دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

تغییرات زمانی اجزاء فیزیکی ماده آلی خاک پس از رخدادهای آتش‌سوزی در منطقه فریدن

پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی

فرزانه اصلانی

استاد راهنما

دکتر محمدرضا مصدقی

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی خانم فرزانه اصلانی

تحت عنوان

تغییرات زمانی اجزاء فیزیکی ماده آلی خاک پس از رخدادهای آتش‌سوزی در منطقه فریدن

در تاریخ ۱۳۹۳/۹/۲۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر محمدرضا مصدقی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر محمدعلی حاج‌عباسی
۳- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر مجید ایروانی
۴- استاد داور	دکتر شمس‌الله ایوبی
۵- استاد داور	دکتر سید سعید اسلامیان
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمدمهدی مجیدی

تقدیر و تشکر

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند و سلام و دورد بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است.

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ":

از پدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند، نهایت قدردانی و سپاس را می نمایم. از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر محمدرضا مصدقی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند، بی نهایت سپاس گزارم. از اساتید صبور، جناب آقای دکتر محمد علی حاج عباسی و دکتر مجید ایروانی، که زحمت مشاوره این رساله را متقبل شدند، نهایت تشکر و قدردانی را دارم. هم چنین از اساتید فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر شمس الله ایوبی و دکتر سعید اسلامیان که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از همکاری پرسنل محترم آزمایشگاه های خاک شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان از دوستان و هم کلاسی های گران قدرم صمیمانه سپاس گزارم.

فرزانه اصلانی

دی ماه ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

پدرم، لبخند پر مهر زندگیم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم،

مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

و تقدیم به همسرم، برادران و خواهرانم:

که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

فهرست شکل‌ها ..... یازده

فهرست جداول ..... پانزده

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- نقش اکوسیستم خاکی در چرخه جهانی کربن ۴

۱-۳- ماده آلی خاک ۷

۱-۳-۱- عوامل مؤثر بر مقدار ماده آلی خاک ۹

۱-۳-۲- تأثیر ماده آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک ۱۱

۱-۳-۳- تأثیر ماده آلی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک ۱۲

۱-۳-۴- اجزاء ماده آلی خاک ۱۳

۱-۳-۵- پراکنش فیزیکی ساختمان خاک ۱۸

۱-۳-۶- تفکیک اجزاء ماده آلی خاک ۲۰

۱-۴- نیتروژن خاک ۲۴

۱-۵- آتش‌سوزی در مراتع و دیگر اکوسیستم‌های طبیعی ۲۵

۱-۵-۱- آتش‌سوزی در مزارع ۲۷

۱-۶- اهمیت اکولوژیکی آتش‌سوزی‌های گذشته و جدید در پوشش‌های گیاهی ۲۹

۱-۷- توان آتش‌سوزی و رژیم حرارتی ۲۹

۱-۸- پیامدهای آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک ۳۶

۱-۸-۱- تأثیر آتش‌سوزی بر ماهیت و پایداری نیتروژن وکربن آلی خاک ۳۱
۱-۸-۲- تأثیر آتش‌سوزی بر مقدار ماده آلی خاک ۳۲
۱-۸-۳- تأثیر آتش‌سوزی بر اجزاء ماده آلی خاک ۳۶
۱-۸-۴- اثر آهکی (قلیایی‌شدن) ۳۷
۱-۸-۵- تأثیر آتش‌سوزی بر فراهمی عناصر غذایی خاک ۳۷
۱-۸-۶- تأثیر آتش‌سوزی بر تجمع ترکیبات آب‌گریز ۳۸
۱-۸-۷- تأثیر آتش‌سوزی بر فعالیت آنزیمی و ویژگی‌های بیولوژیک خاک ۳۸

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه ۴۰
۲-۲- انتخاب نقاط و نمونه‌برداری خاک ۴۲
۲-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۴۵
۲-۳-۱- بافت خاک ۴۵
۳-۳-۲- درصد آهک خاک ۴۵
۲-۳-۳- پایداری خاکدانه‌ها و تفکیک فیزیکی اجزاء ماده آلی خاک ۴۵
۲-۳-۴- کربن آلی (OC) خاک و اجزاء خاکدانه‌ها ۴۸
۲-۳-۵- محاسبه سهم هر جزء خاکدانه‌ای در کربن آلی کل خاک TOC ۴۸
۲-۳-۶- نیتروژن کل (TN) خاک و اجزاء خاکدانه‌ها..... ۴۸
۲-۳-۷- محاسبه نسبت کربن آلی به نیتروژن کل (C/N) در خاک و اجزاء خاکدانه‌ها ۴۹
۲-۳-۸- کربوهیدرات‌های خاک ۴۹
۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری ۴۹

