فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه ۲۰۹-۱۹۳ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال(DOI) : 10.22092/ijrdr.2017.109860

بررسی توان ذخیره کربن گونهٔ گتگ *Halocnemum strobilaceum* در مراتع ساحلی جنوب استان بوشهر

فاضل امیری

دانشیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بوشهر، ایران، پست الکترونیک: amiri_fazel@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۱

چکیده

هدف از این مطالعه، برآورد میزان ذخیره کربن و تأثیر پارامترهای محیطی بر ذخیره کربن گونه گتک در مراتع ساحلی منطقه بردخون- استان بوشهر بود. به‌منظور انجام تحقیق، از بخش هوایی و زیرزمینی، خاک پای بوته و فاصله ۱/۵ متری در دو عمق (۳۰-۰ و ۵۰-۳۰ سانتی‌متر) در ۵ سایت در محل پراکنش گونه و منطقه شاهد نمونه برداشت شد. نمونه‌های گیاهی (برگ، شاخه و ریشه) و پارامترهای خاک (درصد شن، رس و سیلت، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد اشباع، آهک فعال، وزن مخصوص، ماده آلی و ازت) در هر نقطه نمونه‌برداری با روش‌های آزمایشگاهی تعیین گردید. کربن آلی اندام‌های گیاهی به روش احتراق و کربن آلی خاک به روش والکی- بلک تعیین شد. روابط بین پارامترهای خاک و مقدار کربن ذخیره شده در بایومس هوایی و زیرزمینی با روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی و آنالیز خوشه‌ای تعیین گردید. نتایج نشان داد که میانگین میزان ذخیره کربن در زیتوده هوایی ۲۴۸ گرم در مترمربع و در زیتودهٔ زیرزمینی ۱۸/۶۲ گرم در مترمربع می‌باشد. همچنین میزان کربن ذخیره شده در زیر بوته تفاوت معنی‌داری با کربن ذخیره شده در فاصله ۱/۵ متری دارد. نتایج تجزیه واریانس پارامترهای خاک و ذخیره کربن خاک با منطقه شاهد نشان داد که برای سایر پارامترها، اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. میانگین میزان ذخیره کربن خاک ۴۱۵۲/۷۵ گرم در مترمربع است. میزان کربن ذخیره شده در عمق دوم خاک بیشتر از عمق اول بود، که دلیل آن گسترش عمق نفوذ ریشه و سطح گسترش ریشه است. کل کربن ذخیره شده در زیتوده رویشگاه گونه ۳۷۲۸ تن در ۲۰ هکتار از سطح پراکنش این گونه و ۱۵۳۸۰۰ تن در هکتار در سطح منطقه می‌باشد، که نشان می‌دهد خاک رویشگاه نقش مهمتری در ذخیره کربن دارد. از پارامترهای خاک مؤثر بر ذخیره کربن هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد شن، درصد رس و وزن مخصوص ظاهری است.

واژه‌های کلیدی: ذخیره کربن، گتک *Halocnemum strobilaceum*، مراتع ساحلی، بردخون بوشهر.

مقدمه

مناطق ساحلی اراضی با پوشش تنک از گونه‌های مرتعی بر روی سواحل شنی است. پوشش گیاهی در این مناطق به شرایط سخت محیطی سازگار و تنها محافظ خاک این مناطق بوده و ذخیرگاه مهم کربن آلی می‌باشند. اگرچه مقدار ذخیره کربن این مناطق در واحد سطح ناچیز است، اما با توجه به وسعت بالای آنها، این اراضی دارای قابلیت زیادی برای ذخیره کربن هستند.

در مورد میزان ذخیره کربن خاک و گیاهان مرتعی مطالعات متعدی انجام شده است اما در رابطه با ذخیره کربن و نقش عوامل محیطی این مناطق در ذخیره کربن تا به حال تحقیقی انجام نشده است. Azarnivand و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی میزان دخیره کربن و ذخیره ازت در مراتع استان سمنان به این نتیجه رسیدند که خاک بیشترین نقش را در ذخیره کربن دارد. نتایج مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که مقدار کربن ذخیره شده در پای گیاه بیشتر از حدفاصل گونه‌های گیاهی است. Jafarian و همکاران (۲۰۱۲) توان ذخیره کربن سه گونه *Artemisia*

aucheri، *Agropyron elongatum* و *Stipa barbata* را در مراتع نیمه‌خشک منطقه پشرت کیاسر بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان ذخیره کربن در سه گونه و اندام‌های سه‌گانه (ریشه، ساقه و برگ) گونه‌های مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری داشت و *Artemisia aucheri* بیشترین توان ذخیره کربن را در منطقه دارا بود. همچنین نتایج نشان داد که کربن ذخیره شده در خاک گونه درمنه کوهی بیشتر از دو گونه دیگر بود.

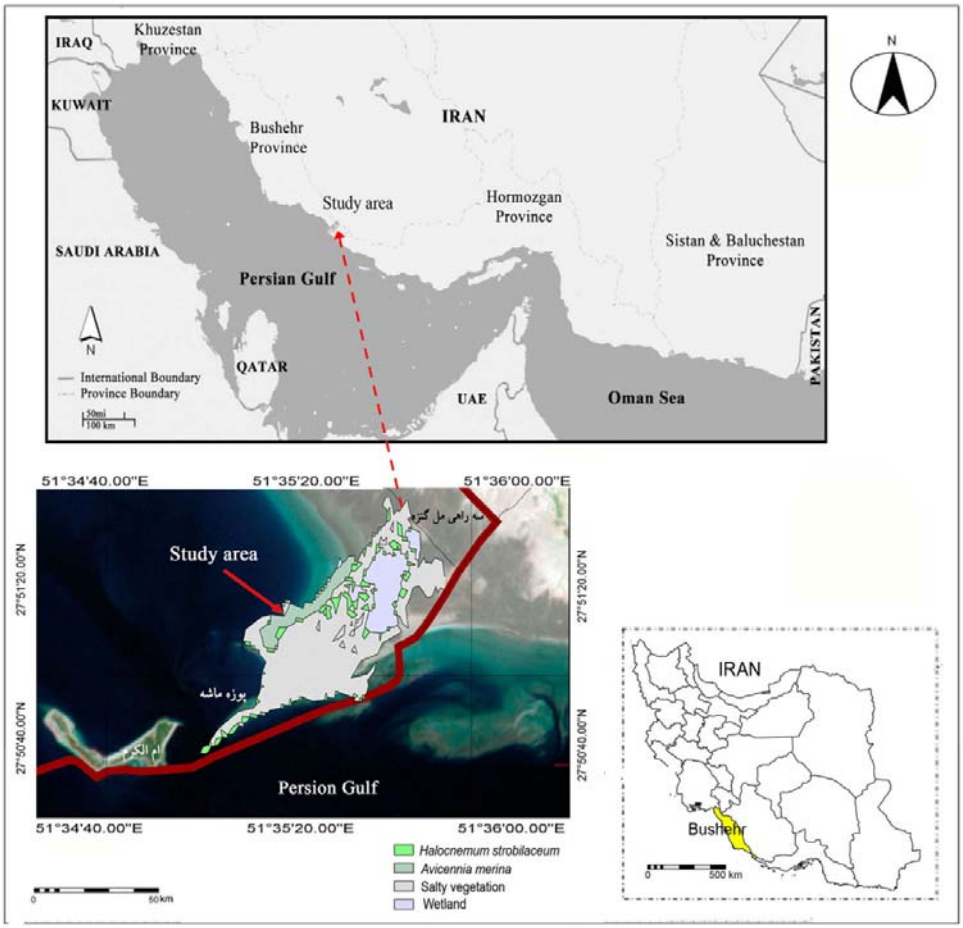
Naghipour Borj و همکاران (۲۰۱۲) در مقایسه میزان ذخیره کربن در مرتع طبیعی، زمین زراعی و جوامع گیاهی دست کاشت با سه گونه مرتعی *Agropyron desertorum*، *Agropyron elengatum* و *Kochia prostrata* در مراتع نیمه‌خشک استان خراسان شمالی نشان دادند که مرتع طبیعی دارای بیشترین و تناوب گندم- آیش دارای کمترین میزان ذخیره کربن بودند. Follett و همکاران (۲۰۰۱) متوسط کربن در ۱۴ گراسلند بومی در ۹ ایالت آمریکا را ۱۲۳ تن در هکتار گزارش کردند. Snorrason و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که مقدار ذخیره کربن در یک دوره ۳۲ ساله برای یک مرتع چرا شده ۱۵۷ تن در هکتار است و قسمت اعظم ذخیره کربن در خاک رخ داده است. Dinakaran و Krishnayya (۲۰۰۸) در بررسی‌های خود در .....؟ هند، به این نتیجه رسیدند که نوع پوشش گیاهی تأثیر معنی‌داری بر کربن آلی لایه سطحی تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک می‌گذارد. در بررسی ذخیره کربن در گیاهان بوته‌ای غالب و خاک مراتع در حیدره همدان نشان داد که کربن آلی خاک با وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت ثقلی، میزان تولید گیاهی، درصد پوشش گیاهی و درصد لاشبرگ همبستگی دارد. Abdi و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی نقش و توان گونزارها در ذخیره کربن و عوامل مؤثر بر آن در سه منطقه مرتعی مختلف نشان دادند که در تمامی این مناطق، حدود ۹۰ درصد از ذخیره کربن کل را کربن آلی خاک تشکیل می‌داد. ذخیره کربن در بیوماس اندام هوایی بیش از ریشه‌ها بود و ذخیره کربن با ارتفاع و حجم بوته‌های گون، بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی، بیوماس کل، مقدار لاشبرگ و کربن آلی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری را داراست.

