جغرافیا و پایداری محیط، شمارهٔ ۷، تابستان ۱۳۹۲
صص. ۱۸-۱۳

تأثیر چرای شدید دام بر تغییرات کربن آلی خاک در مراتع استان کرمانشاه

محمد قیطوری* - استادیار مرتعداری، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
مسیب حشمتی - دانشیار مدیریت منابع زمین، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
یحیی پرویزی - دانشیار خاک‌شناسی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

وصول: ۱۳۹۱/۰۷/۲۸ **پذیرش:** ۱۳۹۲/۰۱/۳۰

چکیده

چرای شدید دام، پارامتر مهمّی در تخریب پوشش گیاهی و خاک مراتع است که پیامد آن فرسایش خاک، سیلاب و مرگ مرتع است. هدف از نوشتار پیش رو بررسی تأثیر چرای شدید و خارج از فصل بر تغییرات کربن آلی ذخیره در خاک در سه حوضهٔ آبخیز گردنهٔ عین‌الکش، روستای سیاه‌کمر و سرفیروزآباد استان کرمانشاه است. مشخّصات خاک، پوشش گیاهی و مدیریتی هریک به‌وسیلهٔ عملیات میدانی در سه منطقهٔ نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری خاک از لایهٔ صفر تا بیست سانتی‌متر انجام و ۲۴ نمونه خاک در مرتع تحت چرای شدید و شاهد (مرتع حفاظت شده) برداشت شد. نمونه‌های خاک پس از خشک‌شدن در هوای آزاد و عبور از الک دو میلی‌متر مورد آزمایش های بافت خاک (به‌روش هیدرومتر)، آهک (به‌روش تیتراسیون با سود یک نرمال)، اسیدیته (گل اشباع)، هدایت الکتریکی (گل اشباع) و کربن آلی خاک (به‌روش والکلی و بلاک) قرار گرفتند. پردازش آماری داده ها نشان داد که متوسّط کربن آلی مراتع حفاظت شده (۳/۱۲٪) در مقایسه با مراتع تحت چرای شدید (۱/۱۶٪) حدود ۲٪ بیشتر بود؛ همچنین تجزیهٔ آماری پیرسون بین کربن آلی و اندازهٔ خاکدانه‌ها در مراتع حفاظت شده و تحت چرای شدید دام (در سطح ۰/۰۵) بیانگر وجود رابطهٔ معنی‌داری است؛ به‌طوری که مقدار کربن آلی با خاکدانه‌های ۵-۲ و ۲-۱ میلی‌متری رابطه‌ای مستقیم دارد و با افزایش مقدار کربن ذخیرهٔ خاک، فراوانی اندازهٔ خاکدانه‌های بزرگ خاک افزایش می یابد؛ یعنی با افزایش مقدار کربن آلی خاک، فراوانی خاکدانه های کوچک کاهش می یابد؛ بنابراین مدیریت نامناسب اراضی مرتعی منجر به تخریب خاک ازطریق کاهش کربن آلی و پس از آن تغییر اندازهٔ خاکدانه می‌شود که پیامد آن آسیب‌پذیری خاک درمقابل فرسایش است.

واژگان کلیدی: خاکدانه، مرتع حفاظت‌شده، سیاه‌کمر، عین‌الکش.

*. نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۸۸۳۰۱۳۵۰
E-mail: m.ghaitori@areeo.ac.ir