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های عمومی مکان‌های مورد مطالعه ۵۲
۳-۲- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۵۶

۳-۲-۱- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر ماده آلی خاک ۵۶
۳-۲-۲- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر ماده آلی ذره‌ای (POM) ۵۹
۳-۲-۳- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ خاک (Cb_{HW}) ۶۵
۳-۲-۴- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر شاخص‌های پایداری ساختمان خاک ۶۸
۳-۲-۵- اثر آتش‌سوزی بر درصد فراوانی تجمعی و توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۷۶
۳-۲-۶- تجزیه واریانس اثر آتش‌سوزی، گذشت زمان و اندازه خاکدانه بر درصد کربن آلی (OC%)، درصد نیتروژن کل (TN%) و نسبت C/N خاکدانه‌ها ۸۰
۳-۲-۷- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر درصد کربن آلی در اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها ۸۱
۳-۲-۸- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر درصد نیتروژن کل خاک (TN%) ۸۸
۳-۲-۹- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر درصد نیتروژن کل در اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها ۹۰
۳-۲-۱۰- اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر نسبت کربن آلی به نیتروژن کل (C/N) خاک و اجزاء خاکدانه‌ای ... ۹۵
۳-۲-۱۱- شناسایی مکان‌ها و شرایط بحرانی آتش‌سوزی در مراتع منطقه براساس نتایج پایداری ساختمان و ذخایر آلی خاک ۹۸

فصل چهارم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

۴-۱- نتیجه‌گیری کلی ۱۱۶
۴-۲- پیشنهادها ۱۱۸
فهرست منابع ۱۲۰

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- محدوده‌هایی بحرانی آتش‌سوزی از نظر پوشش گیاهی استان اصفهان ۴۱

شکل ۲-۲- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه و مکان‌های نمونه‌برداری خاک ۴۳

شکل ۲-۳- نمونه‌ای از مکان‌های آتش‌سوزی‌شده (الف)، مکان‌های آتش‌سوزی‌نشده (ب)، و مرزمکان‌های آتش‌سوزی-شده و آتش‌سوزی‌نشده (ج) ۴۴

شکل ۳-۱- توزیع بافت خاک‌ها روی مثلث بافت خاک USDA در مکان‌های مورد مطالعه ۵۳

شکل ۳-۲- اثر آتش‌سوزی بر میانگین درصد ماده آلی خاک (OM%) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۵۷

شکل ۳-۳- اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر میانگین تفاوت درصد ماده آلی خاک (ΔOM) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۵۸

شکل ۳-۴- هم‌بستگی بین ماده آلی ذره‌ای کل (Total POM) با ماده آلی (OM%) (الف) و بین ماده آلی ذره‌ای محبوس (Occluded POM) با ماده آلی (OM%) (ب) در تمامی خاک‌های مورد بررسی ۶۰

شکل ۳-۵- اثر آتش‌سوزی بر ماده آلی ذره‌ای آزاد (Free POM) (الف)، محبوس (Occluded POM) (ب) و کل (Total POM) (ج) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۶۱

شکل ۳-۶- اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر میانگینتفاوت ماده آلی ذره‌ای آزاد (ΔFree POM) (الف)، ماده آلی ذره‌ای محبوس (ΔOccluded POM) (ب)، و ماده آلی ذره‌ای کل خاک (ΔTotal POM) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۶۳

شکل ۳-۷- اثر آتش‌سوزی بر نسبت ماده آلی ذره‌ای به ماده آلی خاک(POM/OM) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۶۴

شکل ۳-۸- اثر آتش‌سوزی بر میانگین کربوهیدرات‌های خاک (Cb_{HW}) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۶۵

شکل ۳-۹- اثر گذشت زمان بر میانگین تفاوت کربوهیدرات‌های خاک (ΔCb_{HW}) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۶۶

شکل ۳-۱۰- هم‌بستگی بین کربوهیدرات‌های خاک (Cb_{HW}) و ماده آلی (OM%) در تمامی خاک‌های مورد بررسی ۶۷

شکل ۳-۱۱- هم‌بستگی بین کربوهیدرات‌های خاک (Cb_{HW}) و ماده آلی ذره‌ای کل (Total POM) در تمامی خاک-های مورد بررسی ۶۷

شکل ۳-۱۲- اثر آتش‌سوزی بر نسبت کربوهیدرات‌ها به ماده آلی خاک (Cb_{HW}/OM) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۶۸

شکل ۳-۱۳- اثر آتش‌سوزی بر میانگین وزنی قطر (MWD)، میانگین هندسی قطر (GMD) و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA%) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۷۱

