محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶
صفحات: ۷۱۷-۷۰۹

بررسی ماهانه و فصلی میزان تصاعد کربن در شدت‌های مختلف فرسایش آبی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز قره آقاج- استان اصفهان)

نادیا کمالی[۱]، احمد صادقی‌پور[۲*]

۱. استادیار پژوهشی، بخش مرتع، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان

(تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۹)

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات ماهانه و فصلی میزان تصاعد دی‌اکسیدکربن از خاک در پنج کلاس فرسایشی در حوزهٔ آبخیز قره آقاج شهرستان سمیرم در استان اصفهان انجام شد. مقادیر فرسایش آبی منطقه به روش E.P.M در واحدهای کاری به‌دست آمد، سپس در پنج کلاس فرسایش خیلی کم، کم، متوسط، شدید و خیلی شدید تصاعد کربن به روش تله قلیایی در اتاقک بسته ساکن به‌صورت ماهانه، به مدت یک‌سال اندازه‌گیری شد. داده‌های مربوط به مقادیر تصاعد و کلاس‌های فرسایشی، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بیشترین میزان تصاعد در اراضی با شدت فرسایش خیلی زیاد، در مرداد ماه (۳/۷ گرم کربن در متر مربع در روز) و کمترین آن در بهمن ماه (۰/۰۲۲ گرم بر متر مربع در روز)، در اراضی با شدت فرسایش خیلی‌کم اتفاق افتاده است. همچنین بیشترین میزان تصاعد کربن در فصل تابستان و کمترین آن در فصل زمستان بوده است. به‌طور کلی با افزایش شدت فرسایش میزان تصاعد دی‌اکسیدکربن افزایش یافت و مقابله با فرسایش جهت کاهش هدر رفت کربن چه از جنبهٔ شست‌وشو و چه تصاعد، پیشنهاد می‌شود.

کلید واژگان: تله قلیایی، آزمایش فاکتوریل، تصاعد کربن، E.P.M

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۸۲۳۳۳۳۳۵۴۰۵+ ایمیل: a.sadeghipour@semnan.ac.ir

۱. مقدمه

فرسایش خاک یک فرآیند طبیعی است که در اثر فعالیت‌های انسانی تشدید می‌شود. نتیجهٔ فرسایش، کاهش حاصلخیزی خاک و از بین رفتن مواد آلی از جمله کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. کاهش پوشش جنگلی، کاهش تولیدات زراعی، افزایش سیلاب‌ها، کاهش تولید برق، کاهش کیفیت آب آشامیدنی و مانند آن‌ها آثار مستقیم و غیر مستقیم فرسایش خاک هستند، به طوری‌که بیشترین میزان تخریب خاک در سطح کرهٔ زمین توسط فرسایش صورت می‌گیرد (Lal, 2003). فرسایش خاک باعث از بین رفتن حجم قابل توجهی از کربن به‌ویژه در لایه‌های سطحی خاک می‌گردد، از طرفی خاک به عنوان بزرگترین منبع ترسیب و نگهداری کربن به شمار می‌رود که جلوگیری از هدر رفت کربن آن از مهم‌ترین فاکتورهای حفظ تعادل کربن در کره زمین است (Lal, 2005; Smith *et al.*, 2007). بخش خشکی زیست‌کره می‌تواند هم به عنوان منبع رهاسازی و هم به عنوان محل ته نشست دی اکسید کربن هوا عمل نماید و به‌عنوان بخش کلیدی چرخهٔ جهانی کربن مورد توجه قرار گیرد. رهاسازی کربن به اتمسفر حدود ۰/۳۷ تا ۱ پتا گرم در سال است (Lal *et al.*, 2003)، در حالی که ته نشست آن ۰/۵۶ تا ۱ پتاگرم در سال است (Smith *et al.*, 2005).

