

تأثیر نوع خاک و بقایای گیاهی بر شدت معدنی شدن خالص نیتروژن

• احمدرضا شیخ حسینی

دانشجوی دکتری، خاک‌شناسی - دانشگاه صنعتی اصفهان

• فرشید نوربخش

دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۵

Email: farshid@cc.iut.ac.ir

چکیده

بازگشت بقایای گیاهی به خاک به‌ویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک از ارکان مهم و اجتناب‌ناپذیر پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی است. دینامیک نیتروژن خاک پس از بازگشت بقایای گیاهی با کیفیت مختلف به طور متفاوت تحت تأثیر قرار گرفته و بر قابلیت جذب نیتروژن برای محصول بعدی اثر خواهد گذاشت. تأثیر نوع خاک نیز بر تحولات نیتروژن در خاک‌های تیمار شده با بقایای گیاهی، لازم است مورد توجه قرار گیرد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نوع خاک و بقایای گیاهی بر شدت معدنی شدن خالص نیتروژن می‌باشد. بدین منظور دو خاک شرودان (رسی) و جوزدان (لوم رسی شنی) با بقایای گیاهی یونجه، گندم و ذرت تیمار گردید و سرعت فرآیند معدنی شدن خالص نیتروژن در پایان یک دوره انکوباسیون آزمایشگاهی ۸ هفته‌ای بررسی گردید. نتایج نشان داد که در بین بقایای گیاهی مورد مطالعه یونجه بیشترین مقدار خالص نیتروژن معدنی شده را تولید می‌نماید. معدنی شدن خالص به میزان کمتری در تیمارهای حاوی بقایای گندم و تیمار شاهد نیز اتفاق افتاد، لیکن در تیمار حاوی بقایای ذرت ایموبیلیزه شدن خالص به وقوع پیوست. تأثیر نوع خاک بر فرآیند معدنی شدن خالص نیتروژن معنی‌دار بود، لیکن اختلاف بین دو خاک در مورد انواع بقایای گیاهی مشابه نبود به طوری که تفاوت مقدار نیتروژن معدنی شده در خاک‌های تیمار شده با بقایای یونجه از همه بیشتر بود. اختلاف دو خاک در تیمار بقایای گندم نیز معنی‌دار بود لیکن در تیمارهای شاهد و بقایای ذرت اختلاف معنی‌داری به لحاظ سرعت معدنی شدن خالص در دو خاک مورد مطالعه مشاهده نشد. به طور کلی نتایج این تحقیق، این فرضیه را تقویت می‌نماید که اختلاف تأثیر خاک‌ها بر فرآیند معدنی شدن نیتروژن، متأثر از نوع سوبسترای اضافه شده به خاک است.

کلمات کلیدی: بقایای گیاهی، معدنی شدن نیتروژن، ایموبیلیزاسیون نیتروژن، کیفیت بیوشیمیایی بقایای گیاهی

Pajouhesh & Sazandegi No:75 pp: 127-133

The effect of soil and plant residues on net nitrogen mineralization

By: A. R. Sheikh-Hosseini, Ph.D Student, Department of Soil Science Isfahan University of Technology

F. Nourbakhsh, Assistant Professor, Department of Soil Science Isfahan University of Technology

Incorporation of plant residues in soils of semiarid to arid regions is a major principle of sustainable agriculture. Soil N dynamics will be influenced differently following incorporation of various plant residues and it will consequently influence the availability of N for succeeding crop. It is of great importance to understand the effect of soil type on N transformations in plant residue-amended soils. The main objective of this study was to investigate the effects of plant residue and soil types on the N mineralization in plant residue-amended soils. For this purpose, two different soils including Shervedan (clay) and Jouzdan (sandy clay loam) soil were selected and alfalfa, wheat and corn residues were incorporated at the rate of 1 % plant residue C kg⁻¹ soil. A control treatment (without addition of plant residues was also considered for both soils). The rate of net N mineralization was measured at the end of 8-week incubation period. Results indicated that among the plant residues, alfalfa residues induced the highest quantities of N mineralization whereas, N immobilization occurred in corn residue-amended soils (based on the average replications of the two soils). Wheat residue-amended soils showed N mineralization to a lower extent compared to alfalfa residue-incorporated soils. The soil type had a significant effect on N mineralization however, the differences between soils were not observed similarly in the three plant residues-amended treatments. The differences in N mineralization of the two soils were much more pronounced in alfalfa residue-treated than those of wheat or corn-residue treated soils. The differences in N mineralization as affected by the soil type were also significant in wheat residue-treated soil but no significant difference was observed between the two soils when treated with corn residues. Overall, we conclude that the results support the hypothesis that, the effects of soil type on N mineralization is heavily affected by the plant residues quality.

