دانشگاه زنجان
دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی
(گرایش فیزیک و حفاظت خاک)

پایاننامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M. Sc.)

عنوان:

اثر پایداری خاکدانه بر فرآیندهای تخریب، تراکم و پاشمان ناشی از ضربه قطرات باران در برخی خاکهای کشاورزی دیم، زنجان

نگارش:
سعیده اکبری

استاد راهنما:
دکتر علیرضا واعظی

استاد مشاور:
دکتر محمدحسین محمدی

زمستان ۱۳۹۱

تقدیم به پاس همه خوبیها، مهربانیها و آسمانی بودنشان

به وجود پر مهر پدر و مادر عزیزتر از جانم که از جنس گلبرگهای گل یاسند و همه وجود م به بودن آنها بسته است که در لحظه لحظه‌های این

دوران در کنارم بودند و دستان نیایشگر این دو فرشته مهربانم، همیشه همراهم بود و هر چه دارم از جوانه‌های سبز دعای آنهاست.

به همسر مهربانم، همراه همیشگی زندگیام، که با وجود مهربان و دل دریایش، صبورانه در تمام این دوران یار و یاورم بود.

و به دوست داشتنی‌ترین گلهای زندگیام، برادر بزرگم، الگوی تحصیلیام که با حمایتها و تشویقهایش سختیهای این دوران را برایم

آسان نمود و برادر کوچکم بهار پر امید زندگیام که همدل و همراهم بود.

سپاسگذاری

سپاس خداوند زیبا و بیهمتایم را که اندیشه را آفرید و آدمی را برخوردار از این نعمت نمود و سپاس انسانهای فرزانهای را که وجود خویش را چراغ راه و هدایت دیگران قرار دادند تا عبادت خداوند را بجا آورده باشند و خداوند متعال را شاکرم که به بنده توفیق عنایت فرمود تا بواسطه تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، از محضر اساتید و بزرگانی که در عرصه علم، رنجها بردهاند و تجربهها اندوختهاند، استفاده نموده و در جهت اعتلای سطح دانش کوشش نمایم.

از استاد راهنمای بزرگوارم **جناب آقای دکتر علیرضا واعظی** ، که گام به گام در تمامی مراحل با راهنماییهای ارزشمند خویش مرا در انجام این پژوهش یاری و مساعدت نمودند، بی نهایت سپاسگذارم.

از استاد مشاور محترم **جناب آقای دکتر محمدحسین محمدی** که در این دوران از راهنمایی و مشاورت ایشان استفاده نمودم کمال تشکر را دارم.

از اساتید داور محترم **جناب آقای دکتر احمد گلچین** و **سرکار خانم دکتر پریسا علمداری** که داوری این پایانامه را به عهده داشتند تشکر و قدردانی مینمایم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی **جناب آقای دکتر کامران مروج** که وقت خویش را در اختیار بنده قرار داده و مرا راهنمایی نمودند تشکر و قدردانی مینمایم.

از پدر و مادر دلسوز و مهربانم، همسر عزیزم و برادران نازنینم که بدون حمایتها و تشویقهایشان تدوین این رساله امکانپذیر نبود و برگ برگ این دفتر ثمرهی زحمات بیدریغ این عزیزان است و همچنین خانواده محترم همسرم که در پناه حمایتهایشان مسیر زندگیام هموار گشت با تمام وجود سپاسگذارم.

و از تمامی دوستان و همکلاسیهای خوبم، همچنین جناب آقای مهندس دماوندی که در طول این مدت مرا از راهنماییهای خود بهرهمند ساختند صمیمانه سپاسگذارم.

سعیده اکبری

زمستان ۱۳۹۱

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول - مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- ساختمان خاک	۲
۱-۱-۱- اندازه خاکدانه	۳
۱-۱-۲- پایداری خاکدانه	۵
۱-۱-۲-۱- مفهوم پایداری خاکدانه و اهمیت آن	۶
۱-۱-۲-۲- عوامل موثر بر پایداری خاکدانه	۷
۱-۱-۲-۳- ارزیابی پایداری خاکدانه	۱۰
۱-۲- فرسایش بارانی	۱۴
۱-۲-۱- مفهوم فرسایش بارانی	۱۵
۱-۲-۲- فرآیندهای فرسایش بارانی	۱۷
۱-۲-۲-۱- تخریب خاکدانه	۱۷
۱-۲-۲-۲- تراکم خاک	۱۸
۱-۲-۲-۳- پاشمان ذرات خاک	۲۲
۱-۳- اثر پایداری خاکدانه بر فرآیندهای فرسایش بارانی	۲۳
۱-۳-۱- اثر پایداری خاکدانه برتخریب خاکدانهها	۲۳
۱-۳-۲- اثر پایداری خاکدانه بر تراکم خاک	۲۴
۱-۳-۳- اثر پایداری خاکدانه بر پاشمان ذرات خاک	۲۵
۱-۴- ویژگیهای خاکهای دیم مناطق نیمهخشک	۲۷
۱-۵- ویژگیهای خاکهای دیم منطقه شمال غرب زنجان	۲۸
فصل دوم- بررسی منابع	۳۱
۲-۱- پژوهشهای انجام شده در مورد تاثیر ویژگیهای خاک بر فرسایش آبی	۳۲
۲-۲- پژوهشهای انجام شده در مورد تاثیر ساختمان خاک بر فرسایش بارانی	۳۷
۲-۲-۱- تاثیر پایداری خاکدانه بر میزان تخریب آنها در اثر قطرات باران	۴۵
۲-۲-۲- تاثیر پایداری خاکدانه بر میزان تراکم خاک در اثر قطرات باران	۵۳
۲-۲-۳- تاثیر پایداری خاکدانه بر میزان پاشمان ذرات در اثر قطرات باران	۵۸
۲-۳- جمع بندی پژوهشهای پیشین	۷۰
۲-۴- اهداف و پرسشهای تحقیق	۷۰

