دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در خاکشناسی
گرایش فیزیک و حفاظت خاک

عنوان:

اثر برخی از ویژگی‌های شیمیایی بر ساختمان تعدادی از خاک‌های همدان

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا مصدقی

اساتید مشاور:

پروفسور علی اکبر محبوبی

پژوهشگر:

لیلا بهادری

تیر ۱۳۸۸

۱۳۸۸/۱۰/۲۰

۱۲۸۷۹۳

همه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد و در صورت استفاده تمام یا بخشی از مطالب پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد راهنمای پایان‌نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این‌صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده کشاورزی

با نام و یاری خداوند متعال

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی

خانم لیلا بهادری

تحت عنوان

" اثر برخی از ویژگی های شیمیایی خاک بر ساختمان تعدادی از خاکهای همدان "

به ارزش **۶ واحد** در روز **یکشنبه** مورخ ۸۸/۴/۲۸ و در محل دانشکده کشاورزی با حضور جمعی از اساتید و دانشجویان برگزار گردید و با نمره ۱۹.۶۰ و درجه ..عالی.. به تصویب کمیته تخصصی زیر رسید.

۱- استاد راهنما	دکتر محمدرضا مصدقی	امضاء
۲- استاد مشاور	دکتر علی اکبر محبوبی	امضاء
۳- اساتید داور	دکتر علی اکبر صفری سنجانی	امضاء
	دکتر محسن شکل آبادی	امضاء
۴- مدیر گروه	دکتر قاسم رحیمی	امضاء
۵- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر فرشاد دشتی	امضاء

تقدیم به اشک‌ها

به دست‌های خالی

سر تعظیم در آستان مبارک این عزیزان

پدر و مادرم که وجود پر خیر و برکتشان منشأ تمام موفقیت‌های زندگی‌ام می‌باشد.

همسر مهربان و صبورم که از نبودن‌ها و ندیدن‌های من رنج می‌برد اما همچنان چون کوه پشتیبانیم می‌نمود.

پدر و مادر همسرم که با دعای خیر و لطف و مهربانی بدرقه‌ام می‌نمودند.

و تمام خوبان زندگیم.

با یاری خداوند خوب و مهربان

با سپاس بیکران از این عزیزان:

استاد عزیزم جناب آقای دکتر محمدرضا مصدقی با متانتی مثال‌زدنی و منشی به یاد ماندنی.

استاد عزیزم جناب آقای دکتر علی‌اکبر محبوبی که با کلام شیوا و دلنشین خویش به روح و جان ما حلاوت و شیرینی بخشیده و مرا به ادامه راه تشویق می‌نمودند.

برادر بزرگوارم جناب آقای مهندس نصرالله رعیت که همواره صادقانه و صمیمانه تا حد توان یاریم نموده و از هیچ کمک و مساعدتی نسبت به اینجانب دریغ ننمودند.

برادر بزرگوار آقای مهندس محمد اسدی از مرکز تحقیقات کشاورزی همدان که در شناسایی مناطق مورد نظر جهت نمونه‌برداری کمک شایان و قابل توجهی نمودند.

دیگر اساتید و سروران عزیزم در دانشگاه بوعلی و دانشگاه صنعتی اصفهان: دکتر حسین‌پور، دکتر صالحی، دکتر خادمی، دکتر کلباسی، دکتر جلالیان، دکتر حاج‌عباسی، دکتر شریعتمداری، دکتر نوربخش، دکتر افیونی، دکتر کرباسی، دکتر رضوی، دکتر همت، دکتر خاتون‌آبادی، دکتر موسوی، دکتر کریمی، دکتر کیانی، دکتر اعتمادی، دکتر خواجه‌پور،دکتر رحیمی، دکتر کرامت، مهندس نکویی، مهندس سقاییان‌نژاد، مهندس معصومی، مهندس صدر، مهندس عرب‌زادگان، مهندس مهران کشاورزی، مهندس عسکرزاده، سرکار خانم مجدم و... که علم و اخلاق از آنان آموختم. دوستان و همکلاسی‌های عزیزم علی‌بیگ، بهشتی، سرچشمه‌پور، عبدالصالحی، مرشدی‌زاد، مقصودی، صفادوست، یوسفی، محوحی، جلیلی، ارفع‌نیا، حسنی‌پور، متعط و حسینی‌زاده که آشنایی با آنها فرصتی تکرار ناشدنی بود. همچنین در دانشگاه ملایر انسان‌های پاک‌نهاد و با شرافتی که به یاریم شتافتند و بی‌شک بدون یاریشان ادامه این راه میسر نمی‌شد.

