Archive of SID

مجله علمی – پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran – Watershed Management Science & Engineering

Vol. 4, No. 10, Spring 2010

سال چهارم – شماره‌ی ۱۰ – بهار ۱۳۸۹

رابطه‌ی بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده‌ی سطحی و اثر آن بر فرسایش خاک در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه پیوسته[۱]، حسین اسدی[۲] و مهدی عاکف[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۶

چکیده

تشکیل اندوده‌ی سطحی از مشکلات رایج زمین‌های زراعی مناطق خشک و نیمه خشک بوده و به گونه‌ای محسوس بر فرآیندهای نفوذپذیری و فرسایش خاک تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش، ۱۸ نمونه خاک سطحی از استان‌های گیلان، قزوین و زنجان انتخاب و پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، میانگین وزنی و هندسی و بعد فرکتال خاکدانه‌ها نیز محاسبه گردید. هر نمونه خاک با استفاده از یک سینی پاشمان (۳۰×۳۵ سانتی‌متر) به مدت ۳۰ دقیقه تحت بارش مصنوعی قرار گرفت و شدت فرسایش ناشی از بارندگی و رواناب در فاصله‌های زمانی گوناگون اندازه‌گیری شد. پس از پایان آزمایش، نمونه‌های دست‌نخورده‌ی اندوده‌ی سطحی جمع‌آوری گردید و پس از تهیه‌ی مقاطع نازک، اندوده‌ی سطحی تشکیل شده با نرم افزار Image tools از راه تعیین درصد تخلخل مورد بررسی قرارگرفت. رگرسیون چند متغیره، برای آزمون رابطه‌ی بین پایداری خاکدانه و ویژگی‌های خاک و بین میزان رواناب و فرسایش و پایداری خاکدانه بکار رفت. نتایج نشان داد که رابطه‌ای معنی‌دار بین نمایه‌های پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده‌ی سطحی وجود دارد، اما در این میان، رابطه‌ی بین میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها و درصد تخلخل اندوده‌ی سطحی دارای ضریب تشخیص بالاتری بود. پایداری خاکدانه خود با بافت و ماده‌ی آلی همبستگی داشت. میزان فرسایش و رواناب نیز تابعی از ویژگی‌های خاک از جمله بافت، ماده‌ی آلی، درصد سدیم تبادلی و پایداری خاکدانه بود.

واژه‌های کلیدی: اندوده‌ی سطحی، پایداری خاکدانه، میکرومرفولوژی و نفوذپذیری.

مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور است که برخلاف آب چندان قابل بازگشت و جبران نمی‌باشد. بیش‌تر مواد غذایی بشر به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم از خاک تامین می‌شود. خاک بستر کلیه فعالیت‌های تولیدی انسان بشمار رفته و بنیان بسیاری از تمدن‌های بزرگ و کهن جهان بر باروری و حفاظت از خاک استوار بوده است [۳]. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع می‌شود و از این راه، خسارات زیاد و جبران‌ناپذیری بر جای می‌گذارد بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سدها، بنادر و کاهش ظرفیت آبگیری آن‌ها زیان‌های فراوانی را سبب می‌گردد [۵]. بنا به تعریف، فرسایش‌پذیری خاک، مقاومت خاک در برابر جداشدن و انتقال ذرات است. ویژگی‌هایی از خاک که در فرسایش‌پذیری مؤثرند شامل سرعت نفوذ، ظرفیت کل گنجایش آب خاک، ظرفیت نگهداری آب خاک، بافت خاک، ساختمان خاک و کلوئیدهای خاک می‌باشد [۷].

فرسایش آبی از دو پدیده‌ی کاملاً متمایز تشکیل شده است. در فرآیند نخست، خاکدانه‌ها و ذرات خاک در اثر قطرات باران متلاشی شده و در مرحله دوم آبدوی سطحی این ذرات را با خود منتقل می‌سازد. بنابراین، برای جلوگیری از فرسایش آبی، لازم است که با انتخاب روشی اجازه داده نشود که خاکدانه‌ها متلاشی شده و یا سرعت نفوذ آب به خاک کاهش یافته و رواناب سطحی

[۱]- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- نویسنده‌ی مسئول و استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان hossein_asadi52@yahoo.com

