اثر تغییر کاربری زمین و چرای دام بر مقاومت برشی و پایداری ساختمان خاک در منطقه تویسرکان

اسماعیل مومیوند [۱]، محمدرضا مصدقی [۲]، شمس الله ایوبی [۳]، مهدی قیصری [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان،۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان،۳- استاد گروه علوم خاک گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ، ۴- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
در این پژوهش اثر تغییر کاربری زمین و چرای دام بر مقاومت برشی و پایداری ساختمان خاک در منطقه خرمرود و قلقلرود تویسرکان بررسی شد. به این منظور، پنج کاربری زمین شامل مرتع بدون چرا، با چرای متوسط، مرتع با چرای شدید، کشاورزی دیم و باغ گردو مورد بررسی قرار گرفت. مقاومت برشی (چسبندگی) خاک با استفاده از پره برشی جیبی در حالت خشک و نزدیک-اشباع (مکش دو سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد و از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به خشک به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده شد. به طور کلی با افزایش شدت چرا مقاومت برشی در حالت خشک و مرطوب به دلیل تشکیل سله و تخریب خاکدانه‌ها به ترتیب افزایش و کاهش یافت. با افزایش رطوبت، مقاومت برشی خاک در تمامی کاربری‌ها (به جزء کشاورزی دیم) کاهش یافت. هم‌چنین با افزایش شدت چرا، پایداری ساختمان خاک به دلیل کاهش پوشش گیاهی و تخریب خاکدانه‌ها کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: چسبندگی خاک، پره برشی، مرتع، کشاورزی دیم، باغ گردو

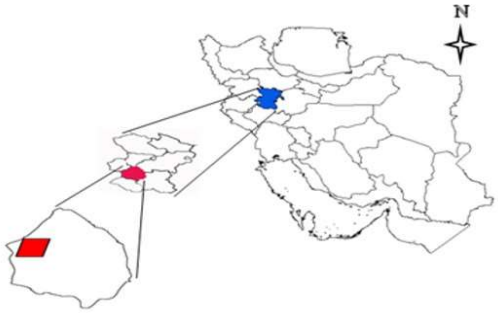
مقدمه
تغییر کاربری زمین[۱۱۷] یکی از اقدام‌های انسان جهت رسیدن به منابع جدید آب و خاک به منظور تولید بیش‌تر مواد غذایی می‌باشد که از جمله می‌توان به تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به کشاورزی آبی و دیم و هم‌چنین تبدیل مرتع به چراگاه اشاره کرد (Sala, ۲۰۰۰). طبق برآوردهای انجام‌شده مراتع با پوشاندن ۴۷ درصد از سطح زمین، بیش‌ترین نوع کاربری را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین روش‌های مدیریتی مؤثر در مراتع مانند کنترل چرا (Brown, ۲۰۰۲) می‌توانند برای پایداری کیفیت خاک بسیار مهم باشند (Del Grosso, ۲۰۱۰). مهم‌ترین عامل مؤثر بر تغییر ویژگی‌های خاک و تخریب ساختمان خاک در اثر عوامل طبیعی، چرا و تردد دام است (Yong-Zhong et al., ۲۰۰۵). بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده تنش‌های برشی وارده بر خاک در اثر چرا، با تغییر در ساختمان خاک سطحی، باعث کاهش پایداری و تخریب ساختمان خاک خواهند شد (Warren et al., ۱۹۸۶). به عنوان مثال زانگ و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر چرا بر ویژگی‌های فیزیکی خاک دریافتند که با افزایش چرا درصد پوشش گیاهی کاهش یافته، ساختمان سطحی تخریب شده و در نتیجه سله در سطح خاک تشکیل شد (Yong-Zhong et al., ۲۰۰۵).
مقاومت برشی خاک اغلب به عنوان بهترین ویژگی خاک برای تخمین تنش بحرانی[۱۱۸] در برابر فرسایش خاک استفاده می‌شود (Lé onard and Richard, ۲۰۰۴). روش‌های بسیاری از جمله فروسنج مخروطی، پره برشی، جعبه برش پیچشی، جعبه برش مستقیم و روش زانگ و همکاران برای اندازه‌گیری غیرمستقیم و مستقیم مقاومت برشی سطح خاک وجود دارد (Rauws and Covers, ۱۹۸۸). مقاومت برشی تحت تاثیر ویژگی‌های خاک شامل چگالی ظاهری، مقدار رطوبت، میزان مواد آلی، درصد آهک وکانی‌های رسی می‌باشد (Ghebreiyessus et al., ۱۹۹۴).
کربن آلی از طریق تغییر نیروهای هم‌دوستی بین ذرات و پایداری ساختمان بر مقاومت برشی خاک مؤثر می‌باشد. بنابراین افزودن بقایای گیاهان به زمین باعث تغییر ماده آلی و ویژگی‌های مقاومتی خاک می‌شود (Blanco-Canqui et al., ۲۰۰۵). دیویس (۱۹۸۵) گزارش کرد که افزودن مقدار کربن آلی مقاومت برشی اشباع خاک لوم رسی را افزایش می‌دهد (Davies ۱۹۸۵). ولی اوهو و همکاران (۱۹۸۶) مشاهده کردند که مقاومت برشی در خاک‌های رسی، لوم رسی و لوم شنی با افزودن کربن آلی کاهش می‌یابد (Ohu et al., ۱۹۸۶). هم‌چنین به طور مشابه واتس و دکستر (۱۹۹۷) دریافتند که افزودن کربن آلی به یک خاک لوم سیلت ریز باعث کاهش مقاومت برشی آن شده است (Watts and Dexter, ۱۹۹۷). نکته‌ای که باید در ارتباط با مواد آلی در خاک مدنظر قرار گیرد این است که این مواد در خاک به صورت مستقل و مجزا نبوده بلکه همراه با ذرات معدنی و ریزجانداران خاک به صورت یک سیستم متحد و دائمی در کنار یکدیگر در محیط زیست بوده (Huang et al., ۲۰۰۵) به گونه‌ای که واکنش‌های انجام‌شده بین ماده‌ی آلی و ذرات معدنی خاک که

