Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴
صفحات ۲۶۵-۲۵۷

مقایسهٔ توان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف و خاک رویشگاه دو گیاه بادام کوهی و مو در استان فارس

غلام‌عباس قنبریان[۱*]، علی‌مراد حسن‌لی[۲]، وحیده رجبی نوقاب[۳]

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و استاد بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی، گرایش مدیریت مناطق بیابانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۲٤)

چکیده

با توجه به وجود سطح قابل توجهی از جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت با غالبیت بادام کوهی و همچنین اراضی دیم موکاری، این مطالعه با هدف ارزیابی توان ترسیب کربن دو گونهٔ درختچه‌ای مو (*Vitis vinifera* L.) و بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) در استان فارس انجام شد. اندام‌های هوایی و زیرزمینی دو گیاه مطالعه‌شده نمونه‌گیری و ضریب تبدیل ترسیب کربن هر اندام توسط روش احتراق در آزمایشگاه تعیین شد. همچنین مقدار کربن ترسیب‌شده در زیست‌توده (هوایی و زیرزمینی)، لاشبرگ و سه عمق خاک (۰ـ ۱۵، ۱۵ـ ۳۰، ۳۰ـ ۵۰ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. داده‌های مربوط به اندام‌های گیاهی، خاک زیر و خارج سایه‌انداز و همچنین عمق‌های مختلف خاک به‌روش تحلیل واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و آزمون دانکن در محیط نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ تحلیل و مقایسه شدند. نتایج نشان داد که ترسیب کربن در بین اندام‌های پنج‌گانه دو گیاه (برگ، ساقه، تنه، ریشه، لاشبرگ) تفاوت دارد ($p<0.05$). نتایج بیانگر آن بود که تجمع کربن در خاک زیر اشکوب بادام کوهی بیشتر از خاک زیر اشکوب مو است. از طرف دیگر نتایج نشان داد که هر یک از توده‌های مو و بادام کوهی به‌ترتیب قادر به نگهداشتن میانگین سالانهٔ کربن به مقدار ۳۰/۵۵ و ۵/۸۸ کیلوگرم در هکتار هستند. توان ترسیب کربن در خاک رویشگاه مو و بادام کوهی نیز به‌ترتیب ۲۷۱/۴ و ۳۵۴/۱ تن در هکتار در طول مدت ۳۳ سال و ۲۰ سال است.

کلیدواژگان: بادام کوهی، ترسیب کربن، زیست‌توده، کربن خاک، مو.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۷۱-۳۶۱۳۸۱۶۴
Email: ghanbarian@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