اگر فرسایش خاک را یک فرآیند چهار مرحله‌ای شامل جدا و شکسته شدن ذرات، حمل و نقل ذرات، توزیع مجدد و رسوبگذاری ذرات در نظر بگیریم، تصاعد کربن از خاک به اتمسفر در هر چهار مرحله اتفاق می‌افتد (Yoo *et al.*, 2010). کربن آلی خاک یکی از مؤلفه‌های اصلی در ارزیابی کیفیت خاک محسوب می‌گردد (Nosrati, 2011). فرسایش خاک موجب افزایش غنی‌شدگی رسوبات از کربن (Wang *et al.*, 2010) و باعث انتقال و جابجایی کربن و تسریع فرآیند معدنی شدن (به طور مثال انتشار کربن) می‌گردد. Van Oostو همکاران (۲۰۰۷) میزان هدررفت سالانهٔ کربن توسط فرسایش خاک را حدود ۲۶ درصد (سالانه حدود ۰/۱۲ پتاگرم کربن) برآورد کرده‌اند که اهمیت نقش فرسایش خاک را به عنوان عامل مهم و اصلی ایجاد دی‌اکسید کربن اتمسفر بیان می‌نماید. بدین ترتیب رویکرد جدید در کاهش تغییر اقلیم، مدیریت خاک‌ها در حفظ ذخیرهٔ کربن موجود و افزایش ذخیرهٔ کربن از طریق تثبیت کربن اتمسفر است. هدر روی کربن آلی از خاک‌های کشاورزی و مراتع (که تحت فشار مضاعف جهت تولید محصولات می‌باشند) به دلیل فرسایش و تخریب اراضی به صورت گاز، آبشویی و رواناب افزایش می‌یابد و موجب کاهش ذخیرهٔ کربن آلی خاک می‌گردد. بنابراین به منظور کاهش میزان دی‌اکسید کربن اتمسفر شناخت ذخیره‌گاه‌های کربن و نیتروژن آلی خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کربن خاک در مناطق فرسایش یافته به دو صورت از دسترس گیاه خارج می‌شود؛ یکی به صورت جامد در اثر شسته شدن توسط رواناب و دیگری به صورت گاز دی‌اکسید کربن متصاعد شده از سطح خاک (Owens *et al.*, 2002). پوشش گیاهی باعث تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش شده در نتیجه باعث کاهش تصاعد کربن خاک می‌گردد (Lopez-Moreno *et al.*, 2006). Boix-Fayos و همکارانش (۲۰۰۹) نشان دادند که ذخیرهٔ کربن آلی حوزهٔ آبخیز در اثر فرسایش آبی، ۴ درصد کاهش می‌یابد. Shukla و Lal (۲۰۰۵) نشان دادند که میزان ذخیرهٔ کربن آلی در لایهٔ سطحی خاک به ترتیب در خاک‌های فاقد فرسایش، رسوبات و خاک‌های فرسایش یافته (متوسط و شدید) کاهش می‌یابد که به دلیل تأثیر فرسایش بر کاهش کربن آلی است. Martinez-Mena و همکارانش (۲۰۰۸) با مطالعهٔ اثر کشت و کار، کاربری اراضی و فرسایش خاک بر میزان هدر رفت کربن خاک، میزان کربن از دست رفته در اثر فرسایش و تغییر کاربری را مهم‌ترین عامل هدر رفت کربن خاک می‌دانند.

کربن آلی خاک، نقش کلیدی در تعیین رفتار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها دارد و ذخایر مادهٔ آلی و کربن خاک، شاخص مناسبی از کیفیت خاک است که به

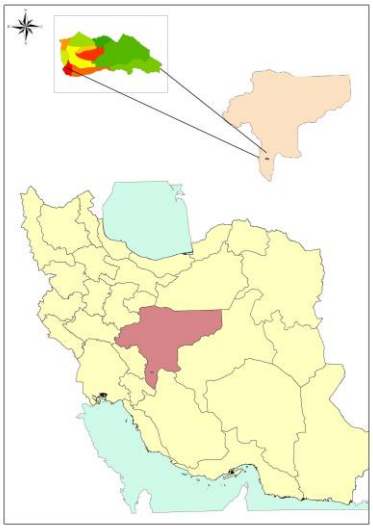
تغییرات عملیات مدیریتی حساس است. تغییر کاربری اراضی به‌خصوص در دهه‌های اخیر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باعث تغییرات معنی‌دار ذخایر کربن و بر هم خوردن تعادل کربن شده است. ذخیرهٔ کربن آلی خاک نسبت به مدیریت و کاربری اراضی فوق‌العاده حساس است. از سوی دیگر تغییر کاربری اراضی نقش عمده‌ای در افزایش میزان فرسایش خاک دارد.

به دلیل پایین بودن مقدار مادهٔ آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، فعالیت میکروبی در خاک‌های این مناطق اغلب با محدودیت کربن روبه‌روست. فرسایش خاک می‌تواند با شستن لایهٔ سطحی که حاوی بیشترین مقدار کربن است، نقش بسیار عمده‌ای در عدم تعادل کربن خاک داشته باشد (Lal, 2005). از این رو تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر شدت‌های مختلف فرسایش بر تصاعد کربن در قالب یک آزمایش صحرائی طراحی و اجرا شد که به‌دلیل وجود انواع کلاس‌های فرسایشی در حوزهٔ آبخیز قره آقاج، این منطقه برای مطالعه انتخاب شد.

