Arshive of SID

تحقیقات آب و خاک ایران، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۵ (ص ۶۰۳-۵۹۳)

تاثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات اجزاء فیزیکی ماده آلی، میزان رس قابل انتشار و پایداری خاکدانه‌ها در برخی از اراضی استان خوزستان

سیروس جعفری[1*]، احمد گلچین[2] و احمد طولابی فرد[3]

۱. دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. استاد گروه علوم خاکشناسی دانشگاه زنجان

۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

(تاریخ دریافت: ۵/ ۴/ ۱۳۹۴- تاریخ تصویب: ۲۱/ ۱/ ۱۳۹۵)

چکیده

به منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر اجزاء فیزیکی ماده آلی خاک و برخی از فاکتورهای کیفی آن این پژوهش انجام شد. بدین منظور دو کاربری بکر و کشت شده(شامل کشت تناوبی و نیشکر) در استان خوزستان انتخاب و نمونه-های دست‌خورده و دست‌نخورده از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری در سه تکرار تهیه گردید. نیتروژن کل، کربن آلی، رس قابل انتشار، پایداری خاکدانه‌ها و اجزاء مختلف مواد آلی در هر عمق تعیین و نتایج به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی بررسی گردید. نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی از ۳/۶ گرم در کیلوگرم در بکر بترتیب به ۱۰/۵ و ۱۰/۷ در اراضی با کاربری نیشکر و تناوبی افزایش یافت. بیشترین مقدار شاخص پایداری خاکدانه‌ها در کاربری نیشکر و کمترین آن در اراضی بکر مشاهده شد. با تغییر کاربری اراضی، مقدار رس قابل انتشار از ۴۶٪ در اراضی بایر به ۳۴/۸ و ۴۰/۵٪ درنیشکری و تناوبی کاهش یافت. کربن آلی و نیتروژن کل در تمام اجزاء فیزیکی ماده آلی بر اثر تغییر کاربری از بکر به نیشکر و تناوبی افزایش یافت ولی جزء شن نسبت به دیگر اجزاء به تغییر کاربری اراضی حساس‌تر بوده و سریع‌تر واکنش نشان داد. همچنین در اثر تغییر کاربری، کربن آلی و نیتروژن در بخش شن ماده آلی در لایه سطحی اغلب مناطق غنی‌تر بود. با این وجود تغییر کاربری اراضی در درجه اول سبب افزایش میزان ماده آلی در جزء رس خاک، در مرتبه بعدی در جزء شن و به میزان اندک در جزء سیلت بود که احتمالا به وجود ترکیبات حلقوی و مقاوم به تجزیه میکروبی در این بخش از مواد آلی مربوط می‌گردد. نتایج نشان داد که در مناطقی که خاک بکر کیفیت بالایی ندارد اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی از طریق ایجاد امکان کشت و افزایش ماده آلی، باعث افزایش خاکدانه‌سازی و بهبود کیفیت خاک می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اجزای فیزیکی، پایداری خاکدانه، تغییر کاربری، رس قابل انتشار و ماده آلی

مقدمه

تغییرکاربری اراضی بیشتر به علت رشد روز افزون جمعیت، صورت گرفته و پیشرفت فن‌آوری و فرصت‌های اقتصادی سبب دخالت انسان درتغییرتعداد زیادی از اکوسیستم‌های طبیعی شده است. تغییرات شگرفی درکاربری زمین‌های خشک و نیمه خشک آسیا در قرن بیستم رخداده است. برای بررسی تاثیر این تغییرات، بررسی وضعیت کربن آلی خاک به ویژه در اجزاء مختلف امری ضروری می‌باشد.

مـواد آلی خاک از جمله شاخـص‌های برجسـته و بارز کیفیـت خاک بوده که به تغییر کاربری اراضی پاسخ می‌دهد. توزیع ماده آلی خاک در اجزاء با اندازه مختلف می‌تواند تغییرات ویژگی‌های مختلف شیمیایی، فیزیکی و حاصلخیزی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی را بهتر منعکس کند(Christensen, 2001). کاربری اراضی و کشت و کار بر کمیت و کیفیت ماده آلی در ذرات اولیه خاک اثرگذار است، اما اثرات مهم کاربری اراضی بر میزان کل ماده آلی و توزیع آن در ذرات با اندازه‌های مختلف خاک می‌باشد. جهت درک بهتر پویایی مواد آلی و شناخت مکانیزم‌های پایداری آن، می‌توان ماده آلی خاک را به مخازنی با سرعت‌های تجزیه متفاوت تقسیم کرد تا سهم این مخازن در تغذیه گیاه در کوتاه و دراز مدت مشخص شود. افزون بر این معلوم گردد کدامیک از اجزاء مواد آلی می‌تواند در نظارت و کنترل مدیریت‌های اعمال شده بر خاک نقش بیشتری داشته باشد. به طور کلی هدف از جزء به جزء کردن مواد آلی نیل به اهداف زیر است:

* نویسنده مسئول: siroosjafari@yahoo.com

www.SID.ir

Arshive of SID

الف) درک ترکیب شیمیایی مواد آلی و خواص اجزای تشکیل دهنده آن؛ ب) شناخت وظایف اجزاء؛ ج) پاسخ اجزای مختلف به مدیریت‌های مختلف زراعی؛ د) درک پویایی اجزاء و نقش آنها در تغذیه گیاه.

جزء به جزء کردن مواد آلی خاک شامل انواع مختلفی از روش‌های فیزیکی(بر اساس دانسیته یا اندازه ذرات تشکیل دهنده خاک) و روش‌های شیمیایی(بر اساس میزان انحلال در آب، اسید و باز، حلال‌ها و محلول‌های نمکی) است(Six *et al*., 2001). جزء به جزء کردن فیزیکی از روش‌های ویژه و منحصر بفردی است که برای مطالعه ساختار و عملکرد اجزای تشکیل دهنده ماده آلی خاک، از ذرات درشت بقایای گیاهی گرفته تا مواد هوموسی شده بسیار موثر و کاربردی است (Wagai *et al*., 2009). امروزه روش‌های شیمیایی به دلیل نادیده گرفتن نقش مواد معدنی در پویایی مواد آلی و مشخص نبودن وظایف اجزا، کمتر مورد استفاده قرار گرفته و روش‌های تفکیک فیزیکی به طور روز افزونی مورد استقبال قرار گرفته‌اند(Olk and Gregorich, 2006).

در روش‌های تفکیک فیزیکی، تغییرات شیمیایی ماده آلی به حداقل رسیده و نقش مواد معدنی در پویایی مواد آلی در نظر گرفته می‌شود. افزون بر این، نقش هرکدام از اجزا مشخص شده و اجزایی که به مدیریت مورد نظر پاسخ می‌دهند، نیز مشخص می‌گردد. بنابراین می‌توان کیفیت خاکی را که تحت تأثیر مدیریت زراعی اعمال شده می‌باشد، پایش کرد (Christensen, 2001). تفکیک فیزیکی، اهمیت ریزمکان‌های قرارگیری ماده آلی را نیز تعیین می‌نماید. همچنین مشخص می‌کند که آیا این مواد به وسیله پیوندهای شیمیایی با سطح ذرات معدنی در ارتباطند(Randall*et al*., 1995) یا این‌که در توده‌ای از ذرات خاک قرار گرفته‌اند که در برابر فعالیت میکروبی به شکل یک مانع فیزیکی عمل می‌نمایند. بدین ترتیب بر روی سرعت تجزیه و تغییر و تبدیل آن تأثیر می‌گذارند(Baldock and Skjemstad, 2000).

