

بررسی پایداری خاکدانه‌ها و پتانسیل فرسایش خاک در خاک‌های لومی و لوم رسی شنی: مطالعه موردی دشت لامرد-استان فارس

*حسین کریمی^۱، مجید صوفی^۲، غلامحسین حق‌نیا^۳ و رضا خراسانی^۴

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ ^۲استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس،

^۳استاد گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد؛ ^۴مربی، گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۲/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۸

چکیده

فرسایش آبی یکی از فرآیندهای کلیدی در بوم‌سازهای نیمه خشک و خشک ایران است. با افزایش فعالیت‌های عمرانی و تخریب منابع طبیعی به‌نظر می‌رسد فرسایش خاک ناشی از تمرکز رواناب سطحی در حال افزایش است. این تحقیق در مناطق دارای فرسایش آبکندی صورت گرفته است. نمونه‌برداری خاک از آبکندهای معرف (سر و بدنه آبکند) و نقاط شاهد (بدون فرسایش) با سه تکرار و دو عمق در دشت فرودگاه و چاهو در حوضه آبخیز لامرد در جنوب استان فارس صورت پذیرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌ها اندازه‌گیری و از میانگین وزنی قطر (MWD) به‌عنوان شاخصی جهت نشان دادن حساسیت خاک‌ها به فرسایش استفاده گردید. همچنین جهت تعیین عوامل مؤثر در پایداری از رگرسیون خطی چند متغیره به روش گام‌به‌گام استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که MWD در دشت فرودگاه لامرد بسیار کم و پایداری خاکدانه‌ها دارای محدودیت بسیار شدید می‌باشد. این عدم پایداری به دلیل نسبت جذب سدیم بالا و فقیر بودن خاک‌ها از ماده آلی می‌باشد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین پایداری خاکدانه‌ها در لایه سطحی و زیرسطحی مشاهده نگردید. در این منطقه ارتباط مثبت و معنی‌داری بین میانگین وزنی قطر و نسبت $\frac{Silt}{Clay + Sand}$ به دست آمد و این نشان‌دهنده تأثیر برجسته سدیم در تبدیل نقش مثبت رس به نقش منفی در پایداری خاکدانه‌ها در این منطقه می‌باشد. در منطقه چاهو نیز پایداری خاکدانه‌ها دارای محدودیت شدید و بسیار شدید می‌باشد. پایداری خاکدانه‌ها در لایه سطحی به‌صورت معنی‌داری از لایه زیر سطحی بیشتر می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با فرسایش لایه سطحی خطر فرسایش دو چندان می‌شود. در چاهو بین میانگین وزنی قطر و ماده آلی رابطه مثبت و معنی‌داری حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه، فرسایش خاک، فرسایش آبکندی.

مقدمه

فرسایش آبی یکی از فرآیندهای کلیدی در بوم‌سازهای نیمه‌خشک و خشک ایران است. به‌منظور شناخت بیشتر فرآیندهای در حال عمل به‌نظر می‌رسد بایستی عوامل مؤثر در خاک مناطق تحت فرسایش آبی حاصل از جریان تمرکز یافته مورد بررسی قرار گیرد. یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک، پایداری خاکدانه‌ها و عوامل مؤثر در تغییر آن است. در صورت تعیین عوامل مؤثر در پایداری خاکدانه‌ها می‌توان نسبت به رفع محدودیت‌های موجود در این زمینه اقدام نمود.

بنا به نظر کامرات و ایمسون (۱۹۹۸) شاخص پایداری برای توصیف حساسیت خاک‌ها به فرسایش آبی بسیار حائز اهمیت است. سیکس و همکاران (۲۰۰۰) عدم پایداری خاکدانه‌ها را عامل افزایش حساسیت خاک‌ها به فرسایش آبی معرفی می‌کنند. پراکنندگی خاکدانه‌ها منجر به ایجاد سله در سطح خاک گشته و این امر موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش روان آب می‌گردد (آنجر و همکاران، ۱۹۹۰) که در نهایت موجب بالا رفتن پتانسیل فرسایش می‌شود. به عقیده تاپ و همکاران (۱۹۹۷) خاک‌هایی که دارای خاکدانه‌های قوی بوده و سهم خاکدانه‌های درشت در آنها زیاد است، خاک‌های پایدار می‌باشند. لال سطوح بحرانی پایداری خاک را بر اساس میانگین وزنی قطر به‌صورت زیر تقسیم‌بندی می‌کند (حاج عباسی، ۱۹۹۹).