۲. مواد و روش‌ها

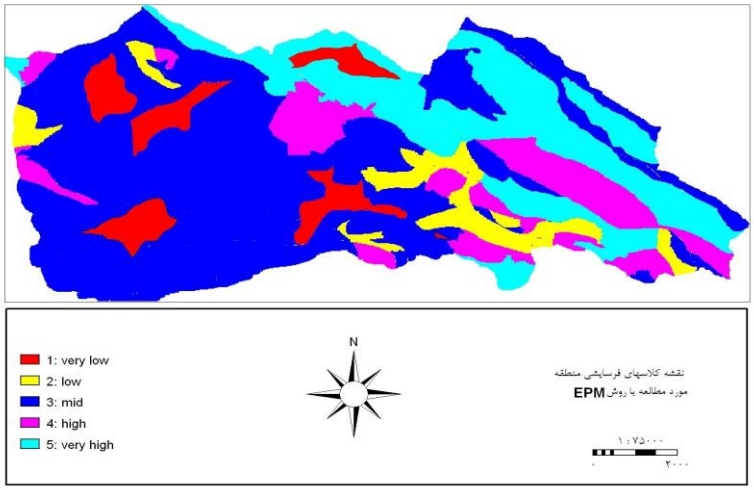
۱،۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه حوزهٔ رودخانهٔ قره آقاج واقع در شهرستان سمیرم استان اصفهان با اقلیم نیمه استپی است. وسعت این حوزه ۸۹۵۴/۸۲ هکتار بوده و بین طول‌های جغرافیائی ″۵۳ ′۴۵ °۵۱ و ″۵۴ ′۳۴ °۵۱ و عرض‌های جغرافیائی ″۲۸ ′۳۰ °۳۱ و ″۱۹ ′۲۶ °۳۱ قرار دارد (شکل ۱). متوسط بارندگی منطقه ۳۷۳/۲۶ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۱۰/۵۳ و حداکثر متوسط دمای ماهانهٔ منطقه ۲۱/۶۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. به‌طورکلی سن سازندهای منطقه مربوط به دو دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک است. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شدند، همچنین با استفاده از نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشهٔ واحدهای سنگ‌شناسی منطقه به‌دست آمد؛ از روی عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و نقشهٔ توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ همراه با پیمایش صحرائی، رخساره‌های ژئومرفولوژی مشخص شدند و نقشهٔ آن به‌دست آمد. در نهایت با تلفیق نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع، سنگ‌شناسی و رخساره‌های ژئومرفولوژی نقشهٔ واحدهای کاری منطقه به دست آمد (Ahmadi, 2007).



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

تعداد ۳۳ واحد کاری در منطقه تعیین شد و میزان فرسایش در هر واحد با استفاده از روش E.P.M برآورد گردید. با بررسی اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف در رابطه با آب و هوای منطقه، وضعیت ژئومرفولوژی، سنگ‌شناسی, پوشش گیاهی، خاک، هیپسومتری، شیب و پیمایش صحرایی، در هر واحدکاری وضعیت فرسایش تعیین شد. پس از تعیین وضعیت فرسایش در هر واحدکاری، کل منطقه در قالب پنج تیپ فرسایشی (خیلی کم، کم، متوسط، شدید، خیلی شدید) تفکیک گردید و واحدهایی که در یک تیپ فرسایشی واقع شده بودند، ادغام شده و نقشهٔ فرسایش منطقه تهیه شد (شکل ۲). در نهایت مقدار تصاعد کربن در هر تیپ فرسایشی، اندازه گیری شد.



