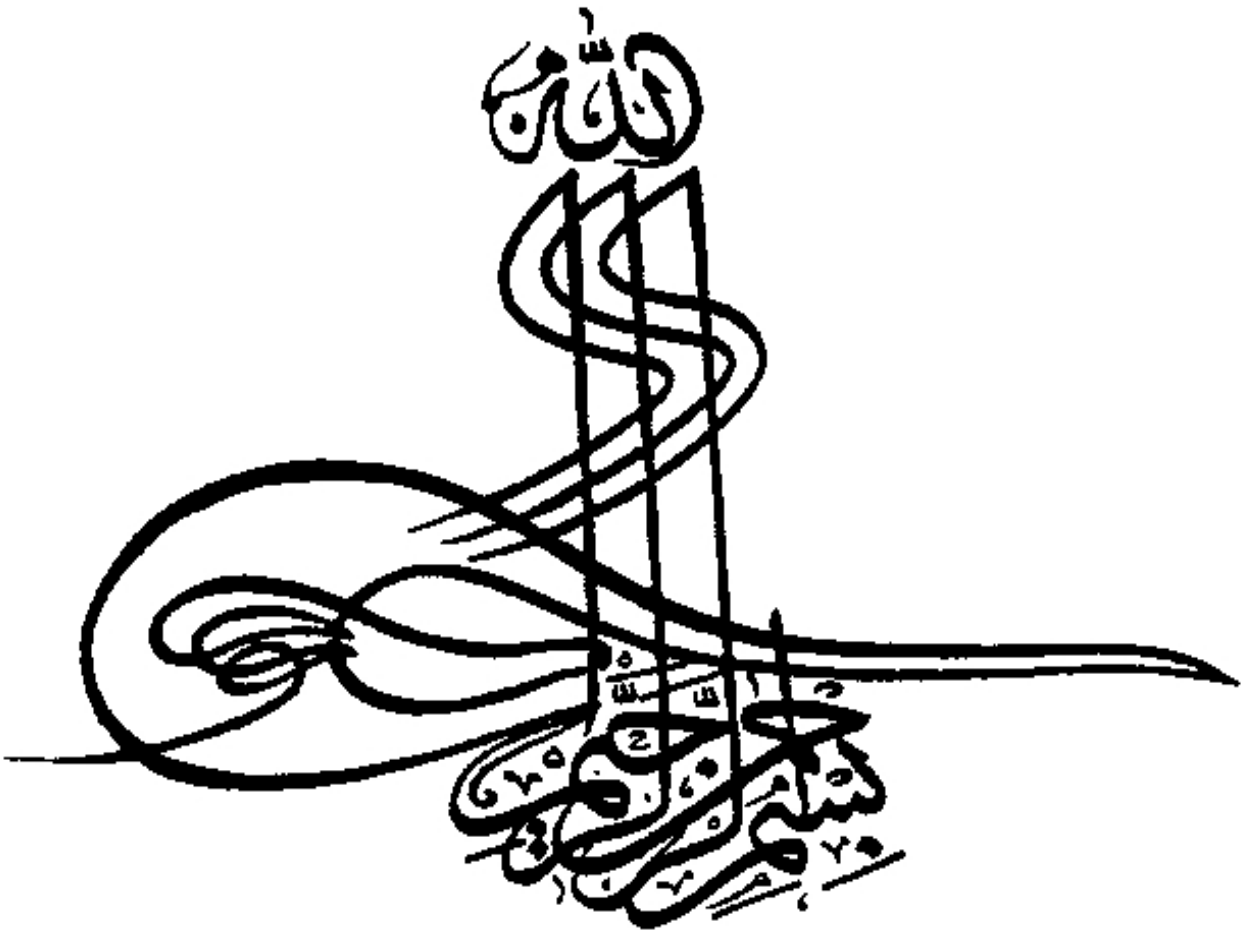
بسم الله الرحمن الرحيم

همه امتیازهای این پایان‌نامه برای دانشگاه بوعلی‌سینا می‌باشد. در صورت کاربرد تمام یا بخشی از مطالب پایان‌نامه در مجله‌ها، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی‌سینا، استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر ماخذ و با گرفتن مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

عنوان:

پیامد کاربرد برخی از کودهای جانوری بر بخش‌های ماده آلی خاک

استاد راهنما

دکتر علی‌اکبر صفری سنجانی

اساتید مشاور

دکتر محمدرضا مصدقی

دکتر محسن شکل‌آبادی

پژوهشگر:

مهران فرخ‌نیا

تیر ۱۳۸۹

دانشکده کشاورزی

با نام و یاری خداوند متعال

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی (گرایش بیولوژی خاک) آقای مهران فرخ نیا

تحت عنوان

بررسی اثر **"پیامد کاربرد برخی از کودهای جانوری بر بخش‌های ماده آلی خاک"**

به ارزش ...٦..... واحد در تاریخ ۸۹/٤/١٤ و در محل سالن سمینار دانشکده کشاورزی با حضور جمعی از اساتید و دانشجویان برگزار گردید و با نمره ..... و درجه..... به تصویب کمیته تخصصی زیر رسید.