گرینلند و همکاران (۱۹۷۵) دریافته‌اند که برای جلوگیری از پخشیدگی خاک‌ها، آستانه مقدار ماده آلی حدی معادل دو درصد است. در صورتی که کاندیا

(۱۹۷۶) مقدار بهینه ماده آلی جهت ایجاد خاکدانه پایدار را چهار درصد وزنی معرفی می‌کند. امباگو (۱۹۸۹) با مطالعه پراکنش وسیعی از خاک‌ها به لحاظ بافت، دریافت که پایداری خاکدانه‌ها در بافت‌های متفاوت به‌ترتیب رسی < لوم رسی < لوم < لوم شنی کاهش می‌یابد.

مطالعات کمپر و کوچ (۱۹۶۶) نشان داد که رس زمانی پایداری را افزایش می‌دهد که میزان سدیم در خاک کم باشد و در حضور سدیم زیاد تأثیر منفی بر پایداری دارد. در برخی از تحقیقات ارتباطی منفی بین رس و پایداری خاکدانه‌ها مشاهده شده است (امباگو و بازوفی، ۱۹۹۸؛ واستامیدین و داگلاس، ۱۹۸۵).

مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش SAR، غلظت بحرانی انعقاد^۱ (CCC) افزایش می‌یابد. یعنی با افزایش نسبت جذب سدیم، غلظت الکترولیت (EC) مورد نیاز جهت انعقاد یا همآوری رس‌ها زیادتر می‌گردد (ابوشرار و همکاران، ۱۹۸۷). در این خاک‌ها پس از آبیاری و بارندگی غلظت الکترولیت از حد بحرانی کمتر شده و مرحله اول خاکدانه‌سازی یعنی کنار هم قرار گرفتن رس‌ها و تشکیل دومین^۲ با مشکل مواجه خواهد شد و پراکنندگی رس‌ها را موجب می‌شود.

با توجه به وجود فرسایش آبکندی در سطح وسیعی از منطقه لامرد در جنوب استان فارس در این تحقیق ابتدا میزان پایداری خاکدانه‌ها و حساسیت این خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفته سپس مشخص خواهد گردید که آیا تفاوتی در پایداری خاکدانه‌ها در مناطق فرسایشی و نقاط بدون فرسایش وجود دارد یا خیر و در پایان عوامل مؤثر در پایداری مورد بحث قرار خواهد گرفت.

جدول ۱- سطوح بحرانی پایداری خاک بر اساس میانگین وزنی قطر

محدودیت	بسیار شدید	شدید	متوسط	کم	هیچ
¹ MWD (mm)	>۰/۵	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۲/۵	< ۲/۵

1-Mean Weight Diameter

مواد و روش‌ها

این تحقیق در حوضه آبخیز لامرد در ۴۰ کیلومتری شمال خلیج فارس واقع در محدوده طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی صورت گرفته است. دشت لامرد به صورت یک دشت دامنه‌ای حاصل از رسوبات آبرفتی دوران چهارم زمین شناسی با جهت شمال غرب- جنوب شرق در بین دو رشته طاقدیس واقع شده است. اقلیم این منطقه با استفاده از روش دومارتن به صورت خشک بیابانی معرفی شده است و شیب غالب منطقه ۰/۲ درصد می‌باشد. با توجه به اصول مندرج در طبقه‌بندی خاک، خاک منطقه

فرودگاه در سطح فامیل Fine-loamy, Carbonatic, Hyperthermic, Typic Haplosalids و منطقه چاهو Fine-loamy, Carbonatic, Hyperthermic, Typic Torriorthents تشخیص داده شده است (صوفی، ۲۰۰۳). لازم به ذکر است که نقاط بدون فرسایش نیز در هر منطقه طبقه‌بندی ذکر شده را دارا می‌باشند.