چکیده

ساختمان خاک علاوه بر شرایط فیزیکی، شرایط بیولوژیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین دشواری‌های کشاورزی در ایران شوری خاک و آب است. جمعاً ۱۸ میلیون هکتار و یا ده درصد خاک‌های ایران را خاک‌های شور و سدیمی تشکیل می‌دهند. تخریب و تغییر ساختمان خاک اولین پاسخ ساختمان خاک به زیادی سدیم تبادلی همراه با شوری کم است که در نتیجه آن تهویه و نفوذپذیری خاک کاهش یافته و نهایتاً تولیدهای کشاورزی کاهش می‌یابد. در این پژوهش پایداری ساختمان ۲۵ خاک از استان همدان که شامل خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی، شور-سدیمی و سدیمی بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. روش‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک مورد استفاده عبارت بودند از الک خشک، الک تر، اندازه‌گیری مقاومت کششی خاکدانه (Y) به روش برزیلی، رس قابل پراکنش خودبه‌خودی (SDC) و مکانیکی (MDC) و منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی (HEMC). ویژگی-های شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها شامل بافت، مقدار ماده آلی (OM) و کربنات کلسیم ($CaCO_3$)، رسانایی الکتریکی (EC)، اسیدیته، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC)، ضریب گاپون (K_G)، فشار اسمزی (OP)، غلظت کل جامد محلول (TDS)، غلظت الکترولیت (TCC)، درصد سدیم تبادلی (ESP)، درصد اشباع، نسبت جذب سدیم (SAR) و غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در عصاره اشباع اندازه‌گیری یا محاسبه شد. مقادیر Y خاکدانه‌ها در سه اندازه ۸-۴، ۱۰-۸ و ۱۵/۶-۱۰ mm و دو شرایط رطوبتی هوا-خشک و مکش ماتریک ۲۰۰ kPa، میانگین وزنی قطر (MWD) و میانگین هندسی قطر (GMD) خاکدانه‌ها، SDC و MDC بر مبنای کل وزن خاک و بر مبنای کسری از رس، حجم منافذ قابل‌زهکشی (VDP)، شاخص ساختمانی (SI) و نسبت پایداری (S_r) به عنوان شاخص‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک محاسبه شد. با استفاده از رگرسیون ساده و چندگانه خطی، اثر OM، Clay، $CaCO_3$، TCC و ESP بر Y، SDC و MDC، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها در الک خشک (MWD_{dry} و GMD_{dry})، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها در الک تر (MWD_{wet} و GMD_{wet})، VDP، SI و S_r بررسی شد. مقایسه نتایج روش‌های الک تر و الک خشک، نشان داد که به طور کلی خاک‌های مورد بررسی پایداری ساختمانی کمی داشتند. با توجه به مقادیر SAR و EC، خاک‌های مورد بررسی در سه گروه غیرشور-غیرسدیمی، شور-سدیمی و سدیمی قرار گرفتند. منحنی‌های توزیع اندازه خاکدانه‌ها به روش‌های الک تر و الک خشک، تفاوت‌های چشم‌گیری بین سه گروه خاک داشتند. در بررسی اثر ویژگی‌های ذاتی بر MWD_{dry} و MWD_{wet}، OM بیشترین ضریب تأثیر مثبت را داشت و ESP هم تأثیر منفی نشان داد. با توجه به ضرایب تبیین (R^2) روابط رگرسیونی، MWD_{dry} نسبت به MWD_{wet} بهتر توانست اثر ویژگی‌های ذاتی را بر پایداری ساختمانی خاک‌های مورد بررسی آشکار سازد. در مورد GMD نیز نتایج MWD تکرار شد ولی دقت روابط رگرسیونی آن بیشتر بود. مقادیر Y تمامی اندازه خاکدانه‌ها در شرایط هوا-خشک بیشتر از مکش ماتریک ۲۰۰ kPa بود. با افزایش ESP و Clay، SDC افزایش یافت و اثر آنها بسیارمعنی‌دار بود ($P<0/01$). مقادیر MDC بیشتر از مقادیر SDC بود و R^2 رابطه رگرسیونی بدست‌آمده برای MDC ($R^2=0/78$) بیشتر از R^2 بدست‌آمده برای SDC ($R^2=0/68$) بود. ترتیب اثر مثبت ویژگی‌های ذاتی بر S_r به این ترتیب بود: $TCC < Clay < CaCO_3 < OM$. میانگین S_r به ترتیب در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی > خاک‌های شور-سدیمی> خاک‌های سدیمی بود. میانگین مقادیر S_r نیز بیان‌گر پایداری اندک ساختمان خاک-های مورد بررسی بود. از بین ویژگی‌های ذاتی تنها ESP اثر منفی بر VDP داشت. از میان روابط بیشترین R^2 مربوط به GMD_{dry} بود. در کل روابط رگرسیونی به دست‌آمده برای برآورد پایداری ساختمانی خاک‌های مورد بررسی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رس قابل‌پراکنش، سدیم تبادلی، خاک‌های شور-سدیمی، غلظت الکترولیت، منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی، الک تر، الک خشک، مقاومت کششی