۱- استاد راهنما	دکتر	امضاء
۲- استاد(اساتید) مشاور	دکتر	امضاء
	دکتر	
۳- اساتید داور	دکتر	امضاء
	دکتر	
٤- مدیر گروه	دکتر	امضاء
٥- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده		
	دکتر	امضاء

تقدیم نامه

سهم ناقابل خود را از این پایان نامه تقدیم می‌کنم:

به پدرم

که زندگی کردن را از همت و کوشش والایش آموخته‌ام

و هر چه دارم ، از روشنی فکر اوست

و تقدیم به مادرم

مظهر استقامت و ایثار که دل مهربانش، آتشکده جاودان از خود گذشتگی بوده و سعی و تلاشش را در راه پیشرفت و سعادت فرزندانش صرف نموده

و تقدیم به آستان سبز رهپویان محبانی که همواره در ره والای گسترش خرد و اندیشه کوشیده‌اند.

تقدیر و تشکر

با سپاس از خالق هستی که توان شناختن را به ما ارزانی داشت، سپاس ویژه خود را هدیه می کنم به استاد بزرگوار و فرزانه جناب آقای دکتر علی اکبر صفری سنجانی، چراکه قلم قاصر است از تشکری برای ((یاد گرفتن)).

به پاس شاگردی بر خود می‌دانم از همه استادان و سرورانی که هر یک به نحوی مرا در راه گشایش تنگناهای این پژوهش انجام شده یاری کردند، قدردانی داشته باشم. از استاد راهنمای گران‌قدر جناب آقای دکتر علی‌اکبر صفری‌سنجانی که راهنمایی مرا در تدوین و ارایه این پایان‌نامه پذیرفتند، کمال تشکر را دارم. از استادان بزرگوار جناب آقایان دکتر محمدرضا مصدقی و دکتر محسن شکل‌آبادی که با اجابت مشاوره پایان‌نامه اینجانب، راه انجام پژوهش حاضر را هموار ساختند، متشکرم. از جناب آقایان دکتر قاسم رحیمی و دکترحسین بیات که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، خالصانه تقدیر دارم. از سایر اساتید گروه جناب آقایان پروفسور علی اکبر محبوبی، پروفسور جلالی و سرکار خانم دکترکرباسی که در امور اعتلای علم خاک شناسی و راهنمایی دانشجویان پیوسته تلاش داشته‌اند، سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر دشتی مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده به پاس زحمت‌های ایشان تشکر می‌کنم و قدردانی می‌کنم از آقای مهندس پناهی کارشناس گروه خاکشناسی، خانم افضل‌پور همکار و دوست گرامی و همه کارکنان و کارمندان دانشکده‌های کشاورزی و علوم به خاطر زحماتی که در دوران تحصیل بنده کشیده‌اند.

همچنین از کلیه عزیزان جناب آقایان پروفسور ایلوخانی، دکترساکی، فیضی، حسنی‌پور، یونسی، محوحی، رعیت، شریفی، مقصودی، حاجیلو، مرشدی، فرهنگی و خانم‌ها قنبری، رشیدی، جلیلوند، صفری، نیکبخت، گهرپور، احمدی، فراهانی، سجادی، کرم نژاد، بهمن‌زاده، رنجبر، لطیفی وتمام کسانی که در تمام این دوره یار و یاور من بودند و در اجرای بهتر این پایان‌نامه مرا قادر ساختند، متشکرم.