Key words: Plant residue, Nitrogen mineralization, Nitrogen immobilization, Residue chemical quality.**مقدمه**

نقش اساسی کربن آلی خاک در تأمین کربن و انرژی میکروارگانیسم‌های هتروتروف^۱ و تولید مواد گیاهی در اکوسیستم‌های کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است (۱۰). نیتروژن آلی خاک پس از شرکت در فرآیند معدنی شدن شامل آمونیفیکاسیون^۲ و نیتریفیکاسیون^۳ به صورت یون‌های آمونیوم و نترات در می‌آید تا برای گیاهان قابل جذب باشد (۱۳). شواهد قابل توجهی در دست است که نشان می‌دهد جذب مولکول‌های آلی نیتروژن دار به وسیله گیاهان در اکوسیستم‌های کشاورزی مناطق معتدل چندان قابل توجه نیست (۱)، بنابر این جذب نیتروژن به وسیله گیاهان عمدتاً محدود به یون‌های معدنی است که در طی فرآیند معدنی شدن حاصل می‌شوند. افزودن بقایای گیاهی^۴ غنی از نیتروژن (مانند لگوم‌ها) باعث افزایش ذخایر نیتروژن آلی خاک و افزایش سرعت معدنی شدن نیتروژن شده و نیاز گیاه را به افزودن کودهای شیمیایی نیتروژن دار کاملاً برطرف می‌سازد (۴)، لیکن از سوی دیگر افزودن بقایای گیاهی فقیر از نیتروژن (مانند بقایای غلات) باعث انتقال نیتروژن از فاز معدنی به بیومس میکروبی خاک شده و امکان آبشویی آن را کاهش می‌دهد (۱۰). کاهش شدت آبشویی در اکوسیستم‌های مرطوب و در اراضی تحت آبیاری سنگین از طریق نگهداری آن در بیومس میکروبی خاک، راه کار زیست محیطی بسیار ارزشمندی است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۶).

علاوه بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای گیاهی که تأثیر شگرفی بر دینامیک نیتروژن در خاک دارند، عوامل محیطی از قبیل دما، رطوبت و بالاخره نوع خاک نیز بر این فرآیند موثر می‌باشند (۱۳). از بین عوامل نام برده شده تأثیر نوع خاک کمتر مورد توجه واقع شده است (۹). به علاوه از عکس العمل فرآیند معدنی شدن نیتروژن به نوع خاک، در خاک‌های مختلف آهکی هیچ اطلاعی در دست نیست. هدف از این مطالعه بررسی فرآیند معدنی شدن نیتروژن^۵ حاصل از افزودن بقایای گیاهی یونجه، گندم و ذرت در دو خاک آهکی متفاوت است.

سانتی گراد نگهداری شدند.

کربن آلی نمونه‌های گیاهی به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (۳) و نیتروژن کل آنها پس از هضم به روش کلدال (۳) اندازه‌گیری شد. برای تعیین همی‌سلولز، سلولز و لیگنین نمونه‌های گیاهی از روش مرحله‌ای (قدم به قدم) ارایه شده به وسیله Goering و Vansoests (۲) استفاده گردید. در این روش، در سه گام متوالی با افزودن دترجنت خنثی، دترجنت اسیدی و آنگاه اسید سولفوریک به ترتیب مقادیر همی‌سلولز، سلولز و لیگنین به روش وزنی اندازه‌گیری می‌شود (۲).

انکوباسیون آزمایشگاهی

این آزمایش به صورت فاکتوریل، شامل دو فاکتور خاک (در دو سطح) و بقایای گیاهی (در چهار سطح، شامل تیمار شاهد) و با سه تکرار (مجموعاً در ۲۴ پلات) انجام گردید. به ۱۰۰ گرم از نمونه‌های خاک هواخشک شده، از هر یک از بقایای گیاهی معادل با یک درصد کربن (یک گرم کربن بقایای گیاهی در هر صد گرم خاک خشک) اضافه گردید. رطوبت نمونه‌ها با افزودن آب مقطر به صورت اسپری در ۵۰ درصد ظرفیت نگهداری رطوبت تنظیم شد (۱۴) آنگاه نمونه‌های مرطوب در ظروف پلی‌اتیلنی قرار گرفت. دهانه ظروف به وسیله ورقه‌های نایلونی بسته شد تا از تبخیر شدید رطوبت از نمونه‌ها در طول مدت انکوباسیون جلوگیری شود. روی ورقه‌های نایلونی تعداد مساوی منفذ ریز جهت تسهیل تبادلات گازی تعبیه شد. این ظروف به مدت ۸ هفته در انکوباتور دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. در طول مدت انکوباسیون، هر دو روز یک بار ظروف توزین شدند و کاهش وزن آنها به وسیله آب مقطر جبران گردید تا در صد رطوبت نمونه‌ها در طول انکوباسیون ثابت باقی بماند.