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- اهمیت ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها ۵

۱-۱-۱- چگونگی تشکیل ساختمان خاک ٦

۱-۲- خاک‌های شور، شور-سدیمی و سدیمی ۸

۱-۲-۱- خاک‌های شور ۸

۱-۲-۲- خاک‌های سدیمی ۸

۱-۲-۳- خاک‌های شور-سدیمی ۹

۱-۳- شاخص‌های ارزیابی سدیمی بودن خاک ۹

۱-٤- شاخص‌های مهم شوری آب و خاک ۱۲

۱-٤-۱- کل جامدات محلول (TDS) ۱۲

۱-٤-۲- رسانایی الکتریکی (EC) ۱۳

۱-٤-۳- فشار اسمزی ۱٤

۱-۵- آب آبیاری ۱۵

۱-٦- اثر ناپایداری ساختاری بر رفتار خاک‌ها در شرایط مزرعه ۱٦

۱-۷- عوامل موثر بر پایداری ساختمان خاک ۱۷

۱-۷-۱- نوع کانی‌های رسی ۱۸

۱-۷-۲- سولفات کلسیم و کربنات کلسیم ۱۹

۱-۷-۳- مواد آلی ۲۰

۱-۸- نقش کاتیون‌های غالب در پایداری ساختمان خاک ۲۱

۱-۹- بررسی اثرهای سدیم در خاک ۲۵

۱-۹-۱- سدیمی بودن و pH خاک ۲۵

۱-۹-۲- سدیمی بودن و کارپذیری خاک ۲٦

۱-۹-۳- سدیمی بودن و حاصلخیزی خاک ۲٦

۱-۹-٤- تغذیه گیاه در خاک‌های شور و سدیمی ۲۸

۱-۹-۵- سدیمی بودن و مقاومت مکانیکی و کششی خاک ۲۸

۱-۹-٦- سدیمی بودن و نفوذپذیری خاک ۲۹

۱-۱۰- پراکنش‌پذیری رس در خاک‌ها ۳۰

۱-۱۰-۱- تأثیر مستقیم سدیم و غلظت الکترولیت بر پراکنش رس ۳۲

۱-۱۰-۲- رس قابل پراکنش مکانیکی ۳۲

۱-۱۰-۳- رس قابل پراکنش خودبه‌خودی ۳۳

۱-۱۰-٤- گروه‌بندی خاک‌ها از نظر پراکنش رس ۳٤
۱-۱۱- روش‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک ۳۷
۱-۱۱-۱- روش الک خشک ۳۹
۱-۱۱-۲- روش الک تر ٤۰
۱-۱۱-۳- روش اندازه‌گیری مقاومت کشش خاکدانه‌ها ٤۲
۱-۱۱-٤- منحنی مشخصه رطوبتی خاک ٤٤
۱-۱۱-۵- سایر روش‌های اندازه‌گیری پایداری ساختمان خاک ۵۰
۲-۱۲- جمع‌بندی ۵۱

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- ویژگی‌های منطقه و خاک‌های مورد بررسی ۵۲
۲-۲- نمونه‌برداری خاک ۵۵
۲-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۵۵
۲-۳-۱- توزیع اندازه ذرات اولیه و بافت خاک ۵۵
۲-۳-۲- ماده آلی ۵٦
۲-۳-۳- کربنات کلسیم ۵٦
۲-۳-٤- رطوبت هوا-خشک ۵٦
۲-۳-۵- استخراج عصاره اشباع ۵۷
۲-۳-٦- رسانایی الکتریکی و واکنش خاک ۵۷
۲-۳-۷-کاتیون‌های محلول در عصاره اشباع ۵۷
۲-۳-۸- گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) ۵۷
۲-۳-۹- محاسبه درصد سدیم تبادلی (ESP) ۵۸
۲-۳-۱۰- غلظت الکترولیت (TCC) ۵۸
۲-۳-۱۱- ثابت گاپون (K_G) ۵۸
۲-۳-۱۲- فشار اسمزی (OP) ۵۸
۲-۳-۱۳- کل جامدات محلول (TDS) ۵۸
۲-٤- اندازه‌گیری پایداری ساختمان خاک ۵۸
۲-٤-۱- اندازه‌گیری رس قابل پراکنش مکانیکی ۵۹
۲-٤-۲- اندازه‌گیری رس قابل پراکنش خودبه‌خودی ۵۹
۲-٤-۳- روش الک خشک ٦۰
۲-٤-٤- روش الک تر ٦۰
۲-٤-۵- روش اندازه‌گیری مقاومت کششی خاکدانه ٦۱
۳-٤-٦- اندازه‌گیری منحنی رطوبتی پرانرژی (HEMC) ٦۱
۳-٤-۷- مدل‌سازی منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی خاک ٦۲

