Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد پنجم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://ejsms.gau.ac.ir

بررسی روند تغییرات غلظت آمونیم و نیترات در نیمرخ خاک، در سه نوع تناوب زراعی

مریم کاشی‌ساز[۱]، *عبدالامیر معزی[۲]، غلامعباس صیاد[۳] و غلامعباس لطفعلی‌آینه[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، [۲]دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، [۳]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، [٤]مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۳/٦/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۷

چکیده

سابقه و هدف: نیتروژن به‌دلیل تغییر شکل و انتقال در سیستم ناهمگن خاک، یکی از فعال‌ترین عناصر در طبیعت به‌شمار می‌رود. با توجه به نقش نیتروژن بر افزایش عملکرد، سهولت نسبی تهیه کودهای نیتروژنی و پویایی نیتروژن، مصرف کودهای نیتروژنی بالا می‌باشد. از طرفی حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد از کودهای نیتروژنی مصرفی در خاک از دست رفته و به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌شوند که سبب آلودگی محیط زیست و ایجاد عوارض گوناگونی در انسان می‌شود. همچنین ارتباط آشکاری بین کاربرد کود نیتروژنی و غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی کم‌عمق یافت شده است. یکی از عواملی که بر میزان تحرک نیتروژن در خاک تأثیر دارد تناوب زراعی است. تناوب زراعی راندمان استفاده از نیتروژن قابل دسترس خاک را به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. حضور گیاهان مختلف در تناوب زراعی، به‌واسطه خصوصیات متفاوتی که در نیازمندی به عناصر و همچنین نحوه جذب آن‌ها از خاک دارند، طبیعتاً تأثیرات متفاوتی بر کمیت کود نیتروژنی و پویایی آن خواهند داشت. مطالعات قبلی در مورد میزان آبشویی نیترات در سیستم تک‌کشتی ذرت در مقایسه با سیستم تناوبی ذرت- گراس، گزارش کرده‌اند که سیستم تناوبی، آبشویی را ۵ تا ۱۰ برابر نسبت به سیستم تک‌کشتی کاهش داد. با توجه به مطالب فوق، آزمایشی با هدف بررسی تأثیر تناوب زراعی بر حرکت شکل‌های معدنی نیتروژن در نیمرخ خاک در مزرعه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر سه نوع تناوب زراعی عمده بر حرکت شکل‌های معدنی نیتروژن (آمونیم و نیترات)، در استان خوزستان، آزمایشی با استفاده از طرح آماری اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نوع تناوب زراعی به‌عنوان عامل اصلی (شامل تناوب‌های گندم- ذرت، گندم- آیش و گندم- برنج با سابقه پنج سال اجرای تناوب) در نظر گرفته شد و عمق خاک (سه عمق ۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰) و زمان نمونه‌برداری (در هفت زمان نسبت به تاریخ کاشت) عامل‌های فرعی در نظر گرفته شدند. در هر سه تناوب زراعی نمونه‌های خاک پس از هر نوبت آبیاری یا بارندگی از سه عمق ۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متر با استفاده از آگر تهیه شدند. با توجه به بارندگی‌ها و آبیاری‌های انجام شده، در مجموع هفت نوبت نمونه‌برداری انجام شد. درصد نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال و غلظت نیترات و آمونیم به روش تقطیر اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

* مسئول مکاتبه: moezzi251@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج نشان داد که سه تناوب زراعی مورد مطالعه، از نظر غلظت نیترات خاک اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۱) با یکدیگر داشتند. غلظت نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- ذرت (۲٦/۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری از دو تناوب دیگر بیش‌تر بود در حالی‌که تناوب گندم- برنج کم‌ترین غلظت نیترات (٦/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را داشت. بیش‌ترین تغییرات غلظت نیترات خاک در تناوب‌زراعی گندم- ذرت مشاهده شد که می‌تواند گویای این مطلب باشد که پویایی نیتروژن در این نوع تناوب زراعی نسبت به دو تناوب زراعی دیگر بیش‌تر بوده است. نوع تناوب زراعی بر غلظت آمونیم خاک تأثیر معنی‌دار نداشت. مقایسه غلظت نیترات و آمونیم در زمان‌ها و عمق‌های مختلف نشان داد که در هر سه تناوب زراعی غلظت آمونیم نسبت به نیترات بسیار کم‌تر بود. همچنین نتایج نشان داد که آیش ماندن زمین در فصل تابستان، به‌دلیل افزایش تبخیر و تعرق باعث حرکت رو به بالای نیترات بر اثر صعود مویینگی گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که نوع تناوب زراعی می‌تواند بر حرکت نیترات در نیمرخ خاک مؤثر باشد. همچنین پویایی نیترات در خاک تناوب گنم- ذرت کم‌تر از دو تناوب دیگر بود.

واژه‌های کلیدی: آمونیم، تناوب زراعی، نیترات، نیمرخ خاک

مقدمه

نیتروژن به‌دلیل تغییر شکل و انتقال در سیستم ناهمگن خاک، یکی از فعال‌ترین عناصر غذایی در طبیعت به‌شمار می‌رود (۱۸). نیتروژن معدنی، به شکل‌های آمونیم، نیترات، نیتریت و آمونیاک در خاک یافت می‌شود. آمونیم و نیترات به آسانی توسط گیاه جذب شده و برای رشد گیاه مفید می‌باشند، در صورتی که نیتریت و آمونیاک برای گیاهان سمی هستند (۵). با توجه به نقش نیتروژن بر افزایش عملکرد، میزان مصرف کودهای نیتروژنی در اراضی کشاورزی زیاد می‌باشد. این در حالی است که ۳۰ تا ۵۰ درصد از کودهای شیمیایی مصرفی، در خاک از دست رفته و به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌شوند (۸). در میان شکل‌های مختلف نیتروژن، نیتروژن نیتراتی به‌دلیل این‌که جذب ذرات خاک نمی‌شود، به‌عنوان یکی از شکل‌های اصلی نیتروژن که مستعد آبشویی می‌باشد شناخته شده است (۱۱)؛ به‌طوری‌که ارتباط آشکاری بین کاربرد کود نیتروژنی و غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی یافت شده است (۱۹). آمونیم معمولاً به‌صورت یونی و به شکل قابل تبادل و تثبیت شده در سطح کانی‌های رس و به مقدار کمی در محلول خاک یافت می‌شود و می‌تواند توسط بارهای منفی ذرات معدنی رس و ذرات آلی نگه داشته شود. به همین علت تحرک یون آمونیم در مقایسه با یون نیترات کم‌تر است. عوامل متعددی بر میزان تحرک نیتروژن در خاک، تأثیر دارند که از آن جمله می‌توان به تناوب زراعی اشاره کرد (۲). تناوب زراعی راندمان استفاده از نیتروژن قابل دسترس خاک را به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. حضور گیاهان مختلف در تناوب زراعی، به واسطه ویژگی‌های متفاوتی که در نیازمندی به عناصر و همچنین نحوه جذب آن‌ها از خاک دارند، طبیعتاً تأثیرات متفاوتی بر کمیت کود نیتروژنی و پویایی آن خواهند داشت (۱). پارنتی و همکاران (۲۰۰۳) میزان آبشویی نیترات در سیستم تک‌کشتی ذرت با سیستم تناوبی ذرت- گراس را مقایسه و گزارش کردند که سیستم تناوبی، آبشویی را ۵ تا ۱۰ برابر نسبت به سیستم تک‌کشتی کاهش داد و زمانی که این دو سیستم برای دو سال متوالی کنار هم بودند آبشویی ۵۰ تا ٦۰ درصد کاهش یافت (۱۵). نتایج مطالعه رحیمی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) جهت

