اثر بافت، عمق و مکان نمونه‌برداری خاک بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک در باغات پسته رفسنجان

حسین شیرانی [*1]، محمد علی حاج‌عباسی [2] و روزیتا حداد رضایی [3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۱۴

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر بافت (لوم شنی و لوم رسی شنی)، عمق و محل نمونه‌برداری بر برخی ویژگی‌های خاک، مانند مواد آلی ذره‌ای (POM)، کربوهیدرات‌ها و تنفس میکروبی در باغات پسته رفسنجان بوده است. نمونه‌برداری خاک از باغ‌هایی با بافت متفاوت و تحت مدیریت یکسان و در دو موقعیت سایه‌انداز و بیرون آن و از سه عمق (صفر تا ۵، ۵ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) خاک انجام گرفت. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. در نمونه‌های خاک، مقدار EC، pH، درصد ازت، کربن آلی، نسبت C/N، POM، کربوهیدرات‌ها و تنفس برانگیخته تعیین شد. نتایج نشان داد، در بافت لوم شنی و در موقعیت سایه‌انداز، مقدار MWD افزایش معنی‌داری نسبت به خارج سایه‌انداز داشت. در بافت لوم رسی شنی، شوری موقعیت سایه‌انداز به‌طور معنی‌داری بیشتر از خارج سایه‌انداز بود، ولی این اثر در بافت لوم شنی دیده نشد. مقدار کربن آلی و نسبت C/N در عمق‌های سطحی (صفر تا ۵، ۵ تا ۱۵ سانتی‌متری) و در سایه‌انداز درخت، به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق‌های پایین تر (۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) بود، اما نوع بافت و موقعیت اثر معنی‌داری بر این ویژگی‌ها نداشتند. در موقعیت سایه‌انداز و بافت لوم رسی شنی نسبت به بافت لوم شنی، مقدار کربوهیدرات‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود؛ اما در این موقعیت، مقدار POM در بافت لوم شنی افزایش معنی‌داری نشان داد. در هر دو موقعیت، بافت لوم رسی شنی اثر حفاظتی بیشتری نسبت به بافت لوم شنی بر میکروارگانیسم‌های خاک داشت.

واژگان کلیدی: باغات پسته، تنفس میکروبی، کربوهیدرات‌ها، ماده آلی ذره‌ای

---

[1] دانشیار گروه علوم خاک،دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.
[2] استاد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
[3] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: (shirani@vru.ac.ir)

مقدمه

کیفیت خاک دو جنبه دارد: ۱- کیفیت ذاتی خاک که توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف خود (تولید بیولوژیک، بهبود کیفیت آب و هوا و تأمین سلامت گیاه، انسان و حیوان) می‌باشد و به خاک‌سازی و عوامل مؤثر بر آن بستگی داشته و شاید تحت تأثیر مدیریت قرار نمی‌گیرد و ۲- کیفیت پویای خاک که بسته به نوع مدیریت خاک متغیر است (۱۴). کیفیت خاک را به‌طور مستقیم نمی‌توان اندازه‌گیری کرد، بلکه با اندازه‌گیری چند شاخص برآورد می‌شود که نوع شاخص‌های مورد استفاده به مقیاس و اهداف پژوهش بستگی دارد (۲). پیرس و همکاران (۲۸)، میزان ماده آلی را معمولی‌ترین شاخص تخمین کیفیت خاک می‌دانند. در واقع ماده آلی، عاملی برای تداوم حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش و پیش‌روی بیابان و فراهم‌کننده محیطی مناسب برای فعالیت بیولوژیکی خاک می‌باشد (۳۳). ماده آلی یک شاخص مهم باروری خاک محسوب شده و ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آن را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۰). این ویژگی یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های کیفیت و توان خاک به شمار می‌آید (۱۳). وجود ماده آلی حتی به مقدار کم، بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک تأثیر زیادی دارد (۹). این ماده با تشکیل خاکدانه‌های پایدار، ساختمان خاک را بهبود بخشیده و از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند. ماده آلی به خاطر گنجایش تبادلی زیاد، عناصر غذایی را در خاک ذخیره می‌کند و باعث افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود تغذیه گیاه می‌شود (۱۳). ماده آلی، منبع غذا و انرژی برای ریزجانداران خاک است. هم‌چنین، مقدار ماده آلی بر نیتروژن فراهم خاک برای گیاه و جذب آفت‌کش‌ها اثر می‌گذارد (۴). ماده آلی ذره‌ای بخشی از ماده آلی است که از نظر مقدار تجزیه، حد میانه‌ی بقایای گیاهی تازه و هوموس خاک می‌باشد و به‌عنوان مخزن موقتی مواد آلی شناخته می‌شود. این بخش، هرچند سهم ناچیزی از خاک را به خود اختصاص می‌دهد، ولی به‌دلیل داشتن زمان بازگشت کوتاه و غنی بودن از عناصر غذایی و کربن، یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک به‌حساب می‌آید (۲۰). پژوهش‌های متعدد، نشان داده‌اند که ارتباط این بخش از ماده آلی با اجزاء معدنی خاک ناچیز بوده و از این رو سریع‌تر از مواد آلی که با اجزاء معدنی خاک در ارتباط هستند، تجزیه می‌شود (۱۸). بنابراین، استفاده از این شاخص برای بررسی کیفیت خاک مناسب و دقیق‌تر است (۱۷). ماده آلی ذره‌ای را می‌توان با روش‌های متفاوت به دو گروه تقسیم کرد: ۱- بخش سبک[1] و ۲- بخش با اندازه شن[2]. در کل بخش با اندازه شن ماده آلی، ۴۵-۲۰ درصد از کل کربن آلی و ۴۰-۱۳ درصد از کل نیتروژن خاک را شامل می‌شود (۸). یکی دیگر از ذخایر کربن آلی خاک، مواد آلی محلول است که متشکل از

