

بررسی تبعات استفاده تفرجگاهی از مراتع بر ترسیب کربن

(مطالعه موردی: ذخیره‌گاه بیوسفر میانکاله)

عیسی جعفری فوتمی^{*}، حمید نیک‌نهاد قرماخر^۲

^{*}دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک نویسنده مسئول:

Isa.jafari84@gmail.com

^۲استادیار گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۵

چکیده:

یکی از راهکارهای افزایش درآمد مرتع‌داران، استفاده تفرجگاهی از مراتع است؛ اما این امر به‌نوبه خود می‌تواند دارای پیامدهای منفی حتی بسیار بیشتر از عواید به‌دست‌آمده باشد؛ لذا در این مطالعه، آثار استفاده تفرجگاهی از مراتع بر ترسیب کربن در ذخیره‌گاه بیوسفر میانکاله بررسی شده است. به این منظور، پس از شناسایی مقدماتی، برای نمونه‌برداری از مناطق تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی، دو منطقه معرف مشخص شد. نمونه‌برداری از گونه‌های گیاهی غالب به‌منظور محاسبه بیوماس و تراکم آن‌ها به روش تصادفی سیستماتیک و در قالب ۱۲۰ پلات ۱ متر مربعی و در امتداد ۱۲ ترانسکت ۵۰ متری که به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر قرار داشتند، انجام شد. برای محاسبه میانگین کربن خاک، در هر منطقه معرف ۵ نمونه خاک از عمق (۰ تا ۱۵) سانتی‌متری اخذ گردید و برای تعیین میزان کربن به آزمایشگاه منتقل شد. برای مقایسه مجموع مقدار کربن ترسیب‌شده در خاک و بیوماس گیاهی دو منطقه تفرجگاهی و بدون استفاده تفرجگاهی، از آزمون تی استفاده شد. نتایج نشانگر کاهش معنی‌دار کربن ترسیب‌یافته در خاک و بیوماس گیاهی محدوده تفرجگاهی در قیاس با محدوده غیر تفرجگاهی است و خسارت اقتصادی حاصل از آن، بیش از ۳۷۰۰۰ دلار در هکتار برآورد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، ارزش اقتصادی، تفرجگاه، میانکاله.

مقدمه

تفرج و توریسم طبیعت‌محور حتی در مناطق حفاظت‌شده جهان رو به افزایش است (نیوسام و همکاران^۱، ۲۰۰۴؛ وربویس و همکاران^۲، ۲۰۰۵). در بسیاری از کشورها آثار مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌های تفرجی بر پوشش گیاهی در مناطق حفاظت‌شده بررسی شده است (بوکلی^۳، ۲۰۰۴؛ نیوسام و همکاران، ۲۰۰۴). آثار مستقیم فعالیت‌های تفرجی عبارت است از نابودشدن پوشش گیاهی بر اثر ساخت جاده و سازه‌های مختلف، فشرده‌شدن خاک و لگدمال‌شدن پوشش گیاهی بر اثر تردد تفرج‌گران و آثار غیرمستقیم شامل پراکندگی و افزایش علف‌های هرز توسط انسان و خودروهاست؛ درحالی‌که بروئر و همکاران^۴ (۲۰۰۱) در بررسی آثار تخریب انسانی در ۹۳ منطقه حفاظت‌شده به این نتیجه رسیدند که بسیاری از پارک‌ها در جلوگیری از قطع درختان و جنگل‌تراشی، شکار، آتش‌سوزی و چرای دام موفق بوده‌اند؛ اما مثال‌های متعددی نیز وجود دارد که مقدار تخریب با تأسیس پارک طبیعی، افزایش یافته است (لیو و همکاران^۵، ۲۰۰۱). در تحقیقی در پارک طبیعی ولونگ، سان و والش^۶ (۱۹۹۸) در چین دریافتند که تخریب پارک طبیعی از زمان تأسیس آن در سال ۱۹۷۵ نسبت به مناطق اطراف آن، روند صعودی داشته است و این امر می‌تواند ناشی از اثر مستقیم تفرج باشد که سبب حذف و تغییر پوشش گیاهی شده است. این خطر به‌طور غیرمستقیم برای پوشش گیاهی مناطق مجاور نیز وجود دارد.

