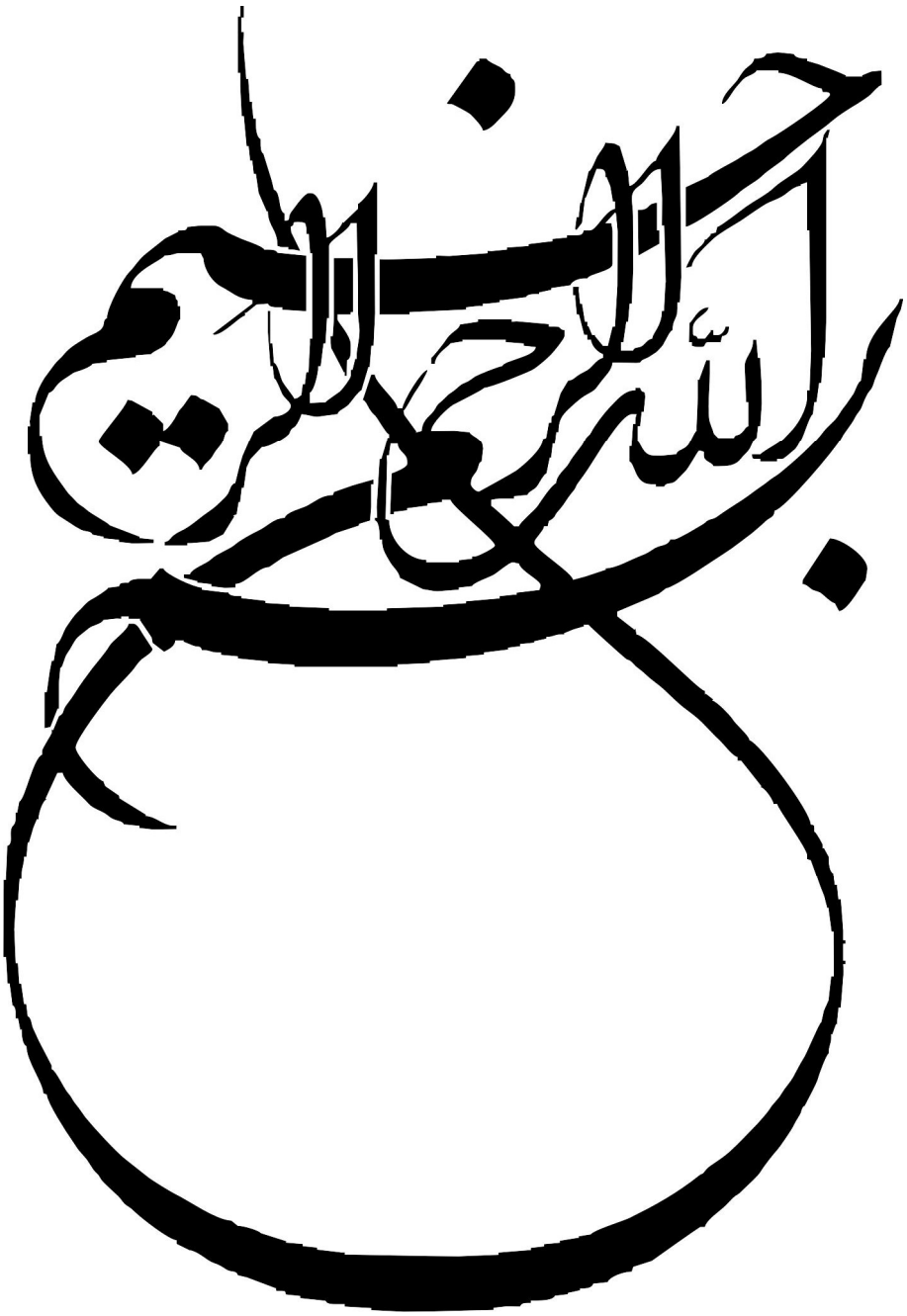
بسم الله الرحمن الرحيم

همه امتیازهای این پایان‌نامه برای دانشگاه بوعلی‌سینا می‌باشد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان‌نامه در مجلات، 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

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته خاکشناسی

عنوان:

پیامد کاربرد برخی از مانده‌های گیاهی بر بخش‌های ماده آلی خاک

استاد راهنما

دکتر علی اکبر صفری سنجانی

اساتید مشاور

دکتر علی اکبر محبوبی

دکتر محسن شکل آبادی

پژوهشگر:

منیره افضل پور

تیر ۱۳۸۹

تقدیم به سبزترین های زندگی ام

پدر و مادر عزیزم

و

خواهر و برادر نازنینم معصومه و یوسف

آنان که حمایت های بی دریغشان تضمینی است بر استواری گام هایم و نگاه پر از مهرشان شریان زندگی است در رگهایم

سربرآستان پروردگار بی همتا میسایم که دگر بار توفیق اندوختن دانشی هر چند اندک را روزیم فرمود. اکنون که بر فراز سال های تحصیل به افتخار ایستاده‌ام، سرشارم از سپاس و ستایش ایزدی که مرا عزت کسب علم عطا فرمود و یاریم نمود تا در این سال ها لبریز از عشق پاک او باشم.

شایسته است از تمامی اساتید و دوستانی که در طی انجام این پژوهش مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

بزرگترین سهم از آن پدر و مادری است فداکار و صمیمی که در تمام سال های زندگی تکیه گاه من بودند آنان که فرسودنشان آسودن من بود و در سایه این آسایش، آرامش امروز من حاصل گشت.

همچنین از همراهان همیشگی زندگیم خواهر و برادر عزیزم، معصومه و یوسف که همواره کنارم بودند بی نهایت سپاسگزارم.

استاد راهنمای بزرگوارم دکتر علی اکبر صفری سنجانی که بیش از آنکه در عرصه علم و دانش استاد من باشند، درس زندگی به من آموختند و در مراحل مختلف این تحقیق با حمایت های بی دریغ و راهنمایی های بی شائبه خود مرا یاری رساندند. وجود این عزیز را ارج می نهم و امیدوارم ستوده ترین توفیق الهی شامل حالشان باشد.

