نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۵۲۹-۵۱۸

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 518-529

# توزیع کربن آلی، نیتروژن و کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌های اراضی بیابانی و کشاورزی مرکز ایران

جابر فلاح‌زاده[1*]- محمدعلی حاج‌عباسی[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۴

## چکیده

مواد آلی و اجزاء آن از عوامل مهم تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌های خاک بوده و نقش به‌سزائی در ساختمان آن ایفا می‌نماید. با این حال، توزیع مواد آلی در خاک‌دانه‌های خاک به‌ویژه در مناطق خشک مرکزی ایران، چندان مشخص نمی‌باشد. این مطالعه به منظور بررسی توزیع کربن آلی، نیتروژن و کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌های مختلف (۴-۲، ۲-۱، ۱-۰/۵، ۰/۵-۰/۲۵، ۰/۲۵-۰/۰۵ و < ۰/۰۵ میلی‌متر) اراضی بیابانی و کشاورزی (گندم و یونجه) در دشت ابرکوه (مرکز ایران) انجام شد. نمونه‌های مرکب خاک (۸۱ نمونه) از عمق‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که زیر کشت‌بردن اراضی بیابانی باعث افزایش معنی‌دار مقادیر کربن آلی، نیتروژن کل، کربوهیدرات‌ها و پایداری خاک‌دانه‌های خاک در تمام عمق‌ها شده است. بعد از تغییر کاربری اراضی، نسبت خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر از ۴۳-۲۸ درصد در خاک اراضی بیابانی به ۱۴-۶ درصد در خاک‌های اراضی کشاورزی تنزل یافته و نسبت خاک‌دانه‌های ۴-۲ و ۲-۱ میلی‌متری در خاک اراضی کشاورزی به صورت معنی‌دار افزایش پیدا کرده است. مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک‌دانه‌ها نیز در اثر تغییر کاربری اراضی افزایش یافت. الگوی توزیع کربن آلی و نیتروژن نشان‌دهنده غنی‌بودن خاک‌دانه‌های درشت نسبت به خاک‌دانه‌های ریز در خاک‌های زیر کشت گندم و یونجه بود. با این وجود، در اغلب خاک‌های اراضی بیابانی، خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر کربن آلی و نیتروژن بیشتری نسبت به سایر خاک‌دانه‌ها داشتند. خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ و ۲-۰/۲۵ میلی‌متری، بخش عظیمی از کربن آلی خاک را به‌ترتیب در خاک‌های اراضی بیابانی و کشاورزی به خود اختصاص داده‌اند. توزیع کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌ها نشان داد که بر خلاف کربن آلی، در بیشتر خاک‌های اراضی کشاورزی، رابطه مشخصی بین اندازه خاک‌دانه و مقدار کربوهیدرات‌ها وجود نداشت.

**واژه‌های کلیدی:** مواد آلی خاک، خاک‌دانه، تغییر کاربری اراضی، ابرکوه

## مقدمه [1]

خاک‌دانه‌ای شدن خاک فرایندی است که طی آن ذرات خاک به گونه‌ای در کنار هم قرار می‌گیرند که نیروهای نگهدارنده درونی آنها قوی‌تر از نیروهای میان خاک‌دانه‌های مجاور است (۷). این فرایند به مکان، زمان، نوع کاربری و مدیریت خاک وابسته است (۲۴). خاک‌دانه‌ها یکی از خصوصیات مهم خاک بوده و پایداری و اندازه آنها شاخصی است که ظرفیت نگهداری کربن آلی و فرسایش‌پذیری (۵ و ۱۲)، مقاومت، نفوذپذیری، تهویه و توانایی خاک برای انتقال آب، املاح، گازها و گرما را نشان می‌دهد (۲۴). خاک‌دانه‌ای‌شدن خاک می‌تواند با کاهش فرسایش و جلوگیری از معدنی‌شدن کربن آلی، باعث حفاظت مواد آلی خاک شود. خاک‌دانه‌ها بیش از ۹۰ درصد از کربن آلی خاک‌های سطحی را در خود جای داده‌اند و حفاظت فیزیکی مواد آلی در درون خاک‌دانه‌ها به عنوان یک عامل مهم کنترل‌کننده تجزیه و تخریب مواد آلی خاک شناخته شده است (۱۶).

در سال‌های اخیر بخش کربوهیدرات‌های مواد آلی خاک مورد توجه بسیاری از پژوهش‌گران قرار گرفته است زیرا این ترکیبات به عنوان چسباننده مهم ذرات خاک، نقش مهمی در ساختمان آن دارند. کربوهیدرات‌ها از ذخایر ناپایدار خاک بوده که ۲۵-۵ درصد از کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهند (۱۱) و از لحاظ کشاورزی مهمترین خصوصیت و وظیفه آنها، پیونددادن ذرات در خاک‌دانه‌های پایدار است. این ترکیبات به علت تأثیر در تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌ها، در کیفیت خاک نقش به‌سزایی دارند (۲۳).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که مواد آلی به طور یکسان و یک اندازه

۱- مربی گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان (اصفهان)
(*- نویسنده مسئول: Email: jaber84023@yahoo.com)
۲- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

در خاک‌دانه‌ها توزیع نشده‌اند. براساس بررسی‌های سیکس و همکاران (۲۵) مواد آلی تازه بیشتر در خاک‌دانه‌های درشت[1] (۲-۰/۲۵ میلی‌متر) قرار گرفته و مواد آلی موجود در خاک‌دانه‌های ریز[2] (۰/۲۵-۰/۰۵ میلی‌متر) شامل مواد آلی تجزیه‌شده‌ای است که باعث پایداری این خاک‌دانه‌ها می‌شود. به اعتقاد جان و همکاران (۱۷) با کاهش اندازه خاک‌دانه تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد و کربن موجود در خاک‌دانه‌های درشت کمتر تجزیه یافته و نسبت به کربن موجود در خاک‌دانه‌های ریز تازه‌تر می‌باشد. کامباردلا و الیوت (۱۰)، ام باگوا و همکاران (۲۰) و جان و همکاران (۱۷) نشان دادند که با کاهش اندازه خاک‌دانه‌ها، مقدار کربن آلی نیز کاهش می‌یابد. کوشواها و همکاران (۱۸) نیز اظهار داشتند که مقدار کربن آلی و نیتروژن در خاک‌دانه‌های درشت نسبت به خاک‌دانه‌های ریز بیشتر است. با این وجود، آشاگری و همکاران (۴) مشاهده کردند که در خاک‌های کشاورزی با کاهش اندازه خاک‌دانه، مقدار کربن آلی و نیتروژن افزایش می‌یابد. در مورد مقدار کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌های مختلف نیز نتایج متناقض و متفاوت است. درحالی‌که ام باگوا و همکاران (۲۰) کاهش مقدار کربوهیدرات‌ها را با کاهش اندازه خاک‌دانه گزارش کردند، اسپاسینی و همکاران (۲۹) مشاهده نمودند که مقدار کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌های ریز بیشتر از خاک‌دانه‌های درشت است.