شکل ۳-۱۴- اثر گذشت زمان بر تفاوت میانگین وزنی قطر (ΔMWD) خاکدانه‌های خاک (الف)، تفاوت میانگین هندسی قطر (ΔGMD) خاکدانه‌های خاک (ب) و تفاوت درصد خاکدانه‌های پایدار در آب ۰/۰۵۳ mm<(ΔWSA) (ج) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۷۲

شکل ۳-۱۵- هم‌بستگی بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) (الف)، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) (ب)، و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب خاک (WSA%) (ج) با درصد ماده آلی خاک (OM%) در مکان‌های مورد بررسی ۷۵

شکل ۳-۱۶- اثر آتش‌سوزی بر میانگین منحنی توزیع اندازه خاکدانه‌ها [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۶

شکل ۳-۱۷- اثر آتش‌سوزی بر درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های خیلی ریز (۰/۰۵۳ mm>)، خاکدانه‌های ریز (mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳) و خاکدانه‌های درشت (۲-۰/۲۵ و mm ۴-۲) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۷

شکل ۳-۱۸- اثر آتش‌سوزی بر درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های خیلی ریز (۰/۰۵۳ mm>)، خاکدانه‌های ریز (mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳) و خاکدانه‌های درشت (۰/۲۵ mm>) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۸

شکل ۳-۱۹- اثر آتش‌سوزی بردرصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های ریز (۰/۲۵ mm>) و خاکدانه‌های درشت (mm ۰/۲۵>) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۹

شکل ۳-۲۰- اثر آتش‌سوزی بر میانگین درصد کربن آلی (OC%) خاکدانه‌ای (mm ۴-۲) (الف)، (mm ۲-۰/۲۵) (ب) و (mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳) (ج) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۸۲

شکل ۳-۲۱- اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر میانگین تفاوت درصد کربن آلی (ΔOC) برای جزء اندازه‌ای خاکدانه mm ۴-۲ (الف)، mm ۲-۰/۲۵ (ب) و mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳ (ج) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۸۴

شکل ۳-۲۲- تأثیر آتش‌سوزی بر میانگین درصد کربن آلی (OC%) خاکدانه‌ها در مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد) (الف)، تأثیر اندازه خاکدانه بر میانگین درصد کربن آلی (OC%) خاکدانه‌ها (ب) و برهم‌کنش اثر آتش‌سوزی و اندازه خاکدانه بر درصد کربن آلی (OC%) خاکدانه‌ای [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] (ج) ۸۶

شکل ۳-۲۳- اثر آتش‌سوزی بر میانگین سهم هر جزء خاکدانه‌ای ($w_i.OC_i$) از کربن آلی کل خاک [مکان‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۸۷

شکل ۳-۲۴- اثر آتش‌سوزی بر میانگین درصد نیتروژن کل خاک (TN%) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۸۸

شکل ۳-۲۵- اثر گذشت زمان بر میانگین تفاوت درصد نیتروژن کل خاک (ΔTN) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ... ۸۹

شکل ۳-۲۶- اثر آتش‌سوزی بر میانگین درصد نیتروژن کل (TN%) خاکدانه‌های mm ۴-۲ (الف)، خاکدانه‌های mm ۲-۰/۲۵ (ب) و خاکدانه‌های mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳ (ج) [مکان‌های سوخته (تیمار) و نسوخته (شاهد)] ۹۱

شکل ۳-۲۷- اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر میانگین تفاوت درصد نیتروژن کل (ΔTN) خاکدانه‌ای جزء mm ۴-۲ (الف)، جزء خاکدانه‌ای mm ۲-۰/۲۵ (ب) و جزء خاکدانه‌ای mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳(ج) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده ۹۳

شکل ۳-۲۸- مقایسه میانگین اثر اندازه خاکدانه بر درصد نیتروژن کل (TN%) در مکان‌های سوخته (الف)، نسوخته (ب) و اثر آتش‌سوزی بر درصد نیتروژن کل (TN%) در خاکدانه‌های با اندازه متفاوت [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] (ج) ۹۴

شکل ۳-۲۹- اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر میانگین تفاوت نسبت C/N (ΔC/N) خاک بین مکان‌های آتش-سوزی‌شده و نشده ۹۶

شکل ۳-۳۰- اثر آتش‌سوزی بر نسبت C/N خاکدانه‌های با اندازه متفاوت در مکان‌های سوخته و نسوخته ۹۸

شکل ۳-۳۱- مقایسه مقادیر OM%، POM، Cb_{HW}، MWD و TN% بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۷ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۰۰

شکل ۳-۳۲- مقایسه مقادیر OM%، POM، Cb_{HW}، MWD و TN% بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۸ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۰۲

