محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

تنش کم آبی بر میزان فراهمی نیتروژن معدنی خاک شالیزاری تحت تاثیر کاربرد ماده آلی

سپیده باقری نویر [۱*]، حسین میر سید حسینی[۲]، حسن اعتصامی[۳]، تیمور رضوی پور[۴]

[۱] دانشجوی دکتری شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۲]دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۴]استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۴]عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

خشکی و کمبود آب چالش مهمی است که کشت پایدار برنج در کشور را تهدید می‌کند. با فرض اینکه خشک شدن خاک بر آلی و معدنی‌شدن نیتروژن خاک اثر گذار است، اثر سه نوع رژیم آبیاری تناوبی (غرقاب، تنش ملایم و تنش شدید) در یک آزمایش گلدانی همراه با کاربرد ماده آلی آزوکمپوست و کلش برنج در یک دوره زمانی هشت روزه بر غلظت نیترات و آمونیوم مورد بررسی قرارگرفت. نتایج مطالعات ما نشان دادکه کاربرد آزوکمپوست و کلش برنج به ترتیب موجب افزایش ۲/۵ و ۲ برابری نیترات نسبت به خاک شاهد گردید. غرقاب خاک شاهد به طور معنی‌داری ($p <۰/۰۱$) موجب کاهش ۶۰٪ نیترات شد. کمترین مقدار نیترات در خاک همراه با کلش برنج و تنش رطوبتی شدید اتفاق افتاد. تنش رطوبتی موجب افزایش مقدار آمونیوم در همه تیمارها شد. تناوب رطوبتی ملایم خاک موجب افزایش فراهمی نیتروژن معدنی خاک شالیزاری در شرایط کاربرد آزوکمپوست می‌شود.

کلمات کلیدی: آمونیوم، نیترات، غرقاب.

مقدمه

برنج (*Oryza* sativa L) یک محصول زراعی مهم با میانگین مصرف بیش از ۵۰ کیلوگرم در سال برای هر نفر در سرتاسر دنیا می‌باشد (FAOSTAT, 2016). در جهان، بیش از ۴۷۸ میلیون تن برنج در فواصل سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۵ تولید شد که ، بیش از ۹۰ درصد آن به طور مستقیم برای مصرف انسان استفاده می شود (USDA, 2016). آبیاری غرقابی دائم در کشت برنج یک روش سنتی با راندمان بسیار پایین است که باعث مصرف بیش از نیاز واقعی آب شده است. از سوی دیگر محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد.

آبیاری غرقابی دائم در کشت برنج یک روش سنتی با راندمان بسیار پایین است که باعث مصرف بیش از نیاز واقعی آب شده است. از سوی دیگر محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد. خشک شدن خاک های مرطوب بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تاثیر می‌گذارند، اما ارزیابی های سیستماتیک اثرات ناشی از افزودن ماده آلی در این شرایط، هنوز کم است(Kaiser و همکاران، ۲۰۱۵).

رضوی پور و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند استفاده از ترکیبات آلی به همراه مصرف آب کمتر ضمن صرفه جویی در مصرف آب و حفظ محیط زیست، بیشترین محصول را تولید می‌نماید. کوچکی و ثابت تیموری (۱۳۹۰) نشان دادندکه افزودن ماده الی به صورت کود دامی به همراه آبیاری با فواصل زمانی، بیشترین عملکرد اقتصادی را در گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا نشان داد. چنین مطالعاتی از نتایج Yassen و همکاران (۲۰۰۶) در رابطه با گیاه گندم مشاهده شد. در این مطالعات کمبود بررسی جایگاه حاصلخیزی خاک، زیست‌فراهمی عناصر غذایی نیتروژن، فعالیت‌های آنزیمی دخیل در چرخه عناصر غذایی و زیست‌توده میکروبی مشاهده می‌گردد. Zhang and Marschner (۲۰۱۶) نشان دادند که پس از اضافه کردن ترکیبات آلی، رطوبت در خاک نگهداری می‌شود. C/N بقایای اضافه شده به خاک بر تنفس میکروبی و قابلیت دسترسی عناصر غذایی تاثیرگذار است. قابلیت دسترسی فسفر، نیتروژن و تنفس میکروبی در بقایای با C/N پایین، بیشتر است.