بخش عظیمی از قسمت‌های مرکزی ایران را اراضی بیابانی تشکیل داده که معمولاً فاقد پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی ضعیف هستند. با این وجود تاکنون مطالعه‌ای در مورد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌دانه‌های خاک در این اراضی و همچنین اراضی کشاورزی حاشیه‌ای آن صورت نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌دانه‌ها از جمله پایداری و ذخایر کربن آلی، نیتروژن و کربوهیدرات‌های خاک‌دانه در خاک‌های اراضی بیابانی و کشاورزی مناطق مرکزی ایران انجام شد.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق برخی از اراضی بیابانی و کشاورزی شهرستان ابرکوه مورد بررسی قرار گرفتند. شهرستان ابرکوه با موقعیت جغرافیائی ´۱۸ °۳۱ شمالی و ´۱۷ °۵۳ شرقی در ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی یزد قرار داشته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰۰ متر می‌باشد. آب و هوای این شهرستان خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه‌سرد بوده و میانگین بارندگی و تبخیر سالیانه آن به ترتیب ۶۵ و ۲۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به قرارگرفتن این شهرستان در حاشیه کویر، بالابودن تبخیر و تعرق سالیانه و میزان بارندگی پایین، خاک‌های اراضی بیابانی در این منطقه دارای املاح زیادی بوده و به همین علت پوشش گیاهی این اراضی بسیار ضعیف و گاهی شامل بوته‌های گز (*Tamarix hispida*) می‌باشد. در ابتدای تبدیل اراضی بیابانی به اراضی کشاورزی (سال‌های ۱۳۶۰-۱۳۵۸)، در مناطق مورد مطالعه، اراضی بیابانی کرت‌بندی‌شده و به صورت غرقابی ۳-۲ مرتبه در آنها آبیاری سنگین انجام شده است. سپس این اراضی زیر کشت چغندرقند و متعاقب آن محصولات زراعی مثل گندم و جو رفته و بعد از چند سال گیاه یونجه نیز در تناوب با آنها (به‌ویژه با گندم) قرار گرفته است. جهت نمونه برداری خاک، ۳ منطقه در جنوب شهرستان ابرکوه به گونه‌ای انتخاب شد که اراضی کشاورزی این مناطق در حاشیه اراضی بیابانی قرار داشتند. در تیرماه سال ۱۳۸۷ در هر یک از مناطق سه گانه، اراضی بیابانی، اراضی زیر کشت گندم و یونجه (مساحت تقریبی هر اراضی ۳۶۰۰ مترمربع می‌باشد) به عنوان سه تیمار، تعیین گردید. لازم به ذکر است که در هر منطقه اراضی بیابانی، اراضی زیر کشت گندم و یونجه در کنار یکدیگر قرار داشته و از نظر نوع مواد مادری و درصد شیب شبیه به‌هم بود و اختلاف آنها مربوط به تغییر کاربری و نوع مدیریت اعمال شده، می‌باشد. قابلیت هدایت الکتریکی آب کشاورزی مزارع انتخاب‌شده بین ۲۵۰۰-۱۷۰۰ میکروموس در سانتی‌متر متغیر بود. نمونه‌برداری در سه عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت. در هر منطقه ۲۷ پروفیل (در هر تیمار ۹ پروفیل) حفر شد و از ۳ عمق مذکور نمونه‌برداری صورت گرفت و از ترکیب هر سه نمونه خاک یک نمونه مرکب آماده شد. در مجموع ۸۱ نمونه مرکب جهت انجام آزمایشات مربوطه به آزمایشگاه منتقل شد. بافت خاک به روش پیپت (۱۵)، میزان کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی اسید کلریدریک با هیدروکسید سدیم (۲۸)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، میزان نیتروژن کل و کربن آلی به‌ترتیب بر اساس روش‌های کلدال و والکلی- بلاک اندازه‌گیری شد (۶). غلظت کربوهیدرات‌های محلول در اسید رقیق با روش فنل- اسیدسولفوریک تعیین گردید (۱۳) و به یک گرم خاک یا خاک‌دانه، ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۰/۲۵ مولار افزوده و به مدت ۱۶ ساعت تکان داده شد. سپس سوسپانسیون به مدت ۳۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور، سانتریفوژ شد و از محلول صاف رویی برای تعیین غلظت کربوهیدرات‌ها استفاده گردید، بدین ترتیب که به ۲ میلی‌لیتر از عصاره، ۰/۰۵ میلی‌لیتر محلول فنل ۸۰ درصد وزنی- وزنی (۸۰ گرم فنل در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر) و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ (خلوص ۹۸ درصد) جهت ایجاد رنگ زرد متمایل به نارنجی اضافه گردید و مقدار جذب در طول موج ۴۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. همچنین به منظور تعیین منحنی استاندارد، از محلول گلوکز استفاده گردید (۱). برای تعیین پایداری خاک‌دانه‌ها با روش الک مرطوب، از

1- Macroaggregates
2- Microaggregates

روش کامباردلا و الیوت (۱۰) استفاده شد. ابتدا ۷۰ گرم خاک هوا خشک که از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شده بود، توسط آب‌پاش به‌تدریج خیس شده و به مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر غوطه‌ور گردید و سپس خاک مرطوب روی سری الک‌های ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۰۵ میلی‌متری ریخته شد. الک‌ها توسط موتور الکتریکی، ۵۰ بار به مدت ۲ دقیقه و به عمق ۳ سانتی‌متر در آب، بالا و پایین رفته و ذرات باقی‌مانده روی الک‌ها در آون (دمای ۵۰ درجه سلسیوس) خشک گردید. همچنین ذرات عبور کرده از الک ۰/۰۵ میلی‌متری نیز جمع‌آوری و در آون (دمای ۵۰ درجه سلسیوس) خشک گردید. به منظور تعیین غلظت مواد آلی (کربن آلی، نیتروژن و کربوهیدرات‌ها) در خاک‌دانه‌های بدون شن[1] از فرمول زیر استفاده شد (۲۶):

= غلظت مواد آلی خاک‌دانه بدون شن

(درصد شن خاک‌دانه–۱۰۰)/(غلظت مواد آلی خاک‌دانه شن‌دار)

میانگین وزنی قطر (MWD)[2] خاک‌دانه‌های پایدار در آب از فرمول زیر محاسبه شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} X_i W_i$$

که در آن $X_i$: میانگین قطر خاک‌دانه در اندازه $i$ و $W_i$: درصد وزنی خاک‌دانه باقی‌مانده روی الک با اندازه $i$.

در این مطالعه ویژگی‌های مرتبط با خاک اصلی در ۹ نمونه مرکب (برای هر عمق و در هر تیمار) و ویژگی‌های مرتبط با خاک‌دانه (مانند پایداری و ذخایر مواد آلی آن) در ۳ نمونه مرکب (برای هر عمق و در هر تیمار) اندازه‌گیری شد. بر این اساس، مقایسه میانگین ویژگی‌های مرتبط با خاک اصلی و خاک‌دانه به ترتیب در ۹ و ۳ تکرار توسط آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) انجام گرفت. همچنین در خاک‌های کشاورزی ضرایب هم‌بستگی مواد آلی خاک با پایداری و نسبت وزنی خاک‌دانه‌ها با روش پیرسن محاسبه گردید. محاسبات آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

## نتایج و بحث

خاک‌های مورد مطالعه دارای بافت لوم رسی بوده و میزان کربنات کلسیم معادل آنها بین ۳۴۰–۳۱۸ گرم در کیلوگرم خاک متغیر بود (جدول ۱). خاک‌های منطقه در گروه کلسیک هاپلو سالیدز[3] طبقه‌بندی می‌شوند. با تغییر کاربری اراضی بیابانی، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در تمام عمق‌ها کاهش یافته است. به این علت که اراضی کشاورزی به صورت متناوب زیر کشت محصولات زراعی رفته‌اند، لذا آبیاری این اراضی سبب آبشویی املاح و کاهش شوری خاک شده است.