[1] Light Fraction
[2] Sand Size Fraction

محدوده‌ی گسترده‌ای از ترکیبات آلی آلیفاتیک، فنل‌ها، اسیدهای فنلی، اسیدهای آمینه آزاد، کربوهیدرات‌ها و مجموعه‌های مولکولی اسیدهای هیومیک با وزن مولکولی متفاوت می‌باشد (۳۴). در حدود ۲۵-۵ درصد ماده آلی خاک را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند که اغلب به فرم پلی‌ساکارید می‌باشند (۱۲). دانسته‌های نسبتاً کمی درباره‌ی مقدار کربوهیدرات‌ها و ترکیبات مونوساکاریدها در خاکدانه‌ها موجود است. این عقیده وجود دارد که از جمله ترکیبات ماده آلی خاک، مونوساکاریدها هستند که در ایجاد پایداری خاکدانه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارند (۱۶). کربوهیدرات‌های خاک، به‌علت تأثیر در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، در کیفیت خاک نقش به‌سزایی دارند (۲۹). صرف نظر از بخش قندهای آزاد که ممکن است توسط آب از خاک شسته شوند، اغلب کربوهیدرات‌ها به‌دلیل ارتباط نزدیک و پیوند شیمیایی با سایر مواد آلی غیرکربوهیدراته و با برخی از ذرات معدنی خاک، به‌راحتی از خاک جدا نمی‌شوند. به‌همین دلیل از دیدگاه کشاورزی، مهم‌ترین ویژگی پلی‌ساکاریدهای خاک، پیوند دادن ذرات خاک و ایجاد خاکدانه‌های پایدار است (۱۲). کربوهیدرات‌های خاک سریعاً دچار تغییر و تحول بیوشیمیایی شده و منبع اصلی مواد غذایی و انرژی برای ریزجانداران خاک به‌شمار می‌روند. این گونه مواد، به‌علت تأثیر در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، در کیفیت خاک نقش به‌سزایی دارند (۲۹). برخی پژوهشگران گزارش کردند که پایداری تر خاکدانه‌ها با کاهش مقدار کربوهیدرات‌های خاک، کاهش می‌یابد (۲۴) سازوکار ماده آلی بر پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه کیفیت خاک، نه تنها به مقدار و نوع ماده آلی، بلکه بیش‌تر به چگونگی پیوند آن با اجزاء معدنی وابسته است (۱). به عقیده‌ی کامپبل و همکاران (۱۰) و گریگوریچ و همکاران (۱۷) تهی شدن خاک از مواد آلی، باعث کاهش گنجایش نگهداشت آب، کاهش فرایند خاکدانه‌سازی، حساس شدن خاک به فرسایش، کاهش عناصر غذایی و کند شدن فعالیت‌های بیولوژیکی و آنزیمی در خاک می‌گردد. هم‌چنین، نبود ماده آلی در خاک، باعث کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود.

پسته یکی از محصولات کشاورزی است که با نام ایران آمیخته شده است و کشور ما به‌عنوان اولین و مهم‌ترین صادرکننده‌ی پسته در جهان شهرت یافته است. تا کنون مطالعات چندانی بر شاخص‌های کیفیت خاک (به‌ویژه اجزای ماده آلی) در باغات پسته انجام نشده است. با توجه به این‌که کوددهی درختان پسته در نقاط و عمق‌های مشخص و متفاوتی (وابسته به نوع مدیریت) انجام می‌گیرد، لذا می‌توان گفت که شاخص‌های کیفیت خاک، متأثر از عمق و مکان نمونه‌برداری می‌باشند. هم‌چنین، بافت خاک یکی از ویژگی‌های مهم خاک بوده که بر سایر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک تأثیر دارد. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر بافت، عمق و مکان نمونه‌برداری خاک بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک در باغات پسته‌ی رفسنجان تحت مدیریت یکسان بود.

مواد و روش‌ها

مشخصه‌های منطقه مورد بررسی

شهرستان رفسنجان با وسعت حدود ۱۰۴۱۲/۷۰ کیلومتر مربع معادل ۵/۶۹ درصد مساحت استان را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در شمال غربی استان قرار گرفته و از شمال به بافق در استان یزد، از جنوب به بردسیر و سیرجان از مغرب به شهر بابک و از مشرق به شهرستان کرمان محدود می‌شود. ارتفاع رفسنجان از سطح دریا ۱۴۶۹ متر است. رفسنجان بین مختصات جغرافیایی ´۵۶ °۵۴ تا ´۴۳ °۵۶ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ´۵۵ °۲۹ تا ´۱۷ °۳۱ عرض شمالی واقع می‌باشد و بیش‌ترین درجه گرما در تابستان ۳۷/۵ درجه و در زمستان ۰/۴ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی ۹۰ میلی‌متر در سال است. آب و هوای گرم و خشک و بارندگی کم، از مشخصه‌های این منطقه می‌باشد. خاک‌های غالب منطقه دارای رده‌بندی Typic Calciargid می‌باشند (۳۱). منطقه‌ی انتخاب شده برای این پژوهش، اراضی پسته‌کاری کوثرریز هرندی واقع در حومه‌ی رفسنجان بود. در این منطقه از ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک استفاده می‌شود و محلول‌پاشی کلسیم و نیتروژن نیز انجام می‌گیرد. از کود دامی، طی سه سال گذشته (قبل از انجام این پژوهش) استفاده نشده بود. میانگین فاصله‌ی ردیف‌های کشت درختان پسته ۷ متر می‌باشد. آبیاری غرقابی با دور آبی ۳۲ روزه انجام گرفته است. خاک‌های این منطقه غالباً دارای دو بافت لوم رسی شنی (SCL) و لوم شنی (SL) می‌باشند.

