نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸، ص. ۳۸-۲۸

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 4, Winter 2009, p. 28-38

تأثیر کودهای مختلف نیتروژن بر نیتروژن آلی محلول (DON) و نیتروژن معدنی محلول (DIN) در دو خاک آلفی سول شمال ایران

منا مصدقی[۱] – امیرلکزیان[۲*] – غلامحسین حق نیا[۳] – امیر فتوت[۴] – اکرم حلاج نیا[۵]

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۹
تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۷

چکیده

نیتروژن آلی محلول (DON) یکی از بخش‌های مهم مواد آلی محلول (DOM) خاک است که سهم قابل توجهی از نیتروژن محلول خاک را به خود اختصاص داده و به عنوان منبع مهم نیتروژن در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی و خاکی در نظر گرفته می‌شود. نیتروژن معدنی محلول (DIN) نیز که شامل نیترات، نیتریت و آمونیوم می‌باشد از شکل‌های دیگر نیتروژن در محلول خاک بوده که از دیدگاه تغذیه گیاهی دارای اهمیت است. عملیات مدیریتی خاک همانند کوددهی می‌تواند بر غلظت و حرکت DON و DIN در خاک تأثیرگذار باشد. هدف از این تحقیق بررسی مقایسه‌ای اثر کودهای نیتروژن بر کمیت DON و DIN دو خاک آلفی سول در شمال ایران بود. بدین منظور آزمایشی با آرایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از سه منبع اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم به همراه شاهد در شش زمان (صفر، ۷، ۱۴، ۲۸، ۴۲ و ۶۰ روز) با سه تکرار و در دو خاک مختلف انجام شد. تغییرات DON، DIN (NO_3+NO_2) و NH_4) و pH در طول مدت زمان ۶۰ روز و در شش زمان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان دادند که افزودن کودهای نیتروژن به هر دو خاک باعث کاهش میزان DON گردید. اما میزان (NO_3+NO_2) و NH_4 افزایش پیدا کرد. در بین کودهای نیتروژن کود سولفات آمونیوم به دلیل کاهش pH، بیشترین تأثیر را در کاهش غلظت DON داشت. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که دامنه نوسانات DON در مدت زمان ۶۰ روز و در شرایط آزمایشگاهی به طور متوسط بین ۱۱ تا ۷۵ درصد بوده است. در هر دو خاک در ابتدای آزمایش DON غالب‌ترین شکل نیتروژن محلول بوده و بر عکس در انتهای آزمایش مجموع نیترات و نیتریت بخش عمده نیتروژن کل محلول خاک را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: کودهای نیتروژن، نیتروژن آلی محلول (DON)، نیتروژن معدنی محلول (DIN)

مقدمه

مواد آلی اثرات مهم و قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. بخشی از مواد آلی خاک از نظر اندازه نسبتاً بزرگ است که به این بخش ذرات آلی خاک[۶] (POM) گفته می‌شود. برعکس، بخشی از مواد آلی کوچکتر از ۰/۴۵ میکرومتر قطر دارند که به آنها مواد آلی محلول[۷] (DOM) اطلاق می‌شود. نیتروژن آلی محلول[۸] (DON) یکی از بخش‌های مهم DOM است که سهم قابل توجهی از نیتروژن کل محلول خاک[۹] (TDN) را به خود اختصاص داده و نقش‌های مختلف و مهمی را در خاک ایفا می‌کند. برخی پژوهشگران در گزارشات علمی خود عنوان کرده‌اند که DON مهمترین شکل نیتروژن در خاک بوده و اهمیت آن حتی از نیتروژن معدنی محلول[۱۰] (DIN) نیز بیشتر است (۷، ۱۱ و ۲۴).

مطالعات مختلفی نشان می‌دهند که عمده هدررفت نیتروژن از خاک از طریق جریان‌های DON می‌باشد (۱۸ و ۱۹). علاوه بر نقشی که DON در آبشوئی نیتروژن در اکوسیستم‌های جنگلی دارد، به عنوان منبع مهم نیتروژن نیز در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی و خاکی در نظر گرفته می‌شود. مولکول‌های سبک موجود در DON نظیر انواع اسیدهای آمینه منبع مهم تأمین نیتروژن برای ریز جانداران خاک بوده و حتی بعضی گیاهان می‌توانند بطور مستقیم از آن استفاده کنند (۳، ۱۱ و ۱۶). استریتر و همکاران (۲۵) گزارش کردند که ریشه گیاهان و میکوریزای همراه آن قادر هستند از DON موجود در

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد ، دانشیار و کارشناس ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: alakzian@yahoo.com)

6- Particle Organic Matter (POM)
7- Dissolved Organic Matter (DOM)
8- Dissolved Organic Nitrogen (DON)
9- Total Dissolved Nitrogen (TDN)
10- Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN)

محلول خاک به طور مستقیم استفاده کنند. بنابراین با حضور DON در محیط خاک وابستگی گیاهان به فعالیت‌های میکروبی معدنی شدن نیتروژن تا اندازه‌ای کاهش پیدا می‌کند. کوالز و هینز (۲۰) نتایج جالبی را در مورد تجزیه پذیری DON بدست آوردند که نشان می‌دهد مولکول‌های DON نسبت به فرآیندهای تجزیه میکروبی در خاک نسبتاً پایدار هستند. از این رو شاید بتوان این ادعا را مطرح کرد که تولید DON در خاک باعث حفظ و نگهداری طولانی مدت ذخایر نیتروژن در خاک می‌گردد. مک‌داول (۱۵) نیز در بررسی که پیرامون مواد آلی محلول داشته است، تولید DON را در خاک‌های معدنی عامل مفیدی در جهت حفظ نیتروژن خاک برشمرده است.