البته توان ذخیره کربن بر حسب گونه گیاهی و مکان متفاوت است (Schuman *et al*. 2002 و Lal 2002)، بنابراین با شناخت گونه‌هایی که دارای قابلیت بیشتری برای ذخیره کربن بوده و همچنین بررسی عوامل محیطی که بر فرایند ذخیره تأثیرگذار است می‌توان اصلاح و احیاء مراتع را از منظر شاخص ذخیره کربن دنبال کرد. این امر می‌تواند یک نگرش سیستمی به اصلاح و احیاء مناطق ساحلی باشد، زیرا در ضمن تأمین حفاظت کمی و کیفی شرایط خاک، می‌تواند راهکاری مؤثر برای مواجه با آلودگی آب و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعه پایدار زیست محیطی در این مناطق تلقی گردد. هرچند که در مورد میزان ذخیره کربن گونه‌های مرتعی در مناطق مختلف کشور مطالعات متعددی انجام شده اما در مورد برآورد میزان ذخیره کربن در رویشگاه گونه گتگ *Halocnemum strobilaceum* در مراتع ساحلی مطالعه‌ای انجام نشده است، که موضوع این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی در ۱۴۰ کیلومتری جنوب بوشهر، در بخش ساحلی منطقه بردخون، در محدوده جغرافیایی بین طول‌های "۲۹'۳۴'۵۱° تا "۱۱'۳۶'۵۱° شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۴'۵۰'۲۷° تا "۳۶'۵۱'۲۷° شمالی واقع شده است. میانگین دما و بارندگی سالانه بر اساس دوره آماری هفت ساله برابر ۲۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه در طول دوره آماری ۳/۴ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع اقلیم خشک است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

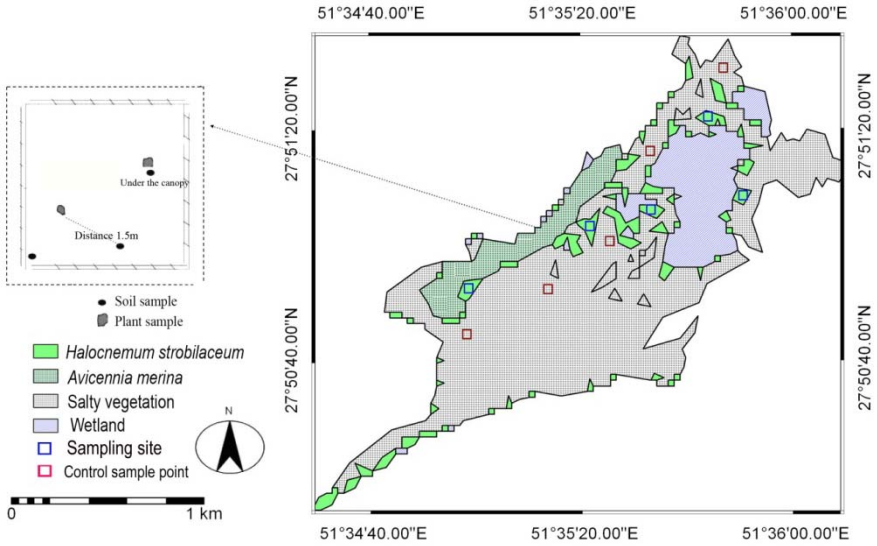
گونه گتگ

با نام علمی *Halocnemum strobilaceum* جزء گیاهان شورروی ایران و استان بوشهر می‌باشد و در مناطقی که سطح آب زیرزمینی آن بالا و خاک شور بوده رویش دارد. این گونه از خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*) با اسم محلی گتگ در منطقه شناخته می‌شود و در سطح ۲۰ هکتاری شور و شور- قلیا رویش دارد و از گونه‌های کلیدی مراتع شور و قلیایی استان بوشهر می‌باشد.

روش تحقیق

ذخیره کربن در خاک

پس از بازدیدهای میدانی به‌منظور نمونه‌برداری از خاک ۵ سایت در توده گتگ به وسعت ۲۰ هکتار و ۵ سایت در وسعت ۱۳۹/۶ هکتاری در اراضی شور ساحلی اطراف (بعنوان شاهد) انتخاب گردید. برای تعیین میزان کربن ذخیره شده در خاک، در هر توده (گتگ و شاهد)، اقدام به حفر پروفیل در دو عمق (۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتی‌متر) اقدام و با اُگر نمونه خاک برداشت شد. Rice (۲۰۰۰) بیان کرد که برای اندازه‌گیری ذخیره کربن در خاک، حفر پروفیل تا عمق ۵۰ سانتی‌متر کفایت می‌کند، زیرا در عمق‌های پایین‌تر اختلاف معنی‌داری در مقدار ذخیره کربن وجود ندارد. برای تعیین تأثیر گونه در میزان کربن ذخیره شده در خاک، در فاصله ۱/۵ متری بین بوته‌ها اقدام به حفر پروفیل گردید. ۲۰ نمونه خاک از ۵ سایت، دو عمق در دو مکان زیر تاج پوشش و بین بوته‌ها و ۵ نمونه از منطقه شاهد برداشت و به آزمایشگاه انتقال یافت (شکل ۲).