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین مناسب‌ترین تناوب دوگانه گندم از نظر کارآیی نیتروژن، نشان داد که تناوب زراعی تأثیر معنی‌داری بر جذب کل نیتروژن توسط گیاه گندم و شاخص برداشت نیتروژن داشت (١٦). به‌طورکلی با توجه به مقدار اندک نیتروژن معدنی موجود در خاک‌ها و عدم امکان استفاده زیاد از کودهای نیتروژنی و با توجه به این‌که آبشویی نیتروژن از خاک، عامل مهمی در آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی به نیترات می‌باشد، آگاهی از این موضوع که کدام سیستم تناوبی، نیتروژن خاک را به‌طور کارآمدتری مورد استفاده قرار می‌دهد، می‌تواند در اقتصاد نیتروژن خاک بسیار باارزش باشد. آگاهی از چنین اطلاعاتی، به پژوهشگر در طراحی توالی مطلوب و ایده‌آل گیاهان زراعی که هدف آن دستیابی به فواید و اثر تناوب زراعی می‌باشد کمک خواهد کرد. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات اندکی در مورد تأثیر نوع تناوب زراعی بر حرکت نیتروژن در خاک به‌خصوص در شرایط مزرعه انجام شده است. بنابراین این پژوهش با هدف مقایسه توزیع نیترات و آمونیم در نیمرخ خاک، تحت‌تأثیر سه نوع تناوب زراعی رایج در استان خوزستان و تعیین مناسب‌ترین تناوب زراعی از نظر کاهش آبشویی شکل‌های معدنی نیتروژن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور خوزستان در ٦٥ کیلومتری شمال اهواز، در جاده اهواز- اندیمشک با مشخصات جغرافیایی ٤٨ درجه و ٢٧ دقیقه طول شرقی و ٣١ درجه و ٥٠ دقیقه عرض شمالی با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ٢٤٠-٢٠٢ میلی‌متر و میزان تبخیر سالیانه ٣٤٠٠ میلی‌متر می‌باشد. طبق آمار هواشناسی منطقه، حداکثر مطلق درجه حرارت در تیرماه (٥١ درجه سلسیوس) و حداقل مطلق درجه حرارت در دی‌ماه (٣- درجه سلسیوس) است. این پژوهش با استفاده از طرح آماری اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نوع تناوب زراعی به‌عنوان عامل اصلی و شامل سه نوع تناوب زراعی گندم- ذرت، گندم- آیش و گندم- برنج با ٥ سال سابقه اجرای تناوب بود. عامل‌های فرعی شامل عمق خاک در سه عمق ٣٠-٠، ٦٠-٣٠ و ٩٠-٦٠ سانتی‌متر و زمان نمونه‌برداری در هفت زمان ٤- (٤ روز قبل از کاشت)، ١١، ٣٣، ٥٢، ٧٠، ١٠١ و ١١٥ روز بعد از کاشت، در نظر گرفته شد. مساحت همه کرت‌های آزمایشی ٥٠ مترمربع با ابعاد ١٠×٥ متر در نظر گرفته شد. پس از انجام عملیات تهیه زمین، با توجه به نتایج آزمون خاک مقدار ١٠٠ کیلوگرم کود اوره و ١٠٠ کیلوگرم کودسوپرفسفات قبل از کاشت و ٢٠٠ کیلوگرم کود اوره با ٢ تقسیط در طول دوره داشت استفاده گردید. کاشت گندم (رقم چمران) توسط بذرکار گاسپاردو انجام شد. در طول دوره داشت، در مجموع ٥ نوبت عملیات آبیاری انجام و جهت مشخص نمودن حجم آب مورد استفاده در هر کرت، از موتور پمپ با دبی مشخص استفاده گردید. به این منظور دبی آب خروجی از لوله محاسبه و سپس هر کدام از کرت‌ها با یک زمان مساوی آبیاری شدند. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در هر نوبت آبیاری تعیین شد. در طول دوره داشت، نمونه‌های خاک بعد از هر نوبت آبیاری و یا وقوع بارندگی از سه عمق مورد نظر و با سه تکرار گرفته شد. به‌منظور اندازه‌گیری نیتروژن جذب شده توسط گیاه، در طول دوره داشت، علاوه بر نمونه خاک، نمونه گیاهی نیز تهیه شد. درصد نیتروژن کل در نمونه‌های خاک و گیاه با استفاده از دستگاه کجلدال و غلظت نیترات و آمونیم به روش تقطیر بخار آب (٤) اندازه‌گیری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه.

Table 1. Chemical and physical properties of study soil.