بسیاری از بررسی‌های علمی در سطح بین‌المللی نشان‌دهندهٔ بروز و ظهور تغییرات اقلیم هستند (IPCC, 2007)[1]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی تأثیر منفی بر اکوسیستم‌های آبی و خشکی دارد (Kalbasi, 1996). اگرچه در گذشته، توسعهٔ کشاورزی علت اصلی افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به حساب می‌آمد، امروزه احتراق سوخت‌های فسیلی در صنایع و وسایل نقلیه و تولید انرژی الکتریسیته علت اصلی است. به‌طوری‌که حدود ۳۴درصد از کل میزان کربن منتشرشده، ناشی از تغییر کاربری اراضی و ۶۶درصد از آن از طریق احتراق سوخت‌های فسیلی وارد جو می‌شود (Lal, 2004). نگرانی‌های ناشی از افزایش مقدار کربن واردشده به جو و تأثیرات آن بر اقلیم کرهٔ زمین روزبه‌روز در حال افزایش است، به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۲ تقریباً همهٔ کشورهای دنیا و ازجمله ایران کنوانسیونی را با عنوان «کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل» امضا کردند که هدف درازمدت آن یافتن راهکاری برای متعادل‌کردن میزان گازهای گلخانه‌ای است. به دنبال آن پروتکل کیوتو (۱۹۹۷) به تصویب رسید که کشورهای توسعه‌یافته موظف به محدودکردن انتشار گازهای گلخانه‌ای شدند (UNFCCC, 2010)[2]. از بین روش‌های پیشنهادی کاهش دی‌اکسیدکربن، توسعه و گسترش پوشش گیاهان درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای بیش از سایر روش‌ها کاربرد دارد. از این‌رو پژوهش‌های در زمینهٔ ترسیب کربن ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور ارزیابی توان ترسیب گیاهان مختلف بومی و سازگار که در پروژه‌های درخت‌کاری، جنگل‌داری یا اصلاح و احیای مراتع بیشتر استفاده می‌شوند ضروری است تا بتوان سهم خود را در کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای و کاهش روند گرم‌شدن کرهٔ زمین به‌منزلهٔ معضلی جهان‌شمول ایفا کرد. در ایران پژوهش‌هایی چند در زمینهٔ برآورد توان ترسیب کربن گونه‌های گیاهی در رویشگاه‌های طبیعی و گاه دست‌کاشت انجام شده است. Foroozeh (2006) و Foroozeh و همکاران (2008) در مقایسهٔ توان ترسیب کربن سه گونهٔ بوته‌ای گل‌آفتابی، سیاه‌گینه و درمنهٔ دشتی در پخش سیلاب گربایگان فسا بیان می‌دارند میزان کربن جذب‌شده در بین سه گونه در سطح ۱درصد اختلاف معناداری وجود دارد و گونهٔ درمنهٔ دشتی بیشترین میزان ترسیب کربن را نشان داد. همچنین ترسیب کربن در بین اندام‌های چهارگانه دو گونهٔ مطالعه‌شده اختلاف معناداری را نشان داد و ساقه بیشترین و برگ‌ها کمترین میزان ترسیب کربن را دارند. پژوهش انجام‌شده توسط Tamartash و همکاران (2013) نیز بیانگر این است که ضریب تبدیل ریشه در گیاه درمنهٔ کوهی بیشتر از سایر اندام‌ها بوده است. در مورد درختان جنگلی دست‌کاشت و طبیعی نیز پژوهش‌هایی صورت گرفته است. برای نمونه Varamesh (2009) در پژوهش خود با بررسی اثر جنگل‌کاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی ویژگی‌های خاک نتیجه گرفت که جنگل‌کاری با گونه‌های مناسب، توانمندی بسیار بالایی در ترسیب کربن اتمسفری دارد و هر یک از توده‌های کاج تهران، سرو نقره‌ای، اقاقیا و زبان‌گنجشک به‌ترتیب منجر به افزایش ترسیب کربن به مقدار ۵۲۵، ۳۲۸/۲، ۴۹۳/۳۵ و ۱۵۰/۶۹ تن در هکتار نسبت به مراتع مخروبه اطراف شدند. Nobakht و همکاران (2010) نیز در مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن خاک در جنگل‌کاری‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ اشاره می‌کنند که ترسیب کربن خاک در توده‌های مختلف جنگل در سطح ۵درصد معنادار است و در تودهٔ نوئل (۱۲۴/۳ تن در هکتار) بیشتر از کاج سیاه (۹۴/۷ تن در هکتار)، ون (۸۷/۶ تن در هکتار) و بلوط بلندمازو (۷۸/۱ تن در هکتار) است. Bordbar (2004) در بررسی پتانسیل ذخیرهٔ کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس بیان می‌دارد که این دو گونهٔ درختی توانسته میزان قابل توجهی از کربن اتمسفر را ذخیره کند. در استان فارس حدود ۲۴۷۵۰۰ هکتار جامعهٔ بادام