مهران فرخ نیا

تیر ۱۳۸۹

چکیده

یک راه برای بهبوددادن ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک، نگهداشت کربن آلی از راه کاربرد مانده‌های گیاهی و کودهای جانوری است. هدف این پژوهش مشخص کردن کارکرد کیفیت کودهای جانوری بر فراوانی‌های ریز-جانداران و برخی از ریخت‌های گوناگون کربن آلی خاک می باشد. خاک بررسی شده از لایه ۳۰ سانتی‌متر رویی یک زمین در همدان (شمال‌غربی ایران) با اقلیم نیمه‌خشک نمونه‌برداری شد و با کودهای گوسپندی، گاوی و مرغی آسیاب شده و گذر یافته از الک ۲ میلی‌متر در نسبت ۲۰ گرم کود در هر کیلوگرم وزن خشک خاک تیمار و در شرایط دمای آزمایشگاه و رطوبت گنجایش کشاورزی نگهداری شد. پس از گذشت ۱، ۲۰، ٦۰ و ۱۲۰ روز از آغاز آزمایش، زیر-بخش‌هایی از هر نمونه خاک برای بررسی‌ها برداشت شدند. برخی از ویژگی‌های میکروبی و کربن آلی جداسازی شده با روش‌های فیزیکی و شیمیایی، اندازه‌گیری و از نگاه آماری بررسی شدند. برای آزمایش یک طرح کاملا تصادفی در چارچوب فاکتوریل و در سه تکرار در نظر گرفته شد. فاکتورها شامل کودهای آلی بکار رفته وگذشت زمان آزمایش بودند. فراوانی جمعیت باکتریایی خاک در همه تیمارها در روز پس از کوددهی افزایش یافت که برای تیمارهای کود گاوی و گوسپندی داده شده با گذر زمان کاهش پیوسته‌ای داشت. اگرچه جمعیت‌های باکتریایی و قارچی برای تیمار کود مرغی تا زمان ۲۰ روز آزمایش افزایش و پس از آن کاهش داشته است. جمعیت قارچی خاک برای تیمارهای کود گاوی وگوسپندی در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ روز آزمایش بترتیب بیشترین بود. تنفس پایه و برانگیخته خاک با کوددهی افزایش یافته است. اندازه‌های تنفس پایه از آغاز و تنفس برانگیخته پس از زمان ۲۰ روز بشکل پیوسته‌ای کاهش داشته‌اند. اندازه-های بدست آمده فسفر فراهم و زیتوده ریزجانداران خاک هم نشان از بیشترین اندوخته فسفر در تیمار کود مرغی داده شده دارد. کربن زیتوده ریزجانداران در تیمار گاوی زمان ۲۰ بیشترین اندازه را داشته است. کوددهی بخش‌های کربن محلول در آب (سرد و گرم) را بشکل چشم‌گیری افزایش داد که بشکلی نسبی برای تیمار کود مرغی در برابر کودهای گاوی و گوسپندی در روز نخست آزمایش پایین‌تر بود. هرچند که سرعت کاهش یافتن هر دو ویژگی در تیمار کود گاوی تا زمان ۲۰ روز و تیمار کود گوسپندی در دامنه زمانی ۲۰ تا٦۰ روز بیشتر از آن بود، سرانجام همگی تیمارها به اندازه‌هایی نزدیک به خاک شاهد در زمان ۱۲۰ روز پس از کوددهی رسیدند. کربن آلی هر دو بخش هیومیک و فولویک اسید در خاک کود داده شده در برابر کوددهی نشده افزایش یافتند. گرچه این افزایش برای اسید هیومیک بویژه در مراحل پایانی آزمایش بیشتر بوده است. ماده آلی خاک در بخش هم اندازه دانه‌های شن با کوددهی افزایش داشت، هرچند که تندی کاهش آن از نخستین روز تا زمان ۲۰ روز آزمایش در مرحله‌های بعد کاهش یافت. کربن آلی در بخش هم اندازه رس و سیلت هم بویژه برای تیمار کود گاوی افزایش نشان داد، کربن آلی خاک در بخش هم اندازه رس در زمان‌های آزمایش شده بیشتر از بخش هم اندازه سیلت و شن می‌باشد. کوددهی با کودهای جانوری بویژه پس از بکارگیری کود گاوی، کربن آلی در بخش سبک را بشکلی چشم‌گیر افزایش داد. این بخش از ماده آلی خاک با شدت بالاتری در نمونه‌های کود مرغی داده شده تا پیش از زمان ۲۰ روز آزمایش، ولی در تیمارهای کود گاوی بکار رفته در زمان‌های پس از ۲۰ روز، کاهش داشته است. کربن آلی در بخش سنگین هم برای تیمار کود گاوی تا زمان ٦۰ آزمایش در میان همه تیمارها بیشترین بود. خاکدانه‌های در اندازه‌های گوناگون با الک کردن تر خاک جداسازی شدند. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و همچنین اندازه‌های کربن آلی در هر بخش از خاکدانه‌ها اندازه‌گیری کمی و تحلیل آماری شدند. خاکدانه‌های خاک و میانگین وزنی قطر آنها در همگی تیمارها با گذشت ۲۰ روز از انجام آزمایش افزایش داشت که این اثر مثبت در تیمار کود گاوی بیشتر بود. برای همه تیمارها وزن خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر و بین ۱-۲ میلی‌متر تا زمان ۲۰ روز افزایش و پس از زمان ٦۰ روز کاهش تا اندازه‌ای چشم‌گیر داشته است. کوددهی کربن آلی خاک را در همه اندازه خاکدانه‌ها بویژه برای خاکدانه‌های درشت بیشتر کرد. این افزایش در کودهای با کیفیت پایین‌تر (تیمارهای کود گاوی با اندازه های کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن بالاتر در برابر دیگر تیمارها) بیشتر بوده است. کربن آلی خاکدانه‌های درشت بشکل چشم-گیری در گذر زمان کاهش داشت، هرچند کربن آلی در خاکدانه‌های ریز خیلی دگرگون نشد. همه نیتروژن خاک در طول دوره زمانی آزمایش کاهش یافت که می‌تواند به علت دنیتریفیکاسیون باشد، اگرچه این کاهش کمتر از کاهش همه کربن آلی خاک و نسبت کربن به نیتروژن با گذشت زمان در همه تیمارها بود.

واژه‌های کلیدی: کوددهی، کارکرد ریزجانداران، بخش کربن آلی، پایداری خاکدانه، انکوباسیون.

مقدمه ۱

۱- فصل اول: بررسی منابع

۱- ۱- ماده آلی خاک ۴

۱-۲- کودهای آلی ۸

۱-۳- کودهای جانوری ۱۰

۱-۴- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر ویژگی‌های شیمیایی خاک ۱۲

۱-۴-۱- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر فسفر خاک ۱۳

۱-۴-۲- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر همه نیتروژن خاک ۱۵

۱-۴-۳- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر همه کربن آلی خاک ۱۷

۱-۴-۴- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن عصاره‌گیری شده با آب ۱۹

۱-۴-۴- **الف**- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن محلول در آب سرد ۲۱

۱-۴-۴- ب- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن جداسازی شده با آب گرم ۲۱

۱-۴-۵- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر بخش‌های شیمیایی کربن آلی خاک ۲۲

۱-۴-۶- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر بخش‌های فیزیکی کربن آلی خاک ۲۳