تناوب گندم- برنج Wheat- rice rotation			تناوب گندم- آیش Wheat- fallow rotation			تناوب گندم- ذرت Wheat- corn rotation			
عمق خاک (cm) Soil depth									
60-90	30-60	0-30	60-90	30-60	0-30	60-90	30-60	0-30	پارامتر
58	52	52	60	54	52	58	54	50	رس (٪) Clay
12	16	16	8	16	16	12	16	18	شن (٪) Sand
30	32	32	32	30	32	30	30	32	سیلت (٪) Silt
رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	رسی clay	بافت خاک Soil texture
1.67	1.66	1.6	1.7	1.5	1.5	1.7	1.6	1.5	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3) ρb
0.034	0.071	0.096	0.034	0.058	0.088	0.042	0.07	0.095	نیتروژن کل (٪) Total Nitrogen
0.33	0.73	1	0.31	0.6	0.72	0.41	0.68	0.87	کربن آلی (٪) Organic Carbone
9.3	4.2	8.8	20.5	12	53.7	35.8	33.4	28.7	نیترات خاک (mgr/kg) Nitrate
1.7	1.7	1.6	7.1	5.1	3.9	7.2	5.9	4.2	هدایت الکتریکی (dS/m) EC
7.41	7.42	7.23	7.11	7.03	7.19	7.22	7	7.28	واکنش خاک pH

بافت خاک هر سه تناوب زراعی در هر سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-٦۰ و ٦۰-۹۰ سانتی‌متر رسی بود. درصد نیتروژن کل و کربن آلی خاک در هر سه تناوب زراعی با افزایش عمق خاک، کاهش یافت. میزان کربن آلی در تناوب گندم- برنج بیش‌تر از بقیه تناوب‌ها بود که احتمالاً به‌دلیل بیش‌تر بودن کاه و کلش برنج پس از برداشت و دیر تجزیه شدن، به‌دلیل مقدار بالای سیلیس در کاه و کلش برنج بوده است. به‌نظر می‌رسد که مقدار ماده آلی در تناوب زراعی با مقدار بقایای محصول برگردانده شده در

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط باشد. هر چه مقدار بقایای برگردانده شده بیش‌تر باشد، مقدار ماده آلی بیش‌تر خواهد بود (٦). در هر سه تناوب زراعی، عمق ۹۰-٦۰ سانتی‌متر بیش‌ترین وزن مخصوص را داشت که به‌علت کاهش مقدار ماده آلی خاک و افزایش درصد رس، با افزایش عمق می‌باشد.

تأثیر سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک: نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده، متقابل و سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس تأثیر سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک.

Table 2. Results of mean-squares of analysis variance of crop rotation, soil depth and sampling time effects on soil nitrate concentration.

منبع تغییرات SS	درجه آزادی Dg	میانگین مربعات MS
تکرار replication	2	42.8
تناوب زراعی Crop rotation	2	6692.2**
خطا Error	4	44.4
عمق خاک Soil depth	2	325.8**
تناوب × عمق Rotation . Depth	4	257.7**
زمان نمونه‌برداری Sampling time	6	407.7**
تناوب × زمان Rotation . Time	12	217.9**
عمق × زمان Depth . Time	12	229.8**
تناوب × عمق × زمان Rotation . Depth . Time	24	156.1**
خطا Error	120	5.308

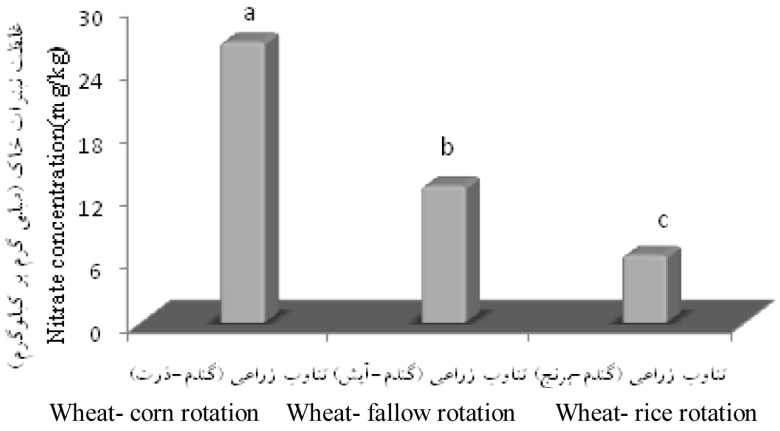
ضریب تغییرات (15.05%) ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد.

Significant at 1% Coefficient of variation (15.05%)

تأثیر عامل تناوب زراعی بر غلظت نیترات خاک: اثر نوع تناوب زراعی بر غلظت نیترات خاک، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

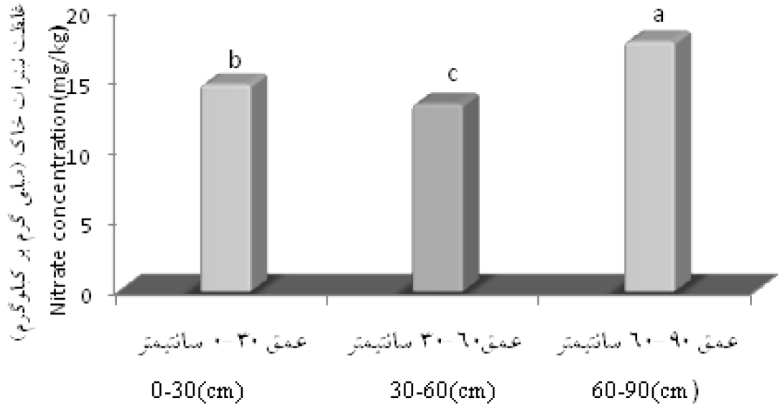


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نوع تناوب زراعی بر غلظت نیترات خاک.

Figure 1. Comparison of crop rotation types effects on soil nitrate concentration.

سه تناوب زراعی از نظر غلظت نیترات خاک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (شکل ۱)؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین غلظت نیترات خاک در تناوب گندم- ذرت و کم‌ترین غلظت نیترات خاک در تناوب گندم- برنج مشاهده شد. غلظت زیاد نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- ذرت احتمالاً به‌دلیل استفاده زیاد از کود اوره در زمان کشت ذرت و غلظت کم نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- برنج احتمالاً به‌دلیل وجود شرایط احیا در زمان کشت برنج بوده است. اریکسن و همکاران (۲۰۰٤) پژوهشی در مورد آبشویی نیترات در محصولات مختلف انجام دادند. نتایج این دانشمندان نشان داد که بالاترین میزان آبشویی نیترات در مزارع تحت کشت ذرت بود، که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (۷).

تأثیر عمق خاک بر غلظت نیترات خاک: طبق جدول ۲ اثر عمق خاک بر غلظت نیترات خاک، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و سه عمق ۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متر خاک، از نظر غلظت نیترات تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت نیترات خاک در عمق‌های مختلف.

