پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

پیامد رهاسازی پساب شهری تیمار شده بر نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی خاک‌های شور و غیرشور در دو نمناکی گنجایش کشاورزی و سیراب

محبوبه صفری سنجانی[۱]، علی اکبر صفری سنجانی[۱]، سید محمد بنی جمالی[۲]

[۱]گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی همدان، [۲]پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه باغبانی، سازمان تحقیقات کشاورزی،ایران

چکیده

کاربرد پساب شهری در کشاورزی و تالاب‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار سودمند است ولی می‌تواند پیامدهایی بر ویژگی‌های خاک و تالاب‌ها داشته باشد. هدف این پژوهش بررسی پیامد رهاسازی پساب شهری اراک بر اندازه نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی دو گونه خاک (شور-سدیمی و ناشور) و در دو نمناکی گنجایش کشاورزی و سیراب، در پنج بازه زمانی بود. در آغاز نیتروژن نیتراتی خاک ناشور بیش از خاک شور-سدیمی بود ولی اندازه نیتروژن آمونیاکی آنها وارونه بود. این پژوهش نشان داد که ناهمانندی خاک پیامد چندانی بر این ریخت نیتروژن ندارد و پیامد نمناکی خاک بر آنها بسیار چشم‌گیرتر است. کاربرد پساب شهری در هر دو خاک در گنجایش کشاورزی با گذشت زمان مایه افزایش نیتروژن نیتراتی و در خاک‌های سیراب مایه افزایش نیتروژن آمونیاکی شد.

واژه های کلیدی: خاک شور-سدیمی، سیراب کردن، کویر میقان، نیتریفیکاسیون

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران بهره گیری دوباره از پساب می تواند راه خوبی برای جلوگیری از کمبود آب باشد (عابدی کوپایی، ۱۳۸۲). بهره گیری از پساب تیمار شده در کشاورزی مایه کاهش بهره گیری از آب هایی می شود که افزون بر کشاورزی می توانند کاربردهای دیگری مانند آشامیدن داشته باشند (Hanson and Juska, 1969). در سرزمین های خشک و نیمه خشک تالاب ها جایگاه ویژه در پاک نگهداشتن هوا دارند. اگر آنها خشک شوند پیامدهای زیانباری مانند افزایش ریزگردها و آلودگی هوا را بدنبال دارد که با کاهش ریزش های آسمانی در کشور این دشواری ها روبه فزونی است. کاربرد نادرست پساب های شهری تیمارشده و تیمار نشده در کشاورزی و در تالاب ها، می تواند پیامدهای ناگواری مانند آلودگی آب ها، اوتریفیکاسیون و کاهش بهداشت مردم را به دنبال دارد (توکلی و طباطبایی، ۱۳۷۹). نیتروژن به ریخت های گوناگونی به ویژه به ریخت آلی و آمونیاکی در فاضلاب ها یافت می شود که می توانند در کنار فسفر و پتاسیم آن همانند یک کود آبکی در کشت گیاهانی که خام خورده نمی شوند بکاررود (صفری سنجانی و حاج رسولیها، ۱۳۸۰). به هر گونه نیتروژن افزوده شده به خاک بسته به کارکرد ریزجانداران خاک به ریخت های کانی به ویژه آمونیاکی دگرگون می شود که در خاک های با تهویه شایسته اکسید شده و به گونه نیترانی درمی آید که به آسانی می تواند آبشویی شده و به آبهای زیرزمینی برسد. بنابراین رهاکردن پساب ها در خاک و آب نیازمند شناخت و آگاهی از چگونگی دگرگونی نیتروژن پساب است تا زیان های کمتری به زیستگاه بزند. هدف این پژوهش بررسی پیامد آبیاری با آب پساب شهری تیمار شده بر دگرگونی نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی در دو خاک ناشور (نماینده خاک های کشاورزی) و شور (نماینده خاک‌های پست و شور-سدیمی) و در دو نم گنجایش کشاورزی (نماینده خاک های کشاورزی) و سیراب (نماینده خاک تالاب) بود.