شکل ۳-۳۳- مقایسه مقادیر OM%، POM، Cb_{HW}، MWD و TN% بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۹ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۰۴

شکل ۳-۳۴- مقایسه مقادیر OM%، POM، Cb_{HW}، MWD و TN% بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۹۰ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۰۶

شکل ۳-۳۵- مقایسه مقادیر OM%، POM، Cb_{HW}، MWD و TN% بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۹۱ (اعدادنشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۰۸

شکل ۳-۳۶- مقایسه مقادیر OC% و TN% در خاکدانه‌ای ریز (<۰/۲۵) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۷ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۱۰

شکل ۳-۳۷- مقایسه مقادیر OC% و TN% در خاکدانه‌ای ریز (<۰/۲۵) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۸ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۱۱

شکل ۳-۳۸- مقایسه مقادیر OC% و TN% در خاکدانه‌ای ریز (<۰/۲۵) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۸۹ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۱۲

شکل ۳-۳۹- مقایسه مقادیر OC% و TN% در خاکدانه‌ای ریز (<۰/۲۵) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۹۰ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۱۴

شکل ۳-۴۰- مقایسه مقادیر OC% و TN% در خاکدانه‌ای ریز (<۰/۲۵) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵) بین مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و نشده در سال ۱۳۹۱ (اعداد نشان‌دهنده شماره نقاط می‌باشند) ۱۱۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- جداسازی ماده آلی خاک براساس روش‌های تفکیک فیزیکی ۲۱

جدول ۲-۱- مناطق بحرانی آتش‌سوزی استان اصفهان براساس نقشه پوشش گیاهی استان ۴۱

جدول ۲-۲- چگونگی تجزیه آماری بررسی اثر گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک‌های مورد بررسی ۵۰

جدول ۳-۱- مشخصات مکان‌های با رخداد آتش‌سوزی در سال ۱۳۸۷ ..... ۵۴

جدول ۳-۲- مشخصات مکان‌های با رخداد آتش‌سوزی در سال ۱۳۸۸ ..... ۵۴

جدول ۳-۳- مشخصات مکان‌های با رخداد آتش‌سوزی در سال ۱۳۸۹ ..... ۵۵

جدول ۳-۴- مشخصات مکان‌های با رخداد آتش‌سوزی در سال ۱۳۹۰ ..... ۵۵

جدول ۳-۵- مشخصات مکان‌های با رخداد آتش‌سوزی در سال ۱۳۹۱ ..... ۵۶

جدول ۳-۶- مقایسه میانگین درصد ماده آلی خاک (OM%) در تیمارهای آتش‌سوزی‌نشده و شده ۵۶

جدول ۳-۷- مقایسه میانگین مقادیر ماده آلی ذره‌ای کل (Total POM)، آزاد (Free POM) و محبوس (Occluded POM) بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۵۹

جدول ۳-۸- مقایسه میانگین مقدار کربوهیدرات‌های خاک(mg/kg soil) در تیمارهای آتش‌سوزی‌شده و نشده ۶۵

جدول ۳-۹- مقایسه میانگین شاخص‌های پایداری ساختمان خاک بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۶۸

جدول ۳-۱۰- روابط رگرسیونی بین شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها و ذخایر ماده آلی در تمامی خاک‌های مورد بررسی (n=۹۰) ۷۴

جدول ۳-۱۱- برهم‌کنش اثر آتش‌سوزی و اندازه خاکدانه بر درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های خیلی ریز (<۰/۰۵۳ mm)، خاکدانه‌های ریز (۰/۲۵-۰/۰۵۳ mm) و خاکدانه‌های درشت (۲-۰/۲۵ و ۴-۲ mm) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۸

جدول ۳-۱۲- برهم‌کنش اثر آتش‌سوزی و اندازه خاکدانه بر درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های خیلی ریز (<۰/۰۵۳ mm)، خاکدانه‌های ریز (۰/۲۵-۰/۰۵۳ mm) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵ mm) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۷۹

جدول ۳-۱۳- برهم‌کنش اثر آتش‌سوزی و اندازه خاکدانه بر درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های ریز (<۰/۲۵ mm) و خاکدانه‌های درشت (>۰/۲۵ mm) [خاک‌های سوخته (F) و نسوخته (NF)] ۸۰

جدول ۳-۱۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد بررسی بر درصد کربن آلی (OC%)، نیتروژن کل (TN%) و نسبت C/N خاکدانه‌ها ۸۱

جدول ۳-۱۵- مقایسه میانگین درصدکربن آلی در اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها بین مکان‌های نسوخته و سوخته ۸۱

جدول ۳-۱۶- مقایسه میانگین درصد نیتروژن کل خاک (TN%) بین تیمارهای آتش‌سوزی‌شده و نشده ۸۸