مقدّمه

تخریب منابع طبیعی افزون بر تخریب خاک، رهاسازی کربن آلی را نیز در پی دارد که شدّت آن بـه عوامـل مختلـف ازجمله مشخّصات خاک بستگی دارد. در این میان، مقدار مادهٔ آلی خاک نقش کلیدی در آسیب‌پـذیری خـاک دارد. ذخیرهٔ کربن آلی خاک مراتع بر اثر عواملی مانند چرای شـدید دام کـاهش یافتـه و منجـر بـه کوچـک‌شـدن انـدازهٔ خاکدانه های خاک می‌شود که مهم‌ترین پیامد آن، کاهش مقاومت آن دربرابر عوامل فرسایشی ماننـد قطـرات بـاران است. نیل[1] و همکاران (۱۹۹۸) اثرات مدیریت بر ویژگی‌های خاک را در دو منطقهٔ جنگلی و مرتعی حفاظـت‌شـده و تخریب‌یافتهٔ تحت چرای شدید به‌روش زمین‌آمار بررسی کرده‌اند که نتایج آن بیانگر تأثیر معنی‌دار مـدیریت کـاربری بر کربن آلی خاک، تنفّس میکروبی و پایداری خاکدانه ها به‌مثابهٔ بهترین شاخص‌های ارزیابی کیفیّت خـاک بـود کـه در آن مدیریت چرای کنترل شده بهترین اقدام مدیریتی حفـظ کیفیّـت خـاک تعیـین شـد؛ همچنـین دیناکـاران و کریشنایا[2] (۲۰۰۸) در بررسی هند به این نتیجه رسیدند که نوع پوشش گیاهی و کـاربری اراضـی تـأثیر معنـی‌داری بر میزان کربن آلی خاک داشته که با افزایش عمق خاک کاهش می‌یابد و به همان نسبت خاکدانـه‌هـای بـزرگ نیـز کاهش می یابد. لولی و مینگ پانگ[3] (۲۰۱۰) در پژوهش خود در جنوب چین، چهار مدیریت جنگـل دسـت‌کاشـت، زراعت، مرتع طبیعی و اراضی باغ را در یک دورهٔ بلندمدّت روی اراضی شیب دار بررسی کردنـد نتـایج نشـان داد کـه بیشترین کربن آلی و فراوانی خاکدانه‌های درشت (۵۲/۴۸٪ فراوانـی) در مـدیریت مراتـع طبیعـی بـود. بـا مـدیریت صحیح منابع طبیعی در جهت افزایش پوشش گیاهی و بهره‌برداری بهینه از آن، می توان در راستای افزایش ترسـیب کربن، مانع تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک و هرزآب شد. در این راستا، میزان ترسیب کربن آلی خاک رابطـهٔ مستقیمی با کیفیّت مدیریت سه محور خاک، بیوماس و لاشبرگ گیاهی دارد (فیزا[4] و همکاران، ۲۰۰۸؛ مـک‌کـارتی و ریتچی[5]، ۲۰۰۰).

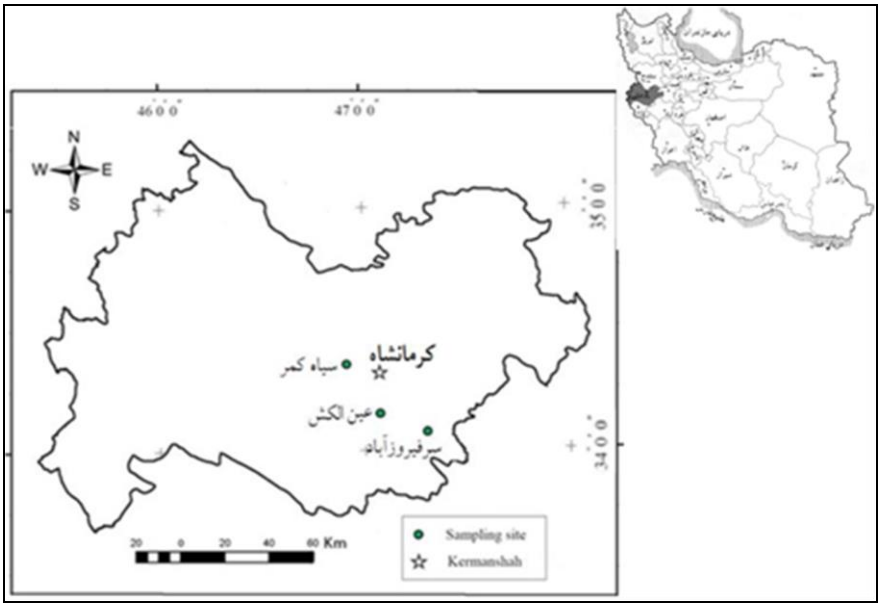
استان کرمانشاه با دارابودن حدود ۱/۷ میلیون هکتار اراضی منابع طبیعی پتانسیل بالایی درزمینهٔ ترسیب کـربن دارد. رویدادهای مختلف حاکم بر منابع طبیعی استان مانند جنگل‌تراشی، چرای شدید دام، تغییر کاربری بـه زراعـت و باغات دیم و درنهایت آتش سوزی، عواملی هستند کـه منجـر بـه تخریـب خـاک، پوشـش گیـاهی، هـدررفت آب، فرسایش و تخریب اراضی استان شده است. در پژوهش حاضر تأثیر عملیـات بیولوژیـک در تغییـرات کمّـی و کیفـی خاک و پوشش گیاهی مراتع استان کرمانشاه بررسی شده است و بهترین گزینه به‌لحـاظ ترسـیب کـربن و حفاظـت پایدار منابع سرزمین تعیین شده است؛ بنابراین بهره‌برداری از منابع سرزمین نقـش کلیـدی در مقـدار کـربن آلـی و پایداری خاکدانه‌ها و پس از آن درجهٔ فرسایش‌پذیری خاک دارد. پژوهش حاضر در محدودهٔ مراتع اسـتان کرمانشـاه با هدف بررسی تأثیر چرای شدید دام بر تغییرات کربن آلی و اندازه خاکدانه ها در مقایسه بـا مراتـع حفاظـت‌شـده و قرق است.