از اساتید داور جناب آقای دکتر محسن شکل آبادی و دکتر محسن نائل که با دقت نظر و تأمل در مطالعه و بررسی پایان نامه مرا یاری نمودند، متشکرم.

در پایان از دوستان و همکلاسی های خوبم خانم ها: احمدی، رشیدی، احمدی، فراهانی، لطیفی، جهانشاه، سجادی، گوهرپور، یوسفی، نیکبخت و آقایان: محوحی، مقصودی، فرخ نیا، فیضی و حسنی پور و تمامی عزیزانی که در طول انجام این پایان نامه از همفکری و همکاریشان استفاده نمودم و نام یکایک آنها میسر نیست نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

منیره افضل پور

تیر ۱۳۸۹

چکیده

یک راه برای بهبوددادن ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک و نگهداشت کربن، افزایش درون‌داد کربن آلی از راه برگرداندن مانده‌های گیاهی و کودهای جانوری است. هدف این پژوهش شناخت پیامد کاربرد مانده‌های گیاهی بر فراوانی‌های ریز-جانداران و برخی از ریخت‌های گوناگون کربن آلی خاک بود. نمونه‌برداری خاک از لایه ۳۰ سانتی‌متر رویی یک زمین کشاورزی در همدان (شمال‌غربی ایران) با اقلیم نیمه‌خشک انجام شد. خاک با مانده‌های یونجه، گندم و خاک اره آسیاب شده و گذر یافته از الک ۲ میلی‌متر در نسبت ۲۰ گرم کود در یک کیلوگرم وزن خشک خاک تیمار شد و در دمای آزمایشگاه و رطوبت گنجایش کشاورزی برای ۱۲۰ روز نگهداری شد. پس از گذشت ۱، ۲۰، ۶۰ و ۱۲۰ روز از آغاز آزمایش، زیربخش‌هایی از هر نمونه خاک برای بررسی‌ها برداشت شدند. برخی از ویژگی‌های میکروبی، کربن آلی جداسازی شده با روش‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری و از دیدگاه آماری آزمون شدند. برای آزمایش یک طرح کاملا تصادفی در چارچوب فاکتوریل و در سه تکرار بکار رفت. فاکتورها شامل نوع مانده‌های گیاهی بکار رفته (در چهار سطح) وگذشت زمان آزمایش (در چهار سطح) بودند. فراوانی باکتری‌های خاک در همه تیمارها در روز نخست پس از کوددهی افزایش یافت. فراوانی باکتری‌ها در همه تیمارها تا زمان ۲۰ روز آزمایش افزایش و پس از آن کاهش داشته است. فراوانی قارچ‌های خاک در همه تیمارها، گذشته از تیمار خاک اره، تا زمان ۲۰ روز آزمایش افزایش و پس از آن کاهش یافت. تنفس پایه و برانگیخته خاک با کاربرد مانده‌های گیاهی افزایش یافت. اندازه‌های تنفس پایه و به‌ویژه تنفس برانگیخته کاهش پیوسته‌ای داشته‌اند. اندازه‌های بدست آمده از فسفر زیتوده ریزجانداران خاک هم نشان از بیشترین بودن آن در تیمار مانده یونجه دارد. کربن زیتوده ریزجانداران در همه تیمارها، گذشته از تیمار خاک اره، در زمان ۲۰ روز بیشترین اندازه را داشته است. کاربرد مانده‌های گیاهی بخش‌های کربن محلول در آب (سرد و گرم) را به اندازه چشم‌گیری افزایش داد که در تیمار خاک اره در برابر مانده‌های یونجه وگندم در روز نخست آزمایش پایین‌تر بود.کربن آلی هر دو بخش هیومیک و فولویک اسید در خاک تیمار شده با مانده گیاهی در برابر خاک بدون مانده گیاهی افزایش یافتند. گرچه این افزایش برای اسید هیومیک به‌ویژه در گام پایانی آزمایش بیشتر بوده است. ماده آلی خاک در بخش هم اندازه دانه‌های شن با افزودن مانده‌های گیاهی به خاک در آغاز آزمایش افزایش یافت، که با گذشت زمان به‌ویژه در ۲۰ روز نخست آزمایش کاهش چشمگیری داشت. بکارگیری مانده‌های گندم و خاک اره در خاک پیامدی بر بخش کربن هم اندازه سیلت و رس نداشت. کاربرد مانده یونجه، کربن در بخش هم اندازه سیلت را افزایش داد. افزودن مانده‌های گیاهی به‌ویژه پس از بکارگیری خاک اره، ماده آلی در بخش سبک را به‌گونه چشمگیری افزایش داد. این بخش به‌گونه پیوسته‌ای درهمه تیمارها در زمان نگهداری خاک کاهش یافت.کربن آلی در بخش سنگین هم برای تیمار مانده یونجه در همه زمان‌ها بیشترین بود. این بخش به‌گونه پیوسته‌ای درهمه تیمارها در زمان نگهداری خاک کاهش یافت. خاکدانه‌های در اندازه-های گوناگون با الک کردن تر خاک جداسازی شدند. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و همچنین اندازه‌های کربن آلی در هر بخش از خاکدانه‌ها اندازه‌گیری و آزمون 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 یونجه بیشتر بود. برای همه تیمارها وزن خاکدانه‌های بزرگتر از ۲۰۰۰ میکرو-متر تا زمان ۲۰ روز افزایش و پس از زمان ۶۰ روز کاهش چشمگیری داشته است. کاربرد مانده‌های گیاهی کربن آلی خاک را در همه اندازه خاکدانه‌ها به‌ویژه برای خاکدانه‌های درشت بیشتر کرد. این افزایش در کودهای با کیفیت پایین‌تر (خاک اره با اندازه بالای کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن در برابر دیگر تیمارها) بیشتر بوده است. در برابر آن، افزایش کربن آلی در خاکدانه‌های ریز (کوچکتر از ۲۰۰۰ میکرومتر) در تیمار خاک با کودهای با کیفیت بالاتر (یونجه با اندازه پائین کربن آلی و نسبت کربن به نیتروژن در برابر دیگر تیمارها) بیشتر بوده است. کربن آلی خاکدانه‌های درشت به اندازه چشم‌گیری با گذشت زمان کاهش داشت، هرچند کربن آلی در خاکدانه‌های ریز چندان دگرگون نشد.

