



دانشگاه گوارش و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد بیست و سوم، شماره چهارم، ۱۳۹۵  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## تأثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی بقایای گیاهی یونجه و جو

\*زهرا نجفی<sup>۱</sup>، احمد گلچین<sup>۲</sup> و سعید شفیعی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، استاد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان،

<sup>۲</sup>استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه جیرفت

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۲

### چکیده

**سابقه و هدف:** میزان کربن و نیتروژن آلی خاک توسط دو فاکتور اساسی شامل میزان کربن و نیتروژن ورودی به خاک و سرعت تجزیه آن‌ها کنترل می‌شود. ترکیبی از فاکتورهای محیطی و بیولوژیکی در سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی در خاک نقش دارند و میکروب‌ها عامل اصلی در تجزیه کلش و بقایای گیاهی هستند. فاکتورهای غیرزنده شامل دما، نوع خاک، چگالی ظاهری، رطوبت خاک و کیفیت آب آبیاری از طریق تأثیرگذاری بر فعالیت‌های میکروبی بر معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی مؤثرند. سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی در مناطقی با دما و رطوبت بالا نسبت به مناطق سرد و خشک بیش‌تر است. با توجه به رابطه معکوس بین رطوبت خاک و میزان تهویه هدف این آزمایش بررسی تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی بقایای گیاهی یونجه و جو بود.

**مواد و روش‌ها:** به منظور بررسی تأثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی یک آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده، بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل نوع بقایای گیاهی در دو سطح (جو و یونجه)، سطوح رطوبتی خاک در پنج سطح (۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی- فرعی قرار داده شدند. پس از سپری شدن فواصل زمانی خوابانیدن، کیف‌های کلش از خاک خارج و پس از اندازه‌گیری وزن بقایای گیاهی باقی‌مانده در آن‌ها میزان کربن آلی بقایا به روش خاکستر کردن در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت و میزان نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد. 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 بازه زمانی ما قبل آن محاسبه گردید.

**یافته‌ها:** در رطوبت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع به ترتیب ۱۲/۰۵، ۵۴/۲۱، ۷۰/۵۹، ۶۶/۵۲ و ۶۲/۴۲ درصد کربن بقایای یونجه و ۱۰/۳۶، ۴۸/۳۷، ۶۰/۶۳، ۵۹/۳۸ و ۵۵/۲۹ درصد کربن بقایای جو در یک دوره چهار ماهه تلف گردید. همچنین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در سطوح رطوبتی ذکر شده برای بقایای یونجه به ترتیب

\* مسئول مکاتبه: najafzahra9@gmail.com

۲۰/۵۴، ۵۷/۶۵، ۷۰/۴۴، ۵۹/۶۲ و ۵۷/۵۱ درصد و برای بقایای جو به ترتیب ۱۱/۶۸، ۵۶/۰۵، ۶۳/۶۱، ۵۲/۲۷ و ۴۷/۵۸ درصد در یک دوره چهار ماهه بود.

**نتیجه‌گیری:** مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی بقایا در اولین ماه خوابانیدن به مراتب بیش‌تر از سه ماهه بعدی خوابانیدن بود. نتایج همچنین نشان دادند که کمبود رطوبت خاک در مقایسه با بیش بود آن (کمبود تهویه) عامل محدودکننده‌تری برای تجزیه بقایای گیاهی بود و در حالت اشباع نیز مقدار قابل توجهی از کربن و نیتروژن آلی بقایا تجزیه گردید.

**واژه‌های کلیدی:** رطوبت خاک، دینامیک کربن و نیتروژن آلی، تجزیه کلش، بقایای یونجه، بقایای جو

### مقدمه

زیادی را به خود جلب نموده است. افزودن مواد آلی به خاک از طریق بازگرداندن بقایای گیاهی منجر به بهبود ساختمان خاک، افزایش نفوذ آب و هوا به داخل خاک، کنترل دما و کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک می‌شود و انجام عملیات خاکورزی را تسهیل می‌نماید. مقدار مواد غذایی که توسط بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌شود قابل ملاحظه است. بنابراین تعیین سرعت تجزیه بقایای گیاهی و عوامل کنترل‌کننده آن به منظور افزایش بهره‌وری از مواد مغذی موجود در بقایای گیاهی و کاهش میزان هدر رفت آن‌ها، افزایش کیفیت خاک و بهبود رشد گیاهان امری لازم و ضروری است. حفظ سطح کربن و نیتروژن آلی خاک در حد مشخص به منظور حفظ باروری خاک و مراقبت از محیط زیست نیازمند آگاهی از سرعت تجزیه کربن و نیتروژن آلی است (۹). چون میزان مخازن کربن و نیتروژن آلی خاک توسط دو فاکتور اساسی شامل میزان کربن و نیتروژن ورودی به خاک (کمیت و کیفیت بقایای گیاهی) و سرعت تجزیه آن‌ها کنترل می‌شود (۱۲). شیوه‌های مختلف استفاده از زمین و نحوه مدیریت زمین‌های کشاورزی شامل تواتر و نوع کشت و شخم، آبیاری، کوددهی و غیره باعث تغییر در میزان کربن و نیتروژن آلی خاک می‌شود. در نتیجه می‌توان با انتخاب کاربری مناسب برای اراضی و اصلاح نحوه بهره‌برداری از

یکی از مهم‌ترین عوامل در توسعه کشاورزی و تأمین غذای بشر، حفظ باروری خاک است. با توسعه و پیشرفت صنعت کشاورزی، استفاده از کودها و سموم شیمیایی به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در چهار الی پنج دهه اخیر منجر به کاهش استفاده از بقایای گیاهی و کودهای آلی گردیده است. توجه بیش از حد به تولید محصولات پردرآمد (روش تک‌محصولی) و اتکای بیش‌تر به کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها برای حفظ محصولات، تا حدی موجب افزایش عملکرد و کارآفرینی شده است. ولی این نحوه مدیریت موجب کاهش ماده آلی خاک و افزایش فرسایش و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است. در گذشته پیامدهای ناشی از سوء مدیریت بر تعادل و چرخه انرژی و مواد و در نهایت باروری خاک شناخته شده نبود، اما در سال‌های اخیر افزایش آگاهی نسبت به جنبه‌های زیست‌محیطی کیفیت خاک و تولیدات گیاهی منجر به افزایش تمایل زارعین نسبت به استفاده از بقایای گیاهی، کودهای سبز و دیگر کودهای آلی در خاک شده است (۹).

در حال حاضر مدیریت بقایای گیاهی به دلیل اثرات گوناگونی که مواد آلی بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد توجهات

میزان معدنی شدن کربن و نیتروژن در حالت اشباع وجود ندارد.