[۱۱۷] Land-use change
[۱۱۸] Critical shear stress

منجر به تغییر در مقاومت مکانیکی خاک می‌شوند بسیار پیچیده بوده (Zhang and Hartge, ۱۹۹۰) و بستگی به نوع خاک، تخلخل، مقدار آب خاک، نوع و مرحله‌ی تجزیه‌ی ماده‌ی آلی دارد (Soane, ۱۹۹۰).

مواد روش‌ها

در این پژوهش مناطق خرم‌رود و قلقل‌رود شهرستان تویسرکان واقع در جنوب غربی استان همدان، بین طول‌های جغرافیایی "۴۹ '۷ °۴۸ تا "۵۸ '۱۱ °۴۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۶ '۳۵ °۳۴ تا "۲۳ '۳۸ °۳۴ شمالی مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک با میزان بارندگی سالیانه ۳۱۸ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۸/۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کاربری‌های زمین در این منطقه شامل: مرتع، باغ گردو، باغ انگور، کشاورزی آبی و کشاورزی دیم می‌باشند. گندم و جو بخش وسیعی از زراعت دیم و آبی زمین این منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. گردوکاری در این منطقه بر اساس گفته‌های مردم بومی منطقه قدمتی بیش از ۱۰۰ سال دارد؛ بنابراین می‌توان گفت خاک قسمت‌هایی که گردوکاری شده‌اند، شدیداً تحت تأثیر این گونه‌ی درختی قرار گرفته است. بخشی از مراتع نیز از سال ۱۳۶۹ زیر نظر سازمان حفاظت محیط زیست شهرستان می‌باشد.



