فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۴ شماره ۳، صفحه ۳۸۹-۳۷۹، (۱۳۹۵)

# تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر ترسیب کربن خاک

آزیتا اسکندری شهرکی [۱*]، بهمن کیانی [۲] و یعقوب ایران‌منش [۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
پست الکترونیک: a_eskandari88@yahoo.com
۲- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۳

## چکیده

تغییر کاربری یکی از مهم‌ترین عامل‌هایی است که حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر اکوسیستم به‌طور طبیعی حفظ شود، پایداری خاک تأمین خواهد شد. پژوهش پیش‌رو به‌منظور بررسی اثر کاربری‌های مختلف اراضی بر توان ترسیب کربن خاک در منطقه چهارطاق اردل استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. شش کاربری مختلف شامل جنگل قرق‌شده، جنگل طبیعی، جنگل تخریب‌شده، باغ، مرتع و کشاورزی انتخاب شدند و در هر کاربری ۱۰ قطعه‌نمونه به‌طور منظم- تصادفی پیاده شد. در هر قطعه‌نمونه از پارامترهای کمی پوشش گیاهی آماربرداری شد و یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری برداشت شد. آزمایش‌های خاکشناسی برای تعیین بافت، وزن مخصوص ظاهری و کربن آلی خاک انجام شد. نتایج نشان داد که در بین کاربری‌های مختلف اراضی، جنگل قرق‌شده با ۴۷/۴۶ تن در هکتار بیشترین میزان ترسیب کربن خاک را داشت. کمترین مقدار اندوخته کربن نیز مربوط به جنگل تخریب‌شده به میزان ۱۳/۶۸ تن در هکتار بود که ازنظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد بود. نتایج به‌دست‌آمده بیان‌گر این موضوع است که اگر اکوسیستم جنگلی از دخالت‌های انسانی در امان مانده باشد، نقش به‌سزایی در اندوخته بلندمدت کربن در خاک ایفا می‌کند. هرگونه دخالت در شرایط طبیعی اکوسیستم، تأثیر منفی خود را به شکل محسوسی در اندوخته کربن خاک نشان می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** خاک، کاربری اراضی، کربن.

## مقدمه

انسان به‌دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی، تغییرات کاربری اراضی و جنگل‌زدایی، به‌طور فزآینده‌ای باعث افزایش دی‌اکسید کربن اتمسفر می‌شود که این تغییرات به‌طور مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر می‌گذارد و منجر به گرمایش جهانی می‌شود (Falahatkar *et al.*, 2013). بدین‌ترتیب، افزایش نگرانی در مورد گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی، توجه پژوهشگران را به اهمیت خاک و نقش آن در ترسیب کربن جلب کرده است (Lal, 2003). هدررفت تجمعی کربن به اتمسفر درنتیجه تغییرات کاربری اراضی در فاصله یک تا دو قرن گذشته، ۱۸۰ تا ۲۰۰ پتاگرم کربن در سال بوده است و برآورد مقدار

دی‌اکسید کربن با توجه به سناریوهای مختلف نشان از افزایش چشمگیر آن در قرن آینده دارد (Anonymous, 2007).

یکی از عامل‌های مهم افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم در قرن اخیر و اهمیت یافتن ترسیب کربن، تغییر کاربری اراضی است (Mahdipour & Landi, 2010). اراضی کره زمین با تصاعد ۳۴ درصد از گازهای گلخانه‌ای، باعث یک‌سوم گرمایش زمین شده‌اند (Lal, 2008). تغییرات کربن آلی خاک یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر کیفیت خاک است. اندوخته کربن آلی خاک نسبت به مدیریت و کاربری زمین فوق‌العاده حساس است (Tate *et al.*, 2007)، به‌طوری‌که نوع کاربری اراضی و مدیریت آنها مهم‌ترین عامل در توان ترسیب کربن خاک اکوسیستم به‌حساب می‌آید (Mahmoudi *et al.*, 2013) و ذخیره کربن آلی خاک با تغییر پوشش و تغییر کاربری تغییر می‌کند (Wang *et al.*, 2014; Edmondson *et al.*, 2014). بدین‌ترتیب، رویکرد جدید در تعدیل تغییرات اقلیمی، مدیریت خاک‌ها در حفظ ذخیره کربن موجود و افزایش ذخیره کربن از طریق تثبیت کربن اتمسفر است. زیرا خاک از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم است و در مقیاس جهانی سومین منبع ذخیره کربن است (Javadi Tabalvendani *et al.*, 2010)، به‌طوری‌که ۷۵ درصد ذخایر کربن در خشکی را دارد (Hajabbasi *et al.*, 2008). با توجه به این مهم، یک روش پیشنهادی برای کاهش میزان دی‌اکسید کربن و افزایش ذخیره جهانی کربن، ترسیب دوباره آن در خاک‌ها است (Mahmoudi Taleghani *et al.*, 2007). این روش به‌عنوان روشی کم‌هزینه برای کاهش دی‌اکسید کربن مطرح شده است. ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی یا ترسیب کربن خاکی شامل توانایی زی‌توده گیاهی و خاک زیرین آن برای جذب دی‌اکسید کربن اتمسفر و ذخیره بلندمدت آن به شکل کربن در خود است (Anderson *et al.*, 2008).