پرسش اصلی تحقیق: آیا خشک‌شدن خاک غرقاب بر میزان نیتروژن معدنی در شرایط کاربرد ماده آلی و عدم کاربرد آن تاثیرگذار است؟ در این پژوهش با هدف نگهداشت آب در خاک و اثر برانگیختگی فعالیت میکروبی از کمپوست آزولا و کلش برنج به عنوان مواد اصلاح‌کننده در شرایط تنش رطوبتی استفاده شد. با توجه به کمبود آب که امروزه قابل پیش بینی می باشد و نیاز خاک های شالیزاری به مقدار آب کافی، در این پژوهش به بررسی تغییر رطوبتی خاک بر نیتروژن معدنی پرداخته شده است.

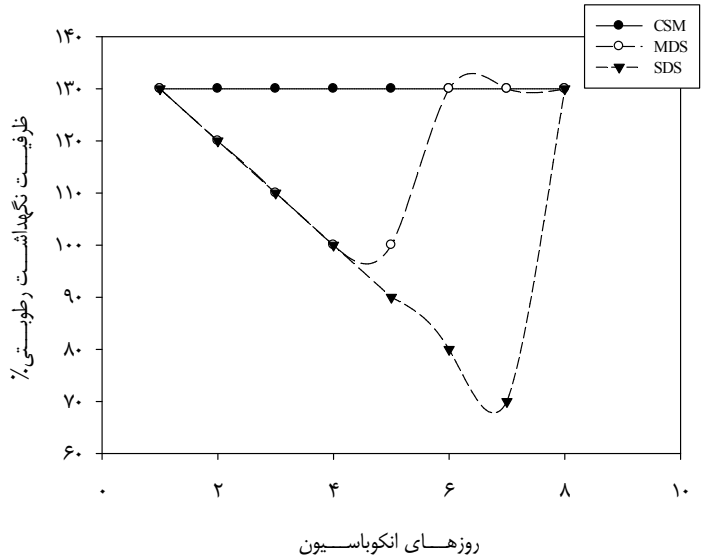
* ایمیل نویسنده مسئول Sep.bagheri@ut.ac.ir

مواد و روش‌ها

نمونه های خاک به صورت مرکب لایه ی سطحی عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر از خاک شالیزاری واقع در موسسه تحقیقات برنج برداشت شد. آزولا از سطح آبگیر های اطراف مزارع برنج گوراب زرمیخ از شهرستان صومعه سرا و تالش جمع آوری شد و به آزمایشگاه شیمی خاک موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انتقال داده شد. مراحل کمپوست شدن به مدت ۶ هفته بر آزولا جمع آوری شده، اعمال گردید. کاه و کلش برنج از بقایای محصولات برنج از موسسه تحقیقات برنج رشت تهیه

گردید. آزوکمپوست و کاه و کلش برنج بر اساس تیمارهای مورد نیاز (۱/۵ درصد وزنی) در نظر گرفته شد (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۲). تیمار های آبیاری به شرح زیر به خاک ها اعمال گردد. یک مرحله تنش خشکی بر اساس MDS و SDS در طول هشت روز با توجه به کاهش رطوبتی در هرکدام از تیمارها به میزان شرح داده شده اعمال گردید (شکل ۱):

- ۱۳۰٪ ظرفیت نگهداشت آب = شرایط غرقاب دائم Constant Waterlogging Condition (CSM)
- یک مرحله تنش خشکی ملایم (روز چهارم) از غرقاب دائم به ۱۰۰٪ ظرفیت نگهداشت آب MDS: Mild Drying Stress
- یک مرحله تنش خشکی شدید (روز هفتم) از غرقاب دائم به ۷۰٪ ظرفیت نگهداشت آب SDS: Sever Drying Stress



