند (طباطبایی، ۱۹۷۷).

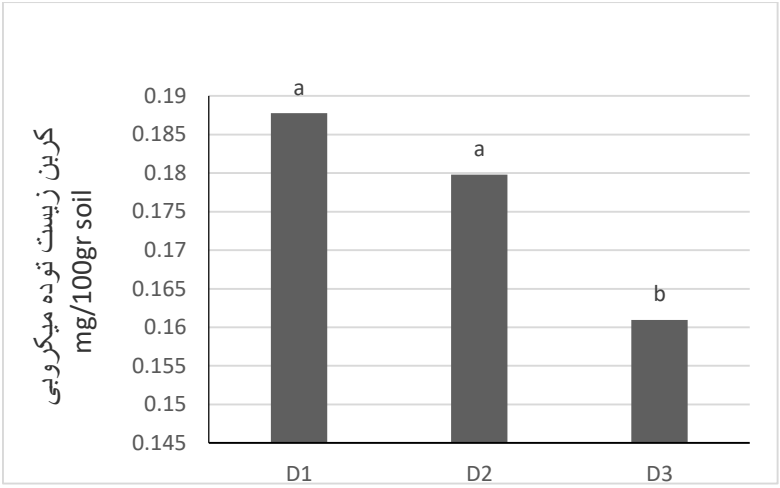


شکل ۱ مقایسه میانگین اثرات متقابل آلودگی کادمیم و تنش خشکی بر فعالیت آنزیم اوره آز در سطوح مختلف آلودگی و تنش خشکی [سطح صفر کادمیم (P1)، سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیم (P2)، ۸۵٪ FC (D1) ، ۵۰٪ FC (D2) ۲۰٪ FC (D3)]

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر کربن زیست توده میکروبی نشان داد که تنها اثرات اصلی کادمیم و تنش خشکی بر مقدار کربن زیست توده میکروبی معنی دار بوده است. نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین ها (شکل ۲و۳) نشان داد که در هر یک از شرایط مختلف رطوبتی آلودگی کادمیم تاثیر معنی داری بر مقدار کربن زیست توده میکروبی نداشت. با این حال با افزایش شدت تنش خشکی از ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه به ۵۰ و ۲۰ درصد مقدار زیست توده میکروبی به طور معنی داری در خاک آلوده به کادمیم کاهش پیدا کرد. از این جهت تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۵۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده نشد. در خاک غیر آلوده کاهش مقدار زیست توده میکروبی نسبت به شرایط بدون تنش فقط در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه معنی دار بود. کادمیم باعث کاهش کربن بیوماس میکروبی و فعالیت‌های میکروارگانیسم‌ها در اکوسیستم می‌گردد (لیآو و همکاران ،۲۰۰۵). رننلاو همکاران (۲۰۰۴) و لورنز و همکاران (۲۰۰۶) تغییر در ساختار جامعه و فعالیت میکروبی و کاهش شاخص‌های بیولوژِی از قبیل کربن بیوماس میکروبی و فعالیت آنزیم‌ها در خاک‌های آلوده به فلزات کادمیم و آرسنیک را گزارش کردند.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر اصلی کربن زیست توده در سطوح مختلف الودگی [سطح صفر کادمیم (P1)،سطح ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیم (P2)]



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر اصلی کربن زیست توده در سطوح مختلف تنش خشکی [٪۸۵ (D1) FC ، ٪۵۰ (D2) FC ٪۲۰ (D3) FC]

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در شرایط تنش رطوبتی تاثیر کادمیم بر کاهش فعالیت آنزیم اوره آز کمتر از شرایط بدون تنش بود. به عبارت دیگر آلودگی کادمیم تاثیر بیشتری بر کاهش فعالیت آنزیم اوره آز در شرایط بدون تنش رطوبتی داشت. با این حال با افزایش شدت تنش خشکی از ۵۰ به ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه اثر کادمیم بر کاهش فعالیت آنزیم اوره آز افزایش پیدا کرد. هر یک از تنش‌های خشکی و آلودگی موجب کاهش معنی دار کربن زیست توده میکروبی شدند اما برهمکش اثر این دو استرس محیطی بر وزن کربن زیست توده میکروبی معنی دار نبود.