نمونه‌برداری خاک و طرح آزمایشی

نمونه‌برداری خاک از باغ‌هایی با بافت متفاوت و در دو موقعیت سایه‌انداز و بیرون آن و از سه عمق خاک انجام گرفت. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل بافت خاک در دو سطح (لوم رسی شنی و لوم شنی)، موقعیت نمونه‌برداری در دو سطح (زیر سایه‌انداز درخت و خارج از سایه‌انداز) و عمق نمونه‌برداری در سه سطح (صفر تا ۵، ۵ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) بودند. آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها به‌وسیله‌ی نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک که اندازه‌گیری شدند، عبارت بودند از: بافت خاک به روش پیپت، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به روش غربال خیس (۲۱)، جداسازی ماده آلی ذره‌ای (Particle organic matter یا POM) به‌روش سیکس و همکاران (۳۲) و اندازه‌گیری آن به روش اتلاف بر اثر احتراق یا WLOI (۹)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک توسط دستگاه EC متر، pH در گل اشباع به‌وسیله‌ی دستگاه pH متر، کربن

آلی به روش اکسیداسیون تر (۶)، کربوهیدات‌ها به روش عصاره‌گیری با اسید (روش فنل-اسید سولفوریک) (۱۵)، تنفس میکروبی برانگیخته یا SIR (Substrate Induced Respiration) به روش آلف و نانی‌پیری (۵)، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال تعیین شدند.

برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها، از نمونه‌های هوا-خشک که از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شده بودند، استفاده شد. بدین ترتیب که هر نمونه خاک پس از عبور از الک ۴، روی یک ردیف الک که اندازه سوراخ‌های آن‌ها به ترتیب از بالا به پایین ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر بود قرار گرفت. برای جلوگیری از تخریب خاکدانه‌ها در اثر جذب سریع آب و محبوس شدن هوا، نمونه‌ها ابتدا پیش از الک کردن با آب‌فشان مرطوب شدند. الک‌ها به مدت ۵ دقیقه توسط موتور الکتریکی با دور ۱۶ بار در دقیقه در آب بالا و پایین برده شدند. سپس خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک، در آون و در دمای ۵۰ درجه سلسیوس خشک شده و وزن شدند. در نهایت پایداری خاکدانه‌ها با محاسبه‌ی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) ارزیابی گردید.

برای اندازه‌گیری ماده آلی ذره‌ای، ابتدا به ۱۰ گرم خاک عبور داده شده از الک ۴ میلی‌متر، ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد هگزامتافسفات سدیم اضافه شده و به‌مدت ۱۸ ساعت تکان داده شد. سپس این سوسپانسیون روی الک ۵۳ میکرونی ریخته شده و با آب مقطر شسته شد تا آب خروجی شفاف شود. مواد باقی‌مانده بر روی الک برای یک شب در آون (دمای ۵۰ درجه سلسیوس) قرار داده شدند. این مواد شامل POM+Sand در خاکدانه‌های ریز و درشت می‌باشند. سپس مقداری از POM+Sand جدا شده در مرحله پیشین، در کوره و در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند. پس از گذشت مدت زمان مذکور، نمونه‌ها دوباره وزن شدند که اختلاف وزن آن با پیش از قرار دادن در کوره، مقدار POM را نشان می‌دهد.

به‌منظور تعیین تنفس میکروبی برانگیخته، مقدار ۱۰۰ گرم خاک خشک در درون ظروف مخصوص تنفس میکروبی ریخته شد و به آن مقداری آب مقطر (۵۰ درصد رطوبت ظرفت مزرعه) اضافه گردید. ۲ میلی‌لیتر محلول گلوکز ۱ درصد به عنوان سوبسترا به هر کدام از ظروف افزوده شده و بی‌درنگ ۱۰ میلی‌لیتر سود (NaOH) ۰/۵ نرمال درون ظروف دارای خاک گذاشته شد. سپس درب آن‌ها محکم بسته شده و به مدت ۶ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۵±۱ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از ۶ ساعت، محلول درون لوله‌ها در بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شده و با اسید کلریدریک ۰/۱ مولار تیتر گردید. با این روش، مقدار دی‌اکسید کربن متصاعد شده توسط ریزجانداران اندازه-گیری شد.

نتایج و بحث

همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و اجزاء مختلف مواد آلی خاک

این همبستگی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. بین EC و کربن آلی خاک، هم‌بستگی مثبت دیده شد، یعنی با افزایش شوری، میزان کربن آلی خاک زیاد شده است. در این راستا بلتران-هرناندز و همکاران (۷)، معتقدند که مواد معدنی بی‌شکل بر تجزیه کربن آلی خاک اثر می‌گذارند. این مواد می‌توانند کربن آلی خاک را به‌صورت سطحی جذب کنند و باعث ترسیب کربن خاک شوند. کاهش غلظت نمک، باعث کاهش پراکنده‌شدن این مواد و کاهش جذب سطحی کربن آلی شده و در نتیجه از ترسیب کربن کاسته می‌شود. لئونا-گئودو و همکاران (۲۳) در یک آزمایش انکوباسیونی، دریافتند که مقدار تجزیه مواد آلی به خاطر تأثیر فشار اسمزی بر فعالیت میکروبی، با افزایش شوری کاهش می‌یابد.

با افزایش pH، میزان کربن آلی خاک کاهش یافت، بدین معنی که افزایش pH باعث افزایش تجزیه مواد آلی شده است. نلسون و همکاران (۲۵) دریافتند که افزایش سدیم، باعث سهولت تجزیه‌ی ترکیبات تجزیه‌پذیر شده و آن‌ها را برای تجزیه میکروبی آماده می‌کند. هم‌بستگی معنی‌داری بین EC یا pH و تنفس میکروبی وجود نداشت. EC و pH زیاد در این منطقه، تأثیری بر تنفس میکروبی نداشت که احتمالاً ریزجانداران با شرایط منطقه سازگاری پیدا کرده‌اند. بلتران-هرناندز و همکاران (۷) و لئونا-گئودو و همکاران (۲۳) در این راستا معتقدند که فعالیت و زیست‌توده‌ی میکروبی، خیلی تحت تأثیر شوری یا pH قرار نمی‌گیرد.

