پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک

اثر کیفیت بقایای گیاهی بر معدنی‌شدن نیتروژن خاک در شرایط تنش خشکی

محمد خراسانی[۱]، فرشید نوربخش[۲] و محمد رضا مصدقی[۲]

۱ و۲ –به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به منظور بررسی اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کیفیت بقایای گیاهی بر معدنی‌شدن نیتروژن در خاک تیمارشده با بقایای گیاهی مختلف، چهار نوع بقایای گیاهی شامل اندام هوایی یونجه، شبدر، ذرت و گندم برداشت گردید. بقایای گیاهی با یک خاک آهکی مخلوط شده و به همراه خاک شاهد (بدون افزودن بقایای گیاهی) در سه سطح ثابت رطوبتی ۲۵، ۳۵ و ۵۵ درصد گنجایش نگهداشت آب به مدت ۱۵۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انکوباسیون شدند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به تیمار بقایای گیاهی یونجه بود. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده به طور معنی‌داری با افزایش مقدار آب خاک در طول انکوباسیون افزایش یافتند. نیتریفیکاسیون خالص (***r=۰/۷۹۸)، معدنی‌شدن خالص نیتروژن (***r=۰/۸۱۶) و تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول (***r=۰/۸۰۳) هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با غلظت نیتروژن بقایا داشتند. اثر تنش خشکی بر شاخص‌های تحول نیتروژن در بین خاک‌های تیمارشده با بقایای گیاهی مختلف مشابه نبود. بقایای گیاهی با محتوای نیتروژن بیش‌تر مانند یونجه و شبدر نسبت به بقایای حاوی مقادیر کم نیتروژن اولیه یا نسبت‌های زیاد کربن به نیتروژن و لیگنین به نیتروژن مانند گندم و ذرت بیش‌تر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: آمونیفیکاسیون، نیتریفیکاسیون، نیتروژن آلی محلول و تجزیه‌پذیری بقایای گیاهی

مقدمه

آلودگی آب‌های زیرزمینی و هوا از آثار اصلی استفاده بیش از حد کودهای آلی در کشاورزی است. تعیین مقدار نیتروژن ورودی و خروجی در سیستم‌های کشت برای جلوگیری از تشدید تلفات نیتروژن به شکل نیترات و/یا انتشار اکسید نیتروژن ضروری است (Nemecek et al., 2008). نیترات به دلیل تأثیر مستقیم بر آب آشامیدنی، پتانسیل انباشت در منابع آب و هم‌چنین اثر غیرمستقیم بر آلودگی اتمسفر از طریق آزادسازی آمونیاک یا اکسیدهای نیتروژن به عنوان یک منبع اصلی در آلودگی محیط زیست محسوب می‌شود (Bouwman et al., 2013). معدنی‌شدن نیتروژن خاک، در ترکیب با نیتریفیکاسیون، عامل کنترل‌کننده فراهمی نیترات خاک برای آب‌شویی و انتشار نیتروزاکسید (اکسید نیترو) است. این امر منجر به افزایش اهمیت پیش‌بینی دقیق معدنی‌شدن نیتروژن در خاک‌های کشاورزی شده است (Romper et al., 2011). ارزیابی دقیق معدنی‌شدن نیتروژن خاک در خاک‌های کشاورزی بسیار مهم است، چرا که این فرآیند عملکرد محصول، پایداری خاک و آلودگی‌های زیست‌محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Aber and Mellilo, 2001). شاخص‌های زیستی و اکولوژیک در بسیاری از اکوسیستم‌ها به طور مستقیم به فراهمی نیتروژن به دست آمده از تجزیه بقایای آلی بستگی دارد. بنابراین معقول است فرض کنیم که هر گونه عمل اصلاحی که میزان تجزیه مواد آلی را تحت تاثیر قرار دهد فراهمی نیتروژن را نیز می‌تواند تحت تاثیر قرار داده و در نتیجه پیامدهای مهمی بر عملکرد اکوسیستم داشته باشد (Guntinas et al., 2012). از سوی دیگر، رطوبت عامل عمده زیست‌محیطی کنترل فعالیت ریزجانداران در خاک است که به نوبه خود بر میزان تغییر شکل خالص نیتروژن (نیتریفیکاسیون و آمونیفیکاسیون) اثر می‌گذارد. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر برهم‌کنش تنش خشکی و نوع بقایای گیاهی بر معدنی‌شدن خالص نیتروژن، آمونیفیکاسیون و نیتریفیکاسیون خالص و هم‌چنین اندازه ذخایر نیتروژن آلی محلول خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری خاک در مرداد ماه سال ۱۳۹۴ به صورت مرکب از یک ترانسکت در سه نقطه با فاصله طولی ۵۰ متر از یکدیگر (از هر نقطه تعداد ۱۵ نمونه)، از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه لورک در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهر

اصفهان انجام گرفت (E "۰۴/۹۸ '۳۲ °۳۲ و N "۳۰/۴۸ '۲۳ °۵۱). نمونه‌های گیاهی شامل اندام هوایی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در مرحله پس از گل‌دهی (کرج، تیر ۹۴) و نمونه‌های شبدر قرمز (اصفهان، اردیبهشت ۹۴) و گندم الوند و یونجه همدانی (روستای وانان، استان چهارمحال و بختیاری، مرداد ۹۴) پیش از مرحله برداشت، برداشت گردیدند.

انکوباسیون آزمایشگاهی

مقدار ۱۰۰ گرم خاک توزین شد؛ سپس از هر یک از بقایای گیاهی معادل $10\ g\ C\ kg^{-1}$ (۱ درصد افزایش کربن آلی) به خاک مورد مطالعه افزوده شد و به صورت کامل با یکدیگر مخلوط گردیدند. رطوبت خاک با پاشیدن آب مقطر در سطوح رطوبتی ثابت ۲۵، ۳۵ و ۵۰ درصد گنجایش نگهداشت آب (WHC) تنظیم شد. مخلوط خاک و بقایا به درون لیوان‌های پلی اتیلنی که کف آن‌ها دارای منافذی برای تهویه بود منتقل شد و برای جلوگیری از تبخیر، درب لیوان‌ها با نایلون بسته شد. به منظور تسریع تهویه و تبادل گازی بر روی نایلون‌ها تعدادی مساوی منفذ ریز ایجاد شد. نمونه‌ها به مدت ۱۵۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انکوباسیون شدند و در این مدت مقدار رطوبت از دست رفته از طریق افزودن آب مقطر جبران شد.

قبل و بعد از انکوباسیون، نمونه‌های مورد آزمایش توسط کلریدپتاسیم ۲ مولار (برای مجموع آمونیوم و نیترات) و سولفات پتاسیم ۰/۵ نرمال (برای کل نیتروژن آلی محلول) عصاره‌گیری شدند و مجموع آمونیوم و نیترات و کل نیتروژن آلی محلول از روش تقطیر با بخار آب اندازه‌گیری شد. برای محاسبه معدنی‌شدن خالص نیتروژن، آمونیفیکاسیون خالص، نیتریفیکاسیون خالص و نیتروژن آلی محلول به ترتیب از معادلات زیر استفاده شد:

$$N_{m/i} = (NH_4^+ + NO_3^-)_f - (NH_4^+ + NO_3^-)_i \quad (۱)$$

$$N_{amu} = (NH_4^+)_f - (NH_4^+)_i \quad (۲)$$

$$N_{nit} = (NO_3^-)_f - (NO_3^-)_i \quad (۳)$$

$$N_{SON} = (SON)_f - (SON)_i \quad (۴)$$

که در رابطه ۱، $N_{m/i}$ معدنی‌شدن خالص نیتروژن، $(NH_4^+ + NO_3^-)_f$ مجموع غلظت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در پایان ۵ ماه انکوباسیون و $(NH_4^+ + NO_3^-)_i$ مجموع غلظت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی پیش از انکوباسیون است. در رابطه ۲، N_{amu} آمونیفیکاسیون خالص، $(NH_4^+)_f$ مجموع غلظت نیتروژن آمونیومی در پایان ۵ ماه انکوباسیون و $(NH_4^+)_i$ مجموع غلظت نیتروژن آمونیومی پیش از انکوباسیون است. در رابطه ۳، N_{nit} نیتریفیکاسیون خالص، $(NO_3^-)_f$ مجموع غلظت نیتروژن نیتراتی در پایان ۵ ماه انکوباسیون و $(NO_3^-)_i$ مجموع غلظت نیتروژن نیتراتی پیش از انکوباسیون است و در رابطه ۴، N_{SON} تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول، $(SON)_f$ غلظت نیتروژن آلی محلول در پایان ۵ ماه انکوباسیون و $(SON)_i$ غلظت نیتروژن آلی محلول پیش از انکوباسیون است. تجزیه واریانس داده‌ها و بررسی‌های رگرسیونی و تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) توسط نرم‌افزار SAS 9.0 صورت گرفت و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک و بقایای گیاهی