۳- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد شود [۲]. خاکدانه‌هایی که در سطح زمین قرار دارند، نسبت به نیروهای مخرب ساختمان خاک بسیار حساس هستند. این خاکدانه‌ها در اثر برخورد قطرات و یا مرطوب شدن، از هم پاشیده شده و لایه‌ای مرکب، از ذرات پراکنده به ضخامت چند میلی‌متر را بوجود می‌آورند. ذرات پراکنده شده در لابلای منافذ بزرگ خاک قرارگرفته و جلوی نفوذ آب و هوا را به داخل خاک سد می‌کنند. این لایه را در اصطلاح اندوده‌ی سطحی[1] گویند [۴]. اندوده‌ی سطحی به عنوان یک مشکل عمده‌ی مزارع در بسیاری از مناطق جهان شناخته شده است [۱۰]. بسیاری از مزارع، در مناطق خشک و نیمه‌خشک اسپانیا، به علت تشکیل اندوده سطحی متروک شده‌اند و پوشش گیاهی در این مناطق از ۵۵ درصد به ۲۵ درصد کاهش یافته‌است [۱۴]. اندوده‌ی سطحی پدیده‌ای مهم در سطح خاک است که در نتیجه‌ی مهاجرت و یا جهت‌یافتگی رس‌ها رخ داده و باعث مسدود شدن حفرات می‌گردد. سقوط و برخورد قطرات باران با سطح خاک باعث افزایش از هم پاشیدگی خاکدانه‌ها و دیسپرس شدن ذرات رس در محلول خاک می‌گردد [۱۳] و این ذرات ریز معلق به همراه آب باران در حفرات نفوذ کرده و باعث مسدود شدن حفرات می‌گردد. در طول فرآیند خشک شدن خاک، تجمع، جابه‌جایی و جهت یافتگی رس‌ها منجر به تشکیل لایه‌ای نازک و سخت می‌شود. این لایه باعث کاهش زمان تمرکز سیلاب‌های سطحی و نیز افزایش حجم رواناب و در نهایت منجر به ایجاد فرسایش ورقه‌ای و شیاری می‌شود [۱۲].

با توجه به اهمیت تأثیر ساختمان خاک بر میزان فرسایش، دانشمندان در پی کمی کردن درجه‌ی پایداری خاکدانه‌ها هستند تا بدین وسیله، خاک‌های گوناگون را بر اساس درجه‌ی حساسیت به عوامل گوناگون از یکدیگر متمایز کنند. پایداری خاکدانه‌ها 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 اندوده‌ی سطحی، سخت شدن خاک و نیز تراکم‌پذیری بسیار مفید است [۱۶]. وضعیت پایداری و بویژه توزیع اندازه‌ی خاکدانه‌ها به صورت نمایه‌های گوناگونی محاسبه و بیان می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها شامل: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (**MWD**)[2]، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (**GMD**)[3]، تابع نمایی درصد تجمعی وزن خاکدانه و بعد فرکتال خاکدانه است.

کانتون و همکاران [۸] به بررسی رابطه‌ی پایداری خاکدانه و رواناب و فرسایش در نواحی نیمه خشک آلمریا در اسپانیا پرداختند. این پژوهش بمنظور ارزیابی پایداری ساختمان خاک، به‌عنوان شاخصی برای فرسایش صورت گرفت. اگرچه رابطه‌ای معنی‌دار بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و میزان فرسایش و رواناب دیده نشد، اما رابطه‌ی بین تعداد قطرات در آزمون قطره و میزان رواناب و فرسایش معنی‌دار بود. رابطه‌ی بین پایداری خاکدانه و سایر ویژگی‌های خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت که بیش‌ترین همبستگی مربوط به تعداد قطره در آزمون قطره و ماده آلی خاک بود. همچنین، نشان داده شد که پایداری خاکدانه‌ها در سطح خاک نمایه‌ای ارزشمند برای بررسی رواناب و فرسایش بین شیاری در خاک‌های لوم شنی مناطق نیمه خشک است.

یان و همکاران [۱۷]، با استفاده از نمایه‌ی پایداری خاکدانه معادله‌ای برای اندازه‌گیری فرسایش بین شیاری در خاک‌های التی‌سول نواحی نیمه‌گرمسیری در کشور چین ارایه کردند. از آن‌جا که بر اثر برخورد قطره‌ی باران، خاکدانه‌ها از هم گسیخته و تبدیل به خاکدانه‌های کوچک می‌شوند و این خاکدانه‌های کوچک تاثیری محسوس بر فرآیندهای نفوذ، تشکیل اندوده و سله‌های سطحی، رواناب و فرسایش خاک دارند، لذا پایداری خاکدانه ویژگی کلیدی و مهمی جهت تشریح، پیش‌بینی و کمی کردن این فرآیندهاست. سینگر و بیزونایس [۱۵] نیز به بررسی اثر اندوده‌ی سطحی بر فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک پرداختند. آن‌ها بیان کردند که تنوع گونه‌ای خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار بالاست، اما همه‌ی این خاک‌ها دارای ویژگی‌هایی مشترک هستند که آن‌ها را مستعد فرسایش آبی می‌کند. این ویژگی‌ها شامل ناچیزبودن ماده‌ی آلی خاک، ساختمان ضعیف و پایداری کم خاکدانه است.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر ویژگی‌های خاک از جمله پایداری خاکدانه بر تشکیل اندوده‌ی سطحی و اثرات آن بر میزان رواناب و فرسایش خاک بوده است.