معرّفی منطقهٔ مورد بررسی

نوشتار پیش رو در مراتع ییلاق استان کرمانشاه انجام گرفت. این استان با ۲۴۶۲۲/۶۲۳ کیلومتر مربـع مسـاحت، در میانهٔ ضلع غربی کشور و در محدودهٔ '۳۶ °۳۲ تا '۱۵ °۳۵ عرض شمالی و '۲۴ °۴۵ و ۲۴ تا '۳۰ °۴۸ طول شـرقی قرار گرفته است (شکل ۱). به منظور انجام پژوهش حاضر سه منطقه از مراتع ییلاقـی بـا شـرایط مشـابه اکولـوژیکی

1- Neill
2- Dinakaran & Krishnayya
3- Lu Li & Ming Pang
4- Feiza
5- McCarty & Ritchie

شامل، سیاه‌کمر، سرفیروزآباد و عین‌الکش انتخاب شد (جدول ۱).



شکل ۱. موقعیّت استان کرمانشاه و پراکنش مراتع مورد مطالعه

جدول ۱. وضعیّت زمین‌شناسی و توپوگرافی و اقلیم مناطق نمونه‌برداری

منطقه	زمین‌شناسی	ارتفاع از سطح دریا	اقلیم	بارش (میلی‌متر)	دما (درجهٔ سانتی‌گراد)
عین‌الکش	آهک - مارن	۱۵۹۵	مرطوب سرد	۶۰۰-۷۰۰	۱۰-۱۲/۵
سیاه‌کمر	رادیو لاریک و مارن	۱۶۵۰	نیمه‌خشک سرد	۴۰۰-۵۰۰	۱۰-۱۲/۵
سرفیروزآباد	آهک دولومیتی سازند کرمانشاه	۱۷۲۵	نیمه‌خشک سرد	۴۰۰-۵۰۰	۱۰-۱۲/۵

مواد و روش‌ها

بازدیدهای اوّلیّهٔ میدانی منجر به انتخاب مراتع حفاظت شده و تحت چرای شدید دام (با ۱۰ سال سابقهٔ حفاظت و چرای شدید) در سه منطقهٔ سیاه‌کمر، سرفیروزآباد و عین‌الکش شد.