## مواد آلی خاک

به‌طورکلی زیر کشت بردن اراضی بیابانی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شده است (جدول ۲)، که از علل آن می‌توان به آبیاری که سبب کاهش شوری خاک (۱۴) و تأمین آب جهت رشد گیاهان زراعی گردیده و همچنین استفاده از کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) که ورود مواد آلی و بقایای گیاهی به خاک را افزایش داده است (۲)، اشاره کرد. نتایج به دست آمده توسط لی و همکاران (۱۹) در شمال غربی چین نیز نشان داد که با تغییر کاربری اراضی بیابانی به کشاورزی مقدار کربن آلی خاک به صورت معنی‌دار افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان داد که میزان کربن آلی، نیتروژن کل و کربوهیدرات‌ها در خاک‌های زیر کشت یونجه در تمام عمق‌ها بیشتر از دو کاربری دیگر بود (جدول ۲). از آنجایی که عملیات شخم و شیار در اراضی زیر کشت یونجه کمتر از گندم بوده و از طرفی بازگشت بقایای گیاهی (به‌ویژه بقایای ریشه) به خاک در اراضی زیر کشت یونجه بیشتر از گندم است، در نتیجه ذخایر مواد آلی خاک در اراضی زیر کشت یونجه بیشتر از گندم بوده است. در بیشتر خاک‌های کشاورزی نسبت کربن آلی به نیتروژن کل و همچنین نسبت کربوهیدرات به کربن آلی بیشتر از خاک‌های اراضی بیابانی بود (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که مواد آلی خاک در اراضی کشاورزی نسبت به اراضی بیابانی تازه‌تر است. مواد آلی می‌تواند پایداری خاک را در مقابل فرسایش بادی افزایش دهد (۳)، در نتیجه با افزایش میزان مواد آلی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی بیابانی به اراضی کشاورزی، فرسایش‌پذیری خاک کاهش می‌یابد. در این تحقیق بیشتر سعی گردیده است که پایداری خاک‌دانه‌ها و توزیع مواد آلی در آنها مورد بررسی قرار گیرد.

### توزیع و پایداری خاک‌دانه‌ها

نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی تأثیر معنی‌دار بر توزیع خاک‌دانه‌ها داشته است (شکل ۱). در تمام عمق‌ها، تبدیل اراضی بیابانی به کشاورزی باعث کاهش معنی‌دار نسبت خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر و افزایش نسبت خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از یک میلی‌متر شده است. نسبت خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر از ۴۳–۲۸ درصد در خاک‌های اراضی بیابانی به ۱۴–۶ درصد در خاک‌های اراضی کشاورزی رسید (شکل ۱). درحالی‌که خاک‌دانه‌های ۴–۲ و ۲–۱ میلی‌متری در خاک‌های اراضی بیابانی سهمی نداشتند، تغییر کاربری اراضی بیابانی به کشاورزی موجب افزایش پایداری این خاک‌دانه‌ها گردید. در تمام عمق‌ها، خاک‌دانه‌های

1- Sand–free aggregates
2- Mean weight diameter
3- Calcic Haplosalids

کوچک‌تر از ۰/۰۵، ۰/۲۵–۰/۰۵ و ۲–۱ میلی‌متر به‌ترتیب بیشترین مقدار خاک را در اراضی بیابانی، زیر کشت گندم و یونجه به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱).

در اراضی بیابانی به دلیل شوری بالای خاک، پوشش گیاهی ضعیف بوده و در نتیجه به‌علت کم‌بودن میزان مواد آلی، شرایط برای تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از یک میلی‌متر مهیا نیست و در نتیجه این خاک‌دانه‌ها در آب پایدار نبوده و به ذرات کوچک‌تر تبدیل شده‌اند. تیزدال و اوآدز (۳۱) اهمیت مواد آلی خاک را در تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌ها گزارش نمودند. همچنین در رابطه با تأثیر شوری خاک بر پایداری ساختمان خاک، مشاهدات تجادا و گونزالز (۳۰) نشان داد که افزایش قابلیت هدایت الکتریکی (به‌همراه افزایش Na و K)، اثرات مخربی بر پایداری خاک‌دانه‌ها دارد.

شکل ۲ میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌های خاک در اراضی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در تمام عمق‌ها مقادیر MWD برای خاک‌های اراضی کشاورزی بیشتر از اراضی بیابانی بود. در خاک‌های کشاورزی خاک‌دانه‌های ۴–۲ و ۲–۱ میلی‌متری بیشترین تأثیر را در مقادیر MWD داشتند. در اغلب عمق‌ها، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌های خاک در اراضی زیر کشت یونجه بیشتر از گندم بود که از دلایل آن می‌توان به کمتر بودن عملیات شخم و شیار و همچنین بیشتر بودن ذخایر مواد آلی خاک در اراضی زیر کشت یونجه نسبت به اراضی زیر کشت گندم (جدول ۲) اشاره کرد.

**جدول۱- مقایسه برخی از خصوصیات خاک در عمق و اراضی مختلف**

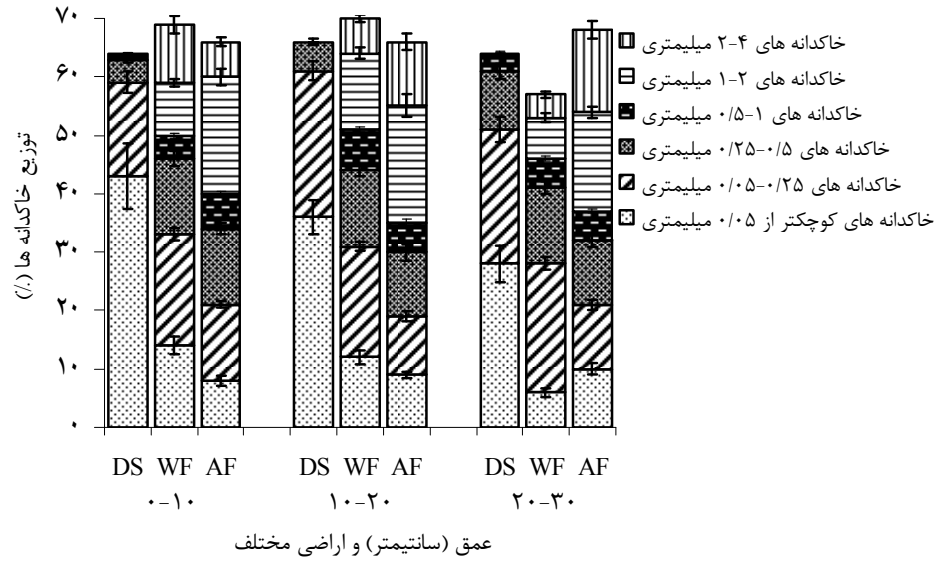
| نوع کاربری | عمق (سانتی‌متر) | هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) | کربنات کلسیم معادل (گرم در کیلوگرم) | شن | سیلت (٪) | رس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۰–۱۰ | ۳۹/۰ | ۳۴۰ | ۳۱ | ۳۴ | ۳۵ |
| اراضی بیابانی | ۱۰–۲۰ | ۴۸/۵ | ۳۲۵ | ۲۹ | ۳۴ | ۳۷ |
| | ۲۰–۳۰ | ۲۵/۱ | ۳۳۴ | ۲۸ | ۳۴ | ۳۸ |
| | ۰–۱۰ | ۱/۹ | ۳۳۳ | ۲۸ | ۳۵ | ۳۷ |
| یونجه | ۱۰–۲۰ | ۲/۵ | ۳۲۳ | ۳۰ | ۳۲ | ۳۸ |
| اراضی | ۲۰–۳۰ | ۲/۶ | ۳۲۲ | ۲۶ | ۳۵ | ۳۹ |
| کشاورزی | ۰–۱۰ | ۳/۴ | ۳۲۵ | ۲۸ | ۳۵ | ۳۷ |
| گندم | ۱۰–۲۰ | ۲/۶ | ۳۲۲ | ۲۷ | ۳۴ | ۳۹ |
| | ۲۰–۳۰ | ۲/۴ | ۳۱۸ | ۲۹ | ۳۴ | ۳۷ |

