

گزارش کوتاه علمی

اثر تراکم بر معدنی شدن نیتروژن خاک در مراحل زمانی مختلف

سحر اخوان فومنی^۱ و *محمود شعبانپور^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان، آدانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۷

چکیده

سابقه و هدف: تراکم خاک به‌عنوان مشکلی جهانی و فرآیندی پیچیده و چندبعدی شامل تأثیر متقابل خاک- ماشین- گیاه- اقلیم شناخته شده که دارای آثار اقتصادی و زیست‌محیطی قابل توجهی است و به‌عنوان یک معضل پیچیده در برابر کشاورزی پایدار می‌باشد. فرآیند معدنی شدن نیتروژن یکی از مهم‌ترین فرآیندهای چرخه نیتروژن است که نخستین محصول آن، آمونیوم می‌باشد که بخش قابل توجهی از آن در شرایط هوایی به شکل نترات در می‌آید. اثر تهویه خاک در معدنی شدن نیتروژن و نترات‌سازی بسیار زیاد است و شرایط بی‌هوایی خاک ممکن است باعث تلفات مقدار زیادی نیتروژن به‌صورت دنیتریفیکاسیون شود. تراکم خاک با تغییر خصوصیات فیزیکی می‌تواند خصوصیات زیستی خاک را نیز تغییر دهد که علت آن نقش ریزجانداران و فعالیت‌شان در منافذ خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها: بررسی اثر تراکم بر فرآیند معدنی شدن نیتروژن در خاک به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. تراکم خاک در سه سطح (تراکم طبیعی، ۱۰ و ۲۰ درصد تراکم)، نوع خاک در دو سطح و پنج زمان نمونه‌برداری (۱، ۷، ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت گندم) مورد بررسی قرار گرفت که مجموعاً شامل ۱۸ ستون شد. غلظت آمونیوم و نترات خاک در پنج مرحله زمانی اندازه‌گیری شد. همچنین اختلاف معنی‌داری در غلظت نترات بین سطوح تراکم خاک از مرحله دوم اندازه‌گیری به بعد (یک هفته پس از کاشت بذر) وجود داشته است، به‌طوری‌که از این مرحله به بعد نمونه‌های با تراکم طبیعی (صفر درصد) بیش‌ترین غلظت نترات را نسبت به نمونه‌های تحت تراکم (۱۰ و ۲۰ درصد) به خود اختصاص دادند، علت افزایش معنی‌دار غلظت نترات در نمونه تراکم طبیعی یک هفته پس از کاشت، شروع نیتریفیکاسیون در خاک می‌باشد که یک تا دو هفته بعد از افزودن کود آمونیومی به خاک هم‌زمان با شروع کشت صورت گرفته است.

یافته‌ها: روند تغییرات غلظت آمونیوم و نترات در مراحل زمانی مختلف نشان داد که با گذشت زمان، نیتروژن آمونیومی در خاک افزایش و نیتروژن نتراتی کاهش می‌یابد و کاهش معنی‌دار غلظت آمونیوم در نمونه‌های متراکم‌تر مربوط به مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری (به‌ترتیب با میانگین ۲۰/۷۵ و ۱۳/۶۸ در تیمار تراکم ۲۰ درصد) است.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که با افزایش تراکم خاک، نیتروژن کل خاک کاهش می‌یابد. در نمونه‌های متراکم نیتروژن آلی کم‌تری به فرم آمونیومی در می‌آید و تشکیل نترات به دنبال آمونیومی شدن، کاهش پیدا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آمونیوم، تراکم خاک، معدنی شدن نیتروژن، نترات