ماده آلی در جزء شن، ترکیب شیمیایی مشابه با بقایای گیاهی تازه یا نیمه تجزیه شده دارد ولی جزء سیلت، بیشتر شامل ترکیبات حلقوی و مقاوم به تجزیه میکروبی می‌باشد. مقاومت مواد آلی موجود در جزء سیلت بیشتر از جزء رس و مقاومت مواد آلی موجود در جزء رس نیز بیشتر از جزء شن می‌باشد. در صورتی که پراکنش کامل ذرات صورت گیرد، بیشترین میزان کربن در جزء رس حاصل می‌شود. با کاهش اندازه ذرات، نسبت C/N کاهش یافته و مواد آلی در بخش شن و سیلت دارای C/N بالاتری نسبت به کل خاک می‌باشد. بنابراین ماده آلی در بخش رس دارای C/N پایین‌تری نسبت به کل خاک می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که جزء رس مواد آلی از نیتروژن غنی بوده و ترکیبات نیتروژنه، بیشتر در آن‌ها تجمع می‌یابد(Golchin and Malakouti,1999).

در مطالعه‌ای که توسط Bronick and Lal (2005) برای بررسی تأثیر کود حیوانی و تناوب زراعی بر اجزای فیزیکی ماده آلی خاک صورت گرفت، مشخص شد که درصد کربن جزء رس ماده آلی در خاکی که کود مرغی دریافت کرده بود بیشتر از درصد کربن جزء سیلت و شن بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کشت و کار موجب کاهش غلظت کربن آلی شده، لیکن شخم حفاظتی، تناوب و کود حیوانی موجب افزایش غلظت کربن در خاک گردیده است. نسبت کربن به نیتروژن خاک‌های بکر در مقایسه با خاک‌های کشت شده با تناوب زراعی گندم-آیش تقریباً ۳ برابر بیشتر می‌باشد(Golchin *et al*., 1995).

جزء سبک ماده آلی(جزء شن) به تغییر مدیریت کشاورزی بسیار حساس است. اگر چه مقدار کربن آلی و نیتروژن کل شاخص‌های مناسبی جهت ارزیابی سیستم‌های مدیریت اراضی می‌باشند، اما کربن و نیتروژن آلی ذره‌ای و فعال از لحاظ بیولوژیکی، بیشتر به تغییرات مدیریت خاک حساس بوده و شاخص‌های مناسب‌تری می‌باشند (Franzluebbers *et al*., 2000).

ارزیابی ساختمان خاک معمولا بر اساس پایداری خاکدانه‌ها بیان می‌شود(Bronick and Lal, 2005). پوشش گیاهی، ساختمان خاک را به خاطر توزیع مواد آلی از طریق لاشبرگ و برگشت ریشه گیاهان و ترشحات ریشه تحت تأثیر قرار می‌دهد.

Carpenter and Chong(2010) ،Fattet *et al*., (2011)، Khazaei *et al*., (2008)و Tajik (2004) نشان دادند که افزایش پوشش گیاهی و کربن آلی خاک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده پایداری خاکدانه در خاک می‌باشد. Liu *et al* (2005)نشان دادند که ایجاد پوشش گیاهی سبز در خاک، میانگین قطر خاکدانه‌ها یا MWD و کربن آلی کل(OC) را افزایش می‌دهد. Onweremadu *et al*., (2010) نشان دادند که کاتیون‌های چندظرفیتی رابطه معنی‌داری با خاکدانه‌های کوچک داشتند، در حالی که OC یک فاکتور اصلی در تشکیل خاکدانه‌های درشت بود.

کاربری اراضی و مدیریت نیز خاکدانه‌سازی خاک و پایداری خاکدانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد(Emadodin *et al*., 2009). در مقیاس محلی، به علت خصوصیات مینرالوژیکی یکسان و یکنواخت، کاربری اراضی، عامل مهم تعیین‌کننده در

www.SID.ir

Arshive of SID

مقدار ماده آلی خاک و خاکدانه‌سازی می‌باشد (Barthès *et al*, 2008). تغییر کاربری اراضی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و بنابراین کیفیت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hajabbasi and Fallahzade, 2010). Shrestha *et al* (2007) نشان دادند که کاربری اراضی و عملیات مدیریتی اثر شدیدی بر خصوصیات خاک بخصوص خاکدانه‌سازی دارد.

تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به کشاورزی بخصوص در رژیم‌های معتدل و گرمسیری منجر به اثر منفی در کیفیت خاک می‌شود. با این وجود، اطلاعات در این زمینه برای خاک‌های بیابانی و زمین‌های کشاورزی کم‌بازده و حاشیه‌ای محدود می‌باشد (Hajabbasi and Fallahzade, 2010). پایداری خاکدانه‌ها در اکوسیستم‌های کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از شاخص‌های مهم کیفی خاک بوده که می‌تواند منجر به بهبود بسیاری از خصوصیات زراعی از جمله نفوذپذیری سطحی، کاهش سله سطحی، کاهش فرسایش آبی به ویژه فرسایش پاشمانی، کاهش فرسایش بادی و غیره گردد.(2013) Ghorbani *et al.*, در مطالعه خاکهای خوزستان نشان دادند که بین ویژگی‌های مؤثر بر MWD، بیشترین نقش را ماده آلی داشت. به طوری که میزان MWD در اراضی بکر، کشت تناوبی و نیشکر با افزایش ماده آلی در این کاربری‌ها به ترتیب ۰/۶۷ و ۱/۲ و ۱/۴ در بخش‌های شمالی استان تغییر یافته بود.

لذا، در این پژوهش تأثیرکشت و کار و نوع کاربری اراضی بر اجزای فیزیکی ماده آلی خاک و همچنین تعیین حساس‌ترین جزء فیزیکی ماده آلی به تغییرکاربری اراضی، مورد بررسی قرارگرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کشت و کار و نوع کاربری اراضی بر اجزای فیزیکی ماده آلی خاک، دو کاربری بکر(اراضی بایر که به دلیل شوری یا سطح بالای آب زیرزمینی به حال خود رها شده‌اند) وکشت شده(شامل کشت تناوبی و سیستم تک کشتی نیشکر با سابقه حدود ۴۵ سال) در منطقه کشت و صنعت کارون(دیمچه) در استان خوزستان برای مطالعه انتخاب شد. این منطقه در یک دشت آبرفتی قدیمی بین رودخانه‌های شاور و دز و در ۱۰۰ کیلومتری شمال شهر اهواز واقع شده است(´۲۱ °۴۸ طول شرقی و´۵۴ °۳۲ عرض شمالی). ارتفاع از سطح دریا ۸۲ متر می‌باشد. در هر کدام از این کاربری‌ها، سه خاکرخ حفر و نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری تهیه و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. انتخاب دو عمق به دلیل ریشه عمیق گیاه نیشکر و بررسی اثرات آن بر تغییرات مواد آلی و سایر ویژگی‌های مورد مطالعه بود.