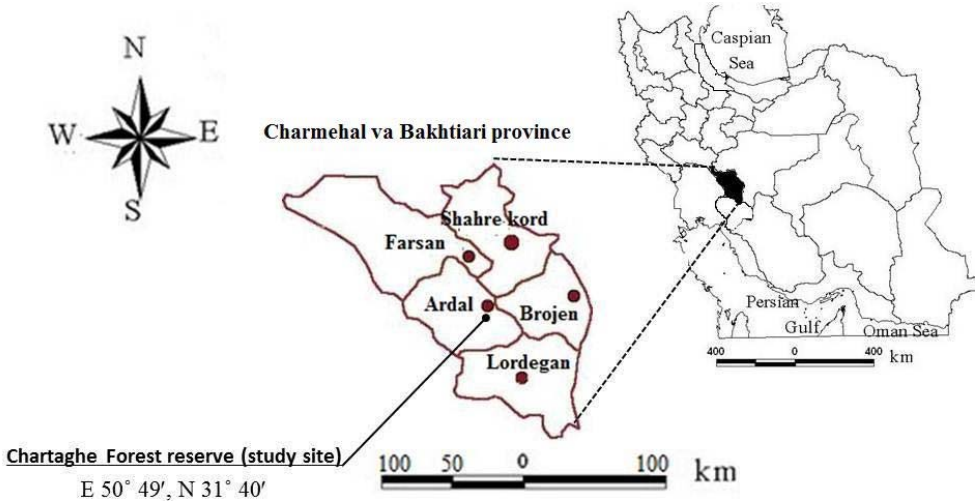
کربن آلی خاک به‌دلیل اثرات تعیین‌کننده بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مانند قدرت نگهداری آب و در دسترس قرار دادن آن، چرخه عناصر غذایی، رشد ریشه گیاه، شدت جریان گازها و حفاظت خاک، نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری کیفیت خاک، تولید محصول و کیفیت محیط زیست دارد. تغییرات کربن آلی یک معرف مهم کیفیت خاک برای ارزیابی تأثیر عملیات مدیریتی در اراضی کشاورزی و جنگلی است (Pathak *et al.*, 2004). اکوسیستم‌های زراعی نقش قابل توجهی در تعادل گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه دی‌اکسید کربن دارند که بیشتر آن به اقدامات مدیریتی برمی‌گردد. نوع کاربری اراضی عامل مهم و مؤثری در ذخیره‌سازی ماده آلی در خاک است و نه‌تنها مقدار ماده آلی خاک را کنترل می‌کند، بلکه بر ترکیب و کیفیت مواد آلی خاک نیز تأثیر می‌گذارد (Fallahzadeh & Hajabbasi, 2011). تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی بر کیفیت خاک و تفسیر تغییرات مشاهده‌شده را می‌توان به‌وسیله اندازه‌گیری خصوصیات خاک ارزیابی کرد. درک سازوکار اثر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک می‌تواند راهکاری مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت کاربری اراضی در مناطق مشابه باشد (Mandal *et al.*, 2010). از آن‌جایی‌که ذخیره کربن آلی خاک با تغییر پوشش و کاربری تغییر می‌کند، اهمیت موضوع دوچندان می‌شود. با توجه به دخالت‌های انسانی شدید در اکوسیستم‌های طبیعی غرب کشور و تغییر کاربری‌ها، پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر مقدار اندوخته کربن در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو در منطقه چهارطاق اردل انجام شد. منطقه مورد مطالعه در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی شهرکرد و ۴۰ کیلومتری شهرستان اردل و در مجاورت روستای چهارطاق با مساحتی معادل ۴۰۰ هکتار قرار گرفته است (شکل ۱). ازنظر جغرافیایی، در حد فاصل ´´۳۴ ´۵۰ °۳۱ تا ´´۴۴ ´۵۲ °۳۱ عرض شمالی و ´´۳۹ ´۴۸ °۵۰ تا ´´۱۱ ´۵۰ °۵۰ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع از

سطح دریا در این رویشگاه از ۲۱۰۰ متر از کنار رودخانه سبزکوه تا ۳۱۰۰ متر در ارتفاعات کوه کلار متغیر است. براساس آمار بلندمدت (۱۳۷۳ تا ۱۳۹۲) ایستگاه کلیماتولوژی منطقه، میانگین بارندگی سالانه ۵۳۰/۱۵ میلی‌متر، حداقل درجه‌حرارت مطلق ۱۹/۵- و حداکثر درجه‌حرارت مطلق ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. براساس روش دومارتن، منطقه مورد مطالعه جزء اقلیم نیمه‌مرطوب محسوب می‌شود (Sohrabi, 2014). ازنظر ساختار زمین‌شناسی، سازند موجود در منطقه سازند سروک- ایلام است. پیکره اصلی این سازند را سنگ‌های آهکی توده‌ای و متراکم با تخلخل و درزهای خوب می‌سازد (Jahanbazi *et al.*, 2000).