1. Intergovernmental Panel on Climate Change
2. United Nations Framework Convention on Climate Change

www.SID.ir

Archive of SID

وحشی وجود دارد (PBO, 1993)[1] و در سطح وسیعی از جنگل‌های طبیعی یا دست‌کاشت موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک، می‌توان گونهٔ بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) را به‌منزلهٔ گونهٔ بومی و سازگار مشاهده کرد. همچنین در گذشته سطوح قابل توجهی از مناطق شیب‌دار کوهپایه‌ای یا مراتع به کشت مو (*Vitis vinifera* L.) به‌صورت دیم اختصاص یافته است. بنابراین، این دو گونه از دیرباز به‌منزلهٔ گیاهان درختچه‌ای سازگار، فراوان، دارای ارزش‌های اقتصادی و زیست‌محیطی و مقاوم به خشکی مورد توجه مردم محلی و کارشناسان اجرایی قرار داشته‌اند. از طرف دیگر گیاه بادام کوهی ازجمله درختچه‌های مقاوم به خشکی با قابلیت رشد در دامنه‌های شیب‌دار زاگرس است که سهم مهمی در کنترل فرسایش خاک دارد. به‌علاوه این گیاه میوه‌های خوراکی و روغن دارویی دارد و ساقه‌ها و برگ‌های آن برای چرای دام‌های اهلی استفاده می‌شود. همچنین سازگاری بسیار مناسب درختچهٔ مو برای استقرار در دامنه‌های شیب‌دار کوهستانی و با شرایط دیم، موجب کاشت در سطح وسیعی از کوهستان‌های کشور و ازجمله استان فارس شده است. ارزش‌های اقتصادی درختچهٔ مو از نظر تولید انگور، کشمش و فرآورده‌های صنعتی، غذایی و دارویی نیز از دیرباز مورد توجه بوده است. بنابراین، با توجه به اهمیت بادام کوهی و مو در داشتن اندام‌های چوبی و توان ترسیب کربن و تولید زیست‌تودهٔ سالانه و همچنین نبود اطلاعات کافی در زمینهٔ توان ترسیب کربن این دو گیاه، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی توان دو گیاه مو و بادام کوهی از نظر اندام‌های مختلف گیاهی و خاک زیر اشکوب این دو گونه انجام پذیرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. معرفی منطقهٔ مطالعه‌شده

منطقهٔ مطالعه‌شده در محدودهٔ ایستگاه آموزشی- پژوهشی حسین‌آباد در ۲۵ کیلومتری غرب شیراز با مساحت ۳۴۵ هکتار در موقعیت جغرافیایی طول″۱۵ ′۱۳ °۵۲ تا ″۱۵ ′۱۵ °۵۲ و عرض ″۳۵ ′۳۶ °۲۹ تا ″۴۰ ′۳۷ °۲۹ قرار گرفته است. ارتفاع ایستگاه حداقل ۱۹۴۳ و حداکثر ۲۰۱۲ متر از سطح دریاست. دامنهٔ مطالعه‌شده میانگین شیب ۱۵درصد و جهت جنوبی دارد. این منطقه دمای میانگین حداکثر ۳۸/۱°، حداقل ۷/۱ و متوسط دمای سالانه ۱۷/۶درجهٔ سانتی‌گراد دارد. میزان بارندگی متوسط ۲۰ ساله منطقه ۴۲۰ میلی‌متر است. (Tayyeb, 2012).

۲.۲. روش کار

هر دو تودهٔ بادام کوهی و مو دست‌کاشت بودند و در مجاورت یکدیگر قرار گرفته بودند. برای اندازه‌گیری شاخص‌های پوشش گیاهی در قطعهٔ مو با توجه به نظم موجود در کاشت، از واحد نمونه‌گیری قطعهٔ نمونه به ابعاد ۳۰×۲۰ متر استفاده و درون آن آماربرداری ۱۰۰درصد انجام شد. با توجه به وجود تفاوت در فاصلهٔ کاشت در دو تودهٔ مو و بادام، برای قطعهٔ بادام نیز با توجه به ویژگی‌های رویشگاهی از واحد نمونه‌گیری قطعهٔ نمونه به ابعاد ۵۰×۵۰ متر استفاده شد. در هر قطعهٔ نمونه، تراکم پایه‌های گیاهی به روش آماربرداری ۱۰۰درصد محاسبه شد. سپس ۶ پایه از هر گیاه به‌صورت تصادفی انتخاب و اندام‌های هوایی (تنه، شاخه، برگ) قطع و با حفر پروفیل در ناحیهٔ گسترش ریشه نیز نمونه‌های ریشه با ضخامت بیش از ۲ میلی‌متر برداشت شد. کل شاخ و برگ زیر تاج‌پوشش هر پایه نیز جمع‌آوری شد. با توجه به ناحیهٔ نفوذ ریشه و همچنین عمق اثر و تجمع کربن آلی در افق‌های خاک، تعداد ۱۲ گودال در سه عمق (۰- ۱۵، ۱۵- ۳۰، ۳۰- ۵۰ سانتی‌متر) در ۶ پروفیل حفرشدهٔ مجاور هر پایهٔ گیاهی (۶ گودال در زیر اشکوب و ۶ گودال در خارج اشکوب) حفر و نمونهٔ خاک برداشت شد. سوابق و گزارش‌های علمی ایستگاه حسین آباد نشان داد که سن تودهٔ موکاری ۳۳ سال و سن تودهٔ بادام‌کاری ۲۰ سال است (Mesbah, 2009