علاوه بر نقش‌های مهم DON در اکوسیتم‌های خاکی تحرک زیاد آن در خاک می‌تواند باعث انتقال آن به اکوسیستم‌های آبی گردد. این مسئله علاوه بر مشکل هدر رفت منابع نیتروژن خاک می‌تواند سبب آلودگی آبهای زیرزمینی مخصوصاً در جنگل‌های شمال ایران که سطح آب زیر زمینی بالائی دارند گردد. عملیات مدیریتی خاک همانند کوددهی یکی از عواملی است که می‌تواند تأثیر زیادی بر کمیت، کیفیت و تحرک DON و DIN داشته باشد. استوآنز و جوناس (۲۶) در مطالعات خود در جنگل‌های نروژ نشان دادند که پس از ۲ سال کاربرد کود نیترات آمونیوم در خاک، غلظت DON خاک کاهش پیدا کرد که این کاهش را به افزایش معدنی شدن نیتروژن در خاک نسبت دادند. اما بعد از ۴ سال کاربرد کود نیترات آمونیوم در همین منطقه، این روند کاهشی در غلظت DON مشاهده نشد. کیوری و همکاران (۵) پس از کاربرد کود نیتروژن در مزرعه مشاهده کردند که به ازای افزایش سالانه ۱۵۰ کیلوگرم واحد نیتروژن در هکتار، غلظت DON ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد افزایش پیدا کرد. برعکس امت و همکاران (۶) در بررسی افق A خاکهای منطقه ویلز انگلستان و استوآنز و جوناس (۲۶) در بررسی افق‌های آلی خاکهای جنگلی سوزنی برگ سوئد هیچ تغییری در غلظت و حرکت DON بعد از افزایش کود نیتروژن مشاهده نکردند. بنابراین به نظر می‌رسد که انواع مختلف کود نیتروژن با اثراتی که بر روی شیمی محلول خاک، pH و فعالیت‌های میکروبی می‌گذارند در شرایط مختلف اقلیمی و در خاکهای مختلف می‌توانند اثرات متفاوتی بر غلظت و حرکت DON در خاک داشته باشند. به طور کلی نتیجه گیری واضحی تا به امروز در مورد تأثیر افزایش کودهای نیتروژن بر روی غلظت و حرکت DON حاصل نشده است.

علی رغم مطالعات مختلف در زمینه شکل‌های معدنی نیتروژن مطالعات پیرامون شکل‌های آلی نیتروژن خاک اندک است. از طرف دیگر تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مقایسه تأثیر کودهای مختلف نیتروژن بر غلظت DON انجام نشده است. در کشور ما نیز گزارشات علمی پیرامون DON خاک و عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت آن ارائه نشده است. بنابراین مسئله مورد نظر در این تحقیق بررسی و مقایسه تأثیر کودهای مختلف نیتروژن بر کمیت DON در دو خاک آلفی سول منطقه شمال بود. همچنین به دلیل ارتباط نزدیک DON و DIN، اهمیت شکل‌های معدنی نیتروژن از دیدگاه تغذیه گیاهی و اهمیت تحرک نیترات در خاکها از دیدگاه آلودگی آبهای زیر زمینی بررسی تغییرات DIN و اجزای آن (نیترات و نیتریت، آمونیوم) پس از کوددهی با کودهای مختلف نیتروژن نیز از اهداف دیگر این پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

دو نمونه خاک آلفی‌سول از منطقه گیلان انتخاب و نمونه‌برداری از عمق شخم (۳۰ – ۰) هر دو خاک انجام شد. خاک شماره ۱ از ایستگاه فجر مرکز تحقیقات چای لاهیجان (طول وعرض جغرافیائی به ترتیب '۱ °۵۰ و'۱۱ °۳۷) با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا و ۰/۵ درصد شیب شرقی به غربی تهیه شد. خاک شماره ۲ از ایستگاه فشالم مرکز تحقیقات چای فومن (طول و عرض جغرافیائی '۲۵ °۴۹ و '۲۵ °۳۷) با ارتفاع ۳ متر پائین‌تر از سطح دریا و۲ درصد شیب شمالی به جنوبی تهیه گردید. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی مشهد منتقل و پس از هواخشک شدن و حذف بقایای گیاهی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد خصوصیات فیزیکی و شیمیائی نمونه‌های خاک مطابق روشهای معمول آزمایشگاهی اندازه-گیری شد.

به‌منظور مطالعه تأثیر نوع خاک و سه نوع کود نیتروژن بر روی DON و اجزای DIN ((NO_3+NO_2) و NH_4)، آزمایشی با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه نوع کود نیتروژن (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منابع اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA) به همراه شاهد)، در شش زمان (۰، ۷، ۱۴، ۲۸، ۴۲ و ۶۰ روز) در دو خاک مختلف (خاک شماره ۱ (S1) و خاک شماره ۲ (S2)) با سه تکرار انجام شد. برای تهیه تیمارهای آزمایش نمونه‌های ۵۰ گرمی از خاک‌های مورد نظر به ظروف پلاستیکی با قطر ۶/۷ و عمق ۵ سانتی‌متر منتقل و تیمارهای نیتروژن (بصورت محلول) بطور جداگانه در هر ظرف اعمال شدند. تیمارها در شرایط دمای ثابت ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت در حد ظرفیت زراعی در طول آزمایش نگهداری شدند. با توجه به اینکه پس از نمونه‌برداری در زمان‌های ۰، ۷، ۱۴، ۲۸، ۴۲ و ۶۰ روز نمونه‌ها حذف می‌گردید جمعاً ۱۴۴ واحد آزمایشی تهیه شد.

به‌منظور عصاره‌گیری از تیمارهای آزمایش در زمان‌های مورد نظر ۲۰ گرم از خاک مرطوب و کاملاً همگن شده با ۱۰۰ سی سی آب مقطر (نسبت ۱:۵) مخلوط و سوسپانسیون حاصل به مدت ۴ ساعت در شیکر دورانی با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه تکان داده شد. عصاره‌ها بعد از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲ با دور ۸۰۰۰ دور دردقیقه به

مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند (۱۲).