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل سوم- مواد و روشها	۷۲
۳-۱- انتخاب منطقه نمونهبرداری	۷۳
۳-۲- انتخاب خاکهای تحت نمونهبرداری	۷۶
۳-۳- نمونهبرداری خاک	۷۷
۳-۳-۱- تهیه نمونههای خاکدانه	۷۷
۳-۳-۲- تهیه نمونههای خاک دستخورده	۷۹
۳-۴- طرح آزمایشی	۷۹
۳-۵- مشخصات دستگاه شبیهساز باران	۸۰
۳-۶- تعیین شدت و توزیع مکانی بارندگی و قطر قطرات در دستگاه بارانساز	۸۱
۳-۷- اعمال رخدادهای باران شبیهسازی شده	۸۳
۳-۸- اندازهگیری فرآیندهای فرسایش بارانی در جعبههای پاشمان	۸۳
۳-۸-۱- اندازهگیری میزان تخریب خاکدانهها	۸۴
۳-۸-۲- اندازهگیری میزان تراکم خاک	۸۵
۳-۸-۳- اندازهگیری میزان پاشمان ذرات خاک	۸۷
۳-۸-۴- اندازهگیری ضخامت سله سطحی	۸۸
۳-۹- اندازهگیری ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی	۸۹
۳-۹-۱- اندازهگیری ویژگیهای فیزیکی خاک	۸۹
۳-۹-۱-۱- بافت خاک	۸۹
۳-۹-۱-۲- رس پراکنش پذیر	۹۰
۳-۹-۱-۳- جرم مخصوص حقیقی خاک	۹۱
۳-۹-۱-۴- میانگین وزنی قطر خاکدانهها در حالت خشک	۹۲
۳-۹-۱-۵- جرم مخصوص ظاهری خاکدانه	۹۳
۳-۹-۱-۶- درصد رطوبت جرمی خاک و خاکدانه	۹۴
۳-۹-۱-۷- درصد رطوبت اشباع خاک	۹۴
۳-۹-۱-۸- ضریب آبگذری اشباع	۹۵
۳-۹-۱-۹- تعیین پایداری خاکدانهها به روش سقوط قطره باران	۹۶
۳-۹-۱-۱۰- تعیین پایداری خاکدانهها به روش الک تر	۹۷
۳-۹-۱-۱۱- رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم	۹۸
۳-۹-۲- تعیین ویژگیهای شیمیایی خاک	۹۹
۳-۹-۲-۱- واکنش خاک (pH) و هدایت الکتریکی خاک(EC)	۹۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۹-۲-۲- کربنات کلسیم	۱۰۰
۳-۹-۲-۳- ماده آلی	۱۰۱
۳-۹-۲-۴- عناصر کم مصرف	۱۰۲
۳-۹-۲-۵- درصد سدیم تبادلی	۱۰۳
۳-۹-۲-۶- ظرفیت تبادل کاتیونی	۱۰۴
۳-۹-۲-۷- اندازهگیری فسفر خاک	۱۰۴
۳-۹-۲-۸- سدیم (Na^{+})، کلسیم (Ca^{+2})، منیزیم (Mg^{+2})، و پتاسیم خاک (K^{+})	۱۰۵
۳-۹-۲-۹- گچ خاک	۶۱۰
۳-۱۰- تجزیه و تحلیل دادهها	۱۰۶
فصل چهارم- نتایج و بحث	۱۰۷
۴-۱- ویژگیهای خاکهای مورد بررسی در منطقه تهم	۱۰۸
۴-۱-۱- ویژگیهای فیزیکی خاکهای مورد بررسی	۱۰۸
۴-۱-۲- ویژگیهای شیمیایی خاکهای مورد بررسی	۱۱۰
۴-۲- تفاوت خاکهای مورد بررسی از نظر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی	۱۱۱
۴-۳- شدت و توزیع مکانی بارندگی بارانهای شبیه سازی شده	۱۱۳
۴-۴- فرآیندهای فرسایش بارانی (تخریب، تراکم و پاشمان) در ۳۰ خاک مورد بررسی	۱۱۵
۴-۵- رابطهی بین فرآیندهای فرسایش بارانی (تخریب، تراکم و پاشمان)	۱۱۸
۴-۶- اثر ویژگیهای خاک بر فرآیندهای فرسایش بارانی	۱۱۹
۴-۶-۱- اثر ویژگیهای خاک بر تخریب خاکدانه	۱۲۱
۴-۶-۲- اثر ویژگیهای خاک بر تراکم خاک	۱۲۴
۴-۶-۳- اثر ویژگیهای خاک بر پاشمان ذرات خاک	۱۲۵
۴-۷- رابطه بین فرآیندهای فرسایش بارانی و ویژگیهای خاک	۱۲۶
۴-۷-۱- رابطه بین تخریب خاکدانه و ویژگیهای خاک	۱۲۶
۴-۷-۲- رابطه بین تراکم خاک و ویژگیهای خاک	۱۲۷
۴-۷-۳- رابطه بین پاشمان ذرات خاک و ویژگیهای خاک	۱۲۸
۴-۸- تفاوت خاکهای با بافت مختلف از نظر ویژگیهای فیزیگی و شیمیایی	۱۲۹
۴-۹- فرآیندهای فرسایش بارانی در خاکهای با بافت مختلف	۱۱۳
۴-۹-۱- فرآیند تخریب در خاکهای با بافت مختلف	۲۱۳
۴-۹-۲- فرآیند تراکم در خاکهای با بافت مختلف	۱۳۴
۴-۹-۳- فرآیند پاشمان در خاکهای با بافت مختلف	۷۱۳
۴-۱۰- اثر رخدادهای باران بر فرآیندهای فرسایش بارانی	
	۱۳۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۱۰-۱- اثر رخدادهای باران بر تخریب خاکدانه	۱۳۹
۴-۱۰-۲- اثر رخدادهای باران بر تراکم خاک	۱۴۱
۴-۱۰-۳- اثر رخدادهای باران بر پاشمان ذرات خاک	۱۴۲
۴-۱۱- نتیجهگیری	۱۴۵
۴-۱۲- پیشنهادها	۱۴۹
منابع	۰۱۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱- همبستگی بین ویژگیهای خاک و پایداری خاکدانه	۳۶
جدول ۲-۲- ضرایب همبستگی خطی پنج شاخص پایداری با تعدادی از ویژگیهای خاک	۴۳
جدول ۳-۱- عرض و طول جغرافیایی۳۰ مکان نمونه برداری شده از حوزه آبخیز تهم چای	۷۳
جدول ۴-۱- ویژگیهای فیزیکی خاکهای مورد بررسی	۱۰۸
جدول ۴-۲- ویژگیهای شیمیایی خاکهای مورد بررسی	۱۱۰
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس تفاوت خاکهای مورد بررسی از نظر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی	۱۱۲
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس توزیع مکانی بارندگی در چهار جهت	۱۱۳
جدول ۴-۵- مشخصات تغییرنما	۱۱۴
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس اثر نوع خاک بر فرآیندهای تخریب خاکدانهها، تراکم خاک و پاشمان ذرات خاک	۱۱۷
جدول ۴-۷- هبستگی بین فرآیندهای فرسایش بارانی و ویژگیهای خاک	۱۲۰
جدول ۴-۸- تجزیه رگرسیون خطی بین تخریب خاکدانه و ویژگیهای خاک	۱۲۷
جدول ۴-۹- تجزیه رگرسیون خطی بین تراکم خاک و ویژگیهای خاک	۱۲۸
جدول ۴-۱۰- تجزیه رگرسیون خطی پاشمان ذرات خاک و ویژگیهای خاک	۱۲۸
جدول ۴-۱۱- میانگین و انحراف معیار ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک های با بافت مختلف	۱۳۰
جدول ۴-۱۲- تجزیه واریانس تفاوت خاکهای با بافت مختلف از نظر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی	۱۳۱
جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس تفاوت خاکهای با بافت مختلف از نظر فرآیندهای تخریب، تراکم و پاشمان ذرات خاک	۱۳۲
جدول ۴-۱۴- تجزیه واریانس اثر رخدادهای باران بر تخریب خاکدانهها	۱۳۹
جدول ۴-۱۵- تجزیه واریانس اثر رخدادهای باران بر تراکم خاک	۱۴۱
جدول ۴-۱۶- تجزیه واریانس اثر رخدادهای باران بر پاشمان ذرات خاک	۱۴۳