شکل ۱. طرح شماتیک آزمایش مورد نظردر رابطه با رژیم های آبیاری

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل-کرت خورد شده در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی با سه تکرار و دو رژیم آبیاری (CSM (شاهد)، MDS و SDS) و دو نوع ماده آلی اصلاح‌کننده (شاهد، همراه با آزوکمپوست و همراه با کلش برنج) در شرایط انکوباسیون دما و رطوبت هوای ثابت (۲۵ درجه سانتیگراد و ۸۰٪) در دستگاه انکوباتور (فن ازما گستر) گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران صورت پذیرفت. اندازه گیری نیتروژن نیتراتی و آمونیومی براساس (Keeney et al., 1982; Kandeler and Gerber., 1982) صورت پذیرفت .رسم نمودارها با نرم افزار Sigma Plot v 14 و تجزیه آماری با نرم افزار SAS-9.4 و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ترکیبات آلی مورداستفاده به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و مواد آلی مورد استفاده

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	پ.هاش	کربنات کلسیم معادل (٪)	ماده آلی (٪)
رسی	۴	۳۴	۶۲	۸/۴۲	۳/۷۷	۲/۱۲

ویژگی‌های شیمیایی ترکیبات آلی مورد مطالعه

	نیتروژن (٪)	کربن (٪)	C/N
آزوکمپوست	۲/۹۹۱	۳۴/۳۵	۱۱/۵
کلش برنج	۱/۰۶	۴۲/۸	۴۲/۲

همانطورکه از جدول ۱ برمی‌آید، دو ماده آلی کاربردی دارای C/N زیاد و کم (به‌ترتیب کلش برنج و آزوکمپوست) می‌باشند. بنابراین اثر متفاوتی بر میزان معدنی شدن نیتروژن در شرایط رطوبتی گوناگون خواهند داشت.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس کاربرد ماده آلی و رژیم آبیاری بر مقدار نیترات و آمونیوم