مواد و روش‌ها

نمونه های خاک از رویه خاک (۰ تا ۳۰ cm) دو جایگاه با شوری نابرابر، ۱) خاک کویر میقان (خاک شور و سدیمی) و ۲) خاک کشاورزی کرهرود (خاک ناشور) در استان مرکزی- ایران با اقلیم نیمه خشک گرداوری شدند. نمونه نخست نماینده خاک‌های پست و شور و سدیمی در سرزمین های خشک و نیمه خشک است که هم اکنون بخش هایی از آن در کویر میقان آبگرفته است. نمونه دیگر خاک آزمایش شده شور وسدیمی نبوده و از زمین های کشاورزی با مواد آلی و ویژگی های زیستی بهتر گردآوری شد. نمونه ها هوا خشک و از الک ۲ میلیمتر رد شدند. برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و زیستی آنها به روش های استاندارد اندازه گیری شد و در جدول ۱ آورده شده است. ویژگی های پسآب شهری تیمار شده اراک نیز بر پایه روش های استاندارد اندازه گیری شد که در جدول ۱ گزارش شده اند (Klute, 1986; Sparks, 1996 and Andrew, 2005)

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک شور-سدیمی و خاک ناشور و آب فاضلاب شهری به کار رفته در این پژوهش.

ویژگی های آب پساب شهری اراک		ویژگی های خاک	خاک ناشور	خاک شور-سدیمی
pH	۷/۷	بافت	لومی	-
EC (dS/m)	۲/۹	شن (٪)	۵۱	-
SAR $(mmol/L)^{1/2}$	۲/۵۵	سیلت (٪)	۳۰	-
TOC (%)	۶۰	رس (٪)	۱۹	-
N-NH4 (mg/l)	۸	CEC (Cmolc/kg)	۲۲	-
NO_3^- (mg/l)	۸۰	pH (1:5)	۷/۸	۸/۶۶
PO_{43}- (mg/l)	۵/۲	EC (1:5) (dS/m)	۰/۹	۱۴
Cl- (mg/l)	۸۲	SAR (1:5) (mmol/L)1/2	۱/۲	۱۷۰
SO_{42}-(mg/l)	۳۳	CCE (%)	۴/۲	۳۲
		TOC (%)	۲/۸	۰/۸
		TN (%)	۰/۱۳	۰/۰۸
		TP (mg/kg)	۷۱۶	۴۸۰
		NO_3^- (1:5) (mg/kg)	۶۵	۲۹
		NH_4^+ (1:5) (mg/kg)	۸	۱۱
		BR (mg CO2/g Soil day)	۰/۱۲	0.05
		SIR (mg CO2/g Soil day)	۰/۸۴	۰/۴۳

CCE-کربنات کلسیم معادل، TOC-کربن آلی کل، BR-تنفس پایه، SIR-تنفس برانگیخته

شش نمونه از خاک شور و سدیمی و شش نمونه از خاک ناشور در دوازده گلدان پلاستیکی ریخته شدند. از هر شش گلدان سه تای آنها با آب پساب شهری اراک به اندازه ۱±۵ سانتی‌متر از رویه خاک غرقاب و سه تای دیگر به گنجایش کشاورزی رسانیده شدند و در هوای آزاد برای یکسال نگهداری شدند. زیرنمونه هایی از خاک دوازده گلدان در زمان های ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۶۵ روز برداشته شدند و نیتروژن-نیتراتی و نیتروژن -آمونیاکی آنها بروش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد (Forster, 1995). بسته به نزدیکی دمای خاک در زمان های نمونه برداری یاد شده در بالا، پنج بازه زمانی ۰-۵، ۱۰-۳۰، ۵۰-۱۰۰، ۱۵۰-۲۰۰ و ۲۵۰-۳۶۵ روز به گونه ای دسته بندی شدند که در هر بازه دمای خاک دگرگونی چندانی نداشته باشد. در هر بازه زمانی نیتروژن نیتراتی و نیتروژن آمونیاکی خاک در سه تکرار برآورد و جداگانه آزمون شد. بنابراین این پژوهش پنج آزمایش جداگانه (هر بازه زمانی) و دو فاکتوره بود که با طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور یکم گونه خاک در دو

سطح (شور-سدیمی و ناشور) و فاکتور دوم نمناکی در دو سطح (سیراب و گنجایش زراعی) بود. تجزیه واریانس داده ها و آزمون دانکن در پایه ۵ درصد برای مقایسه میانگین ها با نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