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- انواع مختلف ساختمان خاک	۲
شکل ۱-۲- نمایی از خاکدانه	۴
شکل ۱-۳- رابطه بین شدت فرسایش و شاخص پایداری خاکدانه (MWD)، (پیوسته و همکاران، ۱۳۸۹)	۷
شکل ۱-۴- رابطه بین پایداری خاکدانه در برابر تعداد ضربه قطره باران و میزان ماده آلی، (Cerda، ۱۹۹۸)	۸
شکل ۱-۵- رابطه بین میانگین قطر خاکدانه MWD برای سه نوع آزمون و کربن آلی کل در خاکدانه	۱۱
شکل ۱-۶- فرآیند تخریب خاک و رواناب در اثر ضربه قطرات باران	۱۵
شکل ۱-۷- حساسیت سطح خاک به فرسایش تحت تاثیر قطرات باران	۱۶
شکل ۱-۸- نمایی از تخریب خاکدانههای با قطر ۶ تا ۸ میلیمتر در اثر ضربه قطرات باران	۱۸
شکل ۱-۹- نمایی از سله سطحی خاک پس از بارش باران	۱۹
شکل ۱-۱۰- نمایی از خاک، پیش و پس از تراکم	۲۰
شکل ۱-۱۱- نمایی از تراکم خاک در اثر ضربه قطرات باران	۲۱
شکل ۱-۱۲- نمایی از پاشمان قطرات باران	۲۳
شکل ۱-۱۳- نمایی از خاک پس از پاشمان ذرات	۲۶
شکل ۱-۱۴- نمونهای از ترانشههای مورد مطالعه در منطقهی شمال غرب زنجان	۲۸
شکل ۲-۱- اثر کابری اراضی و مدیریت بر روی هدررفت خاک و رواناب	۳۲
شکل ۲-۲- رابطه بین پایداری خاکدانه و پیوستگی خاک	۳۳
شکل ۲-۳- مقادیر MWD در محلهای فرسایشی و نقاط بدون فرسایش در منطقه دشت فرودگاه	۳۴
شکل ۲-۴- نمایی از شبیهساز باران استفاده شده در پژوهش وهابی و نیکامی (۲۰۰۸) و قسمتهای مختلف آن	۳۵
شکل ۲-۵- تاثیر منابع مختلف ماده آلی بر روی GMD و MWD	۳۷
شکل ۲-۶- نمودار رگرسیونی یک متغیره بین پایداری خاکدانه و درصد کربن آلی	۳۸
شکل ۲-۷- رابطه بین هدررفت خاک و درصد رس	۳۹
شکل ۲-۸- رابطه بین هدررفت خاک و شدت بارندگی	۴۰
شکل ۲-۹- رابطه بین پایداری خاکدانه و مقدار ماده آلی	۴۱
شکل ۲-۱۰- نمایی از باران ساز مورد استفاده در پژوهش یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۶)	۴۲
شکل ۲-۱۱- تاثیر چهار کاربری و زمان بر انباشتگی رسوب طی دو ساعت بارندگی مصنوعی	۴۲
شکل ۲-۱۲- رابطه بین پایداری خاکدانهها (MWD) و درصد ماده آلی خاک (OM%) برای زمان ۵ دقیقه ...	۴۴
شکل ۲-۱۳- رابطه بین میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای لس و ژوراسیک و درصد رس خاک	۴۵
شکل ۲-۱۴- رابطهی بین حساسیت خاک به فرسایش و پایداری خاکدانههای خاک سطحی (صفر تا ۱۰ سانتیمتر)	۴۷
شکل ۲-۱۵- رابطهی بین هدایت هیدرولیکی اشباع و پایداری خاکدانه در حالت خیسکردن سریع و آهسته	۴۸
شکل ۲-۱۶- منحنی رابطه بین شاخص MWD و بارندگی در یک خاک clay loam	۴۹
شکل ۲-۱۷- رابطه بین انرژی جنبشی باران و میانگین وزنی قطر خاکدانهها	۴۹