خاک مورد آزمایش یک خاک آهکی و غیرشور بوده که دارای بافت رس سیلتی است (جدول ۱). بیش‌ترین میزان کربن آلی، نیتروژن و لیگنین به ترتیب در بقایای گندم، یونجه و ذرت دیده شد. کم‌ترین مقدار نسبت کربن به نیتروژن (C/N) و لیگنین به نیتروژن (LG/N) در بقایای یونجه و بیش‌ترین مقدار این نسبت‌ها در بقایای گندم دیده شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک و بقایای گیاهی

	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	N	C	LG	CCE	رس	سیلت	شن	بافت	C/N	LG/N
	در عصاره‌ی اشباع		$g\ kg^{-1}$									
خاک	۳/۶۳	۸/۲۹	۱/۷۶	۱۲/۸۳	–	۳۷۱/۳	۴۴۷	۴۶۸	۸۵	Silty clay	۷/۲۹	–
یونجه	–	–	۷۸/۰۹	۴۴۹/۳	۱۷۳/۷	–	–	–	–	–	۵/۷۵	۲/۲۲
شبدر	–	–	۶۱/۶۵	۴۴۰/۴	۱۶۰/۰۰	–	–	–	–	–	۷/۱۴	۲/۵۹
ذرت	–	–	۳۹/۵۶	۴۴۲/۳	۲۶۲/۳	–	–	–	–	–	۱۱/۱۸	۶/۶۳
گندم	–	–	۱۱/۰۴	۶۴۴/۰	۲۰۲/۷	–	–	–	–	–	۵۸/۳۳	۱۸/۳۶

N = نیتروژن کل، C = کربن آلی، LG = لیگنین، EC = هدایت الکتریکی و CCE = کربنات کلسیم معادل

آمونیفیکاسیون خالص (N_{amu})

بیش‌ترین میزان شاخص N_{amu} در بقایای یونجه و کم‌ترین مقدار این شاخص در بقایای ذرت و شاهد دیده شد (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار این شاخص در سطح رطوبتی ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت آب خاک دیده شد (جدول ۲). با افزایش تنش خشکی، مقدار آمونیفیکاسیون خالص در تیمارهای بقایای گیاهی افزایش یافت که این افزایش بین سطح ۵۵ و ۳۵ درصد گنجایش نگهداشت آب معنی‌دار نبود، اما در سطح ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت تنها برای تیمارهای بقایای ذرت و شاهد افزایش معنی‌داری با افزایش تنش خشکی تا سطح ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت آب دیده نشد (شکل ۱). اثر برهم‌کنش تنش خشکی و نوع بقایای گیاهی بر آمونیفیکاسیون خالص متفاوت از سایر شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده بود و اثر تنش خشکی بر فرآیند آمونیفیکاسیون خالص در همه‌ی بقایای گیاهی به صورت مشابه و تقریباً افزایشی بود.

جدول ۲- اثر نوع بقایای گیاهی و سطوح رطوبتی بر شاخص‌های تحولات نیتروژن خاک

تیمار	عامل	N_{amu} ($mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$)	N_{nit} ($mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$)	$N_{m/i}$ ($mg\ NO_3^-+NH_4^+\ kg^{-1}$)	N_{SON} ($mg\ N\ kg^{-1}$)
نوع بقایای گیاهی	یونجه	۵۲/۱۱^{a}	۲۸۲/۳۳^{a}	۳۳۴/۴۴^{a}	۱۴۱/۴۳^{a}
	شبدر	۴۲/۸۷^{bc}	۹۸/۸۷^{b}	۱۴۱/۵۶^{b}	۶۱/۴۶^{b}
	ذرت	۴۰/۴۴^{cd}	-۹۳/۳۳^{c}	-۵۲/۸۹^{c}	-۲۸/۷۲^{c}
	گندم	۴۶/۶۳^{b}	-۱۲۱/۳^{d}	-۷۴/۶۷^{d}	-۳۸/۲۳^{e}
	شاهد	۳۶/۵۵^{d}	-۱۱۱/۲۲^{d}	-۷۴/۶۷	-۳۲/۱۳^{d}
سطح رطوبتی	55% WHC	۳۸/۲۶^{b}	۶۸/۸^{a}	۱۲۵/۰۶^{a}	۵۲/۴۹^{a}
	35% WHC	۴۰/۱۳^{b}	۱۱/۶۶^{b}	۵۱/۸^{b}	۱۷/۴۲^{b}
	25% WHC	۵۲/۷۱^{a}	-۶۵/۳۱^{c}	-۱۲/۶^{c}	-۷/۶۳^{c}