1. Plan and Budget Organization

www.SID.ir

Archive of SID

(Woomer, 2004; Bordbar, 2004). نمونه‌های ساقه، تنه، ریشه، برگ و لاشبرگ به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد خشک و با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین شدند. سپس درصد کربن آلی هر نمونه به روش احتراق در کورهٔ الکتریکی تعیین شد. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک و بعد از خردکردن کلوخه‌ها و جداکردن ریشه‌ها، سنگ‌ها و سایر ناخالصی‌ها، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. بافت خاک با استفاده ازروش هیدرومتری بایکاس، اسیدیتهٔ خاک به‌روش پتانسیومتری از طریق دستگاه pH متر الکترونیکی، هدایت الکتریکی در عصارهٔ گل اشباع و با استفاده از دستگاه EC متر الکترونیکی، وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از سیلندرهای استوانه‌ای و برداشت نمونه بدون دست‌خوردگی به روش خشک‌کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد و از تقسیم وزن خاک خشک بر حجم نمونه‌ها به دست آمد. کربن آلی با استفاده از روش سرد و برمبنای اکسیداسیون کربن آلی به کمک بی‌کربنات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) در محیط کاملاً اسیدی (H_2SO_4) اندازه‌گیری شد (Jafari ; Emami, 1996 Zarinkafsh, 1993; haghighi 2003). مقدار ترسیب کربن خاک برحسب کیلوگرم بر مترمربع براساس رابطهٔ۱ محاسبه شد (Varamesh, 2009):

$$Cs = ۱۰۰۰ \times OC \times Bd \times e \qquad (۱)$$

Cs= کربن آلی خاک (kg/m^2)

OC= درصد کربن آلی

Bd= وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)

e= عمق نمونه‌برداری (cm)

برای تبدیل ضریب ترسیب کربن اندام‌های پنج‌گانه (برگ، ساقه، تنه، ریشه و لاشبرگ) گونه‌های مطالعه‌شده به کربن آلی از روش احتراق استفاده شد (Bordbar, 2004 Foroozeh, 2008;). پس از محاسبهٔ میانگین میزان کربن به تفکیک هر اندام گیاهی حاصل جمع همهٔ بادام‌ها به‌منزلهٔ متوسط ترسیب کربن گیاه مو و بادام در نظر گرفته شد. علاوه بر این، با توجه به تراکم محاسبه‌شده در واحد سطح هکتار هر توده، مقادیر متوسط یک پایهٔ گیاهی به سطح یک هکتار تعمیم داده شد.

به‌منظور تحلیل داده‌های میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف گیاه و مقایسهٔ سه عمق مختلف خاک از تحلیل واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) و آزمون دانکن[1] استفاده شد. تجزیه‌های آماری در محیط نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ انجام شد.