[1]- Surface Seal

[2]- Mean Weight Diameter

[3]- Geometric Mean Diameter

www.SID.ir

Archive of SID

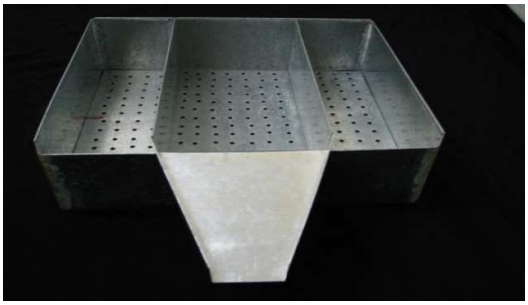
مواد و روش‌ها

بمنظور انتخاب نقاط نمونه‌برداری، از روش بازدید از محل و پیمایش صحرایی استفاده شد. مناطق مورد پیمایش شامل بخش‌هایی از اراضی استان‌های زنجان، قزوین و گیلان بود. انتخاب استان قزوین و زنجان، به دلیل شرایط اقلیمی (نیمه خشک) و احتمال زیاد بودن فرسایش در آن مناطق بوده است و با توجه به این که تشکیل اندوده‌ی سطحی به عنوان فرآیندی رایج در مناطق خشک و نیمه خشک شناخته شده است، تعداد ۱۴ نمونه از این مناطق برداشت شد. برای مقایسه‌ی بهتر، تعدادی نمونه‌ی خاک نیز از مناطق جنگلی استان گیلان که دارای خاکدانه‌های پایدار بودند، تهیه گردید. تعداد کل نمونه‌ها در مجموع ۱۸ نمونه خاک بود و نمونه‌برداری به صورت مرکب و از عمق ۲۰ – ۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل؛ جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه، بافت خاک به وسیله‌ی هیدرومتر، میزان ماده آلی به روش والکی بلک، ظرفیت تبادل کاتیونی[1] **(CEC)** به روش استات سدیم، درصد سدیم تبادلی[2] **(ESP)** با اندازه‌گیری سدیم تبادلی، هدایت الکتریکی (**EC**)[3] با EC سنج، **pH** در سوسپانسیون ۲:۱ خاک به محلول کلرید کلسیم، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک، توزیع اندازه‌ی خاکدانه با استفاده از روش الک تر، تعیین شدت فرسایش و بررسی میکرومرفولوژی اندوده‌ی سطحی بودند.

برای تعیین شدت فرسایش و تهیه‌ی نمونه از تشکیل اندوده‌ی سطحی از شبیه‌ساز باران استفاده گردید. برای شبیه‌سازی باران از مخزنی با مساحت ۳۰×۳۵ متصل به آب شهر استفاده شد. کف این مخزن به فاصله‌های ۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر مشبک گردید و روی هر یک از سوراخ‌های کف مخزن، سر سورنگ‌هایی با قطر قطره ۲/۶ میلی‌متر (سر سورنگ شماره‌ی ۲۲) تعبیه شد. بمنظور قرار دادن خاک در معرض بارندگی و اندازه‌گیری فرسایش و ایجاد اندوده‌ی سطحی از سینی پاشمان مخصوصی استفاده شد. سینی پاشمان مورد استفاده در این پژوهش (شکل ۱)، معروف به سینی میزرا و رز [۹] دارای سطح ۳۰×۳۵ سانتی‌متر مربع و عمق ۱۰ سانتی‌متری است و از سه بخش مجزا تشکیل شده است. اندازه‌گیری رواناب و رسوب از بخش بزرگ‌تر میانی (با مساحت ۱۵×۳۰ سانتی‌متر مربع) انجام می‌شود. بخش‌های کناری به عنوان گارد (بافر یا حامی) پاشمانی عمل می‌کنند. به این معنی که ذرات خاک نه تنها از بخش میانی به اطراف پرتاب می‌شوند بلکه از این دو بخش نیز به درون بخش میانی پرتاب خواهند شد. به عبارت دیگر تلفات خالص خاک به صورت پاشمان هوایی از بخش میانی که اندازه‌گیری رسوب از آن انجام می‌گیرد، کمینه است.

نمونه‌های خاک پس از اشباع شدن به مدت ۲۴ ساعت، به مدت ۳۰ دقیقه زیر بارش با میانگین شدت ۹۵ میلی‌متر در ساعت قرار گرفت و در بازه‌های زمانی ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و۱۰ دقیقه رواناب ایجاد شده، گردآوری شد. نمونه‌های تهیه شده پس از توزین به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شده و جرم رسوب خشک آن نیز تعیین و در نهایت شدت رواناب و غلظت رسوب محاسبه شد.



شکل ۱- سینی پاشمان مورد استفاده

بمنظور بررسی میکرومرفولوژی اندوده‌ی سطحی ایجاد شده در نمونه‌های خاک، از قالب‌های تعبیه شده در سینی پاشمان استفاده شد. در هر آزمایش و پیش از ریختن خاک در سینی، دو قالب فلزی (ورق آهن سفید) به ابعاد ۵×۵×۸ سانتی‌متر در بخش‌های کناری سینی قرار داده شد. پس از سپری شدن ۳۰ دقیقه بارش، قالب‌ها با احتیاط از سینی خارج شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس با استفاده از رزین پلی استر در شرایط خلاء تلقیح گردیدند. جهت تهیه‌ی مقطع نازک، برش‌های افقی و عمودی از هر نمونه تهیه گردید. مقاطع نازک تهیه شده در زیر میکروسکوپ پولاریزان مورد بررسی قرار گرفته و از آن عکس‌برداری شد. برای تعیین درصد تخلخل اندوده‌ی سطحی و توده‌ی خاک از نرم افزار Image tool استفاده گردید.

