تاخیر در نیتریفیکاسیون خاک یک منطقه صنعتی آلوده به کرم

فریده کریاسی

استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا

مقدمه

فلزات سنگین گروهی از عناصر می باشند که از نظرکاربرد صنعتی، شیمیایی و بیولوژیکی دارای اهمیت زیادی بوده و در غلظت‌های بالا قادر هستند در محیط زیست به ویژه در خاک ایجاد آلودگی کنند. غلظت بالای فلزات در خاک، حاصل وجود مواد طبیعی و یا فعالیت های بشری است. واکنش‌های آب و خاک می توانند تحت تأثیر فعالیت‌های انسان و آلودگی های ناشی از آن از روند طبیعی خارج شده و محدودیت هایی را برای این سیستم پدید آورند(۲).

نیتریفیکاسیون یکی از مراحل مهم چرخه ازت بوده که توسط میکروارگانیسم‌های نیتروزوموناس و نیتروباکتر در خاک انجام می گیرد (۶). برخی گزارش‌ها نشان می‌دهند که پروسه نیتریفیکاسیون از پروسه معدنی شدن ازت نسبت به تغییرات شرایط خاک و فلزات سنگین حساس تر می باشد. این امر به دلیل این است که در عمل نیتریفیکاسیون گروه خاصی از میکرو ارگانیسم‌ها فعالیت دارند، در

صورتی که در معدنی شدن ازت گروههای متعددی از میکرو ارگانیسمها دخالت دارند (۲، ۷ و ۸).

مطالعه حاضر در یک منطقه صنعتی آلوده به کرم با پوشش گیاهی ضعیف انجام شده است. در این مقاله اثرات احتمالی کرم و یا عوامل دیگر روی پدیده نیتریفیکاسیون بعنوان یک بخش از چرخه ازت بررسی می شود. در این تحقیق نیتراته شدن آمونیوم افزوده شده به خاک در یک آزمایش اینکوباسیون مورد بررسی قرار می گیرد. پارامترهای شستشوی عمودی، جذب گیاه، درجه حرارت و دنیتریفیکاسیون که امکان دارد در مزرعه اتفاق بیافتد، در آزمایشگاه تحت کنترل قرار گرفته و اینکوباسیون تحت شرایط کنترل شده و یکنواخت درجه حرارت و رطوبت انجام می پذیرد.

مواد و روش‌ها

سه نمونه از عمق ۱۵-۰۰ سانتیمتری خاک جمع آوری شدند. نمونه ۱ از بالای شیب منطقه، نمونه ۲ از روی شیب و نمونه ۳ از قسمت مسطح پایین شیب برداشت شدند. نمونه های خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده و آزمایش‌های اولیه شیمیایی روی آنها انجام گرفت. ازت، فسفر، پتاسیم و کرم قابل استخراج به ترتیب با محلول‌های سولفات پتاسیم ۰/۵ مولار، بیکربنات سدیم ۰/۵ مولار، نیترات آمونیوم ۱ مولار و آب مقطر استخراج شدند. ازت و فسفر به روش کالریمتری و پتاسیم به روش فلیم فتومتری اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری کرم کل، نمونه های خاک با روش اسید پرکلریک غلیظ هضم شده و کرم کل آنها به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی (AA) اندازه گیری شد. کرم قابل استخراج با آب به روش کروماتوگرافی تعیین شد. pH خاک‌ها در ابتدا و انتهای آزمایش در سوسپانسیون ۲/۵ :۱ آب به خاک اندازه‌گیری شد.