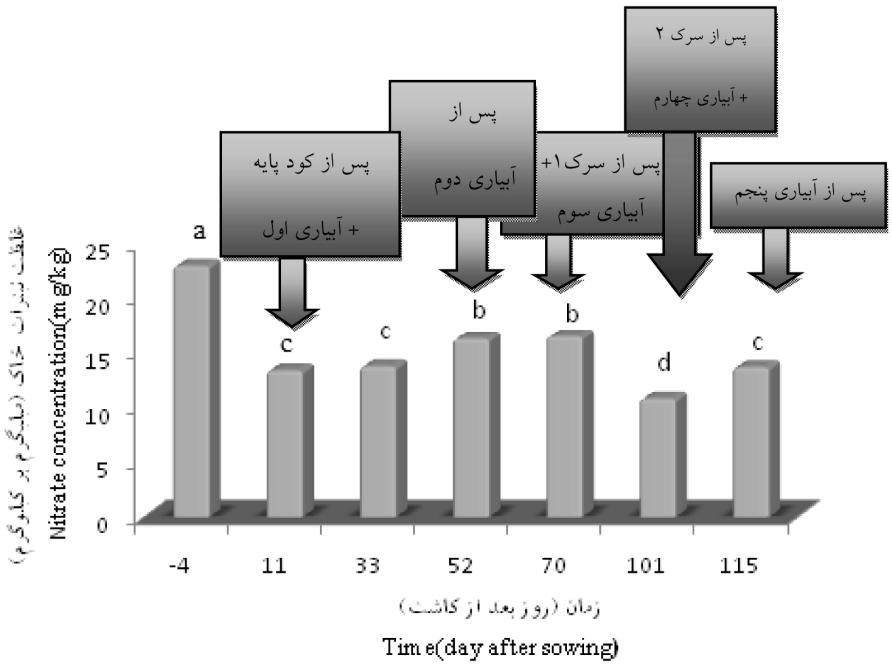
Figure 2. Comparison of average soil nitrate concentration in different depths in different depths.

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین غلظت نیترات خاک، در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر مشاهده شد. نیترات آنیون بوده و به‌علت دارا بودن بار منفی جذب کلوئیدهای خاک نمی‌شود بنابراین می‌تواند به زیر منطقه ریشه آبشویی شده و در عمق‌های پایین خاک تجمع یابد.

تأثیر زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تغییرات غلظت نیترات خاک نسبت به زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در شکل ۳ نشان داده شده است. بیش‌ترین غلظت نیترات خاک مربوط به زمان قبل از کاشت و کم‌ترین غلظت، مربوط به زمان ۱۰۱ روز بعد از کاشت بود.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر ساده زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک.

Figure 3. Comparison of sampling time effects on soil nitrate concentration.

تغییرات نیترات نسبت به زمان را می‌توان به تغییرات آن به‌دلیل آبشویی، جذب توسط گیاه و تبدیل نیترات به گاز نیتروژن در اثر پدیده دی‌نیتریفیکاسیون ارتباط داد (۳).

تأثیر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک: تأثیر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به شکل ٤ بیش‌ترین غلظت نیترات خاک مربوط به تناوب زراعی گندم- آیش، در زمان قبل از کاشت (٤ روز قبل از کاشت) و در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر مشاهده شد. در صورتی که در تناوب زراعی گندم- ذرت در همین زمان، بیش‌ترین غلظت نیترات در عمق‌های پایین‌تر مشاهده گردید. بنابراین می‌توان علت را در نوع کشت قبلی جستجو کرد. تبخیر و تعرق بالا در فصل تابستان، در زمانی که زمین به‌صورت آیش بوده، ممکن است یکی از دلایل تجمع نیترات در لایه ۳۰-۰