**جدول ۲- مقایسه برخی از خصوصیات مواد آلی خاک در عمق و اراضی مختلف**

| عمق (سانتی‌متر) | نوع کاربری | کربن آلی (گرم در کیلوگرم) | نیتروژن کل (گرم در کیلوگرم) | C/N* – | کربوهیدرات (گرم در کیلوگرم) | CH/OC** – |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | اراضی بیابانی | ۰/۵۶(۰/۰۳)d | ۰/۰۷(۰/۰۱)d | ۸/۲(۱/۱۳)d | ۰/۰۳(۰/۰۰۲)e | ۰/۰۶(۰/۰۰۵)e |
| ۰–۱۰ | گندم | ۲/۸۸(۰/۲۶)b | ۰/۱۸(۰/۰۱)bc | ۱۶/۴(۱/۷۰)ab | ۰/۷۸(۰/۰۸)b | ۰/۲۸(۰/۰۲)ab |
| | یونجه | ۳/۸۰(۰/۲۹)a | ۰/۳۰(۰/۰۲)a | ۱۳/۳(۱/۴۰)bc | ۱/۰۴(۰/۱۰)a | ۰/۳۰(۰/۰۳)ab |
| | اراضی بیابانی | ۰/۷۲(۰/۰۳)d | ۰/۰۸(۰/۰۶۰)d | ۸/۷(۱/۰۱)d | ۰/۱۱(۰/۰۱)e | ۰/۱۵(۰/۰۱)d |
| ۱۰–۲۰ | گندم | ۲/۱۸(۰/۲۱)c | ۰/۱۶(۰/۰۲)c | ۱۵/۶(۲/۱۴) ab | ۰/۶۰(۰/۰۶)cd | ۰/۲۸(۰/۰۳)ab |
| | یونجه | ۳/۳۰(۰/۲۷)ab | ۰/۲۷(۰/۰۳)a | ۱۲/۹(۱/۴۸)bc | ۰/۷۲(۰/۰۵)bc | ۰/۲۴(۰/۰۳)bc |
| | اراضی بیابانی | ۰/۲۶(۰/۰۱)d | ۰/۰۵(۰/۰۰۳)d | ۴/۱(۰/۲۹)e | ۰/۰۸(۰/۰۰۴)e | ۰/۳۱(۰/۰۲)a |
| ۲۰–۳۰ | گندم | ۱/۷۶(۰/۱۸)c | ۰/۱۴(۰/۰۱)c | ۱۳/۲(۱/۴۰)bc | ۰/۴۷(۰/۰۵)d | ۰/۲۸(۰/۰۳)ab |
| | یونجه | ۳/۰۱(۰/۲۸)b | ۰/۲۲(۰/۰۲)b | ۱۳/۸(۰/۸۷)abc | ۰/۵۷(۰/۰۵)cd | ۰/۲۰(۰/۰۲)cd |

*: نسبت کربن آلی به نیتروژن کل، **: نسبت کربوهیدرات به کربن آلی

مقادیر در هر ستون (اثر متقابل عمق × نوع کاربری) با حروف مشابه، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند. اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند (n = ۹).




**شکل ۱- توزیع اندازه‌ای خاکدانه‌های خاک در عمق و اراضی مختلف**
**DS: خاک‌های بیابانی، WF: اراضی زیر کشت گندم و AF: اراضی زیر کشت یونجه،**
علامت I خطای استاندارد را نشان می‌دهد، (n = ۳).

تأثیر منفی شوری خاک (۳۰) و مثبت مواد آلی (۳۱) بر ساختمان خاک توسط پژوهش‌گران گزارش شده است. در اراضی بیابانی، بالابودن شوری خاک موجب شده است که تراکم پوشش گیاهی و میزان مواد آلی خاک پایین بوده، در نتیجه ساختمان خاک ضعیف و مقادیر MWD آن ناچیز است. تغییر کاربری این اراضی به اراضی کشاورزی و متعاقب آن کاهش شوری خاک و افزایش میزان مواد آلی آن موجب تحریک فعالیت عوامل خاکدانه‌ساز (موجودات زنده خاک، نفوذ ریشه گیاهان و ترشح مواد چسب مانند از ریشه گیاهان و موجودات ریز خاک‌زی) شده و ساختمان خاک را بهبود بخشیده است. با این وجود، لی و همکاران (۱۹) اظهار داشته‌اند که تبدیل اراضی بیابانی به کشاورزی تأثیر معنی‌داری بر MWD ندارد.