اندازه‌گیری معدنی شدن خالص نیتروژن

برای این منظور قبل و بعد از انکوباسیون از نمونه‌های مورد آزمایش به وسیله محلول ۲ مولار KCl عصاره‌گیری شد و مجموع آمونیوم و نیترات نمونه‌ها به وسیله روش تقطیر با بخار آب (۵) اندازه‌گیری شد. معدنی شدن خالص نیتروژن تفاضل مقادیر نهایی مجموع آمونیوم و نیترات و مقادیر

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و تجزیه خاک‌ها

با بررسی نقشه‌های خاک دو نمونه خاک آهکی متفاوت از دو منطقه مختلف استان اصفهان برداشت گردید، به گونه‌ای که خاک‌ها از نظر توزیع اندازه ذرات کاملاً متفاوت باشند. نمونه اول (بافت رسی) از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شروندان و نمونه دوم (بافت لوم رسی شنی) از منطقه جوزدان (رودشت) برداشت گردید. بدین منظور از پنج نقطه نمونه‌برداری گردید و سپس نمونه‌های فوق با هم مخلوط شدند تا برای هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری، یک نمونه مرکب حاصل شود. نمونه‌های خاک به طور جداگانه هواخشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. بافت خاک به روش هیدرومتر (۳)، کربن آلی خاک‌ها به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (۳)، نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال و به کمک دستگاه ۲۳۰۰ Kjeltec Analyzer Unit کربنات کلسیم معادل خاک‌ها با استفاده از روش خنثی سازی با اسید و تیتراسیون برگشتی با سود در حضور معرف فنل فتالین (۳) صورت گرفت. هدایت الکتریکی (ECe) و نسبت جذب سدیم (SAR) در عصاره اشباع و pH آن در کل اشباع تعیین شد (۳). ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها (CEC) با استفاده از روش اشباع با استات سدیم، شستشوی املاح اضافه با الکترولیت و جایگزینی توسط استات آمونیوم تعیین گردید (۳). برخی از خصوصیات مهم خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

نمونه‌برداری و تجزیه گیاهان

تمام نمونه‌های گیاهی از بخش هوایی آنها برداشت گردیدند. نمونه گیاهی یونجه (شامل برگ و ساقه) پیش از رسیدن به مرحله گلدهی برداشت گردید، نمونه‌های گندم و ذرت نیز شامل برگ و ساقه یک هفته قبل از زمان برداشت تهیه گردیدند. کلیه نمونه‌های گیاهی ابتدا با آب معمولی شستشو داده شد و آنگاه با آب مقطر آب کشیده شدند. نمونه‌ها پس از خشکاندن در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد، خرد شده و از الک ۱ میلی متری عبور داده شدند تا اندازه نسبتاً همگن و یکنواختی حاصل شود. این نمونه‌ها تا شروع آزمایش در ظروف شیشه‌ای در بسته و در دمای ۴ درجه

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

| خاک | شن | سیلت | رس | بافت خاک | کربن آلی | CEC | CCE | pH | ECe | SAR |
|---------|-----|-------------|-----|----------|-------------|----------------|-------------|-----|-------------|-----|
| | | $g Kg^{-1}$ | | | $g Kg^{-1}$ | $Cmol Kg^{-1}$ | $g Kg^{-1}$ | | $dS m^{-1}$ | |
| شروندان | ۶۰ | ۳۶۵ | ۵۷۵ | C | ۲۱ | ۴۵/۷ | ۳۹۴ | ۸/۱ | ۳/۵ | ۲/۹ |
| جوزدان | ۶۲۰ | ۱۶۵ | ۲۱۵ | SCL | ۹ | ۲۸/۳ | ۵۳۰ | ۷/۵ | ۴/۷ | ۴/۲ |

pH خاک در کل اشباع و ECe در عصاره اشباع اندازه‌گیری شد.