واژه‌های کلیدی: کاربرد مانده‌های گیاهی، کارکرد ریزجانداران، بخش کربن آلی، پایداری خاکدانه، انکوباسیون

فهرست مطالب **صفحه**

مقدمه.... ..... ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- کشاورزی آلی.... ..... ۳
۱-۲- کیفیت خاک ۴
۱-۳- ماده آلی و اندوخته‌های آن در خاک ۷
۱-۴- کارایی ماده آلی در خاک ۱۰
۱-۵- ساختمان خاک ۱۳
۱-۵-۱- پیدایش خاکدانه..... ۱۳
۱-۵-۲- پایداری خاکدانه‌ها..... ۱۵
۱-۵-۳- توزیع اندازه خاکدانه‌ها..... ۱۵
۱-۵-۴- اهمیت خاکدانه‌ها از دیدگاه فیزیکی و حاصلخیزی ۱۶
۱-۵-۵- چگونگی کربن و ازت در خاکدانه‌ها ۱۷
۱-۶- کارفرمایی خاک و ماده آلی ۱۷
۱-۷- پیامد کاربرد مانده‌های گیاهی در افزایش ماده آلی خاک ۱۹
۱-۸- تندی فروزینگی مواد آلی در خاک..... ۲۲
۱-۸-۱- اندازه مواد آلی خاک ۲۲
۱-۸-۲- ترکیب شیمیایی مانده‌های آلی ۲۲
۱-۸-۳- گونه ریزجاندار فروزینه کننده..... ۲۳
۱-۸-۴- دمای خاک..... ۲۳
۱-۸-۵- آب خاک..... ۲۴
۱-۸-۶- پ-اچ خاک ۲۴
۱-۸-۷- ژرفای خاک..... ۲۴
۱-۸-۸- کارهای کشاورزی ۲۴
۱-۸-۹- عناصر کانی خاک ۲۵
۱-۹- بخشبندی ماده آلی خاک..... ۲۵
۱-۹-۱- جداسازی شیمیایی بخش‌های ماده آلی خاک..... ۲۵
الف- ماده آلی محلول در آب ۲۶
ب- زیتوده ریزجانداران ۲۸
ج- ماده آلی محلول در اسید و باز ۳۳

۱-۹-۲- جداسازی فیزیکی بخش‌های ماده آلی خاک ۳۷
الف- چگالی بخشبندی ماده آلی خاک ۳۷
ب- بخشبندی اندازه دانه‌ای ۳۸
ج- جداسازی ترکیب‌های آلی-کانی ثانویه ۴۰

فصل دوم: مواد و روش‌ها
۲-۱- چگونگی و جایگاه نمونه‌برداری از خاک ۴۴
۲-۲- بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۴۴
۲-۲-۱- تعیین بافت خاک ۴۴
۲-۲-۲- اسیدیته خاک ۴۴
۲-۲-۳- رسانایی الکتریکی ۴۴
۲-۲-۴- کربنات کلسیم معادل ۴۵
۲-۲-۵- گنجایش تبادل کاتیونی ۴۵
۲-۲-۶- کربن آلی خاک ۴۵
۲-۲-۷- ازت کل ۴۵
۲-۲-۸- پتاسیم فراهم ۴۵
۲-۲-۹- فسفراولسن ۴۵
۲-۳- بررسی ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۴۶
۲-۳-۱- فراوانی قارچ‌ها ۴۶
۲-۳-۲- فراوانی باکتری‌ها ۴۶
۲-۳-۳- فراوانی اکتینومیست‌ها ۴۶
۲-۳-۴- تنفس پایه و تنفس برانگیخته ۴۶
۲-۳-۵- فسفر زیتوده ۴۷
۲-۳-۶- کربن زیتوده ۴۷
۲-۴- بخشبندی فیزیکی ماده آلی خاک ۴۷
۲-۴-۱- جداسازی ترکیب‌های آلی-کانی ثانویه ۴۸
۲-۴-۲- بخشبندی اندازه دانه‌ای ۴۹
۲-۴-۳- جداسازی بر پایه دانسیته ۴۹
۲-۵- بخشبندی شیمیایی ماده آلی ۵۰
۲-۵-۱- جداسازی ماده محلول در اسید و باز(فولویک اسید و هیومیک اسید) ۵۰
۲-۵-۲- جداسازی ماده آلی محلول در آب ۵۰
۲-۶- نمونه‌برداری و بررسی ویژگی‌های مانده‌های گیاهی ۵۱
۲-۷- تیمار خاک‌ها ۵۱
۲-۸- محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری ۵۲