با توجه به رابطه معکوس بین رطوبت خاک و میزان تهویه هدف این آزمایش بررسی تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر دینامیک بقایای گیاهی یونجه و جو بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر میزان رطوبت خاک بر دینامیک بقایای یونجه و جو یک آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده، بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و با استفاده از کیف کلش به اجرا در آمد. این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان و در ابتدای شهریورماه این سال اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل بقایای گیاهی در دو سطح (جو و یونجه)، سطوح رطوبتی خاک در پنج سطح (۱، ۲، ۳ و ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی-فرعی قرار داده شدند. برای تعیین مقدار آب مورد نیاز در هر یک از سطوح رطوبتی، ابتدا درصد رطوبت وزنی در حالت اشباع تعیین گردید، سپس درصدی از این آب از طریق توزین نمونه‌ها به آنها اضافه شد. در این آزمایش کیف‌های کلش که حاوی وزن مشخصی از بقایای گیاهی بودند در عمق پنج سانتی‌متری خاک گلدان‌هایی که رطوبت‌های آنها در حد مشخص و چگالی ظاهریشان در حد ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب تنظیم شده بودند جایگذاری شدند. طی بازه‌های زمانی خوابانیدن نیز دمای هوای گلخانه در محدوده دمای بهینه (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) تنظیم شده بود، بنابراین سرعت تجزیه بقایای گیاهی به شرایط رطوبتی خاک وابسته بود.

زمین‌های کشاورزی میزان کربن و نیتروژن آلی خاک را افزایش داد (۱۸).

تجزیه ماده آلی در خاک بیش‌تر توسط میکروب‌ها انجام می‌شود و حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از انرژی کربن آلی، مورد استفاده موجودات خاک قرار می‌گیرد (۱۲). ترکیبی از فاکتورهای محیطی و بیولوژیکی در معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی در خاک نقش دارند و میکروب‌ها عامل اصلی در تجزیه کلش و بقایای گیاهی هستند. فاکتورهای غیرزنده شامل دما، نوع خاک، چگالی ظاهری، رطوبت خاک و کیفیت آب آبیاری نیز از طریق تأثیرگذاری بر فعالیت‌های میکروبی بر معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی مؤثرند (۱۵).

مقدار آب موجود در خاک می‌تواند به‌طور چشم‌گیری تجزیه بقایای گیاهی و چرخه مواد غذایی را تحت تأثیر خود قرار دهد به طوری که وجود آب برای تجزیه بقایای گیاهی شرطی لازم و ضروری است. حفظ رطوبت خاک در حد مطلوب می‌تواند رشد ریزجانداران خاک و سرعت تجزیه بقایای گیاهی را افزایش دهد. حد بهینه پتانسیل آب برای تجزیه بقایا ما بین ۳۰- و ۱۰۰- کیلوپاسکال می‌باشد (۱۶).

سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی در مناطقی با دما و رطوبت بالا نسبت به مناطق سرد و خشک بیش‌تر است (۱۳). پال و برودمنت (۱۹۷۵) در آزمایش‌های خود مشاهده کردند که حداکثر سرعت تجزیه بقایای گیاهی در رطوبت ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک اتفاق افتاد این در حالی بود که سرعت تجزیه در رطوبت‌های ۳۰ یا ۱۵۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک کاهش یافت (۲۰). داس و همکاران (۱۹۹۳) نیز مقادیر بیش‌تری از معدنی شدن نیتروژن از بقایای گیاهی را در رطوبت ظرفیت مزرعه، نسبت به ۵۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه گزارش کردند (۵). ولی اطلاعاتی در خصوص

مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (۲۳)، نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (۴)، بافت خاک به روش هیدرومتر، هدایت الکتریکی (ECe) در عصاره اشباع و pH در گل اشباع با روش‌های معمول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۱) تعیین گردیدند. برخی از ویژگی‌های مهم خاک مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

تهیه نمونه خاک و تجزیه آن: برای انجام این آزمایش حدود ۲۵۰ کیلوگرم خاک از لایه سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) یک زمین زراعی در اطراف دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان تهیه و به گلخانه منتقل گردید. پس از همگن نمودن نمونه خاک تهیه شده، هوا خشک کردن آن و عبور دادن آن از الک دو میلی‌متری، این نمونه به صورت نمونه‌های فرعی دو کیلویی در گلدان‌های پلاستیکی توزیع گردید. کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر در

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش.

**Table 1. Selected physical and chemical characteristics of the soil used in this experiment.**

ECe (dSm <sup>-1</sup> )	pH	بافت Texture	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	نیتروژن کل Total nitrogen	کربن آلی Organic carbon
0.578	7.88	لوم رسی (Clay loam)	33	36	41	0.105	1.15

اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (۲۳) و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال (۴) تعیین گردید. برخی از ویژگی‌های مهم بقایای گیاهی مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

تهیه نمونه‌های گیاهی و تجزیه 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 ۵۵-۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس از بقایای گیاهی تهیه شده نمونه‌ای همگن تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. کربن آلی بقایا به روش

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های بقایای گیاهی مورد استفاده در آزمایش.

**Table 2. Selected parameters of the plant residues used in this experiment.**

نسبت کربن به نیتروژن C/N ratio	نیتروژن کل Total nitrogen	کربن آلی Organic carbon	نوع بقایا Types of plant residue
22.28	1.98	40	یونجه (Alfalfa)
31.45	1.33	45	جو (Barley)

گردید که در این رابطه  $t$  زمان،  $K$  ثابت سرعت تجزیه،  $M_0$  وزن بقایای کربن و نیتروژن در زمان صفر و  $M_t$  وزن بقایای کربن و نیتروژن در بازه‌های زمانی مختلف می‌باشد (۱۹).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت.

### نتایج و بحث

**تأثیر رطوبت خاک بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت کربن آلی داشت (جدول ۳).

بیش‌ترین مقدار هدررفت کربن آلی در رطوبت ۵۰ درصد اشباع اتفاق افتاد که به ترتیب برابر با ۷۰/۵۹ و ۶۰/۶۳ درصد برای بقایای گیاهی یونجه و جو در یک دوره چهار ماهه بود. کم‌ترین مقدار هدررفت کربن آلی نیز مربوط به سطح رطوبتی ۱۰ درصد اشباع بود که به ترتیب برابر با ۱۲/۰۵ و ۱۰/۳۶ درصد برای بقایای گیاهی یونجه و جو بود. مقدار هدررفت کربن در سطوح رطوبتی ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد اشباع برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۱۲/۰۵، ۵۴/۲۱، ۷۰/۵۹، ۶۶/۵۲ و ۶۲/۴۲ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۱۰/۳۶، ۴۸/۳۷، ۶۰/۶۳، ۵۹/۳۸ و ۵۵/۲۹ درصد برای یک دوره چهار ماهه بود (شکل ۱).

**تهیه کیف‌های کلش:** برای تهیه کیف‌های کلش یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۰/۵ میلی‌متر انتخاب و پس از برش دادن آن، کیف‌هایی با ابعاد ۱۵×۱۵ سانتی‌متر تهیه گردیدند. در کیف‌های کلش مقدار ۱۵ گرم بقایای گیاهی خشک قرار داده شد و سپس درب کیف‌ها منگنه شدند و کیف‌ها در گلدان‌های مورد استفاده در عمق پنج سانتی‌متری خاک جایگذاری شدند.