[1]- Cation Exchange Capacity
[2]- Exchangeable Sodium Percentage
[3]- Electrical Conductivity

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت تا اثرات هر یک از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بر تشکیل اندوده‌ی سطحی، فرسایش خاک و میزان رواناب و همچنین، غلظت رسوب مشخص شود.

نتایج و بحث

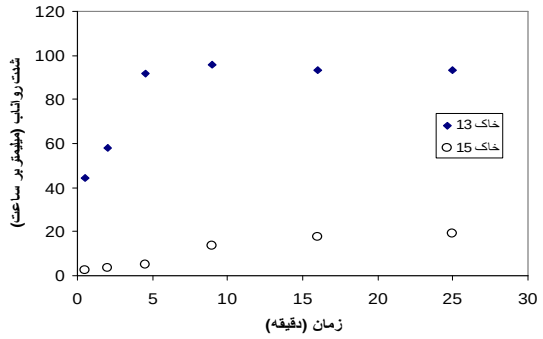
دامنه‌ی تغییرات برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مورد استفاده در جدول (۱) ارایه شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، خاک‌های مورد استفاده از نظر بافت، ماده‌ی آلی، پایداری خاکدانه و سایر ویژگی‌ها کاملاً متفاوتند.

جدول ۱- دامنه‌ی تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مورد استفاده

ویژگی	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
رس (٪)	۱۹	۴۸	۳۲/۵	۹/۲۸
سیلت (٪)	۲۲	۶۴	۴۲/۱	۱۰/۶۳
شن (٪)	۸	۵۶	۲۵/۴	۱۴/۷۷
میانگین هندسی قطر (mm)	۰/۳۵	۱/۵۲	۰/۷۳	۰/۳۵
جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۲۴	۱/۶۵	۱/۴۷	۰/۱۱
واکنش خاک (pH)	۳/۸۲	۸/۰۰	۷/۰۱	۰/۹۹
هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع ($dS\ m^{-1}$)	۰/۱۲	۵/۳۵	۰/۶۰	۱/۲۵
ماده‌ی آلی (٪)	۰/۲۶	۵/۲۶	۱/۷۳	۱/۷۴
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol^{+}\ kg^{-1}$)	۲۲/۸	۴۹/۰	۳۶/۲۶	۷/۹۷
درصد سدیم تبادلی	۷/۳	۴۹/۲	۱۴/۲	۹/۸۶
کربنات کلسیم معادل (٪)	۲/۰	۲۴/۰	۱۱/۶	۷/۴۱

تغییرات شدت رواناب و غلظت رسوب با زمان

بر اساس آزمایش‌های انجام شده، شدت رواناب با گذشت زمان ابتدا افزایش یافته و سپس به حالت تقریباً ثابت و پایدار می‌رسد (شکل ۲). در ابتدای آزمایش، شدت رواناب کم است زیرا خاک نفوذپذیری خوبی دارد. بنابراین، بخش زیادی از آب باران رسیده به سطح، در خاک نفوذ می‌کند. با گذشت زمان و ادامه‌ی بارش، بر اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک و تخریب خاکدانه‌ها، اندوده‌ی تشکیل شده در سطح خاک مانع از نفوذ آب گردیده و میزان رواناب ایجاد شده افزایش می‌یابد [۱ و ۱۰]. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در خاک‌های با ساختمان مستحکم (خاک شماره‌ی ۱۵) و دارای خاکدانه‌هایی با پایداری بالا، شدت رواناب بسیار کم‌تر از خاک‌های بدون خاکدانه (خاک ۱۳) است زیرا خاکدانه‌ها مقاومت خوبی در برابر برخورد قطرات باران از خود نشان می‌دهند و کاهش چندانی در نفوذپذیری خاک دیده نمی‌شود، اما در خاک شماره‌ی ۱۳ که خاکی شور و سدیمی با خاکدانه‌های ناپایدار است، شدت رواناب به سرعت افزایش یافته و تقریباً با شدت بارندگی برابر می‌شود.