اشکال عمده فرسایش در حوزه آبخیز لامرد شامل آبکند و شیار می‌باشند. آبکندهای این منطقه از نوع فعال بوده و دارای متوسط عمق ۲ متر و عرض متوسط ۱/۵ متر می‌باشند (شکل ۱). همچنین دارای مقاطع عرضی به شکل U می‌باشند (صوفی ۲۰۰۳).

به منظور تعیین پایداری خاکدانه‌ها و عوامل مؤثر بر آنها سعی گردید در دو منطقه دشت فرودگاه (لامرد) و چاهو (در محدوده شهر مهر) از مناطق دارای فرسایش آبکندی و بدون فرسایش نمونه‌برداری صورت گیرد. نمونه‌برداری خاک از آبکندهای معرف صورت گرفت. آبکندی معرف است که ویژگی‌های مورفولوژیک و ادافیکی مشابهی با اکثر آبکندهای موجود در منطقه تحقیقاتی را دارا باشد. نمونه‌برداری از سر و بدنه آبکند معرف در دو عمق ۰-۳۰

و ۸۰-۳۰ سانتی‌متر انجام شد. از پنجه‌های این آبکند به عنوان تکرارهای آزمایش نمونه‌برداری شد (سه تکرار). علاوه بر این در همان محدوده (شعاع ۲۰۰ متر)، نیم‌رخ‌هایی به عنوان شاهد در مناطق فاقد فرسایش حفر گردید این نقاط از نظر نوع خاک، فیزیوگرافی و کاربری با مناطق فرسایشی یکسان بوده و فاقد اشکال فرسایشی موجود در منطقه می‌باشند. نمونه‌برداری نیز از دو عمق ذکر شده صورت پذیرفت.

تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی خاک: پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها از قبیل کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، بافت خاک و درصد هریک از اجزا بافت به روش هیدرومتری، اسیدیته خاک‌ها (پ‌هاش)، قابلیت هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم محلول و مقادیر سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری و نسبت جذب سدیم (SAR) محاسبه گردید.

تعیین میانگین وزنی قطر (MWD)، درصد MWD و توزیع اندازه خاکدانه‌ها: جهت تعیین میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها، از روش کمپر و رزینو (۱۹۸۶) استفاده شد. در این روش ابتدا ۱۰۰ گرم از خاکدانه‌های با قطر ۲ تا ۴ میلی‌متر توزین شد. اندازه سری الکل‌های مورد استفاده ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر بود و مجموعه الکل‌ها در نوسان عمودی ۱/۵ اینچی و با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر حرکت داده شد (روش الک کردن در آب)، سپس مقدار ذرات باقی مانده روی هر الک پس از خشک کردن در آون (با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، توزین گردید. در مرحله بعد جهت حذف خطای حاصل از اندازه‌گیری شن بجای خاکدانه تصحیح شن به روش کمپر و رزینو (۱۹۸۶) صورت گرفت. میانگین وزنی قطر از معادله (۱) به دست آمد

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{X}W_i \quad (1)$$

فاکتور فرعی (عمق نمونه برداری) با دو سطح افق سطحی و افق زیرسطحی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد بوسیله آزمون دانکن انجام پذیرفت. جهت تعیین عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه‌های بزرگ، از رگرسیون خطی چند متغیره به روش گام به گام و از نرم افزارهای رایانه‌ای Excel و SPSS استفاده گردید.



\bar{X} میانگین قطر خاکدانه‌های باقی مانده بر روی الک و W_i نسبت وزن خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و n تعداد الک‌ها می‌باشند. همچنین درصد MWD و درصد توزیع اندازه خاکدانه‌ها محاسبه گردید. نتایج حاصله از اندازه‌گیری MWD به صورت فاکتوریل 3×2 با فاکتور اصلی محل‌های متفاوت نمونه برداری، در سه سطح (سر آبکند، بدنه آبکند و نقاط بدون فرسایش) و