جدول ۳-۱۷- مقایسه میانگین مقدار نیتروژن کل در اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها بین مکان‌های نسوخته و سوخته ۹۰

جدول ۳-۱۸- مقایسه میانگین نسبت کربن آلی به نیتروژن کل خاک(C/N) بین تیمارهای آتش‌سوزی‌نشده و شده ۹۵

جدول ۳-۱۹- مقایسه میانگین نسبت C/N در اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها بین مکان‌های سوخته و نسوخته ۹۷

چکیده

مراتع جزء زیست‌بوم‌های طبیعی و پویا روی کره زمین هستند که بیش‌ترین سطح خشکی‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. مرتع یک اکوسیستم طبیعی و غنی از ذخایر ژنتیکی است که از تنوع گونه‌ای گیاهی زیادی برخوردار می‌باشد. این گوناگونی زیستی ضامن پایداری اکوسیستم مرتع در برابر عوامل متغیر محیطی و زیستی است. آتش‌سوزی یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر تنوع زیستی مراتع است. آتش‌سوزی کنترل‌شده از جمله راهکارهای مدیریتی برای اصلاح مراتع محسوب می‌شود. از طرف دیگر، آتش‌سوزی یکی از خطراتی است که جنگل‌ها و مراتع را به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک تهدید می‌کند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی پیامدهای باقی‌مانده آتش‌سوزی پوشش گیاهی بر بافت، درصد آهک، ماده آلی (OM)، ماده آلی ذره‌ای (POM)، کربوهیدرات‌های قابل عصاره‌گیری با آب داغ (Cb_{HW})، شاخص‌های پایداری ساختمان (MWD، GMD و WSA)، کربن آلی (OC) و نیتروژن کل (TN) و نسبت C/N در اجزاء فیزیکی خاکدانه‌ها در مراتع شهرستان فریدن واقع در استان اصفهان بود. برای این منظور، از رخدادهای آتش‌سوزی در سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ که به ترتیب ۴ سال، ۳ سال، ۲ سال، ۱ سال و بلافاصله پیش از این پژوهش، دچار آتش‌سوزی شده بودند، تعداد ده ایستگاه به ازای هر سال و پنج ایستگاه برای سال ۱۳۹۱ انتخاب شد. در هر ایستگاه یک نقطه به عنوان تیمار (آتش‌سوزی‌شده) و یک نقطه به عنوان شاهد (آتش‌سوزی‌نشده) انتخاب شد و اندازه‌گیری‌ها نزدیک مرز مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و آتش‌سوزی‌نشده پس از فصل چرا انجام شد تا اثر تغییرپذیری مکانی به حداقل برسد. بنابراین ۴۵ نمونه از مکان‌های آتش‌سوزی‌شده و ۴۵ نمونه نظیر آن‌ها از مکان‌های آتش‌سوزی‌نشده (در مجموع ۹۰ مکان) انتخاب شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. برای مقایسه آماری ویژگی‌های مورد نظر خاک در دو مکان سوخته (F) و نسوخته (NF) در هر سال به طور مجزا از آزمون t جفت‌شده استفاده شد. برای بررسی پیامدهای آتش‌سوزی و اثر گذشت زمان بر OC و TN خاکدانه‌ای (اجزاء فیزیکی ماده آلی) از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل با آرایش فاکتوریل استفاده شد. نتایج نشان داد آتش‌سوزی و گذشت زمان پس از آن سبب افزایش معنی‌دار میانگین OM، Cb_{HW}، TN و میانگین سهم هر جزء خاکدانه‌ای از کربن آلی کل خاک در تمام گروه‌های خاکدانه‌ای شد. آتش‌سوزی باعث افزایش میانگین‌های Total POM، Occluded POM و Free POM شد؛ اگرچه اثر آن بر Total POM و Occluded POM معنی‌دار بود ولی بر Free POM اثر غیرمعنی‌داری داشت. به طور نسبی آتش‌سوزی، ذخیره POM (نسبت POM/OM) و ذخیره Cb_{HW} (نسبت Cb_{HW}/OM) را کاهش می‌دهد که بیان‌گر حساسیت بیش‌تر آن‌ها به مدیریت خاک می‌باشد. آتش‌سوزی با افزایش ماده آلی، POM و Cb_{HW} خاک، تأثیر افزایشی و معنی‌داری بر میانگین شاخص‌های پایداری ساختمان خاک شامل MWD، GMD و WSA داشت. از طرف دیگر، گذشت زمان پس از آتش‌سوزی اثر کاهشی بر تفاوت MWD، GMD و WSA بین مکان‌های سوخته و نسوخته داشت. آتش‌سوزی سبب کاهش معنی‌دار میانگین درصد ذرات اولیه و خاکدانه‌های خیلی ریز (mm ۰/۰۵۳ >) و کاهش غیرمعنی‌دار درصد خاکدانه‌های ریز (mm ۰/۲۵-۰/۰۵۳) پایدار در آب شد ولی درصد خاکدانه‌های درشت (mm ۴-۰/۲۵) پایدار در آب خاک پس از آتش‌سوزی افزایش معنی‌داری داشته‌اند.اثر سال پس از آتش‌سوزی و اندازه خاکدانه بر OC و TN خاکدانه‌ها معنی‌دار ولی بر نسبت C/N غیرمعنی‌دار بود. آتش‌سوزی باعث افزایش نسبت C/N خاک شد اما این افزایش در تمام سال‌ها غیرمعنی‌دار بود.یافته‌های این پژوهش نشان داد که آتش‌سوزی مدیریت‌شده در مراتع فریدن می‌تواند در بیش‌تر نقاط با شیب کم واقع روی شیب‌های شمالی و شرقی با بافت لومی با چرای کم یا کنترل‌شده، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کیفیت خاک گردد.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، خاکدانه، شاخص‌های پایداری ساختمان، کربوهیدرات‌های قابل عصاره‌گیری با آب داغ، ماده آلی ذره‌ای آزاد و محبوس، نسبت C/N.