شکل ۹: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

با توجه به وسعت منطقه و شرایط آن از نظر چرا، منطقه‌ی مورد مطالعه به پنج تیمار: کشاورزی دیم، باغ گردو، مرتع بدون چرا، مرتع با چرای متوسط و مرتع با چرای شدید تقسیم شد. با توجه به تغییرات مکانی هر تیمار از نظر ویژگی‌های ذاتی خاک و چرا، در مجموع ۴۰ نقطه مورد بررسی قرار گرفت که سهم کشاورزی دیم ۷ نقطه، باغ گردو ۷ نقطه، تیمار مرتع بدون چرا ۹ نقطه، مرتع با چرای متوسط ۷ نقطه و مرتع با چرای شدید ۱۰ نقطه بود. مقاومت برشی (چسبندگی) لایه رویین خاک با استفاده از پره‌ی برشی جیبی مدل BS۱۳۷۷-۹، در دو حالت خشک (رطوبت اولیه‌ی خاک) و نزدیک-اشباع (مکش ۲ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقاومت برشی نزدیک-اشباع پس از اینکه نفوذ غیراشباع آب به خاک توسط نفوذسنج مکشی در مکش ۲ سانتی‌متر به ماندگاری رسید، در زیر صفحه نفوذسنج مقاومت برشی خاک اندازه‌گیری شد و هم‌چنین مقاومت برشی در حالت خشک نیز در خاك خشك اولیه اطراف صفحه‌ی نفوذسنج اندازه‌گیری شد. روش کار بدین صورت بود که پره برشی در درون خاک تا جایی که پره آن کاملاً در خاک قرار گیرد وارد می‌شد. سپس پره برشی در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده شده و تا برش (گسیختگی) خاک، ادامه می‌یافت که حدود ۵ تا ۱۰ ثانیه طول می‌کشید. حداکثر قرائت و تنش برشی وارده، روی صفحه مدرج پره برشی ثبت می‌گردد. این وسیله قادر به اندازه‌گیری مقاومت برشی (چسبندگی) در دامنه ۰ تا ۱۰۰ کیلوپاسکال می‌باشد (شهابی‌نژاد، ۱۳۹۲). از آنجایی که آرایش ذرات و هم‌چنین امکان وجود مواد سیمانی‌کننده بین ذرات خاک تحت تأثیر کاربری زمین می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت تفاوت بین مقادیر مقاومت برشی در دو حالت خشک و مرطوب (مکش ۲ سانتی‌متر) نیز به دلیل تغییرات ایجادشده در کاربری زمین است. از این رو از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به حالت خشک به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده شد. در نهایت اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی در حالت مرطوب و خشک و شاخص پایداری خاک در قالب طرح کاملاً تصادفی با تکرارهای نابرابر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ مقایسه میانگین اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی خاک در دو حالت خشک و مکش ۲ سانتی‌متر و شاخص پایداری ساختمان خاک را نشان می‌دهد. دیده می‌شودکه در حالت خشک، بیش‌ترین مقدار مقاومت برشی (چسبندگی) خاک مربوط به مرتع با چرای شدید بوده و کم‌ترین آن (برابر با صفر) مربوط به کشاورزی دیم است. در کاربری‌های مرتعی روند تغییرات مقاومت برشی خاک با روند افزایش شدت چرا هماهنگی ندارد به طوری که بیش‌ترین مقدار آن مربوط به مرتع با چرای شدید و کم‌ترین مقدار آن مربوط به مرتع با چرای متوسط است. از آنجایی که پره‌ی برشی مقاومت برشی لایه‌ی رویین خاک را اندازه‌گیری می‌کند، بنابراین وجود سله‌ی سطحی ایجادشده در مرتع با چرای شدید بر مقاومت برشی خاک مؤثر بوده است. سله‌ی سطحی در اثر برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک به دلیل نبود پوشش گیاهی، تخریب خاکدانه‌ها، ورود ذرات ریز به درون منافذ، پرشدن و بسته‌شدن منافذ