نمونه‌برداری خاک: نمونه‌برداری خاک در مناطق مورد بررسی در لایهٔ سطحی صفر تا بیست سانتی‌متری انجام شد. بیشتر مراتع دارای خاک سطحی هستند و موادّ آلی در این لایه متمرکز است. هر نمونه خاک از سه نقطه در فواصل حدود ده متری جمع‌آوری شد تا نتایج بهتری به‌دست دهد. درمجموع ۲۴ نمونه خاک از مراتع حفاظت‌شده و تحت چرای شدید دام جمع آوری شد. مهم‌ترین مشخّصات خاک شامل بافت، اسیدیته، مادهٔ آلی، EC و آهک کل در آزمایشگاه به‌روش متداول انجام شد. در مرحلهٔ بعد، خاکدانه‌ها براساس قطر در پنج گروه شامل ۰/۰۵>، ۰/۲۵۰- ۰/۰۵۰، ۱-۰/۲۵۰، ۲-۱ و ۵-۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. در این مرحله تفکیک خاکدانه‌ها به‌روش الک تر[1] براساس دستورالعمل کامباردلا[2] و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد. براساس این، ۵۰ گرم از خاک خشک‌شده که از الک پنج میلی‌متر عبور کرده، به حدّ رطوبت ظرفیت زراعی (Ψ m=-۳۰kPa) رسانده شد. پس از آن، نمونه‌های مرطوب به مدّت ده دقیقه بر روی سری الک‌هایی با مش ۲، ۱، ۰/۲۵ و ۰/۰۵۳ میلی‌متر، قرار داده شد و پس از آن خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک جمع‌آوری و در اجاق در دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدّت ۲ تا ۳ روز خشک و توزین شدند. ذرّات عبورکرده از الک ۵۳ میکرون از تفاضل مجموع وزن چهار گروه خاکدانه‌های بزرگ‌تر از

1- Wet Sieving
2- Cambardella

۰/۰۵ میلی متر و وزن اوّلیّه تعیین شد؛ بنابراین گروه‌های خاکدانه شامل خاکدانه‌های بزرگ (۲< میلی متر)، میانه (۲-۰/۲۵۰ میلی‌متر) و ذرّات کوچک‌تر از ۰/۰۵۳ میلی‌متر بودند. ۲ گرم از هر گروه خاکدانه به‌مثابهٔ نمونه‌های فرعی[1]، برای تعیین کربن آلی خاک انتخاب و به‌روش نلسون و سامرز (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد.

درنهایت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد. مقایسهٔ میانگین‌های داده‌ها و تعیین تأثیر مدیریت بر کربن آلی و اندازهٔ خاکدانه‌ها با آزمون S.N.K در سطح ۰/۰۵ و ضریب همبستگی پیرسون انجام شد.

نتایج و بحث

بیشتر خاک مراتع مورد مطالعه در ردهٔ انتی‌سولز قرار دارد. بررسی‌های میدانی نشان داد که افق B توسعهٔ کمتری یافته و افق A با عمق حداکثر پانزده سانتی‌متر در برخی مناطق روی لایهٔ C (مخلوط خاک و سنگ مادر) قرار گرفته است. مشخّصات عمومی خاک مراتع مورد بررسی در جدول (۲) نشان داده شده است.

تجزیهٔ آماری مادهٔ آلی خاک مراتع مورد بررسی نشان داد که درصد میانگین کربن آلی خاک آن‌ها به‌طور معنی‌داری باهم متفاوت بودند (P <۰/۰۵)، به طوری که در سه سطح متفاوت قرار می‌گیرند. درصد متوسّط کربن آلی مراتع حفاظت‌شده (۳/۱۲٪) که در مقایسه با مراتع تحت چرای شدید (۱/۱۶) حدود ۲٪ بیشتر بود.