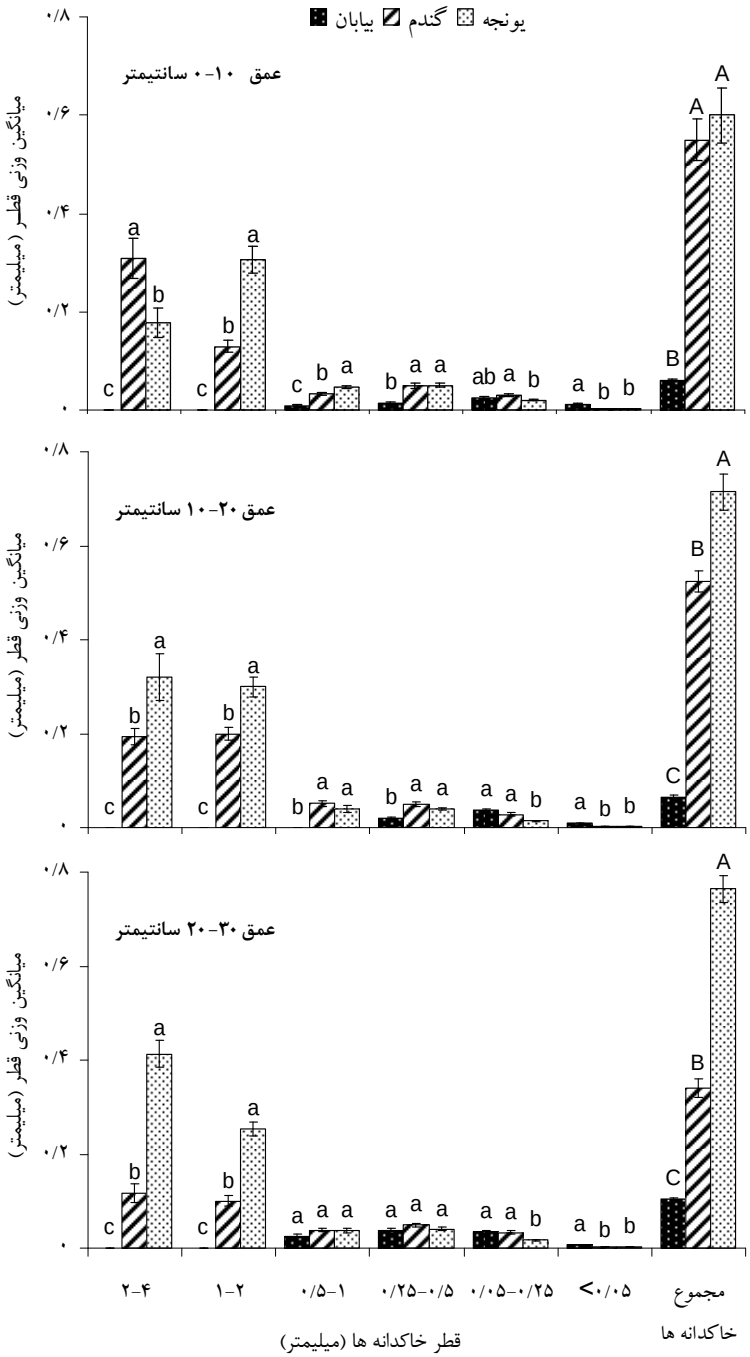
### هم‌بستگی بین مواد آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها

بررسی ضرایب همبستگی پیرسن در خاک‌های اراضی کشاورزی نشان داد هرچند بین MWD و کربن آلی هم‌بستگی معنی‌دار ($r = ۰/۵۰$، $p < ۰/۰۵$، $n = ۱۸$) مشاهده شد ولی هم‌بستگی بین MWD و کربوهیدرات‌ها معنی‌دار نبود ($r = ۰/۴۰$، $p > ۰/۰۵$، $n = ۱۸$). اونورمادا و همکاران (۲۱) نیز هم‌بستگی مثبت معنی‌دار بین MWD و مقدار کربن آلی خاک گزارش نمودند. با این وجود، اسپاسینی و همکاران (۲۹) مشاهده کردند که بین پایداری خاکدانه‌ها و کربن آلی یا کربوهیدرات‌ها، رابطه مثبت معنی‌دار وجود ندارد. در بین خاکدانه‌های مختلف، تنها خاکدانه‌های ۲-۱ میلی‌متری دارای هم‌بستگی مثبت معنی‌دار با کربن آلی ($r = ۰/۶۱$، $p < ۰/۰۵$، $n = ۱۸$) و کربوهیدرات‌ها ($r = ۰/۶۷$، $p < ۰/۰۱$، $n = ۱۸$) بود. اونورمادا و همکاران (۲۱) نیز وجود هم‌بستگی مثبت معنی‌دار بین مقدار کربن آلی خاک و خاکدانه‌های ۲-۱ میلی‌متری را بیان نمودند.

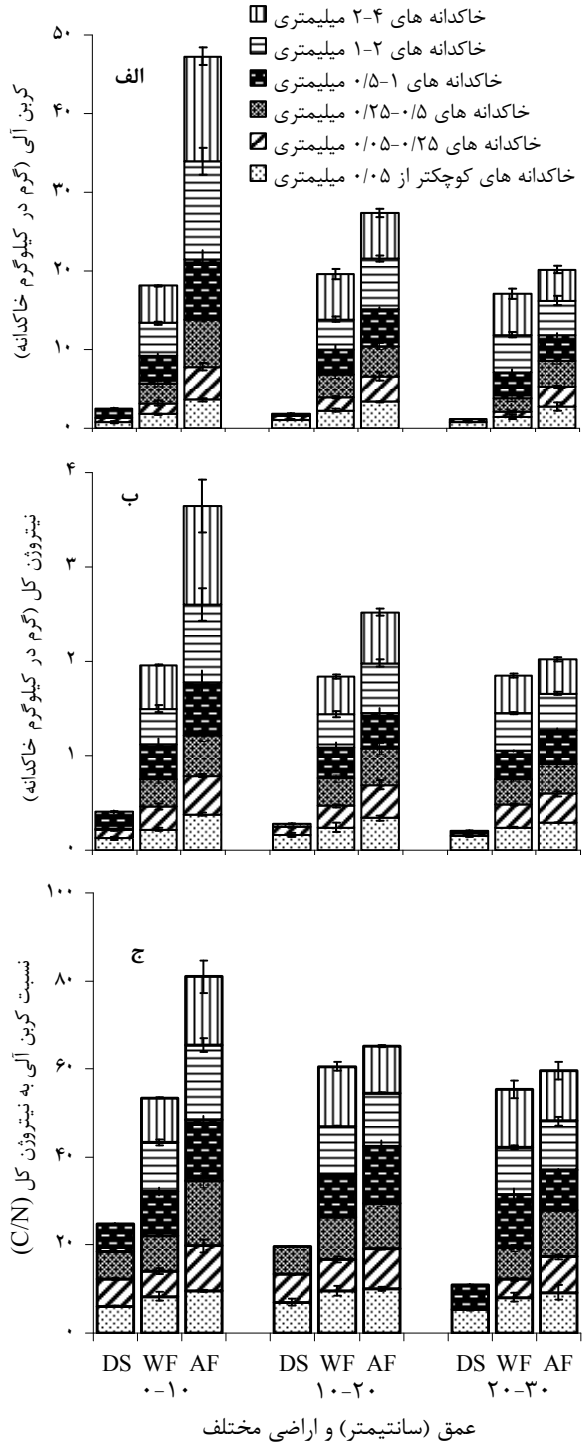
### غلظت مواد آلی در خاکدانه‌های مختلف

در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک اراضی بیابانی، خاکدانه‌های ۱-۰/۵ میلی‌متری از نظر مقدار کربن آلی (۱/۲ گرم در کیلوگرم خاکدانه) و نیتروژن (۰/۱۸ گرم در کیلوگرم خاکدانه) غنی‌تر از سایر خاکدانه‌ها بودند (شکل ۳، الف و ب). لازم به ذکر است، غلظت کربوهیدرات‌ها در خاکدانه‌های خاک اراضی بیابانی اندازه‌گیری نشد. در عمق‌های ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری، خاکدانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر، مقدارکربن آلی و نیتروژن بیشتری نسبت به سایر خاکدانه‌ها داشتند و درتمام عمق‌ها، کمترین مقدارکربن آلی و نیتروژن در خاکدانه‌های ۰/۵-۰/۲۵ میلی‌متر مشاهده شد (شکل ۳، الف و ب).

در خاک زیر کشت یونجه در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری، مقدارکربن آلی و نیتروژن موجود در خاکدانه‌های ۲-۱ و ۴-۲ میلی‌متری بیشتر از سایر خاکدانه‌ها بود، اما در خاک زیر کشت گندم، خاکدانه‌های ۲-۱ و ۴-۲ میلی‌متری، کربن آلی و نیتروژن بیشتری نسبت به خاکدانه‌های کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر داشتند (شکل ۳، الف و ب).