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

کیفیت خاک، ظرفیت خاک برای انجام وظایف خود در اکوسیستم، به عنوان یک جزء زنده است [۸۱]. کیفیت خاک مفهومی است که عوامل زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک را در قالب ارزیابی منابع خاکی بیان می‌کند [۱۲۸]. انورمادو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ویژگی‌های خاک منعکس‌کننده تأثیر نوع مدیریت اراضی و اقلیم است. ویژگی‌های فیزیکی در ارزیابی کیفیت خاک اهمیت زیادی دارند، زیرا این ویژگی‌ها پویا بوده و تحت تأثیر اعمال مدیریت‌های مختلف تغییر می‌کنند [۱۶۵]. شاخص پایداری خاکدانه‌ها، مقدار ماده آلی و مقدار رس قابل پراکنش از شاخص‌های مهم در ارزیابی ویژگی‌های کیفی خاک به‌حساب می‌آیند [۱۹۹].

پایداری خاکدانه‌ها[1] (AS) بیانگر انعطاف‌پذیری ساختمان خاک در برابر نیروهای تخریبی بیرونی است [۳۰]. بسیاری از پژوهش‌گران پایداری خاکدانه‌ها را به عنوان یک شاخص سلامت خاک درنظر گرفته‌اند، اگرچه پایداری خاکدانه‌ها، خود به عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و فعالیت‌های انسانی وابسته است. بسیاری از فعالیت‌های انسانی پایداری خاکدانه‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. آتش-سوزی در مزارع و مراتع از جمله این عوامل می‌باشد [۲۹].

ماده آلی خاک از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک بوده و ارتباط تنگاتنگی با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک دارد [۱۰۲]. برآورد ذخیره کربن آلی خاک در مقیاس منطقه‌ای، ملی و جهانی بیش‌ترین اهمیت را در ارزیابی تغییرات چرخه کربن دارد [۵]. کربن آلی خاک محور اصلی کیفیت و سلامت خاک محسوب می‌شود [۱۶۷]. خاک به‌عنوان منبع مهم کربن اتمسفری می‌تواند با مهار تولید دی‌اکسیدکربن از پدیده افزایش گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کند [۵].

1- Aggregate stability

فرایندهای مؤثر بر پویایی کربن آلی و معدنی خاک بسیار متفاوت بوده و بستگی زیادی به شرایط زمین و اقلیم منطقه، نوع عملیات مدیریتی خاک و سیستم‌های کشاورزی دارد [۱۳۶]. ورود و خروج کربن تحت تأثیر عوامل زنده و غیرزنده مانند اقلیم، پوشش گیاهی، مدیریت اکوسیستم و مهم‌تر از آن‌ها ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک قرار دارد [۷۶].

ترسیب کربن[1] با ذخیره بلندمدت دی‌اکسیدکربن اتمسفر در ماده آلی خاک، تصاعد دی-اکسیدکربن به اتمسفر را کاهش داده و به حاصلخیزی خاک کمک می‌کند [۸۸]. پوشش گیاهی به عنوان عامل اصلی چرخه کربن بوده که این عملکرد به واسطه نقش آن در فتوسنتز، و جذب و رهاسازی فصلی عناصر غذایی خاک است [۱۳۵، ۱۴۲ و ۱۸۰]. به واسطه تأثیر کلیدی کربن آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، تهیه سوبسترا برای ریزجانداران، افزایش گنجایش تامپونی و فراهمی عناصر غذایی و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای، بررسی تغییرات آن بسیار اهمیت دارد [۶۳].