دی اکسید کربن یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که در طول دهه‌های اخیر، افزایش مقدار آن در اتمسفر، سبب

گرم‌شدن زمین شده است. گرم‌شدن هوا آثار مخربی بر حیات موجودات دارد و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و برهم‌خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود. دی اکسید کربن در بین شش گاز گلخانه‌ای، مهم‌ترین و عمده‌ترین گاز گلخانه‌ای اتمسفر است (بروکس^۷، ۲۰۰۰؛ پتیت و همکاران^۸، ۱۹۹۹؛ هارینگتون و فوستر^۹، ۱۹۹۹) که میانگین جهانی غلظت آن در اتمسفر از شروع انقلاب صنعتی (آوریل ۱۸۰۰ میلادی) تا عصر حاضر، حدود ۳۵ درصد افزایش یافته است (هوگتون و همکاران^{۱۰}، ۲۰۰۱). مرکز توسعه پایدار در آمریکا ترسیب کربن را تبدیل دی اکسید کربن اتمسفری به ترکیبات آلی کربن‌دار بیان می‌کند که توسط گیاهان طی عمل فتوسنتز صورت می‌گیرد (آلن دیاس^{۱۱}، ۱۹۹۶).

اکوسیستم‌های مرتعی پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارند؛ زیرا نیمی از خشکی‌های زمین را تشکیل می‌دهند و ذخیره کربن آن‌ها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکریزی و ۳۰ درصد کربن آلی خاک کل زمین را تشکیل می‌دهند (مورتنسن و همکاران^{۱۲}، ۲۰۰۲).

در برنامه‌های پیشگیرانه، راهکارهایی مثل توسعه نیروگاه‌های برقی با کارایی بالاتر، بهبود کارایی وسایل نقلیه و الکتریکی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و نو مثل انرژی خورشیدی، بادی، زمین گرمایی و بیوانرژی ارائه شده است (توسکان و والش^{۱۳}، ۲۰۰۱). ترسیب کربن با روش‌های مصنوعی، گران است؛ به‌طوری‌که در آمریکا هزینه آن را حدود

7. Brooks
8. Petit
9. Harrington & Foster
10. Houghton
11. Allen-Dias
12. Mortenson
13. Tuskan & Walsh

1. Newsome
2. Worboys
3. Buckley
4. Bruner
5. Liu
6. Sun & Walsh

جنوب شرقی دریای مازندران واقع شده است. ارتفاع آن بین ۱۵- تا ۲۸- متر از سطح دریای آزاد است. طبق آمار سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۲، متوسط بارندگی سالانه ۵۳۵/۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه آن ۱۸/۶ درجه سانتی‌گراد است. براساس سیستم دوارتن، منطقه دارای اقلیم استپی و براساس بیوکلیماتیک ایران به روش‌های گوسن و آمبرژه، به ترتیب منطقه دارای اقلیم نیمه‌مدیترانه‌ای و نیمه‌مرطوب است (ثابتی، ۱۹۶۹).

این ذخیره‌گاه از دو سیستم باز تالابی و شبه جزیره تشکیل شده است و شامل تالاب میانکاله، شبه جزیره میانکاله، جزیره آشوراده و جزیره اسماعیل‌سای است. این منطقه، ابتدا در سال ۱۳۴۸ به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده و پس از آن، با توجه به ویژگی‌های اکولوژیکی آن به‌عنوان زیستگاه تعداد زیادی از گونه‌های در معرض خطر، به‌ویژه پرندگان مهاجر آبی، و همچنین استفاده علمی و آموزشی به پناهگاه حیات وحش ارتقا یافت و متعاقب آن در سال ۱۳۵۵ به‌عنوان یکی از ذخیره‌گاه‌های بیوسفر به کمیته برنامه انسان و کره مسکون یونسکو (MAB^۶) معرفی و انتخاب شد.



شکل ۱: موقعیت منطقه بر روی نقشه ایران

۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن تخمین زده‌اند (فینر^۱، ۱۹۹۶)؛ لذا به نظر می‌رسد افزایش ذخیره کربن در خاک و گیاه اکوسیستم‌های خاکری می‌تواند مطرح‌ترین گزینه برای کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفر باشد. در این صورت، با افزایش قابلیت تولیدی زمین، دی‌اکسید کربن اتمسفر در مخزن‌های خاک-گیاه به‌صورت بلندمدت ذخیره خواهد شد (ریچل و همکاران^۲، ۱۹۹۹؛ پاستین و همکاران^۳، ۱۹۹۸؛ اولسون و همکاران^۴، ۲۰۰۱).