* مسئول مکاتبه: shabanpour@guilan.ac.ir

مقدمه

فرآیند معدنی شدن نیتروژن یکی از مهم ترین فرآیندهای چرخه نیتروژن است که نخستین محصول آن، آمونیوم می باشد که بخش قابل توجهی از آن در شرایط هوازی به شکل نیترات درمی آید. تبدیل آمونیوم به نیترات، نیاز مبرمی به اکسیژن دارد. وقتی مقدار اکسیژن کاهش یابد، اکسید شدن آمونیاک محدود شده و به صفر می رسد. اثر تهویه خاک در معدنی شدن نیتروژن و نیترات سازی بسیار زیاد است و شرایط بی هوازی خاک ممکن است باعث تلفات مقدار زیادی نیتروژن به صورت دنیتریفیکاسیون شود (۱). شهرآیینی (۱۳۸۵) اثر تراکم بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گندم در خاک شور و غیرشور را مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که تراکم، اثر معنی داری بر غلظت عناصر غذایی خاک و گیاه در خاک شور و غیرشور دارد (۲). بریسو و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند که تخریب ساختمان و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک باعث کاهش تخلخل تهویه ای می شود، هنگامی جرم مخصوص ظاهری خاک لومی به $1/3$ تا $1/4$ گرم بر سانتی متر مکعب افزایش می یابد، ضریب نفوذ آب و هوا به میزان $1/5$ تا 2 برابر کاهش می یابد. افزایش جرم مخصوص ظاهری از $1/3$ به $1/4$ گرم بر سانتی متر مکعب باعث می شود که ظرفیت نیتریفیکاسیون خاک ها به نصف کاهش یابد (۳). بیلچ و همکاران (۲۰۱۰) اثر تراکم را بر خصوصیات زیستی خاک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که در جرم مخصوص ظاهری بالاتر از $1/7$ گرم بر سانتی متر مکعب، تراکم خاک اثرات منفی بر فعالیت میکروبی، تشکیل منافذ درشت، نسبت تنفس و معدنی شدن نیتروژن دارد (۴). پنگتامکراتی و همکاران (۲۰۱۱) اظهار کردند که تراکم خاک با تغییر خصوصیات فیزیکی می تواند خصوصیات زیستی خاک را نیز تغییر دهد که علت آن نقش ریزجانداران و فعالیت شان در منافذ خاک می باشد

(۵). پژوهش حاضر به منظور بررسی و مطالعه اثر تراکم خاک بر فرآیند معدنی شدن نیتروژن در شرایط گلخانه ای و تأثیر تراکم خاک بر تولید و تشکیل آمونیوم و نیترات خاک انجام شده است.

مواد و روش ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد که اثر عامل تراکم خاک در سه سطح (تراکم طبیعی، ۱۰ و ۲۰ درصد)، عامل بافت خاک در دو سطح (رسی و شنی) در پنج زمان نمونه برداری (روزهای ۱، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ پس از کاشت) اثر تیمارها بر معدنی شدن نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت که مجموعاً شامل ۱۸ ستون بود. ستون ها از جنس پی وی سی به شکل استوانه ای با ارتفاع ۳۵ سانتی متر، قطر ۱۶ سانتی متر و حجم 7033 سانتی متر مکعب انتخاب شدند. برای اعمال سطوح تراکم در ستون ها ابتدا جرم مخصوص ظاهری خاک دست نخورده به روش سیلندر اندازه گیری شد و این جرم مخصوص به عنوان شاهد برای خاک غیرتراکم در نظر گرفته شد. با مشخص بودن حجم ستون و جرم مخصوص ظاهری، وزن خاک لازم که بایستی در هر ستون ریخته شود محاسبه گردید. برای تعیین مقدار خاک لازم برای سطوح تراکم ۱۰ درصد و ۲۰ درصد، به ترتیب ۱۰ درصد و ۲۰ درصد به وزن خاک ستون شاهد اضافه شد. بعد از تعیین وزن خاک مورد نیاز برای هر ستون تراکم کردن خاک ستون ها با استفاده از وزنه دو کیلوگرمی انجام شد. خاک در چند مرحله به سیلندر افزوده و تراکم گردید تا تراکم به طور یکنواخت در عمق ستون اعمال شود و در نهایت ارتفاع خاک هر ستون به ارتفاع ستون شاهد در رطوبت بهینه رسید. برای تعیین رطوبت بهینه (رطوبتی که در آن حداکثر تراکم حاصل می شود)، از روش پراکتور^۱ استفاده شد. نیتروژن آمونیومی در خاک به

کاشت بذر) بوده است به طوری که غلظت آمونیوم در سطح تراکم ۲۰ درصد در مرحله دوم اندازه‌گیری با میانگین پی‌پی‌ام ۲۰/۷۵ و در مرحله سوم اندازه‌گیری با میانگین پی‌پی‌ام ۱۳/۶۸ کاهش معنی‌داری با سایر سطوح تراکم خاک در این دو مرحله داشت (جدول ۱). همچنین جدول ۱ نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در غلظت نیترات بین سطوح تراکم خاک از مرحله دوم اندازه‌گیری به بعد (یک هفته پس از کاشت بذر) وجود داشته است، به طوری که از این مرحله به بعد نمونه‌های با تراکم طبیعی (صفر درصد) بیش‌ترین غلظت نیترات را نسبت به نمونه‌های تحت تراکم (۱۰ و ۲۰ درصد) به خود اختصاص دادند، علت افزایش معنی‌دار غلظت نیترات در نمونه تراکم طبیعی یک هفته پس از کاشت، شروع نیتریفیکاسیون در خاک می‌باشد که یک تا دو هفته بعد از افزودن کود آمونیومی به خاک هم‌زمان با شروع کشت صورت گرفته است.