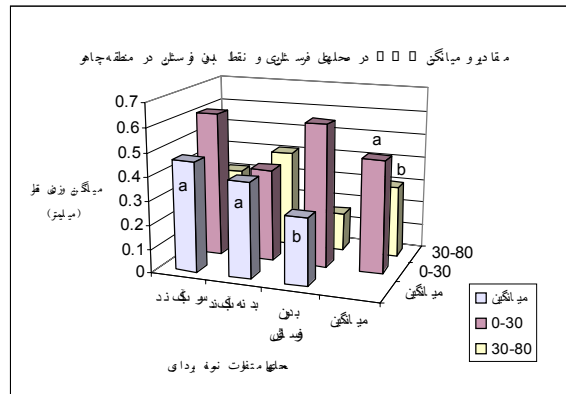
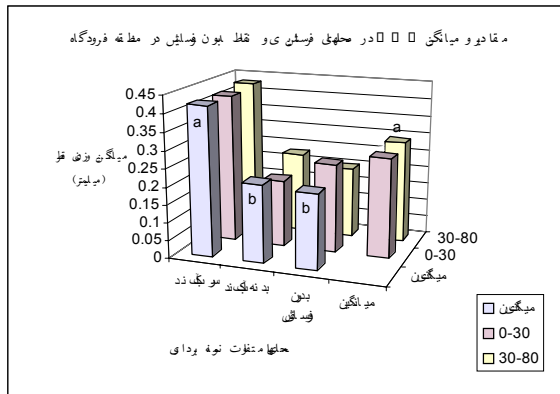
شکل ۱- نمایی از فرسایش آبکندی در منطقه چاهو (الف) و فرودگاه (ب).

کاهش MWD در لایه سطحی نقاط فرسایشی در دشت فرودگاه لامرد (شکل ۲)، تفاوت معنی‌داری بین پایداری خاکدانه‌ها در عمق ۰-۳۰ و ۸۰-۳۰ در سطح ۰/۰۵ مشاهده نمی‌شود. علاوه بر این پایداری خاکدانه‌ها در سر آبکند به صورت معنی‌داری نسبت به بدنه آبکند و نقاط بدون فرسایش بیشتر می‌باشد (جدول ۲).

بافت غالب خاک در دشت فرودگاه لوم رسی شنی می‌باشد. با حرکت به سمت بالا دست آبخیز (چاهو) از میزان رس کاسته شده به طوری که بافت غالب خاک منطقه چاهو لوم است. جدول ۳ خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های منطقه لامرد را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که تفاوت چندانی در درصد ماده آلی در نقاط فرسایشی منطقه فرودگاه با عمق وجود ندارد ولی در مناطق بدون فرسایش درصد ماده آلی در افق سطحی بیشتر از افق زیر سطحی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها در دشت فرودگاه لامرد بین ۰/۱۹ تا ۰/۴۴ میلی‌متر تغییر می‌کند. مقایسه ارقام به دست آمده با طبقه‌بندی لال (حاج‌عباسی، ۱۹۹۹) بیانگر محدودیت بسیار شدید در پایداری خاکدانه‌ها در دشت فرودگاه لامرد است. همین نتایج نشان می‌دهند که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در منطقه چاهو بین ۰/۳۱ تا ۰/۶۱ میلی‌متر متغیر بوده و گرچه از میانگین وزنی قطر دشت فرودگاه مقداری بیشتر است اما این خاکدانه‌ها نیز دارای محدودیت بسیار شدید و شدید می‌باشند. شکل ۲ تغییرات MWD در دشت فرودگاه لامرد و روستای چاهو را نشان می‌دهد. جدول ۲ مقایسه میانگین‌های MWD برحسب میلی‌متر را در محل‌های متفاوت نمونه برداری شده (سر آبکند، بدنه آبکند و نقاط بدون فرسایش) و عمق‌های مختلف در دشت لامرد نشان می‌دهد. با وجود



شکل ۲- مقادیر MWD در محل‌های فرسایشی و نقاط بدون فرسایش، الف) منطقه فرودگاه ب) منطقه چاهو

فرودگاه بیشتر است. در منطقه فرودگاه ماده آلی کمتر از ۰/۵ درصد و محدوده SAR بین ۶/۲۳ تا ۸۴/۲۵ قرار دارد (جدول ۳). به دلیل وجود یون سدیم زیاد خاک‌ها در مراحل اولیه تشکیل خاکدانه یعنی انعقاد رس‌ها با مشکل مواجه می‌شوند.