ابتدایی آن است که از معادله-۱ حاصل می‌شود (۱۱):

$$\text{معادله-۱} \quad \text{Nm/i} = (\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N})_{\text{final}} - (\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N})_{\text{initial}}$$

که در این معادله، مقدار خالص نیتروژن معدنی شده است. $(\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N})_{\text{final}}$ مقادیر مجموع آمونیوم و نیترات در پایان انکوباسیون و $(\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N})_{\text{initial}}$ مقادیر مجموع آمونیوم و نیترات قبل از انجام انکوباسیون می‌باشد (۱۱). مقادیر منفی Nm/i حاکی از وقوع ایموبیلیزه‌شدن خالص نیتروژن^۶ و مقادیر مثبت بیانگر معدنی شدن خالص نیتروژن^۷ می‌باشند.

خصوصیات بیوشیمیایی بقایای گیاهی

کربن آلی بقایای گیاهی مورد استفاده به طور قابل توجهی به هم نزدیک است به طوری که درصد کربن آلی در بقایای ذرت (۴۴ درصد) برابر درصد کربن آلی بقایای یونجه (۳۸ درصد) است. این وضعیت برای درصد نیتروژن کل به گونه‌ای دیگر است (جدول ۲) بطوری که، درصد نیتروژن در بقایای گیاهی یونجه (۲/۹۸ درصد) بیش از ۲/۸ برابر نیتروژن بقایای ذرت (۱/۰۴ درصد) می‌باشد. لذا می‌توان استنباط نمود اختلافی که بین نسبت C/N نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه وجود دارد (۱۲/۷۳ برای یونجه و ۴۲/۲۸ برای ذرت) عمدتاً ناشی از فزونی نیتروژن در بافت‌های یونجه است و اختلاف درصد کربن در این بقایای گیاهی نقش چندانی در تفاوت نسبت C/N آنها ندارد. در تمام موارد یاد شده ویژگی‌های بقایای گیاهی گندم در محدوده بین گیاه یونجه و ذرت قرار می‌گیرد. بیشترین مقادیر همی سلولز، سلولز و لیگنین در بافت‌های گیاه ذرت مشاهده گردید در حالی که یونجه از نظر همی سلولز و سلولز و گندم از نظر لیگنین پایین‌ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با تقسیم هر یک از مقادیر همی سلولز، سلولز و لیگنین بر نیتروژن کل هر یک از بقایای گیاهی ترتیب همی سلولز به نیتروژن، سلولز به نیتروژن و لیگنین به نیتروژن به گونه‌ای گردید که بیشترین مقادیر آنها متعلق به گیاه ذرت می‌باشد (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه

خاک‌های مورد استفاده در این تحقیق معرف دو گروه مهم از خاک‌های منطقه دشت اصفهان می‌باشند که به طور گسترده زیر کشت محصولات مختلف از جمله غلات و لگوم‌ها قرار دارند. هر دو خاک مورد آزمایش آهکی بوده و بر روی دشت‌های آبرفتی زاینده‌رود تشکیل شده‌اند. pH هر دو خاک در گستره pH خاک‌های آهکی است (۱۲). خاک شرودان معرف خاک‌های آبرفتی سنگین (بافت رسی) منطقه است حال آن که بافت خاک جوزدان لوم رسی شنی بوده و به طور قابل توجهی سبک‌تر از خاک شرودان است. درصد شن در خاک جوزدان بیش از ۱۰ برابر خاک شرودان است (جدول ۱). کربن آلی خاک شرودان بیش از دو برابر خاک جوزدان است (جدول ۱). اگرچه هر دو خاک مورد مطالعه بر روی تراس‌های با عمر یکسان تشکیل شده‌اند لیکن بافت سنگین‌تر خاک شرودان باعث حفظ بیشتر ذخایر

جدول ۲- برخی خصوصیات بیوشیمیایی بقایای گیاهی

| اندام هوایی ذرت | اندام هوایی گندم | اندام هوایی یونجه | خصوصیت بیوشیمیایی |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| ۴۴ | ۴۱/۳ | ۳۸/۰ | درصد کربن آلی (OC) |
| ۱/۰۴ | ۱/۸۴ | ۲/۹۸ | درصد نیتروژن کل (TN) |
| ۴۲/۲۸ | ۲۲/۴۵ | ۱۲/۷۳ | نسبت کربن به نیتروژن (C/N) |
| ۲۵/۶۰ | ۲۳/۴۳ | ۱۰/۸۹ | درصد سلولز (Cell) |
| ۲۵/۳۹ | ۲۳/۰۵ | ۶/۸۹ | درصد همی سلولز (Hem) |
| ۳/۳۳ | ۰/۸۳ | ۲/۸۰ | درصد لیگنین (Lig) |
| ۲۴/۶۰ | ۱۲/۷۴ | ۳/۶۵ | نسبت سلولز به نیتروژن (Cell/N) |
| ۲۴/۴۰ | ۱۲/۵۳ | ۲/۳۱ | نسبت همی سلولز به نیتروژن (Hem/N) |
| ۳/۲۰ | ۰/۴۵ | ۰/۹۴ | نسبت لیگنین به نیتروژن (Lig/N) |