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱۸- رابطه بین فرسایش و میانگین عددی ضربه قطرات باران لازم برای تخریب خاکدانه	۵۰
شکل ۲-۱۹- رابطهی بین پایداری خاکدانه و میزان ماده آلی خاک (الف) و نرخ مالچ پاشی (ب)	۵۱
شکل ۲-۲۰- نمایی از تخریب خاکدانه در فلوم آزمایشگاهی	۵۲
شکل ۲-۲۱- تغییرات جرم مخصوص ظاهری سطح با تداوم بارندگی	۵۴
شکل ۲-۲۲- متوسط میزان مقاومت به نفوذ برای چهار نوع سطح به دنبال هر رخداد باران شبیهسازی شده	۵۵
شکل ۲-۲۳- سینی پاشمان مورد استفاده در پژوهش پیوسته و همکاران (۱۳۸۶)	۵۶
شکل ۲-۲۴- رابطه بین میانگین هندسی قطر خاکدانه و درصد تخلخل لایه سطحی	۵۷
شکل ۲-۲۵- بررسی همزمان فرآیندهای تخریب و تراکم و پاشمان در خاک کشاورزی(الف) و خاک بکر(ب)	۵۸
شکل ۲-۲۶- تغییرات زمانی شدت پاشمان در شیبهای مختلف	۵۹
شکل ۲-۲۷- سرعت پاشمان برای افق B دو خاک ساسکاچوان وگرانا با شدت بارندگی ۴۰ و۱۰۰ میلیمتر در ساعت	۶۰
شکل ۲-۲۸- میزان پاشمان در اثر باران شبیهسازی شده برای شش منطقه	۶۱
شکل ۲-۲۹- رابطه بین میزان مواد پاشمان یافته و فاصله آنها از منبع پاشمان	۶۳
شکل ۲-۳۰- نرخ های ماهیانه جداسازی ذرات توسط پاشمان با مدل فرسایشی الف) MMF و ب)RMMF	۶۴
شکل ۲-۳۱- نمایی از مدل فنجانی شکل اندازه گیری پاشمان	۶۵
شکل ۲-۳۲- رابطه بین فرسایش پاشمانی و انرژی جنبشی قطرات باران	۶۵
شکل ۲-۳۳- رابطه توده تجمعی پاشمان یافته در دبی تجمعی در دو سطح با پوشش قطعات سنگ متفاوت...	۶۶
شکل ۲-۳۴- رابطه بین فرسایش پاشمانی و شاخص فرسایندگی باران در خاک Cambisol، Gypsisol و Solonchak	۶۸
شکل ۲-۳۵- کاسههای مورد استفاده اندازهگیری پاشمان در پژوهش خالدیان و شاهویی (۱۳۸۹)	۶۹
شکل ۲-۳۶- رابطه بین رطوبت اولیه و پاشمان ذرات خاک	۶۹
شکل ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه	۷۴
شکل ۳-۲- نمایی از سد تهم (الف) و دیمزارهای بالادست آن در شمال غرب زنجان (ب)	۷۵
شکل ۳-۳- عکس هوایی منطقه مطالعاتی در شمال غرب زنجان	۷۶
شکل ۳-۴- نمایی از جعبه پاشمان و فیلتر شنی مورد استفاده در کف آن (الف) و تکرارهای جعبههای پاشمان (ب)	۷۷
شکل ۳-۵- نحوهی جمعآوری خاکدانههای بین ۶ تا ۸ میلیمتر توسط الک (الف) و جعبههای حاوی خاکدانه (ب)	۷۸
شکل ۳-۶- نمایی از سه نمونه خاک دستخورده	۷۸
شکل ۳-۷- نحوهی تهیه نمونه خاک دست خورده از زمین تحت نمونه برداری (الف) و نمایی از خاک نرم (ب)	۷۹
شکل ۳-۸- نمایی از ۹۰ واحد آزمایشی جعبههای پاشمان مورد مطالعه در این پژوهش	۸۰
شکل ۳-۹- نمایی از دستگاه شبیهساز باران مورد استفاده در این پژوهش (واعظی، ۱۳۸۹)	۸۱
شکل ۳-۱۰- چگونگی اندازهگیری شدت و توزیع مکانی بارندگی	۸۱
شکل ۳-۱۱- نمایی از نازل دستگاه بارانساز (الف) و نحوه تعیین قطر قطرات باران در آن (ب)	۸۲
شکل ۳-۱۲- نمایی از حفاظ و نحوه قرارگیری آن بر روی نمونهها (الف) و سینی پاشمان مورد استفاده در پژوهش(ب)	۸۳