نیتریفیکاسیون خالص (N_{nit})

بیش‌ترین میزان شاخص نیتریفیکاسیون خالص در بقایای یونجه و کم‌ترین مقدار این شاخص‌ها در بقایای گندم و شاهد دیده شد (جدول ۲). این وضعیت با توجه به غنی‌بودن بقایای یونجه از نیتروژن و نسبت‌های C/N و LG/N کم در این بقایا و محتوای نیتروژن کم و نسبت C/N بالای بقایای گندم قابل پیش‌بینی بود (جدول ۱). بیش‌ترین میزان شاخص N_{nit} در سطح رطوبتی ۵۵ درصد گنجایش نگهداشت آب و کم‌ترین مقدار این شاخص‌ها در سطح رطوبتی ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت آب خاک دیده شد که اختلاف آن‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر برهم‌کنش نوع بقایای گیاهی و تیمارهای رطوبتی بر شاخص‌های نیتریفیکاسیون خالص، تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول و معدنی‌شدن خالص نیتروژن از الگوی مشابهی پیروی می‌کند. این تشابه نشان‌دهنده آن است که نیتریفیکاسیون خالص نسبت به آمونیفیکاسیون خالص سهم بیش‌تری در توجیه تغییرات معدنی‌شدن خالص نیتروژن دارد که با نتایج چن و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد (شکل ۲) (Chen et al., 2012). تیان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که میزان نیتریفیکاسیون با افزایش رطوبت خاک از رطوبت هوا–خشک به ۵۰٪ رطوبت اشباع افزایش یافته، اما این روند افزایشی با رفتن به سمت رطوبت اشباع کاهش می‌یابد (Tian et al., 2010).

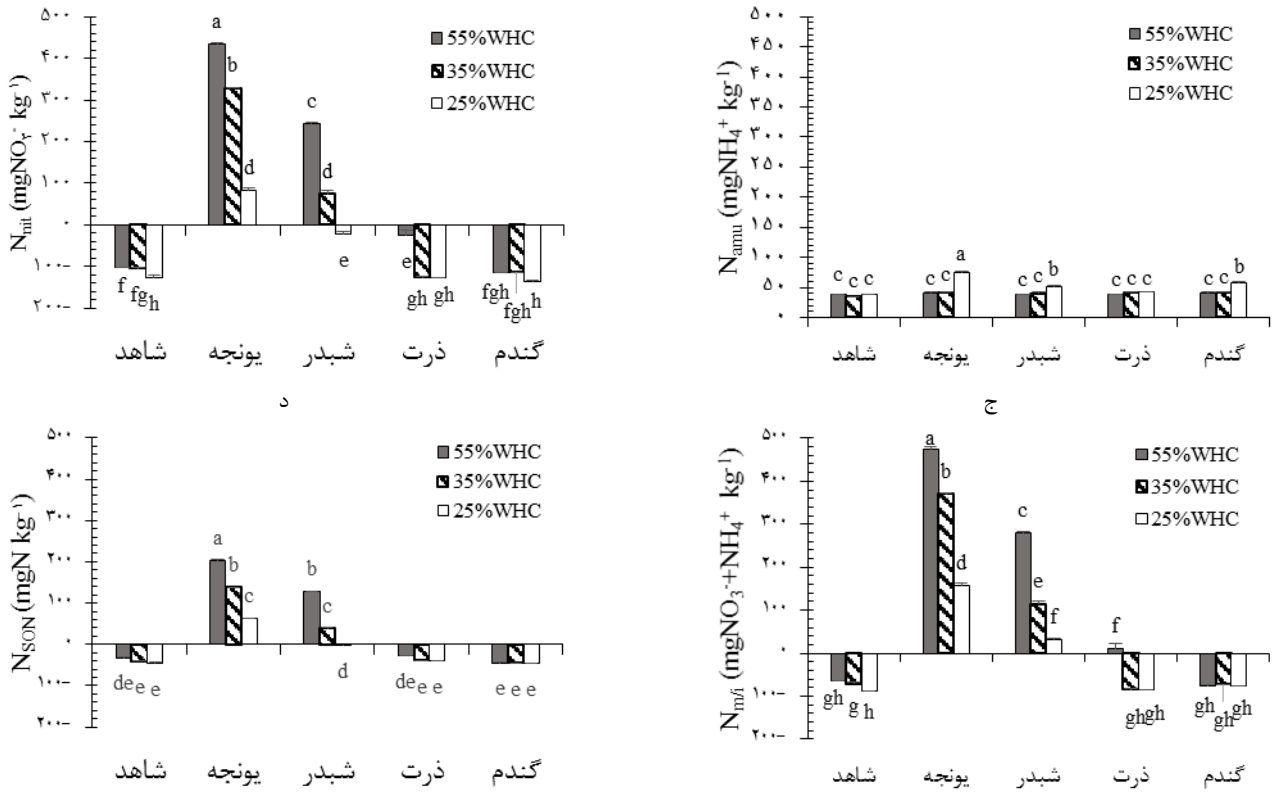
معدنی‌شدن خالص نیتروژن ($N_{m/i}$)