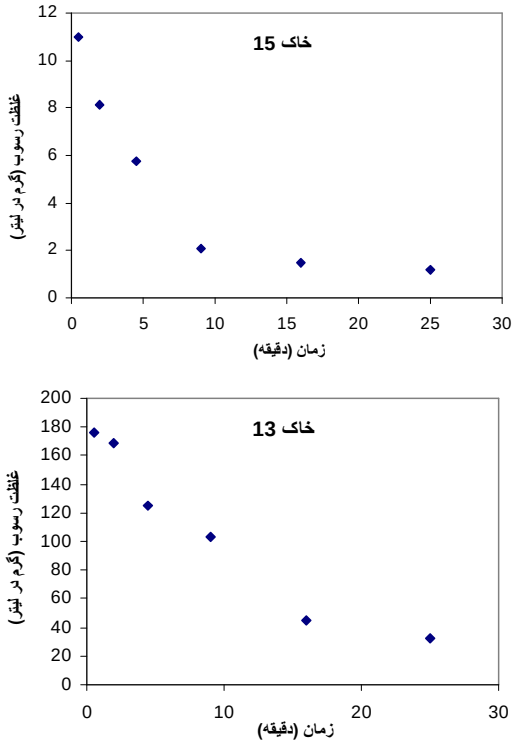
شکل ۲- تغییرات شدت رواناب برای دو خاک با کمینه (خاک ۱۳) و بیشینه‌ی (خاک ۱۵) پایداری خاکدانه

در زمان‌های اولیه شروع رواناب (دقایق اولیه)، غلظت رسوب بیشینه بوده و با گذشت زمان به سرعت کاهش یافته تا به یک حالت تقریباً ثابت می‌رسد (شکل ۳). این روند تغییر غلظت رسوب با زمان در مطالعات زیادی مشاهده شده است [۶]. بنظر می‌رسد مهم‌ترین عامل در ایجاد نقطه‌ی اوج اولیه‌ی تلفات خاک، وجود مقداری ذرات ریز مجزا (آزاد) در سطح خاک است که با شروع رواناب به یکباره شسته می‌شوند. این ذرات در مطالعات آزمایشگاهی معمولا طی مراحل نمونه‌برداری، الک کردن و آماده‌کردن نمونه‌ها به وجود می‌آیند. در شرایط طبیعی نیز عملیات زراعی بویژه شخم، دوره‌های متوالی خشک و مرطوب شدن، یخ بستن و ذوب شدن و تغییرات دمایی به احتمال زیاد، در ایجاد این ذرات نقش دارند. خاک ۱۵ خاکی دارای ۵/۲۶٪ ماده‌ی آلی، بالاترین میزان GMD برابر با ۱/۵۲ میلی‌متر و کم‌ترین مقدار ESP، یعنی برابر با ۷/۳٪ می‌باشد و همان گونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، غلظت رسوب در این خاک نسبت به غلظت رسوب در خاک شماره‌ی ۱۳ که دارای کمترین میزان GMD

www.SID.ir

Archive of SID

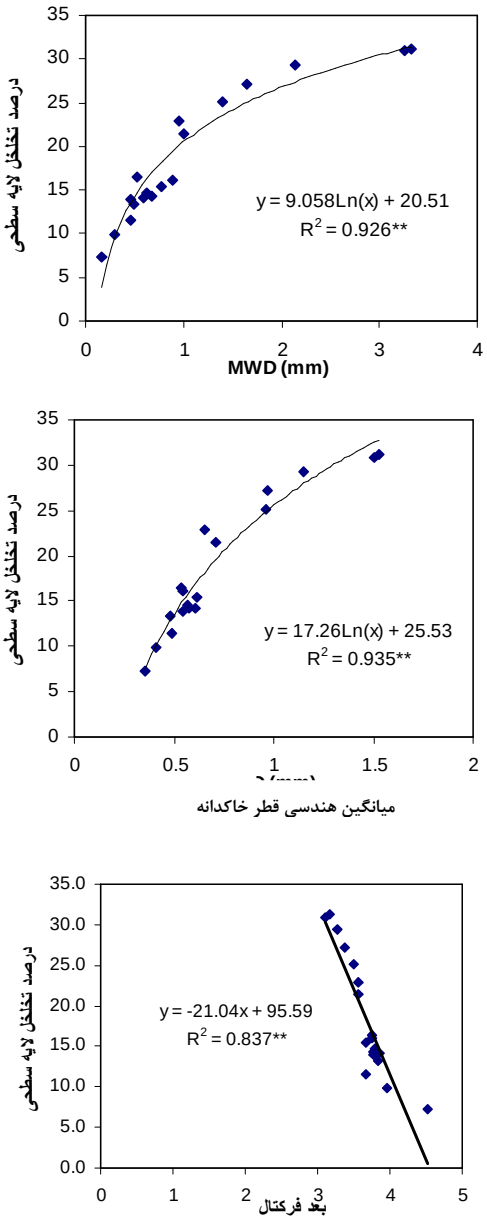
می‌باشد، بسیار ناچیز بوده و غلظت رسوب در محدوده‌ی زمانی کوتاه‌تری نسبت به خاک شماره‌ی ۱۳ به حالت پایدار می‌رسد.