جدول ۲. مشخّصات عمومی خاک سطحی (۰-۲۰ سانتی‌متر) در مراتع مورد بررسی

پارامترهای خاک	کاربری اراضی	کمینه	بیشینه	میانگین	SD	CV
کربن آلی	مرتع حفاظت‌شده	۱/۹۴	۳/۶	۳/۱	۰/۶۲	۰/۴۰
٪	چرای شدید مرتع	۰/۶۸	۱/۶۳	۱/۱۶	۰/۲۸	۰/۰۸
آهک کل	مرتع حفاظت‌شده	۳/۰۰	۵۱/۸۰	۱۶/۹۴	۱۶/۴۷	-
٪	چرای شدید مرتع	۳/۹۰	۲۳/۷۰	۱۴/۲۱	۵/۵۸	-
اسیدیته	مرتع حفاظت‌شده	۷/۱	۷/۷۹	۷/۴	۰/۱۸	۰/۰۳
	چرای شدید مرتع	۷/۴	۷/۹۱	۷/۶۵	۰/۱۶	۰/۰۲
هدایت الکتریکی	مرتع حفاظت‌شده	۰/۳۹	۰/۷۸	۰/۵۹	۰/۱۲	۰/۰۱
(dSm^{-1})	چرای شدید مرتع	۰/۳۰	۰/۶۲	۰/۴۶	۰/۱۱	۰/۰۱

رابطهٔ کربن آلی و اندازهٔ خاکدانه‌ها: نتایج به‌دست‌آمده از ضریب همبستگی پیرسون بین کربن آلی و اندازهٔ خاکدانه‌ها در مراتع حفاظت‌شده و تحت چرای شدید دام (جدول ۳) رابطهٔ آن‌ها را در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نشان داد. به‌طوری که مقدار کربن آلی با خاکدانه های ۵-۲ و ۲-۱ میلی متری رابطه‌ای مستقیم دارد؛ بنابراین با افزایش مقدار کربن ذخیرهٔ خاک، فراوانی اندازهٔ این خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. درمقابل، این رابطه برای خاکدانه‌های کوچک یعنی ۲۵۰/- ۰/۰۵۰ و <۰/۰۵ میلی متر معکوس به‌دست آمد یعنی با افزایش مقدار کربن آلی خاک، فراوانی خاکدانه‌های کوچک کاهش می‌یابد.

جدول ۳. ضریب همبستگی پیرسون بین کربن آلی خاک و اندازهٔ خاکدانه‌های مراتع مورد بررسی

صفات		اندازهٔ خاکدانه (mm)				
		<۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۲۵-۱	۱-۲	۲-۵
SOC		-۰/۵۱**	-۰/۶۰**	-۰/۱۶ns	۰/۵۶**	۰/۵۳**
اندازهٔ خاکدانه (mm)	۲-۵	-۰/۵۱**	-۰/۵۳**	-۰/۶۸**	۰/۵۳**	
	۱-۲	-۰/۶۲**	-۰/۶۲**	-۰/۲۸*		
	۰/۲۵-۱	-۰/۱۵ns	-۰/۱۷ns			
	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۷۳**				

** در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار؛ *در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار؛ ns رابطهٔ معنی‌داری نیست

1- Sub sample

تجزیهٔ مقایسهٔ میانگین خصوصیات خاک، کربن آلی و فراوانی اندازهٔ خاکدانه‌ها در مراتع حفاظت‌شده و تحت تأثیر آتش‌سوزی سال‌های متوالی به‌روش S.N.K در سطح ۰/۰۵ (جدول ۴) نشان می‌دهد که شاخص کربن آلی در مرتع حفاظت‌شده در یک گروه (خوشه) و مرتع تحت چرای شدید دام در خوشه دیگری قرار دارند. مراتع حفاظت‌شده و بنابراین با کاهش کربن آلی خاک، درصد فراوانی خاکدانه‌های بزرگ خاک مراتع تحت چرای شدید دام نیز کاهش می‌یابد. به‌طوری که کربن آلی خاک مراتع تحت چرای شدید دام (۱/۱۶٪)، منجر به افزایش فراوانی خاکدانه‌های کوچک‌تر از ۰/۰۵ میلی‌متر (۱۶/۴۳٪) نسبت به مراتع حفاظت‌شده است.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین کربن آلی و اندازهٔ خاکدانه‌های خاک به‌روش S.N.K در سطح ۰/۰۵