میزان TDN عصاره‌ها به روش کابرا و بیر (۴) و با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری گردید. میزان DIN و آمونیوم در عصاره‌ها نیز به روش تقطیر با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه گیری شدند (۱۳) در این روش برای اندازه گیری مقدار آمونیوم در عصاره ها از اکسید منیزیم و برای اندازه گیری مجمع نیترات، نیتریت و آمونیوم از اکسید منیزیم به همراه آلیاژ دواردا استفاده شد. با کسر نمودن مقادیر آمونیوم محلول از DIN، مقادیر نیتریت و نیترات عصاره‌ها محاسبه شد و با کسر نمودن مقادیر DIN از TDN مقادیر DON در عصاره‌ها محاسبه شد (۱۱). pH نمونه‌ها در نسبت ۱:۲/۵ (خاک به آب) به طور همزمان توسط دستگاه pH متر مدل METROHM632 قرائت گردید. نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC آنالیز و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه گردید. رسم نمودارها با نرم افزارEXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات شیمیائی و فیزیکی دو خاک مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان نیتروژن کل هر دو خاک نسبتاً زیاد بود و نیتروژن خاک شماره ۲ تقریباً ۳/۴ برابر خاک شماره ۱ بود. اما میزان نیتروژن معدنی در خاک شماره ۱ بیشتر (۳ برابر) از خاک شماره ۲ بود. میزان رس در خاک شماره ۱ تقریباً دو برابر خاک شماره ۲ بود. pH خاک ۲ نیز در مقایسه با خاک ۱ تقریباً ۱ واحد کمتر بود.

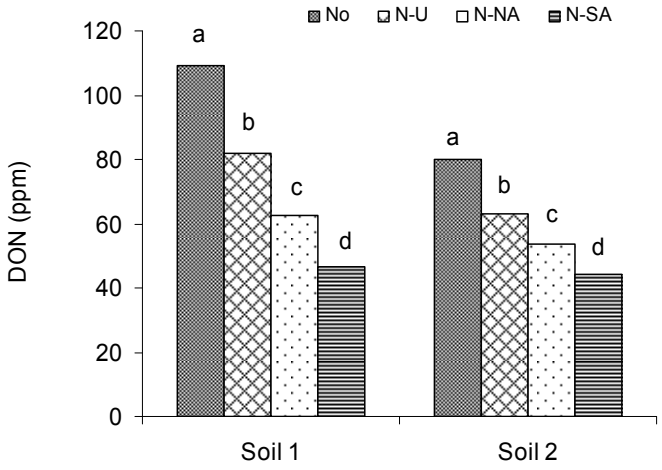
شکل ۱ نتایج حاصل از تأثیر کودهای نیتروژن بر میزان DON دو خاک را نشان می دهد. کاربرد کودهای نیتروژن باعث کاهش غلظت DON در هر دو خاک شده است. اثر کاهشی انواع مختلف کودهای نیتروژن در هر دو خاک شبیه هم بود. در هر دو خاک بیشترین کاهش DON در تیمار سولفات آمونیوم و کمترین کاهش در تیمار اوره مشاهده شد. استوآنز و جوناس (۲۶) گزارش کردند که در اثر کاربرد کود نیترات آمونیوم به مدت چهار سال در خاک غلظت DON کاهش معنی‌داری داشته است. با مقایسه تغییرات pH در اثر کاربرد کودهای نیتروژن (شکل ۲) و نتایج DON (شکل ۱) به نظر می‌رسد که تغییرات DON پس از کاربرد کودهای نیتروژن مخصوصاً در خاک ۱ تا اندازه‌ای زیر تأثیر تغییرات pH خاک بوده است.

گزارشات علمی نشان می‌دهد که با کاهش pH خاک گروههای عاملی مواد آلی پروتونه شده و در نتیجه جذب مواد آلی توسط کانی‌های خاک افزایش پیدا می‌کند (۸، ۹ و ۱۴). بنابراین افزودن کودهای نیتروژن از طریق کاهش در pH خاک می‌تواند باعث کاهش غلظت DON در محلول خاک گردد. دلیل احتمالی دیگر برای کاهش میزان DON در اثر کاربرد کودهای نیتروژن می‌تواند به افزایش قدرت یونی محلول نیز نسبت داده شود. زیرا در اثر افزودن کودهای نیتروژن و رهاسازی آنیون‌ها وکاتیون‌های متنوع با بارهای مختلف در محلول خاک قدرت یونی محلول افزایش یافته و با کاهش ضخامت لایه دوگانه پخشیده[1] هماوری مواد آلی و نهایتاً کاهش غلظت مواد آلی محلول در خاک رخ می‌دهد. تیپینگ و هرلی (۲۷) و ونس و دیوید (۲۸) اثر کاهشی قدرت یونی بر غلظت مواد آلی محلول را در مطالعات خود گزارش کرده‌اند. دلیل دیگری که می‌توان برای کاهش غلظت DON در اثر کاربرد کودهای نیتروژن ارائه داد آن است که با اضافه شدن منابع معدنی نیتروژن به خاک ضرورت صرف انرژی و تولید آنزیم‌های درون سلولی و برون سلولی توسط ریز جانداران برای تجزیه مواد آلی کاهش می یابد.

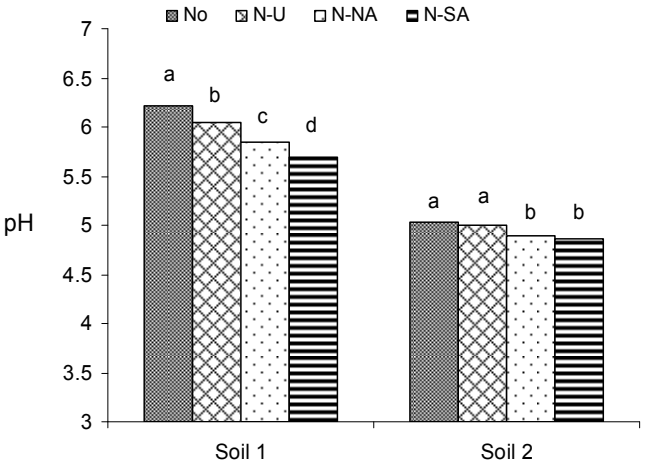
(جدول ۱)- خصوصیات شیمیائی و فیزیکی دو خاک مورد مطالعه

پارامتر اندازه‌گیری شده	واحد اندازه‌گیری	خاک ۱	خاک ۲
بافت	-	لوم رسی	لوم شنی
رس	%	۴۲	۲۴
pH گل اشباع	-	۶	۵/۱
EC	$dS.m^{-1}$	۰/۴۱۹	۰/۶۲۵
OC	%	۳/۱۲	۵/۲۳
CEC	$Cmolc.kg^{-1}$	۵۰	۳۰/۸
N کل	ppm	۲۵۲۰	۸۶۸۰
N معدنی	ppm	۱۶۸	۵۶
SP	%	۵۰/۸	۵۱/۳
جرم مخصوص ظاهری	$g .cm^{3}$	۱/۲۸	۱/۳۱