شکل ۲. نقشهٔ کلاس‌های فرسایشی منطقهٔ مورد مطالعه

نمونه‌برداری جهت تعیین میزان تصاعد کربن از خاک، در هر منطقه از فروردین تا اسفند ۱۳۹۱ به‌صورت ماهانه (پانزدهم هر ماه)، به کمک تله‌های قلیایی و با روش اتاقک بستهٔ ساکن[1] (CSC)، با استفاده از NaOH نرمال صورت گرفت (Carter & Gregorich, 2007)، به این صورت که در هر تیپ فرسایشی چهار نمونهٔ اندازه‌گیری به مدت ۲۴ ساعت در صحرا قرار داده شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه سریعاً با HCl نرمال مورد آزمایش قرار گرفتند و نهایتاً با استفاده از رابطهٔ:

$$CO_2\ (mg) = (B - S) * N * E$$

که در آن B: اسید مصرفی جهت سنجش شاهد (mmL)، S: اسید مصرفی جهت سنجش نمونه (mmL)، N: نرمالیتهٔ اسید کلریدریک و E: میلی‌اکی‌والان دی اکسید کربن است، مقادیر تصاعد CO_2 در هر کلاس فرسایشی محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. بدین منظور همگنی داده‌ها از آزمون لیون و نرمال بودن آن‌ها از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف سنجیده شد و برای تعیین اثر مقادیر مختلف فرسایش بر ذخیرهٔ کربن خاک، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار صورت گرفت، همچنین جهت گروه‌بندی و تعیین اختلاف بین تیمارهای مورد بررسی از

[1] Closed Static Chamber

آزمون مقایسهٔ میانگین دانکن استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از برآورد فرسایش منطقه به روش EPM: جدول ۱ مساحت و درصد طبقات مختلف فرسایش را نشان می‌دهد که نشان از وضعیت متفاوت منطقه از نظر فرسایش دارد. با توجه به شکل ۲ (نقشهٔ طبقات شدت فرسایش) مشاهده می‌گردد که با اعمال روش EPM در واحدهای کاری مختلف، حوزهٔ مورد مطالعه از نظر شدت فرسایش شامل پنج طبقه با شدت فرسایش خیلی کم، کم، متوسط، شدید و خیلی شدید است. بیشترین مساحت حوزه از نظر فرسایش در طبقهٔ فرسایشی با شدت متوسط قرار گرفته است.

جدول ۱. مساحت و درصد طبقات شدت فرسایش با استفاده از روش EPM

شدت فرسایش	خیلی کم	کم	متوسط	شدید	خیلی شدید
مساحت	۱۰۰۲/۵۸	۵۸۲/۰۳	۴۰۰۰/۶۸	۱۱۲۳/۱۸۹۲۵	۲۲۵۰/۳۴
درصد	۱۱/۱۹	۷/۲۴	۴۴/۶۵	۱۲/۵۴	۲۵/۱۲

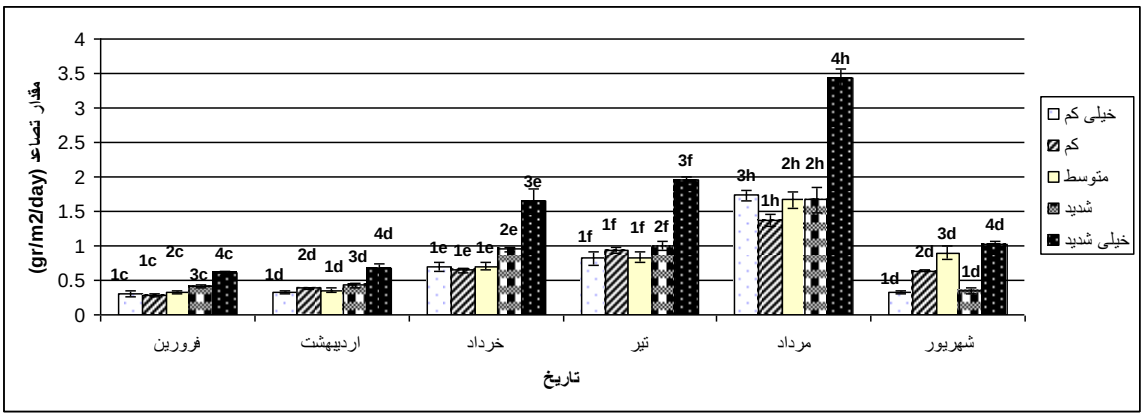
نتایج حاصل از برآورد مقدار تصاعد کربن در شدت‌های مختلف فرسایش: جدول ۲ نتایج تجزیهٔ واریانس اثر ماه‌های مختلف و شدت‌های مختلف فرسایش بر میزان تصاعد کربن را نشان می‌دهد.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس اثر ماه و شدت‌های مختلف فرسایش بر تصاعد کربن