**زمان نمونه‌برداری از کیف‌های کلش و آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی:** کیف‌های کلش قرار داده شده در گلدان‌ها در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳ و ۴ ماه یعنی طی چهار دوره زمانی از گلدان‌ها خارج و برای اندازه‌گیری و تجزیه بقایای گیاهی باقیمانده در آن‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. کیف‌های کلش برداشت شده در هر دوره زمانی ابتدا تمیز و پس از زدودن خاک آن‌ها، محتویات آن‌ها در آون در دمای ۵۵-۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و به دقت توزین گردیدند. پس از به‌دست آوردن وزن دقیق بقایای گیاهی باقی‌مانده در هر بازه زمانی، آن بقایا برای انجام آزمایش‌های بعدی آسیاب و در نمونه‌های آسیاب شده کربن آلی به روش خاکستر کردن در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت و نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد (۲، ۴، ۱۴). 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 بازه زمانی ماقبل آن محاسبه گردید. همچنین ثابت سرعت تجزیه کربن و نیتروژن آلی با استفاده از رابطه  $M_t = M_0 e^{-kt}$  محاسبه

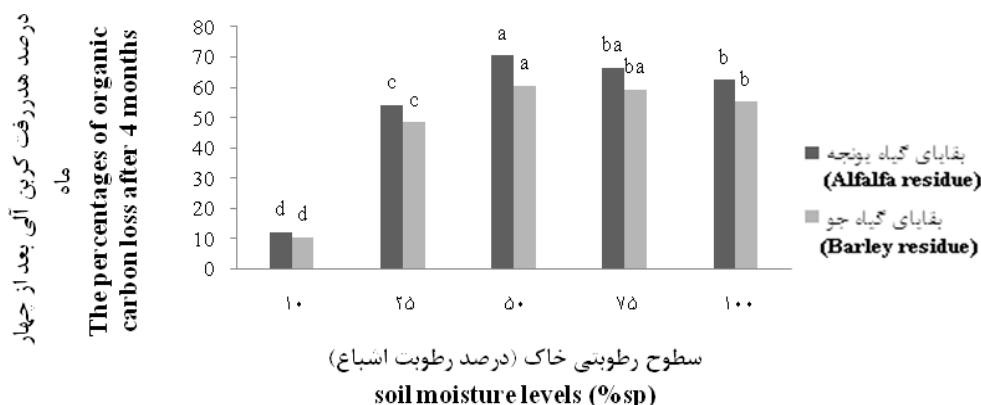
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع بقایا، میزان رطوبت خاک و مدت زمان خوابانیدن بر دینامیک کربن و نیتروژن آلی.

**Table 3. Analysis of variance to investigate the effects of plant residue type, soil moisture and incubation period on organic carbon and nitrogen dynamics.**

میانگین مربعات درصد هدررفت نیتروژن ماهانه Mean square of organic nitrogen loss (%) of each incubation period	میانگین مربعات درصد هدررفت کربن ماهانه Mean square of organic carbon loss (%) of each incubation period	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات Source of variation (SoV)
788.79436*	1205.90932*	1	نوع بقایا (a: Type of plant residues)
11.22105 <sup>ns</sup>	26.00938 <sup>ns</sup>	4	اشتباه اصلی (Ra)
8704.18365*	10625.23068*	4	رطوبت خاک (b: Soil moisture)
33.65576 <sup>ns</sup>	67.92062 <sup>ns</sup>	4	نوع بقایا × رطوبت خاک (a×b)
20.36106 <sup>ns</sup>	55.45752 <sup>ns</sup>	16	اشتباه فرعی (Rb)
2273.14274*	1219.96195*	3	مدت زمان خوابانیدن (c: Incubation period)
10.78069 <sup>ns</sup>	0.85649 <sup>ns</sup>	3	نوع بقایا × مدت زمان خوابانیدن (a×c)
45.25930*	22.43893 <sup>ns</sup>	12	رطوبت خاک × مدت زمان خوابانیدن (b×c)
12.25012 <sup>ns</sup>	13.87011 <sup>ns</sup>	12	نوع بقایا × رطوبت خاک × مدت زمان خوابانیدن (a×b×c)
		119	اشتباه کل (RT)
11.18898	15.94286		ضریب تغییرات (CV)

<sup>ns</sup> و \* به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان می‌کند.

<sup>ns</sup>, \* not significant and significant at  $P < 0.05$ , respectively.

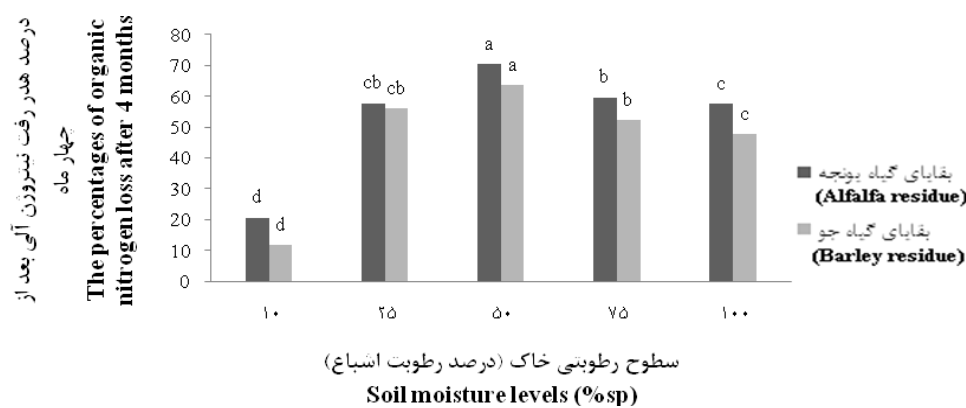


شکل ۱- تأثیر سطوح رطوبت خاک بر میزان هدررفت کربن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو.

**Figure 1. The effects of soil moisture levels on the percentages of organic carbon lost from alfalfa and barley residues.**

اشباع بود که به ترتیب برابر با ۲۰/۵۴ و ۱۱/۶۸ درصد برای بقایای گیاهی یونجه و جو در یک دوره چهارماهه بود. مقدار هدررفت نیتروژن آلی در سطوح رطوبتی ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد اشباع برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۲۰/۵۴، ۵۷/۶۵، ۷۰/۴۴، ۵۹/۶۲ و ۵۷/۵۱ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۱۱/۶۸، ۵۶/۰۵، ۶۳/۶۱، ۵۲/۲۷ و ۴۷/۵۸ درصد برای یک دوره چهارماهه بود (شکل ۲).

همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدررفت نیتروژن آلی داشت (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در رطوبت ۵۰ درصد اشباع اتفاق افتاد که به ترتیب برابر با ۷۰/۴۴ و ۶۳/۶۱ درصد برای بقایای گیاهی یونجه و جو در یک دوره چهار ماهه بود. کم‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی نیز مربوط به سطح رطوبتی ۱۰ درصد



شکل ۲- تأثیر سطوح رطوبت خاک بر میزان هدررفت نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو.

Figure 2. The effect of soil moisture levels on the percentages of organic nitrogen lost from alfalfa and barley residues.

سرعت تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد (۱۰). محدوده دمایی مناسب برای انجام فعالیت‌های میکروبی ۱۵-۴۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است، اما حداکثر میزان فعالیت میکروبی در محدوده دمایی ۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد (۱۷). از نظر میزان رطوبت نیز رطوبت ظرفیت مزرعه مناسب‌ترین رطوبت برای فعالیت‌های میکروبی و تجزیه بقایای گیاهی گزارش شده است (۵).