مطالعات زیادی نشان داده که با افزایش SAR، آستانه غلظت الکترولیت (EC) لازم جهت انعقاد رس‌ها بالا می‌رود (ابوشرار و همکاران، ۱۹۸۷؛ لبرون و همکاران، ۲۰۰۲). در زمان بارندگی یا آبیاری در این نوع خاک‌ها به دلیل افت شدید غلظت الکترولیت، رس‌ها با سرعت زیادی پراکنده شده و به دنبال آن تخریب خاکدانه‌ها صورت می‌گیرد.

در چاهو نیز درصد ماده آلی با افزایش عمق کاهش می‌یابد. در هر دو منطقه مقادیر نسبت جذب سدیم در مناطق فرسایشی با افزایش عمق زیاد می‌شود ولی در مناطق بدون فرسایش برعکس است. با توجه به اینکه هدایت الکتریکی خاک‌های دشت فرودگاه از ۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر بوده و نسبت جذب سدیم نیز در این خاک‌ها بیشتر از ۱۳ می‌باشد، خاک‌های این منطقه جزء خاک‌های شور و سدیمی طبقه بندی می‌گردند، در صورتی که خاک‌های منطقه چاهو جزء خاک‌های شور می‌باشند (افیونی و همکاران، ۱۹۹۷). جدول ۴ نشان می‌دهد که مقدار SAR در دشت چاهو به صورت معنی‌داری نسبت به دشت فرودگاه کاهش می‌یابد و ماده آلی نیز در دشت چاهو به صورت معنی‌داری از دشت

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های MWD بر حسب میلی‌متر در محل‌های متفاوت نمونه‌برداری و عمق‌های متفاوت.

میانگین	محل نمونه‌برداری			منطقه	عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)
	بدون فرسایش	بدنه آبکند	سر آبکند		
۰/۲۸ ^a	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۴۲	فرودگاه	۰-۳۰
۰/۲۹ ^a	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۴۳		
۰/۴۷ ^a	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۶۱		
۰/۳۰ ^b	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۳۱	چاهو	۳۰-۸۰
	۰/۲۱ ^b	۰/۲۲ ^b	۰/۴۲ ^a		
	۰/۲۸ ^b	۰/۴۰ ^a	۰/۴۶ ^a		

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، MWD در دشت فرودگاه لامرد ارتباط مثبت و معنی‌داری با نسبت $\frac{Silt}{Clay + Sand}$ دارد. این معادله می‌تواند بیانگر نقش سدیم در پراکنش رس‌ها و جلوگیری از ایجاد خاکدانه‌های پایدار در آب باشد. محققین دیگری نیز ارتباط منفی بین رس و پایداری خاکدانه‌ها را نشان داده‌اند (امباگو و بازوفی، ۱۹۹۸؛ بروس‌اکین و لال، ۱۹۷۵). در مرحله بعد درصد توزیع اندازه خاکدانه‌ها محاسبه و ارتباط عوامل مستقل فوق با هر یک از اندازه خاکدانه‌ها در کل عمق خاک (منطقه فرودگاه) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که این نسبت با درصد خاکدانه‌های ۲-۴ و ۱-۲ میلی‌متر رابطه معنی‌دار نشان می‌دهد و از این طریق می‌تواند موجب تأثیر در MWD گردد. این موضوع در معادلات جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به مطالب فوق وجود کاتیون غالب سدیم و در نتیجه نسبت جذب سدیم بالا مهمترین عامل در عدم

پایداری خاکدانه‌ها در این منطقه می‌باشد. از طرف دیگر فقیر بودن خاک‌ها از نظر ماده آلی نیز موجب تشکیل نشدن خاکدانه‌های بزرگ از خاکدانه‌های کوچک می‌گردد.

در منطقه چاهو با نگاهی بر جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشاهده می‌شود که پایداری خاکدانه‌ها در لایه سطحی به‌صورت معنی‌داری از لایه زیر سطحی بیشتر است. علاوه بر آن پایداری خاکدانه‌ها در سر و بدنه آبکند به‌صورت معنی‌داری بیشتر از منطقه بدون فرسایش می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود مقدار SAR در دشت چاهو به‌صورت معنی‌داری نسبت به دشت فرودگاه کاهش می‌یابد و ماده آلی هم اگرچه دارای مقادیر کمی در دو منطقه می‌باشد ولی همین مقدار کم نیز در دشت چاهو به‌صورت معنی‌داری از دشت فرودگاه بیشتر است.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های SAR و درصد OM در مناطق مختلف نمونه‌برداری.