بیش‌ترین میزان شاخص معدنی‌شدن خالص نیتروژن در بقایای یونجه و کم‌ترین مقدار این شاخص‌ها در بقایای گندم و شاهد دیده شد (جدول ۲). هر چه مقدار لیگنین و C/N در بقایا کم‌تر باشد ممکن است تجزیه بقایا توسط میکروب‌ها و آزادسازی نیتروژن به محیط خاک از بقایای گیاهی بیش‌تر انجام پذیرد (Yu et al., 2015). ژونگلو و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که میزان بیش‌تری فرآیندهای آمونیفیکاسیون، نیتریفیکاسیون و معدنی‌شدن نیتروژن در بقایای با نسبت C/N و LG/N کم‌تر اتفاق می‌افتد (Zhonglu et al., 2015). هم‌زمان با کاهش رطوبت خاک، دسترسی ریزجانداران به سوبسترا به علت کاهش پخشیدگی سوبسترا و کاهش تحرک میکروبی کم شده و این امر احتمالاً دلیل کاهش معدنی‌شدن خالص نیتروژن با کاهش رطوبت خاک از ۵۵ به ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت آب است. چن و همکاران (۲۰۱۲) افزایش آمونیفیکاسیون و کاهش نیتریفیکاسیون با کاهش رطوبت از ۷۵ به ۳۵ درصد WHC را در دو خاک با بافت سیلتی و لوم سیلت گزارش داده و بیان کردند که در شرایط تنش خشکی فرم عمده معدنی‌شدن نیتروژن نیتریفیکاسیون است و آمونیفیکاسیون تنها ۱۵٪ معدنی‌شدن نیتروژن را به خود اختصاص می‌دهد (Chen et al., 2012).

تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول (N_{SON})

تاکنون پژوهش‌های اندکی در مورد تغییرات نیتروژن آلی محلول خاک در شرایط تنش خشکی انجام شده است. میزان تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول با کاهش رطوبت خاک از ۵۵ به ۲۵ درصد گنجایش نگهداشت آب تنها در بقایای یونجه و شبدر کاهش معنی‌داری یافت و در سایر تیمارها این کاهش معنی‌دار نبود (شکل ۲-الف). الگوی مشابه با معدنی‌شدن خالص نیتروژن و نیز هم‌بستگی قوی بین تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول با معدنی‌شدن خالص نیتروژن (r=۰/۹۹۲***) و نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) بیان‌گر این موضوع است که تغییرات نیتروژن آلی محلول شاخص خوبی برای تغییرات معدنی‌شدن نیتروژن خاک است (شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۳).