حضور و عدم حضور آب می‌تواند فعالیت‌های میکروبی را در جهت معدنی‌شدن نیتروژن یا آلی شدن آن تحت تأثیر قرار دهد، ولی این‌که چه رابطه‌ای بین میزان رطوبت و میزان معدنی‌شدن نیتروژن وجود دارد به شرایط رشد گیاه، آبشویی نیترات و نیز نوع گیاه

کیفیت بقایای گیاهی و ترکیبی از فاکتورهای محیطی و زیستی در سرعت معدنی‌شدن کربن و نیتروژن آلی نقش دارند و میکروب‌ها عامل اصلی در تجزیه کلش و بقایای گیاهی هستند. فاکتورهای غیرزنده شامل دما، رطوبت، کیفیت آب آبیاری، نوع خاک و چگالی ظاهری و کیفیت بقایای گیاهی مانند نسبت کربن به نیتروژن، میزان لیگنین و عناصر غذایی بقایا که بر اندازه و ترکیب جامعه میکروبی تجزیه‌کننده و در نهایت فعالیت آن‌ها تأثیرگذارند، در سرعت معدنی‌شدن کربن و نیتروژن آلی مؤثرند (۱۵). با افزایش دما و رطوبت تا حد بهینه، سرعت تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد. زیرا افزایش دما و رطوبت منجر به افزایش فعالیت میکروبی شده و از این طریق

عامل محدودکننده تری برای تجزیه بقایا بود. بر خلاف انتظار در رطوبت‌های اشباع و نزدیک به آن میزان هدررفت کربن و نیتروژن آلی قابل ملاحظه و در مقایسه با سطوح رطوبتی کم‌تر از ظرفیت مزرعه، بیش‌تر بود. بنابراین اگر رطوبت فراهم باشد جامعه میکروبی خاک می‌تواند حتی در شرایط اشباع، بقایای گیاهی را با سرعت به‌نسبت زیاد تجزیه کند ولی آنچه که برای فعالیت آن‌ها بازدارنده می‌باشد کمبود رطوبت خاک است (شکل‌های ۱ و ۲).

**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 (جدول‌های ۳ و ۴). در هر دو نوع بقایای گیاهی بیش‌ترین مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی مربوط به بازه زمانی صفر تا ۳۰ روز و کم‌ترین مقدار هدررفت مربوط به بازه زمانی ۹۰-۱۲۰ روز بود. میزان هدررفت کربن آلی در بازه‌های زمانی صفر-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ و ۹۰-۱۲۰ روز برای بقایای گیاه یونجه به‌ترتیب ۳۸/۷۶، ۵/۸۱، ۵/۹۹ و ۲/۵۸ درصد و برای بقایای گیاه جو به‌ترتیب ۳۲/۳۷، ۶/۳۰، ۵/۸۴ و ۲/۲۷ درصد بود (شکل ۳) و میزان هدررفت نیتروژن آلی در بازه‌های زمانی ذکر شده برای بقایای گیاه یونجه به‌ترتیب ۳۲/۳۶، ۸/۱۹، ۷/۷۰ و ۴/۸۸ درصد و برای بقایای گیاه جو به‌ترتیب ۲۷/۶۹، ۸/۵۳، ۷/۴۳ و ۲/۵۷ درصد بود (شکل ۴). مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای یونجه در اولین ماه خوابانیدن به‌ترتیب ۳۸/۷۶ و ۳۲/۳۶ درصد و در سه‌ماهه بعدی خوابانیدن به‌ترتیب ۱۴/۳۸ و ۲۰/۷۷ درصد بود این مقادیر برای بقایای جو در اولین ماه خوابانیدن به‌ترتیب ۳۲/۳۷ و ۲۷/۶۹ درصد و در سه‌ماهه بعدی خوابانیدن ۱۴/۴۱ و ۱۸/۵۳ درصد اندازه‌گیری گردیدند. نتایج نشان دادند که مواد سهل‌التجزیه بقایای گیاهی در ماه‌های اولیه خوابانیدن

بستگی دارد (۲۱). با کاهش رطوبت خاک، در اثر کاهش پخشیدگی املاح داخل سلول‌های میکروبی، کاهش تحرک میکروب‌ها برای دستیابی به بستره و همچنین کاهش پتانسیل آب درون‌سلولی که موجب کاهش فعالیت آنزیمی آن می‌شود، معدنی‌شدن نیتروژن تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد (۲۴).

با کاهش پتانسیل آب درون‌سلولی، میکروب‌ها شروع به تجمع مواد محلول و نیتروژن در سیتوپلاسم می‌کنند که بعداً با بهبود شرایط محیطی مانند افزایش رطوبت، شروع به آزاد کردن مواد داخلی سلول می‌نمایند (۸). ممکن است عملکرد داخل سلول با شرایط محیطی سازگار شود و این باعث دسترسی کم‌تر میکروب‌ها به منابع کربن آلی شود (۶).

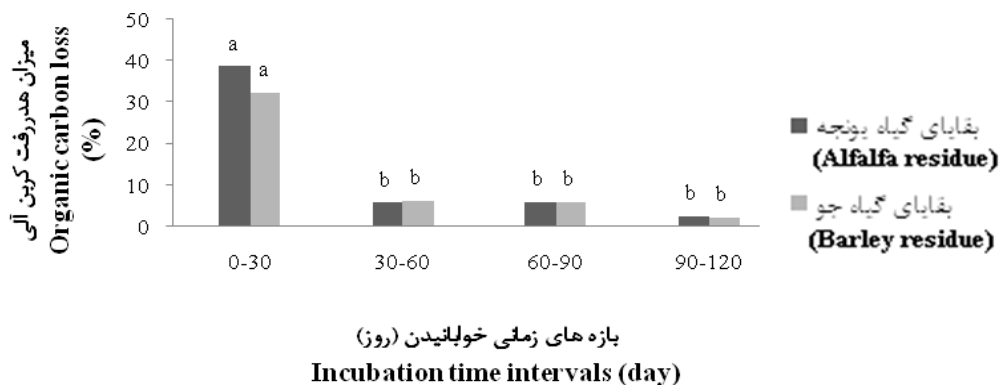
معدنی‌شدن مواد آلی خاک توسط باکتری‌های هتروتروف و فارچ‌ها صورت می‌گیرد. رطوبت خاک میزان فراهمی اکسیژن را در خاک تنظیم می‌کند و حداکثر فعالیت هوازی ریزجانداران در محدوده رطوبتی ۵۰-۷۰ درصد ظرفیت زراعی خاک اتفاق می‌افتد (۷، ۱۱).

در این آزمایش طی بازه‌های زمانی خوابانیدن، دمای هوای گلخانه در محدوده ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود، بنابراین تجزیه بقایای گیاهی بسته به شرایط رطوبتی خاک با سرعت متفاوتی انجام شده است.