و متراکم‌شدن خاک تشکیل می‌شود. نوع سله تشکیل‌شده در مرتع با چرای شدید از نوع سله‌ی ساختمانی[۱۱۹] بوده که در اثر انرژی جنبشی قطرات باران بسیار متراکم شده است. در هنگام خشک‌شدن، این لایه تحکیم یافته و به شدت مقاومت آن در برابر تنش‌های برشی افزایش می‌یابد (Mualem et al., ۱۹۹۰). بدایوی (۲۰۰۸) نیز مقاومت سله‌ی تشکیل‌شده در سطح خاک در اثر استفاده از شبیه‌ساز باران در کرت‌های مصنوعی، را بررسی کرده و دریافت که مقاومت مکانیکی[۱۲۰] با تشکیل سله نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد شبیه‌ساز باران) به شدت افزایش یافت (Bedaiwy, ۲۰۰۸). در مرتع با چرای شدید، پوشش گیاهی ضعیف، منجر به برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک شده است. چون یکی از فاکتورهای مهم در تشکیل سله، مقاومت خاکدانه‌ها است (Mualem et al., ۱۹۹۰)، مقاومت کم خاکدانه‌های خاک در این کاربری شرایط را برای تشکیل سله‌ی سطحی فراهم نموده است. هم‌چنین تخریب خاکدانه‌ها به دلیل تنش‌های وارده توسط سم احشام، تشکیل سله تشدید شده است.

از آنجایی که پیش از زمان نمونه‌برداری، اواسط شهریور، زمین‌های کشاورزی مورد نظر توسط دام چرا شده بودند و در اثر تردد دام در لایه‌ی نازک خاک سطحی (۲ یا ۳ سانتی‌متر) بهم‌خوردگی ایجاد شده بود (مشابه با شخم کم‌عمق) و هم‌چنین عمق کم اندازه‌گیری، مقاومت برشی خاک برابر صفر در کاربری کشاورزی دیم اندازه‌گیری شد. هر چند در باغ گردو نیز یک لایه‌ی رسی (سله) در سطح خاک تشکیل شده بود اما این نوع سله بر خلاف سله‌ی تشکیل‌شده در مرتع با چرای شدید، از نوع سله‌ی رسوبی[۱۲۱] بوده که به دلیل گل‌آلودبودن آب، کاهش سرعت نفوذ آب و ته‌نشین‌شدن ذرات به دلیل نیروی ثقل و وزن آنها تشکیل شده و انرژی جنبشی قطرات باران در متراکم‌شدن آنها دخیل نیست (Mualem et al., ۱۹۹۰). از این رو مقاومت مکانیکی خاک آن کم‌تر از مرتع با چرای شدید است (جدول ۱). هم‌چنین به دلیل آبیاری باغ‌های گردو، رطوبت اولیه بیش‌تر خاک (رطوبت خاک در هنگام اندازه‌گیری) در این کاربری نسبت به کاربری‌های مرتعی ممکن است دلیلی برای مقاومت کم‌تر خاک در حالت خشک در این کاربری نسبت به مرتع با چرای شدید باشد.

جدول ۱: مقایسه میانگین اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی در حالت خشک و مکش ۲ سانتی‌متر و شاخص پایداری ساختمان خاک

کاربری	مقاومت برشی (کیلوپاسکال)		شاخص پایداری ساختمان خاک
	حالت خشک	مکش ۲ سانتی‌متر	
مرتع بدون چرا	b*(۸۷/۱) ۰۰/۱۳۷	a(۰۸/۲) ۴۶/۱۱۳	a(۰۲/۰) ۸۳/۰
مرتع با چرای متوسط	c (۰۳/۵) ۸۸/۶۸	bc (۷۹/۲) ۵۶/۲۸	b (۰۴/۰) ۴۲/۰
مرتع با چرای شدید	a (۱۰/۳) ۵۷/۱۴۹	b (۷۴/۴) ۴۶/۳۵	c (۰۳/۰) ۲۳/۰
کشاورزی دیم	d (۰۰/۰) ۰۰/۰	d (۱۵/۱) ۳۹/۱۴	-
باغ گردو	c (۰۲/۳) ۶۷/۶۱	cd (۶۰/۲) ۲۶/۲۲	b (۰۳/۰) ۳۶/۰

*در هر ستون، حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اماری ۵ درصد بر اساس ازمون دانکن است. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار داده‌های می‌باشد.