1- Diffuse Double Layer (DDL)



(شکل ۱)- مقایسه میانگین (DON) در دو خاک آلفی سول زیر تأثیر چهار نوع کود نیتروژن بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA)



(شکل ۲)- مقایسه میانگین pH خاک در دو خاک آلفی سول زیر تأثیر چهار نوع کود نیتروژن بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA)

شکل ۳ تغییرات DON را با گذشت زمان در هر دو خاک مورد مطالعه نشان می‌دهد. در خاک ۱ در تمام تیمارهای کودی نیتروژن بیشترین مقدار DON در هفته چهارم خوابانیدن و کمترین مقدار DON در هفته آخر خوابانیدن مشاهده شد. نظیر این نتیجه را جونز و همکاران (۱۲) مشاهده کردند. آنان نیز در هر سه خاک مورد مطالعه خود گزارش کردند که غلظت DON به طور متوسط بین هفته‌های دوم تا چهارم آزمایش افزایش پیدا کرده و پس از آن دوباره از غلظت آن کاسته شده است. در حالی که در خاک ۲ در طول آزمایش DON دارای روند کاهشی بود. بنابراین به نظر می رسد که خصوصیات خاک بر روند تغییرات DON در طول زمان موثر است و در خاکهای مختلف این روند می تواند متفاوت باشد. بهر حال کمترین مقدار DON در هر دو خاک پس از ۶۰ روز اندازه گیری شد.

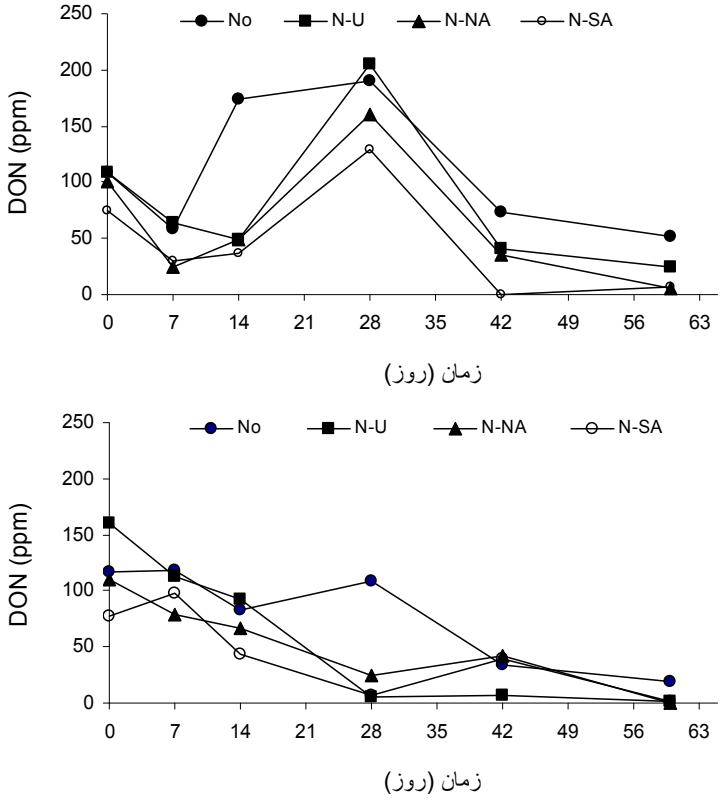
نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای نیتروژن تأثیر زیادی بر اجزای نیتروژن معدنی محلول خاک (DIN) داشته است. از آنجا که میزان آمونیوم در هر دو خاک در مقایسه با مجموع نیترات و نیتریت غلظت پائین‌تری داشت، تغییرات DIN در هر دو خاک بیشتر متأثر از غلظت نیترات و نیتریت بود. بنابراین از ارائه نتایج DIN به دلیل شباهت زیاد با نتایج مربوط به مجموعه نیترات و نیتریت صرف نظر شد.

همانطور که در شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود تأثیر افزودن کودهای مختلف نیتروژن به خاک بر روی غلظت مجموع نیترات و نیتریت و آمونیوم در هر دو خاک معنی‌داری بود. تفاوت در غلظت

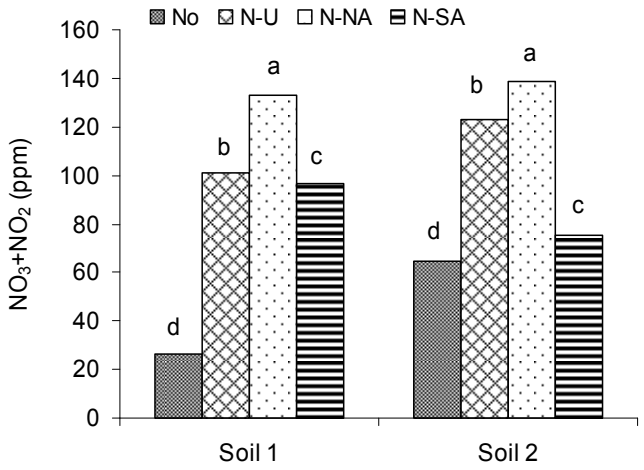
نیترات + نیتریت و آمونیوم در تیمارهای کودی ناشی از تفاوت در اشکال مختلف نیتروژن معدنی موجود در کودها می‌باشد به طوریکه کود نیترات آمونیوم که بیشترین درصد نیترات را داشته دارای بیشترین میزان نیترات و نیتریت بوده و کود سولفات آمونیوم که بیشترین درصد آمونیوم را دارد دارای بیشترین میزان آمونیوم نیز بوده است.

اسمولندر و همکاران (۲۳) در مطالعات خود بر روی خاکهای جنگلی جنوب فنلاند گزارش کردند که غلظت نیتروژن (نیترات + نیتریت) در کرت‌هائی که کود نیتروژن دریافت کرده بودند بالاتر از بقیه کرت‌ها بوده است. نوهرستد (۱۷) نیز نشان داد که افزودن سالانه ۷۷ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم در هکتار به خاک‌های جنگلی سوئد سبب افزایش نیتروژن معدنی مخصوصاً در افق‌های آلی خاک گردید.