۲-٤-۸- محاسبه شاخص کیفیت فیزیکی خاک پیشنهادی چایلدز ٦٣
۲-٥- شاخص‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک ٦٤
۲-٥-۱- میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) ٦٤
۲-٥-۲- میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) ٦٥
۲-٥-۳- درصد رس قابل‌پراکنش ٦٥
۲-٥-٤- مقاومت کششی خاکدانه‌ها ٦٥
۲-٦- تجزیه و تحلیل داده‌ها ٦٦
فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی ٦٧
۳-۲- توزیع اندازه خاکدانه‌ها ٧١
۳-۳- رابطه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با ویژگی‌های ذاتی خاک‌ها ٧٤
۳-٤- رابطه میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) با ویژگی‌های ذاتی خاک‌ها ٧٧
۳-٥- مقاومت کششی ٧٩
۳-٦- رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌ها با ویژگی‌های ذاتی خاک ٨١
۳-۷- رابطه رس قابل پراکنش با ویژگی‌های ذاتی خاک ٨٧
۳-۷-۱- رس قابل پراکنش خودبه‌خودی (SDC) ٨٧
۳-۷-۲- رس قابل پراکنش مکانیکی (MDC) ٩٠
۳-۸- رس قابل پراکنش به عنوان کسری از کل رس خاک ٩١
۳-۹- گروه‌بندی خاک‌ها بر اساس TCC و SAR (رنگاسمی) ٩٣
۳-۱۰- منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی (HEMC) و نسبت پایداری (S_r) ٩٧
۳-۱۱- منحنی‌های توزیع اندازه منافذ حاصل از HEMC ٩٨
۳-۱۲- رابطه VDP_{slow} و VDP_{fast} با ویژگی‌های ذاتی خاک ١٠٦
۳-۱۳- همبستگی بین شاخص‌های پایداری خاک‌های مورد بررسی ١٠٦
۳-۱۳- پیشنهادات ١٠٨

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: رابطه بین SAR و ESR ۱۱
شکل ۱-۲: رابطه تجربی بین فشار اسمزی و غلظت نمک‌های محلول در خاک ۱۵
شکل ۱-۳: - اثر ESP بر میزان نگهداشت آب و هدایت هیدرولیکی اشباع سیستم‌های کانی‌های رسی ۲۳
شکل ۱-۴: اثر میزان رس قابل پراکنش خاک بر عملکرد محصول گندم ۲۷
شکل ۱-۵: رابطه بین ESP و MOR و ب) رابطه بین درصد سدیم تبادلی (ESP) و رس قابل پراکنش ۲۹
شکل ۱-۶: رابطه نسبت پایداری ساختمان خاک و ESP ۴۷
شکل ۱-۷: رابطه شاخص پایداری ساختمان خاک و ESP ۴۷
شکل ۱-۸ منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی (a) و توزیع اندازه منافذ خاک (b) ۴۸
شکل ۱-۹: منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی (HEMC) یک خاک با شیوه مرطوب شدن آهسته ۴۹
شکل ۱-۱۰: منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی (HEMC) یک خاک با شیوه مرطوب شدن سریع ۴۹
شکل ۲-۲: نقشه مکان‌های نمونه‌برداری ۵۴
شکل ۳-۱: توزیع اندازه خاکدانه‌ها در یک خاک سدیمی (خاک شماره ۱۸) ۷۱
شکل ۳-۲: توزیع اندازه خاکدانه‌ها در یک خاک شور-سدیمی (خاک شماره ۱۱) ۷۲
شکل ۳-۳: توزیع اندازه خاکدانه‌ها در یک خاک غیرشور-غیرسدیمی (خاک شماره ۱۶) ۷۲
شکل ۳-۴: رابطه بین پایداری خاکدانه‌ها در الک خشک (MWD_{dry}) و مقدار ماده آلی خاک (OM) ۷۵
شکل ۳-۵: رابطه بین پایداری خاکدانه‌ها در الک تر (MWD_{wet}) و مقدار ماده آلی خاک (OM) ۷۶
شکل ۳-۶: اثر مقدار ماده ماده آلی خاک (OM) بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در الک خشک (GMD_{dry}) ۷۸
شکل ۳-۷: اثر مقدار ماده ماده آلی خاک (OM) بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در الک تر (GMD_{wet}) ۷۸
شکل ۳-۸: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های هوا-خشک در دامنه ۸-۴ mm ($Y_{air\text{-}dry\ (4\text{-}8)}$) با OM ۸۲
شکل ۳-۹: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های هوا-خشک در دامنه ۱۰-۸ mm ($Y_{air\text{-}dry\ (8\text{-}10)}$) با OM ۸۲
شکل ۳-۱۰: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های هوا-خشک در دامنه ۱۵/۶-۱۰ mm ($Y_{air\text{-}dry\ (10\text{-}15.6)}$) با OM ۸۲
شکل ۳-۱۱: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های مرطوب ($Y_{wet\ (4\text{-}8)}$) با ماده آلی خاک (OM) ۸۵
شکل ۳-۱۲: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های مرطوب ($Y_{wet\ (8\text{-}10)}$) با ماده آلی خاک (OM) ۸۵
شکل ۳-۱۳: رابطه مقاومت کششی خاکدانه‌های مرطوب ($Y_{wet\ (10\text{-}15.6)}$) با ماده آلی خاک (OM) ۸۶
شکل ۳-۱۴: رابطه درصد رس قابل‌پراکنش خودبه‌خودی خاک (SDC) با درصد سدیم تبادلی(ESP) ۸۸
شکل ۳-۱۵: رابطه درصد رس قابل‌پراکنش مکانیکی خاک (MDC) با درصد سدیم تبادلی(ESP) ۹۰
شکل ۳-۱۶: رابطه رس قابل پراکنش مکانیکی (MDCF) بر مبنای کسری از رس خاک با (ESP) ۹۱
شکل ۳-۱۷: رابطه رس قابل‌پراکنش خودبه‌خودی (SDCF) بر مبنای رس خاک با درصد سدیم تبادلی (ESP) ۹۲
شکل ۳-۱۸: رابطه بین TCC و SAR در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی با SAR کمتر از ۵ ..... ۹۳
شکل ۳-۱۹: رابطه SAR و TCC در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی با SAR بین ۵ تا ۱۲ ..... ۹۴
شکل ۳-۲۰: رابطه SAR و TCC در تمامی خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی ۹۴
شکل ۳-۲۱: رابطه TCC و SAR در خاک‌های شور-سدیمی با SAR کمتر از ۴۰۰ ..... ۹۵
شکل ۳-۲۲: رابطه TCC و SAR در خاک‌های شور-سدیمی با SAR بین ۴۰۰ تا ۹۰۰ ..... ۹۵
شکل ۳-۲۳: رابطه TCC و SAR در کل خاک‌های شور-سدیمی ۹۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۳-۲٤: رابطه بین TCC و SAR در خاک‌های سدیمی با SAR بین ۱٤/٥ تا ۲٤/٦..... ۹۶
شکل ۳-۲۵: الف) منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی ب) توزیع اندازه منافذ یک سدیمی.....۱۰۱
شکل ۳-۲۶: الف) منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی ب) توزیع اندازه منافذ یک خاک غیرشور-غیرسدیمی ۱۰۲
شکل ۳-۲۷: الف) منحنی مشخصه رطوبتی پرانرژی ب) توزیع اندازه منافذ یک خاک شور-سدیمی.....۱۰۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس شوری(ECe) و نسبت جذب سدیم (SAR) ۹