خاک شور-سدیمی که از کویر میقان اراک برداشت شده است، بیشتر از کانی تبخیری کلریدی-سولفاتی همراه با کاتیون های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم پدید آمده است (Ghadimi and Ghomi, 2013). همانگونه که در جدول ۱ آمده است خاک ناشور در برابر خاک شور-سدیمی دارای نیتروژن نیتراتی بیشتر و نیتروژن آمونیاکی کمتری است. نتایج تجزیه واریانس نیتروژن-نیتراتی در دو گونه خاک و دو نمناکی در هر یک از بازه های زمانی را نشان داد که گونه خاک تنها در بازه زمانی ۱-۵ روز و ۱۵۰-۲۰۰ روز پیامد چشمگیری در سطح آماری ۵٪ بر میزان نیتروژن-نیتراتی خاک داشت (جدول ۲). نمناکی خاک تنها در دو بازه زمانی پایانی آزمایش (۱۵۰-۲۰۰ روز و ۲۵۰-۳۶۵ روز) از دیدگاه آماری پیامد چشمگیری بر نیتروژن-نیتراتی خاک داشت. برهمکنش ها در هیچ یک از بازه های زمانی پیامد چشمگیری نداشتند.

جدول ۲- تجزیه واریانس پیامد گونه خاک، نمناکی و برهم کنش آنها بر نیتروژن –نیتراتی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (mg N-NO3/kg Soil)				
		۱-۵ روز	۱۰-۳۰ روز	۵۰-۱۰۰ روز	۱۵۰-۲۰۰ روز	۲۵۰-۳۶۵ روز
گونه خاک	1	1601*	9.57ns	318.04ns	1124*	1175.79ns
نمناکی	1	25.41ns	72.26ns	174.63ns	16728**	61897**
گونه خاک* نمناکی	1	10.13ns	45.36ns	67.42ns	838.27ns	493.4419ns
خطا	8	31.08	71.15	259.53	166.94	2798.67
ضریب تغییرات	-	10.48	18.79	22.68	16.21	51.4

** و* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمونF و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نیتروژن-آمونیاکی در دو گونه خاک (شور-سدیمی و ناشور) و دو نمناکی (سیراب و گنجایش زراعی) در هر یک از بازه های زمانی در جدول ۳ آورده شده اند. گونه خاک تنها در بازه زمانی ۱-۵ روز پیامد چشمگیری بر میزان نیتروژن-آمونیاکی خاک داشت. ولی پیامد نمناکی خاک در همه بازه های زمانی آزمایش بر نیتروژن-آمونیاکی خاک از دیدگاه آماری چشمگیر بود. برهمکنش ها در هیچ یک از بازه های زمانی پیامد چشمگیری نداشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس پیامد گونه خاک، نمناکی و برهم کنش آنها بر نیتروژن –آمونیاکی خاک

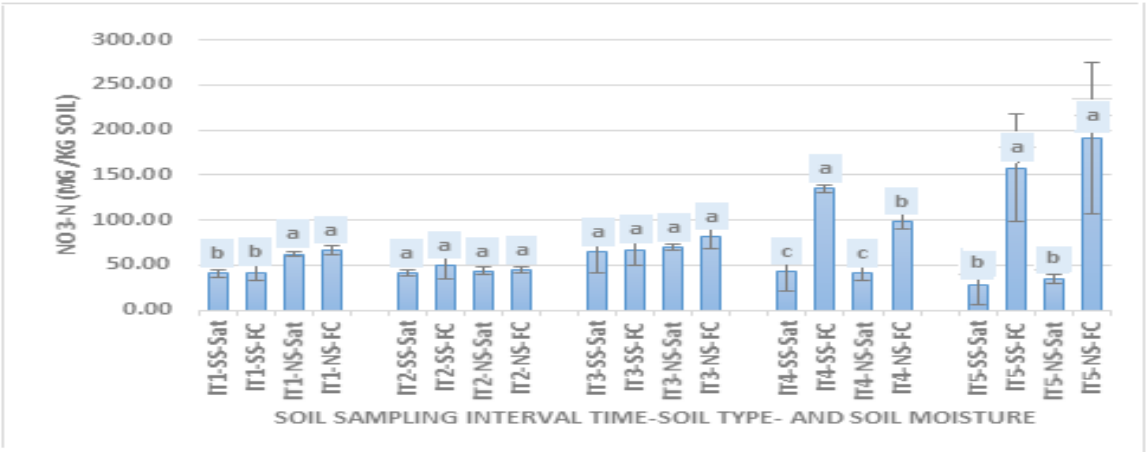
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (mg N/kg Soil)				
		۱-۵ روز	۱۰-۳۰ روز	۵۰-۱۰۰ روز	۱۵۰-۲۰۰ روز	۲۵۰-۳۶۵ روز
گونه خاک	1	42.81*	21.84ns	2.51ns	9.27ns	68.68ns
نمناکی	1	61.96*	677.84**	6397.93**	8279.47**	30509.65**
گونه خاک* نمناکی	1	0.16ns	1.67nsns	2.69ns	14.69ns	266.73ns
خطا	8	6.76	11.79	3.48	65.85	66.73
ضریب تغییرات	-	21.17	19.57	6.30	24.11	13.16