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱۳- نمونهبرداری به وسیله سیلندر پس از هر رخداد بارندگی (الف) تعیین میزان تخریب خاکدانهها ...	۸۴
شکل ۳-۱۴- نمایی از خاکدانهها قبل از وقوع اولین رخداد بارندگی(الف) و تخریب خاکدانهها بعد از رخداد اول (ب)	۸۵
شکل ۳- ۱۵- نمایی از تراکم خاک پس از رخداد سوم بارندگی	۸۶
شکل ۳-۱۶- کلوخههای تشکیل شده پس از بارندگی (الف) و ایجاد پوشش پارافین برای تعیین حجم خاکدانهها (ب)	۸۶
شکل ۳-۱۷- اندازهگیری جرم مخصوص ظاهری خاکدانهها به روش غوطهوری در آب در استوانه مدرج	۸۷
شکل ۳-۱۸- نحوهی قرارگیری جعبههای حاوی خاکدانه در زیر دستگاه بارانساز جهت اندازهگیری پاشمان خاک	۸۷
شکل ۳-۱۹- نحوهی جمعآوری ذرات پاشمان یافته از سطح حفاظ فلزی (الف) و سطح سینی پاشمان خاک (ب)	۸۸
شکل ۳-۲۰- نمایی از ظروف حاوی ذرات خاک پاشمان یافته (الف) و توزین آنها پس از خشک شدن در آون (ب)	۸۸
شکل ۳-۲۱- اندازهگیری ضخامت سلهی سطحی با استفاده از کولیس	۸۹
شکل ۳-۲۲- نمایی از جداسازی شن (الف) و نحوهی جداسازی شن سوسپانسیون با استفاده از الک ۵۳ میکرون (ب)	۹۰
شکل ۳-۲۳- آماده سازی نمونهها (الف) اندازهگیری رس پراکنشپذیر (ب)	۹۱
شکل ۳-۲۴- اندازهگیری جرم مخصوص حقیقی خاک با پیکنومتر در سه تکرار، نمایی از پارامتر A (الف) و B (ب)	۹۲
شکل ۳-۲۵- نمایی از خاک برداشت شده از هر جعبه با سیلندر فلزی (الف) و اندازهگیری MWD ...	۹۳
شکل ۳-۲۶- نمایی از سیلندر حاوی خاکدانه ها (۶ تا ۸ میلیمتر) جهت اندازهگیری جرم مخصوص ظاهری	۹۳
شکل ۳-۲۷- آمادهسازی خاکدانه ها در دستگاه بار ثابت (الف) و اندازهگیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (ب)	۹۵
شکل ۳-۲۸- تنظیم قطرات خروجی از بورت (الف) و خاکدانههای تخریب شده در اثر ضربه قطرات (ب)	۹۶
شکل ۳-۲۹- نمونهای از خاکدانهها روی سری الکها در درون سطل محتوی آب مقطر(الف) و دستگاه اندازهگیری ...	۹۷
شکل ۳-۳۰- اندازهگیری ظرفیت زراعی به وسیله دستگاه صفحه فشاری (الف) و نقطه پژمردگی دائم ...	۹۹
شکل ۳-۳۱- اندازه گیری pH خاک (الف) و هدایت الکتریکی (ب)	۱۰۰
شکل ۳-۳۲- اندازهگیری کربنات کلسیم (الف) و ظهور رنگ ارغوانی در پایان آزمایش (ب)	۱۰۱
شکل ۳-۳۳- آمادهسازی نمونههای خاک برای اندازهگیری کربن آلی (الف) و اندازهگیری کربن آلی (ب)	۱۰۲
شکل ۳-۳۴- دستگاه جذب اتمی (الف) و اندازهگیری عناصر کم مصرف (ب)	۱۰۲
شکل ۳-۳۵- اندازهگیری فسفر خاک با دستگاه اسپکتروفتومتر	۱۰۲
شکل ۳-۳۶- اندازهگیری سدیم و پتاسیم بهوسیله دستگاه فلیم فوتومتر	۱۰۵
شکل ۴-۱- تغییرنمای شدت بارندگی (میلیمتر بر ساعت) در سطح صفحه بارش دستگاه شبیهساز باران	۱۱۲
شکل ۴-۲- توزیع مکانی شدت بارندگی (میلیمتر بر ساعت) در سطح صفحه بارش دستگاه شبیهساز باران	۱۱۳
شکل ۴-۳- درصد تخریب خاکدانه و گروههای آماری در ۳۰ خاک مورد بررسی	۱۱۴
شکل ۴- ۴- تراکم خاک و گروههای آماری در ۳۰ خاک مورد بررسی	۱۱۴
شکل ۴-۵- پاشمان ذرات خاک و گروههای آماری در ۳۰ خاک مورد بررسی	۱۱۵
شکل ۴-۶- رابطهی بین پاشمان ذرات خاک و تخریب خاکدانه	۱۱۶
شکل ۴-۷- رابطهی بین تراکم خاک و تخریب خاکدانه	۱۱۷
شکل۴-۸- رابطهی بین پاشمان ذرات خاک و تراکم خاک	۱۱۸

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۹- فرآیند تخریب خاکدانه در خاکهای با بافت مختلف	۱۳۱
شکل ۴-۱۰- نمایی از تخریب خاکدانهها درچهار بافت لومرسشنی (الف)، لومشنی (ب)، شنلومی (ج) و لومرسی (د)	۱۳۳
شکل ۴-۱۱- فرآیند تراکم خاک در خاکهای با بافت مختلف	۱۳۴
شکل ۴-۱۲- نمایی از تراکم خاک در اثر باران در خاک لومشنی (الف)، لومرسشنی (ب)، لومرسی (ج) و شنلومی (د)	۱۳۶
شکل ۴-۱۳- فرآیند پاشمان ذرات خاک، در خاکهای با بافت مختلف	۱۳۷
شکل ۴-۱۴- نمایی از میزان پاشمان در خاکی با بافت لومشنی (الف)، شنلومی (ب)، لومرسی (ج) و لومرسشنی (د)	۱۳۸
شکل ۴-۱۵- اثر رخدادهای باران بر تخریب خاکدانهها	۱۳۹
شکل ۴-۱۶- نمایی از میزان تخریب خاکدانهها در خاک با بافت لومرسی در رخداد اول (الف)، رخداد دوم (ب)،...	۱۴۰
شکل ۴-۱۷- اثر رخدادهای باران بر تراکم خاک	۱۴۱
شکل ۴-۱۸- نمایی از تراکم خاک در بافت لومرسی پس از رخداد سوم (الف) و رخداد چهارم بارندگی (ب)	۱۴۲
شکل ۴-۱۹- اثر رخدادهای باران بر پاشمان ذرات خاک	۱۴۳
شکل ۴-۲۰- نمایی از خاکدانهها در خاک لومشنی پیش از رخداد اول (الف) و قرار گرفتن سنگریزهها در سطح...	۱۴۴
شکل ۴-۲۱- نمایی از پاشمان ذرات خاک در خاک با بافت لومرسی، رخداد اول (الف)، رخداد دوم (ب)...	۱۴۵