منطقه	SAR	OM (درصد)
فرودگاه	۴۳/۹۱ ^a	۰/۴۹ ^b
چاهو	۸/۵۴ ^b	۰/۷۱ ^a

جدول ۵- رگرسیون خطی چند متغیره MWD و درصد اندازه خاکدانه‌ها با عوامل مؤثر بر پایداری به روش گام‌به‌گام در منطقه فرودگاه.

معادله	R^2
$MWD = 2.96 (Silt/Clay+Sand) - 0.41$	۰/۸۶ ^{**}
$\% 2-4 \text{ mm Aggregates} = 48.1 \times (Silt/Clay+Sand) - 8.46$	۰/۷۶ [*]
$\% 1-2 \text{ mm Aggregates} = 41.89 \times (Silt/Clay+Sand) - 7.67$	۰/۸۳ [*]

ارتباط بین پایداری خاکدانه‌ها (MWD) و عوامل مؤثر بر پایداری در منطقه چاهو در جدول ۶ آمده است. اثرات منفی سدیم تا حدودی تعدیل شده و در معادله حاصل، نقش ماده آلی نمودار گشته است و می‌توان گفت که در این منطقه ماده آلی با تأثیر مثبت موجب پایداری بیشتر خاکدانه‌ها نسبت به منطقه فرودگاه گشته است. اثرات مثبت مواد آلی بر پایداری توسط دانشمندان زیادی گزارش شده است (تیسدال و ادس، ۱۹۸۲؛ بردن و

پترسون، ۲۰۰۰). از طرفی همان‌طور که در معادله دیده می‌شود بین میانگین وزنی قطر با pH رابطه منفی وجود دارد. افزایش pH با افزایش تراکم بار منفی رس‌ها و مواد آلی، موجب افزایش نیروی دافعه بین رس‌ها و افزایش ضخامت لایه دوگانه پخشیده گردیده و باعث پراکنش رس‌ها و کاهش پایداری می‌گردد. مشابه این نتایج توسط کرن و سینجر (۱۹۹۰) و رنگاسمی و السن (۱۹۹۱) نیز گزارش شده است.

جدول ۶- رگرسیون خطی چند متغیره MWD و درصد اندازه خاکدانه‌ها با عوامل مؤثر بر پایداری به طریق گام‌به‌گام.

معادله	R ²
MWD = 0.807(%OM) - 0.312 (pH) + 2.203	۰/۹۷**
%2-4 mm Aggregates = 28.712 (%OM) - 8.55 (pH) + 50.377	۰/۹۸**

شیمیایی و جایگزینی کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر کلسیم با سدیم صورت گیرد و سپس به افزایش ماده آلی روی آورد و به عبارت دیگر به مدیریت از طریق اصلاح پوشش گیاهی پرداخت. از طرفی با مقایسه نقاط مختلف نمونه برداری مشخص گردید که در نقاط بدون فرسایش پایداری کمتری وجود دارد که نشان‌دهنده وجود عوامل دیگری از قبیل عوامل هیدرولوژیکی در ایجاد فرسایش می‌باشد.

نتایج حاصل در منطقه چاهو بیانگر افزایش ماده آلی و کاهش سدیم نسبت به دشت فرودگاه می‌باشد. در این منطقه به دلیل فراهم بودن عوامل مؤثر در ایجاد خاکدانه، خاکدانه‌ها از پایداری بیشتری برخوردار بوده‌اند ولی در نتیجه تخریب پوشش گیاهی در سال‌های اخیر و افزایش رواناب سطحی فرسایش متمرکز کانالی اتفاق افتاده است. در در این منطقه نیز پایداری خاکدانه‌ها در لایه سطحی به صورت معنی‌داری بیشتر از لایه زیر سطحی است و پایداری در منطقه بدون فرسایش به طور معنی‌داری کمتر از مناطق فرسایشی است. به نظر می‌رسد در صورت اصلاح رفتار هیدرولوژیک آبخیز بالادست و اصلاح روش‌های خاکورزی و مدیریت پس‌مانده‌های گیاهی، بتوان از پیشروی و یا ایجاد آبکندها کاست.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مهندس فاطمه رسولی، دکتر محمد جواد روستا و مهندس موسی دهقانی سپاسگزاری می‌گردد.