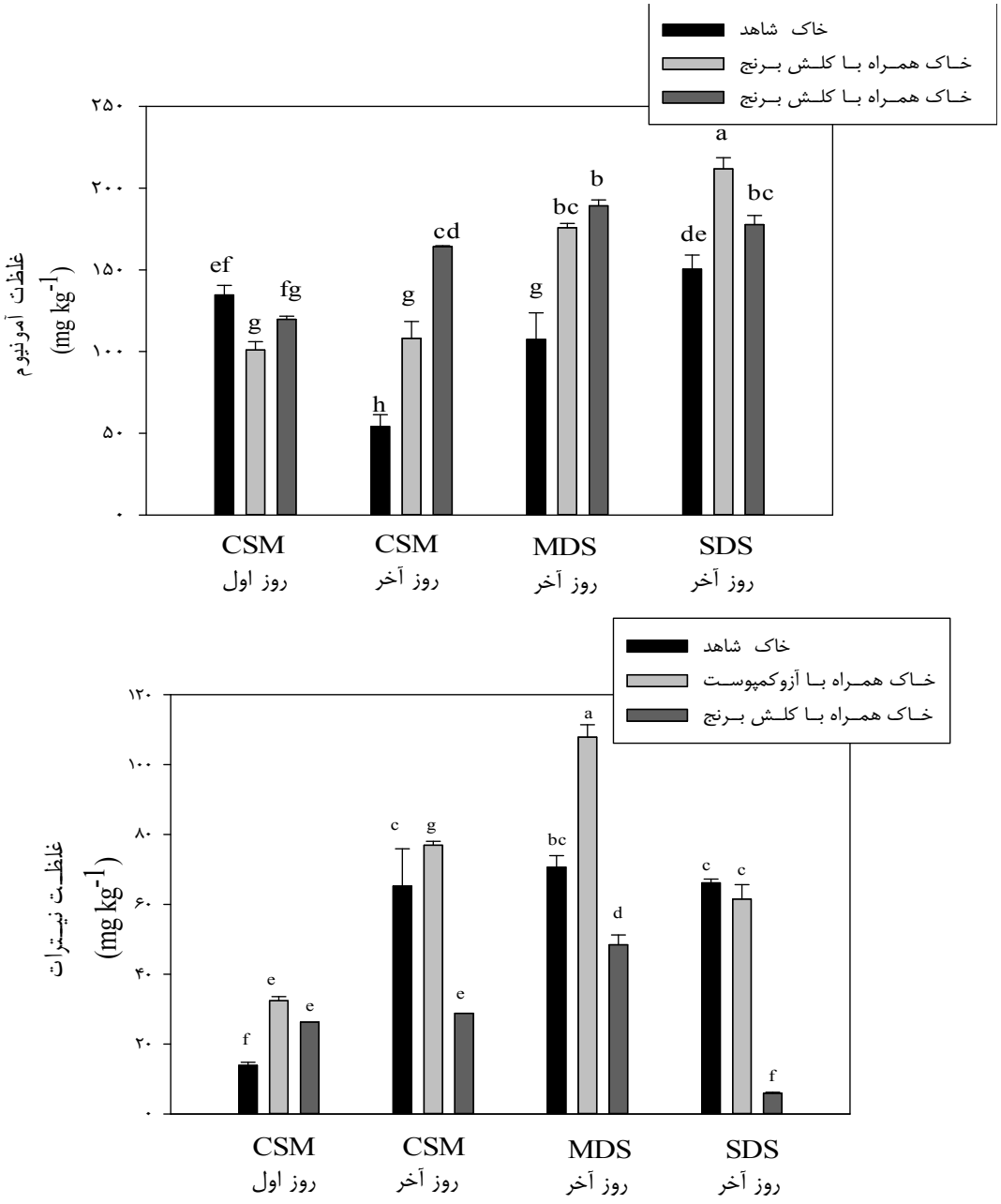
	درجه‌آزادی	میانگین مربعات	
		نیترات	آمونیوم
آبیاری	۲	۲۲۰۶**	۱۱۹۱۵**
ماده آلی	۲	۷۱۲۰**	۱۳۸۵۴**
آبیاری* ماده آلی	۴	۴۲۳**	۱۹۳۲**
خطا	۱۸	۲۷**	۱۸۰۷**

** معنی داری در سطح ۱ درصد

همانطور که از جدول ۲ بر می‌آید اثر آبیاری، ماده آلی و همچنین برهمکنش آنها بر غلظت نیترات و آمونیوم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. شکل (۱) اثر رژیم‌های آبیاری مختلف و کاربرد ماده آلی بر غلظت نیترات و آمونیوم خاک را نشان می‌دهد. نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد که غرقاب خاک شاهد به طور معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) موجب کاهش ۶۰٪ آمونیوم شد. روند مخالفی در شرایط کاربرد آزوکمپوست و کلش برنج مشاهده گردید. کاربرد ماده آلی موجب کاهش آمونیوم در خاک گردید. اثر تنش رطوبتی موجب افزایش معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) غلظت آمونیوم در تمام تیمارها گردید (شکل ۱).

مطالعات ما نشان می‌دهد که کاهش رطوبت خاک شاهد در شرایط SDS و کاربرد کلش برنج به طور معنی داری ($p <$ ۰/۰۱) موجب کاهش نیترات شد. نتایج حاضر با نتایج سان و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد، آنها نشان‌دادند که تناوب رطوبتی موجب کاهش غلظت نیترات خاک گردید. علت این موضوع ناشی از اثر تناوب رطوبتی بر خصوصیات ساختمانی، زیستی خاک و به طور متعاقب بر تغییر شکل عناصر غذایی است.

