نشریه زیست‌شناسی خاک / جلد 4 / شماره 2 / 1395
DOI: http://dx.doi.org/10.22092/sbj.2017.109320

تأثیر شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی بقایای گیاهان یونجه و جو

زهرا نجفی[1]، احمد گلچین و سعید شفیعی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان؛ **najafizahra9@gmail.com**

استاد دانشگاه زنجان؛ **agolchin2011@yahoo.com**

استادیار دانشگاه جیرفت؛ **saeid55@gmail.com**

دریافت: **94/7/13** و پذیرش: **95/7/4**

چکیده

بازگشت بقایای گیاهی به خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک از ارکان مهم و اجتناب ناپذیر پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی است. به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی آزمایشی گلدانی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده، با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش[2] در گلخانه‌ی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه زنجان به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، شوری آب آبیاری در سه سطح (0/3، 4 و 8 دسی زیمنس بر متر) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (یک، دو، سه و چهار ماه) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی-فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی کاهش یافت به‌طوری که مقدار هدررفت کربن در شوری‌های 0/3، 4 و 8 دسی زیمنس بر متر برای بقایای یونجه به‌ترتیب 65/52، 61/71 و 58/89 و برای بقایای جو به‌ترتیب 60/95، 51/95 و 48/33 درصد و مقدار هدررفت نیتروژن برای بقایای یونجه به‌ترتیب 65/99، 54/02 و 48/09 و برای بقایای جو به‌ترتیب 61/04، 52/31 و 44/13 درصد برای یک دوره‌ی چهار ماهه بود. با افزایش سطح شوری آب آبیاری از 0/3 به 4 و 8 دسی زیمنس بر متر، مقدار هدررفت کربن از بقایای یونجه به‌ترتیب 5/82 و 10/12 درصد و از بقایای جو به‌ترتیب 14/77 و 20/71 درصد و مقدار هدررفت نیتروژن از بقایای یونجه به‌ترتیب 18/13 و 27/12 و از بقایای جو به‌ترتیب 14/30 و 27/70 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: بقایای جو، بقایای یونجه، تجزیه‌ی کلش، دینامیک کربن و نیتروژن آلی، شوری آب آبیاری

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی علوم خاک

[2]. Litter bag

مقدمه

امروزه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری از خاک‌ها در مناطق مختلف جهان، به‌دلایل متعدد برای انجام عملیات کشاورزی نامناسب شده است. از جمله این دلایل می‌توان به کاهش مواد آلی و شور شدن خاک‌ها اشاره نمود (گریبه و همکاران، 2010). در آب و هوای خشک، شوری خاک از جمله عوامل محدود کننده‌ی رشد گیاهان و فعالیت‌های میکروبی در خاک به حساب می‌آید. بارندگی اندک و پتانسیل بالای تبخیر و تعرق در این مناطق، غلظت نمک را در محلول خاک افزایش داده که این امر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در سرتاسر جهان بیش از 397 میلیون هکتار از اراضی تحت تاثیر شوری قرار دارند و احتمالاً میزان شوری این اراضی به‌دلیل آبیاری و حذف پوشش گیاهی بومی افزایش نیز خواهد یافت (ماوی و مارچنر، 2013). تأثیر منفی شوری به‌وسیله‌ی کمبود مواد آلی و پایداری کم ساختمان خاک در شرایط خاص تشدید می‌شود (والپولا و اروناکومارا، 2010).

خاک‌های شور به‌وسیله‌ی غلظت‌های بالای نمک‌های محلول، ماده‌ی آلی اندک و غلظت‌های پایین نیتروژن تشخیص داده می‌شوند (والپولا و اروناکومارا، 2010). غلظت‌های بالای نمک در محلول خاک باعث کاهش جذب آب توسط گیاهان به‌دلیل کاهش پتانسیل اسمزی می‌شود و این اثر به‌همراه رقابت یونی و جذب یون‌های سمی نه تنها رشد گیاهان را کاهش می‌دهد بلکه بر روی فعالیت و میزان بیوماس میکروبی خاک نیز اثر منفی دارد (ماوی و مارچنر، 2013).

در مقایسه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، جنبه‌های میکروبیولوژی خاک که به شوری محیط وابسته‌اند مثل معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. اما مطالعات اخیر به وضوح عوارض جانبی شوری را بر مقدار و فعالیت توده میکروبی خاک نشان داده‌اند که حاکی از کاهش شدید بیوماس قارچ‌ها در خاک‌های شور است. ولی با افزایش شوری هم افزایش و هم کاهش فعالیت قارچ‌ها گزارش شده است که این نتایج متناقض ممکن است به‌دلیل تفاوت در خصوصیات خاک‌ها از جمله اختلاف در سطوح شوری و pH آن‌ها باشد (محمد و همکاران، 2006).