چکیده

فرسایش خاک توسط آب مهمترین مشکل تخریب زمین بوده که به طور گسترده در نواحی نیمهخشک رخ میدهد. فرسایش خاک هنگامی صورت میگیرد که خاک در معرض نیروهای فرساینده نظیر ضربه قطرات باران قرار گیرد. ضربه قطرات باران بر سطح خاک میتواند موجب تخریب خاکدانهها و پاشمان ذرات خاک به هوا گردد. پایداری خاکدانه یکی از ویژگیهای فیزیکی خاک است که میتواند بر فرآیندهای فرسایش بارانی اثر بگذارد. این تحقیق به منظور بررسی اثر پایداری خاکدانه بر فرآیندهای فرسایش بارانی در ناحیهی نیمهخشک شمال غرب زنجان انجام گرفت. در این پژوهش، نمونههای خاکدانه با قطر بین ۶ تا ۸ میلیمتر در ۳۰ نوع خاک دیم در سال ۱۳۹۰ جمعآوری شد. نمونههای خاکدانه در جعبههایی به ابعاد ۳۰سانتیمتر × ۴۰ سانتیمتر و به عمق ۶ سانتیمتر به آرامی ریخته شدند. جعبههای حاوی خاکدانه در معرض چهار رخداد بارندگی با شدت ۶۰ میلیمتر بر ساعت و به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. میزان تخریب خاکدانهها بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانهها پیش و پس از هر رخداد بارندگی اندازهگیری شد. میزان تراکم خاک از طریق اندازهگیری میزان جرم مخصوص ظاهری خاک پس از هر رخداد بارندگی به دست آمد. میزان پاشمان از جمعآوری ذرات خاک پراکنش یافته در اطراف جعبهها به دست آمد. نتایج نشان داد که تفاوتی معنیدار بین خاکهای مختلف از نظر میزان تخریب خاکدانهها ($p<۰/۰۰۱$) تراکم خاک ($p<۰/۰۱$) و پاشمان ذرات خاک ($p<۰/۰۰۱$) وجود داشت. این نتیجه به دلیل تفاوت در پایداری خاکدانهها بین خاکهای مورد بررسی بود. تخریب خاکدانهها و پاشمان همبستگی معنیدار با پایداری خاکدانه در روش آزمون قطره آب داشت. تجزیه رگرسیونی خطی چندگانه نشان داد که تخریب خاکدانه رابطه معنیداری با میانگین هندسی قطر ذرات معدنی، سنگریزه و ماده آلی داشت ($R^۲= ۰/۶۵, p<۰/۰۰۱$). تراکم خاک و پاشمان ذرات همچنین رابطه معنیداری به ترتیب با میانگین هندسی قطر ذرات معدنی ($R^۲= ۰/۳۰, p<۰/۰۱$) و جرم مخصوص ظاهری ($R^۲= ۰/۳۵, p<۰/۰۰۱$) داشت. به طور کلی خاکهای مورد بررسی در چهار گروه بافتی شامل شنلومی، لومشنی، لومرسشنی و لومرسی قرار داشتند. تخریب خاکدانه و پاشمان بر خلاف تراکم به شدت تحت تاثیر بافت خاک قرار گرفتند. بیشترین تخریب و پاشمان به ترتیب در بافت شنلومی (۸۱/۳۳ درصد) و بافت لومرسی (۱۸/۳۳ گرم) و کمترین آنها در بافت لومرسی (۴۹/۹۶ درصد) و بافت شنلومی (۶/۶۱ گرم) رخ داد. فرآیندهای فرسایش بارانی تحت تاثیر رخدادهای باران نیز قرار گرفت. تخریب خاکدانهها از رخدادی به رخداد دیگر افزایش یافت، در حالی که تراکم خاک و پاشمان ذرات کاهش یافت.

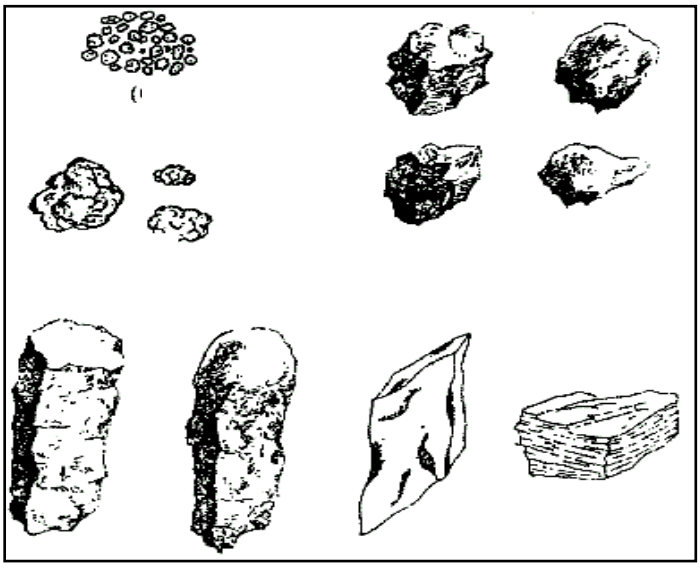
کلید واژهها: بافت خاک، پایداری خاکدانه، ضربه قطرات باران، فرآیندهای فرسایش بارانی، ناحیهی نیمهخشک

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- ساختمان خاک[1]

ساختمان خاک ترتیب قرار گرفتن ذرات جامد و منافذ بین آنها در کنار هم به صورت به هم پیوسته در مقیاسهایی در محدودهی نانومتر تا دسیمتر میباشد (Oades، ۱۹۹۳). چگونگی همآرایی ذرات تابعی از عوامل متغیر و اثرگذار بر شکلگیری واحدهای اولیه ساختمان یعنی خاکدانه است، که موجب تنوع و تفاوتهای زیادی (شکل۱-۱) در ساختمان خاکدانهها میشود (Kemper و Rosenau، ۱۹۸۶). تعریف و توصیف ساختمان خاک از جمله اندازه، شکل و پایداری ثانویه ذرات خاک به دلیل تاثیر آن بر بسیاری از فرآیندهای کشاورزی و زیست محیطی حایز اهمیت است (Diaz-Zorita و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل۱-۱- انواع مختلف ساختمان خاک

ساختمان خاک در خاکهای کشاورزی به طور عمده تحت تاثیر فرآیندهای آب و هوایی، بیولوژیکی و انسانی است (Piron و همکاران، ۲۰۱۲). ساختمان فیزیکی خاک، اکوسیستمی را برای رشد گیاه، نگهداری آب، جریان گاز و فعالیتهای بیولوژیکی فراهم میکند. بنابراین در مدیریت خاکهای کشاورزی باید ساختمان خاک حفظ شود (Oades، ۱۹۹۳).