الف ب



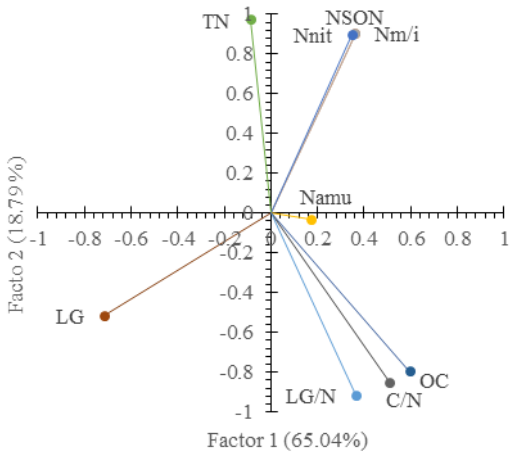
شکل ۱- (الف) نیتریفیکاسیون خالص، (ب) تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول، (ج) معدنی‌شدن خالص نیتروژن و (د) آمونیفیکاسیون خالص در بقایای گیاهی مختلف در شرایط تنش خشکی

جدول ۳- ضرایب هم‌بستگی پیرسون بین فرآیندهای معدنی‌شدن نیتروژن و ویژگی‌های بیوشیمیایی بقایای گیاهی در خاک تیمارشده با بقایا

ویژگی‌ها	$N_{m/i}$	N_{amu}	N_{nit}	N_{SON}	TN	OC	LG	C/N	LG/N
$N_{m/i}$	۱								
N_{amu}	۰/۰۵۱	۱							
N_{nit}	۰/۹۹۸***	-۰/۰۰۷	۱						
N_{SON}	۰/۹۹۲***	۰/۰۴۸	۰/۹۹۱***	۱					
TN	۰/۸۱۶***	۰/۳۲۳*	۰/۷۹۸***	۰/۸۰۳***	۱				
OC	۰/۱۶۴	۰/۳۴۲*	۰/۱۴۵	۰/۱۳۸	-۰/۸۲۹***	۱			
LG	-۰/۶۰۵***	-۰/۲۱۹	-۰/۵۸۹***	-۰/۶۱۲***	-۰/۴۷۹**	-۰/۰۲۰	۱		
C/N	-۰/۴۱۰**	۰/۱۱۷	-۰/۴۱۸**	-۰/۴۲۴**	-۰/۸۸۷***	-۰/۹۹۳***	-۰/۱۱۰	۱	
LG/N	-۰/۶۵۵***	-۰/۰۱۶	-۰/۶۵۰***	-۰/۶۵۷***	-۰/۹۴۴***	-۰/۹۶۲***	-۰/۲۷۸	-۰/۹۸۵***	۱

اثر تنش خشکی بر شاخص‌های نیتریفیکاسیون خالص، تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول و معدنی‌شدن خالص نیتروژن در بقایای تجزیه‌پذیر یونجه و شبدر نسبت به بقایای گندم و ذرت که تجزیه‌پذیری کم‌تری نسبت به بقایای یونجه و شبدر دارند متفاوت است (شکل ۱). به گونه‌ای که در مورد بقایای ذرت و گندم، ایموبیلیزاسیون خالص (مقادیر منفی) رخ داده و در بقایای یونجه و شبدر (مقادیر مثبت) با افزایش رطوبت، معدنی‌شدن بر ایموبیلیزاسیون غالب شده و موجب آزادسازی و دردسترس قرار گرفتن نیتروژن در خاک شده است. در مورد تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول، مقادیر منفی نشان‌دهنده مصرف‌شدن نیتروژن آلی توسط ریزجانداران در طول دوره انکوباسیون است که می‌تواند به دلیل استفاده از این منبع برای تامین انرژی و نیتروژن مورد نیاز جمعیت میکروبی برای انجام فرآیند تجزیه بقایای گیاهی و معدنی‌شدن عناصر غذایی از جمله نیتروژن باشد. هم‌چنین این یافته نشان می‌دهد که ایموبیلیزاسیون علاوه بر منابع معدنی مانند آمونیوم و نیترات در منابع آلی مانند نیتروژن آلی محلول نیز رخ می‌دهد.

جین و همکاران (۲۰۱۳) افزایش معدنی‌شدن نیتروژن را با افزایش رطوبت خاک از ۲۵ به ۳۵ و ۵۵ درصد گنجایش نگهداشت آب گزارش داده و بیان کردند که میزان نیتروژن بقایا یک عامل مهم در میزان تجزیه بقایا و معدنی‌شدن نیتروژن در خاک است (Jin et al., 2013). رابطه رگرسیونی خطی معنی‌دار بین معدنی‌شدن خالص نیتروژن با مقدار نیتروژن بقایا (*** R^2=۰/۶۶۴۳) و شاخص‌های نیتریفیکاسیون خالص (*** R^2=۰/۹۹۶۷) و تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول (*** R^2=۰/۹۷۷۳) در این پژوهش نیز نتایج این پژوهش‌گران را تایید می‌کند (شکل ۳).