در این نمونه‌ها، کربن آلی خاک به روش اکسایش تر(Walkley and Black, 1934) و نیتروژن کل به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Gallaher *et al.*, 1976). در تعیین رس قابل انتشار، ابتدا سوسپانسیون ۱:۱۰ خاک و آب مقطر تهیه و بهم زده شد و پس از گذشت یک ساعت، میزان رس قابل انتشار آن به وسیله هیدرومتر تعیین و به صورت نسبتی از کل رس خاک بیان گردید (Rasmussen and Collins, 1991).

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با استفاده از روش غربال مرطوب و با استفاده از نمونه‌های دست‌نخورده و طبق رابطه (۱) تعیین شد(Marquez *et al.*, 2004):

$$MWD = \sum x_i \, w_i \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن: *MWD*: میانگین وزنی قطر ذرات بر حسب میلی‌متر، x_i: میانگین قطر خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک بر حسب میلی‌متر و w_i: وزن خشک خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل خاک می‌باشد.

جزء به جزء کردن خاک به اجزای سازنده نیز در ۴ مرحله به صورت زیر انجام شد:

در مرحله اول درصد وزنی اجزای سازنده خاک به روش هیدرومتر تعیین شد. در مرحله دوم، همان خاک توسط دستگاه اولتراسوند به سه جزء اصلی شن، سیلت و رس تفکیک شد. ابتدا جزء شن با عبور از الک ۰/۰۵ میلی‌متری از سایر اجزا تفکیک گردید. سپس مابقی اجزاء به درون استوانه مدرج یک لیتری منتقل شده و درصد سیلت و رس به وسیله هیدرومترتعیین گردید.در مرحله سوم مقدار رس حاصل از مراحل ۱ و ۲ مقایسه گردید تا مدت زمان مناسب برای اولتراسوند کردن خاک به دست آید.در صورت برابر نبودن مقدار رس به دست آمده از این دو روش، مدت زمان اولتراسوند برای آن خاک تغییر یافت.

در مرحله چهارم اولتراسوند مواد آلی درشت و جزء شن جدا گردید. ذرات رس و سلیت عبور داده از الک به استوانه مدرج یک لیتری منتقل و به حجم رسانده شدند. باتوجه به قانون استوکس از روش رسوب و سیفون(Bronick and Lal, 2005) برای جداسازی ذرات رس از سلیت استفاده گردید.

اجزای حاصل شامل مواد آلی درشت، شن و سیلت در آون ۵۵ درجه سلسیوس خشک شدند. ذرات رس نیز به روش انجماد خشک گردید(Caravaca *et al.*, 2001). پس از خشک شدن کامـل ذرات، مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت C/N، برای هر جزء خاک اندازه‌گیری و محاسبه شد.

www.SID.ir

Arshive of SID

تجزیه و تحلیل داده‌ها بـا اسـتفاده از طرح کاملا تصادفی و از طریق نرم افزارSPSS انـجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۱ و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف در جدول(۱) ارائه شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر کاربری اراضی بر برخی از شاخص‌های فیزیکوشیمیایی خاک در اعماق مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		MWD (mm)	DC (%)	OC gr/kg	C/N
کاربری اراضی	۲	۷/۲۲۶**	۱۸۷/۰۵۵**	۹۶/۰۲۳**	۰/۴۰۴^{ns}
عمق	۱	۰/۳۵۸**	۶۴/۲۲**	۳/۹۹۵**	۰/۷۶*
کاربری × عمق	۲	۰/۱۹۳**	۲/۷۲^{ns}	۰/۵۰۶**	۰/۰۶^{ns}
ضریب تغییرات (٪)		۹/۰۱۹	۴/۴۳۸	۲/۵۰۵	۳/۰۳۳

**،*به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns عدم اختلاف معنی‌دار. MWD= میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها؛ DC= رس قابل انتشار؛ OC= کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر نوع کاربری، عمق و اثر متقابل کاربری و عمق بر مقدار کربن آلی خاک در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است (جدول ۱). تحلیل آماری مشخص نمود که تغییر کاربری اراضی و انجـام عملیـات کشـاورزی در اراضی بایر باعث افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک در تمام اعماق مورد مطالعه گردیـده است. مقدار کربن آلی خـاک از ۳/۵۷ گرم برکیلوگرم در عمـق ۳۰cm-۰ اراضی بکر به ۱۰/۵گرم برکیلوگرم برای اراضی با کاربری نیشکر و ۱۰/۶۵ گرم برکیلوگرم برای اراضی با کاربری کشت تناوبی افزایش یافته است. اثر عمق بر کربـن آلی خاک نیز معنـی‌دار بـوده و با افزایش عمق، مقدار کربن آلی خاک در تمام کاربری‌ها، کاهش یافته است(جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک در انواع کاربری‌ها و اعماق مورد مطالعه

نوع کاربری	عمق (cm)	MWD (mm)	OC gr/kg
بکر	۰-۳۰	۰/۳۸^{d}	۳/۵۷^{d}
	۳۰-۶۰	۰/۴۲^{dc}	۲/۸۰^{e}
نیشکر	۰-۳۰	۲/۷۰^{a}	۱۰/۵^{a}
	۳۰-۶۰	۲/۰۰^{b}	۱۰/۱^{b}
تناوبی	۰-۳۰	۰/۵۸^{c}	۱۰/۶۵^{a}
	۳۰-۶۰	۰/۳۵^{d}	۹/۰۸^{c}

میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

بـه عقیـده Tan and Lal (2005)هنگام تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم‌های زراعی، اغلب هدر رفت کربن آلی خاک رخ می‌دهد. این محققین دلیل این هدر رفت را کاهش ورود ماده آلی به خاک، کاهش حفاظت فیزیکی کربن آلی خاک بر اثر عملیات شخم‌زنی، تغییر رژیم رطوبتی و حرارتی خاک، افزایش سرعت تجزیه و فرسایش خاک بیان کرده‌اند. با این وجود این پژوهش نشان داد که در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل فقر ماده آلی در خاک‌های بکر، کشت و کار به همراه آبیاری می‌تواند سبب افزایش مقدار ماده آلی خاک شود.

اثر نوع کاربری اراضی، عمق و اثر متقابل عمق و کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه، در سطح یک درصد معنی‌دار می-باشد (جدول ۱). کشت و کار در اراضی تحت کشت نیشکر سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری (به ترتیب معادل ۸۶ و ۷۹ درصد) و در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری اراضی تحت کشت تناوبی گردیده است. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری اراضی تحت کشت نیشکر به صورت تقریبی ۷/۲ و ۴/۷۶ برابر آن در اراضی بکر و در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری اراضی تحت کشت تناوبی ۱/۵۷ برابر آن در اراضی بکر می‌باشد(جدول ۲). دلیل این امر را می‌توان به افزایش مقدار ماده آلی خاک در اثر کشت و کار و تاثیر مثبت آن بر تشکیل ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها نسبت داد. مواد آلی با اتصال ذرات تشکیل دهنده خاک به یکدیگر در تشکیل خاکدانه‌ها نقشی اساسی ایفا می‌کنند. مواد آلی ذره‌ای می‌تواند به‌عنوان هسته مرکزی ساختمان خاکدانه‌های درشت ایفای نقش نماید. بدین صورت که ذرات تشکیل دهنده خاک را به خود جذب نموده و آنها را

www.SID.ir

Arshive of SID

در کنار هم نگه دارند(Golchin *et al.*, 1995). خاکدانه‌های درشت حاوی مقادیر بالایی مواد آلی ذره‌ای با چگالی کم بوده که بلافاصله بعد از تجزیه توسط ریزجانداران و تبدیل شدن به قطعات کوچکتر خاکدانه‌های کوچک را بوجود می‌آورند. حاصل تجزیه هسته خاکدانه‌های کوچک، تولید پلی‌ساکاریدهایی است که به عنوان پل اتصالی ذرات خاک عمل می‌کنند(Bronick and Lal, 2005). ریشه گیاه نیشکر تا عمق زیادی در خاک نفوذ می‌کند لذا ماده آلی تا عمق زیادی به خاک اضافه می‌شود، به همین دلیل تاثیر آن در افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها تا عمق زیاد دیده می‌شود.