داده شده است. این میانگین‌ها حاصل از تکرارهای مختلف هر تیمار بقایای گیاهی در مجموع دو نوع خاک می‌باشند. بطوریکه مشاهده می‌گردد بیشترین مقدار $(\text{mg N Kg}^{-1})\text{Nm/i}$ در خاک‌های تیمار شده با بقایای گیاهی یونجه تولید شده است که به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر است (شکل ۱). وقوع چنین وضعیتی با توجه به غنی‌بودن بقایای گیاهی یونجه از نیتروژن (جدول ۲) که منجر به افزایش تجزیه‌پذیری آنها می‌شود (۸) قابل پیش بینی است. از سوی دیگر دو نکته قابل توجه در شکل ۱ قابل رویت است:

نخست: افزودن اندام‌های هوایی گندم به خاک‌ها باعث وقوع فرآیند معدنی‌شدن نیتروژن به میزان بیش از تیمار شاهد است (شکل ۱). این نکته حکایت از آن دارد که حتی در مورد بقایای گیاهی گندم که به اندازه بقایای گیاهی یونجه غنی از نیتروژن نمی‌باشند نیز می‌توان انتظار داشت پس از گذشت ۸ هفته از اختلاط خاک و بقایای گیاهی نیتروژن قابل دسترس گیاهان به سطحی بالاتر از خاک شاهد رسیده باشد. این یافته بار دیگر ضرورت بازگرداندن بقایای گیاهی گندم به اراضی زیر کشت این محصول را مورد تأکید قرار می‌دهد. در این خصوص لازم است آزمایشات مزرع‌ای صورت گیرد تا اطلاعات کافی در خصوص مدیریت صحیح بقایای گیاهی گندم در مزارع کشور حاصل شود. این موضوع با توجه به اهمیت استراتژیک محصول گندم در اقتصاد کشور می‌تواند اهمیت ملی داشته باشد.

دوم: افزودن بقایای گیاهی ذرت به خاک‌ها به طور متوسط باعث وقوع ایموبیلیزه‌شدن نیتروژن گردیده‌است (پیش از این اشاره گردید مقادیر منفی Nm/i حکایت از وقوع ایموبیلیزه‌شدن خالص نیتروژن دارند). این یافته حاکی از آن است که حتی پس از هشت هفته اختلاط بقایای گیاهی ذرت با خاک حتی در بهترین شرایط انکوباسیون نیز نیتروژن قابل دسترس گیاهان به طور معنی‌داری کمتر از خاک شاهد است (شکل ۱). این موضوع نشان‌دهنده آن است که مدیریت بقایای گیاهی ذرت در مزرعه نیازمند بررسی سایر اقدامات مدیریتی، از قبیل افزودن کودهای آلی غنی از نیتروژن است تا کاهش معنی‌دار نیتروژن قابل جذب گیاه در خاک‌های تیمار شده با بقایای ذرت جبران گردد. Mubarak و همکاران (۷) نیز در

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر بقایای گیاهی و نوع خاک بر معدنی‌شدن / ایموبیلیزه‌شدن خالص نیتروژن (Nm/i)

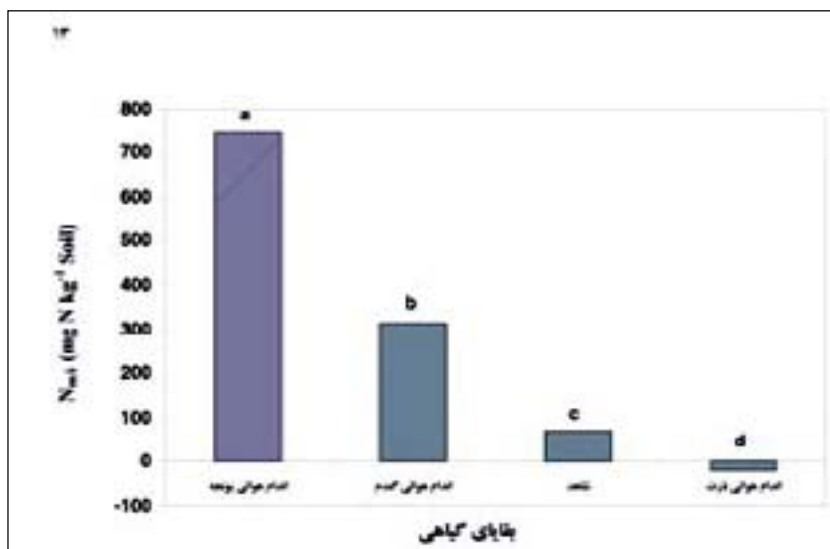
| منابع تنوع | درجات آزادی | میانگین مربعات |
|--------------|-------------|----------------|
| تیمار | ۷ | |
| نوع خاک | ۱ | ***۴۷۸۵۸/۰۸ |
| بقایای گیاهی | ۳ | ***۶۹۹۱۲۵/۸۴ |
| اثر متقابل | ۳ | ***۲۳۷۲۰/۴۹ |
| خطای آزمایش | ۱۶ | ۱۶۲۹/۲۸ |
| کل | ۲۳ | |