شکل ۲- محل نمونه‌برداری از خاک و گونه‌های مورد مطالعه

نمونه‌ها در هوای آزاد خشک و مشخصه‌های خاک شامل بافت با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس، pH خاک با استفاده از گل اشباع و pH متر، هدایت الکتریکی با عصاره گل اشباع و EC متر، وزن مخصوص ظاهری خاک با روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک تعیین شد. درصد اشباع خاک (SP) از رابطه ۱ تعیین گردید (Jafari 2003 ,hagheghi.

٪SP =(وزن خاک خشک / وزن رطوبت اشباع) × ۱۰۰ (۱)

درصد آهک فعال به روش تیتریمتری (Sparks et al., 1996)، ازت کل خاک با دستگاه کجلدال (Jones Jr, 1987)، درصد ماده آلی و کربن آلی با استفاده از روش والکی بلک (Page *et al*. 1982) با استفاده از رابطه‌های (۲ و ۳) تعیین گردید.

$$\%OM = \frac{\text{آمونیوم فروسولفات}\ (\text{ml}\times\text{N}) - (\text{ml}\times\text{N})\ \text{Red}}{\text{وزن نمونه}\ (\text{Wt } \textit{Of}\ \text{sample})} \times ۰/۶۸۱ \qquad (۲)$$

$$\%OC = \frac{\%OM}{۱/۷۲٤} \qquad (۳)$$

و میزان وزن کربن ذخیره شده در سطح یک مترمربع خاک بوسیله رابطه ۴ تعیین شد.

$$Cc = ۱۰۰۰ \times \%C \times Bb \times E \qquad (۴)$$

که در این رابطه، Cc میزان وزن کربن ذخیره شده در سطح یک مترمربع، C درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، E عمق نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتیمتر.

ذخیره کربن در زیتوده گونه

به‌منظور نمونه‌برداری از گونه گتگ در توده پراکنش این گونه با روش کاملاً تصادفی در هر سایت نمونه‌برداری اقدام به جمع‌آوری اطلاعات زیر گردید؛ تعیین تراکم گونه از طریق شمارش تعداد پایه در واحد سطح، اندازه‌گیری سطح

تاج پوشش (اقطار بزرگ و کوچک)، اندازه‌گیری محیط تاج پوشش، اندازه‌گیری ارتفاع متوسط گونه به‌منظور ارزیابی و تعیین رابطه بین ارتفاع با بیوماس و ذخیره کربن. در توده گونه به روش کاملاً تصادفی اقدام به بوته‌کنی (۱۰ نمونه) در هر سایت شد. بدین صورت که قسمت هوایی و قسمت زیرزمینی (ریشه) آن به طور کامل قطع و توزین شد. نمونه‌های برداشت شده برای تعیین وزن خشک و تعیین درصد کربن به آزمایشگاه منتقل گردید. برای تعیین ضریب تبدیل ذخیره کربن اندام‌های گیاه (برگ، شاخه و ریشه) به کربن آلی، از روش احتراق استفاده شد. بر این اساس از هر اندام ۱۰ نمونه ۱۰ گرمی تهیه گردید. سپس برای تعیین ضریب تبدیل ذخیره کربن آلی اندام‌های هوایی و زیرزمینی، نمونه‌ها پس از توزین در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت کاملاً خشک شدند، سپس درصد کربن آلی نمونه‌ها با استفاده از روش احتراق در کوره الکتریکی (در دمای ۳۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) محاسبه گردید. در این روش کاهش وزن ناشی از احتراق، مقدار ماده آلی را در نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه نشان می‌دهد. در نهایت با در دست داشتن درصد وزن اولیه و درصد کربن آلی برای هریک از اندام‌ها به تفکیک ضریب تبدیل بر اساس رابطه ۵ تعیین شد.

$$\%OC = ۰/۵ \times \%OM \qquad (۵)$$

که در این رابطه: OC٪ درصد کربن آلی و OM٪ درصد مواد آلی است. این رابطه نشان می‌دهد که نیمی از خاکستر گیاهان را کربن آلی و نیم دیگر را سایر عناصر تشکیل می‌دهند (Bordbar & Mortazavi Jahromi 2006).

تجزیه‌وتحلیل آماری

توزیع آماری داده‌ها با روش گلوموگراف–اسمرینوف آزمون گردید. به‌منظور مقایسه میزان ذخیره کربن بین اندام‌های گیاه، رویشگاه گونه و منطقه شاهد از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون دانکن استفاده گردید. تأثیر پارامترهای گونه‌ای و خاک بر کربن ذخیره شده در خاک و گونه از آنالیز سلسله مراتبی توده‌ای (AHC) از روش وارد با در نظر گرفتن تفاوت مربع هندسی داده‌ها، استفاده شد. از تجزیه‌وتحلیل مؤلفه اصلی بر اساس نتایج اعمال روش چرخش نرمال شده واریومکس برای تفسیر ارتباط داده‌ها استفاده گردید.

نتایج

دامنه پارامترهای اندازه‌گیری شده تراکم، وزن اندام‌های هوایی، وزن اندام‌های زیرزمینی، ارتفاع بوته، قطر تاج بوته، فراوانی و درصد پوشش گونه گتک در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خلاصه آماره‌های داده‌های گونه گتک

پارامتر	سایت ۱	سایت ۲	سایت ۳	سایت ۴	سایت ۵
تراکم (D) تعداد در مترمربع	۴	۶	۵	۵	۴
وزن اندام‌های هوایی (gr)	۲۱۲/۱۲ ±۱/۴	۲۷۴/۲ ±۱/۹	۲۴۴/۶۷ ±۲/۳۵	۲۳۰/۰۳ ±۰/۹	۲۲۰/۶ ±۱/۰۲
وزن اندام‌های زیرزمینی (gr)	۴۶/۴۰ ±۰/۸۲	۵۹/۹۸ ±۰/۳۴	۵۳/۵۲ ±۰/۶۵	۵۰/۳۲ ±۰/۷	۴۸/۲۵ ±۰/۳۵
ارتفاع بوته (cm)	۳۱/۴ ±۰/۰۶	۴۰/۵۹ ±۰/۰۱۲	۳۶/۲۲ ±۰/۱۰	۳۴/۰۵ ±۰/۱۷	۳۲/۶۵۵ ±۰/۲۳
قطر تاج بوته (cm)	۴۶/۱ ±۰/۶	۵۹/۵۹ ±۰/۸۷	۵۳/۱۷ ±۰/۲۳	۴۹/۹۹ ±۰/۳۲	۴۷/۹۴ ±۰/۲۰
فراوانی (٪)	۸۸	۱۳۲	۱۱۰	۱۰۴	۸۳
درصد پوشش بوته (C)	۳۷ ±۰/۴	۴۷/۸۳ ±۰/۱۶	۴۲/۶۸ ±۰/۱۲	۴۰/۱۲ ±۰/۱	۳۸/۴۸ ±۰/۳