۱-۴-۶- **الف**- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر بخش‌های فیزیکی کربن آلی خاک که با روش چگالی بخش‌بندی جداسازی شده‌اند ۲۵

۱-۴-۶- ب- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر بخش‌های فیزیکی کربن آلی خاک که به روش بخش‌بندی اندازه دانه‌ای جداسازی شده‌اند ۲۶

۱-۴-۷- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر بخش‌های کربن آلی خاک که به روش الک تر جداسازی شده‌اند ۲۸

۱-۵- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک ۲۹

۱-۵-۱- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر پایداری خاکدانه‌ها ۳۰

۱-۶- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر ویژگی‌های زیستی خاک ۳۳

۱-۶-۱- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر تنفس خاک ۳۴

۱-۶-۲- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر فسفر زیتوده خاک ۳۶

۱-۶-۳- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن زیتوده خاک ۳۷

۱-۶-۴- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر فراوانی ریزجانداران خاک ۳۹

۱-۶-۴- **الف**- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر باکتری‌های خاک ۳۹

۱-۶-۴- ب- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر قارچ‌های خاک ۴۱

۱-۶-۴- ج- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر اکتینومیست‌های خاک ۴۲

۲- فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- جایگاه و چگونگی نمونه‌برداری از خاک ۴۴

۲-۲- شناسایی برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک ۴۴

۲-۳- شناسایی برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک ۴۴

۲-۴- شناسایی برخی از ویژگی‌های زیستی خاک ۴۵

۲-۴- ۱- شمارش باکتری‌ها ۴۵

۲-۴- ۲- شمارش قارچ‌ها ۴۵

۲-۴- ۳- شمارش اکتینومیست‌ها ۴۵

۲-۴-۴- فسفر زیتوده ۴۶

۲-۴-۵- کربن زیتوده ۴۶
۲-۴-۶- تنفس پایه و برانگیخته خاک ۴۶
۲-۵- بخش‌بندی شیمیایی ماده آلی ۴۷
۲-۵- ۱- جداسازی ماده آلی محلول در آب ۴۷
۲-۵- ۲- جداسازی ماده محلول در اسید و باز (فولویک اسید و هیومیک اسید) ۴۷
۲-۶- بخش‌بندی فیزیکی ماده آلی ۴۸
۲-۶-۱- جداسازی ترکیب‌های آلی-کانی دانه‌های نخستین ۴۸
۲-۶- ۲- جداسازی مواد آلی - کانی خاک بر پایه چگالی آنها ۴۸
۲-۶- ۳- جداسازی ترکیب‌های آلی-کانی دانه‌های ثانویه ۴۹
۲-۷- فراهم وآماده‌سازی کودهای آلی ۵۰
۲-۷-۱- شناسایی برخی ازشاخص‌های شیمیایی کودها ۵۰
۲-۸- تیمار خاک ۵۱
۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری ۵۱

۳- فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- برخی از ویژگی‌های خاک آزمایش شده ۵۲
۳-۲- ویژگی کودهای جانوری ۵۳
۳-۲-۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی کودهای جانوری بکار رفته ۵۳
۳-۳- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر فراوانی برخی از ریزجانداران خاک ۵۳
۳-۳-۱- بررسی فراوانی همه باکتری‌های خاک ۵۴
۳-۳-۱- الف- پیامد کاربرد کودها بر فراوانی باکتری‌ها ۵۴
۳-۳-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر فراوانی باکتری‌ها ۵۵
۳-۳-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر فراوانی باکتری‌ها ۵۶
۳-۳-۱- د- روند دگرگونی میانگین فراوانی باکتری‌ها در تیمارهای کودی در گذر زمان ۵۶
۳-۳-۲- بررسی فراوانی همه قارچ‌های خاک ۵۸
۳-۳-۲- الف- پیامد کاربرد کودها بر فراوانی قارچ‌ها ۵۸
۳-۳-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر فراوانی قارچ‌ها ۵۸
۳-۳-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر فراوانی قارچ‌ها ۵۸
۳-۳-۲- د- روند دگرگونی میانگین فراوانی قارچ‌ها در تیمارهای کودی در گذر زمان ۵۸
۳-۳-۳- بررسی فراوانی همه اکتینومیست‌های خاک ۵۹
۳-۳-۳- الف- پیامد کاربرد کودها بر فراوانی اکتینومیست‌ها ۵۹
۳-۳-۳- ب- پیامد گذشت زمان بر فراوانی اکتینومیست‌ها ۶۰
۳-۳-۳- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر فراوانی اکتینومیست‌ها ۶۰
۳-۳-۳- د- روند دگرگونی میانگین فراوانی اکتینومیست‌ها در تیمارهای کودی در گذر زمان ۶۰
۳-۴- تنفس خاک ۶۱
۳-۴-۱- تنفس پایه خاک ۶۱