شکل ۳- تغییرات غلظت رسوب با زمان برای دو خاک با بیشینه (خاک ۱۵) و کمینه (خاک ۱۳) پایداری خاکدانه

رابطه‌ی درصد تخلخل اندوده و نمایه‌های پایداری خاکدانه

بمنظور کمی کردن شدت تشکیل اندوده‌ی سطحی، از شاخص درصد تخلخل این لایه استفاده شد. در شکل ۴، رابطه‌ی بین این شاخص با نمایه‌های پایداری خاکدانه نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، همبستگی بالایی بین اندوده‌ی سطحی که به صورت درصد تخلخل لایه سطحی بیان شده است و نمایه‌های پایداری خاکدانه، وجود دارد. با افزایش پایداری خاکدانه درصد تخلخل لایه‌ی سطحی به صورت نمایی افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، با افزایش پایداری ساختمان خاک از تشکیل اندوده‌ی سطحی کاسته می‌شود. نتایج مشابه به وسیله‌ی مرموت و همکاران [۱۰] گزارش شده است. هر چه از مقدار MWD وGMD کاسته و یا بر مقدار بعد فرکتال افزوده شود، مقاومت خاکدانه‌ها در برابر برخورد قطرات باران کم‌تر شده و به راحتی متلاشی می‌شوند و به صورت ذرات و خاکدانه‌های کوچک قابل‌حمل در می‌آیند. بخشی از این ذرات و خاکدانه‌های کوچک همراه با آب باران در خاک نفوذ می‌کند و منجر به تشکیل اندوده‌ی سطحی می‌شوند.



شکل ۴- رابطه‌ی درصد تخلخل لایه‌ی سطحی و نمایه‌های پایداری خاکدانه

رابطه‌ی رواناب و فرسایش با ویژگی‌های خاک

رابطه‌ی بین شدت رواناب و میزان فرسایش با ویژگی‌های خاک از جمله پایداری خاکدانه، از راه تحلیل رگرسیون ساده و

www.SID.ir

Archive of SID

چند متغیره مورد بررسی قرار گرفت. در جدول‌های (۲) و (۳) به ترتیب نتایج تحلیل رگرسیون چند متغییره بین شدت فرسایش و رواناب با ویژگی‌های خاک ارایه شده است.

جدول ۲- رابطه‌ی شدت فرسایش با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	F value	Pr>f
عرض از مبدأ	۳۲/۹۶	۱۱/۷۴	۷/۸۶	۰/۰۱۴۱
درصد سیلت	-۰/۳۸	۰/۱۸۸	۴/۱۱	۰/۰۶۲۱
ESP	۱/۸۲	۰/۲۱۲	۷۳/۵۰	<۰/۰۰۰۱
درصد تخلخل اندوده	۱/۰۹۸	۰/۲۹۲	۱۴/۱۵	۰/۰۰۲۱

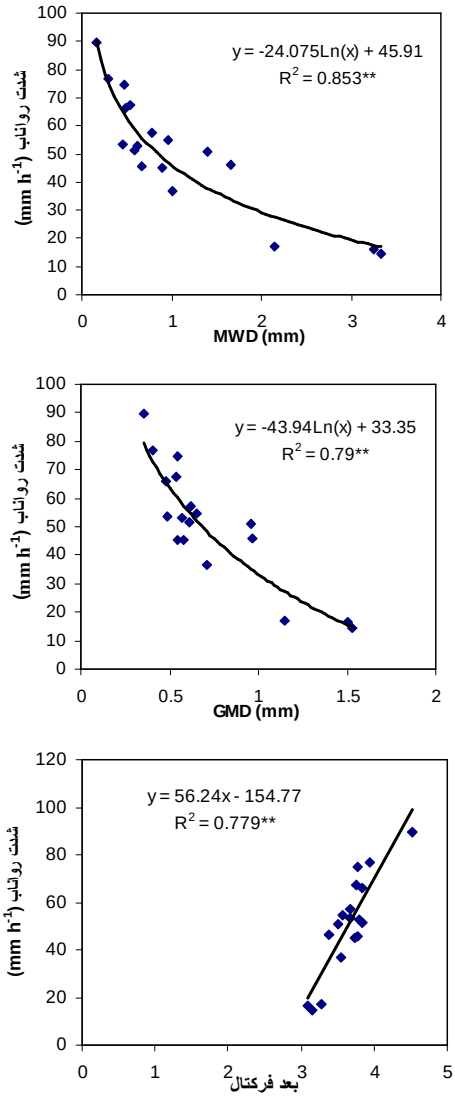
همان گونه که در جدول (۲) دیده می‌شود، ESP و درصد تخلخل اندوده سطحی از عامل‌های مؤثر بر شدت فرسایش تشخیص داده شده‌اند. از آن جا که خاک‌های سدیمی دارای پایداری ساختمانی کمی هستند، ساختمان خاک در هنگام خیس‌شدن به وسیله‌ی آب باران یا آبیاری تخریب شده و پس از خشک شدن خاک، باعث ایجاد اندوده در خاک می‌گردد [۷] و تشکیل اندوده باعث کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش رواناب می‌گردد.