ذخیره کربن زیتوده هوایی و زیرزمینی

میزان ذخیره کربن در اندام‌های گونه گتک در ۵ سایت مورد مطالعه، با در نظر گرفتن تراکم پایه‌های گونه، نشان می‌دهد که میانگین میزان ذخیره کربن در زیتوده هوایی ۲۴۸ گرم در مترمربع و در زیتوده زیرزمینی ۱۸/۶۲ گرم در مترمربع می‌باشد. سایت ۱ به‌ترتیب با میزان ۱۶۴ و ۹/۲ گرم در مترمربع در مقایسه با سایر سایت‌ها کمترین میزان کربن تثبیت شده در زیتوده هوایی و زیرزمینی داشت. میزان کربن تثبیت شده در زیتوده هوایی و زیرزمینی سایت ۲، به‌ترتیب با میزان ۳۹۰ و ۳۶ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را داشت. نتیجه آزمون دانکن مقایسه کربن ذخیره زیتوده هوایی و زیرزمینی نشان می‌دهد که سایت‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد در سه طبقه گروه‌بندی شدند. بیشترین میزان کربن ذخیره شده در زیتوده هوایی و زیرزمینی در سایت ۲ بود، که علت آن پوشش تاجی و درصد پوشش و تراکم بیشتر گونه گتک در واحد سطح اراضی در این سایت می‌باشد. مقدار ذخیره کربن در سایت ۱، ۳، ۴ و ۵ فاقد اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵؛ جدول ۲).

جدول ۲- میزان ذخیره کربن اندام‌های هوایی و زیرزمینی

شماره سایت	*Halocnemum strobilaceum*			
	زیتوده هوایی	کل gr/m²	زیتوده زیرزمینی	کل gr/m²
۱	۴۱ ±۰/۲۳ bc	۱۶۴	۲/۳ ±۰/۳ bc	۹/۲
۲	۶۵ ±۰/۴ a	۳۹۰	۶ ±۰/۵ a	۳۶
۳	۵۴ ±۰/۵ b	۲۷۰	۴/۲ ±۰/۴ b	۲۱
۴	۴۸ ±۰/۶۱ b	۲۴۰	۳/۳ ±۰/۴ b	۱۶/۵
۵	۴۴ ±۰/۳۵ bc	۱۷۶	۲/۶ ±۰/۷ bc	۱۰/۴
میانگین	۵۰/۴ ±۰/۴۱	۲۴۸	۳/۶۸ ±۰/۴۶	۱۸/۶۲

ستون‌ها با حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

ذخیره کربن خاک منطقه شاهد

نتایج آنالیز ماده آلی در خاک منطقه شاهد نشان می‌دهد که خاک این منطقه فاقد ماده آلی است. در واقع نمونه‌برداری از خاک منطقه شاهد از نقطه‌ای برداشت گردید که فاقد هر گونه پوشش گیاهی بود و در مجاورت پراکنش رویشگاه این دو گونه می‌باشد.

ذخیره کربن خاک رویشگاه

زیر بوته

نتایج آنالیز تجزیه واریانس میانگین ذخیره کربن در خاک پایه گونه گتک در ۵ سایت مورد مطالعه، نشان می‌دهد که تفاوت در کربن ذخیره شده بین سایت‌ها (جدول ۳) و دو عمق ۵-۰ و ۳۰-۵ سانتی‌متر در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس ذخیره کربن خاک بین سایت‌ها زیر بوته

پارامترها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۴	۰	۲/۵	۰/۱۷۱*
در گروه‌ها	۵	۰		
کل	۹			

*: در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس ذخیره کربن خاک در دو عمق زیر بوته

پارامترها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۱	۰	۱/۶۶	۰/۲۳۸*
در گروه‌ها	۷	۰		
کل	۸			

*: در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد.

فاصله ۱/۵ متری

میانگین ذخیره کربن خاک در فاصله ۱/۵ متری در ۵ سایت مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵). نتایج مقایسه میزان کربن ذخیره شده در دو عمق در فاصله ۱/۵ متری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). نتایج همچنین نشان داد که میزان کربن ذخیره شده در زیر بوته تفاوت معنی‌داری با کربن ذخیره شده در فاصله ۱/۵ متری داشت.

جدول ۵- تجزیه واریانس ذخیره کربن خاک در فاصله ۱/۵ متری

پارامترها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۴	۰	۶/۹۲	۰/۰۲۹*
در گروه‌ها	۵	۰		
کل	۹			

*: در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۶- تجزیه واریانس ذخیره کربن خاک در دو عمق در فاصله ۱/۵ متری

پارامترها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۱	۰	۰/۱۷۳	۰/۶۸۸*
در گروه‌ها	۸	۰		
کل	۹			

*: در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد.

مقایسه پارامترهای خاک و ذخیره کربن خاک زیر بوته و فاصله ۱/۵ متری

نتایج آزمون ذخیره کربن خاک پای بوته و فاصله ۱/۵ متری بوته گتک با آزمون تی-استیودنت (t) مستقل نشان داد که تفاوت بین پارامترهای خاک برای کربن ذخیره شده (%OC) در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و برای بقیه پارامترها تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۷).

جدول ۷- نتایج آزمون t مستقل ذخیره کربن خاک پای بوته و فاصله ۱/۵ متری

پارامترها	آزمون آنالیز واریانس	آزمون تی	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
EC	۹۳/۳	-۰/۹۴	۱۸	۰/۳۵
pH	۳/۲	-۰/۸۲	۱۸	۰/۴۲
SP	۲/۳	-۱/۷۹	۱۸	۰/۰۸۹
T.N.V	۲/۴	-۲/۳۶	۱۸	۰/۳
Sand	۶/۶	-۱/۵	۱۸	۰/۱۳
Silt	۲/۴	۰/۶۱	۱۸	۰/۵۴
Clay	۲/۸	۱/۲۵	۱۸	۰/۲۲
Bd	۰/۰۶	۰/۱۴	۱۸	۰/۸۸
OC	۱/۶	۷/۵۶	۱۸	۰/۰
N	۴/۹	۱/۸۷	۱۸	۰/۰۷

*: مقادیر .Sig بالای ۰/۰۵ نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار پارامترها در سطح ۵٪ می‌باشد.

مقایسه آماری پارامترهای خاک و کربن ذخیره شده در خاک رویشگاه گتک با منطقه شاهد

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای خاک و ذخیره کربن خاک رویشگاه گتک با منطقه شاهد نشان می‌دهد که برای سایر پارامترها اختلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۸).