ماوی و مارچنر (2013) با اندازه‌گیری میزان تنفس در خاک‌هایی با سطوح شوری متفاوت نشان دادند که شوری تأثیر منفی بر میزان فعالیت بیوماس میکروبی داشت و منجر به کاهش فرآیندهای زیستی شیمیایی گردید. همچنین در زمان‌های کوتاه، اضافه کردن مواد سهل‌التجزیه به‌عنوان منبع انرژی توانایی میکروب‌ها را در تحمل شوری افزایش داد.

محمد و همکاران (2006) با مطالعه‌ی فرآیند تجزیه در خاک‌هایی با میزان pH و سطوح شوری مختلف نشان داند که افزایش شوری در pHهای بالا با کاهش شدید بیوماس میکروبی منجر به کاهش میزان تجزیه‌ی کلش‌ها گردید.

نلسون و همکاران (1996) با صرف نظر از اثرات pH و تهویه بر فرآیند تجزیه در آزمایش خود مشاهده کردند که سدیمی بودن خاک منجر به افزایش و شوری آن منجر به کاهش سرعت فرآیند تجزیه گردید. اما اثر متقابل این دو فاکتور تأثیر معنی‌داری بر سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی نداشت.

کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک است و شور و سدیمی شدن خاک‌ها از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در این مناطق به‌حساب می‌آید. امروزه شور شدن خاک‌های کشاورزی و منابع آب که منجر به تخریب اراضی می‌گردد، به یک معضل جهانی در اراضی تحت آبیاری تبدیل شده است. بیش از 20 درصد از اراضی زیر کشت آبی جهان توسط شوری و یا قلیائیت تهدید می‌شوند. در ایران نیز خاک‌های شور و سدیمی وسعتی حدود 25 میلیون هکتار دارند که 15 درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص می‌دهند (مصطفی‌زاده فرد و همکاران، 2007). لذا مطالعه‌ی دینامیک بقایای گیاهی در این خاک‌ها به منظور مدیریت مواد غذایی مورد نیاز گیاه امری لازم و ضروری است. به‌همین دلیل هدف این مطالعه بررسی تأثیر میزان شوری آب آبیاری بر سرعت تجزیه‌ی کربن و نیتروژن آلی بقایای یونجه و جو بود.

برای مطالعه‌ی دینامیک کربن آلی روش‌های مختلفی مثل اندازه‌گیری میزان کربن دی‌اکسید، روش گاه شمار کربن 14 و روش کیف کلش وجود دارد. با توجه به این که روش اندازه‌گیری کربن دی‌اکسید برای آزمایش‌های کوتاه مدتی که در محیط‌های بسته انجام می‌شوند مناسب است و با توجه به این که امکان استفاده از روش گاه شمار کربن 14 در کشور وجود ندارد در این آزمایش از روش کیف کلش استفاده شد. روش کیف کلش از جمله روش‌های مستقیم اندازه‌گیری دینامیک کربن آلی است که در محیط‌های باز و در آزمایش‌های طولانی مدت مورد استفاده قرار می‌گیرد (گلچین، 1395).

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تأثیر شوری آب آبیاری بر هدررفت کربن و نیتروژن آلی بقایای یونجه و جو آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده، بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو نوع بقایای گیاهی (جو و یونجه)، شوری آب آبیاری در سه سطح (آب با شوری 0/3 دسی زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد و آب با شوری‌های 4 و 8 دسی زیمنس بر متر که با افزودن مقادیر متفاوت نمک سدیم کلرید به آب مقطر تهیه گردید) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (یک، دو، سه و چهار ماه) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی-فرعی قرار داده شدند. در این آزمایش کیف‌های کلش که حاوی 15 گرم از بقایای گیاهی تازه بودند در عمق پنج سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که رطوبت آن‌ها با آب‌هایی با سطوح مختلف شوری در حد 50 درصد رطوبت اشباع تنظیم شده بود جایگذاری شد.

تهیه‌ی نمونه‌ی خاک و تجزیه‌ی آن

برای انجام این آزمایش حدود 150 کیلوگرم خاک زراعی از عمق صفر تا 20 سانتی‌متری تهیه و به گلخانه منتقل گردید. پس از همگن نمودن نمونه‌ی خاک تهیه شده، هوا خشک کردن آن و عبور دادن آن از الک دو میلیمتری، این نمونه به‌صورت نمونه‌های فرعی دو کیلویی در گلدان‌های پلاستیکی توزیع گردید. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (واکلی و بلک، 1934)، نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (برمنر و مولوینی، 1982)، بافت خاک به روش هیدرومتر، هدایت الکتریکی (ECe) در عصاره‌ی اشباع و pH در گل اشباع با روش‌های معمول در موسسه‌ی تحقیقات خاک و آب (علی احیائی و بهبهانی زاده، 1372) تعیین شد که برخی از ویژگی‌های مهم خاک مورد استفاده در این آزمایش در جدول یک آمده است.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

کربن آلی	نیتروژن کل	شن	سیلت	رس	بافت	pH	ECe (dSm^{-1})
		درصد					
1/15	0/11	41	26	33	CL	7/88	0/58

تهیه‌ی نمونه‌های گیاهی و تجزیه‌ی آن‌ها

نمونه‌های گیاهی یونجه و جو از بخش‌های هوایی این گیاهان تهیه و پس از خرد شدن در ابعاد یک سانتی‌متری، در آون در دمای 55-60 درجه‌ی سانتی‌گراد خشک شدند. سپس از بقایای گیاهی تهیه شده نمونه‌ای همگن تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. کربن آلی بقایای گیاهان به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی-کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (واکلی و بلک، 1934) و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (برمنر و مولوینی، 1982) تعیین شد که برخی از ویژگی‌های مهم بقایای گیاهی مورد استفاده در این آزمایش در جدول دو آمده است.