بقایای گیاهی تازه غنی از کربن، در تشکیل و پایداری خاکدانه‌های درشت نقش دارند. حال آنکه کربن آلی قدیمی‌تر و تجزیه شده (هوموس) با خاکدانه‌های ریز ترکیب شده و در تشکیل خاکدانه‌های ریز نقشی مهم ایفا می‌کند(John *et al* 2005). Chaney and Swift (1986) با بررسی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در ۲۶ نمونه خاک مشاهده کردند که بین این ویژگی و مقدار ماده آلی همبستگی خطی وجود دارد که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک در انواع کاربری‌ها و اعماق مورد مطالعه

تیمار	سطوح تیمار	DC (%)	C/N
کاربری اراضی	بکر	۴۶/۰۰^{a}	۱۱/۱۰^{ab}
	نیشکر	۳۴/۸۳^{c}	۱۱/۴۰^{a}
	تناوبی	۴۰/۵۰^{b}	۱۰/۸۸^{b}
عمق	۰-۳۰	۳۸/۵۵^{b}	۱۱/۳۳^{a}
	۳۰-۶۰	۴۲/۳۳^{a}	۱۰/۹۲^{b}

میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتایج تحلیل آماری نشـان داد که اثر نوع کاربری اراضی و عمق خاک بر میزان رس قابل انتشار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده اما اثر متقابل این دو فاکتور بر میزان رس قابل انتشار معنی‌دار نمی‌باشد(جدول ۱). با انجام مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که مقدار رس قابل انتشار در اراضی بکر نسبت به اراضی با کاربری نیشکر و تناوبی به طور معنی‌داری بیشتر است. همچنین افزایش عمق باعث افزایش معنی‌دار مقدار رس قابل انتشار در خاک شده است(جدول ۳). به نظر می‌رسد به زیر کشت بردن اراضی بایر، میزان رس قابل انتشار را به طور معنی‌داری کاهش داده است بطوری که مقدار آن در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر اراضی بایر از ۴۶ به ۳۴/۸۳ درصد در کشت نیشکر و ۴۰/۵۰ درصد در کاربری کشت تناوبی کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان به افزایش مقدار ماده آلی خاک در اثر کشت و کار و تشکیل ساختمان خاک نسبت داد. بررسی پایداری خاکدانه‌ها نیز این نتایج را تایید می‌کند. Minhas and Sharma (1986) دریافتند که یون کلسیم حاصل از انحلال کربنات کلسیم در اثر تجزیه ماده آلی خاک باعث کاهش پراکنش رس‌ها می‌شود که با توجه به میزان زیاد کربنات کلسیم در این اراضی(بالای ۴۰ درصد، نتایج ارائه نشده) این نتیجه نیز محتمل است.Miller and Jastrow (1990) نقش بخش سبک ماده آلی (کربن آلی آزاد یا محبوس در خاکدانه‌ها) در تشکیل و پایداری ساختمان خاک، به ویژه خاکدانه‌های بزرگ (>۲۵۰µm) را با اهمیت توصیف کرده و معتقدند که مواد آلی غیرپوسیده درون خاکدانه‌ای(POM)، عامل بسیار مهمی در پیوند خاکدانه‌های کوچک به یکدیگر و تبدیل آنها به خاکدانه‌های بزرگتر است.

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که اثر عمق در سطح یک درصد بر نسبت کربن به نیتروژن خاک معنی‌دار می‌باشد اما کاربری اراضی و اثر متقابل عمق و کاربری اراضی بر نسبت C/N تاثیر معنی‌داری ندارد(جدول ۱). بیشترین میزان C/N خاک در اراضی با کشت نیشکر مشاهده گردید اما این میزان با C/N موجود در اراضی بکر اختلاف قابل توجهی نداشت. اراضی با کشت تناوبی دارای کمترین میزان **C/N** می باشدکه به طور معنی‌داری نسبت به دوکاربری دیگر کمتر است. همچنین در اثر افزایش عمق، مقدار**C/N** خاک به طور معنی‌داری نسبت به سطح خاک کاهش یافته است(جدول ۳). در همه‌ی کاربری‌ها، نسبت C/N در سطح بیش از عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر است. این نتیجه ممکن است به دلیل افزایش بیشترکربن خام به این ضخامت از خاک مربوط گردد که از نسبت **C/N** زیادتری برخوردار است. بیشترین نسبت کربن به نیتروژن در سطح و زیرسطح، به اراضی بکر و کمترین آن در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به اراضی تحت کشت نیشکر و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری به اراضی با کشت تناوبی مربوط بود. مصرف کودهای نیتروژن‌دار در اراضی تحت کشت، منجر به کاهش این نسبت می‌گردد. Caravaca *et al.*, (2002) نیز مشاهده کردند نسبت C/N در خاک‌های کشت شده خیلی کوچک‌تر (با میانگین ۱۲/۱) از این نسبت در خاک‌های کشت نشده(با میانگین ۱۵/۹) بود. به عقیده این محققین بالاتر بودن این نسبت در خاک کشت شده می‌تواند به دلیل ورود مواد نسبتاً تازه با منبع گیاهی یا میکروبی به

www.SID.ir

Arshive of SID

خاک باشد. Moscatelli *et al.*, (2007) نشان داد که در سه کاربری جنگل (جنگل مخروط‌داران و جنگل پهن برگ)، مرتع (مرتع قرق شده با پوشش یونجه و علفزار تحت چرا) و زراعی (زراعی با مدیریت روش‌های سنتی و زراعی با مدیریت کشاورزی ارگانیک) کمترین مقدار C/N مربوط به خاک زراعی با مدیریت کشاورزی ارگانیک(۴/۲) و بیشترین مقدار آن مربوط به جنگل مخروط‌داران(۱۲/۵) می‌باشد.