در رابطه با اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان پس از وقوع آتش‌سوزی بر ماده آلی خاک و اجزاء فیزیکی آن پژوهش‌های کمی در سطح جهانی در دسترس است. با توجه به اهمیت ماده آلی خاک و اجزاء فیزیکی آن در پایداری اکوسیستم‌های مرتعی، در این پژوهش اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان پس از وقوع آتش‌سوزی بر ماده آلی و اجزاء فیزیکی آن و کربوهیدرات‌های خاک بررسی می‌شود. نتایج این پژوهش می‌تواند برای مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی در شرایط پس از آتش‌سوزی که به عنوان شرایط بحرانی شناخته می‌شود، بکار برده شود.

پژوهش‌های موجود در زمینه تأثیر آتش‌سوزی بر خاک عمدتاً در مورد ویژگی‌های شیمیایی از جمله عناصر غذایی خاک بوده است و پژوهش‌های کمی در مورد اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک انجام شده است [۱۸۵]. پژوهش‌های صورت گرفته بیش‌تر در جنگل‌ها بوده و پژوهش‌های اندکی در رابطه با پیامدهای این پدیده در مراتع انجام شده است. در ایران در رابطه با پیامدهای باقی‌مانده آتش-سوزی در مراتع بر ویژگی‌های خاک، حیدری و همکاران (۱۳۹۰) و شهابی‌نژاد (۱۳۹۲) پژوهش‌هایی انجام داده‌اند. حیدری و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی نفوذ آب به خاک در زمین‌های مرتعی دارای سابقه آتش‌سوزی در کرسنک استان چهارمحال و بختیاری پرداخته‌اند [۷]. شهابی‌نژاد (۱۳۹۲) در رابطه با پیامدهای باقی‌مانده آتش‌سوزی بر نفوذ آب به خاک، آب‌گریزی، فرسایش‌پذیری و مقاومت برشی خاک در خاک‌های مرتعی منطقه فریدن پژوهشی انجام داد [۱۳]. مولوی و همکاران (۱۳۸۸) نیز به

1- Carbon sequestration

بررسی اثر آتش‌سوزی جنگل و سوزاندن پسماندهای زراعی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه‌های سطحی خاک در منطقه تخت‌جمشید شیراز پرداختند [۲۳].

این پژوهش در زمین‌های مرتعی دارای سابقه آتش‌سوزی در منطقه فریدن با اهداف زیر انجام شد:

۱. بررسی اثر آتش‌سوزی بر پایداری ساختمان، مقدار ماده آلی (کربن آلی و نیتروژن کل) موجود در اجزاء فیزیکی خاکدانه‌ها و مقدار کربوهیدرات‌های خاک
۲. بررسی اثر موقعیت مکانی زمین‌های آتش‌سوزی‌شده بر پایداری ساختمان، اجزاء فیزیکی ماده آلی و مقدار کربوهیدرات‌های خاک
۳. بررسی اثر زمان رخداد آتش‌سوزی بر پایداری ساختمان، اجزاء فیزیکی ماده آلی و مقدار کربوهیدرات‌های خاک.

۱-۲- نقش اکوسیستم خاکی در چرخه جهانی کربن

مهم‌ترین مسائل و موضوعات جهانی قرن بیست‌ویکم عبارتنداز: ۱- افزایش جمعیت سه بیلیونی در اواسط قرن ۲۱، که انتظار می‌رود بیش‌تر مربوط به کشورهای در حال توسعه باشد، ۲- کاهش دسترسی به زمین‌های قابل‌کشت به ازای هر نفر و منابع آب تازه تجدیدپذیر، ۳- افزایش مقدار CO_2 اتمسفر (از ppm ۳۸۵ در سال ۲۰۰۸ با نرخ ppm ۰/۲ در سال) و دیگر گازهای گلخانه‌ای با خطرهای گرم‌شدن جهانی همراه آن‌ها، ۴- افزایش انرژی درخواستی از EJ[1] ۴۴۰ در سال ۲۰۰۷ و رشد با نرخ ۲/۵ درصد جهانی، ۵- افزایش تقاضا برای غذا، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه که با ۸۵۰ میلیون جمعیت غذای ناسالمی دارند و جایی‌که منابع طبیعی کمیاب (زمین و آب به ازای هر نفر) قبلاً تحت فشار شدید بوده است، و ۶- افزایش مقدار و شدت تخریب خاک ناشی از فعالیت‌های انسانی (۱/۹۴ بیلیون هکتار جهانی و افزایش با نرخ ۱۰-۵ میلیون هکتار سالانه)، با برهم‌کنش بر اکوسیستم‌ها و محیط زیست. پیوند مشترک بین این موضوع‌های مهم و مختلف، چرخه‌های کربن است زمانی‌که تحت تأثیر ذخیره کربن خاکی و پویایی آن از طریق برهم‌کنش فعالیت‌های انسانی و بهم‌خوردگی‌ها و آشفتگی‌های طبیعی قرار می‌گیرند. راه‌کارهای مربوط به این موارد، افزایش ذخیره کربن خاک را برای کاهش فرایندهای تخریبی و بهبود عملکرد اکوسیستم‌ها مورد بحث قرار می‌دهد [۱۳۷].