** و* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمونF و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

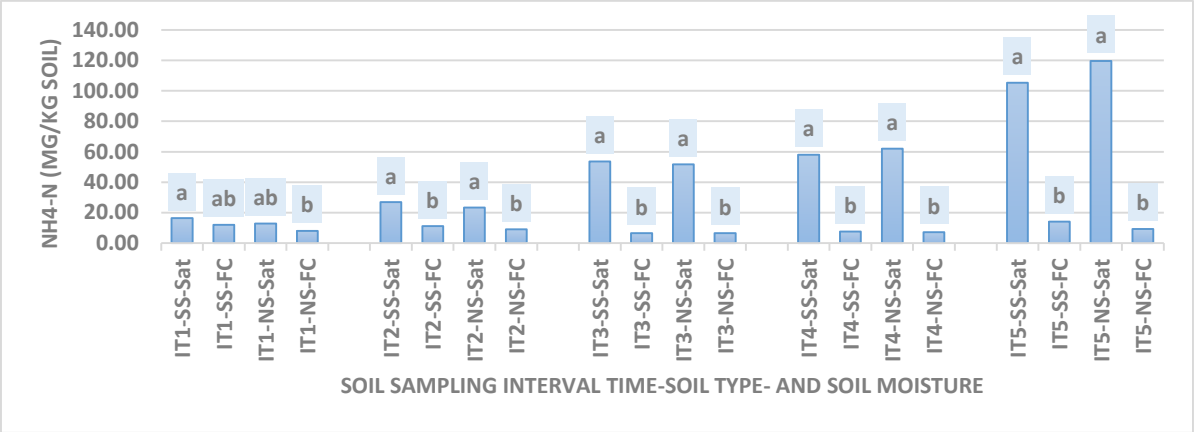
در بازه زمانی یکم (۱-۵ روز) در هردو نوع نمناکی و در بازه زمانی چهارم (۱۵۰-۲۰۰ روز) در خاک های با نم گنجایش کشاورزی اندازه نیتروژن نیتراتی در خاک کشاورزی منطقه کرهرود (خاک ناشور) بیش از خاک کویر میقان (خاک شور-سدیمی) بود ولی در دیگر بازه های زمانی ناهمانندی چشمگیری در اندازه نیتروژن نیتراتی دو گونه خاک دیده نشد (شکل ۱). بیشتر بودن اندازه نیتروژن نیتراتی در خاک ناشور را می‌توان وابسته به تهویه خوب و افزودن کودهای نیتروژنه در این خاک کشاورزی دانست. به هر گونه نیتروژن نیتراتی در هر دو خاک با نم گنجایش کشاورزی در زمان های پایانی افزایش و در هر دو خاک سیراب بسته به انجام فرایند دنیتریفیکاسیون و یا جلوگیری از نیتریفیکاسیون کاهش یافته است (شکل ۱). این بخش از پژوهش نشان می دهد که پیامد نم خاک بر دگرگونی نیتروژن در آن بسیار بیشتر از پیامد ویژگی هایی دیگر خاک مانند شوری و سدیمی بودن آن است.