نتایج تحلیل آماری اثر نوع کاربری و عمق بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی اجزاء مختلف مواد آلی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر تغییر کاربری بر مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت C/N در اجزای فیزیکی ماده آلی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کربن آلی	نیتروژن کل	C/N ماده آلی
کاربری اراضی	۲	۱۴۰/۱۱۳***	۱/۱۵۳***	۷/۵۲^{ns}
عمق	۱	۷۸/۲۴***	۰/۳۲۵***	۱۲/۷۱^{ns}
اجزای ماده آلی	۲	۱۵۴/۳۷۹***	۱/۴۹۳***	۱۱۷/۴۲***
کاربری × عمق	۲	۷/۴۱۱**	۰/۰۳۳**	۰/۵۰^{ns}
کاربری× اجزای ماده آلی	۴	۱۶/۴۴۳***	۰/۲۰۵***	۱/۵۴^{ns}
عمق × اجزای ماده آلی	۲	۷/۹۵۷***	۰/۰۱۲^{ns}	۷/۴۳^{ns}
کاربری ×عمق× اجزای ماده آلی	۴	۱/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۶۹^{ns}
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۸۴۲	۱۵/۴۵۴	۱۷/۲۰۹

**،*به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns عدم اختلاف معنی‌دار

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل کاربری اراضی در اجزای فیزیکی ماده آلی تأثیر معنی‌داری بر نسبت C/N خاک ندارد(جدول ۴). نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که مقادیر کربن آلی در اراضی تحت کشت، نسبت به اراضی بکر به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. همچنین افزایش عمق، منجر به کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک شده است. مطابق این جدول، در جزء شن، مقدار کربن آلی، با میانگین ۹/۲ گرم بر کیلوگرم، به طور معنی‌داری از سایر اجزا بیشتر است. اما تأثیر اجزای ماده آلی بر غلظت این عنصر برای جزء شن بسیار بیشتر از سایر اجزا می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که ذرات درشت مواد آلی نسبت به دیگر اجزاء از حساسیت بیشتری نسبت به تغییر کاربری اراضی برخوردار است(جدول ۵).

نتایج تحلیل آماری نشان داد که اثر متقابل کاربری اراضی بر اجزای ماده آلی، در اعماق مختلف، تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن کل خاک نداشته است(جدول ۴). با انجام کشت و کار در زمین، مقدار نیتروژن کل افزایش یافته است به طوری که بیشترین میزان نیتروژن کل در اراضی نیشکری مشاهده گردیدکه به طور معنی‌داری نسبت به دو کاربری دیگر بیشتر است. با افزایش عمق، مقدار نیتروژن کل کاهش می‌یابد. همچنین در بین اجزای مختلف ماده آلی بیشترین مقدار نیتروژن کل در جزء رس به دست آمد. مقدار نیتروژن موجود در جزء رس ماده آلی با میانگین ۰/۸۶۸ گرم بر کیلوگرم به طور معنی‌داری نسبت به سایر اجزا بیشتر است (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین تغییر کاربری اراضی و عمق بر مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت C/N در اجزای فیزیکی ماده آلی

تیمار	سطوح تیمار	کربن آلی (g/kg)	نیتروژن کل (g/kg)	C/N ماده آلی
کاربری اراضی	بکر	۳/۹۵^{c}	۰/۲۲^{c}	۱۲/۲۶^{a}
	نیشکر	۹/۵۱۱^{a}	۰/۸۱^{a}	۱۲/۰۸^{a}
	تناوبی	۷/۱۲۸^{b}	۰/۶۸^{b}	۱۱/۰۶^{a}
عمق	۰-۳۰	۸/۰۶۷^{a}	۰/۶۸^{a}	۱۲/۲۸ ^{a}
	۳۰-۶۰	۵/۶۶^{b}	۰/۵۳ ^{b}	۱۱/۳۱ ^{a}
اجزای ماده آلی	شن	۹/۲۲^{a}	۰/۶۵^{b}	۱۴/۲۱ ^{a}
	سیلت	۳/۵۸^{c}	۰/۲۹۸^{c}	۱۲/۰۵^{b}
	رس	۷/۷۹^{b}	۰/۸۶۸^{a}	۹/۱۳ ^{c}

میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

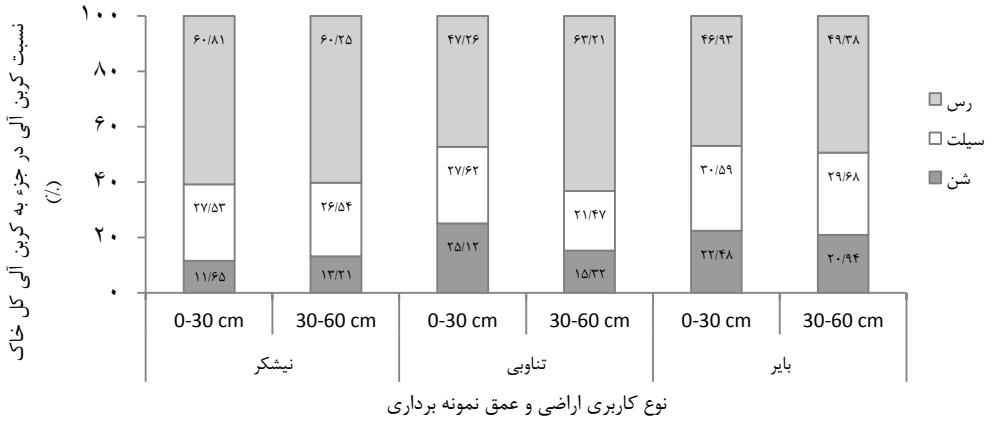
www.SID.ir

Arshive of SID

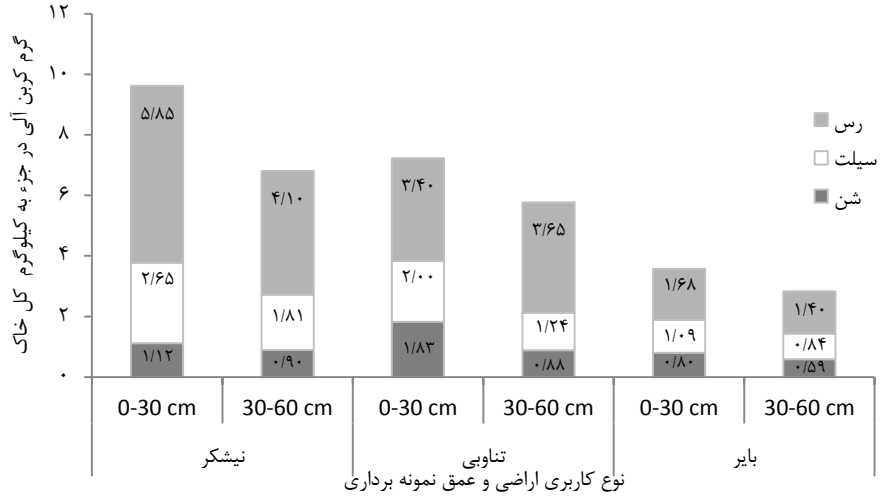
تغییر کاربری اراضی از بایر به زراعی باعث افزایش مقدار کربن آلی و نیتروژن کل در اجزاء ماده آلی شده و مقدار مطلق آنها را افزایش داده است (اشکال ۱ و ۴).