**شکل ۲- مقایسه میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در عمق و اراضی مختلف**
**مقادیر در هر خاک‌دانه با حروف مشابه، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.**
علامت I خطای استاندارد را نشان می‌دهد (n = ۳).




**شکل ۳- مقایسه مقدار کربن آلی (الف)، نیتروژن (ب) و نسبت C/N (ج) در خاک‌دانه‌های مختلف، DS: خاک‌های بیابانی، WF: اراضی زیر کشت گندم و AF: اراضی زیر کشت یونجه،**

علامت I خطای استاندارد را نشان می‌دهد (n = ۳).

در این راستا، نتایج برودوسکی و همکاران (۸) نشان داده است که خاک‌دانه‌های ۲-۱ میلی‌متری بیشترین و خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس، کمترین مقدار کربن آلی را در بین انواع خاک‌دانه‌های خاک کشاورزی به خود اختصاص داده‌اند. به طور کلی مشاهده می‌شود که در خاک‌های کشاورزی، با افزایش اندازه خاک‌دانه‌ها، مقدار کربن آلی و نیتروژن نیز افزایش یافته است. نتایج به‌دست آمده توسط کامباردلا و الیوت (۱۰)، ام باگوا و همکاران (۲۰) و جان و همکاران (۱۷) نیز نشان داده است که با افزایش اندازه خاک‌دانه‌ها، مقدار کربن آلی نیز افزایش می‌یابد. این درحالی است که نتایج آشاگری و همکاران (۴) نشانگر آن بوده است که با کاهش اندازه خاک‌دانه، مقدار کربن آلی و نیتروژن افزایش پیدا می‌کند. هر چند نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه مشخصی بین اندازه خاک‌دانه و نسبت کربن آلی به نیتروژن کل (C/N) وجود ندارد (شکل ۳، ج) ولی جان و همکاران (۱۷) مشاهده کردند که با کاهش اندازه خاک‌دانه نسبت C/N نیز کاهش می‌یابد.

در تمام عمق‌های خاک اراضی بیابانی، خاک‌دانه کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر بیشترین مقدار کربن آلی و نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)[1] را به خود اختصاص داده است (جدول ۳) که این به خاطر بیشتر بودن نسبت وزنی این خاک‌دانه نسبت به سایر خاک‌دانه‌ها است (شکل ۱). به استثناء خاک زیر کشت گندم در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری، در سایر خاک‌های کشاورزی (گندم و یونجه) بیشترین مقدار کربن آلی در خاک‌دانه‌های ۲-۱ میلی‌متری وجود داشت. هرچند در خاک‌دانه‌های خاک زیر کشت گندم، الگوی مشخصی در توزیع نیتروژن مشاهده نشد ولی در خاک‌های زیر کشت یونجه بیشترین مقدار نیتروژن مربوط به خاک‌دانه‌های ۲-۱ میلی‌متری بود (جدول ۳). بر خلاف کربن آلی، الگوی مشخصی در پراکنش کربوهیدرات‌ها در خاک‌دانه‌های مختلف وجود نداشت و تنها در خاک‌های زیر کشت یونجه و در عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری، خاک‌دانه‌های ۲-۱ میلی‌متری بیشترین مقدار کربوهیدرات‌ها را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۳). در اکثر موارد، خاک‌دانه‌های خاک در اراضی کشاورزی مقادیر کربن آلی و نیتروژن بیشتری نسبت به اراضی بیابانی داشتند که این با افزایش مواد آلی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی (جدول ۲) هماهنگ بود.

در تمام خاک‌های کشاورزی مقدار کربن آلی موجود در خاک‌دانه‌های درشت (۲-۰/۲۵ میلی‌متری) به طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌دانه‌های ریز (۰/۲۵-۰/۰۵ میلی‌متری) بود که این نتایج با یافته‌های کوشواها و همکاران (۱۸) و جان و همکاران (۱۷) هم‌خوانی دارد. از آنجایی که بوسچیازو و همکاران (۹) گزارش نموده‌اند که خاک‌دانه‌های درشت نسبت به تغییرات مدیریتی و کاربری اراضی حساس‌تر از خاک‌دانه‌های ریز هستند، ذخایر مواد آلی خاک‌دانه‌های درشت می‌تواند به‌عنوان یک شاخص حساس به تغییر کاربری اراضی و اعمال مدیریت‌های مختلف مطرح شود.

### درصد توزیع کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های مختلف

در عمق‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک اراضی بیابانی، خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر به‌ترتیب ۷۵، ۷۴ و ۹۶ درصد کربن آلی خاک را به خود اختصاص داده است (شکل ۴). به عبارت دیگر بخش عظیمی از کربن آلی خاک این اراضی در خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس ذخیره شده است. درحالی‌که نتایج پلانته و همکاران (۲۲) نشانگر آن بوده است که ۷۶ درصد از کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس قرار گرفته، اما مشاهدات سیکس و همکاران (۲۷) نشان داده است که خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس نمی‌تواند به تنهایی مقدار زیادی کربن آلی داشته باشد. همچنین جان و همکاران (۱۷) کمترین مقدار کربن آلی خاک را در خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر گزارش کرده‌اند. برخلاف خاک‌های اراضی بیابانی، در خاک‌های کشاورزی بیشترین میزان کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های ۲-۰/۲۵ میلی‌متری تجمع پیدا کرده است (شکل ۴). در خاک‌های زیر کشت یونجه و گندم به‌ترتیب حدود ۴۹-۳۱ و ۲۶-۲۰ درصد از کربن آلی خاک در این خاک‌دانه‌ها ذخیره شده است.

برودوسکی و همکاران (۸) با مقایسه مقادیر کربن آلی در اجزاء مختلف خاک‌های کشاورزی، گزارش نموده‌اند که در خاک‌های کشاورزی ۳۷ درصد از کربن آلی خاک مربوط به بخش ۱-۰/۲۵ میلی‌متر است و بخش ۲-۱ میلی‌متر با مقدار ۴/۱ درصد، کمترین درصد کربن کل خاک را تشکیل می‌دهد. مطابق یافته‌های جاسترو و همکاران (۱۶) نتایج این تحقیق نیز نشان داد که در اراضی کشاورزی، ۹۵-۸۶ درصد از کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های پایدار در آب ذخیره شده و در خاک‌های اراضی بیابانی بدلیل عدم وجود شرایط مساعد جهت تشکیل خاک‌دانه، بخش اعظم کربن آلی خاک در خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس جای گرفته است.

## نتیجه‌گیری

زیر کشت‌بردن اراضی بیابانی که از نظر ذخایر مواد آلی بسیار فقیر هستند، می‌تواند افزایش مقدار مواد آلی خاک را در پی داشته باشد.