1- Exajoule (1 exajoule= 10^{18} joules)

استفاده پایدار از منابع طبیعی و ایجاد تعادل بین میزان تولید و بهبود کیفیت منابع طبیعی در سال-های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این میان، خاک، جزء بسیار مهمی در پایداری اکوسیستم‌هاست [۱۷]. زیست‌کره خاکی دارای حدود ۱۵۰۰ پتاگرم[1] (Pg) کربن در هر متر از عمق خاک [۸۴] و ۶۰۰ پتاگرم کربن در پوشش گیاهی است [۱۱۴] که روی هم، سه برابر مقدار کربن موجود در اتمسفر می‌باشند. بنابراین هر تغییری در مقدار کربن ذخیره‌شده در گیاهان یا خاک می‌تواند بر مقدار CO_2 اتمسفر تأثیر بگذارد. پیش‌بینی شده است در پایان قرن اخیر میانگین دمای کره زمین ۷-۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، اما مقدار و توزیع بارش با توجه به افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه گاز CO_2 متغیر گزارش شده است [۲۳۴].

نقش اکوسیستم خاکی در چرخه جهانی کربن، به دلیل نقش آن در تغییر کمیّت و کیفیت ماده آلی خاک[2] (SOM) بسیار اهمیت دارد. خاک نقش مهمی در خودتنظیمی کره خاکی بازی کرده و شرایط زیست‌محیطی لازم برای بقا و زندگی گیاهان و جانوران روی این سیاره را فراهم می‌کند. SOM به عنوان بزرگ‌ترین ذخیره کربن، در چرخه جهانی آن بسیار مؤثر است. لل و همکاران (۲۰۰۱) و ریکسکی و همکاران (۲۰۰۰)، مقدار ذخیره کربن جهانی را به این صورت گزارش کردند: ۷۵۰-۷۲۰ گیگاتن در اتمسفر و ۸۳۵-۵۵۰ گیگاتن در زیست‌توده گیاهی [۱۳۸ و ۱۸۱]. در مقابل برآورد شده است که SOM دارای ۲۲۰۰-۱۲۰۰ گیگاتن کربن است. خاک‌ها در مناطق خشک علاوه بر مقدار قبلی، دارای ۹۴۶-۷۰۰ گیگاتن کربن معدنی به صورت کربنات‌ها در افق‌های پتروکلسیک می‌باشند.

ماده آلی خاک می‌تواند به عنوان یک منبع یا یک مصرف‌کننده برای CO_2 اتمسفر باشد که این موضوع به کاربری زمین، مدیریت خاک، پوشش گیاهی و منابع آب بستگی دارد. SOM به عنوان تولید-کننده CO_2 اتمسفر عمل می‌کند، زمانی‌که عملیات کشاورزی شدید باعث بهم‌خوردگی توازن عناصر غذایی شده و تخریب خاک را تشدید می‌کند. خروج CO_2 به این شکل از ذخایر SOM بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰، ۱۲±۷۸ گیگاتن CO_2 تخمین زده شده است که در مقایسه با خروج ۳۰±۲۷۰ گیگاتن از سوختن سوخت‌های فسیلی مقدار زیادی است. با وجود فواید بی‌شمار آن، افزایش ذخایر SOM یک چالش بزرگ، به‌ویژه در خاک‌های فقیر و تخلیه‌شده در اقلیم‌های شدیداً حاره‌ای است. علاوه‌بر عوامل بیوفیزیکی، محدودیت‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی زیادی نیز وجود دارند که افزایش ذخایر SOM را محدود می‌کنند. تبدیل سیستم‌های خاک‌ورزی سنتی به بی‌خاک‌ورزی، یک اقدام بسیار مهم برای افزایش ذخیره SOM بوده اما با محدودیت‌هایی مانند افزایش علف‌های هرز و استفاده از علف‌کش‌ها

[1]- Petagram (1 petagram = 10^{15} grams)
[2]- Soil organic matter