مقدار کربوهیدرات‌های خاک، هم‌بستگی مثبتی با EC نشان داد، یعنی با افزایش EC، میزان کربوهیدرات‌های خاک زیاد می‌شود. پنمن و همکاران (۲۷) نیز اثبات کردند مقدار کل کربوهیدرات‌ها در خاک‌های شور، بیش‌تر از خاک‌های معمولی است که نشان‌دهنده‌ی کاهش درجه تخریب کربوهیدرات‌ها در خاک‌های شور می‌باشد. رابطه منفی بین pH و کربوهیدرات‌های خاک دیده شد. به اعتقاد لی و همکاران (۲۲) pH یک عامل محرک برای تجزیه مواد آلی است و از آنجا که کربوهیدرات‌ها بخش مهمی از مواد آلی ناپایدار خاک را تشکیل می‌دهند (۱۹)، افزایش pH باعث کاهش کربوهیدرات‌ها شد. فلاح‌زاده (۳) نیز گزارش کرد افزایش pH، باعث کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل عصاره-گیری با اسید ضعیف می‌شود.

ماده آلی ذره‌ای (POM) هم‌بستگی مثبتی با EC نشان داد. پادک و رائو (۲۶) و لئونا-گئودو و همکاران (۲۳) دریافتند که شوری مانع از تجزیه مواد آلی می‌شود و از آنجا که ماده آلی ذره‌ای شامل بقایای گیاهی می‌شود که کم‌تر دچار تجزیه شده‌اند (۱۷)، بنابراین کاهش تجزیه مواد آلی می‌تواند باعث افزایش POM شود. ماده آلی ذره‌ای تحت

تأثیر pH قرار نگرفت، احتمالاً به‌دلیل وجود کربنات‌ها با گنجایش بافری زیاد در خاک‌های مورد بررسی، تغییرات pH تأثیری بر POM نداشته است. یافته‌های فلاح‌زاده (۳) نیز نشان داد بین pH و POM همبستگی معنی‌داری وجود ندارد.

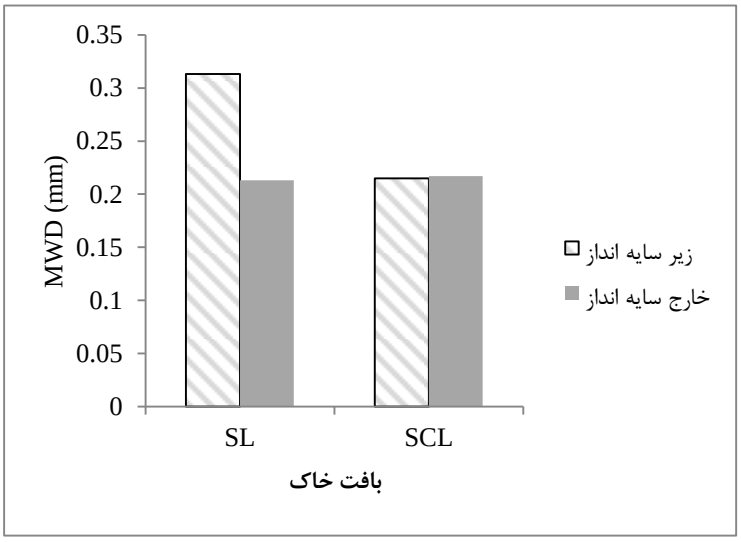
جدول ۱- همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک (MWD، میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر)، pH، اسیدیته خاک، EC، قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)، OC، کربن آلی (درصد)، SIR، تنفس میکروبی برانگیخته (میلی‌گرم کربن-گاز کربنیک بر کیلوگرم ساعت)، CH، مقدار کربوهیدرات (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، N، نیتروژن کل (درصد)، C/N، نسبت کربن به نیتروژن خاک).

	MWD (mm)	pH	EC (dS/m)	OC (%)	SIR (mgC-CO_2/Kghr)	CH (mg/Kg)	N (%)	C/N
pH	۰/۳۲۷ ns							
EC (dS/m)	۰/۲۶۵ ns	-۰/۷۵ **						
OC (%)	۰/۳۳۷ *	−۰/۳۵۲ *	۰/۴۲۴ **					
SIR (mgC-CO_2/Kghr)	−۰/۰۱ ns	−۰/۰۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۴۰۰ *				
CH (mg/Kg)	۰/۰۷۵ ns	−۰/۳۳۳ *	۰/۵۵۷ **	۰/۶۴۸ **	۰/۵۷۳ **			
N (%)	۰/۴۳۹ **	−۰/۳۹ *	۰/۴۰۰ *	۰/۶۱۱ **	۰/۳۲۹ *	۰/۳۹۷ *		
C/N	۰/۰۲۵ ns	−۰/۱۷ ns	۰/۳۳۹ *	۰/۷۲۰ **	۰/۳۵۲ *	۰/۵۸۶ **	۰/۱۱ ns	
POM	۰/۴۹۶ **	−۰/۲۷۶ ns	۰/۳۷۷ *	۰/۵۳۶ **	−۰/۰۴۶ ns	۰/۱۸۰ ns	۰/۳۸۷ *	ns ۰/۲۸۴

اثر تیمارها بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

در بافت خاک SL و در موقعیت سایه‌انداز، مقدار MWD افزایش معنی‌داری نسبت به خارج سایه‌انداز نشان داد، اما در بافت SCL چنین تفاوتی دیده نشد. در موقعیت سایه‌انداز، به‌علت حضور بیش‌تر پوشش گیاهی، بقایای گیاهی بیش‌تری به خاک افزوده می‌شود و می‌تواند باعث بهبود ساختمان خاک نسبت به خارج سایه‌انداز شود. هم‌چنین، در زیر سایه‌انداز، احتمالاً به دلیل کوددهی و رطوبت بیش‌تر و در نتیجه افزایش فعالیت میکروبی، ساختمان خاک وضعیت بهتری نسبت به خارج سایه‌انداز دارد. در بافت خاک SCL، مقدار رس به‌گونه‌ی چشم‌گیری بیش‌تر است و بنابراین مقدار ماده آلی افزوده شده به خاک که چندان هم زیاد نیست (به‌علت آب و هوای خشک منطقه)، نمی‌تواند اثر قابل توجه رس بر خاکدانه‌سازی را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین برای این بافت خاک بین دو موقعیت، اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار MWD دیده نشد. ضمن این‌که در کل پوشش گیاهی در بافت SCL ضعیف‌تر از بافت SL بود و بنابراین اثر افزودن بقایا به خاک بر MWD در این بافت کم‌تر است. به هر حال بین دو بافت اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار

MWD دیده نشد (شکل ۱). از نظر مقدار MWD بین عمق‌های مختلف خاک تفاوتی معنی‌دار دیده نشد که با نتایج فلاح‌زاده (۳) هماهنگی داشت.