به منظور انجام آزمایش اینکوباسیون، خاک‌ها کمی خشک شده و از الک ۴ میلیمتری عبور داده شدند. سپس بمنظور جلوگیری از کاهش میکروارگانیسم‌های شرکت کننده در نیتریفیکاسیون در ۴ درجه سانتیگراد نگه داری شدند. این نمونه ها با یکصد میلیگرم ازت در یک کیلوگرم خاک تیمار شده و اینکوباسیون در رطوبت ۰/۵- بار و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد در اینکوباتور انجام گرفت. در طول آزمایش در فاصله زمان های ۲ تا ۳ روز، ازت معدنی خاک‌ها با سولفات پتاسیم ۰/۵ مولار استخراج شده و نیترات، نیتریت و آمونیوم آنها با روش کالریمتری با اتوآنالیزر اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

مقدار کرم کل نمونه های خاک بین ۲۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک متغیر بوده ولی کرم قابل استخراج آنها کم بود. همچنین آزمایش‌های اولیه وجود مقداری آمونیوم قابل استخراج را در خاک‌ها بخصوص در خاک شماره ۱ نشان داد، که تا حدی به نیترات تبدیل شده بود (جدول۱).

مقدار ازت معدنی خاک‌ها در زمان صفر، با افزودن ازت معدنی اولیه به مقدار ۱۰۰ میلیگرم در کیلوگرم ازت اضافه شده محاسبه گردید. تغییرات آمونیوم، نیتریت، نیترات و ازت معدنی کل برای خاک‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است. همانطوری که در شکل ملاحظه می شود، در تمامی خاک‌ها آمونیوم به نیترات تبدیل شده است. افزایش نیترات در خاک‌ها بعد از یک تاخیر اولیه آغاز شده که این تاخیر در خاک شماره یک، ۱ روز، در خاک شماره دو، ۱۲ روز و در خاک شماره سه، ۱۰ روز می باشد. ازت کل نیز در چند روز اول آزمایش کاهش، و سپس به آرامی تاآخر آزمایش افزایش یافت. در افزایش نیترات (NO_3^--N) یک فاز تقریبا خطی وجود دارد که تا حدودی مقارن با مرحله کاهش خطی آمونیم (NH_4^+-N) می باشد. سرعت و یا به عبارت دیگر شیب کاهش آمونیوم و افزایش نیترات از بخش خطی آنها محاسبه شد. به منظور مقایسه میان سرعت افزایش نیترات و کاهش آمونیوم در هر کدام از خاک‌ها، محاسبات آماری توسط آزمون Tukey HSD انجام شد.

خاک شماره ۱ بیشترین نیتریفیکاسیون را نسبت به دو خاک دیگر از خود نشان داد. در ا ین خاک سرعت تولید نیترات قدری بیشتر از سرعت کاهش آمونیوم است که امکان وجود معدنی شدن کمی را در این خاک نشان می دهد. ولی در آنالیز آماری تفاوتی مشاهده نمی شود. در خاک‌های مورد آزمایش در انتهای اینکوباسیون، pH مختصری کاهش می یابد. تبدیل شدن آمونیوم به نیترات در خاک‌ها باعث تولید اسید در طول اینکوباسیون شده و اسیدیته خاک را افزایش می دهد. Cr قابل استخراج نیز در انتهای آزمایش نسبت به ابتدای آزمایش افزایش کمی را از خود نشان می دهد.

محققین مختلف سرعت های متفاوتی رابرای تولید نیترات در درجات حرارت و زمان‌های مختلف اینکوباسیون مشاهده کرده اند. این تفاوتها بر اساس تفاوت در خصوصیات خاک بوده است (۱، ۳ و۴) .این محقیقن به ترتیب سرعت های ۲۷-۹، ۶/۶-۵ و ۵/۶ میلیگرم ازت در کیلوگرم خاک در روز را برای نیتریفیکاسیون بدست آورده اند. سرعتهای بدست آمده در خاک‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر ۷ تا ۱۶ میلیگرم ازت در کیلوگرم خاک در روز بوده و در محدوده خاک‌های طبیعی است و در بین آنها خاک شماره ۱ بیشترین سرعت را نشان می دهد.

منحنی های بدست آمده از نیتریفیکاسیون، سیگموید شکل بوده و می توان آنرا به چهار مرحله تقسیم کرد. مرحله اول یک تاخیر اولیه که در طی آن هیچگونه نیتراتی تولید نشده است. مرحله دوم افزایش تدریجی تولید نیترات است که این افزایش در مرحله سوم که بصورت خطی است به حداکثر خود می رسد. چهارمین مرحله نیز کاهش سرعت تولید نیترات است که احتمالاً به دلیل محدودیت آمونیم در آخر آزمایش می باشد. این مراحل بخوبی در شکل(۱) قابل مشاهده می باشند. طول دوره تاخیر اولیه که با امتداد دادن بخش خطی تولید نیترات به طرف محور xها بدست آمده است بین ۱ تا ۱۲ روز می‌باشد. تاخیر در نیتریفیکاسیون در خاک توسط محققین چندی نیز گزارش شده است (۱و ۸).