جدول ۱-۲: شاخص‌های شوری آب و خاک ۱۲

جدول ۲-۱: مشخصه‌های مکان‌های نمونه‌برداری خاک‌های مورد بررسی ۵۳

جدول ۳-۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی ۶۸

جدول ۳-۲: برخی از ویژگی‌های شیمیایی در رابطه با شوری و سدیمی بودن خاک‌های مورد بررسی ۶۹

جدول ۳-۳: برخی دیگر از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های مورد بررسی ۷۰

جدول ۳-۴: مقادیر مقاومت کششی برای سه دامنه اندازه خاکدانه و دو رطوبت ۸۰

جدول ۳-۵: میانگین برخی ویژگی‌های ذاتی خاک‌های مورد بررسی و شاخص‌های پایداری خاک ۸۸

جدول ۳-۶: پارامترهای برازش‌یافته مدل ونگنوختن-معلم بر داده‌های HEMC به دو روش ۹۹

جدول ۳-۷: شاخص‌های محاسبه شده به کمک مدل‌ساری داده‌های HEMC به دو روش ۱۰۰

جدول ۳-۸: ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مختلف پایداری ساختمان خاک‌های مورد بررسی ۱۰۷

مقدمه

خاک یک منبع مهم طبیعی است که باید با مدیریت پایدار برای آینده آدمیان نگهداری شود. حفاظت خاک در درازمدت یک فاکتور اساسی و ضروری می‌باشد که ایده آن از مفهوم کشارزی پایدار[1] گرفته شده است. یکی از فاکتورهای مهم و تاثیرگذار در کشاورزی پایدار، ساختمان خاک می‌باشد.