۳-۴-۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر تنفس پایه خاک ۶۱
۳-۴-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر تنفس پایه خاک ۶۲
۳-۴-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر تنفس پایه خاک ۶۳
۳-۴-۱- د- روند دگرگونی تنفس پایه خاک در همه تیمارها ۶۳
۳-۴-۲- تنفس برانگیخته خاک ۶۴
۳-۴-۲- الف- پیامد کاربرد کودها بر تنفس برانگیخته خاک ۶۶
۳-۴-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر تنفس برانگیخته خاک ۶۶
۳-۴-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر تنفس برانگیخته خاک ۶۶
۳-۴-۲- د- روند دگرگونی تنفس برانگیخته خاک در همه تیمارها ۶۷
۳-۵- فسفر خاک ۶۷
۳-۵-۱- فسفر فراهم خاک ۶۸
۳-۵-۱- الف- پیامد کاربرد کودها بر فسفر فراهم خاک ۶۸
۳-۵-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر فسفر فراهم خاک ۶۹
۳-۵-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر فسفر فراهم خاک ۶۹
۳-۵-۱- د- روند دگرگونی فسفر فراهم خاک در همه تیمارها ۷۰
۳-۵-۲- فسفر زیتوده خاک ۷۲
۳-۵-۲- الف- پیامد کاربرد کودها بر فسفر زیتوده خاک ۷۲
۳-۵-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر فسفر زیتوده خاک ۷۲
۳-۵-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر فسفر زیتوده خاک ۷۳
۳-۵-۲- د- روند دگرگونی فسفر زیتوده خاک در همه تیمارها ۷۳
۳-۶- کربن آلی خاک ۷۴
۳-۶-۱- همه کربن آلی خاک ۷۴
۳-۶-۱- الف- پیامد کاربرد کودها بر همه کربن آلی ۷۴
۳-۶-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر همه کربن آلی ۷۶
۳-۶-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر همه کربن آلی ۷۶
۳-۶-۱- د- روند دگرگونی همه کربن آلی خاک در هر یک از تیمارها ۷۷
۳-۶-۲- کربن زیتوده خاک ۷۷
۳-۶-۲- الف- پیامد کاربرد کودها بر کربن زیتوده ۷۹
۳-۶-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن زیتوده ۷۹
۳-۶-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن زیتوده ۷۹
۳-۶-۱- د- روند دگرگونی کربن زیتوده خاک در همه تیمارها ۸۰
۳-۶-۳- کربن آلی محلول در آب سرد ۸۰
۳-۶-۳- الف- پیامد کاربرد کودها بر کربن آلی محلول در آب سرد ۸۱
۳-۶-۳- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی محلول در آب سرد ۸۱
۳-۶-۳- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی محلول در آب سرد ۸۱
۳-۶-۳- د- روند دگرگونی کربن آلی محلول در آب سرد در هر یک از تیمارها ۸۲
۳-۶-۴- کربن آلی محلول در آب گرم ۸۲
۳-۶-۴- الف- پیامد کاربرد کودها بر کربن آلی محلول در آب گرم ۸۳

۳-۶-۴- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی محلول در آب گرم ۸۳
۳-۶-۴- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی محلول در آب گرم ۸۳
۳-۶-۴- د- روند دگرگونی کربن محلول در آب گرم خاک در هر یک از تیمارها ۸۴
۳-۷- بخش‌بندی شیمیایی ماده آلی خاک ۸۴
۳-۷-۱- کربن در بخش اسید فولویک خاک ۸۵
۳-۷-۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی اسید فولویک ۸۵
۳-۷-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی اسید فولویک ۸۶
۳-۷-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی اسید فولویک ۸۷
۳-۷-۱- د- روند دگرگونی کربن آلی در بخش اسید فولویک در همه تیمارها ۸۷
۳-۷-۲- کربن آلی بخش اسید هیومیک ۸۸
۳-۷-۲- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی اسید هیومیک ۸۸
۳-۷-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی اسید هیومیک ۹۰
۳-۷-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی اسید هیومیک ۹۰
۳-۷-۲- د- روند دگرگونی کربن آلی در بخش اسید هیومیک در هر یک از تیمارها ۹۰
۳-۷-۳- وزن بخش اسید هیومیک ۹۱
۳-۷-۳- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر وزن اسید هیومیک ۹۱
۳-۷-۳- ب- پیامد گذشت زمان بر وزن اسید هیومیک ۹۲
۳-۷-۳- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر وزن اسید هیومیک ۹۲
۳-۷-۳- د- روند دگرگونی وزن اسید هیومیک خاک در هر یک از تیمارها ۹۲
۳-۸- بخش‌بندی اندازه دانه‌ای ماده آلی خاک ۹۳
۳-۸-۱- کربن آلی خاک در بخش هم اندازه شن ۹۳
۳-۸-۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی دانه‌های شن ۹۴
۳-۸-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی دانه‌های شن ۹۵
۳-۸-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی دانه‌های شن ۹۶
۳-۸-۱- د- روند دگرگونی کربن آلی بخش هم اندازه شن در هر یک از تیمارها ۹۶
۳-۸-۲- کربن آلی اندازه‌گیری شده در بخش هم اندازه سیلت و رس ۹۸
۳-۸-۲- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی دانه‌های سیلت و رس ۹۸
۳-۸-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی دانه‌های سیلت و رس ۹۸
۳-۸-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی دانه‌های سیلت و رس ۹۹
۳-۸-۲- د- روند دگرگونی کربن آلی در بخش هم اندازه سیلت و رس در هر یک از تیمارها ۹۹
۳-۸-۳- جداسازی کربن آلی بخش‌های سیلت و رس در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ روز ۱۰۰
۳-۹- بخش‌بندی فیزیکی ماده آلی خاک با روش چگالی بخش‌بندی ۱۰۰
۳-۹-۱- بخش سبک ماده آلی خاک ۱۰۱
۳-۹-۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر ماده آلی بخش سبک ۱۰۱
۳-۹-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر ماده آلی بخش سبک ۱۰۲
۳-۹-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر ماده آلی بخش سبک ۱۰۳
۳-۹-۱- د- روند دگرگونی ماده آلی بخش سبک در هر یک از تیمارها ۱۰۳
۳-۹-۲- کربن آلی بخش سنگین ماده آلی خاک ۱۰۴