به طور کلی با افزایش رطوبت از حالت خشک به رطوبت در مکش ۲ سانتی‌متر، مقاومت برشی خاک در تمامی کاربری‌ها (به جزء کشاورزی دیم) کاهش یافته اما مقدار این کاهش در کاربری‌های مختلف متفاوت بوده است (جدول ۱). هم‌چنین روند تغییرات مقاومت برشی خاک در کاربری‌ها مشابه با حالت خشک، نمی‌باشد به گونه‌ای که با افزایش شدت چرا در کاربری‌های مرتعی، مقاومت برشی مرطوب خاک روند کاهشی نشان می‌دهد. دلیل افزایش مقاومت برشی خاک در کشاورزی دیم با افزایش رطوبت از حالت خشک به مکش ۲ سانتی‌متر می‌تواند اثر نیروهای کشش سطحی در هلال‌های آبی (موئینه‌ای) تشکیل‌شده بین ذرات اولیه یا خاکدانه‌های خاک باشد (Horn et al., ۱۹۹۴, Hillel ۱۹۹۸). این اثر را می‌توان با بررسی تغییرات مقاومت مکانیکی شن‌های ساحلی با تغییر رطوبت تایید نمود که در رطوبت‌های بینابینی مقاومت این شن‌ها بیشینه بوده و به سمت ناحیه خشک یا اشباع کامل، مقاومت آنها کاهش می‌یابد چرا که در حالت اول، آبی بین ذرات شن وجود ندارد و در حالت دوم اثر کشش سطحی به دلیل نبود هوا وجود ندارد (Hillel, ۱۹۹۸). شهابی‌نژاد (۱۳۹۲) با بررسی اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر مقاومت برشی خاک در دو حالت خشک و مکش ۲ سانتی‌متر با استفاده از پره‌ی برشی جیبی، نشان داد که مقاومت برشی در حالت خشک بسیار بیش‌تر از حالت مرطوب (مکش ۲ سانتی‌متر) بود. با افزایش ماده آلی خاک پس از آتش‌سوزی و هم‌چنین تردد بیش‌تر دام در مناطق سوخته به دلیل بهم‌خوردگی و تخریب خاک، مقاومت برشی خاک کاهش یافت (شهابی‌نژاد، ۱۳۹۲).

در یک توده خاک، ذرات با جذب رطوبت، به دلیل محصورنبودن آزادانه منبسط شده و در نتیجه چسبندگی بین ذرات خاک کاهش یافته که منجر به کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود (Shainberg et al., ۱۹۹۴). به طور کلی زمانی که یک توده خاک در تماس با آب قرار گیرد به دلیل تفاوت فشار اسمزی بین محلول خاک و لایه‌ی دوگانه‌ی پخشیده، ضخامت لایه‌ی دوگانه‌ی پخشیده به دلیل جذب آب افزایش یافته و در نتیجه یک فشار تورمی ایجاد کرده که منجر به افزایش فاصله‌ی بین ذرات خاک می‌شود. در صورتی که قدرت پیوندی بین ذرات خاک کم‌تر از فشار تورمی ایجادشده باشد منجر به جداشدن ذرات، کاهش نیروی چسبندگی و در نتیجه کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود (Shainberg et al., ۱۹۹۴; Hillel, ۱۹۹۸). قدرت پیوندی بین ذرات (مقاومت برشی) خاک تحت تأثیر ترتیب (جهت‌گیری و آرایش) ذرات خاک و هم‌چنین امکان سیمانی‌شدن ذرات توسط موادی مانند اکسیدهای آهن و آلومینیوم،