بررسی اثر تغییر کاربری و عمق بر میزان کربن آلی اجزاء فیزیکی ماده آلی به کربن کل خاک نشان داد که در هر سه نوع کاربری در سطح و در عمق خاک، بیشترین مقدار ماده آلی در جزء رس و کمترین مقدار آن در جزء شن متمرکز بود. بیشترین مقدار کربن آلی جزء رس در سطح و عمق خاک در کشت نیشکر حدود ۶۰ درصد، در کشت تناوبی بترتیب ۴۷ و ۶۳ درصد و در اراضی بایر بترتیب ۴۶ و ۴۹ درصد بود (شکل ۱). این نتایج حاکی از آن است که طی فرایند تجزیه میکروبی، بقایای گیاهی تازه و نیمه تازه که دارای قسمت‌هایی هستند که جزء شن ماده آلی خاک را تشکیل می‌دهند، به آسانی تجزیه شده و مقداری از کربن آن‌ها به صورت گاز دی اکسید کربن متصاعد شده است. مقداری نیز به زیست توده و ترکیبات زیست توده موجودات زنده تبدیل شده و به سطح رس‌ها چسبیده و نسبت به تجزیه میکروبی مقاوم شده است.

اولین جزء ماده آلی خاک که به واسطه عملیات خاکورزی از بین رفته، جزء فعال یا درشت(شن) ماده آلی است. پس از تجزیه این جزء، مواد آلی باقیمانده در خاک(جزء غیرفعال) از پایداری بیشتری در برابر تجزیه برخوردار است. این بخش به طور معمول توسط خاکدانه‌های کوچکتر از ۲۵۰ میکرون در مقابل حملات میکروبی محافظت می‌گردد. تجمع ماده آلی اضافه شده به خاک در بخش رس می‌تواند به تجزیه سریع ماده آلی به دلیل خشکی و دمای زیاد خاک مربوط باشد. در این مطالعه کربن در بخش رس در ترکیب با اجزاء معدنی به شکل پایداری درآمده است. بنابراین بخش عمده مواد آلی موجود در جزء رس خاکهای کشاورزی در برابر تجزیه مقاوم بوده و از سرعت تجزیه خیلی پایینی برخوردار است(Jastrow and Miller, 1997).



شکل ۱. تاثیر نوع کاربری اراضی و عمق نمونه برداری بر نسبت کربن آلی اجزاء فیزیکی ماده آلی به کل کربن خاک.

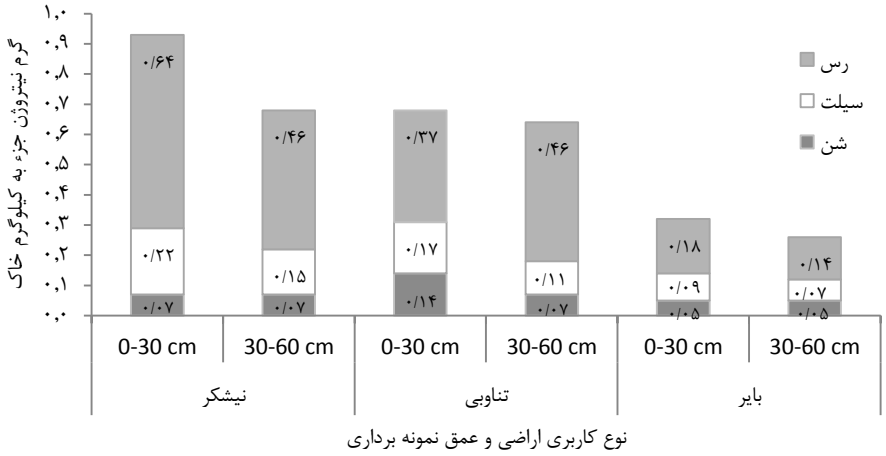


شکل ۲. تاثیر نوع کاربری اراضی و عمق خاک بر میزان کربن آلی خاک در اجزای فیزیکی ماده آلی

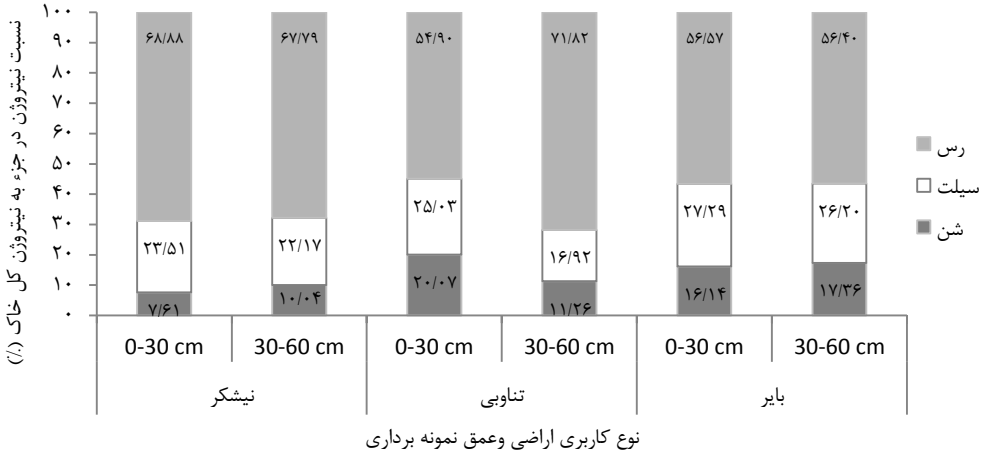
www.SID.ir

Arshive of SID

شکل (۲) نشان می‌دهد که اراضی تحت کشت نیشکر و تناوبی دارای کربن آلی بیشتری نسبت به اراضی بایر می‌باشند. بیشترین میزان کربن آلی در اراضی دارای کشت نیشکر مشاهده گردید. همچنین این شکل نشان می‌دهد که مقادیر ماده آلی در جزء سیلت در اثر کشت و کار افزایش کمتری نسبت به میزان رس و شن داشت. بطوری‌که دامنه تغییرات آن در سطح و عمق از ۱۰ درصد تجاوز نمی‌کند(از ۲۱/۵ تا ۳۰/۵ درصد). این امر به این دلیل است که قسمت‌های سخت گیاهی مانند لیگنین و سوبرین که به تجزیه میکروبی مقاوم می‌باشند به فرم ذره‌ای باقیمانده و در جزء سیلت متمرکز می‌گردند. بنابراین برعکس جزء شن که بطور پیوسته کربن و نیتروژن خود را در اثر کشت و کار از دست می‌دهد اجزا سیلت و رس به ترتیب قسمت‌های بقایای گیاهی و متابولیسم میکروبی حاصل از تجزیه جزء شن را دریافت می‌کنند. به همین دلیل سهم آنها از کربن آلی و نیتروژن کل خاک ممکن است افزایش یابد. به عقیده Christensen (1992) کربن آلی در بخش شن، سیلت درشت (CS)، رس ریز (FC) خیلی سریع‌تر از بخش سیلت ریز و رس درشت (CC) به عملیات مدیریتی پاسخ می‌دهد. کربن آلی می‌تواند بین ذرات با اندازه‌های مختلف انتقال یابد(Schulten and Leinweber, 2000). توزیع کربن در بخش‌های مختلف از نظر اندازه، می‌تواند تحت تأثیر عملیات کشاورزی(Dalal and Mayer, 1986) و عملیات کوددهی(Wu *et al.*, 2005) قرار گیرد. تجمع ماده آلی در خاک با به زیرکشت بردن اراضی بایر، سبب تجمع مقادیر زیاد نیتروژن در خاک شد(شکل ۳). ماده آلی را مخزن نیتروژن خاک می‌دانند. در لایه سطحی خاک، بیشترین میزان نیتروژن در جزء رس ماده آلی مشاهده گردید که در اراضی با کاربری نیشکر و به میزان ۰/۶۴ گرم در کیلوگرم خاک بود ولی در لایه ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در اراضی با کاربری نیشکر و تناوبی به ۰/۴۶گرم در کیلوگرم خاک تغییر یافت (شکل ۳).