فهرست مطالب صفحه

فصل سوم: یافته‌ها و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی مانده‌های گیاهی ۵۳
۳-۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک خاک، پیش از تیمار با کودهای آلی ۵۴
۳-۳- بخش‌های ماده آلی خاک پیش از تیمار با کودهای آلی ۵۴
۳-۴- پیامد کاربرد کودهای آلی بر ویژگی‌های بیولوژیک و شیمیایی خاک در آغاز آزمایش ۵۶
۳-۵- پیامد کاربرد کودهای آلی بر بخش‌های ماده آلی خاک در آغاز آزمایش ۵۹
۳-۶- پیامد کاربرد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۶۴
۳-۶-۱- پیامد کاربرد کودهای آلی بر برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۶۶
۳-۶-۲- پیامد گذشت زمان بر برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۶۸
۳-۶-۳- پیامد برهم‌کنش کاربرد کودهای آلی و گذشت زمان بر برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۷۰
۳-۷- پیامد کاربرد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر بخش‌های کربن آلی خاک ۷۵
۳-۷-۱- پیامد کاربرد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر کربن آلی جداسازی شده به روش شیمیایی ۷۵
الف- پیامد کاربرد کودهای آلی بر بخش‌های کربن آلی خاک ۷۵
ب- پیامد گذشت زمان بر بخش‌های کربن آلی خاک ۸۰
ج- پیامد برهم‌کنش کودهای آلی و گذشت زمان بر کربن آلی جدا شده به روش شیمیایی ۸۳
۳-۷-۲- پیامد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر کربن آلی جداسازی شده به روش فیزیکی ۸۷
الف- پیامد کاربرد کودهای آلی بر بخش‌های کربن آلی خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۸۷
ب- پیامد گذشت زمان بر بخش‌های کربن آلی خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۹۰
ج- پیامد برهم‌کنش کودهای آلی و گذشت زمان بر کربن آلی خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه ۹۲
۳-۸- پیامد کاربرد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۹۶
۳-۸-۱- پیامد کاربرد کودهای آلی بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۹۶
۳-۸-۲- پیامد گذشت زمان بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۹۸
۳-۸-۳- پیامد برهم‌کنش کاربرد کودهای آلی و گذشت زمان بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۹۹
۳-۹- پیامد کاربرد کودهای آلی، گذشت زمان و برهم‌کنش آنها بر توزیع کربن در خاکدانه‌ها ۱۰۱
۳-۹-۱- پیامد کاربرد کودهای آلی بر توزیع کربن در خاکدانه‌ها ۱۰۲
۳-۹-۲- پیامد گذشت زمان بر توزیع کربن در خاکدانه‌ها ۱۰۴
۳-۹-۳- پیامد برهم‌کنش کاربرد کودهای آلی و گذشت زمان بر توزیع کربن در خاکدانه‌ها ۱۰۵
۳-۱۰- بررسی ضریب همبستگی میان پارامترهای گوناگون پژوهش شده ۱۰۶
نتیجه گیری کلی ۱۱۴
پیشنهادها ۱۱۵
منابع ۱۱۶

جدول‌ها **صفحه**

جدول ۳-۱- برخی از ویژگی‌های شیمیایی مانده‌های گیاهی افزوده شده به خاک ۵۳
جدول ۳-۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بکار رفته در پژوهش ۵۵
جدول ۳-۳- بخش‌های کربن آلی خاک، پیش از تیمار با کودهای آلی ۵۶
جدول ۳-۴- پیامد کاربرد کودهای آلی بر ویژگی‌های بیولوژیک و شیمیایی خاک یک روز پس از انکوباسیون ۵۷
جدول ۳-۵- آزمون میانگین برخی از ویژگی‌های بیولوژیک و شیمیایی خاک در تیمارهای کودی بکار رفته ۵۸
جدول ۳-۶- پیامد کاربرد کودهای آلی بر بخش‌های کربن آلی خاک یک روز پس از انکوباسیون خاک ۶۰
جدول ۳-۷- پیامد کاربرد کودهای آلی بر بخش‌های کربن آلی خاک یک روز پس از انکوباسیون خاک ۶۰
جدول ۳-۸- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی خاک در تیمارهای کودی بکار رفته ۶۲
جدول ۳-۹- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی خاک در تیمارهای کودی بکار رفته ۶۳
جدول ۳-۱۰- پیامد کاربرد کودهای آلی،گذشت زمان و برهمکنش آنها بر برخی از ویژگی‌های بیولوژیک ۶۵
جدول ۳-۱۱- آزمون میانگین برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک در تیمارهای کودی بکار رفته ۶۷
جدول ۳-۱۲- آزمون میانگین برخی از ویژگی‌های بیولوژیک خاک در زمان‌های گوناگون ۶۹
جدول ۳-۱۳- پیامد کاربرد کودهای آلی،گذشت زمان و برهم کنش آنها بر بخش‌های کربن آلی خاک ۷۸
جدول ۳-۱۴- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی خاک در تیمارهای کودی بکار رفته ۷۹
جدول ۳-۱۵- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی خاک در زمان‌های گوناگون ۸۲
جدول ۳-۱۶- پیامد کاربرد کودهای آلی،گذشت زمان و برهم کنش آنها بر بخش‌های کربن آلی ۸۸
جدول ۳-۱۷- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی جدا شده در تیمارهای کودی بکار رفته ۸۹
جدول ۳-۱۸- آزمون میانگین بخش‌های کربن آلی خاک در زمان‌های گوناگون ۹۱
جدول ۳-۱۹- پیامد کاربرد کودهای آلی گذر زمان و برهمکنش آنها بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۹۶
جدول ۳-۲۰- آزمون میانگین توزیع اندازه خاکدانه‌ها (درصد) در تیمارهای کودی بکار رفته ۹۷
جدول ۳-۲۱- آزمون میانگین توزیع اندازه خاکدانه‌ها (درصد) در زمان‌های گوناگون ۹۹
جدول ۳-۲۲- پیامد کاربرد کودهای آلی گذر زمان و برهم‌کنش آنها بر توزیع کربن در خاکدانه‌ها ۱۰۲
جدول ۳-۲۳- آزمون میانگین اندازه کربن (درصد) در اندازه‌های مختلف خاکدانه در تیمارهای کودی بکار رفته ... ۱۰۳
جدول ۳-۲۴- آزمون میانگین توزیع اندازه کربن (درصد) درخاکدانه‌ها در زمان‌های گوناگون ۱۰۴
جدول ۳-۲۵- بررسی ضریب همبستگی میان پارامترهای پژوهش شده در برهم‌کنش کود آلی و زمان ۱۰۹
جدول ۳-۲۶- بررسی ضریب همبستگی میان پارامترهای پژوهش شده در برهم‌کنش کود آلی و زمان ۱۱۰
جدول ۳-۲۷- بررسی ضریب همبستگی میان پارامترهای پژوهش شده ۱۱