[۱۱۹] Structural crust
[۱۲۰] Mechanical resistance
[۱۲۱] Depositional crust

کربنات‌ها یا هوموس بوده و این عوامل می‌توانند از انبساط ذرات خاک جلوگیری کنند (Hillel, ۱۹۹۸). بنابراین تفاوت بین مقاومت برشی خاک در حالت خشک و مرطوب به دلیل عواملی است که قدرت پیوندی بین ذرات خاک را افزایش می‌دهند. یکی از مهم‌ترین عوامل پیوند بین ذرات خاک (یعنی ماده آلی و کربنات‌ها) با افزایش شدت چرا کاهش یافته است. در ارتباط با اثر آرایش ذرات بر قدرت پیوند بین ذرات خاک باید گفت که در اثر به‌هم‌خوردگی، ذرات خاک و به ویژه ذرات رس از حالت تعادل خود با کم‌ترین انرژی آزاد جابه‌جا شده و به سوی موقعیت با انرژی آزاد بیش‌تر حرکت می‌کنند. خاک با ذرات با انرژی آزاد بیش‌تر ضعیف‌تر از خاک با ذرات با انرژی آزاد کم‌تر است. پس از به‌هم‌خوردگی، موقعیت و جهت ذرات خاک، به عبارت دیگر آرایش آنها، به سوی موقعیت با کم‌ترین انرژی آزاد میل نموده و در نتیجه مقاومت مکانیکی خاک افزایش می‌یابد. دست‌نخوردگی خاک و گذشت زمان در موثربودن این فرایند که سخت‌شدن با زمان[۱۲۲] نامیده می‌شود، بسیار مهم است (Dexter et al., ۱۹۸۸). بنابراین با توجه به کاهش ماده آلی و به‌هم‌خوردگی خاک با افزایش شدت چرا، انتظار می‌رود مقاومت مکانیکی خاک در حالت مرطوب، با افزایش شدت چرا کاهش یابد که با نتایج بدست‌آمده برای مقاومت برشی مرطوب هم‌خوانی دارد (جدول ۱).

تفاوت ایجادشده بین مقادیر مقاومت برشی خاک در حالت خشک و مرطوب به دلیل تغییرات ایجادشده در کاربری و مدیریت زمین است. زیرا چگونگی آرایش ذرات و هم‌چنین امکان وجود عوامل سیمانی‌کننده بین ذرات خاک (که در این پژوهش بیش‌تر ماده آلی می‌باشد)، تحت تأثیر کاربری زمین می‌باشد. بنابراین از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به حالت خشک می‌توان به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده کرد. همان طور که انتظار می‌رفت با افزایش شدت چرا، شاخص پایداری ساختمان خاک به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۱) که به مفهوم تخریب ساختمان و کاهش کیفیت فیزیکی خاک می‌باشد.

منابع

شهابی‌نژاد، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرهای باقی‌مانده‌ی آتش‌سوزی بر نفوذ آب، فرسایش‌پذیری و مقاومت برشی خاک در مراتع شهرستان فریدن. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Bedaiwy, M. N. A. ۲۰۰۸. Mechanical and hydraulic resistance relations in crust-topped soils. Catena. ۷۲: ۲۷۰–۲۸۱.

Besalatpour, A., M. A. Hajabbasi, S. Ayoubi, M. Afyuni, A. Jalalian and R. Schulin. ۲۰۱۲. Soil shear strength prediction using intelligent systems: artificial neural networks and an adaptive neuro-fuzzy inference system. Soil Sci. Plant Nutr. ۵۸: ۱۴۹–۱۶۰.

Blanco-Canqui, H., R. Lal, L. B. Owens, W. M. Post and R. C. Izaurralde. ۲۰۰۵. Strength properties and organic carbon of soils in the north appalachian region. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۹: ۶۶۳–۶۷۳.

Brown, L. R. ۲۰۰۲. World's rangelands deteriorating under mounting pressure. Earth Policy Institute Update. ۶: ۲۰۰۲-۲.

Davies, P. ۱۹۸۵. Influence of organic matter content, moisture status and time after reworking on soil shear strength. J. Soil Sci. ۳۶: ۲۹۹–۳۰۶.

Del Grosso, S. J. ۲۰۱۰. Climate change: Grazing and nitrous oxide. Nature. ۴۶۴: ۸۴۳–۸۴۴.

Dexter, A. R., R. Horn and W. D. Kemper. ۱۹۸۸. Two mechanisms for age-hardening of soil. J. Soil Sci. ۳۹: ۱۶۳–۱۷۵.