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تاریخ (ماه)	۱۱	۶/۲۴۴	۸۸/۷۴۷**
شدت فرسایش	۴	۲/۴۷۲	۷۱۸۱/۴۱۹**
ماه* شدت فرسایش	۴۴	۰/۲۸۶	۳۵۹/۶۴۳**
خطا	۲۰۰	۰/۰۱۷	

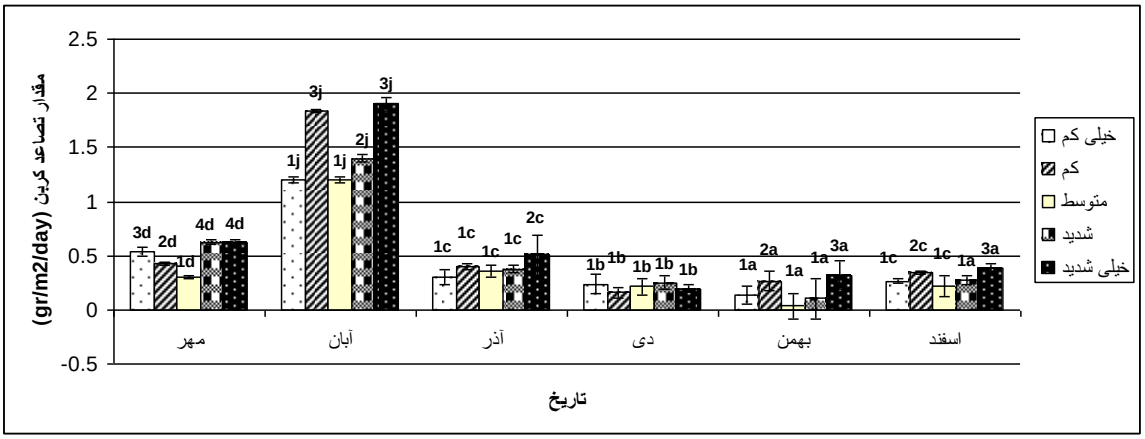
** معنی دار در سطح ۰/۰۱

نتایج نشان داد اثر شدت‌های مختلف فرسایش بر میزان تصاعد کربن معنی‌دار است. بیشترین میزان تصاعد کربن در اراضی با شدت فرسایش خیلی زیاد صورت گرفته و کمترین مربوط به اراضی با شدت فرسایش خیلی کم است. با مطالعهٔ روند تغییرات تصاعد کربن در ماه‌های مختلف مشخص شد بیشترین میزان تصاعد کربن از خاک در ماه مرداد در اراضی با شدت فرسایش خیلی زیاد اتفاق افتاده است و کمترین میزان تصاعد کربن در بهمن ماه در اراضی با شدت فرسایش خیلی کم صورت گرفته است. همچنین (آذر، فروردین، اسفند)، (مهر، اردیبهشت، شهریور) از نظر میانگین در یک گروه قرار می‌گیرند. همچنین دی، خرداد، تیر، مرداد، آبان و بهمن در گروه‌های متفاوت از نظر میانگین قرار می‌گیرند. بیشترین میزان تصاعد در اراضی با شدت فرسایش خیلی زیاد، در مرداد ماه (۳/۷ گرم کربن در متر مربع در روز) و کمترین آن در بهمن ماه (۰/۰۳۳ گرم بر متر مربع در روز)، در اراضی با شدت فرسایش خیلی کم اتفاق افتاده است (اشکال۳ و۴).



شکل ۳. اثر متقابل ماه‌های مختلف سال (۶ ماه اول سال) و شدت‌های مختلف فرسایش بر میزان تصاعد کربن

(حروف نشان دهندهٔ اختلاف میزان تصاعد ماه‌ها و اعداد نشان دهندهٔ اختلاف بین شدت‌های مختلف فرسایش است)



شکل ۴. اثر متقابل ماه‌های مختلف سال (۶ ماه دوم سال) و شدت‌های مختلف فرسایش بر میزان تصاعد کربن

(حروف نشان دهندهٔ اختلاف میزان تصاعد ماه‌ها و اعداد نشان دهندهٔ اختلاف بین شدت‌های مختلف فرسایش است)