*** معنی‌دار در سطح آماری ۰/۰۰۱

تأثیر نوع خاک و بقایای گیاهی بر معدنی‌شدن خالص نیتروژن (Nm/i)

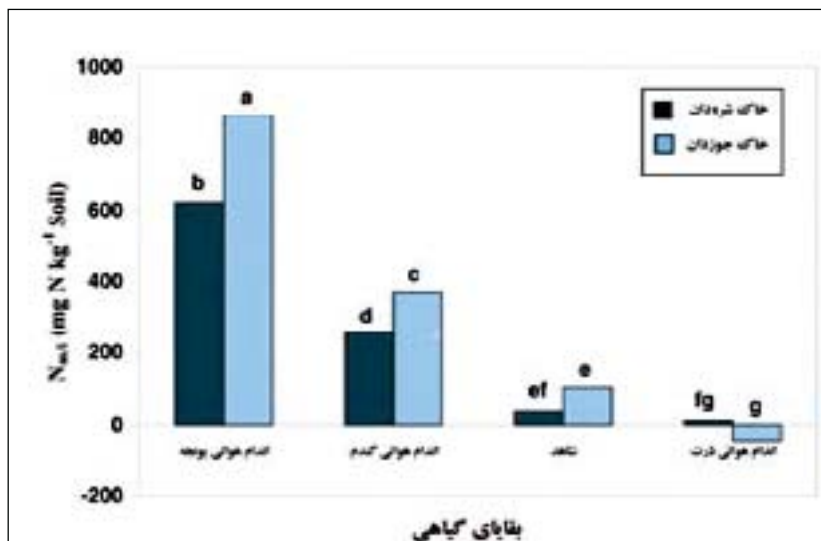
تجزیه واریانس اطلاعات به دست آمده نشان‌دهنده آن است که هر دو پارامتر نوع خاک و نوع بقایای گیاهی بر سرعت معدنی‌شدن خالص نیتروژن در خاک‌های تیمار شده با بقایای گیاهی مختلف تأثیر می‌گذارند (جدول ۳). اثر کیفیت بیوشیمیایی بقایای گیاهی بر سرعت معدنی‌شدن خالص نیتروژن به وسیله پژوهشگران متعددی مورد بررسی قرار گرفته‌است. در این بین Kissel و Vigil (۱۵) با گردآوری و تحلیل اطلاعات تعدادی از تحقیقات پیشین، اظهار داشتند که مدل‌های متفاوتی از تأثیر کیفیت بیوشیمیایی بقایای گیاهی بر فرآیند معدنی‌شدن نیتروژن در دست است. به گونه‌ای که در برخی موارد درصد نیتروژن، در شماری از موارد نسبت C/N و در مواردی نیز نسبت لیگنین به نیتروژن نقش اصلی در سرعت معدنی‌شدن نیتروژن خاک‌های تیمار شده با بقایای گیاهی مختلف دارد. مافونگویا و همکاران (۶) نیز اظهار داشتند که معدنی‌شدن خالص نیتروژن در خاک‌های تیمار شده با بقایای گیاهان مورد استفاده در جنگل زراعی^۱ بیشتر متأثر از نسبت مجموع لیگنین و پلی‌فنل‌ها به نیتروژن است. در مواردی نیز نقش لیگنین مورد تردید قرار گرفته است (۱۵).

مقایسه میانگین‌های معدنی‌شدن خالص (Nm/i) در تیمارهای مختلف بقایای گیاهی در شکل ۱ نشان



شکل ۱- مقایسه اثر بقایای گیاهی بر معدنی‌شدن / ایموبیلیزه‌شدن خالص نیتروژن (Nm/i) طی ۸ هفته انکوباسیون آزمایشگاهی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، بر اساس آزمون LSD.