Ghebreiyessus, Y. T., C. J. Gantzer, E. E. Alberts and R. W. Lentz. ۱۹۹۴. Soil erosion by concentrated flow: shear stress and bulk density. Trans. ASAE. ۳۷: ۱۷۹۱–۱۷۹۷.

Hillel, D. ۱۹۹۸. Environmental Soil Physics: Fundamentals, Applications, and Environmental Considerations, Elsevier Science, New York.

Horn, R., H. Taubner, M. Wuttke and T. Baumgartl. ۱۹۹۴. Soil physical properties related to soil structure. Soil Till. Res. ۳۰: ۱۸۷–۲۱۶.

Huang, P., M. Wang and Ch. Chiu. ۲۰۰۵. Soil mineral-organic matter-microbe interactions: Impacts on biogeochemical processes and biodiversity in soils. Pedobiologia. ۴۹: ۶۰۹–۶۳۵.

Lé onard, J. and G. Richard. ۲۰۰۴. Estimation of runoff critical shear stress for soil erosion from soil shear strength. Catena. ۵۷: ۲۳۳–۲۴۹.

Mualem, Y., S. Assouline and H. Rohdenburg. ۱۹۹۰. Rainfall induced soil seal (A) a critical review of observations and models. Catena. ۱۷: ۱۸۵–۲۰۳.

[۱۲۲] Age-hardening or thixotropy

Ohu, J. O., G. S. V. Raghavan, E. McKYES and G. Mehuys. ۱۹۸۶. Shear strength prediction of compacted soils with varying added organic matter contents. Trans. ASAE. ۲۹: ۳۵۱–۳۵۵.
Rauws, G. and G. Covers. ۱۹۸۸. Hydraulic and soil mechanical aspects of rill generation on agricultural soils. Soil Sci. ۳۹: ۱۱۱–۱۲۴.
Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, and S. E. Huber. ۲۰۰۰. Biodiversity-global biodiversity scenarios for the year ۲۱۰۰. Science. ۲۸۷: ۱۷۷۰-۱۷۷۴.
Shainberg, I., J. M. Laflen, J. M. Bradford and L. D. Norton. ۱۹۹۴. Hydraulic flow and water quality characteristics in rill erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۸: ۱۰۰۷–۱۰۱۲.
Soane, B. D. ۱۹۹۰. The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. Soil Till. Res. ۱۶: ۱۷۹–۲۰۱.
Warren, S. D., M. B. Nevill, W. H. Blackburn and N. E. Garza. ۱۹۸۶. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۰: ۱۳۳۶–۱۳۴۱.
Watts, C. W. and A. R. Dexter. ۱۹۹۷. The influence of organic matter in reducing the destabilization of soil by simulated tillage. Soil Till. Res. ۴۲: ۲۵۳–۲۷۵.
Yong-Zhong, S., L. Yu-Lin, C. Jian-Yuan and Zh. Wen-Zhi. ۲۰۰۵. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena. ۵۹: ۲۶۷–۲۷۸.
Zhang, H. Q and K. H Hartge. ۱۹۹۰. Cohesion in unsaturated sandy soils and the influence of organic matter. Soil Technol. ۳: ۳۱۱–۳۲۶.

Abstract

This study was conducted to investigate the impact of land use change and grazing on soil shear strength and structural stability in Khoramrud and Ghelghelrud regions of Touserkan. Five land use treatments including non-grazed, moderately grazed and severely grazed rangelands, dryland farming and walnut garden were considered. Soil shear strength (cohesion) was measured using a pocket shear vane at dry and near-saturated (matric suction of ۲ cm) conditions. The ratio of shear strength at wet condition to that at dry condition was used as an index of soil structural stability. In general, soil shear strength in dry and wet conditions increased and decreased, respectively, with increasing grazing intensity due to crust formation and breakdown of soil aggregates. Soil shear strength decreased with an increase in water content in all of the land uses except for dryland farming. Moreover, soil structural stability index decreased with increasing grazing intensity due to declined plant cover and breakdown of soil aggregates.