شکل ۱- اثر موقعیت در هر بافت خاک بر میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها (حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ بین تیمارها می‌باشد)

اثر تیمارها بر EC عصاره اشباع خاک

در بافت SCL، موقعیت خارج سایه‌انداز نسبت به سایه‌انداز مقدار شوری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین در مکان خارج سایه‌انداز بافت برای SCL افزایش معنی‌دار شوری نسبت به بافت SL مشاهده گردید که نشان‌دهنده‌ی حرکت بیش‌تر نمک به سمت جوانب و خارج سایه‌انداز در بافت ریزتر می‌باشد. مقدار شوری بین دو بافت در مکان سایه‌انداز، تفاوت معنی‌داری نداشت. احتمالاً مدیریت یکسان آبی و آبیاری غرقابی در موقعیت سایه‌انداز، باعث شد بین دو بافت خاک تفاوت معنی‌داری در موقعیت سایه‌انداز مشاهده نشود (جدول ۲). هم‌چنین، عمق خاک نیز بر شوری خاک تأثیر معنی‌داری نداشت.

جدول ۲- اثر بافت خاک و موقعیت بر میزان شوری خاک

بافت خاک	EC(dS m^{-1})	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
SCL	۶/۵۸ a(B)	۱۰/۱۶ a(A)
SL	۷/۸۱ a(A)	۶/۲۴ b(A)

حروف کوچک تفاوت بین دو بافت خاک در هر موقعیت و حروف بزرگ تفاوت بین دو موقعیت در هر بافت را نشان می‌دهند (حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد).

اثر تیمارها بر کربن آلی خاک

افزودن بقایای درخت پسته و علف‌های هرز به خاک در مکان سایه‌انداز، باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی در عمق-های رویین صفر تا ۱۵ سانتی‌متر نسبت به عمق زیرین ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر شده است (جدول ۳). در موقعیت سایه-انداز، با افزایش عمق خاک میزان کربن آلی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در این منطقه طی چند سال اخیر، چندان از کودهای آلی استفاده نشده است، ولی بقایای پسته و علف‌های هرز به سطح خاک افزوده شده و از طرفی همبستگی مثبت بین کربن آلی و شوری (جدول ۱) و کاهش معنی‌دار شوری با افزایش عمق خاک در موقعیت سایه‌انداز (جدول ۲)، باعث حفظ ماده آلی افزوده شده به سطح خاک و افزایش معنی‌دار ماده آلی لایه‌های رویین نسبت به عمق زیرین خاک شده است. هرچند ماده آلی افزوده شده به خاک در موقعیت سایه‌انداز نسبت به خارج آن بیش‌تر می‌باشد، اما شوری بسیار زیاد در موقعیت خارج سایه‌انداز (جدول ۲) توانسته مواد آلی خاک در خارج سایه‌انداز را حفظ کند. در نتیجه بین دو موقعیت تفاوت معنی‌دار دیده نشد (جدول ۲). احتمالاً با توجه به افزودن بقایای گیاهی بیش‌تر به خاک با بافت SL، به خاطر بزرگ‌تر بودن درختان و علف‌های هرز بیش‌تر و از طرفی با توجه به اثر حفاظتی بیش‌تر کربن آلی توسط بافت ریزتر (۳۰)، تفاوت معنی‌داری از نظر کربن آلی بین دو بافت دیده نشد.

جدول ۳- اثر عمق خاک در هر موقعیت بر مقدار کربن آلی (OC) خاک

عمق خاک (cm)	%OC	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
۰-۵	۰/۵۳ a	۰/۴۱ a
۵-۱۵	۰/۴۲ a	۰/۳۴ a
۱۵-۳۰	۰/۲۳ b	۰/۳۰ a

حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد.

اثر تیمارها بر نیتروژن کل خاک و نسبت C/N

احتمالاً به‌دلیل مدیریت یکسان در کوددهی نیتروژن در منطقه، تأثیر بافت بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار نبود. در این مدیریت، غالباً کوددهی نیتروژن در سایه‌انداز درختان توسط آب آبیاری انجام می‌شود. بنابراین مقدار نیتروژن در موقعیت سایه‌انداز به‌طور معنی‌داری بیش از خارج سایه‌انداز در لایه‌ی رویین بود. هم‌چنین، با توجه به افزودن کود نیتروژن‌دار به سطح خاک در موقعیت سایه‌انداز، مقدار نیتروژن در لایه‌ی رویین خاک، به‌طور معنی‌داری بیش از

لایه‌های زیرین بود. عدم تفاوت در میزان ماده آلی در مکان خارج سایه‌انداز بین عمق‌های مختلف (جدول ۳)، باعث عدم تفاوت مقدار نیتروژن خاک شده است (جدول۴).

جدول ۴- اثر عمق خاک و موقعیت بر مقدار نیتروژن کل (N) خاک

عمق خاک (cm)	%N	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
۰-۵	۰/۰۸۲ a(A)	۰/۰۵۰ a(B)
۵-۱۵	۰/۰۶۰ b(A)	۰/۰۵۴ a(A)
۱۵-۳۰	۰/۰۴۹ b(A)	۰/۰۴۸ a(A)

حروف کوچک تفاوت بین عمق‌های مختلف خاک در دو موقعیت را نشان می‌دهد و حروف بزرگ بیان‌گر تفاوت بین دو موقعیت در هر عمق خاک می‌باشد (حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

در موقعیت سایه‌انداز، نسبت C/N در خاک رویین نسبت به خاک زیرین به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. دلایل آن مربوط به وجود مواد آلی کمتر تجزیه شده در سطح خاک است. در موقعیت خارج سایه‌انداز بین عمق‌های مختلف خاک، تفاوت معنی‌داری از نظر نسبت C/N دیده نشد (نتایج به دلیل رابطه‌ی این نسبت با کربن و نیتروژن به صورت جدول نمایش داده نشده است)؛ زیرا میزان کربن آلی بین عمق‌های مختلف خاک، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳) و بین کربن آلی و نسبت C/N هم‌بستگی مثبت (جدول ۱) وجود داشت.