شکل ۲- مقایسه اثر متقابل بقایای گیاهی و نوع خاک بر معدنی شدن / ایموبیلیزه شدن خالص نیتروژن (Nm/i) طی ۸ هفته آنکوباسیون آزمایشگاهی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، بر اساس آزمون LSD.



نشان داد بر اساس یافته‌های سینتیک آزادسازی کربن، بقایای ذرت در بین تمام بقایای گیاهی مهم منطقه از تجزیه پذیری کمتری برخوردار هستند، لذا استنباط می‌شود در شرایطی که سوبسترای افزوده شده به خاک به طور قابل توجه تجزیه پذیر نباشد، امکان وقوع اختلاف معنی‌دار بین خاک‌های مختلف کاهش می‌یابد. علیرغم آن که بقایای گیاهی ذرت تجزیه پذیری کمی دارند (۷، ۸) لیکن همچنان اختلاف معنی‌دار بسیار ناچیزی بین دو خاک شور و زرد و جوردان مشاهده می‌شود. به طوری که حتی در خاک جوردان هنگام در یافت بقایای ذرت وقوع ایموبیلیزه شدن خالص به میزان بسیار اندکی مشاهده می‌شود (شکل ۲). از آنجا که خاک جوردان به دلیل وضعیت تهویه بهتر امکان تجزیه بقایای گیاهی را بیش از خاک شور و زرد فراهم نموده است، فعالیت موثرتر تجزیه‌کننده‌های هوازی احتمالاً منجر به تجزیه بیشتر بقایای ذرت در این خاک نسبت به خاک شور و زرد گشت و با توجه به فقر شدید نیتروژن در بقایای گیاهی ذرت، از ذخایر معدنی نیتروژن خاک کاسته و لذا ایموبیلیزه شدن خالص نیتروژن اتفاق افتاده است.

به طور کلی یافته‌های فوق این فرضیه را تقویت می‌کند که وقوع اختلاف معنی‌دار بین خاک‌های مختلف از نظر سرعت معدنی شدن نیتروژن به کیفیت بیوشیمیایی بقایای گیاهی وابسته بوده و هرچه بقایای گیاهی تجزیه پذیرتر باشند زمینه را برای بروز اختلاف بین اثرات انواع خاک‌ها مهیا می‌نمایند. اختلاف معدنی شدن نیتروژن در خاک‌های مختلف ممکن است حاصل تفاوت بافت آنها باشد. به علاوه، عواملی چون مقدار متفاوت مواد آلی خاک‌ها که زمینه تفاوت تهویه خاک‌ها را مهیا می‌سازد نیز در سرعت معدنی شدن نیتروژن موثر است. از سوی دیگر یافته‌های این تحقیق نشان‌دهنده آن است که بقایای گیاهی مقاوم به تجزیه در دو خاک مورد مطالعه در پژوهش حاضر شرایط یکسانی را از نظر تأثیر بر دینامیک نیتروژن معدنی بر جای گذاشته‌اند. جهت تعمیم این نتایج به سایر انواع خاک و همچنین سایر اقلیم‌ها لازم است چنین پژوهش‌هایی در خاک‌های مختلف، که متعلق به شرایط اقلیمی متفاوت باشند، صورت گیرد.

سیاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه صنعتی اصفهان که هزینه انجام این پژوهش را تأمین نموده است سپاسگزاری می‌گردد.