جدول 2- برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش

نوع بقایا	کربن آلی	نیتروژن کل	نسبت C/N
	درصد		
یونجه	40	1/98	22/28
جو	45	1/33	31/45

دلیل انتخاب بقایای گیاهی یونجه و جو در این آزمایش این بود که این گیاهان از جمله گیاهان مقاوم به شوری هستند که در خاک‌های شور تحت کشت قرار می‌گیرند. همچنین تفاوت در نسبت‌های کربن به نیتروژن این بقایای گیاهی در انتخاب آن‌ها مؤثر بود.

تهیه‌ی کیف‌های کلش

برای تهیه‌ی کیف‌های کلش یک توری پلاستیکی با قطر منافذ 0/5 میلی‌متر انتخاب و پس از برش دادن آن، کیف‌هایی با ابعاد 15×15 سانتی‌متر تهیه گردیدند. در کیف‌های کلش مقدار 15 گرم بقایای گیاهی خشک قرار

داده شد و سپس درب کیف‌ها منگنه شدند و کیف‌ها در عمق پنج سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که رطوبت آن‌ها با استفاده از آب‌هایی با سطوح مختلف شوری به حد 50 درصد رطوبت اشباع تنظیم شده بود جایگذاری شدند. روش آبیاری به این صورت بود که در زمان شروع آزمایش مجموع وزن محتویات هر یک از گلدان‌ها در حالت 50 درصد رطوبت اشباع (نزدیک به ظرفیت مزرعه) تعیین شده بود. بنابراین گلدان‌ها در بازه‌های زمانی دو روزه توزین و کاهش وزن آن‌ها از طریق آبیاری جبران می‌شد.

زمان نمونه‌برداری از کیف‌های کلش و آماده سازی نمونه‌های گیاهی

کیف‌های کلش قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی یک، دو، سه و چهار ماه از گلدان‌ها خارج و برای اندازه‌گیری و تجزیه‌ی بقایای گیاهی باقیمانده در آن‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. کیف‌های کلش برداشت شده در هر دوره‌ی زمانی ابتدا تمیز و پس از زدودن خاک آن‌ها، محتویات آن‌ها در آون در دمای 55-60 درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و به دقت توزین گردیدند. پس از به دست آوردن وزن دقیق بقایای گیاهی باقی‌مانده در هر بازه‌ی زمانی، آن بقایا برای انجام آزمایش‌های بعدی آسیاب و در نمونه‌های آسیاب شده کربن آلی به‌روش خاکستر کردن در دمای 450 درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد (آیوستین و ویوانکو،2006؛ مورونگو و همکاران، 2011؛ برمنر و مولوینی، 1982).

مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از کسر میزان کربن و نیتروژن باقیمانده در هر بازه زمانی از میزان کربن و نیتروژن آلی باقیمانده در بازه‌ی زمانی ما قبل آن محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر شوری آب آبیاری بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت کربن آلی داشت (جدول 3).

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع بقایا، شوری آب آبیاری و مدت زمان خوابانیدن بر دینامیک کربن آلی

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن ماهانه
نوع بقایا	1	1588/07*
اشتباه اصلی	4	11/12ns
شوری آب آبیاری	2	429/30*
نوع بقایا × شوری آب آبیاری	2	71/49ns
اشتباه فرعی	8	28/62ns
مدت زمان خوابانیدن	3	302/64*
نوع بقایا × مدت زمان خوابانیدن	3	4/52ns
شوری آب آبیاری × مدت زمان خوابانیدن	6	4/80ns
نوع بقایا × شوری آب آبیاری × مدت زمان خوابانیدن	6	1/89ns
اشتباه کل	71	
ضریب تغییرات (CV٪)		9/22

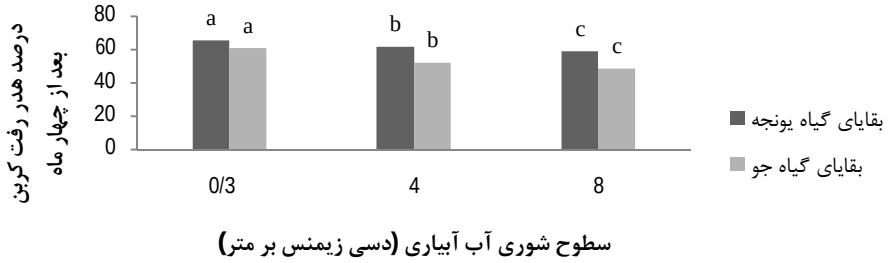
ns غیر معنی‌دار بودن و *معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان می‌کند.