۳-۹-۲- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی بخش سنگین ماده آلی خاک ۱۰۶
۳-۹-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی بخش سنگین ماده آلی خاک ۱۰۶
۳-۹-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی بخش سنگین ماده آلی خاک ۱۰۶
۳-۹-۲- د- روند دگرگونی کربن آلی بخش سنگین ماده آلی خاک در هر یک از تیمارها ۱۰۷
۳-۱۰- بخش‌بندی ماده آلی با روش الک تر ۱۰۸
۳-۱۰-۱- میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۱۰۸
۳-۱۰-۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۱۰۸
۳-۱۰-۱- ب- پیامد گذشت زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۱۰۹
۳-۱۰-۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۱۱۰
۳-۱۰-۱- د- روند دگرگونی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌هادر هر یک از تیمارها ۱۱۳
۳-۱۰-۲- کربن آلی خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر ۱۱۳
۳-۱۰-۲- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر ۱۱۴
۳-۱۰-۲- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی در خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر ۱۱۴
۳-۱۰-۲- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر ۱۱۴
۳-۱۰-۲- د-روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر در هر یک از تیمارها ۱۱۵
۳-۱۰-۳- کربن آلی خاکدانه‌های ۱- ۲ میلی‌متر ۱۱۵
۳-۱۰-۳- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی خاکدانه‌های ۱- ۲ میلی‌متر ۱۱۶
۳-۱۰-۳- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی خاکدانه‌های ۱- ۲ میلی‌متر ۱۱۶
۳-۱۰-۳- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی خاکدانه‌های ۱ -۲ میلی‌متر ۱۱۶
۳-۱۰-۳- د- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۱- ۲ میلی‌متر در هر یک از تیمارها ۱۱۶
۳-۱۰-۴- کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر ۱۱۷
۳-۱۰-۳- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر ۱۱۷
۳-۱۰-۳- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر ۱۱۸
۳-۱۰-۳- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر ۱۱۸
۳-۱۰-۳- د- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر در هر یک از تیمارها ۱۱۸
۳-۱۰-۵- کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۰/۰۵۳ میلی‌متر ۱۱۹
۳-۱۰-۵- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۰/۰۵۳ میلی‌متر ۱۱۹
۳-۱۰-۵- ب- پیامد گذشت زمان بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۰/۰۵۳ میلی‌متر ۱۲۰
۳-۱۰-۵- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۰/۰۵۳ میلی‌متر ۱۲۰
۳-۱۰-۵- د- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۰/۰۵۳ میلی‌متر در هر یک از تیمارها ۱۲۰
۳-۱۱-همه نیتروژن خاک ۱۲۱
۳-۱۱- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر همه نیتروژن خاک ۱۲۱
۳-۱۱- ب- پیامد گذشت زمان بر همه نیتروژن خاک ۱۲۲
۳-۱۱- ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر همه نیتروژن خاک ۱۲۳
۳-۱۲-نسبت کربن به نیتروژن خاک ۱۲۳
۳-۱۲- الف- پیامد کاربرد کودهای جانوری بر نسبت کربن به نیتروژن خاک ۱۲۴
۳-۱۲- ب- پیامد گذشت زمان بر نسبت کربن به نیتروژن خاک ۱۲۵
۳-۱۲ ج- پیامد برهم‌کنش تیمارها بر نسبت کربن به نیتروژن خاک ۱۲۵

۳-۱۳- بررسی ضریب همبستگی میان فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده ۱۲۶
۳-۱۴- نتیجه‌گیری ۱۳۰
۳-۱۵- پیشنهادها ۱۳۳