اثر تیمارها بر کربوهیدرات‌های خاک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تمامی تیمارها و برهمکنش آن‌ها بر مقدار کربوهیدرات‌ها معنی‌دار بوده است که می‌تواند نشان دهنده‌ی حساسیت زیاد این پارامتر به تیمارهای مورد نظر باشد. مقدار کربوهیدرات‌ها در خاک یک شاخص حساس در بین پارامترهای شیمیایی است، زیرا کربوهیدرات‌ها در خاک سریعاً دچار تغییر و تحول می‌شوند و در واکنش‌های بیوشیمیایی شرکت می‌کنند. این مواد بخش عمده‌ی مواد آلی ناپایدار در خاک را تشکیل می‌دهند (۱۹). مقدار کربوهیدرات‌ها در هر دو موقعیت، با افزایش عمق خاک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). از دلایل کاهش کربوهیدرات‌ها با افزایش عمق خاک، می‌تواند افزودن بقایای گیاهی به لایه‌های بالایی خاک و افزایش شوری با کاهش عمق در هر دو موقعیت (جدول ۲) و همبستگی مثبت و قوی بین شوری و کربوهیدرات‌ها (جدول ۱) و در نتیجه، حفظ کربوهیدرات‌های خاک توسط نمک‌های موجود باشد (جدول ۵). فلاح‌زاده (۳) نیز کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل عصاره‌گیری با اسید رقیق، در خاک‌های شور را با افزایش عمق خاک گزارش کرد. هم‌چنین در لایه‌های بالایی و در موقعیت سایه‌انداز، مقدار کربوهیدرات‌های خاک به‌طور معنی‌داری نسبت به خارج آن بیش‌تر بود

(جدول ۵). از دلایل افزایش کربوهیدرات‌ها در موقعیت سایه‌انداز نسبت به خارج آن، مربوط به حضور پوشش گیـاهی و افزودن بقایای گیاهی به منطقه سایه‌انداز می‌باشد؛ زیرا کربوهیدرات‌ها از بقایای گیاهی منشأ می‌گیرند (۱۵).

جدول ۵- اثر موقعیت و عمق خاک بر مقدار کربوهیدرات‌های خاک در منطقه کوثرریز هرندی

عمق خاک (cm)	کربوهیدرات ($mg\ Kg^{-1}$)	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
۰-۵	۱۳۳۴/۵۸ a(A)	۴۶۰/۸۹ a(B)
۵-۱۵	۴۷۲/۴۷ b(A)	۳۲۸/۶۳ b(B)
۱۵-۳۰	۲۹۶/۸۷ c(A)	۲۷۴/۹۵ c(A)

حروف کوچک تفاوت بین عمق‌های مختلف خاک در هر موقعیت را نشان می‌دهد و حروف بزرگ بیان‌گر تفاوت بین دو موقعیت در هر عمق می‌باشد (حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد).

در بافت خاک SCL، مقدار کربوهیدرات‌های خاک موقعیت سایه‌انداز نسبت به خارج آن، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما در بافت SL چنین نتیجه‌ای دیده نشد. دلیل این امر مربوط به حضور بیش‌تر پوشش گیاهی و بقایای گیاهی در موقعیت سایه‌انداز و کاهش تجزیه و تخریب کربوهیدرات‌ها در بافت SCL به‌دلیل داشتن مقدار رس بیش‌تر نسبت به بافت SL می‌باشد (جدول ۶). مقدار کربوهیدرات در موقعیت سایه‌انداز بافت SCL، افزایش معنی‌داری نسبت به بافت SL نشان داد (جدول ۶)، که این موضوع اثر حفاظتی بافت ریز خاک در نگهداشت کربوهیدرات‌ها را نشان می‌دهد. عدم چنین نتیجه‌ای در مکان خارج سایه‌انداز، احتمالاً مربوط به عدم حضور گیاه، بقایای گیاهی و ترشح‌های ریشه می‌باشد؛ زیرا منشأ کربوهیدرات‌ها، بقایای گیاهی و حیوانی و مواد تولید شده توسط ریشه می‌باشد (۱۵).

جدول ۶- اثر بافت و موقعیت بر میزان کربوهیدرات‌های خاک در منطقه کوثرریز هرندی

بافت خاک	کربوهیدرات ($mg\ Kg^{-1}$)	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
بافت SCL	۱۰۲۱/۴۳ a(A)	۳۵۹/۳۳ a(B)
بافت SL	۳۸۱/۲۵ b(A)	۳۵۰/۳۳ a(A)

حروف کوچک تفاوت بین دو بافت در هر موقعیت و حروف بزرگ تفاوت بین دو موقعیت در هر بافت خاک می‌باشد (حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد).

اثر تیمارها بر ماده آلی ذره‌ای

از آنجا که ماده آلی ذره‌ای (POM) شامل بقایای گیاهی می‌باشد که کم‌تر دچار تجزیه شده‌اند (۱۷) و همچنین بر اساس مشاهده در زمان نمونه‌برداری، با درشت شدن بافت، درختان بزرگ‌تر شده و در نتیجه بقایای بیش‌تری به خاک اضافه می‌کنند. بنابراین افزایش معنی‌دار POM در بافت SL نسبت به بافت SCL در موقعیت سایه‌انداز دیده شد. هم‌چنین در مکان سایه‌انداز، مقدار POM، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از خارج آن در بافت SL بود (جدول ۷).

جدول ۷- اثر بافت و موقعیت بر میزان ماده آلی ذره‌ای (POM) خاک در منطقه کوثرریز هرندی

بافت خاک	POM%	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
بافت SCL	۰/۷۱ b(A)	۰/۷۷ a(A)
بافت SL	۰/۹۲ a(A)	۰/۷۰ a(B)

حروف کوچک تفاوت بین دو بافت در هر موقعیت و حروف بزرگ تفاوت بین دو موقعیت در هر بافت خاک می‌باشد (حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد).