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران**

## روش پژوهش

### انتخاب مناطق مورد مطالعه

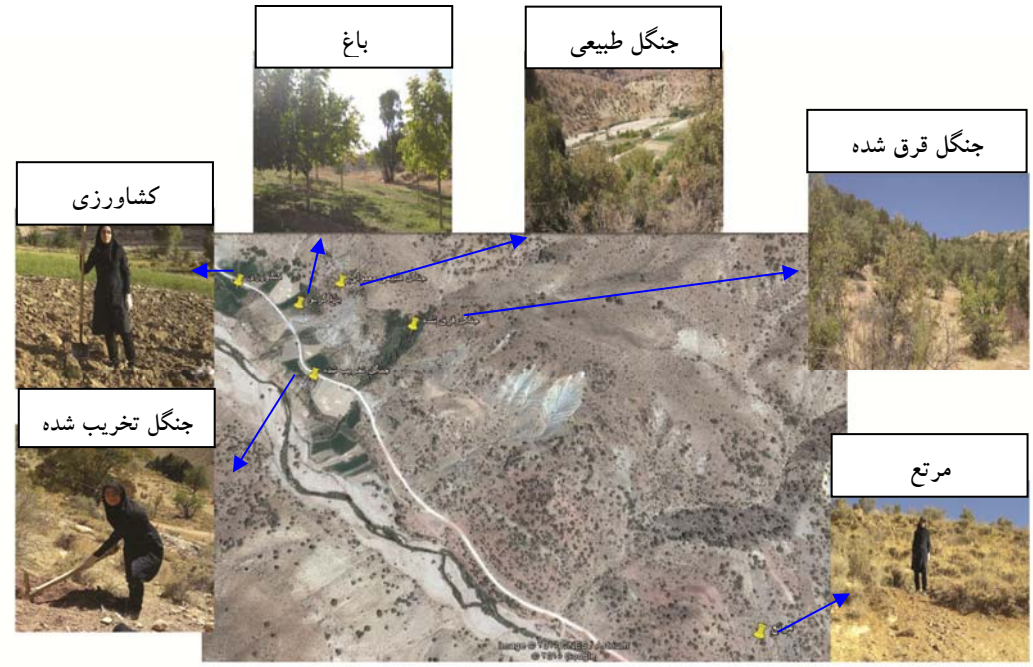
پس از جنگل‌گردشی‌های اولیه، شش کاربری شامل جنگل قرق‌شده (منطقه حفاظت‌شده منابع طبیعی از سال ۱۳۶۲)، جنگل طبیعی (جنگلی که میزان دخالت‌های انسانی و تخریب پوشش گیاهی آن حداقل ممکن بود)، جنگل تخریب‌شده (در این منطقه دخالت‌هایی شامل جاده، قطع درختان و غیره انجام شده بود)، مرتع، کشاورزی (سابقه کشت ۷۰ ساله) و باغ در شرایط مشابهی از نظر فیزیوگرافی انتخاب شدند (جدول ۱).

**جدول ۱- وضعیت فیزیوگرافی و بافت خاک کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه مورد مطالعه**

| کاربری | ارتفاع از سطح دریا (متر) | جهت شیب | درصد شیب غالب | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|
| جنگل طبیعی | ۲۱۰۰ | شمال شرقی | ۵۰ | Clay |
| جنگل تخریب‌شده | ۲۳۰۰ | شمال شرقی | ۳۳ | Clay-loam |
| جنگل قرق‌شده | ۲۱۰۰ | شمال شرقی | ۳۴ | Clay-loam |
| باغ | ۲۱۰۰ | شمال شرقی | ۵ | Clay-loam |
| مرتع | ۲۳۰۰ | شمال شرقی | ۳۰/۳ | Clay-loam |
| کشاورزی | ۲۱۰۰ | شمال شرقی | ۱۵ | Clay-loam |

**نمونه‌برداری**

در هرکدام از مناطق انتخاب‌شده، ۱۰ قطعه‌نمونه ۵۰۰ متر مربعی به‌طور منظم- تصادفی برداشت شد. به‌منظور آماربرداری از پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، در قطعات نمونه برداشت‌شده در پنج کاربری جنگل قرق‌شده، جنگل طبیعی، جنگل تخریب‌شده، باغ و مرتع، مشخصات قطر متوسط تاج (برای محاسبه سطح تاج)، قطر برابر سینه (برای محاسبه رویه زمینی) برای درختان و درختچه‌ها، سطح پوشش گونه‌های مرتعی و تعداد در هکتار (برای محاسبه تراکم) اندازه‌گیری شدند. در هرکدام از قطعات نمونه موجود در کاربری‌های مختلف اراضی، پس از کنار زدن لایه لاشبرگی، یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری تهیه شد. از آنجایی‌که امکان استفاده از آگر به‌دلیل سنگلاخی بودن عرصه وجود نداشت، نمونه‌ها با حفر گودال و برداشت تراشه تهیه شدند (شکل ۲). سپس نمونه‌های تهیه‌شده به‌طور جداگانه شماره‌گذاری شدند و برای اندازه‌گیری مقدار کربن آلی به آزمایشگاه منتقل شدند.




شکل ۲- موقعیت کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه مورد مطالعه

**مطالعات آزمایشگاهی**

نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک شدند و پس از خرد کردن کلوخه‌ها، جدا کردن ریشه‌ها، سنگ و ناخالصی‌های دیگر، آسیاب شدند و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. آزمایش‌های خاک‌شناسی برای تعیین بافت، وزن مخصوص ظاهری و کربن آلی خاک نیز انجام شد. وزن مخصوص ظاهری خاک به‌روش کلوخه و اندازه‌گیری کربن آلی خاک به‌روش والکلی- بلاک تعیین شد (MacDicken, 1997). درنهایت، مقدار کربن آلی خاک در واحد سطح (تن در هکتار) از رابطه ۱ محاسبه شد (Penman *et al.*, 2003).

$$SOC = [SOC] \times \text{Bulk Density} \times \text{Depth} \times 10 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: SOC ذخیره کربن آلی خاک ($Mg\ C\ ha^{-1}$)، [SOC]غلظت کربن آلی خاک در حجم خاک برداشت‌شده ($g\ C(kg\ soil)^{-1}$)، Bulk Density جرم خاک بر حجم نمونه یا وزن مخصوص ظاهری خاک ($Mg\ m^{-3}$)، Depth عمق نمونه‌برداری (متر) و ۱۰ ضریب تبدیل واحد به $Mg\ C\ ha^{-1}$ است.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها**

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف–سمیرنوف و همگنی آنها با آزمون لیون بررسی شد. به‌منظور مقایسه مقدار اندوخته کربن در کاربری‌های مختلف از تجزیه واریانس یک‌طرفه (آزمون F) و برای گروه‌بندی داده‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد.

## نتایج

پوشش گیاهی موجود در کاربری‌های مختلف شناسایی شد که فهرست گونه‌های غالب موجود، در جدول ۲ آمده است.

**جدول ۲– پوشش گیاهی در کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه مورد مطالعه**

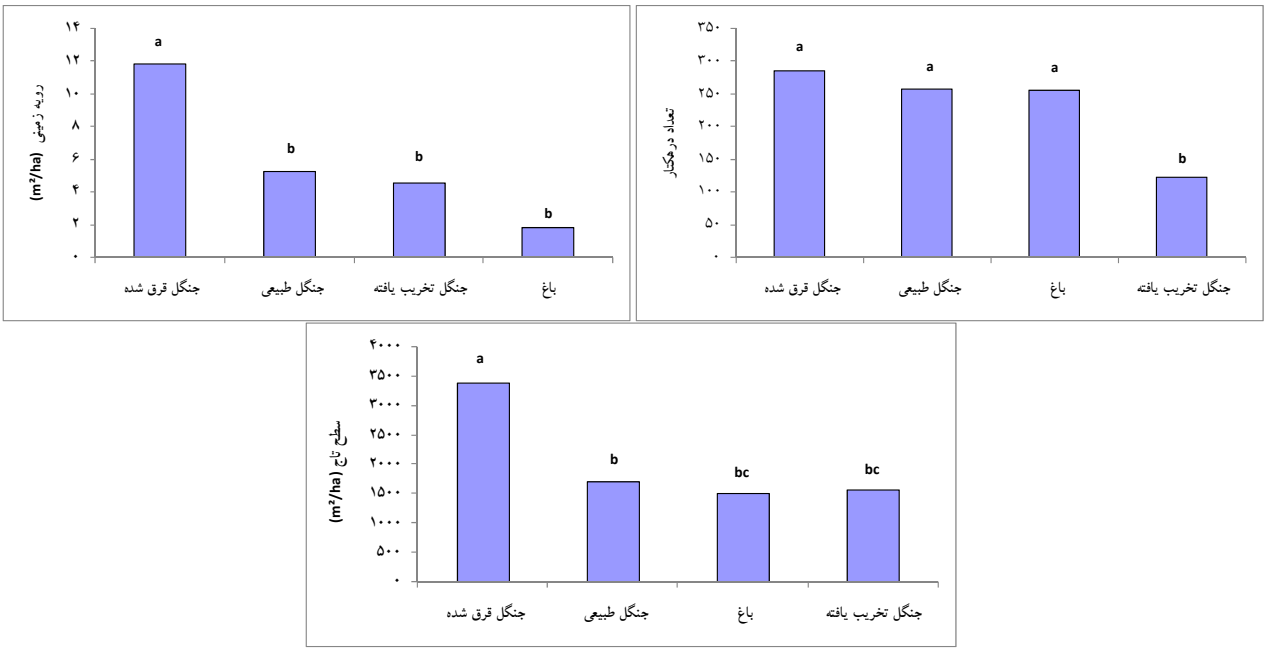
| کاربری | گونه |
|---|---|
| جنگل طبیعی، جنگل تخریب‌شده و جنگل قرق‌شده | *Acer monesspesulanum*<br>*Rhamnus persica*<br>*Juniperus polycarpus*<br>*Crataegus aronia*<br>*Fraxinus excelsior* |
| مرتع | *Astragalus adscendens*<br>*Polygonum aridum* |
| باغ | *Juglanes regia* |
| کشاورزی | *Medicago sativa*<br>*Trifolium* Spp. |

**مقایسه مشخصه‌های کمی پوشش گیاهی کاربری‌های مختلف اراضی**

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی وضعیت پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که ازنظر سطح تاج، جنگل قرق‌شده بیشترین میزان را به‌خود اختصاص داده بود. کمترین سطح تاج مربوط به جنگل تخریب‌شده بود که این اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار بود. ازنظر رویه زمینی نیز جنگل قرق دارای بیشترین مقدار بود که با سه کاربری دیگر دارای اختلاف معنی‌داری بود. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، ازنظر تعداد در هکتار نیز بیشترین تراکم مربوط به جنگل قرق‌شده بود و بعد از آن به‌ترتیب جنگل طبیعی و باغ قرار داشتند که با جنگل تخریب‌شده دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

**مقایسه ترسیب کربن خاک در کاربری‌های مختلف اراضی**

نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه ترسیب کربن خاک در کاربری‌های مختلف در جدول ۳ ارایه شده است. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه بیشترین ترسیب کربن خاک مربوط به جنگل قرق‌شده به‌میزان ۴۷/۴۶ تن در هکتار و کمترین مقدار مربوط به جنگل تخریب‌شده به‌میزان ۱۳/۶۸ تن در هکتار بود. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، این تفاوت ازنظر آماری معنی‌دار بود.




**شکل ۳- وضعیت ویژگی‌های کمی پوشش گیاهی (در هکتار) در منطقه مورد مطالعه**

**جدول ۳- میانگین مقدار ترسیب کربن خاک (تن در هکتار) در کاربری‌های مختلف اراضی**

| کاربری | میانگین | انحراف معیار | حداقل | حداکثر |
|---|---|---|---|---|
| جنگل قرق‌شده | ۴۷/۴۶[a] | ۱۱/۳۴۴ | ۲۹/۹۷ | ۷۰/۳۸ |
| کشاورزی | ۳۸/۳۲[b] | ۷/۱۴۲ | ۳۰/۳۷ | ۵۳/۲ |
| باغ | ۲۶/۸۰[c] | ۸/۶۰۸ | ۱۷/۱۲ | ۴۷/۵۵ |
| مرتع | ۱۷/۶۶[d] | ۸/۹۶۵ | ۸/۶۶ | ۳۵/۹۴ |
| جنگل طبیعی | ۱۶/۰۴[d] | ۹/۵۲۱ | ۵/۰۵ | ۳۸/۳۵ |
| جنگل تخریب‌شده | ۱۳/۶۸[d] | ۴/۳۰۱ | ۹/۴ | ۲۳/۴۸ |

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد را نشان می‌دهد.

**جدول ۴- تجزیه واریانس مقایسه ترسیب کربن خاک بین کاربری‌های مختلف اراضی**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | F | معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| کاربری | ۵ | ۹۳۰۹/۵۱۹ | ۱۸۶۱/۹۰۴ | ۲۵/۱۹۶ | ۰/۰۰۰** |
| خطای باقیمانده | ۵۴ | ۳۹۹۰/۴۵۴ | ۷۳/۸۹۷ | | |
| کل | **۵۹** | ۱۳۲۹۹/۹۷۳ | | | |

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

## بحث

کاربری اراضی در طول چند دهه گذشته در مقیاس جهانی و محلی به‌طور قابل توجهی تغییر کرده است، چنان‌که اهمیت اکوسیستم به‌عنوان مخزن و منبع کربن با تأکید بر اثر جهانی تغییر کاربری اراضی، برجسته شده است (Muñoz-Rojas *et al.*, 2012). حساس بودن کربن آلی خاک به

تغییرات کاربری اراضی و مدیریت، باعث شده است که کربن آلی خاک به‌عنوان یک شاخص مناسب برای پایش تخریب اراضی در اثر تغییرات کاربری و مدیریت باشد. شناسایی تأثیر عامل‌های طبیعی مانند ویژگی‌های توپوگرافی و مدیریت‌های گوناگون در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی بر تغییرات کربن آلی خاک، به‌منظور مدیریت و حفظ کربن آلی خاک در محدوده‌ای قابل قبول و درنهایت جلوگیری از تخریب اراضی، لازمه استفاده پایدار از اراضی است. استفاده از اراضی باید به‌نحوی باشد که حداقل آسیب به اراضی وارد شود و با مدیریت مناسب، وضعیت اراضی در حد قابل قبولی نگه داشته شود.