منابع ۱۳۴

فهرست جدول‌ها

جدول۳-۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک نمونه‌برداری شده ۵۲
جدول۳-۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی کودهای جانوری ۵۳
جدول۳-۳- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر فراوانی برخی از ریزجانداران در خاک..... ۵۴
جدول۳-۴- آزمون میانگین‌های فراوانی برخی از ریزجانداران خاک در تیمارهای کود جانوری ۵۵
جدول۳-۵- آزمون میانگین‌های فراوانی برخی از ریزجانداران خاک در زمان‌های گوناگون..... ۵۵
جدول۳-۶- آزمون میانگین‌های فراوانی برخی از ریزجانداران خاک در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۵۷
جدول۳-۷- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر تنفس خاک ۶۲
جدول۳-۸- آزمون میانگین‌های تنفس خاک در تیمارهای کودهای جانوری ۶۲
جدول۳-۹- آزمون میانگین‌های تنفس خاک در زمان‌های گوناگون..... ۶۳
جدول۳-۱۰- آزمون میانگین‌های تنفس خاک برای تیمارها و زمان‌های گوناگون ۶۵
جدول ۳-۱۱- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر فسفر فراهم و زیتوده خاک ۶۸
جدول۳-۱۲- آزمون میانگین‌های فسفر فراهم و زیتوده خاک در تیمارهای کود جانوری..... ۶۹
جدول۳-۱۳- آزمون میانگین‌های فسفر فراهم و زیتوده خاک در زمان‌های گوناگون..... ۶۹
جدول۳-۱۴- آزمون میانگین‌های فسفر فراهم و زیتوده خاک در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۷۱
جدول۳-۱۵- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر برخی از ریخت‌های کربن آلی خاک..... ۷۵
جدول۳-۱۶- آزمون میانگین‌های همه کربن آلی، کربن زیتوده و کربن آلی محلول در آب خاک در تیمارهای کود جانوری ۷۵
جدول۳-۱۷- آزمون میانگین‌های همه کربن آلی، کربن زیتوده و کربن آلی محلول در آب خاک در زمان‌های گوناگون.. ۷۶
جدول۳-۱۸- آزمون میانگین های همه کربن آلی، کربن زیتوده و کربن آلی محلول خاک درهمگی تیمارها ۷۸
جدول۳-۱۹- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر بخش‌هایی از ماده آلی خاک که به روش شیمیایی بخش‌بندی شده است. ۸۵
جدول۳-۲۰- آزمون میانگین‌های کربن آلی اسید فولویک و اسید هیومیک و وزن همه اسید هیومیک در بخش‌بندی شیمیایی ماده آلی خاک در تیمارهای کود جانوری ۸۶
جدول۳-۲۱- آزمون میانگین‌های کربن آلی بخش‌های اسید فولویک و اسید هیومیک و وزن همه اسید هیومیک ماده آلی خاک در بخش‌بندی شیمیایی در زمان‌های گوناگون ۸۷
جدول۳-۲۲- آزمون میانگین‌های کربن آلی بخش‌های اسید فولویک و اسید هیومیک و وزن همه اسید هیومیک ماده آلی خاک در بخش‌بندی شیمیایی در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۸۹
جدول۳-۲۳- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر کربن آلی خاک در بخش‌بندی اندازه دانه‌ای ۹۴
جدول۳-۲۴- آزمون میانگین‌های کربن آلی بخش‌های اندازه دانه‌ای در تیمارهای کود جانوری ۹۵
جدول۳-۲۵- آزمون میانگین‌های کربن آلی بخش‌های اندازه دانه‌ای در زمان‌های گوناگون ۹۵
جدول۳-۲۶- آزمون میانگین‌های کربن آلی بخش‌های اندازه دانه‌ای در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۹۷
جدول۳-۲۷- بررسی میانگین های کربن آلی بخش‌های اندازه دانه‌ای در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ روز پس از کوددهی..... ۱۰۰
جدول۳-۲۸- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر ریخت‌های مواد آلی خاک در روش چگالی بخش‌بندی ۱۰۱
جدول۳-۲۹- آزمون میانگین‌های وزن بخش سبک و کربن آلی بخش سنگین در تیمارهای کود جانوری ۱۰۲
جدول۳-۳۰- آزمون میانگین‌های وزن بخش سبک و کربن آلی بخش سنگین در زمان‌های گوناگون ۱۰۳
جدول۳-۳۱- آزمون میانگین‌های وزن بخش سبک و کربن آلی بخش سنگین در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۱۰۵
جدول۳-۳۲- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر نشانگرهای پایداری خاکدانه‌ها در روش الک تر ۱۰۸

جدول۳-۳۳- آزمون میانگین‌های کربن آلی خاکدانه های جداسازی شده با الک تر و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در تیمار-های کود جانوری ۱۰۹
جدول۳-۳۴- آزمون میانگین‌های کربن آلی خاکدانه های جداسازی شده با الک تر و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در زمان-های گوناگون ۱۱۰
جدول۳-۳۵- آزمون میانگین‌های کربن آلی خاکدانه های جداسازی شده با الک تر و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در تیمارها و زمان‌های گوناگون ۱۱۱
جدول۳-۳۶- پیامد کاربرد کودهای جانوری و گذر زمان بر نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن خاک..... ۱۲۲
جدول۳-۳۷- آزمون میانگین‌های نیتروژن خاک و نسبت کربن به نیتروژن در تیمارهای کود جانوری ۱۲۲
جدول۳-۳۸- آزمون میانگین های نیتروژن خاک و نسبت کربن به نیتروژن در زمان‌های آغاز و پایان آزمایش ۱۲۳
جدول۳-۳۹- آزمون میانگین های نیتروژن خاک و نسبت کربن به نیتروژن در تیمارها و زمان‌های آغاز و پایان آزمایش .. ۱۲۴
جدول۳-۴۰- بررسی ضریب همبستگی میان ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در تیمارها و زمان‌های گوناگون ..... پیوست