ذرات خاک به ندرت به صورت منفرد و جداگانه در خاک‌های زراعی موجود بوده و کانی-های رسی و سایر ترکیبات، این ذرات را به یکدیگر پیوند داده و شکل‌های مختلفی را ایجاد می‌کنند که منافذ بین این واحدهای ساختمانی، مبین ساختمان خاک و دگرگونـــی‌های آن در طول زمان می‌باشد. واژه ساختمان خاک[2] تعریف دقیق و همه‌پسندی ندارد، اما می‌توان گفت که ساختمان خاک به ترتیب قرار گرفتن ذرات جامد در کنار یکدیگر و آرایش منافذ بین آنها گفته می‌شود. به دلیل اینکه منافذ خاک دارای اهمیت‌اند، از این رو می‌توان به ترتیب قرار گرفتن منافذ ریز، متوسط و درشت در کنار یکدیگر نیز ساختمان خاک گفت (دکستر[3]، ۱۹۸۸). چون نتیجه ساختمان خاک، وجود درز و ترک در توده خاک است (کی و انگرز[4]، ۱۹۹۹)، چگالی ظاهری خاکی که دارای ساختمان باشد، از چگالی ظاهری همان خاک ولی در شرایط بدون

---

[1] Sustainable agriculture
[2] Soil structure
[3] Dexter
[4] Kay and Angers

ساختمان کمتر است، زیرا نابودی ساختمان خاک با از بین رفتن منافذ موجود و پر شدن آن توسط ذرات خاک همراه است (بای‌بوردی، ۱۳۸۲).

اهمیت ساختمان خاک بیش از ۱۵۰ سال پیش توسط پژوهش‌گران گوناگونی شناخته شده است (هریس[1] و همکاران، ۱۹۶۶؛ هورن[2] و همکاران، ۱۹۹۴). ساختمان خاک یک ویژگی فیزیکی مهم است که به شکل، اندازه و توزیع ذرات جامد و منافذ خاک اشاره دارد و با مجموعه پیچیده‌ای از برهمکنش بین فاکتورهای بیولوژیک ، شیمیایی و کانی‌شناسی همراه است. ساختمان خاک افزون بر ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های بیولوژیک، شیمیایی و حاصلخیزی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ساختمان خاک به گونه مستقیم و غیرمستقیم بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند نگهداری آب در خاک، هدایت هیدرولیکی، تهویه و گرمای خاک مؤثر است. همچنین این مشخصه از راه تأثیر بر مقاومت مکانیکی خاک و انتشار عناصر غذائی، بر رشد گیاه و تولید محصول اثرگذار است. نقش ساختمان مناسب خاک در تشکیل خاکدانه‌های پایدار در آب که نهایتاً سبب کاهش سله‌بندی می‌شود نیز به خوبی شناخته شده است (السون[3]، ۱۹۴۰). خاکدانه‌ها باید در برابر خیس شدن (آبیاری یا بارندگی) مقاوم باشند. خاکدانه‌های خاک رویین افزون بر اینکه باید متخلخل باشند، بایستی در برابر نیروهای مکانیکی ناشی از ماشین‌های کشاورزی به اندازه کافی مقاوم باشند. مشخصه‌های یاد شده بیان‌کننده ساختمان بهینه خاک می‌باشند (امرسون[4]، ۱۹۹۱).

امروزه با کاربرد نادرست بی‌رویه ماشین‌های کشاورزی، کودهای شیمیایی و کاهش مواد آلی خاک به علت برداشت بیش از اندازه محصول و عدم جایگزینی مواد آلی، خسارت‌های جبران‌ناپذیری به خاک‌های کشاورزی وارد شده است. به گونه‌ای که تخریب خاک و ناپایداری کشاورزی را به همراه داشته است. از جمله عوامل مهم در کشاورزی پایدار، مدیریت درست زمین‌ها مانند نگهداری ماده آلی خاک در حد مطلوب در راستای بالا بردن کیفیت خاک می‌باشد (عسگری، ۱۳۸۴). نگهداری و افزایش ماده آلی خاک‌های کشاورزی یکی از شرایط پیدایش ساختمان خاک مناسب و پایدار می‌باشد.