جدول ۳- رابطه‌ی شدت رواناب با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	F value	Pr>f
عرض از مبدأ	۵۴/۶۴	۴/۲۶۵	۱۶۴/۱۹	<۰/۰۰۰۱
درصد ماده آلی	-۸/۶۱	۱/۰۹۲۵	۶۲/۰۹	<۰/۰۰۰۱
ESP	۰/۷۹	۰/۱۹۲۵	۱۶/۷۴	۰/۰۰۱۰

بر اساس جدول (۳)، عامل‌های مؤثر بر شدت رواناب عبارت از درصد ماده‌ی آلی خاک و ESP می‌باشند. همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، ماده‌ی آلی تاثیر منفی بر شدت رواناب داشته و هرچه بر میزان ماده‌ی آلی خاک افزوده شود، خاک ساختمانی مستحکم‌تر داشته و بر اثر برخورد قطرات باران، خاکدانه تخریب نمی‌شود، نفوذپذیری بالاتر بوده و از شدت رواناب کاسته می‌شود. از آن جا که سدیم عامل دیسپرس کننده‌ی قوی است، مستقیماً باعث تخریب خاکدانه‌ها، مهاجرت رس‌ها، افزایش شدت رواناب و فرسایش می‌شود.

در شکل‌های (۵) و(۶) رابطه‌ی بین شدت رواناب و شدت فرسایش با نمایه‌های پایداری خاکدانه ارایه شده است. با توجه به شکل (۵) ، با افزایش MWD و GMD و یا کاهش بعد فرکتال، از شدت رواناب به سرعت کاسته می‌شود. از میان نمایه‌های پایداری خاکدانه، بیشترین ضریب همبستگی متعلق به MWD است.

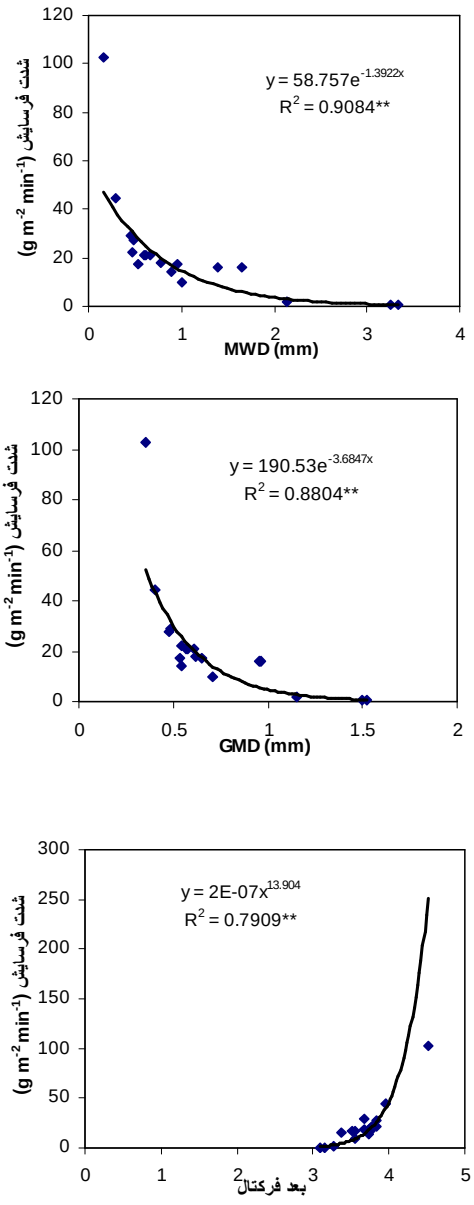


شکل ۵- رابطه‌ی شدت رواناب و نمایه‌های پایداری خاکدانه

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به شکل(۶)، با افزایش MWD وGMD که نشان‌دهنده‌ی افزایش پایداری خاکدانه است، شدت فرسایش به گونه‌ی نمایی کاهش می‌یابد. در مقابل، با افزایش بعد فرکتال که بیانگر کاهش اندازه و پایداری خاکدانه است، شدت فرسایش افزایش می‌یابد. از میان نمایه‌های پایداری خاکدانه بعد فرکتال همبستگی بالاتری با شدت فرسایش دارد.



شکل ۶- رابطه‌ی شدت فرسایش و نمایه‌های پایداری خاکدانه

افزون بر نمایه‌های پایداری خاکدانه، رابطه‌ی بین شدت رواناب و فرسایش با درصد خاکدانه‌های پایدار بزرگ‌تر از ۰/۱۲۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌متر نیز بررسی شد. هر چند در همه‌ی موارد، همبستگی نسبتاً خوبی (ضریب هبستگی برای شدت رواناب بین ۷۱ تا ۷۳ درصد و برای شدت فرسایش بین ۷۶ تا ۸۵ درصد) وجود داشت، اما در هیچ یک از موارد همبستگی بین شدت رواناب یا فرسایش با درصد خاکدانه‌های پایدار (۰/۱۲۵، ۰/۲۵ یا ۰/۵ میلی‌متر) بیش‌تر از همبستگی بین شدت رواناب یا فرسایش با نمایه‌های پایداری نبود.