جدول ۶ نشان می‌دهد که افزایش ماده آلی و کاهش پهاش موجب افزایش درصد خاکدانه‌های ۴-۲ میلی‌متر می‌گردد. تیسدال و ادس (۱۹۸۲) و روستا و همکاران (۲۰۰۱) نیز اهمیت ماده آلی را در تثبیت خاکدانه‌های بزرگ گزارش کرده‌اند. تفاوت معنی‌دار بین پایداری در افق سطحی نسبت به افق زیر سطحی را در این منطقه می‌توان به بیشتر بودن ماده آلی در افق سطحی نسبت داد. بیشتر بودن پایداری در لایه سطحی نسبت به لایه‌های زیرین از این جنبه دارای اهمیت است که با از بین رفتن خاک سطحی در اثر فرسایش خطر فرسایش بدلیل حساسیت بیشتر لایه‌های زیرین دوچندان می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بروز آثار اولیه فرسایش متمرکز آبی از نوع آبکنندی در محدوده دشت فرودگاه لامرد بیانگر وجود مشکلات در هماوری رس‌ها و عدم وجود خاکدانه‌های پایدار می‌باشد. اندازه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در دشت فرودگاه لامرد دلالت بر محدودیت بسیار شدید در پایداری دارد که علت ناپایداری خاکدانه‌ها تمرکز زیاد سدیم و بالطبع افزایش نسبت جذب سدیم و سپس کمبود ماده آلی می‌باشد. در این منطقه تفاوت معنی‌داری بین عمق‌های مختلف خاک در نقاط فرسایشی مشاهده نگردید در صورتی که تفاوت معنی‌داری بین پایداری خاکدانه‌ها در سر آبکند با بدنه آبکند و نقاط بدون فرسایش وجود دارد. بدلیل سدیم زیاد، در صورت افزایش ماده آلی در این دشت، امکان اصلاح خاک وجود ندارد بنابراین لازم است ابتدا اصلاح

منابع

1. Abu-Sharar, T.M., Bingham, F.T., and Rhoades, J.D. 1987. Stability of soil aggregate as affected by electrolyte concentration and composition. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 309-314.
2. Afyouni, M., Mojtabapour, R., and Nourbakhsh F. 1997. *Salt Affected Soils and Reclamation*. Esfahan Ardekan Publication. 23-71.
3. Barden, B.N., and Petersen, L. 2000. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and aggregate stability of Vertisols. *Plant Soil*. 218: 173-183.
4. Bruce-okine, E. and Lal, R. 1975. Soil erodibility as determined by a raindrop technique. *Soil Sci.* 119: 149-159.
5. Cammeraat, L.H., and Imeson, A.C. 1998. Deriving indicators of soil from soil aggregation in southeastern Spain and southern France, *Geomorphology*, 23: 307-321.
6. Diné, H., Levesque, P.E.M., Jambu, P., and Righi, D. 1992. Microbial activity and long-chain aliphatics in the formation of stable soil aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 1455-1463.
7. Greenland, D.J., Rimmer, D., and Payne, D. 1975. Determination of the structural stability class of English & Welsh soils, using a water coherence test. *J. Soil Sci.*, 26: 294-303.
8. Hajabbasi, M.A. 1999. *Methods and Guidelines For Assessing Sustainable Use of Soil Water Resources in the Tropics*. Ferdowsi University of Mashhad Publication. 221-222.
9. Kandiah, A. 1976. Influence of organic matter on the erodibility of a saturated illitic soil. *Mededelingen-van-de-faculteit-landbouwwetenschappen*. 41: 397-406.
10. Kemper W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In *Methods of Soil Analysis. Part I.* (A. Klute. Ed.) 2nd ed. pp. 425-442. American Society of Agronomy, Madison, WI.
11. Kemper, W.D., and Koch, E.J. 1966. Aggregate stability of soils from Western United States and Canada. In: *Measurement procedure. Correlations with soil constituents*. ARS, USDA Tech. Bull. no. 1355.
12. Keren, R., and Singer, M.J. 1990. Effect of pH on permeability of clay-sand mixture containing hydroxy polymers. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1310-1315.
13. Lebron, I., Suarez, D.L., and Yoshida, T. 2002. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 92-98.
14. Mbagwu, J.S.C., and Bazzoffi, P. 1998. Soil characteristics related to resistance of breakdown of dry soil aggregates by water-drops. *Soil and Tillage Research*. 45:133-145
15. Mbagwu, J.S.C. 1989. Specific dispersion energy of soil aggregates in relation to field and laboratory measured stability indices and physical properties. *E. Afr. Agric. for. J.* 54: 173-183.
16. Rengasamy, P., and Olsson, K.A. 1991. Sodicity and soil structure. *Aust. J. Soil Res.* 29: 935-952.
17. Roustaei, M.J., Golchin, A., and Siadat, H. 2001. The effect of organic matter and mineral calcium Compounds on particle size distribution of aggregates and dispersible clay content in a Sodic Soil. *soil and Water Science Journal*. 15: 242-260.
18. Six, J., Elliott, E.T., and Paustian, K. 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A Normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1042-1049.
19. Soufi, M. 2003. *The Investigation of morphoclimatic characteristics of fars province gullies*. Research center of agriculture and natural resources of fars province report. 201-212
20. Tisdall J.M., and Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.*, 33: 141-163.
21. Topp, G.C., Reynolds, W.D., and Carter, M.R. 1997. Physical attributes of soil quality. In: Gregorich, E.G. and M.R. Carter, (eds), *Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health*, PP. 81-114, Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
22. Ungre, P.W., Fulton, J.L., and Jones, O.R. 1990. Land-leveling effects on soil texture, organic matter content, and aggregate stability. *Journal of Soil and Water Conservation*. 412-415.
23. Wustamidin, L., and Douglas, A. 1985. Aggregate breakdown in relation to raindrop energy. *Soil Sci.* 139: 239-242.