فهرست شکل‌ها

شکل۳-۱- روند دگرگونی فراوانی همه باکتری‌ها در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۵۶
شکل۳-۲- روند دگرگونی فراوانی همه قارچ‌ها در خاک شاهد و خاک‌های تیمار شده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۵۹
شکل۳-۳- روند دگرگونی فراوانی اکتینومیست‌ها در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان..... ۶۱
شکل۳-۴- روند دگرگونی تنفس پایه در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۶۴
شکل۳-۵- روند دگرگونی تنفس برانگیخته در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۶۷
شکل۳-۶- روند دگرگونی فسفر عصاره‌گیری شده به روش اولسن در خاک شاهد و خاک‌های تیمار شده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۷۰
شکل۳-۷- روند دگرگونی فسفر زیتوده ریزجانداران در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان..... ۷۳
شکل۳-۸- روند دگرگونی همه کربن آلی خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۷۷
شکل۳-۹- روند دگرگونی کربن زیتوده ریزجانداران خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان..... ۸۰
شکل۳-۱۰- روند دگرگونی کربن آلی محلول در آب سرد در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۸۲
شکل۳-۱۱- روند دگرگونی کربن عصاره‌گیری شده با آب گرم در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۸۴
شکل۳-۱۲- روند دگرگونی کربن آلی بخش اسید فولویک در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۸۸
شکل۳-۱۳- روند دگرگونی کربن آلی بخش اسید هیومیک در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۹۱
شکل۳-۱۴- روند دگرگونی وزن اسید هیومیک در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۹۳
شکل۳-۱۵- روند دگرگونی کربن آلی بخش هم اندازه شن در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان..... ۹۶
شکل۳-۱۶- روند دگرگونی کربن آلی بخش هم اندازه سیلت و رس در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۹۹
شکل۳-۱۷- روند دگرگونی وزن بخش سبک ماده آلی در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۰۴

شکل۳-۱۸- روند دگرگونی کربن آلی بخش سنگین در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۰۷
شکل۳-۱۹- روند دگرگونی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۱۳
شکل۳-۲۰- روند دگرگونی میانگین کربن آلی خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۱۵
شکل۳-۲۱- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۱- ۲ میلی‌تری در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۱۷
شکل۳-۲۲- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۲۵-۱ میلی‌متر در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۱۹
شکل۳-۲۳- روند دگرگونی کربن آلی خاکدانه‌های ۰/۰۵۳-۰/۲۵ میلی‌متر در خاک شاهد و خاک‌های تیمارشده با کودهای گوسپندی، مرغی و گاوی در گذر زمان ۱۲۱

مقدمه

مقدمه

پیدایش کربن آلی وابسته به کاربرد انرژی نورانی یا شیمیایی سازندگان آن (گیاهان ، جلبک-ها و برخی از باکتری‌ها) در کاهیدن کربن گرفته شده از دی‌اکسید کربن هوا و پیوند دادن کربن به هیدروژن است. زندگی همه جانداران در زیستگاه‌های گوناگون وابسته به این ماده گرنبها است (صفری سنجانی، ۱۳۸۸).

خاستگاه ماده آلی خاک اندام‌های گیاهی، پیکرهای جانوری و پسمانده های آنها بوده (گلچین[1] و همکاران، ۱۹۹۵) که به ریخت ترکیب‌های گوناگونی مانند پروتئین، چربی، پکتین، سلولز، همی‌سلولز، نشاسته، لیگنین و مانند آنها به خاک می‌رسند و بسته به ساختارشان کم کم با کار آنزیم‌های برون یاخته‌ای و درون یاخته‌ای، فروزینه[2] شده و کربن آنها اکسید می شود و به ریخت دی‌اکسید کربن به هوا برمی‌گردد (صفری سنجانی، ۱۳۷۹).

با گذشت زمان و بویژه در دهه کنونی با پیشرفت صنعت، گسترش کشاورزی و تخریب جنگل‌ها ماده آلی خاک **(SOM)**[3] بیشتر به ریخت دی اکسید کربن درآمده که در پایان مایه افزایش دمای کره زمین شده است (لال[4]، ۱۹۸۷).

از سوی دیگر خاک‌های سرزمین‌های فراخشک، خشک و نیمه‌خشک همانند اغلب مساحت ایران ماده آلی اندکی دارند و ماده آلی خاک در بیشتر زمین‌های دیم کمتر از نیم درصد است. بنابراین نگهداری ماده آلی در خاک بسته به کارکردهای سودمندش در افزایش باروری و حاصلخیزی خاک، پایداری و ساختمان خاک و کاهش گاز دی‌اکسید کربن کاری بزرگ است که با شناخت واکنش‌های آن در خاک می‌تواند انجام شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۵).

ینی[5] اندوخته کربن آلی خاک را همانند دیگر ویژگی‌های آن، وابسته به ویژگی‌هایی چون اقلیم، پوشش گیاهی، پستی-بلندی، زمان و مواد مادری می‌داند. بسیاری از واکنش‌هایی که در خاک رخ می‌دهند وابسته به بخش‌های گوناگون ماده آلی در آن است. بخش‌های شیمیایی مواد آلی بر پایه اندازه کربن و نیتروژن آلی در آنها شناخته می‌شوند. ماده آلی بر بهبود ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک کارایی دارد (گریگوریچ[6] و همکاران، ۲۰۰۶). پیامد کاربرد ماده آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک بستگی به بافت و نوع کانی‌های رسی خاک دارد. بهبود رشد و نمو گیاهان بدنبال افزودن مواد آلی، وابسته به بهینه شدن ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک است. به گونه‌ای که کاهش کربن و نیتروژن آلی به دشواری‌های گوناگون فیزیکی

---

[1] **Golchin**
[2] **Degraded**
[3] **Soil organic matter**
[4] **Lal**
[5] **Jenny**
[6] **Gregorich**