www.SID.ir

Archive of SID

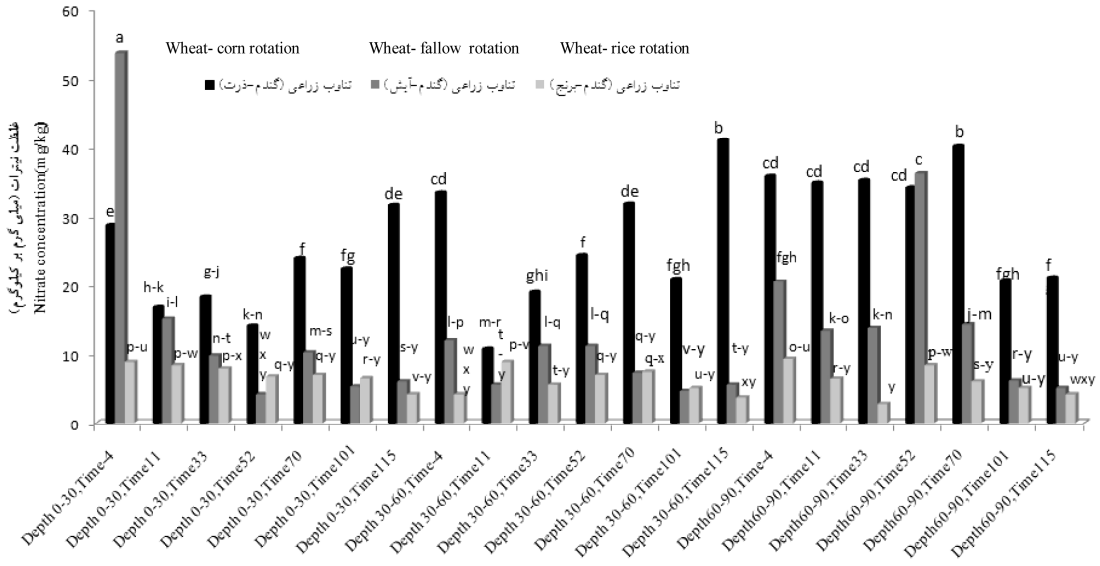
سانتی‌متر خاک در زمان قبل از کاشت در تناوب گندم- آیش باشد. اگر چه نیترات آنیون بوده و همراه با آب در خاک به‌سمت پایین انتقال می‌یابد، اما در مناطق گرم و خشک مانند خوزستان به‌دلیل تبخیر و تعرق بالا در فصل تابستان، این امکان وجود دارد که بر اثر صعود مویینگی، نیترات مجدداً همراه با آب به قسمت بالای پروفیل خاک انتقال یابد. کارانتز و همکاران (۱۹٤۳) تجمع نیترات در لایه‌های بالایی پروفیل خاک را در طی فصول خشک گزارش نمودند (۹). همچنین رحمان و همکاران (۱۹۹۹) نیز پدیده انتقال نیترات به لایه‌های بالایی خاک در دوره‌های خشک را تأیید نموده و اعلام کردند این پدیده قسمتی از یک رویداد طبیعی و بر خلاف حرکت نیترات از ناحیه ریشه به لایه‌های پایین‌تر خاک می‌باشد (۱۷). سروش و همکاران (۲۰۱۲) نیز در نتایج پژوهش‌های خود، حرکت رو به بالای نیترات از طریق صعود موئینگی را گزارش کردند (۱۸). در زمان ۱۱ روز بعد از کاشت در هر سه تناوب زراعی، غلظت نیترات خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در هر سه تناوب کاهش یافت و این کاهش، در تناوب گندم- آیش مشهودتر از دو تناوب دیگر بود. با توجه به این‌که نمونه‌برداری انجام شده در زمان ۱۱ روز بعد از کاشت، پس از اولین نوبت آبیاری انجام شده بود، بنابراین احتمالاً به این دلیل که تناوب گندم- آیش در طول تابستان هیچ‌گونه آبی را دریافت نکرده، با انجام اولین آبیاری که با وقوع بارندگی همراه بود نیترات باقی‌مانده در خاک از زمان قبل از کاشت، سریع‌تر از دیگر تناوب‌ها به همراه آب، به عمق‌های پایین‌تر منتقل شده است. همچنین در این زمان در تناوب گندم- ذرت بیش‌ترین تجمع نیترات در عمق ۹۰-٦۰ سانتی‌متر بود. از آن‌جایی‌که آبشویی نیترات از منطقه ریشه گیاهانی که سیستم ریشه قوی‌تری دارند بیش‌تر است (۱٤)، بنابراین احتمال دارد علت افزایش غلظت نیترات با افزایش عمق، به‌علت نوع سیستم ریشه گیاه ذرت باشد. سیستم قوی ریشه در گیاه ذرت بعضی مواقع تا عمق ۱/۵ متری هم می‌تواند گسترش یابد. بنابراین احتمال دارد علت افزایش غلظت نیترات در عمق پایینی خاک به‌دلیل شکاف‌های به‌وجود آمده در خاک توسط ریشه‌های پوسیده گیاه ذرت باشد. این نتیجه با نتایج پژوهش لیو و همکاران (۲۰۰۳) و ژو و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۱۳ و ۲۰). این دانشمندان در نتایج حاصل از پژوهش خود اعلام نمودند که آبشویی نیترات، در تناوب زراعی گندم- ذرت مسیر مهمی برای تلفات نیتروژن می‌باشد. همچنین لیو و همکاران (۲۰۰٤) غلظت نیترات در عمق ٤۰-۰ سانتی‌متری در ۲۵٤ پروفیل خاک با کاربری‌های مختلف را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش این دانشمندان نشان داد بیش‌ترین تجمع نیترات، به‌ترتیب مربوط به مزارع سبزی‌کاری و پس از آن تناوب گندم- ذرت بود (۱۲). در زمان ۳۳ روز بعد از کاشت، با توجه به این‌که بیش‌ترین مقدار جذب توسط گیاه در این زمان بود (شکل ٤) انتظار می‌رفت که غلظت نیترات خاک کاهش یابد در صورتی که در تناوب گندم- ذرت در دو عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی‌متر و در تناوب گندم- آیش در دو عمق ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ غلظت نیترات نسبت به زمان قبل افزایش یافت. از زمان ۱۱ روز بعد از کاشت تا زمان ۳۳ هیچ‌گونه عملیات آبیاری و یا بارندگی انجام نشده است. با انجام محاسبات مربوط به تعیین مقدار آب خالص وارد شده به خاک، مشخص گردید که به‌دلیل عدم انجام آبیاری و یا وقوع بارندگی، مجموع آب وارد شده به خاک از مقدار آبی که به‌صورت تبخیر و تعرق از خاک خارج شده است کم‌تر بوده، بنابراین احتمال صعود موئینگی نیترات در این زمان وجود دارد و شاید بتوان گفت علت افزایش غلظت نیترات در این زمان به این دلیل باشد. در زمان ۵۲ روز بعد از

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت یعنی پس از انجام دومین آبیاری، غلظت نیترات در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر هر سه تناوب نسبت به زمان قبل (۳۳ روز بعد از کاشت) کم‌تر شد و نیترات در عمق‌های پایین تجمع یافت. با محاسبه بیلان آبی مربوط به این زمان، مشخص شد ورودی آب خالص در این زمان مثبت بود (آبیاری بیش‌تر از تبخیر و تعرق) و در نتیجه باعث شسته‌شدن نیترات به عمق‌های پایین‌تر شده است. پس از سومین آبیاری و اولین کود سرک یعنی در زمان ۷۰ روز بعد از کاشت، غلظت نیترات در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در تناوب گندم- ذرت و گندم- آیش نسبت به زمان قبل افزایش یافت. در همین زمان در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر غلظت نیترات در تناوب گندم- ذرت افزایش یافت در صورتی که در تناوب گندم- آیش غلظت کاهش یافت. به‌طورکلی در این زمان حداقل تغییرات نیترات در تناوب گندم- برنج مشاهده گردید. در این تناوب غلظت نیترات در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر با زمان قبل اختلاف معنی‌داری نداشت و فقط در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر غلظت کم‌تر از زمان قبل بود.

در زمان ۱۰۱ روز بعد از کاشت، غلظت نیترات در هر سه تناوب مورد نظر در هر سه عمق اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و با زمان قبل نداشت که احتمالاً به‌دلیل کاهش جذب توسط گیاه باشد. علی‌رغم این زمان، غلظت نیتروژن کل جذب شده توسط گیاه از زمان‌های دیگر کم‌تر بود ولی به‌دلیل غلبه میزان تبخیر و تعرق نسبت به آبیاری، افزایش غلظت معنی‌داری مشاهده نگردید. در آخرین مرحله نمونه‌برداری (۱۱۵ روز بعد از کاشت) که پس از آخرین نوبت آبیاری بود، غلظت نیترات در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تناوب گندم- ذرت افزایش یافت. این افزایش ممکن است به‌دلیل جذب کم‌تر گیاه در مراحل انتهایی رشد باشد. با توجه به شکل ۵ بیش‌ترین تغییرات غلظت نیترات، در تناوب گندم- ذرت مشاهده شد که می‌تواند گویای این مطلب باشد که پویایی نیتروژن در این نوع تناوب زراعی نسبت به دو تناوب زراعی دیگر بیش‌تر بوده است. همچنین در این پژوهش کم‌ترین تغییرات غلظت نیترات، در تناوب گندم- برنج مشاهده گردید.



شکل ٤- مقایسه میانگین تأثیر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت نیترات خاک.

Figure 4. Comparison of crop rotation, soil depth and sampling time effects on soil nitrate concentration.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک: نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده، متقابل و سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری، بر غلظت آمونیم خاک در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس تأثیر سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک.