نمودارها **صفحه**

نمودار ۳-۱- روند دگرگونی فراوانی ریزجانداران خاک در تیمارهای کودی گوناگون در دوران آزمایش..... ۷۰
نمودار ۳-۲- روند دگرگونی تنفس خاک در تیمارهای کودی گوناگون در دوران آزمایش ۷۲
نمودار ۳-۳- روند دگرگونی فسفر زیتوده خاک در تیمارهای کودی گوناگون در دوران آزمایش..... ۷۵
نمودار ۳-۴- روند دگرگونی کربن زیتوده و همه کربن آلی خاک در تیمارهای کودی..... ۸۴
نمودار ۳-۵- روند دگرگونی کربن آلی محلول در آب در تیمارهای کودی گوناگون در دوران آزمایش..... ۸۵
نمودار ۳-۶- روند دگرگونی کربن بخش فولویک و هیومیک اسید و نسبت MBC/TOC..... ۸۶
نمودار ۳-۷- روند دگرگونی کربن بخش شن و سیلت خاک در تیمارهای کودی گوناگون در دوران آزمایش..... ۹۳
نمودار ۳-۸- روند دگرگونی ماده آلی بخش سبک و سنگین خاک در تیمارهای کودی گوناگون..... ۹۴
نمودار ۳-۹- روند دگرگونی میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در تیمارهای کودی گوناگون ۹۵
نمودار ۳-۱۰- روند دگرگونی توزیع اندازه خاکدانه ها در تیمارهای کودی گوناگون..... ۱۰۱
نمودار ۳-۱۱- دگرگونی کربن خاکدانه ها در تیمارهای کودی گوناگون..... ۱۰۶

مقدمه

مقدمه

اندوخته کربن آلی خاک بزرگترین اندوخته کربن روی زمین می‌باشد و نزدیک به ۸۰ درصد اندوخته همه کربن کره زمین را در برمی‌گیرد. نگهداری کربن آلی در بهبود کیفیت خاک در کشاورزی پایدار بسیار اهمیت دارد و کارایی ویژه‌ای در کاهش CO_2 اتمسفر و گرمایش جهانی دارد. کشاورزی در جذب و تثبیت، پخش و جابجایی کربن در میان اندوخته‌های آن در خاک کارآیی ویژه‌ای دارد. چگونگی کارفرمایی سیستم‌های کشاورزی می‌تواند کارایی ویژه‌ای درکاهش یا افزایش اندازه CO_2 اتمسفر داشته باشد. این سیستم‌ها می‌توانند همانند انباره یا بکار برنده CO_2 اتمسفر کارآیی داشته باشند که این فرایند بستگی به تندی پیدایش و فروزینگی کربن آلی در خاک دارد.

مواد آلی بسته به پیامد سازنده‌ای که بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک دارند، از فاکتورهای پایه‌ای در حاصلخیزی خاک شناخته می‌شوند. افزودن کودهای آلی به خاک به گونه کاه وکلش، کود سبز، کود دامی و مانده‌های کشاورزی مایه افزایش اندازه ماده آلی خاک می‌گردد. دگرگونی فاکتورهایی مانند دما، رطوبت، ترکیب جمعیت فروزینه کننده، ناهمانندی در ترکیب مانده‌ها، پیامدهای گوناگونی بر فروزینگی مانده‌های گیاهی دارند. در شرایط محیطی ثابت، ترکیب شیمیایی مانده‌ها کنترل کننده تندی فروزینگی آن می‌باشد.

ماده آلی خاک یک ماده نایکنواخت است که از دیدگاه ساختمان مولکولی، تندی تجزیه و زمان بازگشت ناهمانند می‌باشند. دانشمندان تلاش می‌کنند با بخشبندی ماده آلی خاک، آن را به بخش‌های یکنواخت‌تر جداسازی کنند. مواد آلی خاک با روش‌های گوناگونی بخشبندی می‌شود. این کار مایه آن می‌شود که بررسی پویایی مواد آلی خاک آسان‌تر شود. به کمک این بررسی‌ها می‌توان پیامد چگونگی کاربری و کارفرمایی زمین را بر مواد آلی خاک بهتر بررسی کرده و کارایی هر بخش از مواد آلی خاک را در دگرگونی ویژگی‌های گوناگون خاک بهتر شناخت. چراکه هر بخش از ماده آلی خاک کارکرد و واکنش‌پذیری ناهمانندی دارند. برای ارزیابی هر بخش از ماده آلی در خاک، کربن آلی نمونه‌های خاک باید به گروه‌های کارکردی ناهمانندی بخشبندی شوند. گروه گسترده‌ای از روش‌های فیزیکی و شیمیایی برای بخشبندی و شناسایی اندوخته های ماده آلی خاک پیشنهاد شده است.

کاربرد نهاده‌هایی مانند کودهای شیمیایی برای دستیابی به کارکرد گیاهی بالاتر، در ایران با آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک، مایه گردیده است تا جایگاه مواد آلی کمتر شناخته شود، به

گونه‌ای که در بیش از ۶۰ درصد خاک‌های زیر کشت در ایران، اندازه کربن آلی کمتر از یک درصد و در بخش بزرگی از کشور کمتر از ۰/۵ درصد می‌باشد.