در بررسی ما غلظت نیترات از ۲۶ به ۵ میلی گرم بر کیلوگرم کاهش یافت. کاربرد ترکیبات آلی در شرایط غرقاب موجب افزایش معنی دار ($p <$ ۰/۰۱) نیترات شد (شکل ۱). بیشترین مقدار نیترات در تیمار خاک همراه آزوکمپوست و تنش رطوبتی MDS با مقدار ۱۰۷ میلی گرم بر گیلوگرم بود. نتایج حاضر با نتایج ژانگ و مارشنر (۲۰۱۶) مطابقت دارد. آنها نشان دادند که پس از اضافه کردن ترکیبات آلی، رطوبت در خاک نگهداری می شود. C/N بقایای اضافه شده به خاک بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی نقش بسیار مهمی دارد. این موضوع با کاربرد آزوکمپوست (C/N کمتر) در مقایسه با کلش برنج (C/N بیشتر) در خاک بر میزان فراهمی بیشتر نیتروژن معدنی دررابطه است.



شکل۱. تغییرات غلظت آمونیوم و نیترات در تیمارهای مختلف آبیاری همراه با کاربرد ماده آلی

با توجه به جدول۳، کاربرد آزوکمپوست در خاک همراه با تناوب رطوبتی ملایم بیشترین غلظت نیتروژن معدنی را به میزان ۲۸۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارد. باتوجه به C/N آزوکمپوست که ۱۱/۵ می‌باشد، مقدار فراهمی نیتروژن معدنی تحت‌تاثیر آن می‌باشد. کمترین میزان نیتروژن معدنی در خاک همراه آزوکمپوست در ابتدای انکوباسیون می‌باشد. بنابراین اثر تنش رطوبتی MDS نقش مهمی در افزایش غلظت نیتروژن معدنی داشته است. سان و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادندکه بقایای گندم به عنوان اصلاح کننده آلی، موجب افزایش زیست توده میکروبی، فسفر قابل دسترس شد، اصلاح‌کننده بقایای گندم جمعیت میکروبی را در برابر تنش خشکی محفوظ می‌دارد. نتایج آنها پیشنهاد می‌دهد که کاربرد ماده آلی در عملکرد خاک تحت شرایط تناوب رطوبتی موجب افزایش قابلیت حفظ مقدار رطوبت و بهبود فراهمی عناصر غذایی می‌شود. در حالی‌که در

نتایج مخالفی در رابطه با کلش برنج همراه با تنش SDS مشاهده شد. بنابراین تغییر مقدار رطوبت خاک در نتایج کاربرد ماده آلی اهمیت قابل-ملاحظه‌ای دارد.

جدول ۲) تغییرات غلظت $NO_3^-+NH_4^+$ تحت تاثیر رژیم آبیاری و ترکیبات آلی

	خاک شاهد	خاک همراه با آزوکمپوست	خاک همراه با کلش برنج
CSM روز اول	۵±۱۴۸e	۶±۱۳۳ef	۱۴۶e
CSM روزآخر	۳±۱۱۹f	۹±۱۸۵d	۰±۱۹۳/۵۴d
MDS روز آخر	۱۷۸ ۱۳±d	۶±۲۸۳a	۶±۲۳۷b
SDS روز آخر	۱۰±۲۱۶c	۳±۲۷۳a	۵±۱۸۳d

* به منظور مشخص نمودن کمترین و بیشترین مقدار نیتروژن معدنی مقایسات میانگین در تمام اعداد صورت پذیرفته است.

نتیجه‌گیری

تناوب رطوبتی خاک شالیزاری یک پدیده متداول و طبیعی است که ابتدا خاک خشک می‌شود، سپس مرطوب و دوباره خشک می‌گردد. این پدیده در فصل رشد گیاه برنج و در شرایط کم‌آبی‌های موجود رخ می دهد. نتایج نشان داد که تنش شدید رطوبتی در شرایط کاربرد ماده آلی کلش برنج موجب کاهش غلظت نیترات گردید. در حالی که کاربرد ماده آلی موجب افزایش نیترات در شرایط خاک غرقاب در ابتدای انکوباسیون شده است. همچنین تنش رطوبتی موجب افزایش غلظت امونیوم در تمام تیمارهای کاربردی و شاهد شد. به طورکل، تناوب رطوبتی ملایم خاک همراه با کاربرد آزوکمپوست موجب افزایش فراهمی نیتروژن معدنی خاک شالیزاری موردنظر گردید.