---

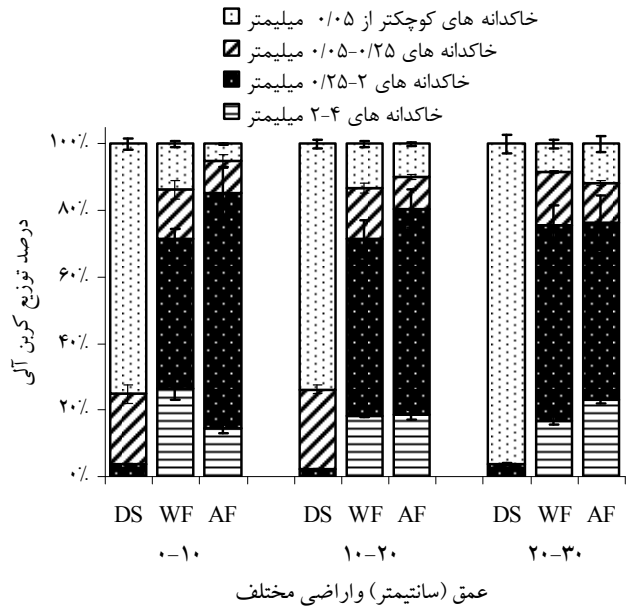
۱- میلی‌گرم در کیلوگرم خاک = (گرم در کیلوگرم خاک‌دانه) × (درصد توزیع اندازه‌ای خاک‌دانه) ×۱۰

جدول ۳- مقایسه غلظت کربن آلی، نیتروژن و کربوهیدرات‌های موجود در خاک‌دانه‌های خاک در عمق و اراضی مختلف

| کربوهیدرات‌ها (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | | نیتروژن کل (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | | | کربن آلی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | | | اندازه خاک‌دانه (میلی‌متر) | عمق (سانتی‌متر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| یونجه | گندم | یونجه | گندم | اراضی بیابانی | یونجه | گندم | اراضی بیابانی | | |
| ۲۵۰a A | ۶۰b B | ۶۰b A | ۵۰a A | – | ۸۲۰b A | ۴۸۰a B** | – | ۲-۴ | ۰-۱۰ |
| ۲۷۰a A | ۵۰bc B | ۱۷۰a A | ۳۰b B | – | ۲۷۲۰a A | ۳۶۰ab B | – | ۱-۲ | |
| ۱۱۰ab A | ۳۰c B | ۳۰b A | ۲۰c A | ۲c B | ۴۷۰bc A | ۱۶۰c B | ۱۳c C | ۰/۵-۱ | |
| ۱۲۰ab A | ۷۰ab B | ۶۰b A | ۴۰ab A | ۴c B | ۸۱۰b A | ۳۰۰b B | ۳c C | ۰/۲۵-۰/۵ | |
| ۱۲۰ab A | ۱۰۰a A | ۵۰b A | ۴۰ab A | ۱۰b B | ۵۲۰bc A | ۲۷۰bc B | ۹۰b C | ۰/۰۵-۰/۲۵ | |
| ۴۰c A | ۵۰bc A | ۳۰b B | ۳۰b B | ۵۰a A | ۲۹۰c AB | ۲۵۰bc B | ۳۲۰a A | <۰/۰۵ | |
| ۷۰cd A | ۴۰b B | ۶۰b A | ۳۰bc B | – | ۶۰۰b A | ۳۷۰b B | – | ۲-۴ | ۱۰-۲۰ |
| ۱۸۰a A | ۱۰۰a B | ۱۱۰a A | ۵۰a B | – | ۱۳۰۰a A | ۵۲۰a B | – | ۱-۲ | |
| ۵۰de A | ۴۰b A | ۲۰c A | ۲۰c A | – | ۲۵۰c A | ۲۱۰c A | – | ۰/۵-۱ | |
| ۹۰b A | ۸۰a A | ۴۰bc A | ۴۰ab A | ۲c B | ۴۲۰bc A | ۳۷۰b A | ۱۰c B | ۰/۲۵-۰/۵ | |
| ۸۰bc A | ۸۰a A | ۳۰c AB | ۴۰ab A | ۲۰b B | ۳۰۰c A | ۳۱۰bc A | ۱۳۰b B | ۰/۰۵-۰/۲۵ | |
| ۴۰e A | ۴۰b A | ۳۰c B | ۳۰bc B | ۶۰a A | ۳۲۰c B | ۲۷۰bc B | ۴۰۰a A | <۰/۰۵ | |
| ۶۰bc A | ۳۰cd B | ۵۰b A | ۲۰c B | – | ۵۴۰b A | ۳۳۰b B | – | ۲-۴ | ۲۰-۳۰ |
| ۸۰a A | ۵۰abc B | ۷۰a A | ۳۰b B | – | ۷۳۰a A | ۳۴۰a B | – | ۱-۲ | |
| ۴۰de A | ۴۰bcd A | ۲۰d A | ۲۰c A | ۲b B | ۱۷۰d A | ۱۹۰bc A | ۱۰b B | ۰/۵-۱ | |
| ۶۰bc A | ۶۰ab A | ۳۰c A | ۳۰b A | ۰/۰b B | ۳۶۰c A | ۲۵۰b A | ۰/۰b B | ۰/۲۵-۰/۵ | |
| ۷۰ab A | ۷۰a A | ۳۰c B | ۵۰a A | ۰/۰b C | ۲۸۰cd A | ۲۱۰b B | ۰/۰b C | ۰/۰۵-۰/۲۵ | |
| ۴۰de A | ۲۰d B | ۳۰c B | ۱۰c C | ۴۰a A | ۲۸۰cd A | ۱۱۰c B | ۲۳۰a AB | <۰/۰۵ | |

*: مقادیر (۳ = n) در هر ستون و برای هر عمق با حروف کوچک (a–e) یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند (مقایسه بین اندازه خاک‌دانه در هر عمق برای هر تیمار).

**: مقادیر (۳ = n) در هر ردیف با حروف بزرگ (A–C) یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند (مقایسه بین نوع اراضی).




**شکل ٤- درصد توزیع کربن آلی کل خاک در خاک‌دانه‌های مختلف**

**DS: خاک‌های بیابانی، WF: اراضی زیر کشت گندم و AF: اراضی زیر کشت یونجه،** علامت I خطای استاندارد را نشان می‌دهد (n = ۳).

نتایج این تحقیق نشان داد، مشابه با اثرات مثبتی که تبدیل اراضی بیابانی به اراضی زیر کشت گندم و یونجه بر کربن آلی و نیتروژن خاک دارد، ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک‌دانه‌های مختلف نیز بر اثر فعالیت‌های کشاورزی افزایش یافته است. در حالی‌که بخش عظیمی از کربن آلی خاک‌های بیابانی در خاک‌دانه‌های هم‌اندازه سیلت و رس وجود داشت، در اراضی کشاورزی کربن آلی بیشتر در خاک‌دانه‌های پایدار در آب و به‌طور ویژه خاک‌دانه‌های ۲-۱ میلی‌متری نگه‌داری شده است. خاک‌دانه‌ای‌شدن خاک از دیگر نتایج تغییر کاربری اراضی بیابانی بود. درحالی‌که در اراضی بیابانی بدلیل شوری بالا و کمبود رطوبت و مواد آلی خاک، شرایط برای تشکیل خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از یک میلی‌متر فراهم نبوده و خاک‌دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر قسمت عمده‌ای از خاک را تشکیل داده‌اند، در اراضی کشاورزی ۳۰-۱۱ درصد از وزن خاک مربوط به خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از یک میلی‌متر بود. در مجموع ساختمان خاک در اراضی کشاورزی نسبت به اراضی بیابانی به مراتب پایدارتر می‌باشد. از آنجایی که فرسایش‌پذیری خاک عمدتاً تابعی از پایداری ساختمان خاک و میزان مواد آلی آن است، افزایش معنی‌دار پایداری خاک‌دانه‌ها و ذخایر مواد آلی و متعاقب آن بهبود ساختمان خاک در اثر فعالیت‌های کشاورزی نشان می‌دهد که با کشت و کار مداوم و اصولی در اراضی بیابانی می‌توان خطر فرسایش بادی در منطقه را کاهش داد.