هرچند بهره‌گیری از کودهای کانی شاید تندترین راه برای افزایش حاصلخیزی خاک به شمار رود، ولی هزینه‌های کاربرد کود، آلودگی و به هم ریختن محیط زیست و خاک نگران‌کننده است. بنابراین بهره‌گیری درست از مانده‌های گیاهی و کودهای آلی به همراه کاربرد بهینه‌ای از کودهای کانی، کارایی ویژه‌ای در راستای نگهداری باروری، ساختمان و کارکرد زیستی خاک دارد. زیرا کربن آلی خاک کنترل کننده بسیاری از ویژگی‌های مهم فیزیکی (مانند تهویه و نگهداری آب در خاک)، شیمیایی (مانند گنجایش بافری، زیست فراهمی عناصر) و بویژه بیولوژیک خاک است.

هرچند در دو دهه گذشته پژوهش‌های بسیاری بر اندوخته ماده آلی خاک و چگونگی کارفرمایی آن در رویه جهانی انجام شده است، اما در کشور ایران این گونه پژوهش‌ها بسیار اندک است. افزون بر آن، بکارگیری یافته‌های کشورهای دیگر برای کشور ایران بسته به ناهمانندی در ویژگی‌های خاک، اقلیم و چگونگی بهره‌گیری از زمین کار درستی نیست و انجام چنین پژوهش‌هایی در سرزمین‌های خشک و نیمه خشک جایگاه ویژه‌ای دارد.

اهداف این پژوهش عبارتند از:

۱- شناخت پیامد کاربرد برخی از مانده‌های گیاهی بر شماری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک

۲- شناخت چگونگی فروزینگی زیستی برخی از مانده‌های گیاهی در خاک

۳- شناخت پیامد کاربرد برخی از مانده‌های گیاهی بر بخش‌های گوناگون مواد آلی خاک

در این پژوهش برای بررسی پیامد کود آلی و زمان، مانده‌های یونجه، گندم و خاک اره، به خاک نمونه‌برداری‌شده افزوده شد و پس از ۱، ۲۰، ۶۰ و ۱۲۰ روز از کاربرد تیمارها، همه کربن آلی خاک، خاکدانه‌ها و بخش‌های مواد آلی خاک به روش‌های فیزیکی (بخشبندی اندازه‌ای و بخشبندی دانسیته‌ای) و شیمیایی (با عصاره‌گیری بازی و سپس اسیدی، کربن محلول در آب، کربن زیتوده ریزجانداران) بررسی گردید. همچنین در هر یک از این زمان‌ها همه ویژگی‌های بیولوژیک خاک‌های تیمار شده بررسی شد.

فصل اول:

بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- کشاورزی آلی[1]

کشاورزی آلی بهره نگرفتن از کودهای ساختگی و آفت کش‌ها، تلاش برای نگهداری کیفیت زیستگاه‌ها و افزایش برهمکنش‌های سودمند بیولوژیک در زیستگاه‌ها می‌باشد (واندرمر[2]، ۱۹۹۵). کاربرد پی در پی کودهای آلی در کشاورزی آلی، ماده آلی خاک را در پایه بالاتری نگهداری می‌کند (ویو[3] و همکاران، ۲۰۰۴؛ واتسن[4] و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش ماده آلی خاک و در پی آن، افزایش اندوخته آلی عناصر در بسیاری از بررسی‌ها برای سیستم‌های کشاورزی آلی گزارش شده است (استاکدل[5] و همکاران، ۲۰۰۱). بهسازهای آلی، ماده آلی خاک را افزایش داده و در پی آن فراهمی آفتکش‌ها و توان جابجایی آنها را در خاک کاهش داده است (پرینتز[6] و همکاران، ۱۹۹۵).

اندوخته کربن آلی خاک بزرگترین اندوخته کربن روی زمین می‌باشد که نزدیک ۱۵۰۰ Gt (۸۰ درصد همه اندوخته کربن کره زمین) ارزیابی شده است (آماندسن[7]، ۲۰۰۱). نگهداری کربن آلی در بهبود کیفیت خاک در کشاورزی پایدار بسیار اهمیت دارد و کارایی ویژه‌ای در کاهش اتمسفر CO_2 و گرمایش جهانی دارد. پاسخ اتحادیه حفاظت از طبیعت به دشواری گرم شدن کره زمین، گذاشتن قانون‌هایی است که از پخش گازهای گلخانه‌ای جلوگیری و به اندوختن بیشتر کربن و نگهداری آن در خاک و گیاهان می‌انجامد (پروتکل کیوتو). این قانون‌ها در راستای افزایش فرآیندهای بیولوژیک مانند فتوسنتز که CO_2 را جذب و در زیتوده گیاهی انباشته کند، با دستور کاشت گیاهان چند ساله و اندوختن ماده آلی پایدار در خاک است (شرستها و لال[8]، ۲۰۰۶).

چگونگی کارفرمایی سیستم‌های کشاورزی می‌تواند کارایی ویژه‌ای درکاهش یا افزایش اندازه اتمسفر CO_2 داشته باشد. این سیستم‌ها می‌توانند همانند انباره یا بکار برنده برای اتمسفر CO_2 باشند (سیکس[9] وهمکاران، ۲۰۰۲). پژوهش‌های پی در پی و زماندار این نگره را که خاک‌های با روش

---

[1]-Organic agriculture
[2]- Vandermer
[3]- Wu
[4]- Watson
[5]- Stockdale
[6]- Printz
[7]- Amundson
[8]- Lal
[9]- Six

کارفرمایی خوب، کربن آلی را بهتر نگهداری می‌کنند، پشتیبانی می‌کند (استولز[1] و همکاران، ۲۰۰۰) و کشاورزی همانند یک کارکرد انسانی در جذب و تثبیت، پخش و جابجایی کربن میان اندوخته‌های آن کارایی ویژه ای دارد (پست و کوون[2]، ۲۰۰۰).

۱-۲-کیفیت خاک[3]

امروزه نگاه ویژه‌ای به کیفیت خاک، همانند یکی از جنبه‌های مهم در سیستم کشاورزی شده است و در اکوسیستم‌های کشاورزی، از چگونگی و کیفیت خاک برای ارزیابی چگونگی کارفرمایی پایدار زمین‌های کشاورزی بهره گیری شده است.