منابع

رضوی پور ، ت. آستارایی، ع. ر. امامی، ح. کاووسی، م. ۱۳۹۶. بررسی مدیریت تلفیقی کودهای شیمیایی، کمپوست و رژیم آبیاری بر ویژگی‌های زراعی و عملکردی برنج رقم هاشمی. غلات. ۷(۳): ۳۱۳-۳۰۱.

علیزاده، م.، میرزایی ، ف.، سهرابی، ت.، کاووسی ، م.، یزدانی، م.ر. ۱۳۹۲. نقش کاه و کلش برنج و زئولیت در بهسازی خاک های ترکدار شالیزاری. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)(۱) ۲۷، ۱۰۳-۱۱۲.

کوچکی، ع. ر.، ثابت تیموری ، م. ۱۳۹۰. تأثیر فواصل آبیاری و نوع کود بر عملکرد کمی سه گیاه دارویی: اسطوخودوس رزماری و زوفا در شرایط مشهد. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۹ (۱): ۷۸-۸۷.

http://www.fao.org/faostat.2016.

Kaiser, M., Kleber, M., Berhe, A.A. 2015. How air-drying and rewetting modify soil organic matter characteristics: An assessment to improve data interpretation and inference. Review paper. Soil Biology & Biochemistry 80:324-340.

Kandeler, E., Gerber, H. 1982. Short term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. Biol fertil soils. 6:68-72.

Keeney, D. R. and Nelson, D. W. 1982. Nitrogen-Inorganic forms. In: Methods of Soil Analysis part 2: Chemical and microbiological properties, 2ndedn, page AL, Miller R. H, Keeney D.R.(eds) Agronomy 9/2, American society of Agronomy, Madison, WI,. 643-698.

Sun D, Li K, Bi Q, Zhu J, Zhang Q, Jin Ch, Lu L, Lin X. 2017. Effects of organic amendment on soil aggregation and microbial community composition during drying-rewetting alternation. Science of the Total Environment. 574: 735–743.

USDA. 2016. World Rice Production, Consumption, and Stocks. United States. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (Available at: http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx [Accessed on 03 March 2016]).

Yassen, A.A., Abd El-Hady, M., Zaghloul., S.M. 2006. Replacement part of mineral N fertilizer by Organic Ones and its effect on Wheat plant under water regime conditions. World Journal of agricultural Sciences. 2(4): 421-428.

Zhang, Y., Marschner, P. 2016. Nutrient availability, soil respiration and microbial biomass after the second residue addition are influenced by the C/N ratio of the first residue added, but not by drying and rewetting between residue amendments.

Topic for submission:

Water stress on mineral nitrogen availability of paddy soil under the influence of organic matter application

Sepideh Bagheri Novair[1], Hossein MirSeyed Hosseini[2], Hasan Etesami[3], Teimour Razavipour[4]

[1] Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of, Faculty member of Department of Soil Science, University College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran

[2] Associate Prof., Faculty of Agriculture University of, Faculty member of Department of Soil Science, University College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran

[3] Assistant Prof., Faculty of Agriculture University of, Faculty member of Department of Soil Science, University College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran

[4] Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Abstract

Drought and water scarcity is a major challenge that threatens the sustainable cultivation of rice in the country. Assuming that soil drying effects on immobilization and mineralization of soil nitrogen, the effects of three types of irrigation regimes (Waterlogging, moderate stress and severe stress) in a pot experiment with the application of azo-compost and rice straw during eight-days period on the concentration of nitrate and ammonium were studied. The results of our studies showed that the application of azo-compost and rice straw resulted in an increase of 2.5 and 2 times the nitrate concentration of the control soil. The lowest nitrate concentration was in the soil with rice straw and severe moisture stress. Soil waterlogging significantly ($p < 0.01$) reduced the nitrate concentration by 60%. Moisture stress increased ammonium concentration in all treatments. Mild moisture alternative of soil increased the amount of nitrogen concentration in the paddy soil under influence of azo-compost application condition.

Keywords: Nitrate, Ammonium, Waterlogging.