Investigation of aggregate stability and soil erosion potential in some loamy and sandy clay loam soils: case study in Lamerd watershed (south of Fars province)

***H. Karimi¹, M. Soufi², G.H. Haghnia³ and R. Khorasani⁴**

¹Former M.Sc. student, Dept. of Soil Sciences, Ferdowsi University, Iran, ²Assistant Prof., Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources, Iran, ³Prof., Dept. of Soil Sciences, Ferdowsi University, Iran,

⁴Instructor, Dept. of Soil Sciences, Ferdowsi University, Iran

Abstract

Water erosion is a key process in the arid and semi-arid ecosystems in Iran. With increase in urban development and destruction of natural resources, soil erosion due to concentrated surface runoff is increasing. This research has been done in some areas with the same kind of soil erosion. Soil samples were collected from representative gullies (headcuts, banks and control points) with three replications and from two depths. Data collection has been done in Lamerd airport plain and chahoo in the south of Fars province. Mean weight diameter (MWD) was considered as an index of soil susceptibility to erosion, and chemico-physical characteristics of soils such as organic matter, dissolved cations, sodium absorption ratio, electrical conductivity, CCE, texture and pH were measured. The quantity of MWD was analyzed statistically in each region separately in the form of factorial in the framework of random complete blocks with two factors of soil depth and different sampling regions. Multiple linear regression with stepwise method was used to determine effective factors in aggregate stability. The results showed that MWD of soil aggregates was very low and had very severe limitation in the Lamerd airport plain. This instability is due to high SAR and low OM. Also significant difference was not observed between soil aggregates from surface and sub-surface layers. Aggregate from headcut were meaningfully more stable than gully banks and sites without erosion. There is a positive and meaningful correlation between MWD and $\frac{Silt}{Clay + Sand}$. This implies the distinguished role of sodium in

changing positive role of clay into negative role in the aggregate stability in Lamerd airport plain. In the Chahoo region, also, aggregate stability has severe and very severe limitation. Causes of soil erosion and low OM, hydrological characteristic of Chahoo watershed and increased surface runoff due to vegetative destruction in the last decades. Aggregate stability in the surface layer was significantly higher rather than sub-surface layer so after disappearing of surface soil, the risk of soil erosion would be enhanced. Aggregate stability in the headcut and gully banks was significantly higher rather than regions which did not show considerable erosion. There was a positive and significant correlation between OM and MWD.

Keywords: Aggregate stability; Soil erosion; Gully erosion.