منابع

حسینی، م.س.، حق نیا،غ.ح.، لکزیان،ا. امامی،ح.. ۱۳۹۱ . تأثیر کوتاه مدت مدیریت پسماند گیاه جو بر فعالیت آنزیم های اوره آز و فسفاتاز قلیایی در خاک. نشریه آب و خاک.۲۶ (۳)، ۵۴۵-۵۵۳

Vance ,E.D., Brookes ,P.C. and Jenkinson D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry, 19,703-707.

Renella ,G., Mench, M., Lelie ,D., Pietramellara, G., Ascher, J., Ceccherini ,M.T., Landi ,L. and Nannipieri ,P. 2004. Hydrolase activity microbial biomass and community structure in long-term Cd-contaminated soils. Soil Biology and Biochemistry, 18, 383–388.

Lorenz, N., Hintemann, T., Kramarewa, T., Katayama, A., Yasuta, T., Marschner, P. and Kandeler, E. 2006. Response of microbial activity and microbial community composition in soil to long– term arsenic and cadmium exposure. Soil Biology and Biochemistry, 38, 1430-1437.

Mclean, E.D. 1982. Soil pH and lime measurement. Methods of soil analysis part 2: chemical and microbial properties. 2nd ed. Agronomy 9(1). ASA. SSSA. Madison publisher. Wisconsin USA

Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M. 1969. Use of P-nitrophenyl phosphate for assay of phosphatase Fertility of Soils. Soil Biology and Biochemistry, 1, 301-307.

Tabatabai, M.A. 1977. Effects of trace elements on urease activity in soils. Soil Biology and Biochemistry, 9, 9-13.

Roper, M. M. and Gupta, V. V. S. R. 1995.Management practices and soil biota. Australian Journal of Soil Research. 33(2), 321-339.

Conant, R.T. Klopatek, J. M. and Klopatek C.C. 2000.Environmental factors controlling soil respiration in three semiarid ecosystems. SSSAJ. 64,383-390.

Killham, K. 1994. Soil Ecology, Cambridge University Press. UK.

Liu, D., Liu, Y., Fang, S., and Tian, Y. 2015. Tree species composition influenced microbial diversity and nitrogen availability in rhizosphere soil. Plant Soil and Environment, 61,438–443.

Sardans, J. Penuelas, J. and Estiarte, M. 2006. Warming and drought alter soil phosphatase activity and soil P availability in a Mediterranean shrubland. Plant Soil. 289,227-238.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediat

Effect of Cadmium Contamination and Drought Stress on the Activity of Urease Enzyme and Microbial Biomass in a Calcareous Soil

Maryam Motamedi [1] *, Akram Halajnia [2], Amir Lakzian [3]

[1] MSc Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

[2] Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

[3] Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Nowadays, due to increasing of industrial and agricultural activities, soil and water pollution has become a major environmental challenge. In dry climates the increase of soil pollutants and the continuous drought stress have serious effects on soil biological indices. This research was conducted to evaluate the effects of cadmium in two levels (0 and 20 mg/kg) and three levels of drought stress (85%, 50% and 20% of FC) on urease enzyme activity and microbial biomass carbon in completely randomized design with a factorial arrangement with three repetitions in a sandy loam calcareous soil .The results showed that the interaction between cadmium contamination and drought stress has a significant effect on decreasing of urease enzyme activity. The effect of cadmium contamination on decreasing the activity of urease enzymes was higher in drought stress conditions and this effect increased with the increasing severity of drought stress. As a result of soil contamination with cadmium, the highest decreasing in urease enzyme activity (35.8%) was observed in non- drought stress conditions and the lowest decreasing (19.4%) was measured in drought stress of 50% field capacity. The interaction of drought stress and soil contamination with cadmium did not have a significant effect on microbial biomass carbon.

Keywords: Enzymatic activity, Microbial biomass, Heavy metals