از آنجا که توان ترسیب کربن مراتع بر حسب گونه گیاهی، مکان و شیوه مدیریت متفاوت است (جانسون و اولسون^۵، ۲۰۰۳)، لازم است تا با بررسی توان ترسیب کربن گونه‌های گیاهی مختلف و همچنین تحقیق درباره آثار مدیریت بر تغییرات ترسیب کربن گیاهان، توان ترسیب کربن نواحی مختلف رویشگاهی را تحت مدیریت‌های مختلف به‌دست آوریم؛ لذا در این مطالعه، آثار استفاده تفرجگاهی از مراتع بر توان ترسیب کربن گونه‌های *convolvulus persicus*، *salicornia europaea* و *Frankenia hirsuta* در ذخیره‌گاه بیوسفر میانکاله، بررسی و ارزش اقتصادی آن برآورد شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

ذخیره‌گاه بیوسفر میانکاله در ۱۲ کیلومتری شمال شهرستان بهشهر با وسعتی معادل ۶۸۸۰۰ هکتار و موقعیت ۲۴° ۵۴' - ۳۵° ۵۳' طول شرقی و ۳۶° ۵۵' - ۴۵° ۳۶' عرض شمالی در

1. Finer
2. Reichel
3. Paustian
4. Olsson
5. Jansen & Olsson

روش‌های نمونه‌برداری صحرائی

نمونه‌برداری از گونه‌های غالب گیاهی

پس از شناسایی مقدماتی و در یک واحد کاری، برای نمونه‌برداری در دو منطقه تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی، دو منطقه معرف مشخص شد. برای محاسبه درصد پوشش تاجی و تعیین گونه‌های غالب از روش تصادفی سیستماتیک (چمبرس و براون^۱، ۱۹۸۳) استفاده شد. به‌همین منظور، در داخل هر یک از مناطق معرف، پس از تعیین تعداد و اندازه مناسب پلات، به‌ترتیب با استفاده از روش آماری تعیین حجم نمونه‌گیری (مصدقی، ۱۳۸۲) و روش تعیین سطح حداقل پلات (مولر و النسبرگ^۲، ۱۹۷۴)، درصد پوشش تاجی گونه‌های گیاهی برآورد شد و با استفاده از این نتایج، گونه‌های غالب مشخص شدند. این نمونه‌برداری در قالب ۱۲۰ پلات ۱ متر مربعی (۶۰ پلات در هر یک از مناطق تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی)، در امتداد ۱۲ ترانسکت ۵۰ متری که به فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر قرار داشتند، انجام شد.

در هر پلات، تعداد پایه‌های گیاهی گونه‌های غالب به تفکیک گونه ثبت شد و برای محاسبه تراکم هر گونه گیاهی در واحد سطح مورد استفاده قرار گرفت. برای برآورد میانگین وزن تر، از اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان به روش قطع و توزین از چند پایه از هر گونه گیاهی نمونه‌برداری شد. قطع اندام هوایی از محل یقه گیاه و توزین آن با ترازوی فنری صحرائی انجام شد. سپس از اندام‌های هوایی هر گونه گیاهی چند نمونه به وزن ۵۰۰ گرم و از ریشه هر گیاه، چند نمونه به وزن ۱۰۰ گرم برداشت شد و برای تعیین وزن خشک و تعیین ضریب تبدیل کربن آن‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید.

نمونه‌برداری خاک

در هر یک از مناطق معرف، ۵ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری اخذ و برای تعیین میزان کربن به آزمایشگاه منتقل شد.

روش‌های آزمایشگاهی

تعیین ضریب تبدیل کربن آلی اندام‌های گیاهی

پس از خشک‌شدن نمونه‌های نیم‌کیلویی بیوماس گیاهی در آن (در ۷۰ درجه سانتی‌گراد و پس از ۲۴ ساعت)، ضریب رطوبت موجود اندام‌ها محاسبه شد. با اعمال این ضریب در مقدار بیوماس تر اندام‌ها که در عرصه اندازه‌گیری شده بود، میزان وزن کل خشک آن‌ها به‌دست آمد. سپس با برداشت نمونه‌ای ۱۰ گرمی از نمونه‌های خشک‌شده در آن، میزان کربن آن‌ها از طریق احتراق در کوره الکتریکی به‌دست آمد. بدین منظور، از هر یک از اندام‌های گیاهی خشک‌شده در آن اندام‌ها، نمونه‌ای به وزن ۱۰ گرم در داخل بوتله چینی ریخته و در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۵ ساعت قرار داده شد (مک‌دیکن^۳، ۱۹۹۷).

در این روش، کاهش وزن حاصل از احتراق، مقدار ماده آلی را نشان می‌دهد که ۵۶ درصد آن، برابر کربن آلی خواهد بود (فرگوسن^۴، ۲۰۰۳). در نهایت، ضریب تبدیل کربن برای هر یک از اندام‌ها از تقسیم وزن کربن آلی (گرم) بر وزن نمونه خشک گیاهی مورد استفاده در کوره به‌دست آمد.

تعیین مقدار کربن ذخیره‌شده در اندام‌های گیاهی

پس از به‌دست‌آوردن ضریب تبدیل کربن اندام‌ها، با ضرب کردن آن در وزن کل خشک اندام‌ها، میزان کربن آلی ذخیره‌شده در هر یک از اجزای گیاه مشخص شد.

3. McDicken

4. Ferguson

1. Chambers & Brown

2. Mueller & Ellensburg

کربن آلی خاک

نمونه‌های خاک پس از حمل به آزمایشگاه و خشک‌شدن کامل در هوای آزاد با الک نیم میلی‌متر الک شدند. سپس خاک الک‌شده برای تعیین کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک، بر پایه اکسیداسیون تر توسط دی کرومات پتاسیم و تیتراسیون آن با سولفات آهن استفاده شد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲؛ نلسون و سامرز، ۱۹۸۲؛ والکی و بلاک، ۱۹۳۴). در این روش، میزان کربن آلی بر حسب درصد کربن آلی (OC/%) به دست می‌آید. برای برآورد میزان کربن و به دست آوردن توده (وزن) کربن ذخیره‌ای در خاک، باید کربن را به جای درصد براساس مقدار در واحد وزن خاک (گرم کربن در کیلوگرم خاک) محاسبه کرد:

$$C_{(grC/Kg\ soil)} = \%OC \times 10 \quad (1)$$

که در آن

$OC_{(grC/Kg\ soil)}$: میزان توده کربن آلی در خاک بر حسب

گرم کربن در کیلوگرم خاک

و $\%OC$: کربن آلی خاک بر حسب درصد است.

با داشتن مقدار وزن کربن آلی در واحد وزن خاک

($grC/Kg\ soil$) و وزن مخصوص ظاهری و عمق مربوط، از

طریق رابطه زیر، مقدار کربن آلی در واحد سطح و عمق خاص به دست می‌آید (لما و همکاران، ۲۰۰۶).

$$Sc = e \times Bd \times OC_{(grC/Kg\ soil)} \times 10 \quad (2)$$

که در آن، Sc مقدار کربن بر حسب تن در هکتار در عمق خاص، OC میزان توده کربن آلی در خاک بر حسب گرم کربن در کیلوگرم خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و e عمق خاک به متر است.

نتایج

براساس نتایج حاصل از نمونه‌برداری اولیه، گونه‌های گیاهی *Frankenia hirsuta*، *convolvulus persicus* و *salicornia europaea* به‌عنوان گونه‌های غالب، جهت مطالعه تعیین شدند.

مقادیر کمی بیوماس و تراکم گونه‌های غالب در مناطق مورد مطالعه، در جدول ۱ ارائه شده است. بنا بر نتایج به دست آمده، گونه گیاهی *Convolvulus persicus* در هر دو منطقه تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی، دارای بیشترین تراکم و میانگین وزن خشک است و گونه گیاهی *salicornia europaea* نیز دارای کمترین تراکم و میانگین وزن خشک است.

جدول ۱: مقادیر کمی بیوماس اندام‌های هوایی گونه‌های غالب در دو منطقه مورد مطالعه

گونه گیاهی	میانگین وزن خشک اندام هوایی هر پایه گیاهی (g)	میانگین وزن خشک ریشه هر پایه گیاهی (g)	تراکم هر گونه گیاهی در هکتار	وزن خشک اندام هوایی هر پایه گیاهی (kg/ha)	وزن خشک ریشه هر پایه گیاهی (kg/ha)	متوسط وزن خشک کل گیاه (kg/ha)
<i>Convolvulus persicus</i>	۱۷/۴۷	۶/۴۷	۷۰۰۰	۱۲۲/۲۹۰	۴۵/۲۹۰	۱۶۷/۵۸
<i>Frankenia hirsuta</i>	۱۴/۳۲	۶/۰۴	۶۲۵۰	۸۹/۵۰۰	۳۷/۷۵۰	۱۲۷/۲۵
<i>salicornia europaea</i>	۱۱/۴۵	۵/۷۶	۶۰۸۳	۶۹/۶۵۰	۳۵/۰۳۸	۱۰۴/۶۸۸
<i>convolvulus persicus</i>	۱۱/۲	۴/۰۴	۵۴۲۰	۶۰/۷۰۴	۲۱/۸۹۶	۸۲/۶۰۰
<i>Frankenia hirsuta</i>	۱۰/۱۵	۴/۱۶	۴۸۴۵	۴۹/۱۷۶	۲۰/۱۵۵	۶۹/۳۳۱
<i>salicornia europaea</i>	۱۱/۰۸	۵/۰۳	۴۲۵۰	۴۷/۰۹۰	۲۱/۳۷۷	۶۸/۴۶۷

1. Nelson & Sommers

2. Walkey & Black

3. Lemma

گونه‌های مورد مطالعه، تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود (جدول ۲).

ضریب تبدیل اندام هوایی گونه گیاهی *Convolvulus persicus* در هر دو منطقه تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی، از گونه‌های دیگر کمتر است؛ اما در ضریب تبدیل ریشه‌های

جدول ۲: درصد ضریب تبدیل اندام گیاهی به کربن آلی در گونه‌های مختلف در دو منطقه مورد مطالعه

منطقه	گونه گیاهی	ضریب تبدیل اندام هوایی	ضریب تبدیل ریشه
غیر تفرجگاهی	<i>convolvulus persicus</i>	۰/۴۴	۰/۴۲
	<i>Frankenia hirsuta</i>	۰/۵۲	۰/۴۳
	<i>salicornia europaea</i>	۰/۵۲	۰/۴۴
تفرجگاهی	<i>convolvulus persicus</i>	۰/۴۵	۰/۴۰
	<i>Frankenia hirsuta</i>	۰/۵۱	۰/۴۲
	<i>salicornia europaea</i>	۰/۵۰	۰/۴۴

convolvulus persicus حایز بیشترین و گونه گیاهی *salicornia europaea* دارای کمترین میانگین کربن ترسیب شده در هر دو منطقه مورد مطالعه است.

میزان کربن ترسیب شده توسط گونه‌های مورد مطالعه (به تفکیک اندام هوایی و ریشه) که حاصل تعمیم ضریب تبدیل کربن در اندام‌های گونه‌های مورد بررسی است، در جدول ۳ آمده است. بنا بر نتایج به دست آمده گونه گیاهی

جدول ۳: مقادیر کربن ذخیره شده در بیوماس اندام هوایی و ریشه گونه‌های غالب در دو منطقه مورد مطالعه

منطقه	گونه گیاهی	میانگین کربن بیوماس اندام هوایی هر پایه گیاهی (g)	میانگین کربن بیوماس ریشه هر پایه گیاهی (g)	تراکم هر گونه گیاهی در هکتار	میانگین کربن ترسیب شده گیاهی (kg/ha)
غیر تفرجگاهی	<i>convolvulus persicus</i>	۷/۶۸	۲/۷۱	۷۰۰۰	۷۲/۶۶۰
	<i>Frankenia hirsuta</i>	۷/۴۴	۲/۵۹	۶۲۵۰	۶۲/۶۸۷
	<i>salicornia europaea</i>	۵/۹۵	۲/۵۳	۶۰۸۳	۵۱/۵۸۲
تفرجگاهی	<i>convolvulus persicus</i>	۵/۰۴	۱/۶۱	۵۴۲۰	۳۶/۰۴۲
	<i>Frankenia hirsuta</i>	۵/۱۷	۱/۷۴	۴۸۴۵	۳۳/۴۷۸
	<i>salicornia europaea</i>	۵/۵۴	۲/۲۱	۴۲۵۰	۳۲/۹۳۷

convolvulus persicus و *Frankenia hirsuta* در دو منطقه، تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد (جدول ۴).

نتایج مقایسه میزان ترسیب کربن اندام‌های هوایی و ریشه گونه‌های مورد بررسی در مناطق تفرجگاهی و غیر تفرجگاهی، مؤید این مطلب است که بین میزان ترسیب کربن گونه‌های

جدول ۴: نتایج آزمون t در خصوص ترسیب کربن اندام هوایی و ریشه گونه‌های گیاهی مورد مطالعه

منطقه غیر تفرجگاهی	منطقه تفرجگاهی	معنی داری
۷/۶۸	۵/۰۴	**
۲/۷۱	۱/۶۱	**
۷/۴۴	۵/۱۷	**
۲/۵۹	۱/۷۴	**
۵/۹۵	۵/۵۴	Ns
۲/۵۳	۲/۲۱	Ns

** تفاوت معنی دار در سطح ۵٪

نتایج به دست آمده نشانگر تفاوت معنی دار در درصد ماده آلی و میزان کربن آلی خاک در دو منطقه مورد مطالعه است (جدول ۵).

کاربری	درصد ماده آلی	کربن آلی خاک (oc) (gr C/kg soil)	کربن آلی در واحد سطح (Sc) (ton C/ ha)	تفاوت کربن آلی در واحد سطح (Sc) (ton C/ ha)
غیر تفرجگاهی	۶/۸۹ ^a	۶۸/۹ ^a	۱۶۵/۳۶ ^a	
تفرجگاهی	۴/۸۱ ^b	۴۸/۱ ^b	۱۱۵/۴۴ ^b	۴۹/۹۲

* حروف نامتشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد است.

برآورد ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده

سنگینی در بر دارد؛ به طوری که در آمریکا این هزینه‌ها را حدود ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار برای هر تن کربن اتمسفری ترسیب شده تخمین زده‌اند (فینر، ۱۹۹۶)؛ در صورتی که این هزینه به طور میانگین ۲۰۰ دلار برای هر تن ترسیب کربن در هکتار در نظر گرفته شود (ورامش، ۲۰۰۹). ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن در خاک و گونه‌های گیاهی مورد مطالعه به شرح جدول ۶ است.

با توجه به اینکه ۲۷ درصد از وزن دی اکسید کربن اتمسفری را کربن تشکیل می‌دهد (جرم اتمی کربن ۱۲ و جرم اتمی اکسیژن ۱۶ است)، هر تن دی اکسید کربن اتمسفری معادل ۲۷۰ کیلوگرم کربن است؛ در نتیجه، هر تن کربن ترسیب شده در خاک معادل ۳/۷ تن دی اکسید کربن اتمسفری است. پالایش کربن اتمسفری با استفاده از روش‌های مصنوعی هزینه‌های

جدول ۶: برآورد فایده اقتصادی کربن ترسیب شده در خاک و پوشش گیاهی به دلار

میانگین کربن ترسیب شده در بیوماس گیاهی و خاک (Ton/ha)	کربن اتمسفری (Ton/ha)	ارزش اقتصادی (دلار در هکتار)	مجموع (دلار در هکتار)	خسارت ناشی از استفاده تفرجگاهی (دلار در هکتار)	گیاهی
۰/۰۷۲	۰/۲۶۶	۵۳/۲	۱۲۲۵۰۳		غیر تفرجگاهی
۰/۰۶۲	۰/۲۲۹	۴۵/۸			<i>Frankenia hirsuta</i>
۰/۰۵۱	۰/۱۸۸	۳۷/۶	۳۷۰۰۲/۸		<i>salicornia europaea</i>
۱۶۵/۳۶	۶۱۱/۸۳۲	۱۲۲۳۶۶/۴			خاک
۰/۰۳۶	۰/۱۲۳	۲۶/۶	۸۵۵۰۰/۲		تفرجگاهی
۰/۰۳۳	۰/۱۲۲	۲۴/۴			<i>Frankenia hirsuta</i>
۰/۰۳۲	۰/۱۱۸	۲۳/۶			<i>salicornia europaea</i>
۱۱۵/۴۴	۴۲۷/۱۲۸	۸۵۴۲۵/۶			خاک

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میزان کربن ترسیب‌شده در بیوماس گونه‌های گیاهی و خاک منطقه تفرجگاهی با منطقه غیر تفرجگاهی نشان می‌دهد که بین میزان ترسیب کربن دو گونه از سه گونه غالب گیاهی، در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. پتانسیل ترسیب کربن در واحد سطح بر حسب گونه گیاهی و همچنین شیوه مدیریت مرتع متفاوت است. بررسی‌های (شومن و همکاران^۱، ۲۰۰۲) درباره تأثیر عملیات مدیریت و اصلاح مراتع، نشان می‌دهد که مدیریت مناسب مرتع بر افزایش ترسیب کربن خاک در مراتع ایالات متحده مؤثر بوده است. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نیز همانند نتایج مورتسون و همکاران^۲ (۲۰۰۲) مؤید آن است که عکس‌العمل گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به عملیات مدیریتی متفاوت است.

فروزه (۱۳۸۵) نیز ضمن بررسی واکنش ترسیب کربن گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به عملیات اصلاح مرتع، به این نتیجه دست یافت که عکس‌العمل گونه‌های مختلف در قبال عوامل محدود کننده رشد متفاوت است؛ چنان‌که این عوامل در برخی از گونه‌ها موجب تغییر در فرآیند ترسیب کربن شده و در برخی دیگر تأثیری ندارد. نتایج این تحقیق نشانگر آن است که میزان ترسیب کربن در یک گونه از سه گونه گیاهی مورد مطالعه، تحت تأثیر نوع مدیریت (تفرجگاهی یا غیر تفرجگاهی) قرار نگرفته است.

مقایسه میزان ترسیب کربن گونه‌های گیاهی غالب در واحد سطح در مناطق مورد مطالعه، بیانگر تفاوت معنی‌دار این قابلیت در این مناطق است و نشانگر آن است که ترسیب کربن در واحد سطح، مستقل از فعالیت‌های تفرج‌گران نیست؛ به‌عبارت دیگر، استفاده تفرجگاهی از عرصه مرتعی به‌طور غیرمستقیم با

تغییر در معیارهای پوشش گیاهی از قبیل کاهش میزان تراکم گونه‌های گیاهی و نیز کاهش میزان ماده آلی خاک (میرزاعلی، ۱۳۸۳) در میزان ترسیب کربن در واحد سطح مرتع تأثیر می‌گذارد. در منطقه تفرجگاهی، فشرده‌شدن خاک و لگدمال‌شدن پوشش گیاهی بر اثر تردد تفرج‌گران و وسایل نقلیه آن‌ها باعث کاهش تراکم گونه‌های گیاهی غالب شده است؛ در نتیجه، کاهش بازگشت ماده آلی به خاک، میزان ماده آلی و کربن خاک کاهش می‌یابد.

ریس^۳ (۲۰۰۵) درباره اهمیت ریشه در چرخه کربن مراتع اظهار می‌دارد که ۵۰٪ از کربن جذب‌شده توسط گیاهان، به زیرزمین منتقل می‌شود و بخشی از آن، صرف ساختمان ریشه و بخشی به‌وسیله ترشحات ریشه به خاک وارد می‌شود. برداشت بیش از حد اندام هوایی با کاهش ذخایر هیدرات‌های کربن ریشه همراه است و سبب کاهش حجم ریشه و به تبع آن، کاهش میزان کربن خاک می‌گردد.

آزادشدن کربن خاک و بیوماس گیاهی بر اثر افروختن آتش توسط تفرج‌گران را که در سرتاسر منطقه تفرجگاهی آثار آن مشهود است، نیز می‌توان یکی از دلایل تفاوت معنی‌دار در میزان کربن مناطق مورد مطالعه به‌شمار آورد. تغییرات کربن آلی خاک بر اثر مدیریت‌های مختلف تدریجی است و همچنان‌که نتایج این تحقیق نیز نشان می‌دهد، در طولانی‌مدت می‌تواند به اختلاف معنی‌داری منجر گردد (ورامش، ۲۰۰۹)؛ به‌طوری‌که مشاهده می‌شود، تفاوت نه‌چندان زیاد در میزان کربن ترسیب‌یافته در بیوماس گیاهان غالب مناطق مورد مطالعه و ارزش اقتصادی آن، در طولانی‌مدت منجر به تفاوتی بسیار بزرگ در میزان کربن خاک و ارزش اقتصادی آن شده است (جدول ۶).

منابع

- Report of Idaho Soil Conservation Commission. PP: 30-35.
12. Jansen, A., Olsson, I., 2003. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the CENTURY model. *Journal of Arid Environments* 54:633-651.
 13. Harrington, L., Foster, R., 1999. Australian residential building sector greenhouse gas emissions 1990-2010. Final Report, Energy Efficient Strategies. Australian Greenhouse Office. PP. 56.
 14. Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Xiaosu, D., 2001. *Climate Change 2001: The scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge, England, pp. 944.
 15. Liu, J., M., Linder man, Z., Ouyang, L, an., Yang, J., Zhang, H., 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for giant pandas, *Science*, 292: 88-101.
 16. Mueller, D., Ellensburg, H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons. 547 p
 17. McDicken, K.G., 1997. *A guide to monitoring carbon storage in forestry and agro forestry projects*. Warnock International Arlington, VA, USA. PP: 87.
 18. Mortenson, M., Schuman, G., 2002. Carbon sequestration in rangeland interseeded with yellow- flowering Alfalfa (*Medicago Sativa* Spp. Falcate). *USDA Symposium on Natural Resource Management to Offset Greenhouse Gas Emission in University of Wyoming* PP. 38.
 19. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbial Properties*. 2 nd ed., Agronomic. 9: 539-579.
 20. Newsome, D., Cole, D.N., Marion, J., 2004. Environmental impacts associated with recreational horse-riding, 61-82.
 1. جعفری حقیقی، محمد. ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک - نمونه برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی، انتشارات ندای ضحی، ۲۳۶ ص.
 ۲. فروزه، محمدرحیم. ۱۳۸۵. بررسی ترسیب کربن خاک و زی توده سرپای گونه‌های بوته‌ای غالب در منطقه پخش سیلاب گریبانگان فسا، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۳ص.
 ۳. مصداقی، منصور. ۱۳۸۲. مرتعداری در ایران. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهارم، ۳۳۳ ص.
 ۴. میرزاعلی، احمد. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر فرق بر پوشش گیاهی و خاک سطحی مراتع شور گمیشان استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مرتعداری. دانشگاه تربیت مدرس، ۵۹ ص.
 5. Allen-Dias, B., 1996. Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations and mitigation. In: Watson, R.T., et al. (Eds.), *Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific- Technical Analyses*. Cambridge University Press, Cambridge, Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 131-158.
 6. Brooks, R., 2000. Carbon sequestration what's that? *Forest Management Journal*. 32:2-4.
 7. Bruner, A.G., Gullison, R.E., Rice, R.E., da Fonseca, G.A.B., 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity, *Science*. 291: 125-128.
 8. Buckley, R., 2004. *Environmental Impacts of Ecotourism*. CABI Publishing, Oxford, 389pp.
 9. Chambers, C., Brown, R. E., 1983. *Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands*. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report. 151 p.
 10. Finer, L., 1996. Variation in the amount and quality of litterfall in a pinus sylvestries L. stand growing on a bog. *Forest Ecology and management*. 80: 1-11.
 11. Ferguson, D.F., 2003. *Carbon Sequestration on Idaho Agriculture and Forest lands*. Technical

21. Lemma, B., Kleja, D.B., Nilsson, I., Olsson, M., 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. *Geoderma*. 136: 886-898.
22. Olsson, L., Warren, A., Ardoe, J., 2001. The potential benefit of carbon sinks in dry land agri-cultural soils. *Ari. LAN. Newslet*, 49. <http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln49/Olsson.html>
23. Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, M., Barnola, M., Chappelaz, J., Davis, M., Delayque, M., Kotlyakov, M., Legrand, M., Lipenakov, V., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M., 1999. Climate and atmospheric history of past 420000. Years from the vostock ice core, Antarctica. *Nature*. 399: 429-436.
24. Paustian, K., Cole, C.V., Sauerbeck, D., Sampson, N., 1998. CO₂ mitigation by agriculture: an overview. *Climate Change*. 40:135-162.
25. Reichel, D., Joughton, J., Kane, B., Kemann, J., 1999. Developing an emerging technology road map for carbon capture and sequestration. *Carbon Sequestration Research and Development*. USDOE Office of Science, Washington, DC.
26. Rice, 2005. The role of plant and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystem. *Geoderma* 128. p. 130-154.
27. Schuman, G.E., Janzen, H.H., Herrick, J.E., 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution*, 116: 391- 396.
28. Sun, D., Walsh, D., 1998. Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. *Journal of Environmental Management*, 53: 323-338.
29. SABETI, H., 1969. Les etudes boiclimatique de l'Iran. Publication de l'Université de Teheran, No. 1231, 266 p
30. Tuskan, G.A., Walsh, M, E., 2001. Short-rotation Woody crop Systems, atmospheric carbon dioxide and carbon management: a US case study *For Chronicle*. 77: 259-264.
31. Varamesh, S., 2009. Effectualit of forestation on soil carbon sequestration and mitigate climate change. First International Conference of the World Soil Erosion and Conservation. May 27-30, 2009. Tara Mountain. Serbia.
30. Walkey, A., Black, I.A., 1934. An xamination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil science*, 37, 29-38.
31. Worboys, G., DeLacy, T., Lockwood, M., 2005. Protected area management: principes and Practice, second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, 365 pp.