نتایج نشان داد که مناسب‌ترین رطوبت برای فعالیت ریزجانداران و در نتیجه تجزیه کلش رطوبت ۵۰ درصد اشباع یا حدود ظرفیت مزرعه بود که با نتایج سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد (۵). دلیل این امر را می‌توان این‌گونه بیان داشت که در سطوح رطوبتی کم‌تر از رطوبت ظرفیت مزرعه ریزجانداران برای انجام فعالیت‌های خود با کمبود رطوبت و در سطوح رطوبتی بالاتر از ظرفیت مزرعه میکروارگانیسم‌ها با کمبود تهویه و اکسیژن برای تجزیه مواجه می‌گردند. اما نکته دارای اهمیت در این آزمایش آن بود که کمبود رطوبت نسبت به بیش بود آن (کمبود تهویه)

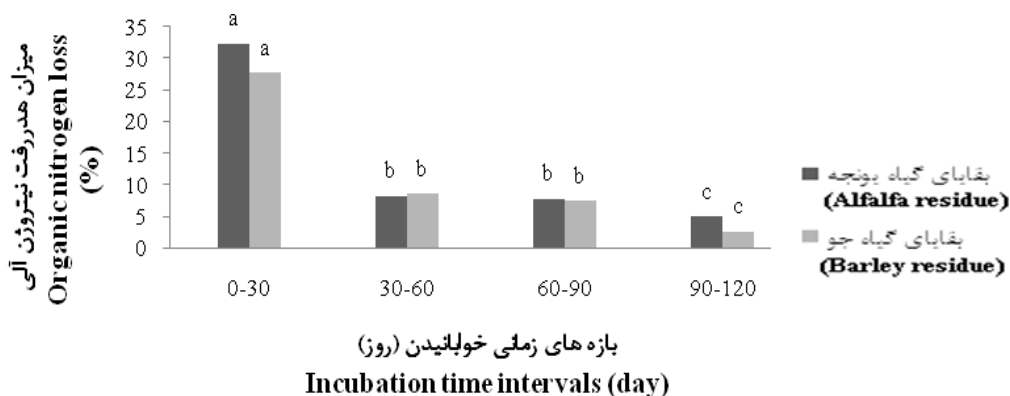


بقایای گیاهی با سرعت تجزیه و از بین رفتند و پس از آن مواد مقاوم به تجزیه با سرعت کمتری تجزیه گردیدند و برای مدت طولانی‌تری در خاک باقی ماندند (۲۲) (شکل‌های ۵ و ۶).



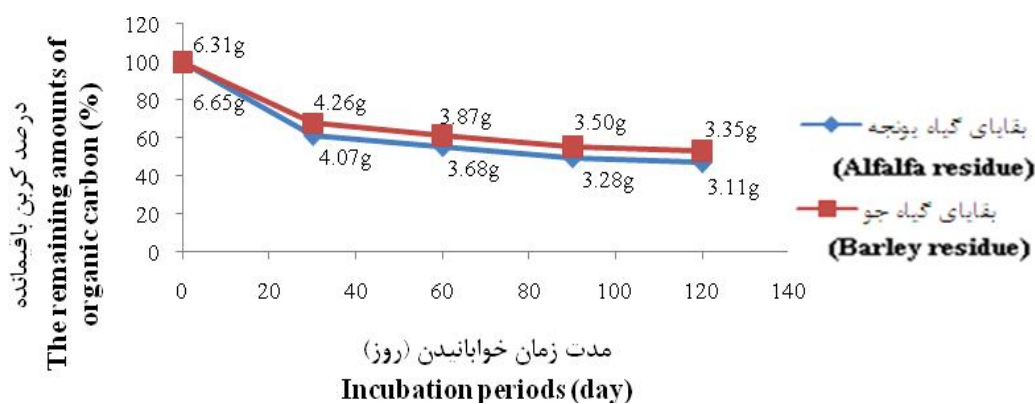
شکل ۳- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدررفت کربن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو.

Figure 3. The effects of incubation time intervals on organic carbon loss (%) of alfalfa and barley residues.



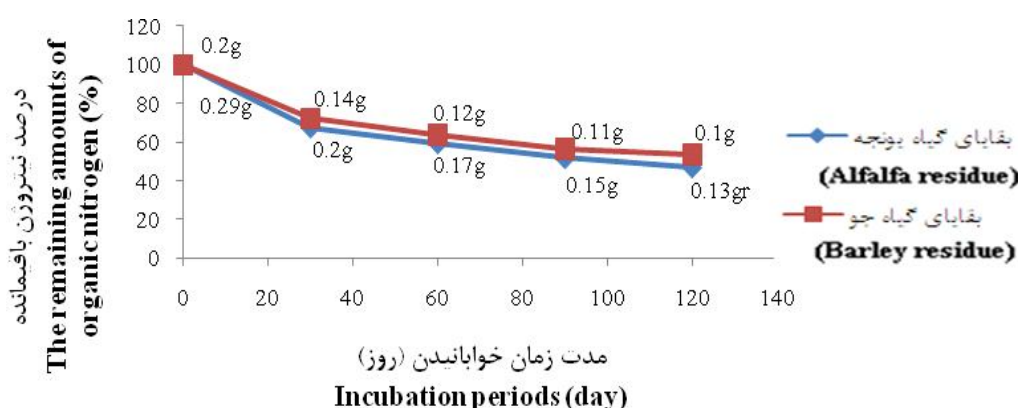
شکل ۴- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر میزان هدررفت نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه و جو.

Figure 4. The effects of incubation time intervals on organic nitrogen loss (%) of alfalfa and barley residues.



شکل ۵- تأثیر مدت زمان خوابانیدن بر میزان کربن آلی باقی‌مانده در بقایای گیاه یونجه و جو.

Figure 5. The effects of incubation periods on the remaining amounts of organic carbon in alfalfa and barley residues.



شکل ۶- تأثیر مدت زمان خوابانیدن بر میزان نیتروژن آلی باقی‌مانده در بقایای گیاه یونجه و جو.

Figure 6. The effects of incubation periods on the remaining amounts of organic nitrogen in alfalfa and barley residues.

تجزیه ترکیبات ناپایدار مانند قندهای ساده، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها غالب می‌باشد و در مرحله دوم که با سرعتی پایین‌تر اتفاق می‌افتد ترکیبات مقاوم‌تر مورد تجزیه قرار می‌گیرند (۲۲). ولی برخی از پژوهش‌گران معتقدند که تجزیه بقایای گیاهی از لحاظ سرعت شامل سه مرحله است. در مرحله اول که سرعت تجزیه زیاد می‌باشد قندهای ساده، اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها تجزیه می‌شوند. در صورتی که در مرحله دوم که سرعت کم‌تری نسبت به مرحله اول دارد سلولز و همی‌سلولز تجزیه می‌شود و در مرحله سوم که سرعت تجزیه بسیار کم می‌باشد مواد مقاوم به تجزیه مثل لیگنین تجزیه می‌شوند (۳). در این آزمایش نیز نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان ثابت سرعت تجزیه کربن و نیتروژن آلی داشت (جدول ۴). مقادیر ثابت سرعت تجزیه کربن و نیتروژن آلی بقایای گیاهان یونجه و جو که از شیب‌های خطوط حاصل از پلات کردن لگاریتم طبیعی نسبت کربن یا نیتروژن باقی‌مانده به مقدار کربن یا نیتروژن اولیه در مقابل زمان به‌دست آمدند نیز نشان دادند که در این آزمایش، بقایای گیاهی سه مرحله با سرعت زیاد، متوسط و کم تجزیه گردیدند (شکل‌های ۷ و ۸).