Table 3. Results of mean-squares of analysis variance of crop rotation, soil depth and sampling time effects on soil ammonium concentration.

منبع تغییرات SS	درجه آزادی Dg	میانگین مربعات MS
تکرار replication	2	0.56
تناوب زراعی Crop rotation	2	7.91^{ns}
خطا Error	4	1.43
عمق خاک Soil depth	2	10.7**
تناوب × عمق Rotation . Depth	4	0.86^{ns}
زمان نمونه‌برداری Sampling time	6	112.67**
تناوب × زمان Rotation . Time	12	8.55**
عمق × زمان Depth . Time	12	5.28**
تناوب × عمق × زمان Rotation . Depth . Time	24	4.18**
خطا Error	120	1.212

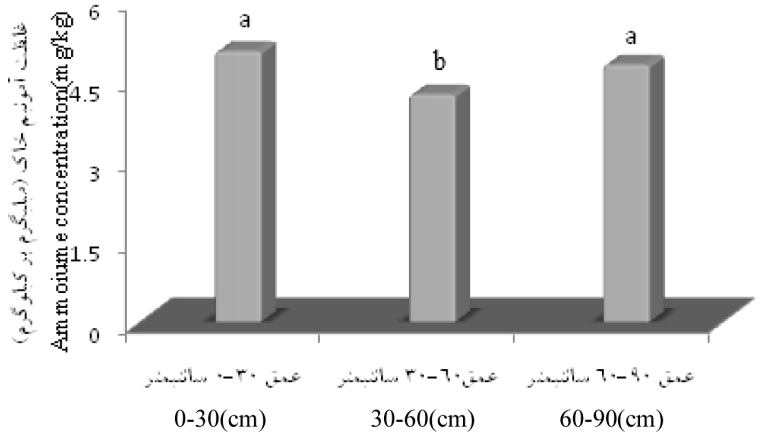
ضریب تغییرات (%) 22.6 ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns غیرمعنی‌دار.

Non Significant Significant at 1% Coefficient of variation (22.6%)

تأثیر عمق خاک بر غلظت آمونیم خاک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده عامل عمق خاک بر غلظت آمونیم، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). عمق‌های ۳۰-۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متر از نظر غلظت آمونیم اختلاف معنی‌داری با عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متر داشتند به‌طوری‌که غلظت آمونیم در این دو عمق به‌طور معنی‌داری از غلظت آمونیم در عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متر بیش‌تر بود (شکل ۵). علت بیش‌تر بودن غلظت آمونیم در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر احتمالاً به‌دلیل وجود مواد آلی در سطح خاک می‌باشد و بیش‌تر بودن غلظت آمونیم در عمق ۹۰-٦۰ نسبت به عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متر، احتمالاً به‌دلیل افزایش مقدار رس خاک در عمق‌های پایین‌تر خاک است (جدول ۱).

www.SID.ir

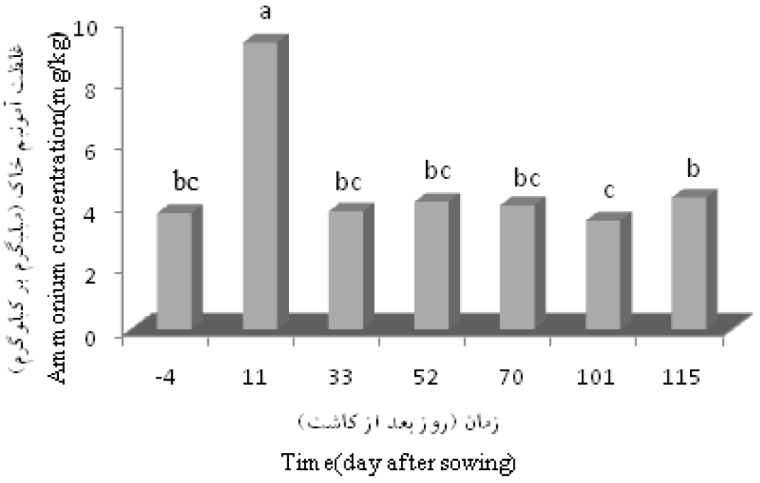
Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین غلظت آمونیم در سه عمق خاک.

Figure 5. Comparison of average soil ammonium concentrations in different depths.

تأثیر زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک: اثر ساده زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین غلظت آمونیم در زمان ۱۱ روز بعد از کاشت بود که با غلظت آمونیم در شش زمان دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ٦). در زمان کاشت، از کود اوره به‌عنوان کود پایه استفاده شد. به‌نظر می‌رسد علت افزایش آمونیم در این زمان نبودن فرصت کافی جهت انجام فرایند نیتریفیکاسیون به‌دلیل وقوع بارندگی بلافاصله پس از آبیاری اول باشد. غلظت آمونیم در زمان‌های دیگر نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر ساده زمان نمونه برداری برغلظت آمونیم خاک.

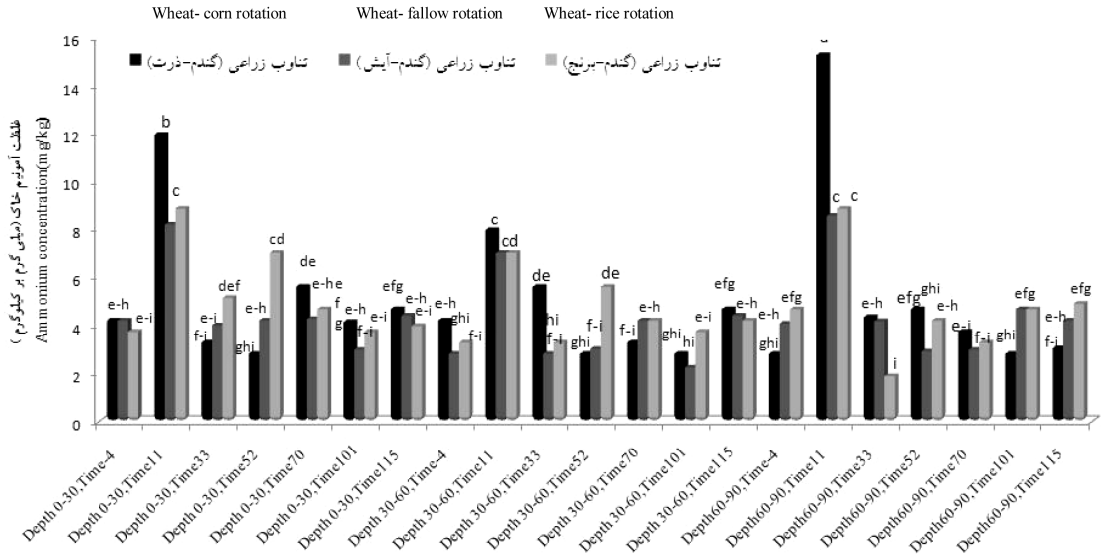
Figure 6. Comparison of sampling time effects on soil ammonium concentration.