اندازه‌گیری تناسب و شایستگی خاک یا گنجایش زمین برای کاربری کشاورزی از خاک، مهمترین قضیه در کیفیت خاک است (لارسون[4] و همکاران، ۱۹۹۴)، زیرا اگر خاکی برای یک کاربری ویژه شایسته نباشد، کیفیت آن خاک برای آن کاربری ویژه نیز شایسته نیست (لارسون وهمکاران، ۱۹۹۱). کیفیت خاک یک تکنولوژی، دانش کاربردی و ابزاری برای شناسایی کارفرمایی بهتر خاک و کشاورزی پایدار است (ورکنتن[5]، ۱۹۹۵).

کیفیت خاک همه برهمکنش‌های میان ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را دربرداشته و به همه آنها وابسته است. بنا به رای بسیاری از دانشمندان، ویژگی‌های گوناگون خاک پایه‌ای برای ارزیابی کیفیت خاک است. این ویژگی‌ها توانایی خاک را در انجام کارهای ویژه خود در زیست کره نشان می‌دهد این کارها شامل، نگهداری عناصر غذایی و بالا نگهداشتن زیست فراهمی عناصر غذایی برای جانداران، نگهداری بارش‌ها و بخش کردن آنها در روی خاک به دو بخش رواناب و آب فرورفته، نگهداری آب در خاک برای گیاهان، رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی، افزایش پایداری در برابر فرسایش آبی یا بادی و همسنگ نمودن غلظت مواد زهری در خود می‌باشد (لارسون و همکاران، ۱۹۹۱؛ کارلن[6] و همکاران، ۱۹۹۷). کیفیت خاک دو بخش دارد، یکی بخش سرشتی (ذاتی) یا کنونی آن که گنجایش سرشتی (ذاتی) خاک برای رشد گیاه است و بستگی به مواد ژئولوژیک و فاکتورهای پایدار خاک مانند مواد مادری و توپوگرافی دارد. دیگری توان یا بخش بالفعل آن است که بستگی به چگونگی کارفرمایی یا کاربری خاک دارد.

---

[1]- Stolze
[2]- Post
[3]- Soil quality
[4]- Larson
[5]- Warkentin
[6]- Karlen

ناهمانندی میان این دو بخش با فرایندهای ژنتیک- پدولوژیک و فرایندهای پویایی خاک شناسایی می‌شود (لارسون وهمکاران، ۱۹۹۱).

ویژگی‌های سرشتی کیفیت خاک مانند کانی شناسی، پخشیدگی اندازه دانه‌ها و کانی‌ها، بیشتر ژنتیک و پایدار بوده و پس از گذشت زمان‌های دراز، دگرگونی‌های اندکی می‌کنند. برای ارزیابی کیفیت سرشتی خاک برای کاشت گیاه، فاکتورهای بیرونی آن بررسی می‌شود مانند فاکتورهای پیدایش خاک یا آب و هوا (دما، بارندگی و تبخیر)، پستی و بلندی، پوشش گیاهی، مواد مادری، زمان و پارامترهای هیدرولوژیک، زیرا ارزیابی کیفیت خاک بدون بررسی فاکتورهای بیرونی شدنی نیست. این فاکتورها در برگیرنده همه پیامدهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیک و مرفولوژیک پدید آمده از برهمکنش میان فاکتورهای طبیعی بوده و تقریبا" قابل کنترل نمی‌باشند (لارسون وهمکاران، ۱۹۹۱). برای نمونه اندازه بالای رس در خاک‌های سرزمین-های خشک ویژگی بسیار سودمندی است، زیرا مایه نگهداری رطوبت به اندازه‌ای همسنگ در خاک می‌شود، ولی در سرزمین‌های مرطوب ویژگی زیانباری است، زیرا زهکشی خاک کاهش یافته و بازدهی گیاهان پایین می‌آید (جانزن[1] و همکاران،۱۹۹۲).

کیفیت توانی و پویای خاک بستگی به آن دسته از ویژگی‌هایی از خاک دارد که در دوره‌هایی کوتاه دگرگون می‌شود (مانند مواد آلی خاک، ساختمان خاک و آرایش و فراوانی سوراخ‌های درشت) که به روش کاربری زمین و کارفرمایی خاک پاسخ می‌دهند و کارهای کشاورزی پیامد فراوانی بر آن دارند (لارسون وهمکاران، ۱۹۹۱).

- نشانگرهای ارزیابی کیفیت خاک

از آنجا که کیفیت خاک توانایی خاک را برای کاربری‌های گوناگون در اکوسیستم نشان می-دهد، برای ارزیابی کیفیت خاک از پارامترها یا نشانگرهای ویژه‌ای بهره‌گیری می‌شود تا بتوان آن-ها را در هر زمانی به روش کمی اندازه‌گیری کرد و در سنجش با شرایط استاندارد، برخی از آنها را سنجید (لارسون و همکاران، ۱۹۹۱). نشانگرهای ارزیابی کیفیت خاک باید پیوند خوبی با فرایندهای طبیعی در اکوسیستم داشته باشند و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را در یک گروه قرار دهند، کاربرد آن‌ها در زمین‌های کشاورزی آسان بوده، کارشناسان و کاربران زمین‌ها هر دو بتوانند کیفیت خاک را ارزیابی کرده و پاسخ دهنده به ویژگی‌های آب و هوایی و

[1]- Janzen

روش‌های کارفرمایی کشاورزی باشند (کمرن[1] و همکاران، ۱۹۹۸). دیدگاه‌های گوناگونی برای گزینش نشانگرهای شیمیایی کیفیت خاک در دست است. کربن و ازت آلی خاک‌ها، نسبت کربن به ازت (C/N)، اسیدیته (pH) خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe)، ازت، فسفر و پتاسیم فراهم (درن[2] و همکاران، ۱۹۹۴)، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC)، شوری و قلیائیت، پارامترهای حاصلخیزی (درن و همکاران، ۱۹۹۴؛ ایسورن[3] و همکاران، ۱۹۹۸)، و اندازه عناصر کمیاب عصاره گیری شده (سرب، روی، مس، کادمیم) (سو[4] و همکاران، ۱۹۹۹)، همانند نشانگر-های شیمیایی کیفیت خاک پیشنهاد شده است. در پژوهشی دیگر، نشانگرهای استاندارد حاصلخیزی خاک، اسیدیته، کربن آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم فراهم را فاکتورهای ویژه‌ای برای رشد گیاه، ساخت فراورده‌های کشاورزی و کارکردهای ریزجانداران خاک گزینش شدند (کمرن و همکاران، ۱۹۹۸).