شکل۳. تاثیر نوع کاربری اراضی و عمق خاک بر میزان نیتروژن خاک در اجزای فیزیکی ماده آلی



شکل۴. تاثیر نوع کاربری اراضی و عمق خاک بر مقدار نیتروژن اجزاء فیزیکی ماده آلی بصورت درصدی از نیتروژن کل خاک

www.SID.ir

Arshive of SID

بررسی میزان نیتروژن در اجزای فیزیکی ماده آلی نسبت به نیتروژن کل در لایه‌های مختلف خاک در کاربری‌های مختلف اراضی نشان داد که بیشترین افزایش میزان این عنصر در لایه سطحی خاک و در جزء فیزیکی شن در اراضی تحت کشت نیشکر بود، به طوری که میزان این افزایش نسبت به اراضی بکر ۱۱۲درصد، برای جزء سیلت ۳۷/۴ درصد و برای جزء رس ۱۴۵ درصد است(شکل ۴). این موضوع نشان می‌دهد که کشت نیشکر و محصولات تناوبی در اراضی بکر، بیشتر خاک سطحی را تحت تأثیر قرار داده و با وارد نمودن مواد آلی به صورت بقایای محصولات کشاورزی(بخصوص ریشه‌ها و ساقه‌های نیشکر) باعث افزایش میزان غلظت کربن آلی و در نتیجه نیتروژن کل می‌گردد. در این میان ذرات درشت مواد آلی که جزء شن را شامل می‌شوند، به جهت آنکه در مراحل اولیه تجزیه قرار داشته و از نسبت C/N بالاتری نیز به دلیل تازگی برخوردارند، سبب افزایش غلظت کربن آلی و نیتروژن کل در جزء فیزیکی شن می‌گردد. بر این اساس بیشترین تغییرات در نسبت C/N نیز مربوط به جزء فیزیکی شن و در لایه سطحی خاک می‌باشد که به طور معنی‌داری نسبت به سایر کاربری‌ها افزایش یافته است.

اگرچه کربن و نیتروژن آلی کل در تعیین اثر طولانی مدت سیستم‌های مدیریت مناسب اراضی مهم هستند، ولی مشخص شده است کربن و نیتروژن آلی ذره‌ای و ذخائر کربن و نیتروژن فعال از لحاظ بیولوژیکی به طور مساوی و گاهی اوقات بیشتر به تغییرات مدیریت خاک حساس بوده و شاخص‌های مناسبی برای تعیین کیفیت خاک می‌باشند (Franzluebbers *et al.*, 2000).

بررسی تغییرات غلظت کربن آلی و نیتروژن کل در اجزای فیزیکی ماده آلی در لایه‌های مختلف خاک در کاربری‌های مختلف اراضی نشان داد که بیشترین افزایش غلظت این دو عنصر در لایه سطحی خاک و در جزء فیزیکی شن در اراضی تحت کشت نیشکر بود، به طوری که میزان این افزایش برای غلظت کربن آلی و نیتروژن کل نسبت به اراضی بکر به ترتیب ۱۱۹ و ۱۱۲ درصد می‌باشد. میزان این افزایش برای جزء سیلت به ترتیب ۳۰/۸ و ۳۷/۴ درصد و برای جزء رس به ترتیب ۱۴۰ و ۱۴۵ درصد است.

Tan *et al.*, (2007) مشاهده نمودند نسبت C/N بخش سنگین (با میانگین ۸/۸) کمتر از مقدار این نسبت در بخش سبک (با میانگین ۲۲/۱) بود. اما نسبت C/N بخش سبک با تیمار کاربری اراضی و عمق تغییرات بیشتری را نشان داد که بیانگر حساسیت این بخش به تغییرات مدیریت خاک است.

افزایش غلظت کربن آلی و نیتروژن کل در جزء شن در اثر تغییر کاربری بسیار شدیدتر از سایر اجزاء ماده آلی خاک است. مقدار این افزایش در لایه سطحی نسبت به لایه زیرین کمتر است. این نتایج نشان می‌دهد که جزء شن از جمله اجزاء حساس به تغییر کاربری اراضی بوده و از آن می‌توان به عنوان معیاری برای پایش مدیریت‌های اعمال شده استفاده نمود. سهم جزء شن، از کربن آلی و نیتروژن کل خاک، در اثر کشت و کار کاهش، ولی سهم جزء رس افزایش یافته است. بنابراین کشت و کار فرآیند تجزیه میکروبی بقایای گیاهی را تسریع نموده و باعث می‌شود که مقداری از کربن بقایای گیاهی به صورت گاز دی اکسید کربن از خاک خارج شده و مقداری هم به بیوماس و متابولیت‌های میکروبی تبدیل و به سطح ذرات رس بچسبد. به طوری که با کشت و کار سهم جزء رس از کربن آلی کل خاک افزایش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد که جزء شن یا ماده آلی درشت خاک و جزء رس از مخازن فعال ماده آلی خاک بوده و از دست دادن و گرفتن کربن در آنها با سرعت بیشتری انجام می‌شود در حالی که مخزن سیلت از ثبات بیشتری برخوردار بوده و تغییرات در آن با سرعت کمتری انجام می‌شود.

نتیجه‌گیری

کشت و کار طولانی مدت در اراضی بکر مناطق تحت مطالعه، سبب افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک در همه اعماق گردید. به تبع این افزایش، میزان رس قابل انتشار در اراضی بکر نسبت به اراضی با زراعت نیشکر و تناوبی کاهش یافته و در اثر واکنش ماده آلی با بخش معدنی خاک، خاکدانه‌های بزرگتر و پایدارتری تشکیل شد.

همچنین نتایج نشان داد که زیرکشت بردن اراضی، سبب افزایش قابل توجهی در میزان کربن آلی جزء رس خاک شد. میزان کربن آلی جزء شن نسبت به کل کربن آلی خاک در اثر کشت و کار تغییرات چندانی نشان نداد. در جزء سیلت نیز مشابه با بخش شن، تغییرات اندکی ملاحظه شد.

مقدار نیتروژن در اثر تغییر کاربری اراضی افزایش یافت. بیشترین مقدار در اراضی تحت کشت نیشکر و در بخش رس و کمترین مقدار آن در اراضی بکر و در بخش شن مشاهده شد. میزان کم نیتروژن در بخش شن به دلیل تازه بودن بقایای اضافه شده به خاک بود و زیاد بودن آن در جزء رس به دلیل تجزیه ماده آلی و افزایش درجه مقاومت آنها می‌باشد. همچنین با زیرکشت بردن اراضی بایر، میزان C/N ماده آلی خاک کاهش یافت.

www.SID.ir

Arshive of SID

REFERENCES

Angers, D. A. and Menus, G. R. (1993). Aggregate stability to water. In: M.R. Carter (Ed), Soil sampling and methods of analysis. *Canadian Society of Soil Science*, 54, 651-658.