تأثیر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج تأثیر سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌برداری در شکل ۷ نشان داده شده است. در زمان قبل از کاشت (٤-)، هر سه تناوب زراعی وضعیت مشابهی از نظر غلظت آمونیم داشتند. در زمان ۱۱ روز بعد از کاشت (یعنی پس از اولین آبیاری)، غلظت آمونیم در هر سه تناوب زراعی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از زمان قبل بود. احتمال دارد که نیتروژن استفاده شده (کود پایه)، به‌صورت آمونیم روی سطوح باردار رس به‌صورت تبادلی جذب شده باشد. دلیل دیگری که برای این افزایش می‌توان ارائه داد این است که با توجه به وقوع بارندگی پس از اولین آبیاری، این احتمال وجود دارد که فرصت کافی جهت انجام فرایند نیتریفیکاسیون وجود نداشته و قسمت اعظم کود اوره که همزمان با کاشت به خاک اضافه شده بود به‌صورت آمونیم، در خاک باقی مانده است. در این زمان در تناوب گندم- ذرت، غلظت آمونیم در عمق ۹۰-٦۰ سانتی‌متر افزایش معنی‌داری نسبت به دو عمق دیگر داشت که احتمالاً وقوع جریان ترجیحی به‌دلیل خلل و فرج به‌وجود آمده از ریشه گیاه ذرت سبب این افزایش شده باشد. در هر سه تناوب زراعی، غلظت آمونیم خاک در هر سه عمق نسبت به زمان قبل کاهش یافت ولی در تناوب گندم- ذرت، کاهش بیش‌تری نسبت به دو تناوب دیگر مشاهده گردید. با توجه به شکل ۷ می‌توان نتیجه گرفت، بیش‌ترین تغییرات غلظت آمونیم مربوط به تناوب گندم- ذرت در عمق ۹۰-٦۰ سانتی‌متر و زمان ۱۱ روز بعد از کاشت بود. به‌طورکلی، تغییرات آمونیم در سه عمق خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری ناچیز بود و فقط در زمان ۱۱ روز بعد از کاشت (بعد از اولین آبیاری) تغییر چشم‌گیری مشاهده گردید. احتمالاً جذب یون‌های آمونیم با بار مثبت به‌وسیله ذرات رس، سبب کنترل انتقال یون آمونیم شده و باعث شده است که شستشوی آن به اعماق پایین، نسبت به نیترات کم‌تر باشد (۳). مقایسه غلظت نیترات و آمونیم در زمان‌ها و عمق‌های مختلف نشان داد که در هر سه تناوب زراعی غلظت آمونیم نسبت به نیترات بسیار کم بود. کارنز و همکاران (۲۰۰۸) اعلام نمودند اگر چه نیتروژن معدنی خاک به‌صورت مجموع نیترات و آمونیم تعریف شده است، اما از آن جایی که میزان آمونیم اندازه‌گیری شده، در اغلب شرایط اقلیمی در بیش‌تر خاک‌ها کم می‌باشد می‌توان از آن صرف‌نظر نمود (۱۰).



شکل ۷- مقایسه میانگین تأثیر سه‌گانه سه عامل تناوب زراعی، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر غلظت آمونیم خاک.

Figure 7. Comparison of crop rotation, soil depth and sampling time effects on soil ammonium concentration.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع تناوب زراعی می‌تواند بر حرکت شکل‌های مختلف نیتروژن مؤثر باشد. سه تناوب زراعی گندم- ذرت، گندم- آیش و گندم- برنج از نظر غلظت نیترات خاک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بیش‌ترین غلظت نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- ذرت (۲۶/۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین غلظت نیترات خاک (۶/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تناوب زراعی گندم- برنج مشاهده گردید. بیش‌ترین تغییرات غلظت نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- ذرت مشاهده شد که می‌تواند گویای این مطلب باشد که پویایی نیتروژن در این نوع تناوب زراعی نسبت به دو تناوب زراعی دیگر بیش‌تر بوده است. همچنین در این پژوهش کم‌ترین تغییرات غلظت نیترات خاک در تناوب زراعی گندم- برنج مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که آیش ماندن زمین در فصل تابستان، به‌دلیل افزایش تبخیر و تعرق ممکن است باعث حرکت رو به بالای نیترات بر اثر صعود موییینگی گردد. سه تناوب زراعی گندم- ذرت، گندم- آیش و گندم- برنج از نظر غلظت آمونیم خاک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مقایسه غلظت نیترات و آمونیم در زمان‌ها و عمق‌های مختلف نشان داد که در هر سه تناوب زراعی غلظت آمونیم نسبت به نیترات بسیار کم بود.

منابع

1.Ayeneband, A. 2005. Crop plants rotation. Mashhad Jehad Daneshgahi press, 407p.

2.Azizi, M., Soltani, A., and Khavari, S. 2007. Canola (Physiology, Cultivation, Bio Technology) mashhad Jehad Daneshgahi press, 230p. (In Persian)

3.Bahmani, O., Broomand Nasab, S., Behzad, M., and Naseri, A.A. 2010. Evaluation of potential Nitrate and Ammonium accumulation in the soil profile under irrigation and manure treatments with the LEACHM Model. Environmental Science. 7: 2. 95-108.

4.Bremner, J.M., and Keeney, D.R. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium nitrite and nitrate. Analytica Chimica Acta. 32: 485-495.

5.Camberato, J. 2001. Nitrogen in soil and fertilizers. First published in the SC Turfgras Foundation News. 8: 1-10.

6.Dick, W.A., Van Doren Jr, D.M., Triplett Jr, G.B., and Henry, J.E. 1986a. Influence of long-term tillage and rotation combinations on crop yields and selected soil parameters. I. Results obtained for a Mollic Ochraqualf soil. Research Bulletin No. 1180. The Ohio State University/The Ohio Agricultural Research Development Center, Wooster, OH.

7.Eriksen, J., Askegaard, M., and Kristensen, K. 2004. Nitrate leaching from an organic dairy crop rotation: The effects of manure type, nitrogen input an improved crop rotation. Soil Use and Management. 20: 1. 48-54.