روش رنگ‌سنجی با استفاده از معرف نسلر (۶) و نیتروژن نیتراتی در خاک با استفاده از معرف بروسین (۷) اندازه‌گیری شد. شدت رنگ برای آمونیوم و نیترات خاک در طول موج ۴۱۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر مورد سنجش قرار گرفت و با مقایسه آن با نتایج به‌دست آمده از منحنی استاندارد، غلظت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در خاک تعیین شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و برش‌دهی اثر متقابل در مواقعی که اثر متقابل معنی‌دار برآورد شده بود، انجام گرفت. از نرم‌افزار SAS به‌منظور تجزیه داده‌ها و نرم‌افزار Excel برای ترسیم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از برش‌دهی برای غلظت آمونیوم نشان داد که کاهش معنی‌دار غلظت آمونیوم در نمونه‌های متراکم‌تر به‌طور دقیق مربوط به مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری (یک هفته تا چهارده روز پس از

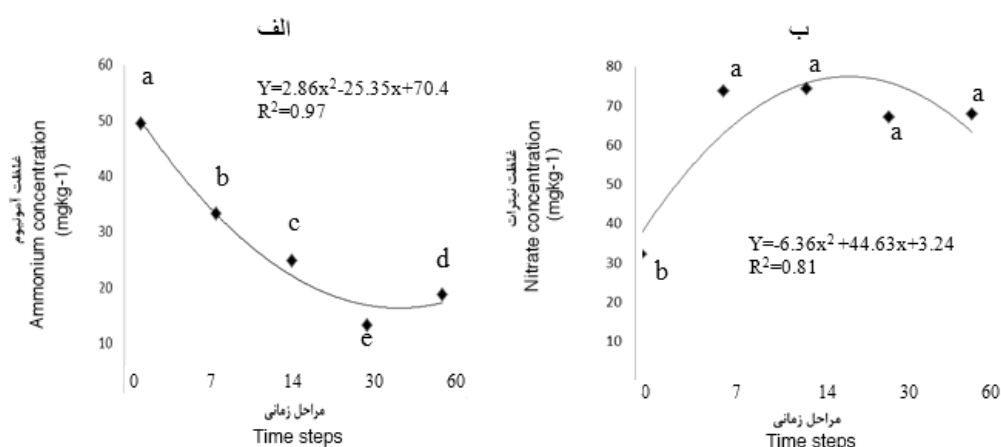
جدول ۱- مقایسه میانگین سطوح تراکم در مراحل زمانی مختلف برای آمونیوم و نیترات.

Table 1. Compare the average density in different time steps for ammonium and nitrate.

| نیترات (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Nitrate (mgkg ⁻¹) | آمونیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Ammonium (mgkg ⁻¹) | تراکم Density | مراحل زمانی Time Steps |
|---|---|------------------|---------------------------|
| 34.94 ^a | 48.65 ^a | 0% | 1 |
| 32.58 ^a | 48.16 ^a | 10% | |
| 22.18 ^a | 45.51 ^a | 20% | |
| 92.19 ^a | 44.77 ^a | 0% | 2 |
| 57.45 ^b | 28.35 ^b | 10% | |
| 64.39 ^b | 20.75 ^c | 20% | |
| 112.06 ^a | 29.24 ^a | 0% | 3 |
| 58.48 ^b | 25.59 ^a | 10% | |
| 45.14 ^b | 13.68 ^b | 20% | |
| 76.22 ^a | 10.31 ^a | 0% | 4 |
| 62.32 ^{ab} | 12.30 ^a | 10% | |
| 55.78 ^b | 10.96 ^a | 20% | |
| 80.14 ^a | 19.14 ^a | 0% | 5 |
| 58.47 ^b | 16.84 ^a | 10% | |
| 57.96 ^b | 14.14 ^a | 20% | |

به منظور بررسی روند تغییرات غلظت نیترات در مراحل زمانی مختلف نشان داد که غلظت نیترات خاک پس از کاشت به صورت یک رابطه درجه دوم با ضریب تبیین ۸۰ درصد نسبت به زمان افزایش پیدا می کند، زیرا نیتریفیکاسیون فرایند زیستی، فیزیکی و شیمیایی است که پیوسته با زمان اثر متقابل دارد و در مرحله سوم اندازه گیری به حداکثر مقدار می رسد (شکل ۱-ب).

همچنین بررسی روند تغییرات غلظت آمونیوم در مراحل زمانی مختلف و برازش بهترین خط رگرسیونی بین آنها نشان داد غلظت آمونیوم با گذشت زمان روند کاهشی داشت، به طوری که این رابطه به صورت درجه دوم و با ضریب تبیین ۹۷ درصد برازش شد و در مرحله چهارم اندازه گیری (یک ماه پس از کاشت) به حداقل مقدار خود رسید (شکل ۱-الف). برازش بهترین خط رگرسیونی



شکل ۱- روند تغییرات غلظت آمونیوم (الف) و نیترات (ب) نسبت به مراحل زمانی مختلف.