گذشت زمان و افزودن پساب شهری تیمار شده مایه افزایش چشم‌گیر نیتروژن نیتراتی در خاک های با نم گنجایش کشاورزی شد، به گونه ای که در بازه های زمانی پایانی ۱۵۰-۲۰۰ روز و ۲۵۰-۳۶۵ روز اندازه نیتروژن نیتراتی در خاک های با نمناکی گنجایش کشاورزی بیش از خاک های سیراب شده با پساب شهری بود (شکل ۱). آشکار است آبیاری با آب پساب شهری مایه افزایش نیتروژن خاک می شود و در گنجایش کشاورزی که خاک تهویه خوبی دارد، ریزجانداران در فرایند نیتریفیکاسیون نیتروژن آمونیاکی را به نیتروژن نیتراتی دگرگون می کنند (صفری سنجانی و حاج رسولیها، ۱۳۸۰).

شکل ۲ دگرگونی اندازه نیتروژن- آمونیاکی دو گونه خاک در دو نمناکی گنجایش کشاورزی و سیراب پس از رهاسازی پساب شهری را نشان میدهد. پیش از کاربرد تیمار ها و همچنین در بازه زمان ابتدایی (۱-۵ روز) اندازه نیتروژن آمونیاکی در خاک شور بیش از خاک خاک ناشور بود.



شکل ۱- دگرگونی اندازه نیتروژن- نیتراتی خاک های شور و ناشور پس از رهاسازی پساب شهری در دو نمناکی گنجایش کشاورزی و سیراب (It1- بازه زمانی ۱ تا ۵ روز، It2- بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ روز، It3- بازه زمانی ۵۰ تا ۱۰۰ روز، It4- بازه زمانی ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز،It5 - بازه زمانی ۲۵۰ تا ۳۶۵ روز، SS- خاک شور، NS- خاک ناشور، Sat- سیراب و FC- گنجایش کشاورزی)



شکل ۲- دگرگونی اندازه نیتروژن- آمونیاکی خاک های شور و ناشور پس از رهاسازی پساب شهری در دو نمناکی گنجایش کشاورزی و سیراب (It1- بازه زمانی ۱ تا ۵ روز، It2- بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ روز، It3- بازه زمانی ۵۰ تا ۱۰۰ روز، It4- بازه زمانی ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز،It5 - بازه زمانی ۲۵۰ تا ۳۶۵ روز، SS- خاک شور، NS- خاک ناشور، Sat- سیراب و FC- گنجایش کشاورزی)

در دیگر بازه های زمانی ناهمانندی میان دو گونه خاک از دیدگاه آماری چشمگیر نبود. فلیپ و همکاران (۲۰۱۲) دینامیک نیتروژن آمونیاکی در خاک های با شوری های گوناگون را بررسی کردند و گزارش کردند اندازه نیتروژن آمونیاکی در خاک هایی که EC بالاتری داشتند، بیشتر بوده است (Felipe et al., 2012). آن ها گزارش کردند خاک هایی که درصد سدیم تبادلی آنها بیش از ۱۵٪ است پخشیدگی رس های خاک و در پی آن کاهش اندازه سوراخ ها در خاک مایه کاهش داد و ستد اکسیژن و دی اکسید کربن در خاک، اکسیداسیون کمتر و نگهداری بهتر نیتروژن آمونیاکی در خاک می‌شود. در همه بازه های زمانی اندازه نیتروژن آمونیاکی در خاک های سیراب شده به گونه چشمگیری بیش از خاک های با نم گنجایش کشاورزی بود که این ناهمانندی ها با گذشت زمان افزایش پیدا کرد. گلزار و توفیقی (۱۳۸۶) گزارش کردند کمبود اکسیژن در خاک سیراب مایه انجام فرایند کانی شدن نیتروژن آلی در خاک تا گام آمونیفیکاسیون می‌شود و نیتروژن آمونیاکی در محلول خاک رها می شود که می تواند جذب رسها شده و نگهداری شود. فرایند کانی شدن نیتروژن آلی بی درنگ پس از سیراب کردن خاک آغاز می‌شود (گلزار و توفیقی، ۱۳۸۶). ولی افزایش غلظت آمونیاک با سیراب کردن خاک وابسته به کاهش پتانسیل رداکس است (Schneiders and Scherer, 1996).