اثر تیمارها بر تنفس برانگیخته

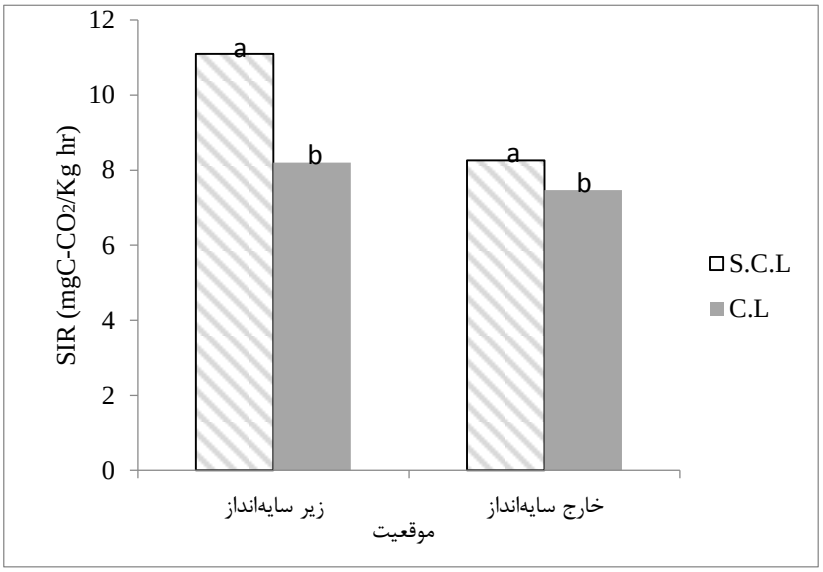
زیادتر بودن نسبی عواملی چون بقایای گیاهی، ماده آلی و نیتروژن در لایه‌های بالایی خاک در موقعیت سایه‌انداز و به تبع آن بیش‌تر بودن جمعیت میکروبی، می‌تواند از دلایل احتمالی افزایش معنی‌دار تنفس میکروبی در دو عمق صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر نسبت به عمق زیرین در موقعیت سایه‌انداز و موقعیت سایه‌انداز نسبت به خارج آن باشد (جدول ۸).

جدول ۸- اثر عمق خاک و موقعیت بر مقدار تنفس برانگیخته خاک

عمق خاک (cm)	SIR (mg C-CO_2 Kg^{-1} hr^{-1})	
	سایه‌انداز	خارج سایه‌انداز
۰-۵	۱۱/۲۰ a(A)	۷/۵۴ a(B)
۵-۱۵	۹/۵۸ a(A)	۸/۱۳ a(B)
۱۵-۳۰	۷/۵۸ b(A)	۸/۱۶ a(A)

حروف کوچک تفاوت بین عمق‌های مختلف خاک در دو موقعیت را نشان می‌دهد و حروف بزرگ بیان‌گر تفاوت بین دو موقعیت در هر عمق خاک می‌باشد (حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد).

در هر دو موقعیت مقدار SIR در بافت خاک SCL به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بافت SL بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که مقدار شوری در محل خارج سایه‌انداز و کربوهیدرات‌ها در سایه‌انداز بافت SCL، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بافت SL بود (جدول‌های ۲ و ۶). بنابراین، از آن‌جا که پلی‌ساکاریدها منبع اصلی انرژی جمعیت بیولوژیک خاک محسوب می‌شوند (۱۱، ۱۹) و بین تنفس میکروبی و شوری هم‌بستگی مثبت وجود دارد (جدول ۱)، شوری و کربوهیدرات بیش‌تر در بافت SCL می‌تواند از دلایل افزایش معنی‌دار تنفس میکروبی در آن نسبت به بافت SL باشد. از طرفی این نتیجه دلیلی بر رشد بهتر ریزجانداران خاک در بافت ریزتر می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر بافت خاک در هر موقعیت بر مقدار تنفس برانگیخته (SIR) خاک
(حروف مشابه بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ می‌باشد)

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که اثر موقعیت بر پایداری خاکدانه‌ها فقط در بافت درشت (لوم شنی) معنی‌دار بود و سایر تیمارها (بافت و عمق نمونه‌برداری) بر این ویژگی تأثیر معنی‌داری نداشتند. شوری در بافت ریزتر به‌ویژه در خارج سایه‌انداز بیشتر از بافت درشت‌تر بود که حرکت جانبی بیشتر در خاک ریزبافت، می‌تواند دلیل این امر باشد. مقدار کربن آلی در عمق سطحی خاک به‌طور معنی‌داری بیشتر از عمق پایین‌تر بود که علت اصلی آن اضافه شدن بیشتر بقایای آلی به سطح خاک بود. از نظر مقدار کربن آلی، بین دو موقعیت تفاوت معنی‌داری دیده نشد. تفاوت معنی‌داری از نظر کربن آلی بین دو بافت دیده نشد. به‌دلیل مدیریت یکسان در کوددهی نیتروژن در منطقه، تأثیر بافت بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار نبود. مقدار نیتروژن در موقعیت سایه‌انداز به‌طور معنی‌داری بیش از خارج سایه‌انداز در لایه‌ی

رویین بود. هم‌چنین، با توجه به افزودن کود نیتروژن‌دار به سطح خاک در موقعیت سایه‌انداز، مقدار نیتروژن در لایه‌ی رویین خاک به‌طور معنی‌داری بیش از لایه‌های زیرین بود. در موقعیت سایه‌انداز و بافت لوم رسی شنی نسبت به بافت لوم شنی، مقدار کربوهیدرات‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود؛ اما در این موقعیت، مقدار POM در بافت لوم شنی افزایش معنی‌داری نشان داد. در هر دو موقعیت، بافت لوم رسی شنی نسبت به بافت لوم شنی باعث افزایش تنفس برانگیخته شد و اثر مثبت بر میکروارگانیسم‌های خاک داشت.

منابع

۱- تاجیک، ف. ۱۳۸۳. ارزیابی پایداری خاکدانه ها در برخی مناطق ایران، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱: ۱۰۷-۱۲۲.