مرتع	کربن آلی ٪	درصد فراوانی اندازهٔ خاکدانه‌ها (mm)				
		<۰/۰۵	۰/۲۵-۰/۰۵	۱-۰/۲۵	۲-۱	۵-۲
مرتع حفاظت‌شده	۳/۱۲$^{(a)}$	۷/۴۱$^{(b)}$	۷/۲۱$^{(b)}$	۳۰/۵۳$^{(a)}$	۲۴/۰۴$^{(a)}$	۳۰/۸۱$^{(a)}$
چرای شدید	۱/۱۶$^{(b)}$	۱۶/۴۳$^{(a)}$	۱۸/۳۸$^{(a)}$	۳۵/۵۰$^{(a)}$	۱۶/۰۱$^{(b)}$	۱۳/۶۷$^{(b)}$

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد مراتع تحت چرای شدید دام استان کرمانشاه تأثیر مستقیمی بر مقدار کربن آلی خاک و اندازهٔ خاکدانه‌ها دارد. براساس این، مراتع حفاظت‌شده نسبت به مراتع تحت چرای شدید دام بیشترین میزان ترسیب کربن را داشت. نتیجهٔ این پژوهش با سایر مطالعات نیز مطابقت دارد. درنر و شومان[1] (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که حفاظت از مراتع منجر به افزایش کربن مرتع می‌شود. جنیدی جعفری و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که رابطهٔ معنی‌داری بین قرق مرتع و میزان ترسیب کربن وجود دارد. قرق بلندمدّت مراتع منجر به افزایش معنی‌دار مادهٔ آلی خاک و خاکدانه‌های درشت می‌شود (لولی و مینگ پانگ (۲۰۱۰). هیل[2] و همکاران (۲۰۰۳)، با بررسی اثر چرا بر روی میزان ترسیب کربن در مراتع استرالیا به این نتیجه رسیدند که میزان کربن ذخیره‌شده در خاک و پوشش گیاهی به‌شدّت تحت تأثیر مدیریت چرا است.

بررسی‌ها نشان داد که چرای سبک دام و بهره‌برداری مناسب از مراتع می‌تواند منجر به افزایش میزان ترسیب کربن نسبت به مناطق حفاظت‌شدهٔ تحت عملیات بیولوژیک و باغات دیم شود که دلیل آن افزایش کارآیی فرایند فتوسنتز در گیاه است. بررسی تأثیر عوامل مدیریتی بر ذخیرهٔ کربن خاک، به‌وسیلهٔ درنر و شومن (۲۰۰۷)، در مراتع آمریکا انجام گرفته که نشان می‌دهد مدیریت مناسب چرایی در افزایش ذخیرهٔ کربن آلی خاک تأثیر دارد، به‌طوری که در مدیریت چرای مناسب از پوشش گیاهی میزان ترسیب کربن ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش خواهد داشت. پس می‌توان نتیجه گرفت که مراتع تحت عملیات بیولوژیک پس از قرق در صورت بهره‌برداری مناسب می‌توانند نقش بسیار مؤثّری در کاهش گازهای گلخانه‌ای و ترسیب کربن داشته باشند و همچنین ضمن استفاده از علوفه می‌توان از سایر منافع منابع طبیعی درزمینهٔ حفاظت آب‌وخاک، ایجاد محیط‌زیست مناسب، استفاده از گیاهان دارویی و صنعتی، پرورش زنبورعسل و چشم‌انداز زیبا استفاده کرد.

فراوانی خاکدانه‌های بزرگ منجر به افزایش اندازهٔ خلل و فرج در خاک می‌شود و شرایط مناسبی برای توسعهٔ ریشهٔ گیاه، افزایش نفوذپذیری و جریان هوا در خاک فراهم شده و شرایط مناسب‌تری برای استقرار پوشش گیاهی، خاک‌سازی، کاهش فرسایش و درنهایت افزایش ترسیب کربن فراهم می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاهش کربن آلی و باروری خاک در مرتع تحت چرای شدید دام منجر به افزایش خاکدانه‌های کوچک شده است. به‌طوری که فراوانی خاکدانه‌های خیلی‌درشت (۵-۲ میلی‌متر) در خاک مرتع حفاظت‌شده ۳۰/۸۱٪ و در مرتع