---

1. Harris
2. Horn
3. Elson
4. Emerson

خاک‌های اکثر مناطق ایران به دلیل آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، نبود بارندگی مناسب، کمبود مواد آلی و مدیریت نادرست کشاورزی، ساختمان ناپایداری دارند (افیونی و همکاران، ۱۳۷۶). از سوی دیگر مهم‌ترین دشواری‌های کشاورزی در ایران شوری زمین‌ها است. دشواری شوری وابسته به تبخیر شدید آب خاک، بارندگی کم، پستی و بلندی زمین‌ها، آبیاری با آب دارای کیفیت نامناسب و سنگ‌های مادری است. نزدیک به ۱۸ میلیون هکتار و یا ده درصد خاک‌های ایران را خاک‌های شور و سدیمی می‌سازند که از این مقدار ۷ میلیون هکتار باتلاق‌های شور کویر لوت و کویر نمک می‌باشند (برزگر[1]، ۱۳۷۹). همچنین آب آبیاری یا آب زیرزمینی بر غلظت نمک‌ها و سدیمی شدن محلول خاک تأثیر می‌گذارد که آن نیز به نوبه خود بر پویایی ساختمان خاک مؤثر است (برزگر و همکاران، ۱۹۹۴). تخریب و تغییر ساختمان خاک نخستین پاسخ ساختمان خاک به زیادی سدیم تبادلی همراه با شوری کم است که در نتیجه آن تهویه و نفوذپذیری خاک کاهش یافته (اوستر و شینبرگ[2]، ۲۰۰۱) و در پایان تولید کشاورزی کاهش می‌یابد. کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و پتاسیم بر خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان خاک مؤثرند (کرتین[3] و همکاران، ۱۹۹۴). گزارش‌های گوناگونی درباره پیامد سودمند کلسیم و منیزیم بر هماوری ذرات رس وجود دارد (ریچاردز[4]، ۱۹۵۴؛ احمد[5] و همکاران، ۱۹۶۹). افزایش غلظت محلول به ویژه با ترکیب کاتیون-های دوظرفیتی (کلسیم و منیزیم) سبب بهبود ساختمان خاک و خاکدانه‌سازی می‌گردد (بارلو و ناش[6]، ۲۰۰۲)، اما تخریب برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های آب‌گریز و سدیمی به اثر زیادی منیزیم در فاز تبادلی نیز نسبت داده شده است (داراب[7]، ۱۹۸۰).

زمانی که خاک‌ها خاک‌ورزی می‌شوند یا کشت و کار روی آنها انجام می‌شود، کلوخه‌ها و خاکدانه‌های درشت به خاکدانه‌ها یا ریزخاکدانه‌ها دگرگون می‌شوند. هنگامی که خاک‌ها سریع مرطوب می‌شوند خاکدانه‌های درشت شکسته شده و نابود می‌شوند؛ همچنین، نفوذپذیری خاک‌ها کاهش یافته و در سطح آنها سله دیده می‌شود. این مسائل را می‌توان به انبساط

---

1. Barzegar
2. Oster and Shainberg
3. Kurtin
4. Richards
5. Ahmed
6. Barlo and Nash
7. Darab

خاکدانه‌ها و یا به دام افتادن هوا در خاکدانه‌ها نسبت داد (کوئیرک و پنابوک[1]، ۱۹۶۲). ولی از هم پاشیدن و شکسته شدن خاکدانه‌ها تنها دلیل کاهش حاصلخیزی خاک نیست. اگر از هم پاشیدن خاکدانه‌ها با پراکنش رس آنها رخ دهد، گزارش‌ها نشان می دهد که این کار موجب بسیاری از ویژگی‌های نامطلوب فیزیکی مانند: پیدایش سله، زهکشی ضعیف، مسائل و دشواری-های کارپذیری خاک و کاهش کارکرد و رشد کشاورزی می‌شود.

از سوی دیگر بررسی در مورد دشواری‌های خاک‌های سدیمی بدون توجه به غلظت الکترولیت محلول دشوار است چرا که آنها بهم وابستگی بسیاری دارند و برهمکنش آنها یک فاکتور مهم برای مدیریت خاک‌های سدیمی است (کوئیرک و اسکوفیلد[2]، ۱۹۵۵). اگر چه خاک های سدیمی خاک‌هایی هستند که درصد سدیم تبادلی آنها بیش از ۱۵ (ایالات متحده: ریچاردز، ۱۹۵۴) یا ۶ (استرالیا: نوردکوت و اسکن[3]، ۱۹۷۲) است ولی هنوز سطح بحرانی سدیم به خوبی مشخص نیست. از این‌رو آگاهی از برهمکنش بار منفی ذرات خاک و توزیع کاتیون-های تبادلی بسیار مهم می‌باشد چرا که این عوامل بسیاری از فرآیندهای هم‌آوری و پراکنش خاک را کنترل می کنند.

با توجه به اهمیت ساختمان خاک، می‌توان اهداف ذیل را برای این پژوهش در نظر گرفت.

۱) بررسی و ارزیابی پایداری ساختمان خاک در خاک‌های سدیمی و شور و سدیمی استان همدان،

۲) دستیابی به دانسته‌های بسیار سودمندی درباره اثر هدایت الکتریکی[4] (EC) و نسبت جذب سدیم[5] (SAR) و ترکیب کاتیونی محلول خاک بر پایداری ساختمان این خاک‌ها،

۳) بررسی روابط موجود بین شاخص‌های پایداری و برخی ویژگی‌های ذاتی خاک،

۴) مقایسه روش‌ها و شاخص‌های پایداری ساختمان خاک برای خاک‌های مورد بررسی با یکدیگر و

۵) ارائه روش یا روش‌های مناسب جهت ارزیابی پایداری ساختمان خاک‌های مورد بررسی.