جدول ۸- تجزیه واریانس پارامترهای خاک و ذخیره کربن خاک رویشگاه گتک با منطقه شاهد

پارامترها		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون آنالیز واریانس	سطح معنی‌داری
EC	بین گروه‌ها	۱۸۷۴۷/۴	۲	۹۳۷۳/۷۴	۱۴۷/۵۸	۰/۰۰
	در گروه‌ها	۱۷۱۴/۸	۲۷	۶۳/۵۱		
	کل	۲۰۴۶۲/۳	۲۹			
pH	بین گروه‌ها	۰/۲۹	۲	۰/۱۴۵	۷/۸۱	۰/۰۰۲
	در گروه‌ها	۰/۵۰	۲۷	۰/۰۱۹		
	کل	۰/۷۹	۲۹			
SP	بین گروه‌ها	۵۱۶۶/۱۷	۲	۲۵۸۳/۰۸	۸۹۶/۹۴	۰/۰۰
	در گروه‌ها	۷۷/۷۵	۲۷	۲/۸۸		
	کل	۵۲۴۳/۹۳	۲۹			
T.N.V	بین گروه‌ها	۵۲۸/۳۹	۲	۵۲۸/۳۹	۷۹/۸۳	۰/۰۰
	در گروه‌ها	۱۱۹/۱۳	۲۷	۶/۶۱		
	کل	۶۴۷/۵۲	۲۹			
Sand	بین گروه‌ها	۱۲۶۱۶/۵۱	۲	۶۳۰۸/۲۵	۲۵۳/۴۷	۰/۰۰
	در گروه‌ها	۶۷۱/۹۶	۲۷	۲۴/۸۸		
	کل	۱۳۲۸۸/۴۷	۲۹			

پارامترها		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون آنالیز واریانس	سطح معنی‌داری
	بین گروه ها	۲۷۰۱/۵۱	۲	۱۳۵۰/۷۵	۵۲/۹۳	۰/۰۰
Silt	در گروه‌ها	۶۸۸/۹۱	۲۷	۲۵/۵۱		
	کل	۳۳۹۰/۴۲	۲۹			
	بین گروه‌ها	۴۷۸۲/۴۴	۲	۲۳۹۱/۲۲	۸۶۶/۶۰	۰/۰۰
Clay	در گروه‌ها	۷۴/۵۰	۲۷	۲/۷۵		
	کل	۴۸۵۶/۹۴	۲۹			
	بین گروه‌ها	۰/۵۲۴	۲	۰/۲۶۲	۱۵۶/۸۲	۰/۰۰
Bd	در گروه‌ها	۰/۰۴۵	۲۷	۰/۰۰۲		
	کل	۰/۵۶۹	۲۹			
	بین گروه‌ها	۰/۰۹۱	۲	۰/۰۴۵	۱/۹۳	۰/۰۰
OC	در گروه‌ها	۰/۰۰۱	۲۷	۰/۰۰		
	کل	۰/۰۹۱	۲۹			
	بین گروه‌ها	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰	۵۵۳/۷۱	۰/۰۰
N	در گروه‌ها	۰/۰۰	۲۷	۰/۰۰		
	کل	۰/۰۰۱	۲۹			

*: مقادیر .Sig بالای ۰/۰۵ نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار پارامترها در سطح ۵٪ می‌باشد.

نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که تفاوت بین پارامترهای اسیدیته، بافت خاک، وزن مخصوص، درصد ماده آلی و درصد ازت خاک رویشگاه گتگ در مقایسه با خاک شاهد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۹؛ P<۰/۰۵).

جدول ۹- نتایج آزمون دانکن پارامترهای خاک و ذخیره کربن خاک رویشگاه گتک با منطقه شاهد

(ج) SP (درصد اشباع)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵	
		۱	۲
شاهد	۱۰	۳۶/۱۱	
رویشگاه	۱۰	۳۶/۵۴	
سطح معنی‌داری		۰/۵۷	۱/۰

(ب) pH (اسیدیته)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵	
		۱	۲
شاهد	۱۰	۷/۵۴	
رویشگاه	۱۰		۷/۷۶
سطح معنی‌داری		۰/۵۱۸	۱/۰

(الف) EC (هدایت الکتریکی)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵	
		۱	۲
شاهد	۱۰		۷۳/۱۳
رویشگاه	۱۰		۷۷/۸
سطح معنی‌داری		۱/۰	۰/۲۰۱

(ر) Clay (درصد رس)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
رویشگاه	۱۰	۱۱/۱۵		
شاهد	۱۰		۱۵/۶	
سطح معنی‌داری		۱/۰	۱/۰	۱/۰

(ذ) Silt (درصد سیلت)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
شاهد	۱۰	۲۸/۵		
رویشگاه	۱۰		۴۲/۲	
سطح معنی‌داری		۱/۰	۱/۰	۱/۰

(د) Sand (درصد شن)

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	
شاهد	۱۰		۴۶/۶	
رویشگاه	۱۰			۵۵/۸
سطح معنی‌داری		۱/۰	۱/۰	۱/۰

(ط) (درصد ازت) N

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
شاهد	۱۰	۰/۰		
رویشگاه	۱۰			۰/۰۱۲
سطح معنی‌داری		۱/۰	۱/۰	۱/۰

(ض) (درصد ماده آلی) OC

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
شاهد	۱۰	۰/۰		
رویشگاه	۱۰			۰/۱۳
سطح معنی‌داری		۱/۰	۱/۰	۱/۰

(ص) (وزن مخصوص) Bd

طبقه خاک	N	α= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
رویشگاه	۱۰	۱/۲۲		
شاهد	۱۰			۱/۵۲
سطح معنی‌داری		۱/۰	۰/۰	۱/۰

میزان ذخیره کربن خاک

میانگین میزان ذخیره کربن در خاک رویشگاه گتک ۴۱۵۲/۷۵ گرم در مترمربع است. بیشترین کربن ذخیره شده در پای گونه می‌باشد (جدول ۱۰). میزان کربن ذخیره شده در عمق دوم خاک در همه سایت‌ها به‌مراتب بیشتر از عمق اول بود که دلیل آن گسترش عمق نفوذ ریشه و سطح گسترش ریشه گونه گتک در عمق ۵۰-۳۰ سانتی متر است. به‌طور کلی بوته‌های گیاهی در مناطق خشک به‌منظور استفاده بهینه از منابع آب که در محیط‌های خشک محدود می‌باشد، حجم و عمق نفوذ ریشه در خاک افزایش می‌یابد.

جدول ۱۰- میزان ذخیره کربن در خاک رویشگاه گتک

سایت/ عمق		خاک رویشگاه گتک		کل gr/m^2
		پای بوته	فاصله ۱/۵ متری	
۱	۳۰-۰	۷۹۳	۵۴۹	۱۳۴۲
	۵۰-۳۰	۳۶۹۰	۳۱۰۰	۶۷۹۰
۲	۳۰-۰	۸۵۴	۴۹۲	۱۳۴۶
	۵۰-۳۰	۴۰۳۰	۲۵۹۲/۵	۶۶۲۲/۵
۳	۳۰-۰	۸۷۵	۶۰۰	۱۴۷۵
	۵۰-۳۰	۳۹۰۰	۳۴۱۰	۷۳۱۰
۴	۳۰-۰	۸۶۸	۶۷۶/۵	۱۵۴۴/۵
	۵۰-۳۰	۳۹۹۷	۳۴۱۰	۷۴۰۷/۵
۵	۳۰-۰	۷۲۰	۶۱۰	۱۳۳۰
	۵۰-۳۰	۳۶۶۰	۲۷۰۰	۶۳۶۰
میانگین		۲۳۳۸/۷۵	۱۸۱۴	۴۱۵۲/۷۵

ذخیره کربن کل

کل کربن ذخیره شده در زیتوده رویشگاه گتک ۳۷۲۸ تن در هکتار در ۲۰ هکتار از سطح پراکنش این گونه و ۱۵۳۸۰۰ تن در هکتار در سطح منطقه می‌باشد (جدول ۱۱). در مقایسه میزان کربن ذخیره شده در خاک از بیوماس گونه بیشتر می‌باشد. بنابراین می‌توان با اطمینان بیان کرد که

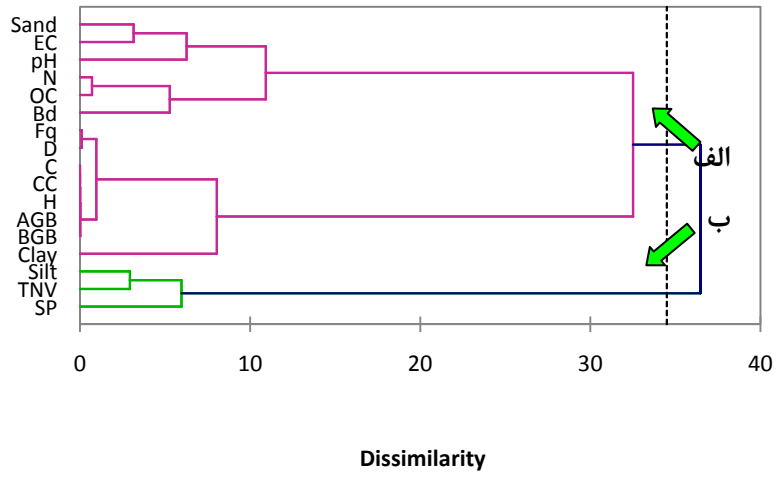
در اکوسیستم‌های مرتعی، خاک مهمترین مخزن کربن آلی است.

جدول ۱۱- میزان ذخیره کربن کل در خاک و زیتوده گونه

تکرار	رویشگاه گتک	
	زیتوده گونه (t/ha)	خاک (gr/m^2)
۱	۱۷۳/۲	۸۱۳۲
۲	۴۲۶	۷۹۶۸/۵
۳	۲۹۱	۸۷۸۵
۴	۲۵۶/۵	۸۹۵۲
۵	۱۸۶/۴	۷۶۹۰
جمع	۱۳۳۳/۱	۴۱۵۲۷/۵

تحلیل خوشه‌ای ذخیره کربن زیتوده گونه و پارامترهای پوشش و خاک

نتایج آنالیز تحلیل خوشه‌ای در سطح تشابه ۶۵٪ نشان داد که شاخص‌های پوشش و میزان ذخیره کربن زیتوده هوایی و زیرزمینی در یک خوشه قرار گرفته‌اند. پارامترهای خاک شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد شن، درصد رس، وزن مخصوص، ماده آلی و ازت بیشترین تأثیر را بر پارامترهای گونه‌ای داشتند (شکل ۳). دیگر پارامترهای خاک (رطوبت اشباع، آهک فعال و درصد سیلت) که در یک خوشه قرار می‌گیرند تأثیری بر ذخیره کربن گونه گتک ندارند. از پارامترهای خاک مؤثر بر ذخیره کربن خاک، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد شن، درصد رس و وزن مخصوص ظاهری است (جدول ۱۲).



شکل ۳- دندروگرام ذخیره کربن زیتوده هوایی و زیرزمینی و پارامترهای پوشش و خاک رویشگاه گتک

جدول ۱۲- انباشتگی حاصل از آنالیز تحلیل خوشه‌ای گونه گتک

مؤلفه دوم	مؤلفه اول	طبقه
۳	۹	اهداف
۳	۹	مجموع وزن‌ها
۷۲۲۵/۶	۸۳۰۱/۳۵	واریانس در طبقه
۴۰/۵۰	۳۵/۲۷	حداقل فاصله از مرکز
۶۵/۲۰	۷۶/۷۷	متوسط فاصله از مرکز
۹۷/۳۲	۱۷۶/۲۰	حداکثر فاصله از مرکز
رطوبت اشباع	SP	زیتوده هوایی	Above ground biomass (AGB)
آهک فعال	T.N.V	زیتوده زیرزمینی	Below ground biomass (AGB)
درصد سیلت	%Silt	تراکم	Density (D)
		ارتفاع بوته	Plant height
		قطر تاج بوته	Plant canopy
		فراوانی	Frequency
		درصد پوشش بوته	%Plant cover
		هدایت الکتریکی	pH
		اسیدیته	EC
		درصد شن	%Sand
		درصد رس	%Clay
		وزن مخصوص ظاهری	Bd
		ماده آلی	OC
		ازت	N

تحلیل عاملی

تحلیل عاملی پارامترهای خاک مؤثر بر ذخیره کربن گونه‌ای گتک نشان می‌دهد که مؤلفه اول (۳۵٪ تغییرات کل) و مؤلفه دوم (۳۲/۸ ٪ تغییرات کل) و مجموع این دو مؤلفه ۶۷/۸٪ از تغییرات کل اثر پارامترهای خاک بر ذخیره کربن بایومس هوایی و زیرزمینی گونه گتک را نشان می‌دهد. نتیجه مقدار ویژه مؤلفه‌های تحلیل عاملی نشان می‌دهد که مؤلفه اول تفکیک کننده پارامترهای گونه و پارامتر خاک (هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد شن و رس، وزن مخصوص ظاهری، ماده آلی و ازت) بر میزان ذخیره کربن بایومس هوایی و زیرزمینی گونه گتک تأثیر دارد. مؤلفه دوم تفکیک کننده پارامترهای خاک شامل درصد اشباع، آهک فعال و درصد سیلت بر ذخیره کربن تأثیری ندارد (جدول ۱۳).

جدول ۱۳- نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی پارامترهای خاک به همراه مقادیر بار عاملی هریک از پارامترها

پارامتر		مؤلفه ۱	مؤلفه ۲
AGB	زیتوده هوایی	۰/۷۴۷	۰/۰۷۲
BGB	زیتوده زیرزمینی	۰/۷۵۶	۰/۰۷۳
EC	هدایت الکتریکی	۰/۳۵۲	۰/۲۹۳
pH	اسیدیته	۰/۵۴۲	۰/۰۰۳
Sp	درصد اشباع	۰/۰۰۱	۰/۳۵۹
T.N.V	آهک فعال	۰/۱۸۶	۰/۴۳۲
Sand	درصد شن	۰/۹۳۰	۰/۰۱۶
Sit	درصد سیلت	۰/۱۲۹	۰/۷۳۴
Clay	درصد رس	۰/۴۵۷	۰/۱۸۴
Bd	وزن مخصوص	۰/۱۸۵	۰/۰۰۴
OC	ماده آلی	۰/۶۷۸	۰/۲۰۴
N	ازت	۰/۷۸۷	۰/۰۲۳

بحث

نتایج تجزیه‌وتحلیل خاک رویشگاه گونه *Halocnemum strobilaceum* نشان داد که رنگ خاک رویشگاه گونه تیره، هدایت الکتریکی خاک شور و قلیایی و بافت خاک شنی لومی است و حساسیت گیاه نسبت به گچ خاک کم می‌باشد. Hosseiniو Shahmoradi (۲۰۱۱) در بررسی اکولوژی گونه گتک در مراتع شور و قلیایی استان گلستان نشان دادند که این گونه در خاک‌های شور و قلیایی با بافت متوسط تا سنگین و زهکشی آهسته می‌روید. بررسی خاک‌شناسی سایت‌های این گونه در منطقه مورد مطالعه نشان داد که این گیاه در خاک‌هایی با بافت سیلتی، سیلتی لوم و سیلتی کلی، pHبین ۷/۳ تا ۸/۶ و در گستره وسیعی از شوری تا ۱۴۷ میلی‌موس بر سانتیمتر در منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود.

Jafari و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند *H. strobilaceum* مقاوم‌ترین گونه به شوری بر اساس مقادیر هدایت الکتریکی در خاک و وزن خشک گیاهان تعیین شده است. Nilhan و همکاران (۲۰۰۸) در تعیین عوامل خاک در *H. strobilaceum* میانگین هدایت الکتریکی را حداقل ۶۰/۷ و حداکثر ۱۱۶/۸ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم را حداقل ۱۹/۲ و حداکثر ۱۴۱/۶ گزارش کردند.

نتایج میزان کربن ذخیره شده در این مطالعه نشان داد که میزان کربن ذخیره شده در عمق اول (۳۰-۰ سانتی‌متر) ۷۰۳۷/۵ گرم در مترمربع و در عمق دوم (۵۰-۳۰ سانتی‌متر) ۳۴۴۹۰ گرم در مترمربع است که مقادیر کربن ذخیره شده در دو عمق در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشت و در عمق دوم بیشتر از عمق اول بود. Derner و Schuman (۲۰۰۷) میزان ذخیره کربن را در دو عمق ۱۵ - ۰ و ۳۰ -۱۵ سانتی‌متری مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که ذخیره کربن در عمق دوم بیشتر از عمق اول است که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان کربن ذخیره شده در زیتوده زیرزمینی با پوشش تاجی، درصد پوشش و تراکم گونه در واحد سطح اراضی رابطه مستقیم دارد. بنابراین با افزایش زیتوده هوایی میزان کربن ذخیره شده در زیتوده زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد. با کاهش درصد پوشش گیاهی، میزان زیتوده گیاهی کاسته شده که منجر به کاهش میزان ذخیره کربن در خاک و زیتوده گیاهی می‌شود. نتیجه مطالعه Naghipour Borj و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که

ذخیره کربن در زیتوده زیرزمینی، بیش از زیتوده هوایی بود، که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. این موضوع تأکید بر توانایی متفاوت اندام‌های گونه مورد مطالعه در جذب و ذخیره کربن دارد (Nobakht *et al*. 2011). بر این اساس ضرایب ذخیره کربن برای اندام‌های گونه متفاوت می‌باشد (Frank & Karn, 2003). به‌طوری‌که میزان ذخیره کربن در ریشه گونه دارای بیشترین مقدار و در برگ کمترین مقدار را نشان داده است. نتایج بالا نشان می‌دهد که گیاهان چوبی و اندام‌هایی که دارای بافت چوبی هستند، از توانایی بیشتری در ذخیره کربن برخوردار بوده و در واقع، هر چه نسبت اندام‌های چوبی در گونه بیشتر باشد، توان آن در ذخیره کربن افزایش می‌یابد.

نتایج مطالعه نشان داد که خاک زیر بوته عمق کمتری دارد و با افزایش عمق خاک، رنگ آن قهوه‌ای‌تر می‌گردد که نشان‌دهنده افزایش ذخیره کربن با افزایش عمق است. مقدار کل کربن ذخیره شده در زیتوده رویشگاه گتک ۳۷۲۸ تن در هکتار در ۲۰ هکتار از سطح پراکنش این گونه و ۱۵۳۸۰۰ گرم در مترمکعب در سطح پراکنش منطقه می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کربن ذخیره شده در زیر بوته به‌طور معنی‌داری بیشتر از کربن ذخیره شده در فاصله ۱/۵ متری است و می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر افزایش درصد پوشش و بیوماس ایجاد شده بر افزایش ذخیره و انتقال کربن به خاک باشد. به‌طوری‌که با افزایش سطح تاج پوشش میزان ذخیره کربن در خاک افزایش می‌یابد (Hill *et al*., 2003). نتایج مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که میزان کربن آلی خاک در پای گیاهان با کربن موجود در حدفاصل گیاهان اختلاف معنی‌داری داشت. Jafari و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی تأثیر خاک رویشگاه مرتعی بر میزان کربن ذخیره شده، به این نتیجه رسیدند که میزان کربن ذخیره شده در پای گونه‌های مورد بررسی نسبت به مناطق شاهد افزایش یافته است، که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه میزان کربن ذخیره شده در خاک رویشگاه گتک از بیوماس این گونه بیشتر می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که در رویشگاه این گونه مرتعی، خاک نقش مهمتری در ذخیره کربن آلی دارد. Batjes (۱۹۹۶) و Lal (۲۰۰۴) بیان کردند که در تمام اکوسیستم‌های مرتعی، خاک مهمترین ذخیره‌گاه کربن می‌باشد. Snorrason و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که قسمت اعظم ذخیره کربن در خاک انجام می‌شود. Borj و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که سهم خاک در ذخیره کربن کل بیش از ۹۷٪ می‌باشد. نتایج تحقیقات Derner و Schuman (۲۰۰۷) و Anderson و همکاران (۲۰۰۸) نیز مؤید این مطلب است که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. .Abdi و همکاران (۲۰۰۷) میزان کربن ذخیره شده در خاک گون‌زارها را بیشتر از زیتوده گونه بیان کرده‌اند. همچنین ذخیره کربن در بیوماس اندام هوایی بیش از ریشه‌ها بود و .Fang و همکاران (۲۰۰۷) نیز کربن موجود در خاک را بیش از کربن موجود در بیوماس برآورد کردند، که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. نتیجه این مطالعه نشان داد که ذخیره کربن با ارتفاع و حجم بوته‌های گونه، بیوماس هوایی، بیوماس زیرزمینی، بیوماس کل و کربن آلی خاک رابطه مثبت و معنی‌داری را دارد، که با نتیجه تحقیقات Abdi و همکاران (۲۰۰۷) و Kolahchi و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کربن ذخیره شده در خاک پای گونه با کربن موجود در فاصله ۱/۵ متری گونه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت که با نتیجه تحقیق Alizadeh و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

از نظر عوامل خاکی، درصد اشباع، آهک فعال و درصد سیلت بر تغییرات کربن ذخیره شده بر گونه مورد مطالعه تأثیر چندانی نداشته که با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار این مشخصه‌ها در زیر تاج پوشش گونه گیاهی و خارج از آن، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. در ارتباط با اسیدیته، درصد شن و رس، وزن مخصوص ظاهری، ماده آلی و ازت، میزان ترسیب کربن در اندام‌های گیاهی با این پارامترها رابطه معنی‌دار مثبت برقرار کرده است که نشان می‌دهد افزایش این عامل در خاک سبب بروز تنش بر روی گیاه نمی‌شود و توسعه برگ، رشد و تولید ماده خشک در گیاه را به طور محسوس تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. Nobakht و همکاران

(۲۰۱۱) تأثیر اسیدیته، بافت، وزن مخصوص ظاهری، هدایت الکتریکی، کربن آلی و نیتروژن کل خاک را بر مقدار ذخیره کربن بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که مقدار کربن آلی، اسیدیته، نیتروژن و هدایت الکتریکی خاک از مهمترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار کربن ذخیره شده خاک هستند، و با نتایج این تحقیق مطابقت دارند.

منابع مورد استفاده

Abdi, N., Maddah Arefi, H. and Zahedi Amiri, G., 2007 Estimation of carbon sequestration in *Astragalus sp.* rangeland of Markazi province (case study: Malmire rangeland in Shazand region). Iranian Journal of Range and Desert Research, 15 (2):269-282.