محدوده‌ی دمایی مناسب برای انجام فعالیت‌های میکروبی 15-45 درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش شده است اما حداکثر میزان فعالیت میکروبی در محدوده‌ی دمایی 25-35 درجه‌ی سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد (استنفورد و همکاران، 1975). در این آزمایش طی بازه‌های زمانی خوابانیدن، دمای هوای گلخانه در محدوده‌ی 25 تا 30 درجه‌ی سانتی‌گراد تنظیم شده بود، بنابراین تجزیه‌ی بقایای گیاهی بسته به شوری‌های مختلف آب آبیاری با سرعت متفاوتی انجام شده است.

بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی در شوری 0/3 دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد که به‌ترتیب برابر با 65/52 و 60/95 درصد برای بقایای یونجه و جو در یک

دوره‌ی چهار ماهه بود. کمترین مقدار هدررفت کربن مربوط به شوری 8 دسی زیمنس بر متر بود که به‌ترتیب برابر با 58/89 و 48/33 درصد برای بقایای یونجه و جو در یک دوره‌ی چهار ماهه بود. مقدار هدررفت کربن آلی پس از گذشت چهار ماه و در شوری‌های 0/3، 4 و 8 دسی‌زیمنس بر متر برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب 65/52، 61/71 و 58/89 درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب 60/95، 51/95 و 48/33 درصد مقدار کربن اولیه بود (شکل 1). نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از 0/3 به 4 و 8 دسی زیمنس بر متر مقدار هدررفت کربن آلی از بقایای یونجه به ترتیب 5/28 و 10/12 درصد و از بقایای جو به ترتیب 14/77 و 20/71 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که شوری یک عامل بازدارنده برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی است و به نگه‌داشت بیشتر کربن آلی در خاک‌های شور کمک می‌کند. بعلاوه در شرایط شور کاهش درصد هدررفت کربن آلی از بقایای گیاهی با کیفیت بهتر یا نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر، کمتر بود.

همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت نیتروژن آلی داشت (جدول 4)



شکل 1- تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان هدررفت کربن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع بقایا، شوری آب آبیاری و مدت زمان خوابانیدن بر دینامیک نیتروژن آلی

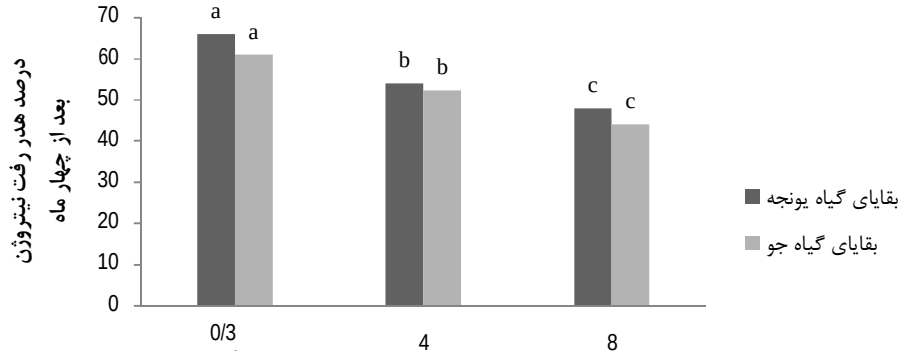
منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن ماهانه
نوع بقایا	1	168/38*
اشتباه اصلی	4	16/54ns
شوری آب آبیاری	2	1430/44*
نوع بقایا × شوری آب آبیاری	2	12/75ns
اشتباه فرعی	8	23/89ns
مدت زمان خوابانیدن	3	576/06*
نوع بقایا × مدت زمان خوابانیدن	3	6/37ns
شوری آب آبیاری × مدت زمان خوابانیدن	6	3/16ns
نوع بقایا × شوری آب آبیاری × مدت زمان خوابانیدن	6	4/32ns
اشتباه کل	71	
ضریب تغییرات (CV٪)		9/25

ns غیر معنی‌دار بودن و *معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان می‌کند.

بیشترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در شوری 0/3 دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد که به‌ترتیب برابر با 65/99 و 61/04 درصد برای بقایای یونجه و جو در یک دوره‌ی چهار ماهه بود. کمترین مقدار هدررفت نیتروژن مربوط به شوری 8 دسی زیمنس بر متر بود که به‌ترتیب برابر با 48/09 و 44/13 درصد برای بقایای یونجه و جو در یک دوره‌ی چهار ماهه بود. مقدار هدررفت نیتروژن آلی پس از گذشت چهار ماه و در شوری‌های 0/3، 4، 8 دسی‌زیمنس بر متر برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب 65/99، 54/02 و 48/09 درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب 61/05، 52/31 و 44/13 درصد مقدار نیتروژن اولیه بود (شکل 2). نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از 0/3 به 4 و 8 دسی زیمنس بر متر مقدار هدررفت نیتروژن آلی از بقایای یونجه به ترتیب 18/13 و

27/21 درصد و از بقایای جو به ترتیب 14/30 و 27/70 درصد کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که شوری یک عامل بازدارنده برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی است و به نگه‌داشت بیشتر نیتروژن آلی در خاک‌های شور کمک می‌کند. در نتیجه این امر باعث کند شدن چرخه‌ی نیتروژن در این خاک‌ها می‌شود که می‌تواند تأثیر سوء بر تغذیه‌ی نیتروژن گیاه داشته باشد. بعلاوه در شرایط شور آزادسازی نیتروژن آلی از بقایای گیاهی در مقایسه با آزاد سازی کربن آلی بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد.

البته باید بیان داشت که موجودات خاکزی نیز بخشی از مواد آلی خاک را به خود اختصاص می‌دهند. زمانی که بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌شوند مقدار قابل ملاحظه‌ای از کربن و نیتروژن آلی آن‌ها توسط موجودات خاکزی تجزیه می‌شود. کربن آلی طی فرآیند تجزیه به گاز کربن دی اکسید تبدیل شده و به اتمسفر باز می‌گردد و نیتروژن آلی نیز به فرم معدنی تبدیل شده و وارد خاک می‌شود. از طرف دیگر موجودات خاکزی از بخش اندکی از بقایای گیاهی استفاده کرده و هنگامی که دوره‌ی زندگی‌شان (حدودا دو الی سه هفته) به پایان می‌رسد اجسادشان در خاک رها و تجزیه می‌شود و مواد آلی انباشته شده در پیکر آن‌ها نیز به فرم معدنی تبدیل شده و وارد خاک می‌شود (گلچین، 1395).



سطوح شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)

شکل 2- تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان هدررفت نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو

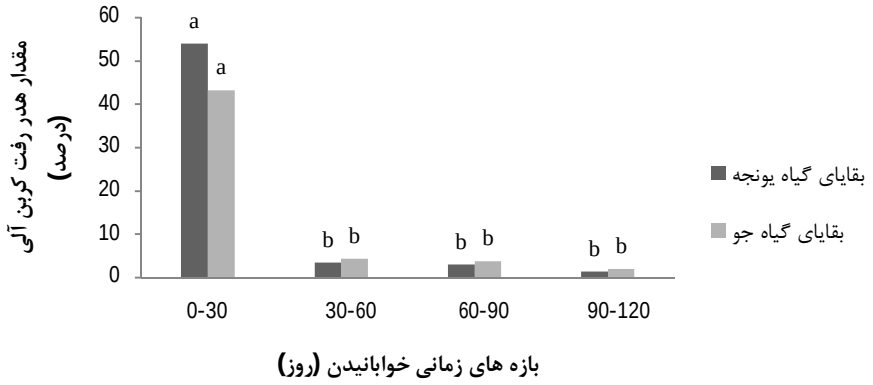
شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی برای میکروارگانیسم‌های خاک است و در خاک‌هایی با شوری بالا به دلیل کاهش میزان فعالیت قارچ‌ها، باکتری‌ها و غیره، معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی کاهش می‌یابد (والپولا و اروناکومارا، 2010). اندازه‌گیری میزان تنفس خاک‌هایی با سطوح شوری متفاوت نشان داد که افزایش شوری تأثیر منفی بر میزان فعالیت بیوماس میکروبی داشت و منجر به کاهش فرآیندهای زیستی شیمیایی گردید. همچنین اضافه کردن مواد آسان تجزیه شونده به عنوان منبع انرژی مقاومت به شوری میکروب‌ها را در کوتاه مدت افزایش داد (ماوی و مارچنر، 2013).

ساردینا و همکاران (2003) با افزایش سطح نمک خاک از 2/2 به 13/2 میلی‌گرم در گرم خاک مشاهده کردند که تنفس خاک از 41/7 به 16/3 میکروگرم کربن در هر گرم خاک کاهش یافت.

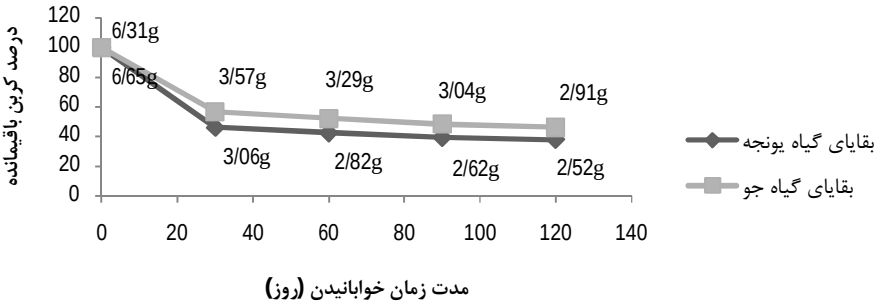
نتایج حاصل از آزمایش‌های ما نیز نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی گردید. این نتایج با یافته‌های ساردینا و همکاران (2003) مبنی بر این که افزایش شوری خاک باعث کاهش زیست توده‌ی میکروبی، تنفس و فعالیت آنزیمی و در نتیجه کاهش سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی می‌شود مطابقت داشت.

تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای گیاهی داشت (جدول 3 و 4). در هر دو نوع بقایا بیشترین مقدار هدررفت کربن آلی مربوط به بازه‌ی زمانی صفر تا 30 روز و کمترین مقدار هدررفت مربوط به بازه‌ی زمانی 90-120 روز بود. میزان هدررفت کربن آلی در بازه‌های زمانی صفر-30، 30-60، 60-90 و 90-120 روز برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب 53/91، 3/58، 3/07 و 1/47 درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب 43/29، 4/47، 3/87 و 2/11درصد بود (شکل 3 و 4).



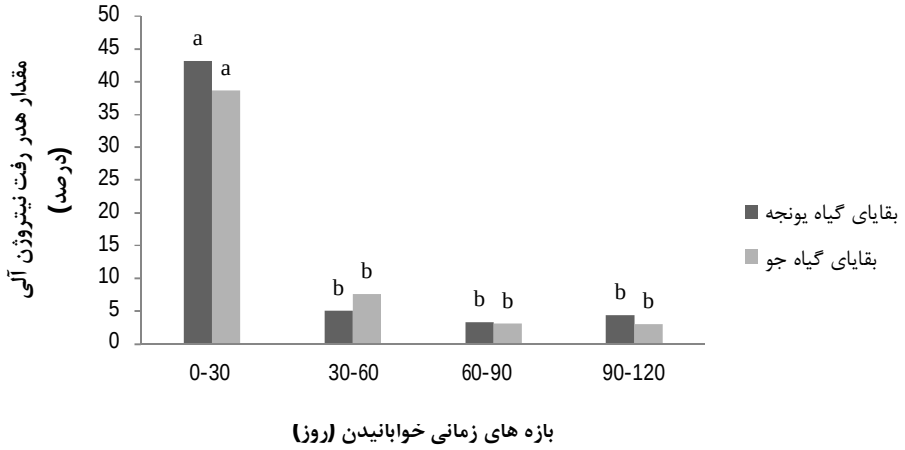
شکل 3- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر مقدار هدررفت کربن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو



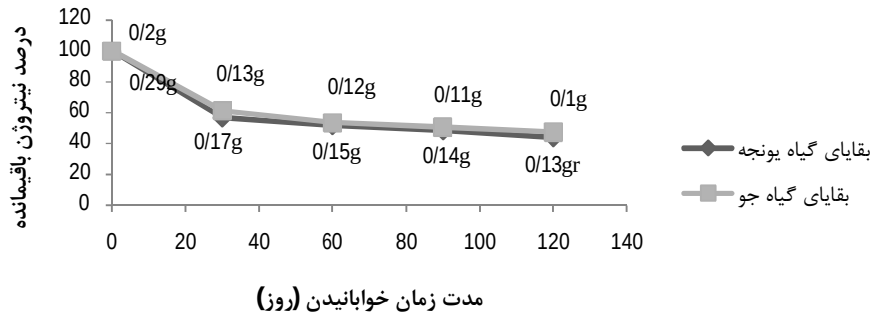
شکل 4- تأثیر مدت زمان خوابانیدن بر میزان کربن آلی باقیمانده در بقایای گیاه یونجه و جو

بیشترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی نیز در هر دو نوع بقایای گیاهی مربوط به بازه‌ی زمانی صفر تا 30 روز بود. اما کمترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در بقایای گیاه یونجه مربوط به بازه‌ی زمانی 60-90 روز و در بقایای گیاه جو مربوط به بازه‌ی زمانی 90-120 روز بود. میزان هدررفت نیتروژن آلی در بازه‌های زمانی صفر-30، 30-60، 60-90 و 90-120 برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب 43/17، 5/09، 3/37 و 4/39 درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب 38/66، 7/64، 3/10 و 3/08درصد بود (شکل 5 و 6). این نتایج نشان می‌دهند که ترکیبات زود تجزیه‌ی بقایای گیاهی شامل قندهای ساده، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها در ماه‌های اولیه‌ی خوابانیدن بقایای گیاهی در خاک با سرعت تجزیه و از بین می‌روند و پس از آن مواد مقاوم به تجزیه با سرعت کمتری تجزیه شده و برای مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند (وایرتی و همکاران، 2005).