8.Hosen, Y., and Yagi, K. 2011. Recovery and leaching of 15N- labeled coated urea in a lysimeter system in the north china plain. Pedosphere. 6: 763-772.

9.Karantz, B.A., Ohlrogge, A.J., and Scrseth, G.D. 1943. Movement of nitrogen in soils. Soil Sci. Soc. Amer. J. 8: 1. 189-195.

10.Karnez, E., Ibrikci, H., Oztekin, M.E., Dingil, M., Oguz, H., Kiral, C., Cetin, M., Topcu, S., and Korkmaz, K. 2008. Ammonium and nitrate status of the first crop corn fields at cukurova region. International meeting on soil fertility land management and agroclimatology, Turkey. Pp: 413-420.

11.Li, G., Zhao, L., Zhang, S., Hosen, Y., and Yagi, K. 2011. Recovery and Leaching of ^{15}N Labeled Coated Urea in a Lysimeter System in the North China Plain. Pedosphere. 21: 6. 763-772.

www.SID.ir

Archive of SID

12.Liu, H.B., Li, Z.H., Zhang, Y.G., Zhang, W.L., and Lin, B. 2004. Characteristics of nitrate distribution and accumulation in soil profiles under main agro-land use types in Beijing. Science Agriculture. 37: 692-698.
13.Liu, X.J., Ju, X.T., Zhang, F.S., Pan, J.R., and Christie, P. 2003. Nitrogen dynamics and budgets in a winter wheat maize cropping system in the North China Plain. Field Crops Research. 83: 2. 111-124.
14.Malakouti, M.J., and Homaei, M. 1995. Fertility of soils arid and semi-arid areas, problems and solutions. Tarbiat Modares University Press, 306p.
15.Parnete, G., Venrus, S., Scimone, M., Taccheo Barbina, M., and Deluisa, A. 2003. Nitrate leching during a 4-year period in a maize monoculture trial in friuli-Venezia Giulia Regional Agency of Agriculture of Friuli-Venezia Giulia. Conference paper 10. Lysimetertagung, 2003, HBLA Raumberg, Irdning, Austria, Pp: 63-66.
16.Rahimizadeh, M., Zare Feizabadi, A., Kashani, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2012. Evaluation of soil fertility in wheat-based double cropping systems under different rates of nitrogen and return of crop residue. J. Water Soil. 25: 6. 1277-1286.
17.Rehman, R., Sial, J.K., Arshad, M., and Zaman, W.U. 1999. Effect of fertilizer doses on nitrate- nitrogen leaching. Agriculture and Biology. 1: 4. 356-358.
18.Soroush, N., Sayyad, G., Moezzi, A., and Khorramian, M. 2012. Movement of different forms of nitrogen under different nitrogen fertilizer rates in maize cropping system in the north of Khozestan. Agricultural Engineering. 34: 2. 41-53.
19.Zeng, W.Z., Wu, J.W., Huang, J.S., and Ma, T. 2013. Effect of Salinity on Soil Respiration and Nitrogen Dynamics. Ecological Chemistry and Engineering Science. 20: 3. 519-530.
20.Zhou, S.L., Wu, Y.C., Wang, Z.M., Lu, L.U., and Wang, R.Z. 2008. The nitrate leached below maize root zone is available for deep-rooted wheat in winter wheat summer maize rotation in the North China Plain. Environmental Pollution. 152: 723-730.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 5(2), 2015
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Evaluation of changing process of Ammonium and Nitrate in soil profile in three crop rotations

M. Kashisaz[1], *A.A. Moezzi[2], G.A. Sayyad[3] and G.A. Lotfali Ayeine[4]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science and Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz,
[3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz,
[4]Research Instructor of Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Khuzestan

Received: 09/04/2014; Accepted: 12/28/2014

Abstract

Background and Objectives: Nitrogen (N) is considered as one of the active elements in nature due to its transformation and mobility processes in heterogeneous soil system. Ease of accessibility and significant effects on crop yield, N-fertilizers consumption rate is high. However 30-50 percentages of applied N can be leached and contaminate water resources and hence endanger environment and human health. Previous studies showed significant positive relationship between applied N-fertilizers rate and nitrate ($N\text{-}NO_3$) concentrations in shallow groundwater resources. One of the agricultural management systems which can affect soil N mobility is crop rotation system. Rotation system can affect significantly N use efficiency and N uptake by plants since different crops (in rotations) have various absorbing abilities and N requirements. Previous studies compared the amounts of $N\text{-}NO_3$ leaching in maize monoculture and maize-grass rotation systems, demonstrated that the rotation system can reduce leaching by 5 to 10 times compared with the monoculture system. Therefore a field experiment was conducted to study the effects of crop rotation on mineral N-form mobility in soil profile.

Materials and Methods: A split factorial (in the form of complete random blocks) experimental design was conducted in the field with three replications to evaluate the effects of three common rotation systems on $N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$ mobility through the soil. The main factor was common rotation system in Khuzestan province including wheat-corn, wheat-fallow, rice-what. The rotations were started five years ago in the experimental site on permanent plots (each with the area of 5×10 m^2). Subfactors were sampling depth (0-30, 30-60, 60-90 cm) and sampling time (seven times after crop planting). In each crop rotation, soil samples were taken from three mentioned depths after each irrigation or rainfall using an auger. In total, soil samples were taken at seven times. Soil samples were analysed for total soil N using Kjeldal method. The concentrations of $N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$ were measured by distillation method. Mean measured data were analyzed with Duncan's mean comparison using MSTATC software, while the Excel was used to draw figures.

Results: The results showed that $N\text{-}NO_3$ profiles were significantly ($P<0.05$) different in the rotation systems. $N\text{-}NO_3$ concentration in wheat-corn rotation (26.59 mg kg^{-1}) was significantly ($P<0.05$) higher than the other two rotations. While wheat-rice rotation had the least $N\text{-}NO_3$ concentration (6.38 mg kg^{-1}). The highest variation was observed in wheat-corn rotation which shows higher N mobility in this rotation. Rotation type had no significant ($P<0.05$) effects on $N\text{-}NH_4$ profile. However concentration of $N\text{-}NO_3$ was more than $N\text{-}NH_4$ in the all rotations. The presence of summer fallow in rotation could increase $N\text{-}NO_3$ upflux in soil profile due to high evapotranspiration.

Keywords: $N\text{-}NH_4$, Crop rotation, $N\text{-}NO_3$, Soil profile

* Corresponding Authors; Email: moezzi251@gmail.com

www.SID.ir