این پژوهش نشان داد که با رهاسازی پساب شهری در خاک، دگرگونی نیتروژن رسیده به خاک کمتر به ویژگی های خاک وابسته است و بیشتر وابسته به آب خاک و تهویه آن است. ریزجانداران اکسید کننده نیتروژن چندان به شوری و سدیمی بودن خاک پاسخ دهنده نبوده و ناهمانندی میان نیتروژن نیتراتی خاک ها چشم گیر نیست. در برابر آن پیامد نمناکی خاک در فرایند دگرگونی نیتروژن در آن بسیار نمایان تر است و در خاک های نگهداری شده در گنجایش کشاورزی نیتروژن نیتراتی و در خاک های سیراب بیشتر یون آمونیاک در خاک انباشته می شود. بنابراین رهاسازی پساب شهری در تالاب کویر میقان می تواند به افزایش نیتروژن آمونیاکی در این خاک بیانجامد.

منابع

توکلی، م. و طباطبایی، م. ۱۳۷۸. آبیاری با فاضلاب تصفیه شده. مجموعه مقالات همایش جنبه های زیست محیطی بهره گیری از پساب ها در آبیاری و زهکشی ایران تهران، صفحه های ۳۵ تا ۵۲.

صفری سنجانی، ع.ا. و حاج رسولیها، ش.، ۱۳۸۰. پیامد آبیاری با پساب پلایشگاهٔ فاضلاب شمال اصفهان بر برخی از ویژگیهای شیمیایی خاکهای ناحیه برخوار. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۲ صفحه های ۷۹ تا ۸۸.

عابدی کوپایی، ج.، افیونی، م.، موسوی، ف.، مصطفی زاده، ب. و باقری، م. ۱۳۸۲. تاثیر آبیاری بارانی و سطحی با فاضلاب تصفیه شده بر شوری خاک. آب و فاضلاب، شماره ۴۵، صفحه های ۲ تا ۱۲.

گلزار، ح. و توفیقی، ح. ۱۳۸۶. بررسی سینتیک معدنی شدن نیتروژن در خاکهای شالیزاری شمال ایران. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Andrew D., Lenore S., Eugene W. and Arnolr E. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Vol. 1 (21st Edition). American Public Health Association.

Felipe d., Ibanor A. and Eduardo G. 2012. Dynamics of ammonium and pH in the solution of soils with different salinity levels, Growin Girri Gated rice. J. Bras. Sci. Solo, 36:401-409.

Ghadimi F., Ghomi M. 2013. Assessment of the effects of municipal wastewater on the heavy metal pollution of water and sediment in Arak Mighan Lake, Iran.pdf. Journal of Tethys 1: 205-214.

Hanson A.A. and Juska F.V. 1969. Turfgrass Science.American Society of Agronomy, In., Madison, Wisconsin. 715p.

Klute A. 1986. Methods of soil analysis. part 1: Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America Journal, Madison Wisconsin USA .

Schneiders M. and Scherer HW. 1996. The influence of"puddling"on redox potential, fixation and release of nonexchangeable ammonium and its effect on rice growth in flooded soils. In: Van Ittersum MK, Venner GEGT, van den Geijn SC, Jetten TH (eds). Proceedings of the 4th ESA Congress,Veldhoven-Wageningen, p 374–375.

Sparks D. L. 1996. Methods of Soil Analysis (Vol. 5). Madison, WI, USA: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.

Forster J.C. 1995. Soil sampling, handling, storage and analysis, in: Alef, K., Nannipieri, P. (Eds.), Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press London pp. 49-121.

Evaluation of nitrate and ammonia in saline and non-saline soils treated with municipal wastewater under two contrasting moisture

M.S.Sinegani[1], A. A. Safari Sinegani[1] and S.M.Banijamali[2]
[1]Faculty of Agriculture; Bu-Ali Sina University; Hamedan - Iran
[2]Ornamental Plants research center, Mhallat – Iran

Abstract

The application of municipal wastewater in agriculture and wetlands of arid and semi-arid region is very useful but may has some effects on soil and water properties. The aim of this study was to evaluate the effect of Arak municipal wastewater on ammonium and nitrate contents in non-saline and saline-sodic soils in two moisture conditions (field capacity and flooded) and in five time intervals. In the first time interval $N\text{-}NO_3$ content in in non-saline soil was more than that in saline soil but $N\text{-}NH_4$ content was reverse. This study showed that the effect of soil properties on the studied nitrogen forms was not so significant as compared with the soil moisture condition. The application of municipal wastewater in both soils increased $N\text{-}NO_3$ contents in field capacity with time duration. But in flooded soils $N\text{-}NH_4$ increased significantly.

Keywords: Flooding, Meyghan playa, Nitrification, Saline-sodic soil.