Figure 1. The concentration of ammonium (a) and nitrate (water) over different time steps.

نیتروژن نقش دارند را محدود می کند و با کاهش فعالیت میکروبی منجر به کاهش معدنی شدن نیتروژن می شود. در نمونه های متراکم نیتروژن آلی کمتری به فرم آمونیومی در می آید و تشکیل نیترات به دنبال آمونیومی شدن، کاهش پیدا می کند.

نتیجه گیری

با گذشت زمان نیتروژن آمونیومی در خاک افزایش و نیتروژن نیتراتی کاهش می یابد. تراکم خاک تأثیری غیرمستقیم بر معدنی شدن نیتروژن دارد، با افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش منافذ درشت، مناطق بومی موجودات زنده ای که در چرخه

منابع

1. Barauh, T.C., and Barthakur, H.P. 1997. A Textbook of Soil Analysis. Vikas Publishing House, India. Pp: 167-171.
2. Berisso, F.E., Schjonning, Keller, P.T., Lamandé, M., Simojoki, A., Iversen, B.V., Alakukku, L., and Forkman, J. 2013. Gas transport and subsoil pore characteristics: Anisotropy and long-term effects of compaction. Geoderma. Pp: 184-191.
3. Beylich, A., Oberholzer, H.R., Schrader, S., Hoper, H., and Wilke, B.M. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. Soil and Till. Res. 109: 133-143.

4. Bolts, F. 1978. Colorimetric determination of nonmetals. *Soil. Sci. Inc.* Pp: 235-242.
5. Hattori, D., Kenzo, T., Okamura, K., Irino, C., Joseph Jawa Kendawang, D., Ikuo Ninomiya, E., and Katsutoshi, S. 2013. Effects of soil compaction on the growth and mortality of planted dipterocarp seedlings in a logged-over tropical rainforest in Sarawak, Malaysia. *Forest Ecology and Management.*
6. Pengthamkeerati, P., Motavalli, P.P., and Kremer, R.J. 2011. Soil microbial activity and functional diversity changed by compaction, poultry litter and cropping in a claypan soil. *Appl. Soil Ecol.* Pp: 150-162.
7. Shahraini, A. 2006. The effect of soil compaction on soil physical and chemical. M.Sc. Thesis, Soil Science, University of Guilan. 95p. (Translated in Persian)



Short Technical Report

The effect of density on soil nitrogen mineralization at different time steps

S. Akhavan Foumani¹ and *M. Shabanpour²

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Guilan University,

²Associate Prof., Dept. of Soil Science, Guilan University

Received: 04/08/2013; Accepted: 07/29/2015

Abstract

Background and Objectives: Soil compaction as a global problem and a multi-dimensional and complex process involving the interaction of climate-soil-machine-plant that is known to have a significant economic and environmental impacts and to sustainable agriculture is an intractable problem. N mineralization is one of the important processes in N cycle which results in the formation of ammonium and nitrate under aerobic conditions. The effect of nitrogen mineralization and nitrification in the soil conditioner is very high and anaerobic soil conditions may cause the loss of large amounts of nitrogen used for denitrification. Soil compaction can also change soil biological properties by changing the physical properties due to the role of microorganisms and activity in soil porosity.

Materials and Methods: In order to assess compaction effect on nitrogen mineralization process in soil in form of factorial completely randomized design with three repetitions have been done in the agricultural faculty of Guilan University. The soil compaction has been studied in three levels (natural compaction, 10% and 20% compaction), sort of soil in two levels (heavy and lightweight texture) and five periodical steps (days of 1, 7, 14, 30 and 60 after implant). Ammonium and nitrate concentration in soil have been determined in five periodical steps.

Results: Significant decrease of ammonium concentration in more compacted sample is related to second and third steps (with average 20.75 and 13.68 ppm in 20 present compactions, respectively). The results indicate that by increasing soil compaction, the amount of soil nitrogen will decrease. The density of the samples (10 and 20%), respectively, due to a significant increase in nitrate concentration in a sample of normal density a week after planting, the soil nitrification in the soil one to two weeks after adding the ammonium fertilizer starting been growing.

Conclusion: In general, less organic nitrogen change into ammonium and formation nitrate decrease because of conversion to ammonium.

Keywords: Ammonium, Nitrate, Nitrogen mineralization, Soil compaction, Wheat

* Corresponding Authors; Email: shabanpour@guilan.ac.ir