Baldock, J. A. and Skjemstad, J. O. (2000). Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. *Organic Geochemistry*, 31, 697-710.

Barthès, B.G., Kouakoua, E., Larré-Larrouy, M.C., Razafimbelo, T.M., De Luca, E.F., Azontonde, A., Neves, C., Freitas, P. and Feller, C.L. (2008). Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. *Geoderma*, 143, 14-25.

Bronick, C. J. and Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124, 3-22.

Byronic, G.J., and Lal, R. (2005). Maturing and rotation effect on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils northeastern Ohio, USA. *Soil and Tillage Research*, 81, 239-252.

Carapace, F., Lax, A. and Albaladejo, J. (2001). Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fractions in urban refuse-amended semi-arid soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65, 1235-1238.

Caravaca, F., Masciandaro, F. and Ceccanti, B. (2002). Land use in relation to soil chemical and biochemical properties in a semi-arid Mediterranean environment. *Soil and Tillage Research*, 68, 23-30.

Carpenter, D.R. and Chong, G.W. (2010). Patterns in the aggregate stability of Mancos Shale derived soils. *Catena*, 80, 65-73.

Chaney, K. and R. Swift. (1986). Studies on aggregate stability. II: The effects of humic substances on the stability of re-formed aggregates. *Soil Science*, 37, 337-343.

Christensen, B. T. (1992). Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Advances in Soil Science*, 20, 1-90.

Christensen, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turn over. *European Journal of Soil Science*, 52, 345-353.

Dalal, R. C. and Mayer, R. J. (1986). Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. *Australian Journal of Soil Research*, 24, 281-292.

Emadodin, I., Reiss, S. and Bork, R. (2009). A study of the relationship between land management and soil aggregate stability (case study near Albersdorf, Northern-Germany*). ARPN Journal of Agricultural and Biological Scienc*e, 4, 48-53.

Fattet, M. Fu. Y., Ghestem, M. Ma. W., Foulonneau, M., Nespoulous, J., Bissonnais, Y.L. and Stokes, A. (2011). Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength. *Catena*, 87, 60-69.

Franzluebbers, A.J., Wright, S.F. and Stuedemann J.A. (2000). Soil aggregation and glomalin under pastures in the Southern Piedmont USA. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1018-1026.

Gallaher, R. N., Weldon, C. O. and Boswell, F. C. (1976). A semi-automated procedure for nitrogen in plant and soil samples. *Soil Science Society of America Journal*, 40, 887-889.

Ghorbani, Z., Jafari,S. and Khalil Moghaddam, B. (2013). The effect of physicochemical properties of soils under different land use on aggregate stability in somepart of Khuzestan province. *Journal of soil management and sustainable production*, 3(2), 29-51. (In Farsi)

Golchin, A. and M. J. Malakouti (1999). Maintenance and mobility of soil`organic matter.*Iranian Journal Soil and Water Science*, 13(1), 40-53.(In Farsi)

Golchin, A., Clarke, P., Oades, J. M. and Skjemstad, J. O. (1995). The effects of cultivation on the composition of organic matter and structural stability of soils. *AustralianJournal of Soil Research*, 33(6), 975-993.

Hajabbasi, M.A. and Fallahzade, J. (2010). Aggregation, carbohydrate, total and particulate organic carbon changes by cultivation of an arid soil in Central Iran. *19th World Congress of Soil Science, Australia*.

Jastrow, J.D. and Miller, R.M. (1997). Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: Feedbacks through organ mineral associations. In: *Soil Processes and the Carbon Cycle* (Ed. R. Lal *et al*.), pp. 207–223. CRC Press, Boca Raton, FL.

John, B., Yamashita, T., Ludwig, B. and Flessa, H. (2005). Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different type of land use. *Geoderma*, 128, 63-79.

Khazaei, A., Mossadeghi, M.R. and Mahboubi, A. A. (2008). The effect of experimental conditions, the amount of organic matter, clay and calcium carbonate on soil aggregate mean weight diameter and tensile strength of some soils of Hamadan province. *Isfahan, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11(44), 134-123.

Liu, A., Ma, B.L. and Bomke, A. A. (2005). Effects of cover crops on soil aggregate stability, total organic carbon, and polysaccharides. *Soil Science Society of America Journal*, 69, 2041-2048.

Marquez, C. O., Garcia, V. J., Cambardella, C.A., Schultz, R. C. and Isenhart,T. M. (2004). Aggregate-size stability distribution and soil stability. *SoilScience Society of America Journal*, 68, 725-735.

Miller, R. M. and Jastrow, J.D. (1990). Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. *Soil Biology & Biochemistry*, 22, 579–584.

Minhas, P.S. and Sharma, D.R. (1986). Hydraulic conductivity and clay dispersion as affected by

www.SID.ir

Arshive of SID

application sequence of saline and simulated rainwater. *Irrigation Science*, 7,158-167.

Moscatelli, M. C., Tizio, A. D. Marinari, S. and Grego, S. (2007). Microbial indicators related to soil carbon in Mediterranean land use systems. *Soil and Tillage Research*, 97, 51-59.

Olk, D. C. and Gregorich, E. G. (2006). Overview of the symposium proceedings, meaningful pools in determining soil carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 967-974.

Onweremadu, E., Izuogu, O. and Akamigbo, F. (2010). Aggregation and pedogenesis of seasonally inundated soils of a tropical watershed. *Chiang Mai Journal of Science*, 37, 74-84.

Randall, E. W., Mathiue, N., Powlson, D. S. and Christensen, B. T. (1995). Fertilization effects on organic matter in physically fractionated soils as studied by ^{13}C NMR: results from two long term field experiments. *European Journal of Soil Science*, 46,557-565.

Rasmussen, P. E. and Collins, H. P. (1991). Long -term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semi-arid regions. *Advanced Agronomy*, 45, 93-134.

Schulten, H. R. and Leinweber, P. (2000). New insights into organic-mineral particles: composition, properties and models of molecular structure. *Biology and Fertility of Soil*, 30, 399-432.

Shrestha, B.M., Singh, B.R., Sitaula, B.K., Lal, R. and Bajracharya, R.M. (2007). Soil aggregate- and particle-associated organic carbon under different land uses in Nepal. *Soil Science Society of America Journal*, 71, 1194-1203.

Six, J., Guggenberger, G., Paustian, K., Haumaier, L., Elliott, E. T. and Zech, W. (2001). Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregate. *European Journal of Soil Science*, 52(4), 607-618.

Spaccini, R., Mbagwu, H. S. C., Igwe, C. A., Conte, P. and Piccolo, A. (2004). Carbohydrate and aggregation in lowland soils of Nigeria as influenced by organic input. *Soil and Tillage Research*, 75, 161-172.

Tajik. F. (2004). Evaluation of soil aggregate stability in some regions of Iran. *Isfahan Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8(1), 107-123.

Tan, Z. and Lal, R. (2005). Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111,140-152.

Tan, Z., Lal, R. Owens, L. and Izaurralde, R. C. (2007). Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. *Soil and Tillage Research*, 92, 53-59.

Wagai, R., Mayer, L. M. and Kitayama, K. (2009). Nature of the occluded low density fraction in soil organic matter studies: A critical review. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55, 13-25.

Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63, 251-263.

Wu, S.C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C. and Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. *Geoderma*, 125, 155-166.

www.SID.ir