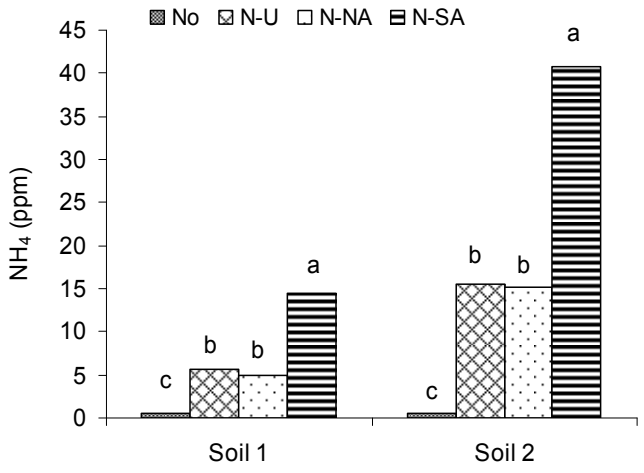
نکته قابل توجه این است که تأثیر کودهای نیتروژن بر مجموع غفلت نیترات و نیتریت و آمونیوم در هر دو خاک شبیه هم بود به طوریکه در هر دو خاک روند تغییرات نیترات و نیتریت در تیمارهای نیتروژن به صورت N0< N-SA< N-U< N-NA و روند تغییرات آمونیوم به صورت N0< N-NA< N-U< N-SA بود (شکل‌های ۴ و ۵). از این نتیجه می‌توان اینگونه استنباط کرد که تغییرات نیترات و نیتریت و همچنین آمونیوم در هر دو خاک بیشتر از نوع کود تأثیر گرفته و نوع خاک تأثیر زیادی بر این تغییرات نداشته است. بیشترین میزان آمونیوم در هر دو خاک در کود سولفات آمونیوم مشاهده شد (شکل ۶). به نظر می‌رسد علاوه بر مقدار بالای آمونیوم در این کود، اسیدزا بودن آن نیز عامل دیگری برای بالا بودن میزان آمونیوم در این تیمار کود می‌تواند باشد. زیرا نیتریفیکاسیون در pH های پائین آهسته‌تر صورت می‌گیرد (۲). این مسئله در خاک ۲ که pH کمتری نسبت به خاک ۱ داشته با شدت بیشتری مشاهده می‌شود.



(شکل ۳)- تأثیر انواع کود نیتروژن، بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA) بر DON در زمان‌های مختلف در دو خاک آلفی سول شماره ۱ (بالا) و ۲ (پایین)



(شکل ٤)- مقایسه میانگین (نیتریت و نیترات) در دو خاک زیر تأثیر چهار نوع کود نیتروژن بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA)



(شکل ٥)- مقایسه میانگین آمونیوم در دو خاک آلفی سول زیر تأثیر چهار نوع کود نیتروژن بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA)

در هر دو خاک با گذشت زمان همانطور که در شکل‌های ۶ و ۷ مشاهده می‌شود در تمام تیمارهای کودی نیتروژن غلظت نیترات و نیتریت روند افزایشی داشته اما غلظت آمونیوم با گذشت زمان کاهش پیدا کرده است که تأیید کننده انجام فرآیند نیتریفیکاسیون در خاک می‌باشد. کاهش تدریجی آمونیوم با گذشت زمان علاوه بر فرآیندهای نیتریفیکاسیون می‌تواند به جذب سطحی آمونیوم توسط ذرات خاک نیز نسبت داده شود که پدیده‌ای کاملاً شناخته شده است . اسجوبرگ و پیرسون (۲۲) گزارش کردند که میزان آمونیوم در همان روزهای اول آزمایش به شدت کاهش می‌یابد و دلیل اصلی این امر را به جذب سطحی سریع آمونیوم در خاک نسبت دادند. یکی از دلایل روند افزایشی مجموعه نیترات و نیتریت در هر دو خاک عدم حضور گیاه بوده که به مرور زمان تجمع نیترات و نیتریت حاصل از فرآیندهای نیتریفیکاسیون را در خاک باعث شده است. جونز و همکاران (۱۱) نیز کاهش غلظت آمونیوم و افزایش غلظت نیترات را با گذشت زمان در نتایج مطالعه خود گزارش کردند. اگرچه در مطالعه دیگری که طول مدت آزمایش بیشتر از ۵۰ روز بوده است مجموعه غلظت نیترات و نیتریت تا هفته‌های ۵ و ۶ روند افزایشی داشته و پس از آن تدریجاً از غلظت آن کاسته شد (۳). برخی مطالعات نشان می دهد که در صورت مساعد بودن شرایط از نظر pH در مدت زمان کمتر از چند هفته در اثر عمل نیتریفیکاسیون آمونیوم به نیترات تبدیل می‌شود (۱۰).

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود در تمام تیمارهای کودی

نیتروژن در هر دو خاک میزان آمونیوم روند کاهشی داشته است. یکی از دلایل این مسئله می تواند مربوط به جذب سطحی بیشتر آمونیوم باشد. نتایج حاصل از تأثیر کودهای نیتروژن بر غلظت نیترات و نیتریت در شکل ۷ نشان می‌دهد که در خاک شماره ۱ بیشترین اختلاف مقادیر نیتریت و نیترات در بین کودهای نیتروژن تا روز ۱۴ آزمایش بوده ولی در خاک شماره ۲ این اختلاف تا پایان آزمایش تقریباً یکسان بوده است. نتایج نشان داد که در هر دو خاک غلظت آمونیوم در کود سولفات آمونیوم نسبت به بقیه کودها همیشه بیشتر بوده است که دلیل اصلی آن محتوای بالای آمونیوم در این کود می‌باشد. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود الگوی تغییرات آمونیوم در طول زمان در هر سه تیمار کودی نیتروژن تا زمان ۲۸ آزمایش تأثیر زیادی از نوع خاک نداشته است.