شکل ۲- نمودار آنالیز فاکتورها برای شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده و ویژگی‌های بیوشیمیایی بقایای گیاهی

بین معدنی‌شدن خالص نیتروژن و ویژگی‌های بیوشیمیایی بقایای گیاهی هم‌بستگی معناداری وجود دارد (جدول ۳)، نتایج تجزیه و تحلیل PCA نشان داد که دو مولفه اول (PC) ۸۳/۸ درصد از تغییرات کل واریانس داده‌ها را توجیه می‌کنند. معدنی‌شدن خالص نیتروژن با مقدار نیتروژن بقایا رابطه مثبت و با مقدار کربن، لیگنین، C/N و LG/N رابطه منفی دارد (شکل ۵ و جدول ۳). نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه گام به گام نشان داد که مقدار نیتروژن بقایا بهترین صفت برای پیش‌بینی اثر خالص بقایای گیاهی بر پویایی نیتروژن معدنی‌شده در خاک است که می‌تواند ۶۶/۷۳ درصد از تغییرات معدنی‌شدن خالص نیتروژن را توجیه کند. این امر نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن بقایا، پویایی نیتروژن خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و یک متغیر کلیدی در روند معدنی‌شدن خالص نیتروژن بقایای گیاهی است. ترکیبی از مقدار نیتروژن و کربن آلی ۷۸/۸۵ درصد از تنوع معدنی‌شدن خالص نیتروژن را توجیه می‌نمایید (نتایج نشان داده نشده است). گزارش شده است که مقدار نیتروژن اولیه بقایای گیاهی شاخص خوبی برای پیش‌بینی تجزیه بقایای گیاهی و معدنی‌شدن یا ایمیوبیلیزاسیون نیتروژن است (Nourbakhsh and Dick, 2005). هم‌چنین گزارش شده است که محتوای نیتروژن و یا نسبت C/Nبقایا برای پیش‌بینی اثر خالص بقایای گیاهی بر پویایی نیتروژن معدنی‌شده خاک کافی بوده و مقدار نیتروژن بقایای گیاهی مهم‌ترین عامل موثر بر پویایی معدنی‌شدن نیتروژن خاک است (Seneviratne, 2000). در پژوهش حاضر، معدنی‌شدن خالص نیتروژن با محتوای اولیه نیتروژن بقایای گیاهی رابطه‌ی معنی‌داری دارد. این یافته نشان می‌دهد که محتوای نیتروژن بقایا یک عامل بسیار مهم در پیش‌بینی معدنی‌شدن خالص نیتروژن بقایای گیاهی در این پژوهش می‌باشد. رابطه معدنی‌شدن خالص نیتروژن با مقدار نیتروژن بقایای گیاهی به طورقابل توجهی قوی‌تر از مقدار کربن و لیگنین و یا نسبت‌های C/N و LG/N بود (جدول ۳).

با توجه به مقادیر C/N و LG/N در بقایای گیاهی می‌توان انتظار داشت که تجزیه‌پذیری در بقایای مورد مطالعه به صورت یونجه > شبدر > ذرت > گندم باشد. نوع بقایای گیاهی و تنش خشکی بر شاخص‌های معدنی‌شدن‌خالص نیتروژن، آمونیفیکاسیون خالص، نیتریفیکاسیون خالص و تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول تاثیر معنی‌داری داشتند. اثر تنش خشکی در بقایای تجزیه‌پذیرتر یونجه و شبدر نسبت به بقایای کم‌تر تجزیه‌پذیر ذرت و گندم بر معدنی‌شدن خالص نیتروژن، نیتریفیکاسیون خالص و تغییرات خالص نیتروژن آلی محلول بیش‌تر مشهود بود. معدنی‌شدن خالص نیتروژن با مقدار نیتروژن بقایا رابطه مثبت معنی‌دار و با مقدار کربن آلی، لیگنین، C/N و LG/N رابطه منفی دارد. مقدار نیتروژن در بقایای گیاهی ممکن است مهم‌ترین عامل موثر بر پویایی نیتروژن در خاک باشد. در نهایت، باید تاکید کرد که این پژوهش در شرایط آزمایشگاهی، که در آن بقایای گیاهی به خوبی با خاک مخلوط شده بودند، انجام شده است؛ در نتیجه ممکن است نتایج آن با شرایط مزرعه متفاوت باشد. بنابراین، نتیجه‌گیری‌های ارائه‌شده نیاز به بررسی‌های بیش‌تر تحت شرایط مزرعه برای تطبیق با شرایط مزرعه دارد.