ساختمان خاک از راه تاثیر بر چرخه کربن و سایر عناصر غذایی، دریافت، ذخیره و انتقال آب در خاک، مقاومت در برابر فرسایش، هدایت هیدرولیکی، تهویه، گرمای خاک و همچنین از راه تاثیر بر مقاومت مکانیکی

[1] Soil structure

خاک و انتشار عناصر غذایی، بر رشد گیاه و تولید محصول اثر میگذارد (Amezketa، ۱۹۹۹). ساختمان خاک بهدلیل تاثیر آن بر تهویه، نفوذپذیری، فرسایش و بستر مناسب برای جوانهزدن بذر یکی از خصوصیات مهم خاک است. به هم نخوردن ساختمان خاک باعث حفظ بیشتر خصوصیات مهم خاک از جمله خاکدانهای ماندن و همچنین نفوذ بیشتر آب به خاک شده و در نتیجه باعث جلوگیری از فرسایش خاک و نهایتا حفاظت خاک میگردد (Malhi و Osolivan، ۱۹۹۰).

اندازه خاکدانهها [1] و پایداری آنها بر ویژگیهای فیزیکی خاک مانند نفوذپذیری، تهویه، مقاومت خاک، فرسایش و توانایی خاک برای انتقال مایعات، املاح، گازها و گرما (که فرآیندهای مهم برای تولید محصول و سلامتی زیست بوم محسوب میگردند) اثر قابل توجهی دارد (Seybold و Herrick، ۲۰۰۱). اندازه و پایداری خاکدانهها میتواند شاخصی از تغییرات کیفیت خاک ناشی از مدیریتهای متفاوت در شرایط مشخص به شمار آمد (Arshad و Coen، ۱۹۹۲).

۱-۱-۱- اندازه خاکدانه

خاکدانهها ذرات ثانویهای هستند که در اثر هماوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه مواد آلی و عوامل سیمانی و اتصال دهنده تشکیل میشوند (Bronick و Lal، ۲۰۰۵). شکل ۱-۲ نمایی از خاکدانهها را نشان میدهد.

شکل۱-۲- نمایی از خاکدانه

[1] Aggregate size

از آنجا که فرآیند خاکدانهسازی در مقیاس و اندازههای مختلفی از ذرات رخ داده و ذرات بزرگ از هماوری ذرات کوچک تشکیل میشوند، بنابراین توزیع اندازه ذرات خاک[1] (PSD) یکی از ویژگیهای مهم فیزیکی خاک به شمار میرود (Skaggs و همکاران، ۲۰۰۱) و میتواند شاخص مناسبی برای تشخیص حساسیت خاک در برابر تشکیل سله، تولید رواناب و فرسایش آبی باشد (Barthes و همکاران، ۲۰۰۸). توزیع اندازه ذرات بر فرآیند فرسایش، درجه حرارت، تخلخل و سایر خصوصیات خاک موثر بوده و از این رو بر رشد گیاه و تولید محصول تأثیر بسزایی دارد (Diaz-Zorita و همکاران، ۲۰۰۷). توزیع اندازه ذرات همچنین در تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاک کاربرد دارد (Hwang، ۲۰۰۴).

خاکدانهها براساس اندازه به دو دسته اصلی، خاکدانههای درشت با قطر بزرگتر از ۲۵۰ میکرون وخاکدانههای ریز با قطر کوچکتر از ۲۵۰ میکرون تقسیمبندی میشوند. این واحدهای ساختاری در اثر فرآیندهای مختلفی تشکیل شدهاند و رفتار متفاوتی در مقابل فشارهای خارجی از قبیل باران، باد، آبیاری و دیگر عملیات کشت و کار دارند (Amezketa و همکاران، ۲۰۰۳).

واحدهای ساختمانی خاک یا خاکدانه، از نظر اندازه به گروههای زیر تقسیم میشوند (بایبوردی، ۱۳۸۸):

۱ - Domaims : مجموعهای از ذرات رس با ابعاد تا پنج میکرون که موجد خلل و فرجی در حدود هزار آنگسترم میگردند.

۲ - Granules یا دانهها، مجموعهای از دومین، ذرات سیلت و شن که به صورت خاکدانههای نیم میلیمتری درآمدهاند و در اثر جذب و دفع آب، متلاشی نمیشوند.

۳ - Crumbs یا دانه متخلخل، مجموعهای از دانهها با ابعاد چند میلیمتر، بطور کلی اگر اندازه این دانهها از ۵ تا۱۰ میلیمتر بیشتر باشد، بستر مناسبی برای جوانه زدن بذور محسوب نمیشوند.

۴ - Clod یا کلوخک، خاکدانههایی که اندازه آنها از یک سانتیمتر بزرگتر است کلوخک نامیده میشوند و این کلوخکها در ضمن عملیات آماده کردن زمین به واحدهای کوچکتر تبدیل میگردند.