شکل ۸ تغییرات درصد DON، مجموع نیترات و نیتریت و آمونیوم را نسبت به TDN در طول زمان نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در هر دو خاک در ابتدای آزمایش DON غالب‌ترین شکل نیتروژن محلول بوده و بر عکس در انتهای آزمایش مجموع نیترات و نیتریت بخش عمده نیتروژن محلول را به خود اختصاص داده‌اند.

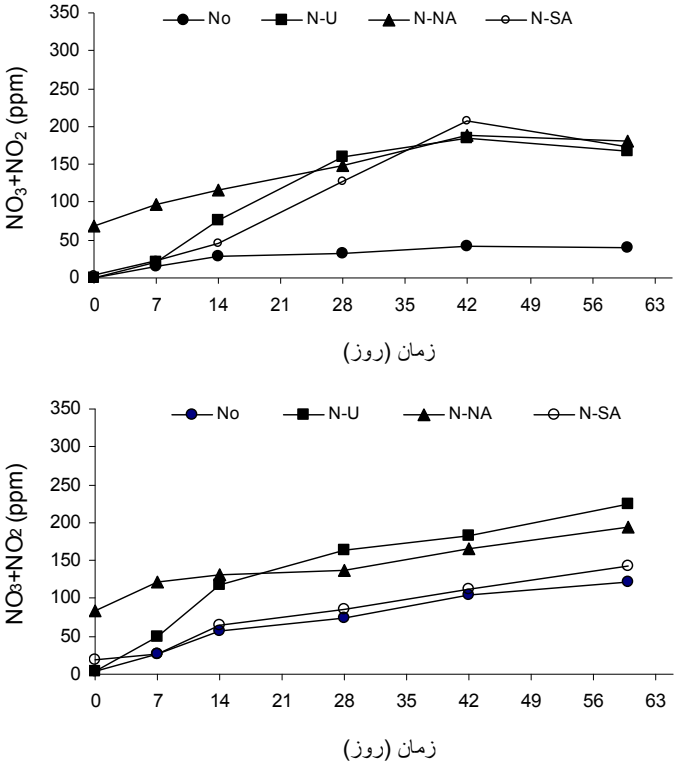
توزیع شکل‌های مختلف نیتروژن در ابتدای آزمایش در محلول خاک شماره ۱ به صورت ۷۹/۰۵ درصد DON، ۹/۴۳ درصد NO_3+NO_2 و ۱۱/۶ درصد NH_4 و در محلول خاک شماره ۲ به صورت ۷۱/۴ درصد DON، ۱۳/۴۹ درصد NO_3+NO_2 و ۱۵/۱۳ درصد NH_4 بوده است. نکته قابل توجه آنکه در انتهای آزمایش توزیع شکل‌های آلی و معدنی نیتروژن در محلول هر دو خاک نسبت به شروع آزمایش کاملاً متفاوت بود. به طوریکه در انتهای آزمایش ۱۹/۷۸ درصد DON، ۸۰/۲۵ درصد NO_3+NO_2 و صفر درصد NH_4 ازخاک شماره ۱ را شامل شده و در خاک شماره ۲ سهم DON از TDN۳/۱۵ درصد، (NO_3+NO_2) ۹۶/۶۴ درصد و NH_4 ۲/۹۶ درصد بوده است. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که با گذشت زمان درصد DON احتمالا به دلیل مصرف مستقیم آن توسط موجودات زنده وهمچنین فرآیندهای معدنی شدن کاهش یافته و بر عکس درصد NO_3+NO_2 به دلیل نیتریفیکاسیون نیتروژن افزایش یافته است. جونز و همکاران (۱۱) در مطالعه بر روی سه خاک کشاورزی در منطقه ویلز انگلیس گزارش نمودند که در شروع آزمایش DON در هر سه خاک غالب‌ترین شکل نیتروژن محلول بوده و با گذشت تقریباً ۹ روز در دو خاک و ۳۵ روز در خاک دیگر مجموع نیترات و نیتریت غالب‌ترین شکل نیتروژن محلول در خاکها شده است. اسمولندر و کیتونن (۲۴) در مطالعات خود بر روی خاکهای نروژ نشان دادند که بین ۶۲ تا ۸۳ درصد از TDN ،DON تشکیل می‌دهد. شرومف و همکاران (۲۱) گزارش کردند که تغییرات میزان DON بین ۸۸ تا ۲۳ درصد می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر در دو خاک جنگلی منطقه شمال ایران نشان داد که دامنه تغییرات DON در مدت زمان ۶۰ روز و در شرایط آزمایشگاهی به طور متوسط بین ۷۵ تا ۱۱ درصد بوده است کاهش آمونیوم نیز احتمالاً به دلیل اکسید شدن و یا جذب آن توسط ذرات خاک است. جونز و همکاران (۱۱) نیز دلیل کاهش آمونیوم را در خاکهای مورد مطالعه خود جذب توسط ذرات معدنی خاک عنوان کردند.

نتیجه‌گیری

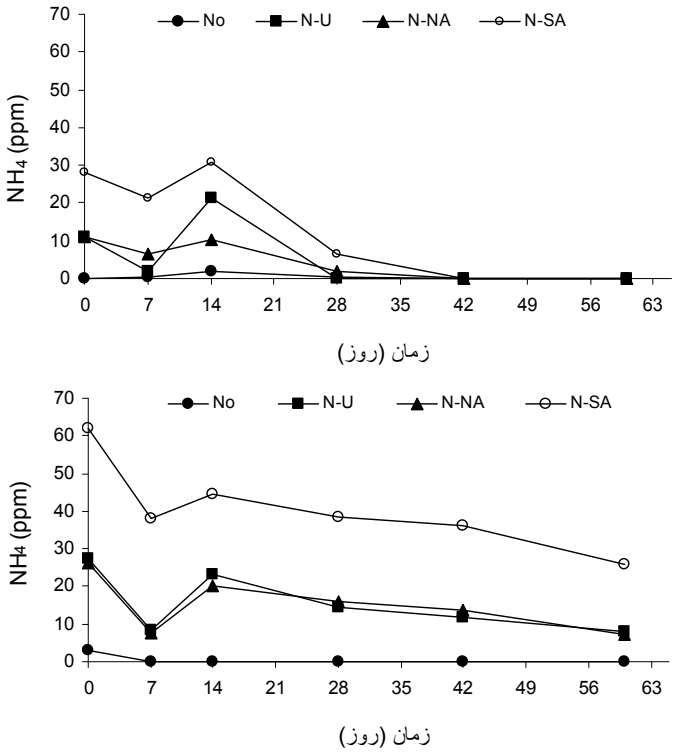
نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای نیتروژن باعث کاهش غلظت DON در خاک‌های مورد مطالعه گردید اما میزان مجموع غلظت نیترات و نیتریت و آمونیوم در محلول خاک افزایش پیدا کرد. از این لحاظ در بین کودهای نیتروژن کود سولفات آمونیوم به دلیل کاهش pH بیشترین تأثیر را در کاهش غلظت DON داشت. در هر دو خاک مورد مطالعه مجموع غلظت نیترات و نیتریت با گذشت زمان روند افزایشی داشته اما DON و آمونیوم روند کاهشی را نشان دادند. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که در هر دو خاک در ابتدای آزمایش DON غالب‌ترین شکل نیتروژن محلول بوده و بر عکس در انتهای آزمایش مجموع نیترات و نیتریت بخش عمده نیتروژن کل محلول TDN را به خود اختصاص دادند. دامنه نوسانات DON در مدت زمان ۶۰ روز و در شرایط آزمایشگاهی در این آزمایش به طور متوسط بین ۱۱ تا ۷۵ درصد بوده است.