## منابع


1- Adesodun J.K., Mbagwu J.S.C., and Oti N. 2001. Structural stability and carbohydrate contents of an ultisol under different management systems. Soil and Tillage Research, 60:135–142.
2- Alvarez R. 2005. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. Soil Use and Management, 21:38–52.
3- Apezteguĭa H.P., Izaurralde R.C., and Sereno R. 2009. Simulation study of soil organic matter dynamics as affected by land use and agricultural practices in semiarid Cordoba, Argentina. Soil and Tillage Research, 102:101–108.
4- Ashagrie Y., Zech W., Guggenberger G., and Mamo T. 2007. Soil aggregation, and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. Soil and Tillage Research, 94:101–108.
5- Balesdent J., Chenu C., and Balabane M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. Soil and Tillage Research, 53:215–230.
6- Baruah T.C., and Barthakur H.P. 1997. A Textbook of Soil Analysis. Vikas Publishing House Pvt Ltd., New Delhi,

India.
7- Boix-Fayos C., Calvo-Cases A., Imeson A.C., and Soriano-Soto M.D. 2001. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. Catena, 44:47–67.
8- Brodowski S., John B., Flessa H., and Amelung W. 2006. Aggregate-occluded black carbon in soil. European Journal of Soil Science, 57:539–546.
9- Buschiazzo D.E., Hevia G.G., Hepper E.N., Urioste A., Bono A.A., and Babinec F. 2001. Organic C, N and P in size fractions of virgin and cultivated soils of the semi-arid Pampa of Argentina. Journal of Arid Environments, 48:501–508.
10- Cambardella C.A., and Elliott E.T. 1993. Carbon and nitrogen distributions in aggregates from cultivated and grassland soils. Soil Science Society of America Journal, 57:1071–1076.
11- Cheshire M.V. 1979. Nature and origin of carbohydrates in soils. Academic Press, London.
12- Dıaz-Zorita M., Perfect E., and Grove J.H. 2002. Disruptive methods for assessing soil structure. Soil and Tillage Research, 64:3–22.
13- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., and Smith F. 1956. Colorimetric method of determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28:350–356.
14- Feng Z., Wang X., and Feng Z. 2005. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China. Agricultural Water Management, 71:131–143.
15- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Klute A (Ed.). Agronomy Monograph No. 9 (2nd edn). American Society of Agronomy, Madison, WI, 383–411.
16- Jastrow J.D., Boutton T.W., and Miller R.M. 1996. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance. Soil Science Society of America Journal, 60: 801–807.
17- John B., Yamashita T., Ludwig B., and Flessa H. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. Geoderma, 128:63–79.
18- Kushwaha C.P., Tripathi S.K., and Singh K.P. 2001. Soil organic matter and water-stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem. Applied Soil Ecology, 16:229–241.
19- Li X.G., Li F.M., Rengel Z., Bhupinderpal-Singh and Wang Z.F. 2006. Cultivation effects on temporal changes of organic carbon and aggregate stability in desert soils of Hexi Corridor region in China. Soil and Tillage Research, 91:22–29.
20- Mbagwu J.S.C., and Piccolo A. 1998. Water-dispersible clay in aggregates of forest and cultivated soils in southern Nigeria in relation to organic matter constituents. In: Bergstrom, L. and Kirchman, H. (Eds.), Carbon and Nutrient Dynamics in Natural and Agricultural Ecosystems. CAB International, UK., 71–83.
21- Onweremadu E.U., Onyia V.N., and Anikwe M.A.N. 2007. Carbon and nitrogen distribution in water-stable aggregates under two tillage techniques in Fluvisols of Owerri area, southeastern Nigeria. Soil and Tillage Research, 97:195–206.
22- Plante A.F., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K., and Six J. 2006. Acid hydrolysis of easily dispersed and microaggregate-derived silt- and clay-sized fractions to isolate resistant soil organic matter. European Journal of Soil Science, 57:456–467.
23- Puget P., Angers D.A., and Chenu C. 1999. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. Soil Biology and Biochemistry, 31:55–63.
24- Seybold C.A., and Herrick J.E. 2001. Aggregate stability kit for soil quality assessments. Catena, 44:37–45.
25- Six J., Conant R.T., Paul E.A., and Paustian K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. Plant and Soil, 241:155–176.
26- Six J., Elliott E.T., Paustian K., and Doran J.W. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal, 62:1367–1377.
27- Six J., Paustian K., Elliott E.T., and Combrink C. 2000. Soil structure and organic matter: I. distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journal, 64:681–689.
28- Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Ver. 2.0. USDA.
29- Spaccini R., Mbagwu J.S.C., Igwe C.A., Conte P., and Piccolo A. 2004. Carbohydrates and aggregation in lowland soils of Nigeria as influenced by organic inputs. Soil and Tillage Research, 75:161–172.
30- Tejada M., and Gonzalez J.L. 2005. Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. European Journal of Agronomy, 23:336–347.
31- Tisdall J.M., and Oades J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33:141–163.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 518-529

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۵۲۹-۵۱۸

# The Distribution of Organic Carbon, Nitrogen and Carbohydrates in Aggregates of Some Desert and Cropland Soils in Central Iran

**J. Fallahzade [1*]- M.A. Hajabbasi[2]**
Received:4-9-2010
Accepted:24-4-2011

## Abstract

Soil organic matter and its components are important factors in formation and stability of aggregates and subsequently soil structure. However data regarding organic matter distribution in soil aggregates is scarce, particularly in arid soils of Central Iran. The objective of this study was to investigate the distribution of organic carbon (OC), total nitrogen (TN), and carbohydrates in aggregates of different size classes (2–4, 1–2, 0.5–1, 0.25–0.5, 0.05–0.25 and <0.05 mm) in desert and cropland (alfalfa and wheat) soils in Abarkooh plain, Central Iran. Composite soil samples at 0–10, 10–20 and 20–30 cm depths were taken. At all depths, the cultivation of desert soils caused a significant increase in the amount of OC, TN, carbohydrates, and wet aggregate stability (MWD). After land use change, the proportion of aggregates <0.05 mm was significantly reduced from 28–43% in the desert to 6–14% in the cropland and the proportion of 2–4 and 1–2 mm aggregates was significantly greater in the cropland than in the desert soil. Land use change also caused significant increases in OC and TN in water-stable aggregates. The distribution pattern of OC and TN shows preferential enrichment of the larger than the smaller aggregates in cropland soils. However in most soils of the desert, the OC and TN contents in aggregates <0.05 mm were significantly higher than those in other aggregate classes. The major part of total soil organic carbon was associated with the fractions <0.05 mm for desert and 0.25–2 mm for the cropland soils. Unlike OC, the distribution pattern of carbohydrates indicated that there was no clear relationship between the size of aggregates and carbohydrates contents for most cropland soils.

**Keywords:** Soil organic matter, Aggregate, Land use change, Abarkooh

1- Lecture, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Khorasgan (Isfahan) Branch
(*- Corresponding Author Email: jaber84023@yahoo.com)
2- Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology