



بررسی و مقایسه توان ترسیب کربن دو گونه آتریپلکس (*Atriplex canescens*) و ورک (*Hulthemia persica*) در مراتع نودهک قزوین

۱. حمید غلامی* نویسنده مسئول: استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، hgholami@hormozgan.ac.ir
۲. حسین آذر نیوند استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳. مهدی بی نیاز گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

چکیده

گازهای گلخانه‌ای یک تهدید جدی برای انسان‌ها و محیط به شمار می‌روند. گازهای گلخانه‌ای از منابع زیادی سرچشمه می‌گیرند ولی سوخت‌های فسیلی، فرآیندهای صنعتی، جنگل‌زدایی و کشاورزی از عوامل اصلی به شمار می‌روند. آن چه در حال حاضر بیش از پیش باید مدنظر قرار گیرد توجه به نقش جنگل‌ها و مراتع در ترسیب کربن اتمسفری است. ترسیب کربن عبارت است از تغییر دی‌اکسید کربن اتمسفری به شکل ترکیبات آلی کربن‌دار توسط گیاهان و تسخیر آن برای مدت زمان معین. هدف از این تحقیق برآورد و مقایسه میزان ترسیب کربن توسط آتریپلکس و ورک، تعیین ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن و تعیین سهم خاک و گیاه در ترسیب کربن می‌باشد. این تحقیق بر اساس طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل انجام شد. به منظور اندازه‌گیری کربن آلی خاک و گیاه به ترتیب از روشهای والکی بلک و احتراق استفاده شد. نتایج نشان داد که کربن ترسیب شده توسط آتریپلکس (۴۱۶۲۶ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از ورک (۳۲۴۶۱ کیلوگرم در هکتار) و منطقه شاهد (۲۶۶۵۴ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. بنابراین میزان کربن آلی بیومس هوایی بیشتر از بیومس زیرزمینی و میزان کربن آلی عمق اول خاک بیشتر از عمق دوم به دست آمد. سهم خاک در ترسیب کربن در منطقه آتریپلکس کاری شده ۸۷٪ و در منطقه ای که پوشش غالب مرتع ورک می‌باشد سهم خاک در ترسیب کربن ۹۷/۲٪ می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که خاک در اکوسیستم های مرتعی مهمترین مخزن کربن آلی محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی:

ترسیب کربن، آتریپلکس (*Atriplex canescens*)، ورک (*Hulthemia persica*)، نودهک قزوین.

۱- مقدمه

تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه پایدار محسوب می‌گردند که تاثیر منفی روی اکوسیستم‌های خشکی و دریایی دارند (هوآنگ و کرونارد، ۲۰۰۱). تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی، ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای (GHG^۱) در اتمسفر می‌باشد که کربن عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌گردد (لال، ۲۰۰۴). با افزایش گازهای گلخانه‌ای، میانگین درجه حرارت از اواخر قرن نوزدهم تاکنون، ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است و بیشترین افزایش بین سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۵ میلادی و ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی به وقوع پیوسته است، به علاوه ۱۵ درصد پوشش برف و یخچال‌های کوهستانی از دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی ناپدید شده و ۴۰ درصد یخ‌های قطب شمال کاهش یافته است (IPCC^۲، ۲۰۰۱). میزان کربن محیط‌های خاکی، به کربن غیرآلی خاک، کربن آلی خاک و پوشش گیاهی تقسیم می‌شود که مقدار آنها به ترتیب ۹۵۰، ۱۵۵۰ و ۵۶۰ پتاگرم می‌باشد (لال، ۲۰۰۴).

گیاهان منبع اصلی کربن آلی خاک محسوب می‌شوند که از تجزیه قسمت‌های هوایی گیاهان یا اندام‌های زیرزمینی مثل ریشه به وجود می‌آید. بقایای گیاهی از مهم‌ترین اشکال ورود مواد آلی به خاک هستند. گیاهان از طریق فتوسنتز، کربن را جذب ساختمان خود می‌کنند و مقداری از آن، از طریق فتوسنتز به اتمسفر برمی‌گردانند. کربنی که به صورت بافت گیاهی باقی می‌ماند به وسیله حیوانات مصرف می‌شود و یا به عنوان لاشبرگ به خاک افزوده می‌شود. راه اول که کربن در خاک ذخیره می‌شود به عنوان ماده آلی خاک (SOM)^۳ تلقی می‌شود. خاک‌ها بزرگ‌ترین مخزن کربن در چرخه کربن زمینی محسوب می‌شوند. کربن در شکل ماده آلی، عنصر اصلی برای سلامت خاک محسوب می‌شود.

تخمین پتانسیل ترسیب کربن خاک، یک فرآیند پیچیده است و به دانستن این که زمین چگونه اداره می‌شود و تحت عملیات مدیریتی مختلف چه میزان کربن ترسیب شده است، نیازمند می‌باشد. از راهکارهایی که امروزه برای مدیریت میزان کربن پیشنهاد می‌شود، افزایش میزان تجمع کربن به شیوه ترسیب کربن است که از طریق ایجاد یا افزایش میزان نگهدارنده‌های کربن (گیاهان) انجام می‌شود. فاکتورهایی مانند شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی طبیعی، بافت خاک و زهکشی می‌توانند میزان و مدت زمانی که کربن می‌تواند ذخیره شود را تحت تاثیر قرار دهند.

مهدوی و همکاران (۲۰۰۹) اثرات ارتفاع هرس بیومس هوایی و تراکم با سه تکرار در ترسیب کربن و وزن بیومس *Atriplex lentiformis* در اردستان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار ترسیب کربن در تراکم ۲m×۲m و ارتفاع هرس از ۶۰cm می‌باشد. در حالی که بیشترین وزن بیومس مربوط به تراکم ۲×۲m می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به تراکم ۶×۶m است. امانی و مداح عارفی (۱۳۸۲) با بررسی ترسیب کربن در تاغ‌زارهای دست کاشت کشور متوسط میزان ترسیب کربن در اندام‌های هوایی تاغ با سن ۲۰ سال را ۷

1. Greenhouses Gases
2. Intergovernmental Panel on Climate Change
3. Soil Organic Matter

تن در هکتار بیان کردند با توجه به سطح ۲/۱ میلیون هکتاری تاغ زارهای دست کاشت اراضی بیابانی کشور، ۱۴/۷ میلیون تن کربن در اندام‌های هوایی این تاغ‌زارها ترسیب شده است. اولین مطالعات در خصوص ترسیب کربن از نظر اقتصادی، توسط نوردهاوس (۱۹۹۱) انجام گرفت. او مدل ایتیم رشد اقتصادی را در شرایط مختلف آب و هوایی با توجه به مقادیر ذخایر کربن مطرح ساخت و فاکتورهای موثر در کربن آلی خاک را بافت، ساختمان، درجه حرارت و محتوای لیگنینی تشخیص داد. براس و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند فرآیندهای اصلی ترسیب کربن در خاک شامل: هوموسی شدن مواد آلی، تبدیل شدن مواد هوموسی به ترکیبات آلی - معدنی خاک، ریشه دوانی عمیق گیاهان و کلسیفیکاسیون (آهکی شدن) می‌باشد. ورامش و همکاران (۱۳۸۹) اثرات جنگلکاری در افزایش ترسیب کربن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد ترسیب کربن در خاک توده افاقیا (۷۸/۱۹ تن در هکتار) بیشتر از توده کاج تهران (۵۷ تن در هکتار) و اراضی بایر (۱۰/۸ تن در هکتار) اطراف است و ارزش اقتصادی آن برای گونه‌های مذکور به ترتیب ۲/۷۹ و ۳/۷۴۱ میلیون دلار محاسبه شد. فروزه و همکاران (۱۳۸۷) توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه‌گینه و درمنه درشتی در مراتع خشک ایران (دشت گربایگان فسا) با هم مقایسه نمودند. نمونه‌برداری به صورت تصادفی از گیاهان به عمل آمد و اندام‌های هوایی و زیرزمینی آنها به آزمایشگاه منتقل و ضریب تبدیل ترسیب کربن هر اندام گیاهی به صورت جداگانه توسط روش احتراق تعیین شد. نتایج آماری این بررسی نشان داد که میزان ترسیب کربن در سه گونه مذکور اختلاف معنی دار داشت ($P < 0.01$) و گونه درمنه دشتی بیشترین میزان ترسیب کربن در منطقه را داشت. عبدی و همکاران (۱۳۸۷) ظرفیت ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی (منطقه مورد مطالعه: منطقه مالمیر شهرستان شازند) برآورد نمودند. در این تحقیق مقادیر کربن در بیوماس هوایی و زیرزمینی، لاشبرگ و خاک آن محاسبه نمودند. نتایج نشان داد که کل کربن ترسیب شده در واحد سطح ۳۲/۹۵ تن در هکتار بود و ۸۷/۴۳ درصد از کل ترسیب کربن را کربن آلی خاک تشکیل می‌دهد. نتایج توزیع کربن بیوماس کل نشان داد که ذخیره کربن در بیوماس هوایی بیش از ریشه‌ها بود.

هدف از این تحقیق برآورد و مقایسه میزان ترسیب کربن در دو گونه آتریپلکس و ورک، تعیین سهم بیوماس هوایی، زیرزمینی و خاک از کل کربن ترسیب شده در واحد سطح، و همچنین تعیین ارزش اقتصادی ترسیب کربن می‌باشد.

۲- مواد و روش

ایستگاه تحقیقات مرتع نودهک قزوین در ۶۰ کیلومتری جنوب غربی قزوین واقع شده است. مختصات جغرافیایی آن عبارت است از طول "۴۹°۳۵'۵۴" شرقی و عرض "۳۵°۵۶'۵۲" شمالی. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۳۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۵۰-۲۰۰ میلی‌متر و تبخیر سالانه آن ۲۴۰۰ میلی‌متر است. بافت خاک شنی - لومی و عمق موثر آن حدود ۱ متر است که از عمق ۳۰ سانتی‌متر به بعد همراه با افزایش تراکم خاک، مقدار آهک نیز افزایش می‌یابد. میزان اسیدیته خاک ۸ می‌باشد. لازم به ذکر است که تیپ غالب ایستگاه، ورک (*Hulthemia persica*) می‌باشد و طرح آتریپلکس کاری در ایستگاه انجام شده است. جهت نمونه برداری از

روش نمونه برداری تصادفی - سیستماتیک استفاده گردید که در سه منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد نمونه ها برداشت شد. در هر پلات، بیومس هوایی و زیرزمینی با روش اندازه‌گیری مستقیم برداشته شد و در همان پلات هایی که قطع و توزین پوشش گیاهی صورت گرفته بود از دو عمق (۰-۳۰ سانتیمتر و بیش از ۳۰ سانتیمتر) نمونه برداری صورت گرفت و نمونه هایی از خاک و گیاه به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای، بافت خاک از روش دانسیتمتری بایکاس (بایکاس، ۱۹۶۲)، وزن مخصوص ظاهری با روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (بلاک و هارتج، ۱۹۸۶)، اسیدیته خاک به روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر الکترونیکی، هدایت الکتریکی با استفاده از Ec متر و آهک نیز اندازه گیری شد. کربن آلی خاک و گیاه نیز به طرق زیر اندازه گیری گردید.

تعیین درصد کربن آلی خاک

کربن آلی خاک با روش والکی بلاک اندازه گیری شد. بدین ترتیب که ابتدا توسط محلول اکسید کننده بی‌کرومات، کربن آلی خاک را اکسید کرده و زیادی بی‌کرومات را با محلول احیاء کننده‌ای نظیر سولفات فروی آمونیاکی عبارسنجی می‌کنند، سپس از تفاضل محلول‌های بی‌کرومات با سولفات و آمونیاکی، مقدار کربن آلی تعیین می‌شود. از رابطه زیر درصد کربن آلی محاسبه می‌شود (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲ و مک دیکن، ۱۹۹۷).

$$OC = \frac{(A - B) \times N \times 0.39}{P} \quad \text{رابطه (۱)}$$

A : حجم سولفات فروی مصرفی شاهد

B : حجم سولفات فروی مصرفی نمونه

N : نرمالیت سولفات فروی

P : وزن خاک

در نهایت با استفاده از رابطه زیر (کلاه‌چی، ۱۳۸۴) میزان کربن آلی خاک برحسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید.

$$OC = 10000 \times OCP \times Bd \times E \quad \text{رابطه (۲)}$$

OC : کربن آلی (kg/ha)

OCP : درصد کربن آلی خاک

Bd : وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)

E : عمق نمونه‌برداری (Cm)

تعیین ضریب تبدیل کربن گونه گیاهی

جهت تعیین ضریب تبدیل کربن بیومس‌های هوایی و زیرزمینی به کربن آلی، از روش احتراق (بردسی و همکاران، ۲۰۰۰ و عبدی، ۱۳۸۴) استفاده شد. براین اساس نمونه‌های مختلف گیاهی اعم از بیومس‌های هوایی و زیرزمینی که کاملاً خشک بودند آسیاب شده و از هر کدام یک نمونه ۱ گرمی تهیه گردید. نمونه‌های ۱ گرمی به

مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۷۵ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی قرار گرفت. نمونه‌ها پس از خارج شدن از کوره الکتریکی توزین شدند با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی براساس رابطه (۳) (بردسی و همکاران، ۲۰۰۰) میزان کربن آلی در هر یک از بیومس‌های گیاه به صورت جداگانه محاسبه گردید. در نهایت با در دست داشتن درصد وزن اولیه و درصد کربن آلی برای زیتوده هوایی و زیرزمینی، ضریب تبدیل محاسبه شد.

$$OC = \frac{1}{2} OM \quad \text{رابطه (۳)}$$

OC: کربن آلی (/.)

OM: ماده آلی (/.)

رابطه (۳) گویای آن است که نیمی از ماده آلی گیاهان را کربن آلی تشکیل می‌دهد.

روش آماری

در این تحقیق طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف^۱ انجام شد و صفات خاک با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و دانکن تجزیه گردید و به منظور مقایسه بیومس زیرزمینی و هوایی آتریپلکس و ورک از آزمون t استیوونت مستقل^۲ استفاده گردید. لازم به ذکر است که تمامی تجزیه و تحلیل‌ها در نرم افزار SPSS انجام شد.

۳- نتایج

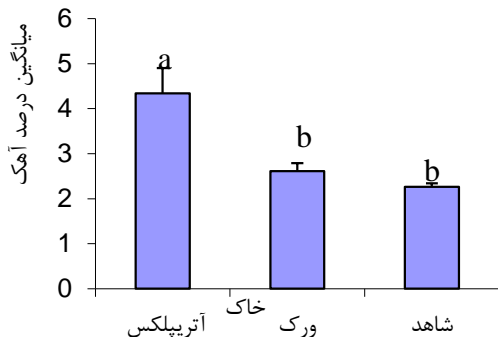
نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات خاک

نتایج تجزیه واریانس عمق اول نشان داد که بین درصد آهک، EC و pH در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد و بین درصد ماده آلی و کربن آلی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت و همچنین بین وزن مخصوص ظاهری، اختلاف معنی داری بین سه تیمار وجود نداشت. شکل (۱) مقایسه میانگین خصوصیات خاک در عمق اول با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در سه منطقه نشان می‌دهد که مقایسه میانگین درصد آهک، درصد ماده آلی و کربن آلی خاک در منطقه آتریپلکس کاری شده بیشتر از ورکزار و منطقه شاهد بود و همچنین مقایسه میانگین EC و pH در منطقه آتریپلکس کاری شده بیشتر از منطقه شاهد و ورکزار به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس عمق دوم نشان داد که بین EC و pH در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد و همچنین بین درصد آهک، وزن مخصوص ظاهری، درصد ماده آلی و کربن آلی اختلاف معنی داری وجود ندارد. شکل (۲) مقایسه میانگین خصوصیات خاک در عمق دوم با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در سه منطقه نشان داد که مقایسه میانگین میزان EC و pH در منطقه آتریپلکس کاری شده بیشتر از ورکزار و منطقه شاهد

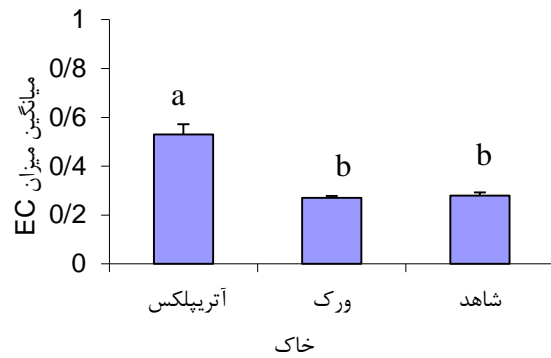
1. Kolmogorov-Smirnov

2. T-Test Independent

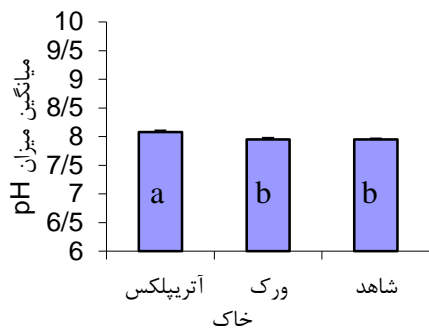
به دست آمد. نتایج آزمون t استیودنت مستقل نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد بین کربن بیومس هوایی آتریپلکس و ورک، و همچنین اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد بین کربن بیومس زیرزمینی آتریپلکس و ورک وجود دارد.



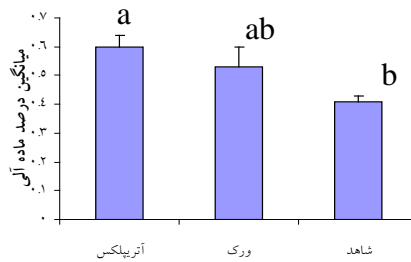
شکل (A)



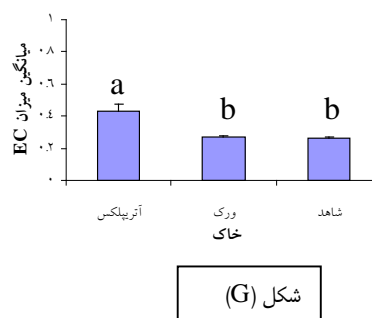
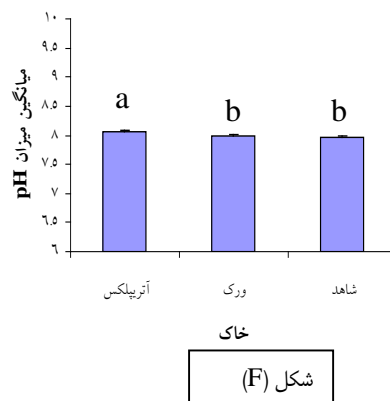
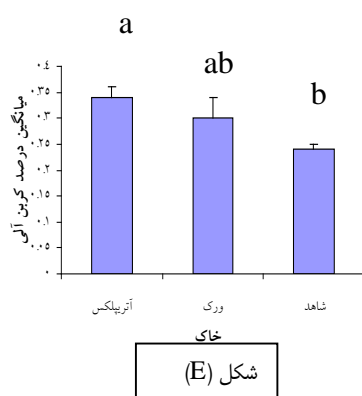
شکل (B)



شکل (C)



شکل (D)



شکل (۱): مقایسه میانگین برخی از صفات خاک در عمق دوم در سه منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد. حروف مشابه **a** و **b** به معنی اینست که میانگین صفات فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد. (شکل A تا E مربوط به عمق اول (۰ تا ۳۰ سانتیمتر) و شکل F و G مربوط به عمق دوم (بیش از ۳۰ سانتیمتر) می باشد).

نتایج نشان داد که توزیع کربن در خاک و گیاه متفاوت می باشد. به همین منظور میزان کربن در دو عمق مختلف خاک در سه منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد و همچنین در اندامهای هوایی و زیرزمینی هر دو گیاه اندازه گیری شد و نتایج به صورت زیر ارائه گردید.

نتایج حاصل از محاسبه مقدار کربن آلی خاک

مقدار کربن آلی خاک در سه منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد در عمق اول و دوم خاک اندازه گیری شد و به صورت جداول (۱ و ۲) ارائه شده است.

جدول (۱): محاسبه مقدار کربن آلی خاک در تیمارهای مختلف در عمق اول خاک

تیمار	مقدار کربن آلی خاک (kg/ha)	درصد کربن آلی در گرم خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)
آتریپلکس	۱۸۶۳۶/۶	۳۴۹	۱/۷۸
ورک	۱۶۴۴۷	۳۰۸	۱/۷۸
شاهد	۱۲۸۱۶	۲۴	۱/۷۸

طبق جدول (۱) میزان کربن آلی در عمق اول خاک در منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد به ترتیب ۱۸۶۳۶/۶، ۱۶۴۴۷ و ۱۲۸۱۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

جدول (۲): محاسبه مقدار کربن آلی خاک در تیمارهای مختلف در عمق دوم خاک

تیمار	مقدار کربن آلی خاک (kg/ha)	درصد کربن آلی در گرم خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)
آتریپلکس	۱۷۵۶۸	۱۸۳	۱/۹۲
ورک	۱۵۰۵۳	۱۶۱	۱/۸۷
شاهد	۱۳۸۳۸	۱۴۸	۱/۸۷

طبق جدول (۲) میزان کربن در عمق دوم خاک در منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد به ترتیب ۱۷۵۶۸، ۱۵۰۵۳ و ۱۳۸۳۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. مقدار کل کربن آلی خاک در منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): آمار مقادیر کربن آلی خاک در تیمارهای مختلف

تیمار	مقدار کل کربن آلی خاک (kg/ha)	مقدار کربن آلی لایه دوم (kg/ha)	مقدار کربن آلی لایه اول (kg/ha)
آتریپلکس	۳۶۲۰۴/۶	۱۷۵۶۸	۱۸۶۳۶/۶
ورک	۳۱۵۰۰	۱۵۰۵۳	۱۶۴۴۷
شاهد	۲۶۶۵۴	۱۳۸۳۸	۱۲۲۴۰

طبق جدول (۳) میزان کل کربن آلی خاک در منطقه آتریپلکس کاری شده، ورکزار و منطقه شاهد به ترتیب ۳۶۲۰۴/۶، ۳۱۵۰۰ و ۲۶۶۵۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

نتایج حاصل از محاسبه مقدار کربن آلی گیاه

مقدار کربن آلی در اندامهای هوایی و زیرزمینی آتریپلکس و ورک محاسبه و در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۴): آمار مقدار کل کربن آلی در گونه های آتریپلکس و ورک

گونه	کربن بیومس کل (kg/ha)	کربن بیومس زیرزمینی (kg/ha)	بیومس زیرزمینی (kg/ha)	کربن بیومس هوایی (kg/ha)	بیومس هوایی (kg/ha)
آتریپلکس	۵۴۲۲/۴	۲۰۲۴/۷	۴۶۴۶	۳۳۹۷/۷	۷۱۹۷
ورک	۹۶۱/۵	۳۷۸/۳	۸۰۳/۷	۵۸۳/۲	۱۲۴۶/۵

نتایج حاصل از محاسبه نشان داد که کربن بیومس هوایی و زیرزمینی آتریپلکس به ترتیب ۳۳۹۷/۷ و ۲۰۲۴/۷ کیلوگرم در هکتار و کربن بیومس هوایی و زیرزمینی ورک به ترتیب ۵۸۳/۲ و ۳۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و در مجموع کل کربن آلی آتریپلکس و ورک به ترتیب ۵۴۲۲/۴ و ۹۶۱/۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

نتایج حاصل از محاسبه میزان ترسیب کربن

در نهایت با توجه به میزان کربن خاک و گیاه، کربن ترسیب شده به دست آمد و در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۵: آمار مقادیر کربن خاک و گیاه و مقادیر کل کربن ترسیب شده

گونه	مقدار کل کربن آلی خاک (kg/ha)	مقدار کل کربن گیاه (kg/ha)	ترسیب کربن کل (kg/ha)
آتریپلکس	۳۶۲۰۴/۶	۵۴۲۲/۴	۴۱۶۲۶/۴
ورک	۳۱۵۰۰	۹۶۱/۵	۳۲۴۶۱

طبق جدول (۵) میزان کربن ترسیب شده توسط آتریپلکس و ورک به ترتیب ۴۱۶۲۶/۴ و ۳۲۴۶۱ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

۴- بحث و نتیجه گیری

ترسیب کربن توسط گیاه و به خصوص گونه های بوته ای ساده ترین و به لحاظ اقتصادی ارزان ترین روش برای ترسیب کربن به شمار می رود که این نقش، گیاهان توسط عمل فتوسنتز و از طریق اندام های خود انجام می دهند. گونه های بوته ای سازگار به مناطق خشک (UNDP, 2000) و هر یک از اندام های آنها دارای نقش متفاوتی در این فرایند هستند (فروزه، ۱۳۸۵). میزان کربن آلی عمق اول خاک از عمق دوم بیشتر است و با نتایج ریشه (۲۰۰۰) که اظهار داشت بین ترسیب کربن و عمق خاک رابطه غیر مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش عمق، ترسیب کربن کاهش می یابد همخوانی دارد و همچنین با یافته های چومن و همکاران (۲۰۰۲) نیز مطابقت دارد و دلیل آن را می توان روند تدریجی تجزیه لاشبرگ و تبدیل آن به هوموس که از لایه سطحی خاک آغاز می شود دانست. در تحقیق حاضر سهم خاک در ترسیب کربن در منطقه آتریپلکس کاری شده ۸۷٪ و

در منطقه ای که پوشش غالب مرتع ورک می باشد سهم خاک در ترسیب کربن $97/2\%$ می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که خاک در اکوسیستم های مرتعی مهمترین مخزن کربن آلی محسوب می شود و با نتایج اسنوراسون و همکاران (۲۰۰۲) و عبدی (۱۳۸۷) مطابقت می کند.

میزان کربن آلی در بیومس هوایی بیش از بیومس زیرزمینی برآورد شد زیرا وزن بیومس هوایی از بیومس زیرزمینی بیشتر است و همچنین میزان چوبی شدن اندامهای هوایی بیش از اندامهای زیرزمینی می باشد که این با نتایج عبدی (۱۳۸۴)، نقی پور برج و همکاران (۱۳۸۸)، لاکلائو (۲۰۰۲) و ارادوتیر و همکاران (۲۰۰۰) همخوانی دارد. این نتایج موید آن است که اندام هایی که دارای بافت چوبی اند، از توانایی بیشتری در ترسیب کربن برخوردار بوده و هر چه نسبت اندام های چوبی در گیاه بیشتر باشد، توان آن در ترسیب کربن افزایش می یابد. ایندوفر (۲۰۰۲) نیز متفاوت بودن سهم اندام های گیاهی در ترسیب کربن و توانایی بیشتر اندام های چوبی در این فرایند را تایید کرد. مقدار کربن آلی آتریپلکس $5/6$ برابر مقدار کربن آلی ورک به دست آمد.

نتایج بررسی ها در این تحقیق نشان داد که کربن آلی با میزان رس ارتباط دارد ولی این ارتباط معنی دار نمی باشد. بائور و همکاران (۱۹۸۷) معتقدند کربن آلی خاک با محتوای رس خاک ارتباط دارد، پاور و چلیسینگر (۲۰۰۲) با تحقیقاتی که در کاستاریکا انجام دادند، مشاهده کردند که غلظت کربن آلی خاک با مقدار رس خاک در ارتباط است و همچنین بوچیازو و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که با افزایش درصد رس و سیلت، کربن ساختاری افزایش می یابد.

نتایج این تحقیق نشان داد که آتریپلکس، کربن بیشتری نسبت به ورک و منطقه شاهد ترسیب داده است که احتمالاً تفاوت های فیزیولوژیکی نظیر افزایش درصد چوبی شدن اندامهای هوایی و زیرزمینی (فروزه، ۱۳۸۵) موجب افزایش ترسیب کربن این گونه شده است زیرا گونه های مختلف تاثیر متفاوتی در ترسیب کربن دارند (موتنسون و چومن، ۲۰۰۲). میزان کربن ترسیب شده توسط آتریپلکس (41626 kg/ha) $1/27$ برابر کربن ترسیب شده توسط ورک (32461 kg/ha) می باشد که با نتایج فروزه و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد.

به دلیل اینکه قسمت اعظم کربن ترسیب شده در خاک قرار دارد، فرایند فرسایش خاک موجب هدررفت کربن می شود و هر گونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقرایی خاک و پوشش گیاهی شود، بی شک گام مثبتی در راستای مدیریت ترسیب کربن خواهد بود. با توجه به اینکه بخش بزرگی از کربن در عمق اول ذخیره می شود، این فرایند در افزایش حاصلخیزی، بهبود سیستم هیدرولوژی خاک و نیز جلوگیری از فرسایش بسیار موثر است. بهبود کیفیت آب و خاک، کاهش هدررفت عناصر غذایی، کاهش فرسایش خاک، افزایش حفاظت آب و تولید محصول نیز از مزایای ترسیب کربن در خاک ها است.

پالایش کربن اتمسفری با استفاده از روش های مصنوعی هزینه های سنگینی در بر دارد، به طوری که این هزینه در آمریکا حدود ۱۱۰۰۰۰ تا ۳۳۰۰۰۰ تومان به ازاء هر تن تخمین زده اند (Cannell, 2003). چنانچه متوسط هزینه به ازاء هر تن ۱۶۵۰۰۰ تومان در نظر گرفته شود، ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن در منطقه آتریپلکس کاری شده و ورک زار، ۶۸۴۷۵۰۰ و ۵۳۵۵۹۰۰ تومان در هکتار می باشد.

۵- مراجع

- 1- Amani, M., Madah arefi, H. 1382. Investigatin of the carbon sequestration potential in haloxylon land and feature strategy. The first national conference on haloxylon. Kerman, Iran. In Persian.
- 2- Forozeh, M. 1385. Investigatin of the carbon sequestration and biomass of the shrub species in garbaygan fasa. Master thesis. Gorgan University of natural resources and agriculture. In Persian.
- 3- Forozeh, M., Heshmati G., Ghanrian, G., Mesbah, H. 1387. Comparing of the carbon sequestration potential by three species in arid rangelands of Iran. Journal of environmental studies, 34(46), 65-72. In Persian.
- 4- Noori, A. 1384. Estimating of the carbon sequestration potential by *Tragacantha* in Esfahan and Markazi provinces. P.h.d thesis in Azad University. 194 p. In Persian.
- 5- Noori, A. 1387. Estimating of the carbon sequestration potential by haloxylon in markazi province. Iranian journal of range and desert research. Vol 15, N 2, 269-282. In Persian.
- 6- Kolahch, N. 1384. . Investigatin of the carbon sequestration by shrub land and soil in Hamadan rangelands. Master thesis of range management at Azad University. 92 p. In Persian.
- 7- Naghipor, A., Dianati, G., Tavakoli, H., Haydarian, M. 1388. The effect of grazing intensity on carbon sequestration and biomass in semi-arid rangelands. Iranian journal of range and desert research. Vol. 16, N. 3, 375-385. In Persian.
- 8- Mojtaba Jafari Haghighi. 1382. Methods of soil analysis sampling and important physical. Nedaye zahi press. 236 p. In Persian.
- 9- S. Varamesh, S. M. Hosseini, N. Abdi and M. Akbarinia. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil Iranian Journal of Forest, Vol.2, No.1, spring 2010. In Persian.
- 10- Aradottir, A., Savarsdottir, L., Kristin. H., Jonsson, P. & Gudbergsson, G. (2000). Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic Agricultural Sciences 13: 99-113.
- 11- Bauer, A., Cole, C.V. & Black, A.L. (1987). Soil property comparisons in virgin grasslands between grazed and nongrazed management systems. Soil Science Society of America Journal, 51: 176-182.
- 12- Birdsey, R., Heath I. & Williams, D. (2000). Estimation of Carbon Budget Model of the United State Forest Sector, Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina, October 3-5, 2000, 51-59.
- 13- Blake, G.R. & Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods. Soil Sci. Soc. Am. Pub. No 9. Part 1. pp. 363-376.
- 14- Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils, Agronomy Journal, 56: 464-465.
- 15- Buschiazzo, D.E., Quiroga, A.R. & Stahr, K. (1991). Patterns of organic matter accumulation in soils of the semi-arid Argentina Pampus .Z. pflanzenernhar .buder. 154:437- 441.
- 16- Bruce, J.P., Frome, M., Haites, E., Janzen, H., Lal, R. & Paustian, K. (1999). Carbon sequestration in soils. Journal of Soil and Water Conservation 54(1):382-389.