در تحقیقات انجام شده توسط هیو وآدامز (۵) مشاهده شد که غلظت کم فسفر معدنی در خاک فعالیت باکتری های تولید کننده نیترات را کاهش داده و اثرات کمبود فسفر روی میکروارگانیسم‌های اکسیدکننده

کننده آمونیم NH_4^+ بیشتر از میکروارگانسمهای اکسید کننده نیتریت NO_2^- بوده است. آنها مرحله تاخیر طولانی را در نیتریفیکاسیون به دلیل غلظت کم فسفر در محلول خاک مشاهده نمودند. در تحقیق حاضر آنالیز همبستگی بین فسفر قابل دسترسی خاک‌ها و طول دوره تاخیر اولیه نیتریفیکاسیون در خاک‌های مورد مطالعه انجام شد و نتایج بدست آمده همبستگی منفی ومعنی داری را بین این دو نشان میدهد($r = -0.995$).

مرحله تاخیر نیتریفیکاسیون می تواند به دلیل کمی مواد غذایی باشد که میکروارگانیسم ها برای رسیدن به حداکثر ظرفیت فعالیت‌شان به آن احتیاج دارند. این امر توسط محققین دیگری نیز تایید شده است(۱و۸). این افراد، مرحله تاخیر را به مرحله رشد باکتری ها نسبت می‌دهند، و این در حالی است که فلاورز و اکلاگان (۴) معتقدند که اگر شرایط محیطی و تغذیه ای برای میکروارگانیسم ها محدود کننده نباشد، نیتریفیکاسیون می تواند بدون مرحله تاخیر از ابتدای اینکوباسیون بصورت خطی افزایش یابد.

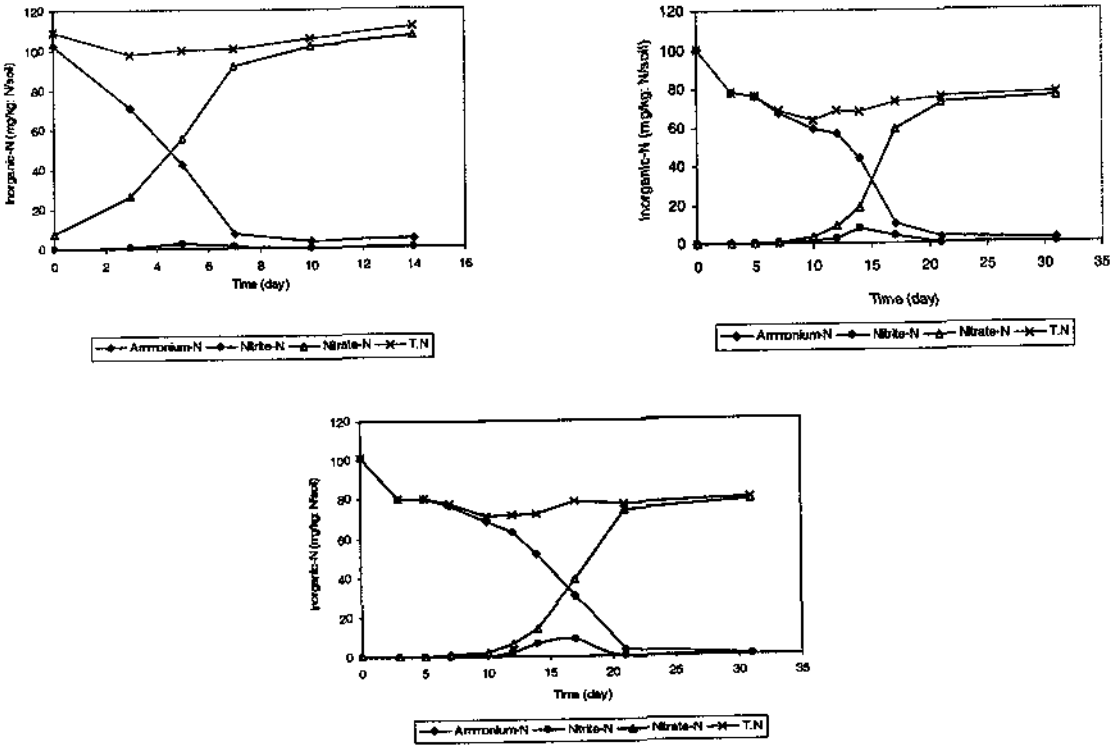
در طول آزمایش در تمامی خاک‌ها مقداری تجمع نیتریت مشاهده شده که این امر می تواند بدلیل شرایط قلیایی و سمیت آمونیاک، و یا تأثیر Cr روی جمعیت نیتروباکترها باشد(۲) که باعث تجمع مقطعی نیتریت در خاک‌ها شده است.