سپاسگزاری

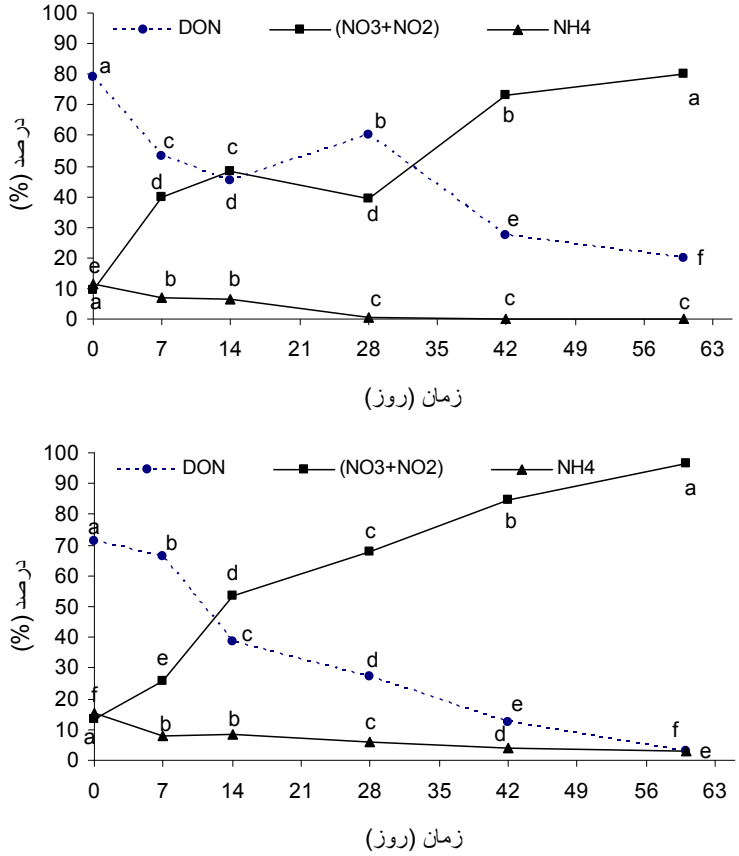
از مؤسسه تحقیقات چای لاهیجان و مسئول بخش خاک و آب جناب آقای مهندس باقری به دلیل همکاری در انتخاب محل نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌شود. از استاد محترم دانشگاه صنعتی اصفهان آقای دکتر نوربخش به خاطر راهنمائی‌های ارزنده‌شان کمال تشکر را داریم.



(شکل ٦)- تأثیر انواع کود نیتروژن، بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA) بر مجموع تیترات و نیتریت در زمان‌های مختلف در دو خاک آلفی سول شماره ۱ (بالا) و ۲ (پایین)



(شکل ۷)- تأثیر انواع کود نیتروژن، بدون نیتروژن (No)، اوره (N-U)، نیترات آمونیوم (N-NA) و سولفات آمونیوم (N-SA) بر آمونیوم محلول در زمان‌های مختلف در دو خاک آلفی سول شماره ۱ (بالا) و ۲ (پایین)



(شکل ۸)- درصد تغییرات DON، (NO_3+NO_2) و NH_4 در طول زمان در دو خاک آلفی سول شماره ۱ (بالا) و ۲ (پائین)

منابع

۱- سالاردینی ع. ا. ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. چاپ پنجم، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.

2- Alef K., and Nannipieri, P. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry.Academic press INC, USA.

3- Andersson S., Nilsson I., and Valeur I. 1999. Influence of dolomitic lime on DOC and DON leaching in a forest soil. Biogeochemistry, 47: 297-317.

4- Cabrera M.L., and Beare M.H. 1993. Alkaline persulfate oxidation for determining total nitrogen in microbial biomass extracts. Soil Sci. Soc. Am. J, 57: 1007-1012.

5- Currie W.S., and Aber J.D. McDowell W.H., Boone R.D., and Magill A.H. 1996. Vertical transport of dissolved organic C and N under long-term N amendments in pine and hardwood forests. Biogeochemistry, 35:471-505.

6- Emmett B.A., Reynolds B., Silgram M., Sparks T.H., and Wood C. 1998. The consequence of chronic nitrogen additions on N cycling and soil water chemistry in a sitka spruce stand, North Wales. Ecol. Manage, 101:165-175.

7- Freppaz M., Williams B.L., Edwards A.C., Scalenghe R., and Zanini E. 2007. Labile nitrogen, carbon, and phosphorus pools and nitrogen mineralization and immobilization rates at low temperatures in seasonally snow-covered soils. Biol Fertil Soils, 43:519–529.

8- Gu B., Schmitt J., Chen Z., Liang L., and McCarthy J.F. 1994. Adsorption and desorption of natural organic matter on iron oxide: mechanisms and models. Environ. Sci. Technol, 28:38-46.