ترکیب شیمیایی بقایای گیاهی نقش بسیار مهمی را در تعیین سرعت فرآیند تجزیه ایفا می‌کند. گیاهان حاوی ۱۵-۶۰ درصد سلولز، ۱۰-۳۰ درصد همی‌سلولز، پنج تا ۳۰ درصد لیگنین و دو تا پنج درصد پروتئین و ترکیبات محلول مانند قندها، اسیدهای آمینه، قندهای آمینه و اسیدهای آلی هستند. هر یک از این اجزا ممکن است که تنها ۱۰ درصد از وزن خشک گیاه را به خود اختصاص دهند. گیاهان همچنین حاوی کوتین، پلی‌ساکاریدها و سیلیس می‌باشند (۹). در اوایل فرآیند تجزیه، سرعت هدررفت قندهای ساده و اسیدهای آمینه بسیار بالا است و این اتفاق ممکن است که طی چند ساعت تا چند روز رخ دهد. در صورتی که پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها با سرعت بسیار کم‌تری تجزیه می‌شوند. لیگنین پنج تا ۳۰ درصد بقایای گیاهی را تشکیل می‌دهد و در مقایسه با سایر اجزای تشکیل‌دهنده بقایا نسبت به تجزیه بسیار مقاوم است. لیگنین به‌علت مقاومت در برابر فرآیند تجزیه، یک جزء بسیار مهم برای شکل‌گیری هوموس خاک می‌باشد (۱۶).

این موضوع که فرآیند تجزیه از نظر سرعت شامل دو مرحله کلی است، مورد پذیرش اغلب پژوهش‌گران است. در مرحله اول که سرعت تجزیه بالا است،

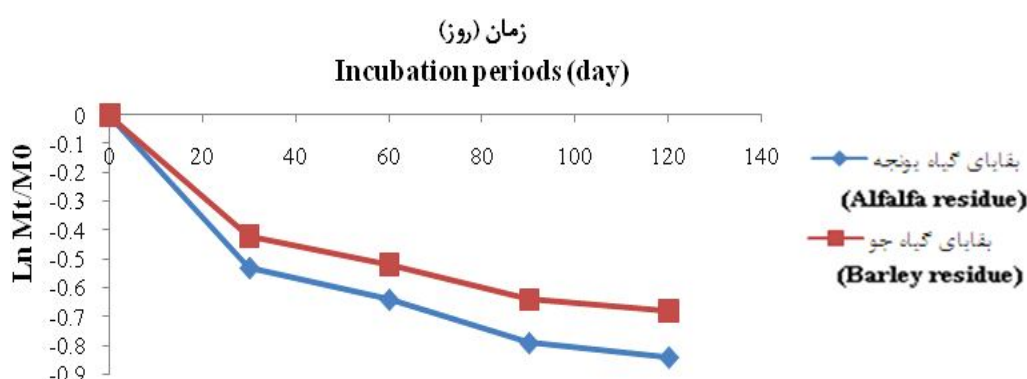
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع بقایا، میزان رطوبت خاک و مدت زمان خوابانیدن بر ثابت سرعت تجزیه کربن و نیتروژن آلی.

**Table 4. Analysis of variance of data showing the effects of plant residue type, soil moisture content and incubation period on rate constant of organic carbon and nitrogen decomposition.**

ثابت سرعت تجزیه نیتروژن آلی rate constant of organic nitrogen decomposition	ثابت سرعت تجزیه کربن آلی rate constant of organic carbon decomposition	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات Source of variation (SoV)
0.06*	0.13*	1	نوع بقایا (a: Type of plant residues)
0.002 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	4	اشتباه اصلی (Ra)
0.46*	0.62*	4	رطوبت خاک (b: Soil moisture)
0.003 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	4	نوع بقایا × رطوبت خاک (a×b)
0.001 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	16	اشتباه فرعی (Rb)
0.21*	0.47*	3	مدت زمان خوابانیدن (c: Incubation period)
0.003 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	3	نوع بقایا × مدت زمان خوابانیدن (a×c)
0.02*	0.03*	12	رطوبت خاک × مدت زمان خوابانیدن (b×c)
0.001 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	12	نوع بقایا × رطوبت خاک × مدت زمان خوابانیدن (a×b×c)
		119	اشتباه کل (RT)
18.04	26.88		ضریب تغییرات (CV)

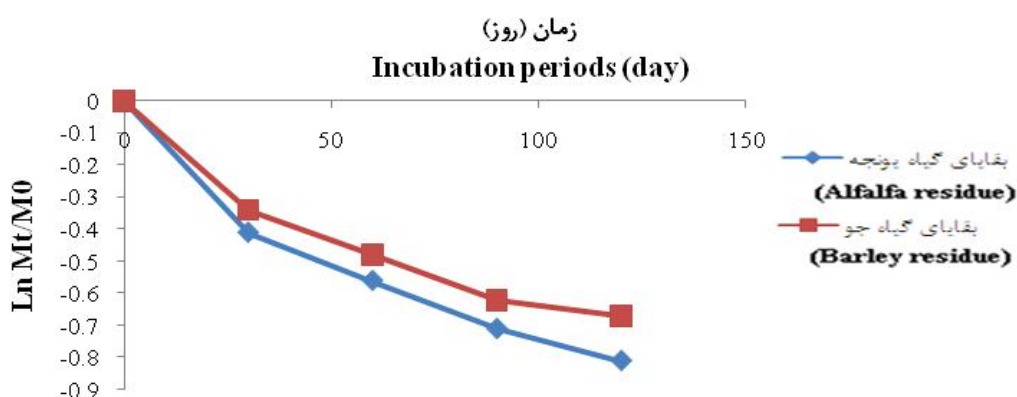
<sup>ns</sup> و \* به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح احتمال پنج درصد را بیان می کند.

<sup>ns</sup>, \* not significant and significant at P<0.05, respectively.



شکل ۷- تغییرات نسبت کربن باقیمانده به کربن اولیه طی مدت زمان خوابانیدن بقایای گیاه یونجه و جو (Mt مقدار کربن آلی باقی مانده در فواصل زمانی مختلف و M0 مقدار کربن آلی اولیه).

**Figure 7. The ratio of remaining amounts of organic carbon to initial amounts of organic carbon in various incubation periods for alfalfa and barley residues (Mt: the remaining amounts of organic carbon in various incubation periods, M0: the initial amounts of organic carbon in various incubation periods).**

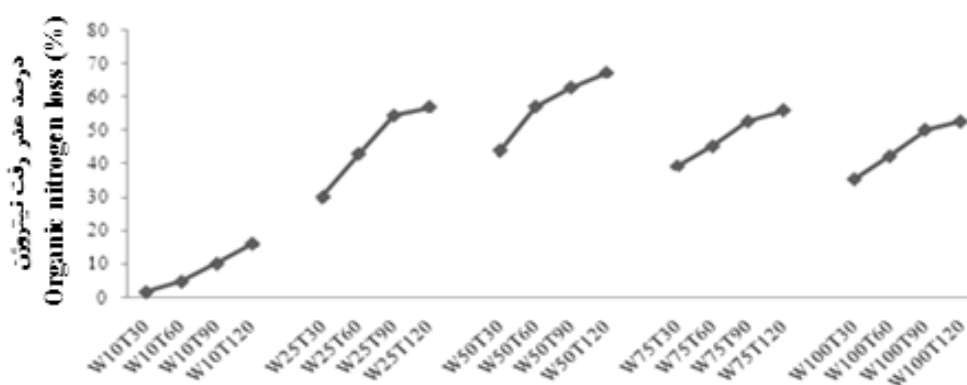


شکل ۸- تغییرات نسبت نیتروژن باقیمانده به نیتروژن اولیه طی مدت زمان خوابانیدن بقایای گیاه یونجه و جو (Mt مقدار نیتروژن آلی باقی‌مانده در فواصل زمانی مختلف و M0 مقدار نیتروژن آلی اولیه).