- 17- Cannell, R. (2003). Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable caacities globally, in Europe and UK. *Biomass and Bioenergy*, 24: 97-116.
- 18- Huang, C.H. & Kronrad, G.D. (2001). The Cost of Sequestration Carbon on Private Forest Lands, *Forest Policy and Economics*, Vol 2: 133-142.
- 19- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2001). J.T. Houghton and D. Yihui (ed.). *Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- 20- INDUFOR. (2002). *Assessing Forest Based carbon sinks in the Kyoto protocol Forest Management and Carbon sequestration*. Discussion paper, 115p.
- 21- Laclau, P. (2003). Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *Forest Ecology and Management* 180: 1-3, 317 – 333.
- 22- Lal, R. (200۴). Global potential of soil carbon sequestration to mitigation the greenhouse effect. *Critical reviews in plant Sciences* 22: 2, 151 – 184.
- 23- Mahdavi, K., Sanadgol, A., Azarnivand, H., Babaei Kafaki, S., Jafari, M., Maleki, M. & Malekian, A. (2009). Effects of removing aerial biomass and density on carbon sequestration and weight of Atriplex lentiformis. *Asian Journa of Plant Science* 8(2): 183 - 186. ISSN 1682 – 3974.
- 24- MacDicken, K. G. (1997). *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Institute for Agricultural Development, Forest Carbon Monitoring Program.
- 25- Mortenson, M. & Schuman, G. (2002). Carbon sequestration in rangeland interseeded with yellow-flowering alfalfa (*Medicago Sativa Spp. Falcata*) *USDA Symposium on Natural Resource Management to Offset Greenhouse Gas Emission in University of Wyoming*.
- 26- Nourdhau, W.D. (1991). An optimal transition path for controlling greenhouse gases *Science* .285, 1315 – 1319.
- 27- Powers, J.S. & Schlesinger, W.H. (2002). Relationships among soil carbon distributions and biophysical factors at nested spatial scales in rainforests of northeastern Costa Rica, *Geoderma*, 109: 165-190.
- 28- Rice, C.W. (2000). Soil Organic C and N in Rangeland Soils under Elevation Co₂ and Land Management. *Advances In Terrestrial Ecosystem Cabon Inventory, Measurements and Monitoring Conference In Raleigh, North Carolina , October, 3-5,2000,15-24*.
- 29- Schuman, G.E., Janzen, H. & Herrick, J.E. (2002). Soil Carbon Information and Potential Carbon Sequestration By Rangelands, *Environmental Pollution*, Vol 116:391-396.
- 30- Snorrason, A., Sigurdsson, B.D., Gudbergsson, G., Svavarsdottir, k. & Jonsson, T.H.H. (2002). Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. *Buvisindi* 15:81-93.
- 31- UNDP, (2000). *Carbon Sequestration in the Decertified Rangelands of Hossein Abad, Through Community Based Management, Program Coordination*. pp, 1-7

HORMOZGAN UNIVERSITY**Quarterly Journal of
ENVIRONMENTAL EROSION RESEARCH
2014 summer Vol. 4: No. 2, (14) 40-52**

Study and Comparison of the carbon sequestration by *Atriplex canescens* and *Hulthemia persica* in Nowdahak Range Research Station, Qazvin province

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Gholami, H.* | Corresponding Author, Assistant professor, Department of Rangeland & Watershed Management, Hormozgan University, hgholami@hormozgan.ac.ir |
| 2 | Azarnivand, H. | Professor, Faculty of natural resources, University of Tehran, |
| 3 | Biniaz, M. | Department of Rangeland & Watershed Management, Hormozgan University |

Abstract

Greenhouse gases (GHG) are a serious threat to humans and environment. Greenhouse gases have been different sources, but main factors are fossil fuels, industrial processes, deforestation and agriculture. What is now more than ever before should be considered according to the role of forests and rangelands in atmospheric carbon sequestration? Carbon sequestration is to changes in atmospheric carbon dioxide to form organic compounds with carbon by plants and capture for a certain period of time. Based on this research project in a completely randomized factorial experiment format was done. This study estimated and compared the amount of carbon sequestration by *Atriplex canescens* and *Hulthemia persica*, determine the economic value of carbon sequestration and determine the contribution of soil and plant carbon sequestration. In order to measure the organic carbon in soil and plants, respectively Walki Black and Combustion methods were used. The results showed that carbon sequestration by *Atriplex canescens* (41,626 ha) more than *Hulthemia persica* (32,461 ha) and bare area (26,654 ha) is. Therefore, the amount of organic carbon in areal biomass more than underground biomass and rate of soil organic carbon in first depth more than second depth. Share of soil in carbon sequestration in the planted region by *Atriplex canescens*, 87% and in an area with dominant cover of *Hulthemia persica* is 97%. So we can conclude that the soil in rangelands, most organic carbon reservoir is considered.

Keywords:

Carbon Sequestration, *Atriplex canescens*, *Hulthemia persica*, Nowdahak Qazvin.