۲- حاج عباسی، م. ع.، بسالت پور ا. و ا.ر. مللی. ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های جنوب و جنوب غربی اصفهان ، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۲: ۵۲۵-۵۳۴.

۳- فلاح‌زاده ابرقویی، ج. ۱۳۸۶. اثر شوری و تغییر کاربری اراضی بر مقدار ماده آلی ذره‌ای و کربوهیدرات‌ها در دشت جوانمردی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- هاشمی بنی، ا.، صالحی، م.ح. و بیگی هرچگانی، ح. ۱۳۸۸. برآورد ماده آلی به روش سوزاندن در کوره در چهار دشت مهم استان چهار محال و بختیاری، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵۰: ۷۷-۸۹.

5- Abbott, W.S. 1925. A method of comparing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267. 5- Alef K. and P., Nannipieri. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, London.

6- Baruah, T.C. and H.P. Barthakur. 1997. A Textbook of soil analysis. Vikas Publishing House Pvt Ltd., New Delhi, India, 334 p.

7- Belteran-Hernandez, R.I., Coss-Mun, E., Luna-Guido, M.L., Mercado-Grcia, F., Siebe, C. and L., Dendooven. 1999. Carbon and nitrogen dynamics in alkaline saline soil of the former Lake Texcoco (Mexico) as affected by application of sewage sludge. European Journal of Soil Science, 50: 601-608.

8- Bowman R.A., Vigil M.F., Nielsen D.C. and Anderson R.L. 1999. Soil organic matter changes in intensively cropped dryland systems. Soil Science.Society America. Journal, 63: 186-191.

9- Cambardella C.A., Gajda A. M., Doran J.W., Wienhold B.J. and Kettler T.A. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. PP. 349-359. In: R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett, and B. A. Stewart (eds.). Assessment methods for soil carbon. CRC, Boca Raton, FL.

10- Campbell C.A., Biederbeck V.O., McConkey B.G., Curtin D. and Zentner R.P. 1999. Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in South Western Saskatchewan. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1-7.

11- Cheshire M.V. 1977. Originals and stability of soil polysaccharide. Soil Science, 98: 371-376.

12- Cheshire M.V. 1979. Nature and origin of Carbohydrates in Soils. Academic Press, London.

13- Ding G., Novak J.M., Amarasiriwardena D., Hunt P.G. and Xing B. 2002. Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. Soil Science.Society America. Journal, 66: 421-429.

14- Doran J.W. and Parkin T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. *In*: Doran, J. W. and A. J. Jones (Eds.), Defining Soil Quality for Sustainable Environment. Soil Science.Society America. Journal, Special Publication, No. 35 Madison, WI.

15- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. and Smith F. 1956. Colorimetric method of determination of sugars and related substances. Analyt. Chem. 28: 350-356.

16- Feller C. and Beare M.H. 1997. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropicss. Geoderma 79: 69-160.

17- Gregorich E.G., Carter M.R., Angers D.A., Monreal C.M. and Ellert B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural. Soil Science.Society America. Journal, 74:367-385.

18- Gregorich E.G., Carter M.R., Doran J.W., Pankhurst C.E. and Dwyer L.M. 1997. Bioligical attributes of soil quality. PP. 81-114. In: Gregorich, E. G. and M. R. Carter (Eds), Soil Quality for crop production and Ecosystem Health. Elsevier Science, Amesterdam, The Netherlands.

19- Guggenberger G., Zech W. and Thomas R.J. 1995. Lignin and carbohydrate alteration in particle-size separates of an Oxisol under tropical pastures following native savanna. Soil Biology and Biochemistry, 27:1629-1638.

20- Haynes R.J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils. Advan. Agron. 85: 221-268.

21- Jastro B., Boutton T.W. and Miller R.M. 1996. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance. Soil Science.Society America. Journal, 60: 801-807.

22- Li X., Rengel Z., Mapfumo E. and Singh B. 2007. Increase in pH stimulates mineralization of native organic carbon and nitrogen in naturally salt-affected sandy soils. Plant and Soil, 290: 269-282.

23- Luna-Guido M.L., Beltran-Hernandez R.I. and Dendooven L. 2001. Dynamics of 14C- labelled glucose in alkaline saline soil. Soil Biology and Biochemistry, 33:707-719.

24- 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. PP. 71-83. In: L. Bergstrom, H, Kirchman (Eds), carbon and Nutrient Dynamics in Natural and agricultural Ecosystems. CAB International, UK.

25- Nelson P.N., Ladd J.N. and Oades J.M. 1996. Decomposition of ^{14}C-labelled plant material in a salt-affected soil. Soil Biology and Biochemistry, 28:433-441.

26- Pathak H. and Rao D.L.N. 1998. Carbon and nitrogen mineralization from added organic matter in salkine and alkaline soils. Soil Biology and Biochemistry, 30: 695-702.

27- Peinemann N., Guggenberger G. and Zech W.2005. Soil organic matter and its lignin component in surface horizons of salt-affected soils of the Argentinian Pampa. Catena, 60: 113-128.

28- Pierce F.J., Larson W.E., Dowdy R.H. and Graham W.A.P. 1983. Productivity of soils assessing long term changes due to erosion. Journal of Soil and Water Conservation, 38: 39-44.

29- 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.

30- Saggar S., Parshotam A., Hedley C. and Salt G. 1999. ^{14}C-labelled glucose turnover in New Zealand soils. Biology and Biochemistry, 31: 2025-2037.

31- Shirani H., Rizabandi E., Mosaddeghi M.R and Dashti H. 2010. Impact of pistachio residues on compactibility, and permeability for water and air of two aridic soils from Southeast of Iran. Arid Land Res. Manage, 24(4): 365–384.

32- Six J., Paustian K., Elliott E.T. and Combrink C. 2000. Soil structure and organic matter: I. distribution of aggregate-size classes and aggregate-assoiated carbon. Soil Science.Society America. Journal, 64: 681-689.

33- 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 Tillage Resarcch, 75:161-172.

34- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. John Wiley Pub., New York.