Figure 8. The ratio of remaining amounts of organic nitrogen to initial amounts of organic nitrogen in various incubation periods for alfalfa and barley residues (Mt: the remaining amounts of organic nitrogen in various incubation periods, M0: the initial amounts of organic nitrogen in various incubation periods).

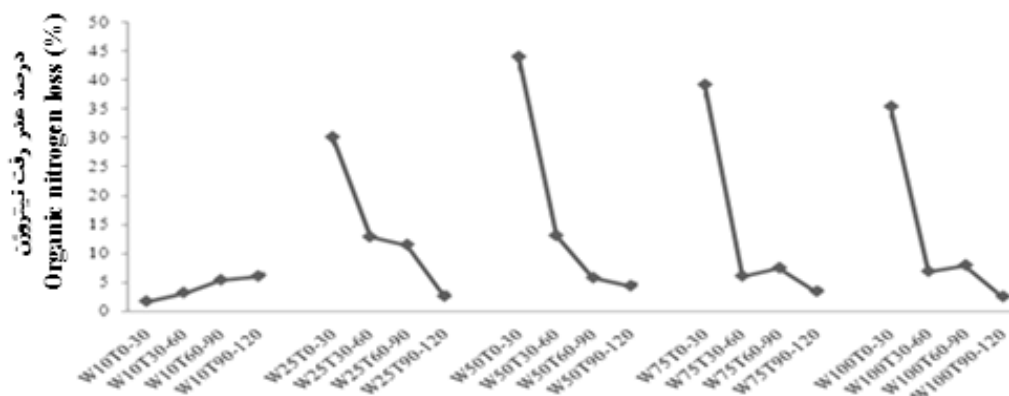
سطح رطوبتی ۱۰ درصد اشباع و پس از ۳۰ روز خوابانیدن اندازه‌گیری گردید که برابر با ۱/۶۳ درصد بود (شکل ۹). این نتایج با یافته‌های داس و همکاران (۱۹۹۳) مبنی بر این که رطوبت ظرفیت مزرعه مناسب‌ترین رطوبت برای فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه فرآیند تجزیه بقایا می‌باشد، مطابقت داشت (۵).

اثرات متقابل رطوبت خاک و مدت زمان خوابانیدن بقایا نیز بر میزان رهاسازی نیتروژن معنی‌دار بود. بیش‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی از بقایای گیاهی در رطوبت ۵۰ درصد اشباع و پس از ۱۲۰ روز خوابانیدن اتفاق افتاد که برابر با ۶۷/۰۳ درصد بود. کم‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی نیز مربوط به



شکل ۹- اثر متقابل رطوبت خاک و مدت زمان خوابانیدن بقایا بر میزان هدررفت نیتروژن آلی (W رطوبت خاک بر حسب درصدی از رطوبت اشباع خاک و T مدت زمان خوابانیدن بقایا بر حسب روز).

Figure 9. The interactive effects of soil moisture levels and incubation periods on organic nitrogen loss (%). (W: soil moisture level (percentage of saturation level), T: incubation period (day)).



شکل ۱۰- اثر متقابل رطوبت خاک و بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایا بر میزان هدررفت نیتروژن آلی (W رطوبت خاک بر حسب درصدی از رطوبت اشباع خاک و T مدت زمان خوابانیدن بقایا بر حسب روز).

Figure 10. The interactive effects of soil moisture levels and incubation time intervals on organic nitrogen loss (%). (W: soil moisture level (percentage of saturation level), T: incubation time intervals (day)).

مقدار هدررفت کربن در سطوح رطوبتی ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد رطوبت اشباع برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۱۲/۰۵، ۵۴/۲۱، ۷۰/۵۹، ۶۶/۵۲ و ۶۲/۴۲ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۱۰/۳۶، ۴۸/۳۷، ۶۰/۶۳، ۵۹/۳۸ و ۵۵/۲۹ درصد مقدار کربن اولیه بود (شکل ۱). همچنین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در سطوح رطوبتی ذکر شده برای بقایای گیاه یونجه به ترتیب ۲۰/۵۴، ۵۷/۶۵، ۷۰/۴۴، ۵۹/۶۲ و ۵۷/۵۱ درصد و برای بقایای گیاه جو به ترتیب ۱۱/۶۸، ۵۶/۰۵، ۶۳/۶۱، ۵۲/۲۷ و ۴۷/۵۸ درصد مقدار نیتروژن اولیه بود (شکل ۲). با توجه به نتایج به دست آمده مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایای گیاه یونجه بیش‌تر از بقایای گیاه جو بود.

برخی از پژوهش‌گران گزارش نموده‌اند که بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن بالا آهسته‌تر از بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن پایین تجزیه می‌شوند (۲۵). با توجه به این‌که نسبت کربن به نیتروژن بقایای یونجه (۲۲/۲۸) کم‌تر از نسبت کربن به نیتروژن بقایای جو (۳۱/۴۵) بود سرعت تجزیه بیش‌تر بقایای یونجه در مقایسه با بقایای جو را می‌توان به نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر این بقایا نسبت داد (جدول ۲).

بررسی اثر متقابل رطوبت خاک و بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایا بر میزان هدررفت نیتروژن آلی نشان داد که بیش‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی در بازه زمانی صفر تا ۳۰ روز و در رطوبت ۵۰ درصد اشباع اتفاق افتاد (شکل ۱۰). نتایج نشان داد که در تمامی سطوح رطوبتی، به جز رطوبت ۱۰ درصد اشباع، بیش‌ترین مقدار هدر رفت نیتروژن آلی مربوط به بازه زمانی صفر-۳۰ روز و کم‌ترین مقدار هدررفت مربوط به بازه زمانی ۹۰-۱۲۰ روز بود. اما در رطوبت ۱۰ درصد اشباع بیش‌ترین مقدار هدررفت نیتروژن آلی مربوط به بازه زمانی ۹۰-۱۲۰ روز و کم‌ترین مقدار هدررفت مربوط به بازه زمانی صفر-۳۰ روز بود. دلیل این تفاوت را می‌توان به کمبود رطوبت برای انجام فعالیت میکروبی در این تیمار و وجود یک دوره تاخیر برای تطبیق جامعه میکروبی با شرایط موجود نسبت داد (شکل ۱۰).

**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 داشت (جدول‌های ۳ و ۴).

### نتیجه‌گیری

زیاد، متوسط و کم بود و در یک ماهه اول خوابانیدن نسبت به بازه‌های زمانی بعدی سرعت تجزیه بیش‌تر بود. سرعت تجزیه تحت‌تأثیر 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.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که برای تجزیه بقایای گیاهی کمبود رطوبت نسبت به بیش‌بود آن عامل محدودکننده‌تری بود و مقدار هدررفت کربن و نیتروژن آلی از بقایا در رطوبت ظرفیت مزرعه یا ۵۰ درصد اشباع ۶۰ تا ۷۰ درصد برای یک دوره چهارماهه بود. تجزیه بقایا شامل سه مرحله با سرعت

### منابع

1. Ali Ehyaei, M., and Behbahanizade, A.A. 1993. Methods of soil analysis. Soil and Water Research Institute. 1: 893. 6-98. (In Persian)
2. Austin, A.T., and Vivanco, L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature*. 442: 555-558.
3. Baldock, J.A. 2007. Composition and cycling of organic carbon in soil. *Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems*. Springer Berlin Heidelberg. Pp: 1-35.
4. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen total. P 595-624, In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical analysis*. American Society of Agronomy Inc. and Soil Science Society of American Inc. Madison, WI.
5. Das, S.K., Reddy, S.G., Sharma, K.L., Vittal, K.P.R., Venkateswarlu, B., Reddy, M.N., and Reddy, Y.V.R. 1993. Prediction of nitrogen availability in soil after crop residue incorporation. *Fertilizer research*. 34: 209-215.
6. Ford, D.J., Cookson, W.R., Adams, M.A., and Grierson, P.F. 2007. Role of drying in nitrogen mineralization and microbial community function in semiarid grasslands of north-west Australia. *Soil Biology and Biochemistry*. 39: 1557-1569.
7. Franzluebbers, A.J. 1999. Microbial activity in response to water-filled pore space of variably eroded southern Piedmont soils. *Applied Soil Ecology*. 11: 91-101.
8. Kieft, T., Soroker, E., and Firestone, M. 1987. Microbial biomass response to a rapid increase in water potential when dry soil is wetted. *Soil Biology and Biochemistry*. 19: 119-126.
9. Kumar, K., and Goh, K.M. 2000. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamic, crop yield, and nitrogen recovery. *Advances in Agronomy*. 68: 197-319.
10. Leiros, M.C., Trasar-Cepeda, C., Seoane, S., and Gil-Sotres, F. 1999. Dependence of mineralization of soil organic matter on temperature and moisture. *Soil Biology and Biochemistry*. 31: 327-335.
11. Linn, D.M., and Doran, J.W. 1984. Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 48: 1267-1272.
12. Lutzow, M.V., Kogel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Matzner, E., Guggenberger, G., Marschner, B., and Flessa, H. 2006. Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions: a review. *Europ. J. Soil Sci.* 57: 426-445.
13. Moorhead, D.L., Currie, W.S., Rastetter, E.B., Parton, W.J., and Harmon, M.E. 1999. Climate and litter quality controls on decomposition: An analysis of modeling approaches. *Global Biochemical Cycles*. 13: 2. 575-589.
14. Murungu, F.S., Chiduzza, 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. *Nutr Cycl Agroecosyst*. 89: 115-123.

15. Silveira, M.L., Reddy, K.R., and Comerford, N.B. 2011. Litter decomposition and soluble carbon, nitrogen, and phosphorus release in a forest ecosystem. *Open J. Soil Sci.* 1: 86-96.
16. Singh, Y., Singh, B., and Timsina, J. 2005. Crop residue management for nutrient cycling and improving soil productivity in rice-based cropping systems in the tropics. *Advances in Agronomy.* 85: 269-407.
17. Stanford, G., Frere, M.H., and Vanderpol, R.A. 1975. Effect of fluctuating temperature on soil nitrogen mineralisation. *Soil Science.* 119: 222-226.
18. Ogle, S.M., Jay, B.F., and Paustian, K. 2005. Agricultural management impacts on soil organic carbon storage under moist and dry climatic conditions of temperate and tropical regions. *Biogeochemistry.* 72: 87-121.
19. Olson, J.S. 1963. Energy storage and balance of producers and decomposition in ecological systems. *Ecology.* 44: 322-331.
20. Pal, D., and Broadbent, F.E. 1975. Influence of moisture on rice straw decomposition in soils. *Soil Science Society of America.* 39: 59-63.
21. Quemada, M., and Cabrera, M.L. 1997. Temperature and moisture effects on C and N mineralization from surface applied clover residue. *Plant and Soil.* 189: 127-137.
22. 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.
23. 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.
24. Zak, D.R., Holmes, W.E., MacDonald, N.W., and Pregtizer, K.S. 1999. Soil temperature, matric potential and the kinetics of microbial respiration and nitrogen mineralization. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 63: 575-584.
25. Zhang, D., Hui, D., Luo, Y., and Zhou, G. 2008. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *J. Plant Ecol.* 1: 2. 85-93.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(4), 2016*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **The effects of soil moisture levels on dynamics of organic carbon and nitrogen from alfalfa and barley residues**

**\*Z. Najafi<sup>1</sup>, A. Golchin<sup>2</sup> and S. Shafiei<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, University of Zanjan, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Soil Science,  
University of Zanjan, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Jiroft

Received: 07/19/2015; Accepted: 01/12/2016

### **Abstract**

**Background and Objectives:** The organic carbon and nitrogen contents of soils are controlled by the amounts of organic carbon and nitrogen input into soils and by the decomposition rates of organic carbon and nitrogen of plant residues. A combination of environmental and biological factors are involved in organic carbon and nitrogen mineralization. Microbes are agents responsible for litter degradation and abiotic factors such as temperature, soil type, bulk density, soil moisture and irrigation water quality influence organic carbon and nitrogen mineralization rates since microbial activities are affected by these factors. The rate of organic carbon and nitrogen mineralization is higher in warm and moist environments than in cold or dry sites. Due to the inverse relationship between soil moisture and aeration this experiment was performed to evaluate the effects of soil moisture levels on dynamics of organic carbon and nitrogen from alfalfa and barley residues.

**Materials and Methods:** This experiment was performed to evaluate the effects of soil moisture on organic carbon and nitrogen dynamics. For this purpose, a split – split plot experiment with three replications was conducted using litter bag method. Factors examined were types of plant residue (barley and alfalfa), soil moisture levels (10, 25, 50, 75 and 100% of saturation levels) and incubation periods (1, 2, 3 and 4 months). At the end of incubation periods, the litter bags were pulled of the pots and the weights of plant residues remained in bags were measured. The plant residues were also analyzed for organic carbon and nitrogen using dry combustion and kjeldahl methods respectively. Organic carbon and nitrogen losses were calculated by subtracting the remaining amounts of organic carbon and nitrogen in one incubation time interval from those of the latter incubation.

**Results:** The results showed that the amounts of organic carbon lost after 4 months were 12.05, 54.21, 70.59, 66.52 and 62.04% for alfalfa residue and 10.36, 48.37, 60.63, 59.38 and 55.29% for barley residue when the soil moisture levels were adjusted at 10, 25, 50, 75 and 100% of saturation percentage (sp) respectively. The corresponding amounts for organic nitrogen lost were also 20.54, 57.65, 70.44, 59.62 and 57.51% for alfalfa residue and 11.68, 56.05, 63.61, 52.27 and 47.58% for barley residue respectively.

**Conclusion:** The amounts of organic carbon and nitrogen lost in the first month of incubation were higher than the sum of those lost in the other months of incubation. The results also showed that soil moisture deficit is a stronger limiting factor for plant residue decomposition than aeration and in saturated soils a significant amount of plant residues is decomposed.

**Keywords:** Soil moisture, Organic carbon and nitrogen dynamic, Decomposition of plant residue, Alfalfa residue, Barley residue

---

\* Corresponding Author; Email: najafizahra9@gmail.com