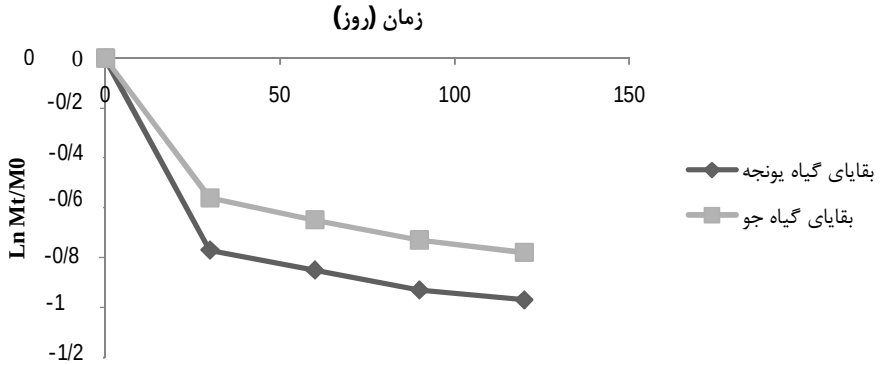
این موضوع که فرآیند تجزیه از نظر سرعت شامل دو مرحله‌ی کلی است، مورد پذیرش اغلب محققین است. در مرحله‌ی اول که سرعت تجزیه بالا است، تجزیه‌ی ترکیبات ناپایدار غالب می‌باشد و در مرحله‌ی دوم که با سرعتی پایین‌تر اتفاق می‌افتد ترکیبات مقاوم‌تر تجزیه می‌شوند (وایرتی و همکاران، 2005). میانگین مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای یونجه در اولین ماه خوابانیدن به ترتیب 53/91 و 43/17 درصد و در سه ماهه‌ی بعدی خوابانیدن 8/12 و 12/85 درصد و میانگین مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای جو در اولین ماه خوابانیدن به ترتیب 43/29 و 38/66 درصد و در سه ماهه‌ی بعدی خوابانیدن 10/45 و 13/82 درصد اندازه‌گیری شد. همچنین مقادیر ثابت سرعت تجزیه‌ی کربن و نیتروژن آلی بقایای گیاهان یونجه و جو که با استفاده از معادله‌ی $M_t= M_0 e^{-kt}$ و از شیب خطوط موجود در شکل‌های 7 و 8 به‌دست می‌آیند نشان داد که نتایج کسب شده در تحقیق حاضر با یافته‌های سایر محققین مبنی بر وجود دو مرحله با سرعت زیاد و کم در تجزیه‌ی بقایا مطابقت داشته و تایید می‌شود (وایرتی و همکاران، 2005) (شکل 7 و 8).



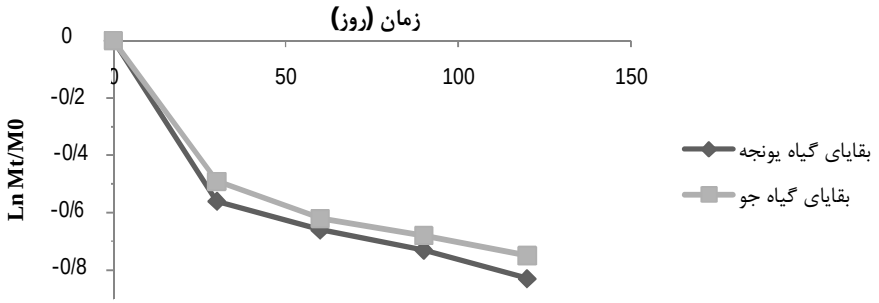
شکل 5- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر مقدار هدررفت نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو



شکل 6- تأثیر مدت زمان خوابانیدن بر میزان نیتروژن آلی باقیمانده در بقایای گیاه یونجه و جو



شکل 7- تغییرات نسبت کربن باقیمانده به کربن اولیه طی مدت زمان خوابانیدن بقایای گیاه یونجه و جو (Mt مقدار کربن آلی باقی‌مانده در فواصل زمانی مختلف و M0 مقدار کربن آلی اولیه)



شکل 8- تغییرات نسبت نیتروژن باقیمانده به نیتروژن اولیه طی مدت زمان خوابانیدن بقایای گیاه یونجه و جو (Mt مقدار نیتروژن آلی باقی‌مانده در فواصل زمانی مختلف و M0 مقدار نیتروژن آلی اولیه)

تأثیر کیفیت بقایای گیاهی بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کیفیت بقایای گیاهی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت کربن و نیتروژن آلی دارد (جدول 3 و 4).

با توجه به مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی در سطوح شوری 0/3، 4 و 8 دسی زیمنس بر متر از بقایای گیاهان یونجه و جو، مشاهده شد که مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه بیشتر از بقایای گیاه جو بود. در ضمن درصد هدررفت نیتروژن از بقایا در مقایسه با درصد هدررفت کربن بیشتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت و کاهش یافت.

برخی از محققین گزارش نموده‌اند که بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن بالا آهسته‌تر از بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن پایین تجزیه می‌شوند (ژانک و همکاران، 2008). چرا که این بقایا دارای نیتروژن کافی برای رفع نیازهای ریزجانداران خاک نیستند و از طرفی نیز حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات کربن‌دار مقاوم به تجزیه مانند سلولز و لیگنین می‌باشند (دونگ، 2009).