این امکان وجود دارد که نیتریفیکاسیون تحت تأثیر غلظت کل فلزات سنگین قرار گیرد ولی قابلیت دسترسی این فلزات عامل مهم تری است. قابلیت دسترسی فلزات سنگین با خواص خاک که تعیین کننده یا توزیع گونه های آنها می باشند، تحت تأثیر قرار می گیرد. بنابراین خواص خاک می تواند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم از طریق اثر گذاری روی Speciation فلزات روی نیتریفیکاسیون تأثیر بگذارد (۸).

در این مطالعه غلظت کل کرم زیاد بوده ولی pH خاک شرایطی را ایجاد کرده که قسمت کمی از آن بصورت کرم قابل دسترس می‌باشد.

جدول (۱) نتایج بدست آمده قبل و بعد از آزمایش اینکوباسیون

Soil NO	pH		P Avail. mg/kg	Slope (mg^{-1}/ kg-1) per day	Initial –N mg/kg			Water available Cr mg/kg	
	Before	After		NO_3^-– N	NH_4^+-N	NO_2^--N	NO_3^--N	Before	After
1	8.08	7.71	38.0	16	2.03	ND	7.32	0.65	0.83
2	8.26	8.04	11.0	13	0.43	ND	0.08	1.32	1.66
3	8.32	8.00	13.3	7	0.73	ND	0.36	1.12	1.53



شکل (۱) تغییرات ازت معدنی در طول اینکوباسیون برای خاکها

منابع مورد استفاده

1- Abbasi M, K., Z. Shah and W.A. Adams. 2001. Mineralization and nitrification potentials of grassland soils at shallow depth during laboratory incubation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 164: 497-502.

2- Alloway, B.J. 1995. Heavy metals in Soil. Second Edition. Published by Blacke Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall.

3- Amin, M. 1995. Studies on the measurement and behavior of nitrogen in soil. Ph.D. Thesis. University of Glasgow.

4- Flowers, T.H. and J. R. O'Callaghan. 1983. Nitrification in soils incubated with pig slurry or ammonium sulphate. Soil Biology and Biochemistry, 15(3): 337-342.

5- Hue, N.V and F. Adams. 1984. Effect of phosphorous level on nitrification rates in three low-phosphorous Ultisols. Soil Science. 137 (5): 324-331.

6- Sahravat K.L. 2004. Nitrification inhibitors for controlling methane emission from submerged rice soil. Current Science, 87 (8): 1084-1087.

7- Sauve, S., A. Dumstre, M. McBride, J.W. Gillell, J. Berthelin and W. Hendershot. 1999. Nitrification potential in field-collected soils contaminated with Pb or Cu. Applied Soil Ecology, 12: 29-39.

8- Sierra J., S. Fontaine and L. Desfontaines. 2001. Factors controlling N mineralization, nitrification and nitrogen losses in an Oxisol amended with swage sludge. Australian Journal of Soil Research, 39: 519-534.

9- Tate, R.L. 1995. Chapter 10: The Nitrogen Cycle, Soil Based, in: Soil Microbiology. Published by John Wiely and Sons, Inc.