یک خاک اسیدی نتایج مشابهی به دست آوردند. در تحقیق حاضر، علاوه بر آن که تأثیر نوع خاک معنی‌دار گردیده است، تأثیر متقابل نوع خاک و نوع بقایای گیاهی نیز معنی‌دار شده است (جدول ۳). اختلاف بین مقادیر خالص نیتروژن معدنی شده در دو خاک شور و زرد و جوردان در شکل ۲ نشان داده شده است. الگوی این اختلاف در همه تیمارهای بقایای گیاهی یکسان نیست به طوری که در مورد تیمار بقایای یونجه و گندم بین دو خاک اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود حال آن که در تیمار شاهد و تیمار بقایای ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. نامتشابه بودن الگوی اختلافات معنی‌دار بین دو خاک در تیمارهای مختلف بقایای گیاهی مسبب معنی‌دار شدن تأثیر متقابل نوع خاک و نوع بقایای گیاهی است. این یافته‌ها را می‌توان چنین تفسیر نمود که اختلاف معنی‌دار در مقادیر معدنی شدن خالص نیتروژن تنها در مواردی ممکن است بین دو خاک بروز کند که ماده گیاهی مورد استفاده به اندازه کافی تجزیه پذیر باشد. به طوری که مشاهده می‌شود این اختلاف در تیمارهای بقایای یونجه و گندم معنی‌دار شده است (شکل ۲) لیکن در تیمار شاهد که بقایای گیاهی دریافت نکرده است اختلاف بین دو خاک معنی‌دار نیست. زیرا در تیمار شاهد معدنی شدن خالص نیتروژن متکی به هوموس طبیعی خاک بوده و امکان بروز اختلاف شدید بین دو خاک تنها در مدت ۸ هفته آنکوباسیون وجود نداشته است. شاید در صورتی که طول مدت آنکوباسیون طولانی‌تر انتخاب می‌گردید، بین دو خاک در وضعیتی که هیچ بقایای گیاهی دریافت نکرده باشند اختلاف معنی‌دار حاصل می‌شد. حتی در شرایط حاضر نیز اختلاف مختصری بین دو خاک در تیمار شاهد وجود دارد (شکل ۲). این اختلاف ناچیز را می‌توان به متفاوت بودن وضعیت تهویه و در نتیجه تجزیه پذیری هوموس در دو خاک نسبت داد. به طوری که مشاهده می‌شود علیرغم عدم حضور سوبسترای سریعاً قابل تجزیه، در خاک جوردان (که درصد شن آن ۱۰ برابر خاک شور و زرد بوده و لاجرم وضعیت تهویه بهتری دارد) سرعت معدنی شدن خالص نیتروژن، مختصری بیشتر است. از سوی دیگر در تیمار بقایای ذرت نیز اختلاف معنی‌داری بین دو خاک ملاحظه نمی‌شود. (Nourbakhsh, ۸)

- nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. Biol. Fertil. Soils. 30:298-305.
- 7- Mubarak, A. R., A. B. Rosenani., A. R. Anuar and S. Zanyah. 2002; Decomposition and nutrient release of maize stover and groundnut haulm under tropical field condition of Malaysia. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33:609-622.
- 8- Nourbakhsh, F. 2004; Fate of carbon and nitrogen from plant residues decomposition in a calcareous soil. Eurosoil Conference P. 453, Freiburg, Germany.
- 9- Pare, T. and E. G. Gregorich. 1999; Soil texture effects on mineralization of nitrogen from crop residues and the added nitrogen interaction. Commun. Soil Plant Anal. 30:145-147.
- 10- Puget, P. and L. E. Drinkwater. 2001; Short-term dynamics of root- and shoot-driven carbon from a leguminous green manure. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:771-779.
- 11- Robertson, G. P., D. C. Coleman, C. S. Bledsoe and P. Sollins. 1999; Standard soil method for long-term ecological research. Oxford University Press, Oxford, pp. 462.
- 12- Sparks, D. L. 1995; Environmental soil Chemistry. Academic Press. New York. pp.267.
- 13- Tate, III., R. L. 2000; Soil microbiology. 2nd Edition. John Wiley and Sons. NY.
- 14- Trinsoutrot, I., S. Recous., B. Bentz., M. Lineres., D. Cheneby and B. Nicolardot. 2000; Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:918-926.
- 15- Vigil, M. F. and D. E. Kissel. 1991; Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 757-761.

پاورقی‌ها

- 1- Heterotroph
- 2- Ammonification
- 3- Nitrification
- 4- Plant residues
- 5- Nitrogen mineralization
- 6- Net nitrogen immobilization
- 7- Net nitrogen mineralization
- 8- Agroforestry

منابع مورد استفاده

- 1- Aulakh, M. S., T. S. Khera., J. W. Doran and K. F. Bronson. 2001; Managing crop residue whit green manure, urea and tillage in a rice-wheat rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:820-827.
- 2- Goering, H. K. and P. J. Van Soests. 1970; Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Hand book NO. 397; US. Government printing office. Washington, DC.
- 3- Hesse, P. R. 1971; A text book of soil chemical analysis. John Murray. London.
- 4- Isac, L., C. W. Wood. and D. A. Shannon. 2000; Decomposition and nitrogen release of prunings from hedgerow species assessed for alley cropping in Haiti. Soil Sci. Soc. Am. J. 92:501-511.
- 5- Keeney, D. R and D. W. Nelson. 1982; Nitrogen-inorganic forms, PP. 643-698, In A. L. Page et al., (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Madison, WI. USA.
- 6- Mafongoya, P. L., P. Barak and J. D. Reed. 2000; Carbon,