برای مثال سون و آرشاد (2002) با مطالعه‌ی سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهان نخود، کلزا و گندم به این نتیجه رسیدند که سرعت تجزیه‌ی بقایای نخود بیشتر از کلزا و کلزا بیشتر از گندم بود. این در حالی بود که مقدار نیتروژن اولیه‌ی بقایای نخود، کلزا و گندم به‌ترتیب 7/09، 7/04 و 5/06 میلی گرم در هر گرم و نسبت کربن به نیتروژن آن‌ها به‌ترتیب 66، 71 و 97 بود.

با توجه به این که نسبت کربن به نیتروژن بقایای یونجه (22/28) کمتر از نسبت کربن به نیتروژن بقایای جو (31/45) بود سرعت تجزیه‌ی بیشتر بقایای یونجه در مقایسه با بقایای جو را می‌توان به نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر این بقایا نسبت داد (جدول 2). که این نتیجه با نتایج حاصل از آزمایش‌های سون و آرشاد (2002) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی یونجه و جو گردید و به نگه‌داشت بیشتر کربن و نیتروژن آلی در خاک منجر شد. تأثیر سوء شوری بر سرعت تجزیه‌ی بقایای گیاهی به کیفیت بقایا نیز مرتبط بود و برای بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن بالاتر، اثر سوء شوری بیشتر مشاهده شد. در مقایسه با کربن آلی، سرعت آزادسازی نیتروژن از بقایا بیشتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت و کاهش یافت.

سرعت تجزیه تحت تأثیر کیفیت بقایا قرار گرفت و مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه با نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر بیشتر از بقایای گیاه جو با نسبت کربن به نیتروژن بالاتر بود. معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی بقایا شامل دو مرحله با سرعت زیاد و کم بود و سرعت معدنی شدن کربن، نیتروژن در یک ماهه‌ی اول خوابانیدن نسبت به بازه‌های زمانی بعدی بیشتر بود.

فهرست منابع:

1. علی احیائی، م. و بهبهانی زاده، ع. ا. 1372. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول). موسسه‌ی تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره 893، کرج، ایران.
2. گلچین، ا. 1395. مواد آلی خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه زنجان.
3. Austin, A. T. and Vivanco, L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. Nature. 442: 555-558.
4. Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen total. pp. 595- 624. In: Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (eds.). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical analysis. American Society of Agronomy and Soil Science Society of American, Madison, Wisconsin.
5. Duong, T. T. T. 2009. Dynamics of plant residue decomposition and nutrient release, school of earth and environmental science. The University of Adelaide. Australia.
6. Gharaibeh, M. A., Eltaif, N. I. and Shra'ah, S. H. 2010. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. Soil Use and Management. 26:93-195.
7. Mavi, M. S. and Marschner, P. 2013. Salinity affects the response of soil microbial activity and biomass to addition of carbon and nitrogen. Soil Research. 51: 68-75.
8. Mostafazadeh–Fard, B., Heidarpour, M., Aghakhani, A. and Feizi, M. 2007. Effects of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an arid region. International Journal of Agriculture and Biology. 9: 466-469
9. Muhammad, S., Müller, T. and Joergensen, R. G. 2006. Decomposition of pea and maize straw in Pakistani soils along a gradient in salinity. Biology and Fertility of Soils. 43: 93-101.
10. Murungu, F. S., Chiduza, C., Muchaonyerwa, P. and Mnkeni, P. N. S. 2011. Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from winter-grown cover crop residues and suitability for a smallholder farming system in South Africa. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 89: 115-123.
11. Nelson, P. N., Ladd, J. N. and Oades, J. M. 1996. Decomposition of ^{I4}C- labelled plant material in a salt- affected soil. Soil Biology and Biochemistry. 28: 433-441.
12. Sardinha, M. T., Muller, H., Schmeisky, R. and Joergensen, G. 2003. Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. Applied Soil Ecology. 23: 237-244.
13. Soon, Y. and Arshad, M. 2002. Comparison of the decomposition and N and P mineralization of canola, pea and wheat residues. Biology and Fertility of Soils. 36: 10-17.
14. Stanford, G., Frere, M. H. and Vanderpol, R. A. 1975. Effect of fluctuating temperature on soil nitrogen mineralisation. Soil Science. 119: 222-226.
15. Vaieretti, M. V., Pérez, H. N. and Gurvich, D. E. 2005. Decomposition dynamics and physico-chemical leaf quality of abundant species in montane woodland in central Argentina. Plant and Soil. 21: 205-278.
16. Walkley, A. and Black, I. A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-37.
17. Walpola, B. C. and Arunakumara, K. K. I. U. 2010. Effect of salt stress on decomposition of organic matter and nitrogen mineralization in animal manure amended soils. The Journal of Agricultural Sciences. 5: 9-18.
18. Zhang, D., Hui, D., Luo, Y. and Zhou, G. 2008. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. Journal of Plant Ecology. 1: 85-93.