[1] Particle Size Distribution

۱-۱-۲- پایداری خاکدانه[1]

پایداری ساختمان خاک به توانایی یک خاک در نگهداری آرایش ذرات جامد و آرایش فضایی بین آنها در هنگام مواجه شدن با تنشهای مختلف بیان میشود (Amezketa، ۱۹۹۹). پایداری خاکدانهها یکی از مهمترین خواص فیزیکی خاک است که میزان مقاومت خاک یا حساسیت آن را به فرسایش آبی و بادی نشان میدهد. این ویژگی همچنین مبین وضعیت حرکت آب و مواد غذایی در خاک بوده و در تهویه و فعالیت میکروبی خاک و عملیات خاکورزی نیز تاثیر به سزایی دارد (Ketcheson، ۱۹۸۰). پایداری خاکدانهها به عوامل متعددی مانند نوع گیاه، مراحل رشد، سیستم ریشهای گیاه، مواد باقیمانده از گیاه و روشهای خاکورزی ارتباط دارد (Tisdall و Oades، ۱۹۸۲).

۱-۱-۲-۱- مفهوم پایداری خاکدانه و اهمیت آن

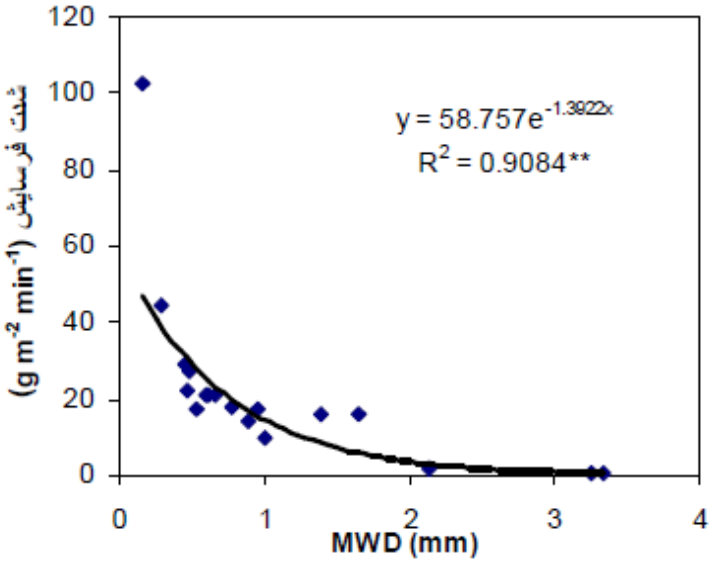
پایداری خاکدانه بیانگر توانایی خاک در حفظ اندازهی خاکدانهها در برابر نیروهای خارجی است. شاخص پایداری خاکدانه برای توصیف حساسیت خاکها به فرسایش آبی و بادی، تشکیل اندوده سطحی، سخت شدن خاک و نیز تراکمپذیری بسیار مفید است (Topp و همکاران، ۱۹۹۷). پایداری خاکدانه در واقع توانایی خاک در حفظ شکل ساختمانی خود در طول زمان در مقابل نیروهای خارجی از جمله تنش حاصل از بارندگی و رواناب است (بایبوردی، ۱۳۸۸). پایداری خاکدانه فرآیندی از مقاومت خاک در برابر عوامل تخریب کننده از قبیل مرطوب شدن، انرژی جنبشی قطرات باران و کشت و کار است (Mbagwu و Bazzoffi، ۱۹۹۸).

پایداری خاکدانه مهمترین خصوصیت فیزیکی خاک است که بر حرکت و ذخیره آب، تهویه، فرسایش، فعالیتهای بیولوژیکی خاک و رشد محصولات موثر است (Amezketa و همکاران، ۲۰۰۳). در میان بسیاری از عوامل موثر بر حساسیت خاک به فرسایش و رواناب، ساختمان خاک و پایداری خاکدانه اهمیت عمدهای دارند. شکستن و جدا شدن ذرات خاکدانه توسط ضربهی قطرات باران و بازسازی مجدد آن و بهم آمیختن ذرات خاک و تراکم ذرات در سطح خاک ممکن است منجر به تشکیل سله ساختمانی و انسداد منافذ گردد (Green و Hairsine، ۲۰۰۴). در اثر این کار هدایت هیدرولیکی خاک کاهش مییابد و جریانهای سطحی آبی آغاز می -

[1] Aggregate stability

شود (Singer و Le Bissonnais، ۱۹۹۳). در حقیقت پایداری خاکدانه وقوع رواناب و تشکیل رسوب را به طور مستقیم تحت تاثیر قرار میدهد. برای جلوگیری از تخریب ساختمان خاکها، برنامههای اصلاحی از جمله افزودن مادهی آلی به خاک برای بهبود ساختمان و پایداری خاکدانهها استفاده میشود (Grismer و Hogan، ۲۰۰۵ و Singer و همکاران، ۲۰۰۶).

شاخص پایداری خاکدانهها برای توصیف حساسیت خاکها به فرسایش آبی بسیار حایز اهمیت است (Cammerraat و Imeson، ۱۹۹۸). عدم پایداری خاکدانهها عامل افزایش حساسیت خاکها به فرسایش آبی میباشد (Six و همکاران، ۲۰۰۰). پراکندگی خاکدانهها منجر به ایجاد سله در سطح خاک گشته و این امر موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب میگردد (Ungre و همکاران،۱۹۹۰). شکل ۱-۳ رابطه شدت فرسایش و شاخص پایداری خاکدانه (MWD) را نشان میدهد.



شکل ۱- ۳- رابطه بین شدت فرسایش و شاخص پایداری خاکدانه (MWD)، (پیوسته و همکاران، ۱۳۸۹)

۱-۱-۲-۲- عوامل موثر بر پایداری خاکدانه

دو دسته عوامل بر پایداری خاکدانهها اثر میگذارد که عبارتاند از: ویژگیهای ذاتی خاک و عوامل خارجی. در گروه اول میتوان به تاثیر ویژگیهای محلول خاک (مانند غلظت یونها، EC، نوع کاتیونهای غالب، SAR، ESP و pH)، نوع کانیهای رسی، میزان کربناتها و سولفاتکلسیم، میزان ماده آلی و اکسیدهای آهن و آلومینیوم اشاره نمود. در میان عوامل خارجی، میتوان اقلیم، مکان، فصل، مدیریت زراعی و خاکورزی را نام برد