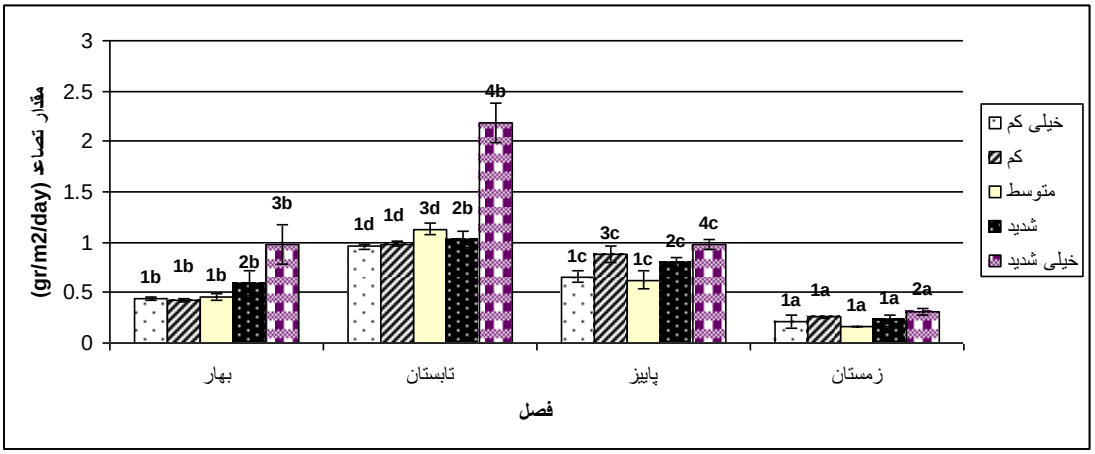
نتایج بررسی تغییرات فصلی تصاعد در فصول مختلف سال در شدت‌های مختلف فرسایش نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین میزان تصاعد در فصول مختلف در مناطق مورد مطالعه است (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس اثر فصل و شدت‌های مختلف فرسایش بر تصاعد کربن

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تاریخ (فصل)	۳	۳/۶۷۴	۱۱۲۴/۵۹۰**
شدت فرسایش	۴	۰/۸۱۷	۲۵۰/۰۰۶**
فصل* شدت فرسایش	۱۲	۰/۲۰۱	۶۱/۴۲۹**
خطا	۶۰	۰/۰۰۳	

** معنی دار در سطح ۰/۰۱

بیشترین مقدار تصاعد کربن از خاک به ترتیب در فصل تابستان در مناطق با کلاس فرسایش خیلی شدید و کمترین در مناطق با کلاس فرسایشی خیلی کم و در فصل زمستان اتفاق افتاده است (شکل ۵).



شکل ۵. اثر متقابل فصول مختلف و شدت‌های مختلف فرسایش بر میزان تصاعد کربن

(حروف نشان‌دهندهٔ اختلاف میزان تصاعد فصول و اعداد نشان‌دهندهٔ اختلاف بین شدت‌های مختلف فرسایش است)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده مقدار تصاعد کربن با افزایش میزان فرسایش افزایش یافته و بیشترین میزان تصاعد کربن در کلاس فرسایشی خیلی شدید صورت گرفته است. فرسایش خاک با جابه‌جا کردن خاک سطحی باعث کنده شدن کربن خاک و تصاعد کربن از خاک به هوا می‌شود (Albergel *et al.*, 2006). Martinez-Mena و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعهٔ خود بر روی تغییرات میزان کربن خاک در اثر فرسایش آبی و کشت و کار، تخریب خاک توسط انسان و فرسایش تشدید شونده در اکوسیستم‌های مدیترانه‌ای را مهم‌ترین علت تصاعد کربن از خاک در این نوع اکوسیستم‌ها می‌دانند. برخورد باران به سطح خاک با جابه‌جا کردن خاک سطحی باعث تصاعد کربن از خاک به هوا می‌شود، هرچه خاک سست‌تر باشد این جا به جایی بیشتر صورت گرفته و تصاعد کربن از خاک به هوا بیشتر صورت خواهد گرفت (Deyanira, 2003). فرسایش خاک علاوه بر افزایش تصاعد کربن از سطح خاک باعث شسته شدن مقدار قابل توجهی از کربن آلی خاک و از بین رفتن آن می‌شود (Asefaw Berhe *et al.*, 2007). ذخیرهٔ مقدار زیادی از کربن آلی خاک در افق‌های سطحی نشان دهندهٔ اهمیت حفاظت از این لایه‌های سطحی در برابر عواملی است که باعث هدررفت عناصر غذایی به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم از خاک می‌گردند (Nosrati, 2011). تحقیقات مختلف انجام شده در جهان نشان دهندهٔ تأثیر قابل توجه پدیدهٔ فرسایش در هدررفت کربن خاک است (Ran *et al.*, 2013). تحقیق حاضر نیز نشان دهندهٔ هدر رفت کربن آلی خاک در اثر تصاعد مخصوصاً در کلاس فرسایشی خیلی شدید است، از طرفی بین کلاس‌های فرسایش کم و خیلی کم در بیشتر ماه‌های سال با شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد، از این رو کاهش مقدار فرسایش توسط عملیات حفظ و احیاء اراضی هرچند اگر منجر به حذف کامل فرسایش نشود قادر خواهد بود مقدار تصاعد کربن از خاک را به مقدار قابل توجه کاهش دهد. بهبود شیوه‌های مدیریت اراضی، تناوب کشت، کاهش خاکورزی و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی از مهم‌ترین