ارزیابی فیزیکی خاک بر پایه سنجش توانایی خاک برای اندوختن و جابجایی مایع‌ها، محلول-ها، گازها و گرما، پارمترهای آب، تهویه، افزایش پایداری و ساختمان خاک می‌باشد (مانسان[5] وهمکاران، ۱۹۶۳). نشانگرهای فیزیکی پیشنهاد شده برای ارزیابی کیفیت خاک می‌تواند کلاس-های بافتی خاک، ژرفای خاک رویین یا دارای ریشه، نفوذ پذیری، وزن مخصوص ظاهری، گنجایش نگهداری آب (درن و همکاران، ۱۹۹۴؛ مکدانالد[6] و همکاران، ۱۹۹۵)، اندازه آب فراهم، پایداری خاکدانه‌ها در ژرفای ۳۰ سانتیمتری خاک (سو و همکاران، ۱۹۹۹)، چگونگی زهکشی، ژرفای مؤثر خاک، شیب و ریخت زمین و اندازه و فراوانی سنگ‌های رویین (ایسورن و همکاران، ۱۹۹۸) باشد. اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها و میانگین وزنی قطر آنها آگاهی‌های سودمندی را درباره بهم ریختگی فیزیکی خاک و آلودگی آن به سدیم، اندازه پایداری خاک به فرسایش و اندازه مواد آلی خاک بدست می‌دهد (کمرن و همکاران، ۱۹۹۸).

در پژوهشی نگهداری آب،کربن آلی خاک و بیومس ریزجانداران کربن، نشانگرهای پایه‌ای برای ارزیابی کیفیت خاک گزارش شده است (لارسون و همکاران، ۱۹۹۴). در پژوهشی دیگر از نشانگرهای بیولوژیک کیفیت خاک، توان کانی شدن ازت، درصد کربن، ازت و فسفر در زیتوده

[1]- Cameron
[2]- Doran
[3]- Eswaran
[4]- Hseu
[5]- Munson
[6]- Macdonald

ریزجانداران، تنفس خاک و شمار کرم‌های خاکی گزینش شده است (ایسورن و همکاران، ۱۹۹۸).

۱-۳- ماده آلی و اندوخته‌های[1] آن در خاک

ماده آلی خاک (SOM[2])، گروه نایکنواختی از مواد گوناگون مانند مانده‌های گیاهی، جانوری و ریزجانداری تازه، با تجزیه میانه و فروزینه شده به همراه مواد ساخته شده ریزجانداران در خاک است (صفری سنجانی، ۱۳۸۸). آنها گروه ناهمگنی از ترکیب‌های آلی با ترکیب شیمیایی و تندی فروزینگی[3] و زمان بازگشت[4] ناهمانند می‌باشند (اودس[5]، ۱۹۹۶) که می‌توانند در سه دسته گروه-بندی شوند: الف- مانده‌های تازه و نیمه تجزیه شده گیاهی و جانوری (ماده آلی واکنش دهنده)، ب- ترکیب‌های بدست آمده از فروزینگی مانده‌های آلی و ترکیب‌هایی که با ریزجانداران دوباره در خاک ساخته می‌شوند (مانند پروتئین‌ها، اسیدهای آلی و کربوهیدرات‌های ریزجانداران)، ج- مواد هوموسی با وزن مولکولی بالا (مانند اسید فولویک، اسید هیومیک و هیومین) که تا اندازه‌ای در برابر تجزیه پایدار هستند (صفری سنجانی، ۱۳۸۸).

داکسبوری[6] و همکاران (۱۹۸۹) اندوخته کربن آلی خاک را بر پایه زمان چرخش[7] و فراهمی آنها برای فرایندهای زیستی به دو بخش گروه بندی کردند. الف- بخش واکنش دهنده یا پویا و ب- بخش ناواکنش دهنده یا پایدار.

بخش واکنش دهنده، همان مانده‌های گیاهی و جانوری افزوده شده به خاک می‌باشند که به اندازه کمی فروزینه شده و سرچشمه آنها هنوز روشن بوده و به سادگی ریزجانداران از آنها بهره-گیری می‌کنند. اندوخته واکنش دهنده بخش کوچکی از ماده آلی خاک را پدید آورده که زمان ماندگاری کوتاه (ماه‌ها یا چندین سال) داشته و در کیفیت خاک کارایی ویژه‌ای دارد (ویل[8]،۱۹۹۲). اندوخته واکنش دهنده ماده آلی کارایی ویژه‌ای در دانه‌بندی خاک ، پیدایش کلات‌های ریز مغذی‌ها و کانی شدن عناصر غذایی دارد (بلیر و کراکر[9]، ۲۰۰۰؛ تیسدال و اودس، ۱۹۸۲) که بخوبی به دگرگونی روش کارفرمایی خاک پاسخ می‌دهد. اندوخته واکنش دهنده ماده

[1]- Pool
[2]- Soil Organic Matter
[3]- Biodegradation
[4]- Turnover time
[5]- Oades
[6]- Duxbury
[7]- Turnover time
[8]- Wiel
[9]- Blair and Crocker