کانتون و همکاران [۸] نشان دادند که پایداری خاکدانه‌ها در سطح خاک شاخصی ارزشمند برای بررسی رواناب و فرسایش بین شیاری است. یان و همکاران [۱۷] نیز با استفاده از شاخص پایداری خاکدانه، معادله‌ای جهت برآورد فرسایش بین‌شیاری در خاک‌های التی سول نواحی نیمه‌گرمسیری چین ارایه دادند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش بمنظور بررسی رابطه‌ی پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده‌ی سطحی و اثر آن بر رواناب و فرسایش ناشی از بارندگی انجام گردید. تشکیل اندوده‌ی سطحی با استفاده از مطالعات میکرومرفولوژی بررسی شد. نتایج نشان داد که پایداری خاکدانه اثر معنی‌داری بر شدت رواناب و فرسایش و تغییرات زمانی آن دارد. همبستگی بالایی بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده وجود دارد. در مجموع از بین نمایه‌های پایداری خاکدانه، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها همبستگی بالاتری با شدت رواناب و فرسایش داشت. همچنین، رابطه‌ای معنی‌دار بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده‌ی سطحی مشاهده شد. بررسی رابطه‌ی بین شدت رواناب و میزان فرسایش با ویژگی‌های خاک نیز نشان داد که میزان سیلت، درصد سدیم تبادلی و میزان ماده‌ی آلی از جمله ویژگی‌های مهم و اثر گذار خاک بر شدت رواناب و فرسایش هستند.

منابع

۱- اسدی، ح.، محمودی، ش. و حیدری، ا. ۱۳۸۶. اثر تشکیل اندوده سطحی بر دینامیک فرسایش ورقه‌ای. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج ۴-۶ شهریور، ص ۱۱۴۸ تا ۱۱۴۹.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- بای بوردی، م. ۱۳۸۲. فیزیک خاک. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ صفحه.

۳- رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ صفحه.

۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۳ . فیزیک خاک. انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۴۰ صفحه.

۵- قدیمی عروس محله، ف. ۱۳۷۷. بررسی رابطه بین اشکال فرسایش با خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مارن‌ها. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰-۴۱-۴۲. ص ۹۵-۹۹.

6- Asadi, H., Ghadiri, H., Rose, C.W. and Rouhipour, H. 2007. Interrill soil erosion processes and their interaction in low slopes. Earth Surface Processes and Landform, 32(5): 711-724.

7- Bryan, R. B. 2000. Soil erodibility and processes of water erosion on hillslope. Geomorphology 32: 385-415.

8- Canton, Y., Sole-Benet, A., Asensio, C., Chamizo, S. and Puigdefabregas, J. 2009. Aggregate stability in range sandy loam soils relationship with runoff and erosion. Catena, 77: 192-199.

9- Dargan, K.S., Gual, B.L., Abrol, I.P. and Bhumbla, D.R. 1976. Effect of gypsum, farmyard manure and zinc on yield of berseam, paddy and maize in a highly sodic soil. J. Agric. Sci. 46: 535-541.

10- Mermut, A.R., Luk, S.H., Romkens, M.J.M. and Poesen, J.W.A. 1995. Micromorphological and mineralogical components of surface sealing in loess soils from different geographic regions. Geoderma, 66: 71-84.

11- Misra, R.K. and Rose, C.W. 1989. Manual for use of programs GUEST. Division of Australian Environmental Studies Report, Griffith University, Brisbane, Australia.

12- Pagliai, M. and Vignozzi, N. 1998. Use of manure for soil improvement, In: Wallace, A., Terry, R.E. (Eds.), Handbook of Soil Conditions, Substances that enhance the Physical Properties of Soil. Marcel Dekker, Inc., New York.

13- Pires, L.F., de Macedob, J.R., de Souzac, M.D., Bacchia, O.O.S. and Reichardt, K. 2002. Gamma-ray computed tomography to characterize soil surface sealing. Applied Radiation and Isotopes, 57: 375–380.

14- Ries, J.B. and Hirt, U. 2008. Permanence of soil surface crusts on abandoned farmland in the Central Ebro Basin/Spain. Catena, 72: 282–296.

15- Singer, M.J. and Bissonnais, Y.L. 1998. Importance of surface sealing in the erosion of some soil from a Mediterranean climate. Geomorphology, 24: 79-85.

16- Topp, G.C., Reynolds, W.D., Cook, F.J., Kirby, J.M. and Carter, M.R. 1997. Physical attributes of soil quality, In: Gregorich, E.G., and Carter, M.R., (eds,), Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health, pp. 21-58, Elsevier Science Amesterdam, The Netherlands.

17- Yan, F.L., Shi, Z.H., Li, Z.X. and Cia, C.F. 2008. Estimating interrill soil erosion from aggregate stability of Ultisols in subtropical China. Soil & Tillage Research, 100: 34-41.

www.SID.ir