فاکتورهای کاهش دهندهٔ فرسایش و در نتیجه هدر رفت کربن هستند (Ran *et al.* 2013)، همچنین کم شدن پوشش گیاهی و برهم خوردگی خاک منجر به افزایش میزان فرسایش و در نتیجه افزایش تصاعد کربن می‌شود (Leifeld et al., 2011).

بیشترین میزان تصاعد کربن در منطقهٔ مورد مطالعه در فصل تابستان و کمترین آن در فصل زمستان اتفاق افتاده است. با بالا رفتن میزان انرژی در فصول گرم، دما در اکوسیستم‌های خاکی افزایش می‌یابد. افزایش دما باعث افزایش تنفس ریشهٔ گیاهان و میکروارگانیسم های خاک می‌شود. این افزایش باعث زیاد شدن تصاعد کربن از خاک می‌گردد (Sadeghipour *et al*., 2013).

فرسایش خاک، خاکدانه‌ها را می‌شکند و کربن عالی محبوس شده در آن‌ها را در معرض هوا قرار داده و معدنی شدن و در نتیجه تصاعد کربن را از طریق افزایش تجزیهٔ میکروبی زیاد می‌کند. احیاء خاک‌های فرسایش یافته، پتانسیل ترسیب ۲۰-۹ تراگرم (تراگرم=۱۰۱۲ گرم) کربن در سال را دارد و کنترل فرسایش می‌تواند مقدار تصاعد کربن را تا ۱۵ تراگرم در سال کاهش دهد (Lal *et al*., 1999). بنابراین کنترل فرسایش و احیاء خاک‌های فرسایش یافته می‌تواند راهکاری مهم برای افزایش کیفیت خاک و کاهش خطرات ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد.

علت بالا بودن میزان تصاعد در مناطق با فرسایش شدید را می‌توان در به‌هم‌خوردگی متناوب خاک سطحی دانست. در ضمن این اراضی به دلیل تغییرات رطوبتی و حرارتی که در اثر جاری شدن سیلاب‌ها در خاک ایجاد می‌شود تصاعد کربن بیشتری نسبت به سایر اراضی دارند. زیرا سرعت تجزیهٔ مواد آلی و خروج آن‌ها از سطح خاک تحت تأثیر پارامترهای محیطی از جمله دما و رطوبت خاک است. به عنوان راهکار مدیریتی به‌طور کلی احیاء و تقویت پوشش گیاهی علی‌رغم اینکه می‌تواند از فرسایش خاک جلوگیری کند، می‌تواند باعث جذب کربن از طریق فتوسنتز گردد، در ضمن با ایجاد میکروکلیما موجب افزایش غنای پوشش گیاهی زیر اشکوب، جلوگیری از تجزیهٔ نوری مواد آلی و افزایش دمای خاک و نهایتاً حفظ رطوبت خاک گردد که به نوبهٔ خود از کاهش هدر رفت کربن جلوگیری می‌کند.

References

Ahmadi, H., 2007, Applied Geomorphology, Vol. I, Water Erosion, University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Albergel, J., Mansouri, T., Zante, P., Ben Mamou, A., Abdeljaoued, S., 2006. Organic carbon in the sediments of hill dams in a semiarid Mediterranean area. In: Roose, E.J., Lal, R., Feller, C., Barthes, B., Stewart, B.A. (Eds.), Soil Erosion and Carbon Dynamics. Advances in Soil Science. Taylor & Francis, Boca Raton, FL. Vol. 58, S3–S21.

Asefaw Berhe, A., Harte, J., Harden, J.W., Torn, M.S., 2007. The Significance of the Erosion-induced Terrestrial Carbon Sink, BioScience; Vol. 57 No. 4; 337-346.