9- Guggenberger G., Zech W., and Schulten H.R. 1994. Formation and mobilization pathways of dissolved organic matter: Evidence from chemical structural studies of organic matter fractions in acid forest floor solutions. Org. Geochem, 21:51-66.

10- Haynes R.J. 1986. Nitrogen in the Plant-soil System.Academic Press, Orlando.

11- Jones D.L., Shannon D., Murphy D.V., and Farrar J. 2004. Role of dissolved organic nitrogen (DON) in soil N cycling in grassland soils. Soil Biol. Biochem, 36: 749-756.

12- Jones D.L., and Willett V.B. 2006. Experimental evaluation of methods to quantify dissolved organic nitrogen (DON) and dissolved organic carbon (DOC) in soil. Soil Biol. Biochem, 38: 991-999.

13- Keeney, D.R., and Nelson, D.W. 1982. Steam distillation methods for exchangeable Ammonium, Nitrate, and Nitrite. In: Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed Agronomy 9(1). ASA. SSSA. . Madison publisher, Wisconsin, USA: 649-654.
14- Kennedy J., Billett M.F., Duthie D., Fraser A.R., and Harrison A.F. 1996. Organic matter retention in an upland humic podzol; The effects of pH and solute type. Eur. J. Soil Sci., 47: 615-625.
15- McDowell W.H. 2003. Dissolved organic matter in soils-future directions and unanswered questions. Geoderma, 113:179-186.
16- Neff J.C., Chapin F.S., and Vitousek P.M. 2003. Breaks in the cycle: dissolved organic nitrogen in terrestrial ecosystems. Frontiers Ecol. Environ, 1: 205–211.
17- Nohrstedt H.Ö. 2002. Effects of liming and fertilization (N,PK) on chemistry and nitrogen turnover in acidic forest soils in SW Sweden. Water Air Soil Pollu, 139: 343-354.
18- Oyarzu´n C.E., Godoy R., de Schrijver A., Staelens J., and Lust, N. 2004. Water chemistry and nutrient budgets in an undisturbed evergreen rainforest of southern Chile. Biogeochemistry, 71:107–123.
19- Perakis S.S., and Hedin L.O. 2002. Nitrogen loss from unpolluted South American forests mainly via dissolved organic compounds. Nature, 415:416–419.
20- Qualls R.G., and Haines B.L. 1992. Biodegradability of dissolved organic matter in forest throughtfall, soil solution and stream waters. Soil Sci. Soc. Am. J, 56:578-586.
21- Schrumpf M., Zech W., Axmacher J.C., Lehmann J., and Lyaruu H.V.M. 2006. TOC, TON, TOS and TOP in rainfall, throughfall, litter percolate and soil solution of a montane rainforest ccession at Mt. Kilimanjaro, Tanzania. Biogeochemistry, 78: 361-387.
22- Sjöberg R.M., and Persson T. 1998. Turnover of carbon and nitrogen in coniferous forest soils of different N-status and under different $^{15}NH_4$-N application rate. Environmental pollution, 102: 385-393.
23- Smolander A., Kitunen V., Priha O., and Mälkönen E. 1995. Nitrogen transformation in limed and nitrogen fertilized soil in Norway spruce stands. Plant and Soil, 172: 107-115.
24- Smolander A., and Kitunen V. 2002. Soil microbial activities and characteristics of dissolved organic C and N in relation to tree species. Soil Biol. Biochem, 34: 651–660.
25- Streeter T.C., Bol R., and Bardgett R.D. 2000. Amino acids as a nitrogen source in temperate upland grassland: The use of dual labelled (13C 15N) glycine to test for direct uptake by dominant grasses. Rapid Communication in Mass Spectrometry, 14:1351-1355.
26- Stuans A.O., and Kjønass O.J. 1998. Soil solution chemistry during four years of NH_4NO_3 addition to a forested catchment at Gørdsjön, Sweden. Ecol. Manage, 101:215-226.
27- Tipping E., and Hurley M.A. 1988. A model of solid-solution interaction in acid organic soils. Based on the complexation properties of humic substances. J. Soil Sci., 39:505-519.
28- Vance G.F., and David M.B. 1992. Dissolved organic carbon and sulfate sorption by spodosol mineral horizons. Soil Sci., 154:136-144.

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 4, Winter 2009, p. 28-38

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸، ص. ۳۸-۲۸

Effect of different nitrogen fertilizers on Dissolved organic nitrogen and Dissolved inorganic nitrogen in two Alfisols in the north of Iran

M. Mossadeghi [1] - A. Lakzian [2]* – G.H. Haghnia [3] – A. Fotovat[4] – A. Halajnia[5]

Abstract

Dissolved Organic nitrogen (DON) is an important constituent of Dissolved Organic Matter (DOM). It has a considerable effect on total dissolved soil nitrogen and it is very important as a nitrogen source of many aquatic and terrestrial ecosystems. Dissolved inorganic nitrogen, which is another form of total soil dissolved nitrogen, includes NO_3, NO_2 and NH_4, which is very important for plant nutrient. Soil managements such as fertilizer application affects the flux and concentration of DON and DIN in soils. The purpose of this study was to evaluate the effects of different N-fertilizers application on DON and DIN content of two Alfisols located in near the Caspian Sea in the north of Iran. An experiment carried out using complete randomized design with factorial arrangements. Four level of N-fertilizers (Urea, Ammonium nitrate, Ammonium sulfate with Control)) and six different times (0, 7, 14, 28, 42, 60 day) with three replications in two different soils. Changes in DON, DIN, pH and soil respiration were monitored during the period of 60 days. The results showed that dissolved organic nitrogen decreased significantly by N- fertilizer application in both soil samples however, NO_3, NO_2 and NH_4 increased. Ammonium sulfate showed the maximum effect on DON reduction and it can be due to the pH reduction. Changes in DON during the experiment varied from 11 to 75 % in both soil. At the end of experiment, $NO_3 + NO_2$ formed a major part of total Dissolved nitrogen in soils.

Key words: Dissolved Organic Carbon (DOC), Lime, Nitrogen fertilizers

1,2,3,4,5 – MSc Student, Associate prof, professor, Associate prof and MSc, Respectively, Soil Science dep. Agricultural College, Fesdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: alakzian@yahoo.com)