Alizadeh, M., Mahdavi, M, Jouri, M., Mahdavi, S. and Malekpour, B., 2011. Estimation of soil carbon sequestration in steppic rangelands (Case study: steppe rangeland Rudshur, Saveh). Rangeland, 5(2):163-170.

Anderson, J. D., Ingram, L. J. and Stahl, P. D., 2008. Influence of reclamation management practices on microbial biomass carbon and soil organic carbon accumulation in semiarid mined lands of Wyoming. Applied Soil Ecology, 40(2):387-397.

Azarnivand, H., Joneidi, H., Zare Chahuki, H., Jafari, M. and Niku, S., 2009. Effects of livestock grazing on carbon sequestration and nitrogen store in rangelands by *Artemisia sieberi* in Semnan province. Journal of Range, 4 (3):590-610.

Batjes, N. H., 1996.Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European journal of soil science 47 (2): 151-163.

Bordbar, S. and Mortazavi Jahromi, S., 2006. Carbon sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and *Acacia salicina* Lindl. plantation in western areas of Fars province. Pajouhesh and Sazandegi, (70):95-103.

Borj, A., Tilaki, G., Tavakoli, H. and Aghakhani, M., 2009. Grazing intensity impact on soil carbon sequestration and plant biomass in semi arid rangelands (case study: Sisab rangelands of Bojnord). Iranian Journal of Range and Desert Research 16 (3):375-385.

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

Dinakaran, J. and Krishnayya, N., 2008. Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils. Current Science, 94(9):1144-1150.

Fang, S., Xue, J. and Tang, L., 2007. Biomass production and carbon sequestration potential in poplar plantations with different management patterns. Journal of environmental management, 85 (3):672-679.

Follett, R., Samson-Liebig, E., Kimble, J., Pruessner, E., Waltman, S., 2001. Carbon sequestration under CRP in the historic grassland soils of the USA. SSSA Special Publication, 57:27-40.

Frank, A. B., Karn, J. F., 2003. Vegetation indices, CO_2 Flux, and biomass for northern plains grasslands. Journal of Range Management, 55:16-22.

Jafari, M., Sarmadian, F., Ardalan, S. M. M., Sobhani, H. and Mohandas, M. R., 2002. Investigation on relations between salinity agents and vegetation in Kavir Damghan, 17th WCSS, 14-21 August 2012, Thailand, 14-21.

Jafari haghighi, M., 2003. Methods of soil analysis (sampling and analysis of physical and chemical principles with emphasis on theory and practical). Nadai Zahi Press, Tehran, 240p.

Jafari, M, M. A. Zare Chahouki, M. A., Rahimzadeh, N., Shafizadeh Nasreabadi, M., 2008. Comparing the litter quality and its effect on soil characteristics of three species in rangelands of Vard-Avard. Iranian Journal Rangeland, 2(1):1-10.

Jafarian, Z., Tayefeh Seyyed Alikhani, L. and Tamartash, R., 2012. Investigation of carbon storage potential of *Artemisia aucheri*, *Agropyron elongatum*, *Stipa barbata* in Semi-arid Rangelands of Iran (Case study: Peshert Region, Kiasar). Journal of Range and Watershed Management, 65 (2):191-202.

Jones Jr, J. B., 1987. Nitrogen: Kjeldahl nitrogen determination-what's in a name. Journal of Plant Nutrition, 10(9-16):1675-1682.

Hill, M. J., Braaten, R., McKeon, G. M., 2003. A scenario calculator for effects of grazing land management on carbon stocks in Australian rangelands. Environmental Modelling & Software, 18(7): 627-644.

Hosseini, S. A. and Shahmoradi, A. A., 2011. Autecology of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. in Saline and Alkaline Rangelands of Golestan Province, Journal on Plant Science Researches, 6(2): 18-30.

Kolahchi, N., Zahedi Amiri, G. and Khorasani, N., 2008. Carbon sequestration in shrubs , perennial grasses and soil in closed range (Heidare) of Hamedan .Pajouhesh and Sazandegi, 80:18-25.

Lal, R., 2002. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environmental pollution, 116(3):353-362.

Lal, R., 2004. Carbon sequestration in dryland ecosystems. Environmental management, 33 (4):528-544.

Naghipour Borj, A., Haidarian Aghakhani, M. and

Nasri, M., 2012. An investigation of carbon sequestration and plant biomass in modified rangeland communities (Case study: Sisab rangelands of Bojnord). Pajouhesh and Sazandegi, 94: 19-26.

Nilhan, T. G., Emre, Y, A. and Osman, K., 2008. Soil determinants for distribution of Halocnemum strobilaceum Bieb.(Chenopodiaceae) around Lake Tuz, Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11 (4):565-570.

Nobakht, A., Pourmajidian, M., Hojjati, S. and Fallah, A., 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazindaran). Iranian Journal of Forest, 3(1):13-23.

Page, A., Miller, R. and Keeney, D., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis Part 2:539-579.

Rice, C., 2000. Soil Organic C and N in Rangeland Soils under Elevation CO_2 and Land management. Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina, 3-5, October, 15-24. Agriculture Resources, 59:491-505.

Schuman, G., Janzen, H. and Herrick, J., 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental pollution, 116(3):391-396.

Snorrason, A., Sigurdsson, B. D., Gudbergsson, G., Svavarsdóttir, K. and Jonsson, T. H., 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. Icelandic Agricultural Sciences, 15:81-93.

Sparks, D. L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C. and Sumner, M., 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods. Soil Science Society of America Inc, 1390p.

Carbon storage potential of *Halocnemum strobilaceum* in coastal rangelands of Boushehr province

F. Amiri
Associate Professor, Faculty of Engineering, Boushehr Branch of Azad Islamic University, Iran, Email: amiri_fazel@yahoo.com
Received:5/3/2016 Accepted:12/11/2016

Abstract
This study was conducted to calculate the amounts of carbon storage and effects of environmental factors on C storage of *Halocnemum strobilaceum* in the coastal rangelands in Bordekhoon of Boushehr province. The plant samples were cut (above and underground), and soil samples were taken at two depths (0-30, 30-50 cm) in five sampling and control sites. The plant samples (leaves, branches, and roots) and soil factors (percentage of sand, clay and silt, EC, pH, SP, T.N.V, Bd, OC, and N) in each sample point were determined by laboratory methods. Organic carbon in plant parts and soil were determined using burning and Walky-black methods. The relations between soil parameters and C storage in above and below ground biomass were determined using principal component analysis and cluster analysis. The result showed that the amount of C storage in above-and below-ground biomass was 248 and 18.62 gr/m^2, respectively. Furthermore, the amount of C stored beneath the plant had a significant difference with stored carbon at a distance of 1.5 m. The result of variance analysis of soil parameters and soil carbon storage with a central site for other parameters showed a significant difference at the 5% level. The average soil carbon storage was 4152.75gr/m^2. The amount of carbon stored in second soil depth was more than the first depth, due to the root penetration and root development. Total carbon storage in the plant biomass of the study habitat was 3728 tons in 20 ha of species distribution and 153800 t/ha at the regional level, showing the important role of soil in carbon storage. The results of the effect of soil parameters on carbon storage by PCA and cluster analysis showed that, the most important parameters influencing soil carbon storage were EC, pH, percentage of sand and silt and bulk density.

Keywords: Carbon storage, *Halocnemum strobilaceum*, costal rangelands, Bordekhoon- Boushehr.