در پژوهش پیش رو بیشترین مقدار اندوخته کربن در شرایط جنگل قرق‌شده مشاهده شد. در شرایط قرق، علاوه‌بر این‌که پوشش درختی از وضعیت مطلوبی برخوردار بود (شکل ۳)، به‌دلیل مصون ماندن پوشش گیاهی از چرای دام، قابلیت فرسایش‌پذیری کمتری نسبت به مناطق دیگر وجود داشت و وضعیت پوشش علفی زیرآشکوب نیز نسبت به کاربری‌های دیگر اراضی وضعیت بسیار مناسب‌تری داشت. پوشش علفی موجب تقویت لایه هوموس خاک می‌شود و مقدار کربن ترسیب‌شده در خاک را به‌مراتب افزایش می‌دهد. Dinakaran و Krishnayya (۲۰۰۸) معتقدند که نوع پوشش تأثیر معنی‌داری بر ترسیب کربن خاک می‌گذارد، به‌طوری‌که تغییر در مقدار ترسیب کربن خاک، به مقدار ورودی کربن به خاک از راه بقایای گیاهی و هدررفت کربن از راه تجزیه بستگی دارد. از آنجایی‌که ورودی زی‌توده گیاهی مثل لاشبرگ و ریشه‌ها در خاک متفاوت است، در کاربری‌های مختلف، نتیجه مقدار تجمع و کاهش کربن آلی نیز به‌طور قابل توجهی متفاوت است (Liu *et al.*, 2014). افزایش میزان کربن آلی و نیتروژن خاک بیان‌گر افزایش ورود کربن است. با این وجود، کاربری اراضی متفاوت با پوشش گیاهی مختلف، پتانسیل متفاوتی در افزایش کربن آلی خاک دارند (Nosrati, 2011). نتایج مطالعات Javadi Tabalvendani و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که در بین کاربری‌های مختلف، جنگل‌های انبوه با پوشش متراکم درختی بیشترین و مراتع با پوشش علفی و بوته‌ای کمترین مقدار ترسیب کربن را داشتند. در مقابل، Kirby و Potvin (۲۰۰۷) در بررسی‌های خود رابطه‌ای بین تنوع گونه‌ای و مقدار ذخیره کربن پیدا نکردند، اگرچه سهم گونه در ذخیره‌سازی کربن در هر هکتار جنگل و جنگل زراعی بسیار نامتوازن بود و اغلب با فراوانی نسبی گونه متناسب نبود.

در پژوهش پیش‌رو جنگل تخریب‌شده کمترین میزان ترسیب کربن را نشان داد، به‌طوری‌که این مقدار کمتر از یک‌سوم حالت نرمال یعنی جنگل طبیعی قرق‌شده بود. این مسأله بیان‌گر این موضوع است که تخریب عرصه‌های جنگلی به‌ویژه در غرب کشور اثر قابل توجهی در کاهش اندوخته کربن خاک و درنتیجه انتشار کربن در اتمسفر و افزایش گرمایش جهانی دارد. Wang و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اثر کاربری اراضی بر کربن آلی خاک در لایه سطحی خاک معنی‌دار است، به‌طوری‌که در جنگل تکامل‌یافته مقدار کربن خاک به مقدار قابل توجهی بیشتر از جنگل نابالغ بود. در پژوهش پیش‌رو، مقدار اندوخته کربن خاک در جنگل طبیعی از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود (۱۶/۰۴ تن در هکتار). این مسأله می‌تواند به‌دلیل مشکلات اجتماعی حاکم بر رویشگاه‌های جنگلی غرب کشور باشد. در جنگل‌های زاگرس به‌دلیل مشکلات اقتصادی- اجتماعی روستاییان حاشیه جنگل، دخالت در عرصه‌های جنگلی بسیار زیاد است، به‌طوری‌که چرای دام در جنگل طی سال‌های اخیر به یک معضل جدی در این جنگل‌ها تبدیل شده است. چرای دام باعث از بین رفتن پوشش علفی زیرآشکوب و زادآوری جنگل شده است که کوبیدگی خاک و درنتیجه فرسایش خاک را به‌شدت افزایش می‌دهد، بنابراین کمتر بودن مقدار ترسیب کربن در جنگل‌های طبیعی را می‌توان به دلایل ذکرشده نسبت داد. مطالعات نشان داده است که کربن آلی می‌تواند شاخصی از فرسایش و به‌دنبال آن تخریب اراضی باشد (Rajan, 2010). در کاربری مرتع نیز شرایط مشابهی با جنگل طبیعی وجود دارد که به‌دلیل حضور دام در عرصه‌های مرتعی، تخریب شدید پوشش

گیاهی اتفاق می‌افتد. Wiesmeier و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که مقایسه طبقات مختلف خاک در اراضی جنگلی و مرتعی تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است.

در پژوهش پیش‌رو، در کاربری اراضی کشاورزی، مقدار اندوخته کربن خاک ۳۸/۳۲ تن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به بقیه کاربری‌ها مقدار قابل توجهی بود. در شرایط معمولی تصور بر این است که مقدار اندوخته کربن اراضی کشاورزی کمتر از کاربری‌های دیگر است. Liu و همکاران (۲۰۱۱) برخلاف بسیاری از مطالعات انجام‌شده، میزان تراکم کربن آلی خاک را در اراضی کشاورزی بیشتر از کاربری جنگل و علفزار گزارش کردند و دلیل آن را قرار گرفتن زمین‌های کشاورزی در شرایط مساعد، فاقد شیب و اضافه شدن کودهای آلی و غیرآلی به اراضی کشاورزی توسط کشاورزان بیان کردند. در پژوهش پیش‌رو نیز زیرکشت بودن اراضی کشاورزی موجود و استفاده از کودهای دامی در منطقه می‌تواند دلیلی بر زیاد بودن مقدار کربن موجود در خاک این اراضی باشد. در مطالعه Nosrati (۲۰۱۱) کاربری باغ دارای بیشترین میزان ذخیره کربن آلی بود که دلیل آن، استفاده از حاصلخیزکننده‌های مختلف بیان شده بود که با نتایج پژوهش پیش‌رو مطابقت دارد.

تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی بر کیفیت خاک و تفسیر تغییرات مشاهده‌شده را می‌توان از طریق اندازه‌گیری خصوصیات خاک ارزیابی کرد. درک سازوکار اثر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک می‌تواند راهکاری مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت کاربری اراضی در مناطق مشابه باشد (Mandal *et al.*, 2010). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، شرایط اکوسیستم جنگلی که از دخالت‌های انسانی در امان مانده باشد، نقش به‌سزایی در اندوخته بلندمدت کربن در خاک ایفا می‌کند. هرگونه دخالت در شرایط طبیعی اکوسیستم، تأثیر منفی خود را در اندوخته کربن خاک به شکل محسوسی نشان می‌دهد. در شرایط کشاورزی و باغ نیز استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی، پس از تغییر ناآگاهانه و غیرعلمی کاربری این اراضی، تأثیرات نامطلوبی را به‌دنبال دارد. برگرداندن و خرد کردن توده خاک به‌وسیله شخم و شیار، سبب تسریع تجزیه ماده آلی خاک می‌شود و ویژگی‌های دیگر فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن و کیفیت پویای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Doran, 1987).

با توجه به گستره قابل توجه جنگل‌های غرب کشور که سطحی معادل شش میلیون هکتار را به‌خود اختصاص می‌دهند، نقش این بوم‌سازگان طبیعی و ارزشمند کشور در مقابله با تغییرات اقلیمی اخیر که به یک چالش محیط زیستی جدی تبدیل شده است، آشکارتر می‌شود. در سطح منطقه‌ای، از آنجایی‌که مقدار ماده آلی خاک بیشتر از هر صفت کیفی خاک متأثر از اقدامات مدیریتی است، بحث مدیریت خاک باید در رأس فرصت‌ها و استراتژی‌های مدیریت بخش کشاورزی و منابع طبیعی قرار گیرد، زیرا هرگونه تغییر در مدیریت عرصه، تأثیر چشمگیری بر کیفیت خاک می‌گذارد (Han *et al.*, 2010).

## References


- Anderson, J., Beduhn, R., Current, D., Espeleta, J., Fissore, C., Gangeness, B., Harting, J., Hobbie, S., Nater, E. and Reich, P., 2008. The Potential for Terrestrial Carbon Sequestration in Minnesota. A Report to the Department of Natural Resources from the Minnesota Terrestrial Carbon Sequestration Initiative, Published by University of Minnesota, USA, 79p.
- Anonymous, 2007. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Cambridge University Press, Cambridge , UK, 1535p.
- Dinakaran, J. and Krishnayya, N.S.R., 2008. Variation in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils. Current Science, 94(9): 1144-1150.
- Doran, J.W., 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distribution in no-tillage and plowed soils. Biology and Fertility of Soils Journal, 5: 68-75.
- Edmondson, J.L., Davies, Z.G., McCormack,

- Lal, R., 2003. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. Critical Review in Plant Sciences, 22(2): 151-184.
- Lal, R., 2008. The Role of Soil Organic Matter in the Global Carbon Cycle. Published by Carbon Management and Sequestration Center, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA, 64p.
- Liu, M.Y., Chang, Q.R., Qi, Y.B., Liu, J. and Chen, T., 2014. Aggregation and soil organic carbon fractions under different land uses on the tableland of the Loess Plateau of China. Catena, 115: 19-28.
- Liu, Z., Shao, M. and Wang, Y., 2011. Effect of environmental factors on regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. Agriculture, Ecosystems and Environment, 142: 184-194.
- MacDicken, K.G., 1997. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Published by Winrock Internationl Institute for Agricultural Development Forest Carbon Monitoring Program, USA, 91p.
- Mahmoudi, E., Mahdavi, M. and Javadi, M.R., 2013. Soil carbon sequestration potential of land use types of the ecosystem (Case study: Maydan Watershed, Esfarayen, Northern Khorasan). Natural Ecosystems of Iran, 3(3): 101-113 (In Persian).
- Mahmoudi Taleghani, E., Zahedi Amiri, Gh., Adeli, E. and Sagheb-Talebi, Kh., 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 241-252 (In Persian).
- Mandal, D., Singh, R., Dhyani, S.K. and Dhyani, B.L., 2010. Landscape and land use effects on soil resources in a Himalayan Watershed. Catena, 81(3): 203-208.
- Muñoz-Rojas, M., Jordán, A., Zavala, L.M., Rosa, D., Abd-Elmabod, S.K. and Anaya-Romero, M., 2012. Effect of land use and land cover changes on carbon sequestration in vegetation and soils between 1956 and 2007 (Southern Spain). Abstracts of EGU General Assembly, Austria, 22-27 Apr. 2012, pp: 435.
- Nosrati, K., 2011. The effect of land use and soil erosion on soil organic carbon and nitrogen
S.A., Gaston, K.J. and Leake, J.R., 2014. Land-cover effects on soil organic carbon stocks in an European city. Science of the Total Environment, 472: 444-453.
- Falahatkar, S., Hosseini, S.M., Ayoubi, Sh. and Salman Mahiny, A., 2013. The impact of primary terrain attributes and land cover/use on soil organic carbon density in a region of Northern Iran. Iranian Journal of Soil and Water Research, 27(5): 963-972 (In Persian).
- Fallahzadeh, J.L. and Hajabbasi, M., 2011. Distribution of organic carbon, nitrogen and carbohydrates in aggregates of desert andcultivated soils in central Iran. Iranian Journal of Soil and Water Research, 25(3): 518-529 (In Persian).
- Hajabbasi, M.A., Besalatpour, A. and Melali, A.R., 2008. Impacts of converting rangelands to cultivated land on physical and chemical properties of soils in south and southwest of Isfahan. Iranian Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(42): 525-534 (In Persian).
- Han, X. , Tsunekawa, A., Tsubo, M. and Li, Sh., 2010. Effects of land-cover type and topography on soil organic carbon storage on northern loess Plateau, China. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil & Plant Science, 60(4): 326-334.
- Jahanbazi, H., Talebi, M., Khoshnevis, M., Ebrahimi, A., Hamzeh, B., Mozaffarian, V., Emami, S.N. and Ghaedi, A., 2000. The Study of the Effect of 12 Year Reserve on Plant Coverage Developmen, Soil Reformation, and Regeneration of Forest Woody Species in Chahartagh Ardal, Chaharmahal and Bakhtiari Province. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 57p (In Persian).
- Javadi Tabalvendani, M.R., Zehtabiyan, Gh.R., Ahmadi, H., Ayoubi, Sh., Jafari, M. and Alizadeh, M., 2010. The role of different land use on the soil carbon sequestration (Case study: Numeh Roud Watershed, Nour). Natural Ecosystems of Iran, 1(2): 156-166 (In Persian).
- Kirby, K.R. and Potvin, C., 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. Forest Ecology and Management, 246: 208-221.