Boix-Fayos, C., De Vente, J., Albaladejo, J., Martinez-Mena, M., 2009. Soil carbon erosion and stock as affected by land use changes at the catchment scale in Mediterranean ecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 133: 75-85.

Carter, M.R., Gregorich, E.G., 2007. Soil Sampling and Methods of Analysis. Second Edition. Canadian Society of Soil Science.

Evans, M., Lindsay. J., 2010.The impact of gully erosion on carbon sequestration in blanket peatlands. Climate change and the British Uplands, 24, 2-11.

Lal, R., 2003 .Soil erosion and the global carbon budget. Volume 29, Issue 4, Pages 437–450.

Lal, R., 2005. Soil erosion and carbon dynamics. Soil & Tillage Research 81, 137–142.

Lal, R., Mokma, D., Lowery, B., 1999. Relation Between Soil Quality and Erosion. In: Lal, R. (ed.), Soil Quality and Soil Erosion. CRC press. pp:237-255.

Leifeld, J., Ammann, C., Neftel, A., Fuhrer, J., 2011. A comparison of repeated soil inventory and carbon flux budget to detect soil carbon stock changes after conversion from cropland to grasslands. Global Change Biology, Volume 17, Issue 11, pages 3366–3375.

Lujan, D.L., 2003. Soil Physical Properties Affecting Soil Erosion in Tropical Soils. Facultad de Agronomia, Instituto de Edafologia, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, 233-243.

Martinez-Mena., M.J., Lopez, M., Almagro, C., Boix-Fayos, J., Albala, D., 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. Soil & Tillage Research 99 : 119–129.

Nosrati, K., 2011. The effect of land use and soil erosion on soil organic carbon and nitrogen stock. Research on environmental erosions, Vol. 3: 128-140. (In Persian)

Owens, L.B., Malone, R.W., Hothen, D.L., Starr, G.C., Lal, R., 2002. Sediment carbon concentration and transport from small watersheds under various conservation tillage practices. Soil Till. Res. 67, 65–73.

Pawson, R.R., Rothwell J.J., Daniels, S., Lord, D.R., Evans, M.G.E., Allott, T.E.H., 2007. Fluvial organic carbon flux from an eroding peatland catchment, southern Pennines, UK. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 4, 719–745.

Ran, L., Lu, X., Xin, Z., 2013. Erosion-induced massive organic carbon burial and carbon emission in the Yellow River basin, China, Biogeosciences Discuss., 10, 13491–13534.

Sadeghipour, A., 2012. The study of carbon sequestration and its distribution in different land uses (Case study: Shahriar). PhD thesis, University of Tehran. (In Persian)

Sadeghipour, A., Kamali , N., Joneidi, H., 2013. Study the effect of rangeland mechanical restoration activities on seasonal and monthly carbon emission (Case study: Sorkhe, Semnan province). J. of Rangeland, vol. 3: 222-229. (In Persian)

Shukla, M.K., Lal, R. 2005. Erosional effects on soil organic carbon stock in an on-farm study on Alfisols in west central Ohio. Soil and Tillage Research, 81: 173-181.

Smith, S.V., Bullock, S.H., Hinojosa-Corona, A., Franco-Vizcaı´no, E., Escoto-Rodrı´ guez, M., Kretzschmar, T.G., FArfa´ n, L.M., Salazar-Cesen˜ a, J.M., 2007. Soil erosion and significance for carbon fluxes in a mountainous Mediterranean-climate watershed. Ecol. Appl. 17, 1379–1387.

Smith, S.V., Sleezer, R.O., Renwick, W.H. and Buddemeier, R.W. 2005. Fates of eroded soil organic carbon: Mississippi basin case study. Ecological Applications, 15: 1929-1940.

Van Oost, K., Quine, T.A., Govers, G., De Gryze, S., Six, J., Harden, J.W., Ritchie, J.C., McCarty, G.W., Heckrath, G., Kosmas, C., Giraldez, J.V., Marques Da Silva, J.R., Merckx, R., 2007. The impact of agricultural soil erosion on the global carbon cycle. Science, 318: 626-629.

Wang, Z., Govers, G., Steegen, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Langhans, C., Merckx, R., Van Oost, K., 2010. Catchment-scale carbon redistribution and delivery by water erosion in an intensively cultivated area. Geomorphology, 124: 65-74.

Yoo, K., Amundson, R., Heimsath, A.M., Dietrich, W.E., 2010. Erosion of upland hillslope soil organic carbon: Coupling field measurements with a sediment transport model. Global Biogeochemical cycles, VOL. 19, GB3003.