1- Derner
2- Hill

تحت چرای شدید ۱۳/۶۷٪ است؛ که این امر به‌واسطهٔ تردّد زیاد دام، حالت پودرشدن خاک سطحی و پس از آن کاهش نفوذ آب در خاک، افزایش رواناب و کندشدن توسعهٔ ریشه در خاک است. حاصل این رویدادها در طول زمان کاهش تولید بیومس گیاهی و میزان ترسیب کربن نسبت به مرتع حفاظت‌شده است. پژوهش گابریلس و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که چرای شدید دام در مرتع منجر به افزایش حسّاسیّت خاک دربرابر عوامل فرسایندگی باران به‌دلیل کاهش مادهٔ آلی و کوچک‌شدن خاکدانه‌ها می‌شود.

نتیجه‌گیری

می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت نامناسب اراضی مرتعی منجر به تخریب خاک از طریق کاهش کربن آلی و به‌دنبال آن تغییر اندازهٔ خاکدانه می‌شود که در مرتع تحت چرای شدید دام به‌طور معنی‌داری این تأثیر بیشتر است؛ همچنین افزایش معنی‌دار خاکدانه‌های کوچک شرایط را برای آسیب‌پذیری بیشتر درمقابل فرسایش فراهم می‌کند.

منابع

جنیدی جعفری، حامد (۱۳۸۸) **بررسی تأثیر عوامل بوم‌شناختی و مدیریتی بر میزان ترسیب کربن در رویشگاه‌های گونهٔ درمنهٔ دشتی، مطالعهٔ موردی: مراتع استان سمنان**، رسالهٔ دکتری تخصصی مرتعداری، استاد راهنما: حسین آذرنیوند، محمد جعفری، محمد علی زارع چاهوکی، دانشگاه تهران.

Cambardella, C. A., Mooran, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen D. L., Turco, R. F., Konopka, A. E. (1994) Field scale variability of soil properties in central Iowa soils, **Soil Science Society of American Journal**, 58, pp. 1501-1511.

Derner, J. D., Schuman, G. E. (2007) Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects, **Journal of Soil and Water Conservation**, 62 (2), pp. 77-85.

Dinakaran, J., Krishnayya, N. S. R. (2008) Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils, **CURRENT SCIENCE**, 94 (9), pp. 1144-1150.

Feiza, V., Feizien, D., Jankauskas, B., Jankauskien, G. (2008) The impact of soil management on surface runoff, soil organic matter content and soil hydrological properties on the undulating landscape of Western Lithuania, **Crop and Soil Management Zemdirbyste**, 95 (1), pp. 3-21.

Gabriels, D., Schiettecatte, W., Verbist, K., Cornelis, W. (2004) Water Harvesting in Southeast Tunisia and Soil Water Storage in the Semi-arid Zone of the LoessPlateou of China. In: S. Thomas (Eds.), 2nd International Workshop of Combating Desertification: Sustainable Management of Marginal Dry lands, **UNESCO-MAB dry lands,** Series No. 3, Shiraz (Iran), pp. 19-24.

Hill, M. J., Britten R., McKeon G. M. (2003) A scenario calculator for effect of grazing land management on carbon stock in Australian rangelands, **Environmental Modeling and Software**, 18 (7), pp. 627-644.

Lu Li, G., Ming Pang, X. (2010) Effect of land-use conversion on C and N distribution in aggregate fractions of soils in the southern Loess Plateau, China, **Land Use Policy**, 27 (3), pp. 706-712.

McCarty, G. W., Ritchie, J. C. (2000) Impact of soil movement on carbon sequestration in agricultural ecosystems, **Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference in Raleigh**, North Carolina, October 3-5.

Neill, C., Cerri, C. C., Melillo, J. M., Feigl, B. J., Stendler, P. A., Moraes, J. F. L., Piccolo. M. C. (1998) Stocks and dynamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondonia. In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine, B. A. Stewart (Eds.), Soil processes and the carbon cycle. Adv, **In Soil Science**, CRC Press, pp. 9-28.