22(1): 27-38 (In Persian).
- Tate, K.R., Ross, D.J., Saggar, S., Hedley, C.B., Dando, J., Singh, B.K. and Lambie, S.M., 2007. Methane uptake insoils from *Pinus radiata* plantations, a reverting shrubland and adjacent pastures: Effects of landuse change, and soil texture, water and mineral nitrogen. Soil Biology and Biochemistry, 39: 1437-1449.
- Wang, Y., Fu, B., Lü, Y., Song, C. and Luan, Y., 2010. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. Quaternary Research, 73: 70-76.
- Wang, H., Guan, D., Zhang, R., Chen, Y., Hu, Y. and Xiao, L., 2014. Soil aggregates and organic carbon affected by the land use change from rice paddy to vegetable field. Ecological Engineering, 70: 206-211.
- Wiesmeier, M., Lützow, M., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Reischl, A., Schilling, B. and Kögel-Knabner, I., 2015. Land use effects on organic carbon storage in soils of Bavaria: The importance of soil types. Soil and Tillage Research, 146: 296-302.

stock. Environmental Erosion Research, (3): 127-140 (In Persian).
- Pathak, P., Sahrawat, K.L., Rego, T.J. and Wani, S.P., 2004. Measurable biophysical indicators for impact assessment: Changes in soil quality. In: Shiferaw, B., Freeman, H.A. and Swinton, S.M. (Eds.). Natural Resources Management in Agriculture: Methods for Assessing Economic and Environmental Impacts. CAB International, Wallingford, UK, 382p.
- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, Th., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F., 2003. Good practices guidance for land use, land-use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC , Japan, 590p.
- Rajan, K., 2010. Soil organic carbon-the most reliable indicator for monitoring land degradation by soil erosion. Current Science, 99: 6-25.
- Sohrabi, H., 2014. Spatial pattern of woody species in Chartagh forest reserve, Ardal. Iranian Journal of Forest and Poplar Research,

# Effects of different landuse types on soil organic carbon storage

**A. Eskandari Shahraki [1*], B. Kiani [2] and Y. Iranmanesh [3]**

1*- Corresponding author, M.Sc. Student, Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources and Desesrt Sciences, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: a_eskandari88@yahoo.com
2- Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Desesrt Sciences, Yazd University, Yazd, Iran
3- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

Received: 16.03.2015 Accepted: 14.09.2015

**Abstract**

Landuse change is one of the most important influential factors on the protection of natural ecosystems, since it greatly contributes to, for example, stabilizing soil and avoiding its erosion. This study aimed to evaluate the effect of different landuses on soil carbon sequestration potential in Chahartagh-e Ardal area of Chaharmahal and Bakhtiari province. To this aim, six different landuse types including natural forest, disturbed forest, enclosure forest, garden, grassland and agriculture were selected, followed by randomly drawing ten samples in each landuse type. In addition, quantitative parameters of existing vegetation, and 60 soil samples were also taken from the 0-60 cm soil depth in each plot. Soil analysis was performed to determine the texture, bulk density and soil organic carbon. The results showed that enclosure forest has the highest rate of carbon sequestration in soil among the different land uses (47.466 Mg C $ha^{-1}$) and the lowest rate related to disturbed forest (13.689 Mg C $ha^{-1}$), which was attributed to its appropriate vegetation and ecosystem dynamics. Moreover, a significant difference ($p < 0.01$) was observed. The results suggest that forest ecosystems that have not been influenced by human interferences play an important role in long-term storage of soil carbon. In addition, any interference in natural ecosystem condition can be associated with negative impact on different levels on soil carbon storage.

**Keywords**: Carbon, land use, soil.