منابع

Aber, J., and Melillo, J. 2001. Terrestrial Ecosystems, second ed. Harcourt Academic Press, San Diego, California.

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Griffioen, J., Van Groenigen, J.W., Hefting, M.M., Oenema, O., Van Puijenbroek, P.J.T.M., Seitzinger, S., Slomp, C.P. and Stehfest, E. 2013. Global trends and uncertainties in terrestrial denitrification and N_2O emissions. Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences, 368: 1–11.

Chen, Q.H., Feng, Y., Zhang, Y.P., Zhang, Q.C., Shamsi, I.H., Zhang, Y.S., and Lin, X.Y. 2012. Short–term responses of nitrogen mineralization and microbial community to moisture regimes in greenhouse vegetable soils. Pedosphere, 22: 263–272.

Dessureault–Rompre, J., Bernie, J., Georgallas, A., Burton, D.L., and Grant, C. A. 2011. A biophysical water function to predict the response of soil nitrogen mineralization to soil water content. Geoderma, 167: 214–227.

Guntinas, M.E., Leiros, M.C., Trasar–Cepeda, C. and Gil–Sotres, F. 2012. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. European Journals of Soil Biology, 48: 73–80.

Jin V. L. R., Haney, L. A., Philip, H., and Wayne, P. 2013. Soil type and moisture regime control microbial C and N mineralization in grassland soils more than atmospheric CO_2–induced changes in litter quality. Soil Biology and Biochemistry, 58: 172–180.

Nemecek, T., von Richthofen, J. S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., and Pahl, H. 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. European Journals of Agronomy, 28: 380–393.

Nourbakhsh, F., and Dick, R.P. 2005. Net nitrogen mineralization or immobilization potential in a residue-amended calcareous soil. Arid Land Research and Management, 19: 299-306.

Seneviratne, G. 2000. Litter quality and nitrogen release in tropical agriculture: a synthesis, Biology and Fertility of Soils, 31: 60-64.

Tian, Y., Ouyang, H., Gao, Q., Xu, X., Song, M., and Xu X. 2010. Responses of soil nitrogen mineralization to temperature and moisture in alpine ecosystems on the Tibetan Plateau. Procedia Environmental Science, 2: 218–224.

Yu, Z., Huang, Z., Wang, M., Liu, R., Zheng, L., Wan, X., Hu, Z., Davis, M. R., and Lin, T. C. 2015. Nitrogen addition enhances home-field advantage during litter decomposition in subtropical forest plantations. Soil Biology and Biochemistry, 90: 188-196.

Zhonglu, G., Shuhua, Z., Juan, J., and Chongfa, C. 2015. Nitrogen mineralization controlled by N/P ratio of plant residues from riparian buffer strip. European Journals of Soil Biology, 67: 5–11.

The effect of crop residues quality on soil nitrogen mineralization under drought stress

M. Khorasani[1], F. Nourbakhsh[2] and M.R. Mosaddeghi[2]
1 and 2- Graduated student (M.Sc.) and Professor of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract
In order to evaluate interactive effect of drought stress and quality of crop residues on nitrogen mineralization in soil treated with different crop residues, four types of plant residues including alfalfa, clover, corn and wheat shoots were collected. Plant residues-treated soils along with a control (without plant residue application) were incubated under three soil moisture levels 25, 35 and 55% of water holding capacity at 25°C for 150 days. The results indicated that the maximum values of the measured indices were observed in the alfalfa-treated soils. The measured indices were significantly increased as the soil water content during the incubation increased. Net nitrification (r=0.798***), net nitrogen mineralization (r=0.816***) and net changes of soluble organic nitrogen (r=0.803***) had positive and significant correlations with nitrogen concentration of the plant residues. Overall, the effect of drought stress on the N transformation indices were not similarly observed among the plant residue-treated soils. The soils treated with plant residues with greater N content (i.e., alfalfa and clover) showed to be more negatively affected by the drought stress compared to those treatments contained less initial N or greater C:N or lignin:N ratios (i.e., corn and wheat).

Keywords: Ammonification, Nitrification, Soluble organic nitrogen, Plant residues degradation