---

1. Quirk and Panabokke
2. Schofield
3. Northcote and Skene
4. Electerical conductivity
5. Sodium adsorption ratio

فصل اول

بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- اهمیت ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها

ساختمان خاک با دو واژه شکل[1] و پایداری[2] تعریف می‌شود (آمزکتا[3]، ۱۹۹۹). شکل ساختمان خاک، آرایش ناهمگون بخش جامد و فضای منافذ خاک را گویند و پایداری ساختمان خاک بیان‌گر توانایی خاک در حفظ آرایش منافذ خود تحت اثر تنش‌های مختلف می‌باشد. تنش‌ها ممکن است در اثر خاک‌ورزی[4]، تردد[5] ماشین‌های کشاورزی، تر و خشک شدن خاک و یا حتی فشار ناشی از حرکت ریشه در خاک به وجود بیایند. پاسخ منافذ و ذرات جامد خاک به تنش‌های وارده، وابسته به مقاومت خاک[6] در برابر گسیختگی[7] است. از طرفی می‌توان پایداری خاکدانه‌ها را به پایداری ذاتی خاکدانه‌ها نسبت داد که به میزان رس و نوع رس در خاک بستگی دارد (لوی[8] و همکاران، ۲۰۰۳).

یک ساختمان خوب بیشترین ویژگی‌های مطلوب یک خاک را که برای حفظ حاصلخیزی خاک و کیفیت محیط زیست لازم است دارا می‌باشد و این امر بستگی به پایداری خاکدانه‌ها دارد. پایداری خاکدانه‌ها و منافذ بین آنها بر حرکت و ذخیره آب در خاک، تهویه خاک، فرسایش خاک، فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و رشد گیاهان مؤثر می‌باشد. بنابراین پایداری خاکدانه‌ها بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی خاک و محیط‌های کشاورزی تأثیر دارد. از طرفی پایداری خاکدانه‌ها برای کاهش فرسایش خاک، حفظ حاصلخیزی خاک و کاهش آلودگی محیط زیست لازم و ضروری می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ساختمان خاک از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است که بسیاری از ویژگی‌ها و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

---

[1] Shape
[2] Stability
[3] Amezketa
[4] Tillage
[5] Traffic
[6] Soil strength
[7] Failure
[8] Levy

خاکدانه‌ها بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی خاک و محیط‌های کشاورزی تأثیر دارد. از طرفی پایداری خاکدانه‌ها برای کاهش فرسایش خاک، حفظ حاصلخیزی خاک و کاهش آلودگی محیط زیست لازم و ضروری می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ساختمان خاک از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است که بسیاری از ویژگی‌ها و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۱-۱-۱- چگونگی تشکیل ساختمان خاک

چگونگی تشکیل ساختمان خاک بسیار پیچیده است و نمی‌توان یک فرآیند مشخص برای آن ارائه کرد. در این راستا نظریه‌های بسیار زیادی ارائه شده است. برای تشکیل ساختمان خاک، ابتدا باید خاکدانه‌ها تشکیل شوند. فرآیندی که ذرات اولیه خاک با اندازه‌های مختلف به‌وسیله مواد آلی و معدنی به یکدیگر پیوسته شده و قادر به حفظ حالت خود هستند را خاکدانه‌سازی[۱] گویند. بنابراین این فرآیند شامل تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد. هم‌آوری[۲] ذرات رس اولین مرحله برای تشکیل خاکدانه‌ها است. با اجتماع ذرات منفرد رس، مجموعه ذرات اولیه[۳] تشکیل می‌شوند. مرحله بعد تشکیل مجموعه‌ای از دمین‌ها می‌باشدکه خوشه[۴] نامیده می‌شود. خوشه‌ها به هم پیوسته شده و تشکیل خاکدانه‌های ریز[۵] ($<۲۵۰\mu m$) و سپس تشکیل خاکدانه‌های درشت[۶] ($>۲۵۰\mu m$) را می‌دهند. این مدل ساده‌ترین مدلی است که برای تشکیل خاکدانه‌ها و ساختمان خاک توسط امرسون (۱۹۵۹) ارائه شد.

به عقیده امرسون (۱۹۵۹) عوامل پیونددهنده ممکن است الکترواستاتیک باشند. به این صورت که طرف مثبت یک مجموعه رس به طرف منفی یک مجموعه رس دیگر متمایل می‌شود و یا این‌که از راه عوامل پیوندی دیگر همچون مواد آلی به هم پیوسته می‌شوند. در واقع، امرسون (۱۹۵۹) معتقد است که دستجات رسی به وسیله پیوندهای آلی به ذرات شن و سیلت و همچنین به یکدیگر پیوسته شده و خاکدانه‌ها را به وجود می‌آورند (لال و شوکلا[۷]، ۲۰۰۴).

---

[1] Aggregation
[2] Flocculation
[3] Domain
[4] Cluster
[5] Microaggregates
[6] Macroaggregates
[7] Lal and Shukla