۳. نتایج

۱.۳. نتایج ضریب تبدیل ترسیب کربن

نتایج ضریب تبدیل اندام‌های گیاهی به کربن آلی نشان داد که عدد ضریب تبدیل اندام‌های بادام کوهی به‌جز تنه و ریشه بیشترین درصد را نسبت به اندام گیاه مو داراست (جدول۱). بالاترین ضریب تبدیل کربن مربوط به لاشبرگ بادام کوهی (۰/۳۷ ۵۸درصد) و کمترین آن مربوط به لاشبرگ درختچهٔ مو (۴۴/۶۹درصد) است. همچنین بررسی مقدار کربن ترسیب‌شده در کل زیست‌تودهٔ هوایی و زیرزمینی نشان داد که این مقدار در گیاه مو بیشتر از بادام است (جدول۲). تراکم درختچهٔ مو معادل ۳۰ پایه در قطعهٔ نمونه و تراکم درختچهٔ بادام کوهی ۲۴ پایه در قطعهٔ نمونه برآورد شد. با داشتن تراکم در واحد سطح و میانگین کربن ترسیب‌شده در یک پایه گیاهی، مقادیر جدول۲ به دست آمده است که میزان کربن ترسیب‌شده در هکتار توده‌های مو و بادام را به‌طور جداگانه نشان می‌دهد. میزان کربن ذخیره‌شده در برگ‌های مو بیشترین (۲۰/۸۱ کیلوگرم در هکتار) و در ساقه کمترین (۰/۲۷کیلوگرم در هکتار) است (جدول۲). در مورد بادام کوهی نیز بیشترین میزان ذخیرهٔ کربن متعلق به ساقه‌ها (۱/۸۵کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن به لاشبرگ (۰/۳۱ کیلوگرم در هکتار) تعلق دارد.

1. Duncan's test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. ضرایب تبدیل ترسیب کربن (درصد)

اندام / گونه	تنه	ساقه	برگ	لاشبرگ	ریشه
بادام	۵۰/۸۹	۵۲/۴۴	۵۳/۰۷	۵۸/۳۷	۵۳/۶۵
مو	۵۰/۹۹	۴۶/۲۴	۵۱/۳۳	۴۴/۶۹	۵۴/۶۶

جدول۲. مقایسهٔ کربن ترسیب‌شده در زیست‌تودهٔ هوایی و زیرزمینی دو تودهٔ مو و بادام کوهی (کیلوگرم در هکتار)

		تنه	ساقه	برگ	لاشبرگ	ریشه	کل
گونه	مو	۱/۶۳^{c}	۰/۲۷^{d}	۲۰/۸۱^{a}	۳/۹۴^{b}	۳/۹^{b}	۳۰/۵۴*
	بادام کوهی	۰/۶^{d}	۱/۸۵^{a}	۱/۷۹^{a}	۰/۳۱^{c}	۱/۳۳^{b}	۵/۸۸*

*: معناداری درسطح ۵درصد، حروف غیرمشابه: اختلاف آماری در سطح ۵درصد

۲.۳. مقایسهٔ ترسیب کربن بین اندام‌ها

نتایج تجزیهٔ واریانس میزان ترسیب کربن بین اندام‌های پایه‌های نمونه‌گیری شده به تفکیک دو گونهٔ بررسی‌شده، اختلاف معناداری را در سطح ۵درصد نشان می‌دهد (جدول۳). بیشترین میزان ترسیب کربن در درختچهٔ مو متعلق به تنه (۵۲۰/۶۷ گرم) و در بادام کوهی مربوط به ساقه (۵۷۸/۲۵ گرم) است. از طرف دیگر لاشبرگ مو (۴۷/۳۵گرم) و برگ بادام (۹/۳۷ گرم) کمترین سهم را در جذب کربن به خود اختصاص داده‌اند. بین تنه و لاشبرگ مو با سایر اندام‌ها در سطح ۵درصد اختلاف وجود دارد. درحالی‌که کربن موجود در ساقه، برگ و ریشهٔ مو اختلافی را نشان ندادند. همچنین در بادام کوهی بین کربن موجود در ساقه و ریشه و بین برگ و لاشبرگ اختلاف معنادار آماری در سطح ۵درصد وجود ندارد. بیشترین سهم ذخیرهٔ کربن در اندام‌های مختلف درختچهٔ مو متعلق به تنه (۴۴/۴۷درصد) و کمترین آن مربوط به لاشبرگ مو (۴/۰۴درصد) است. از طرف دیگر بیشترین و کمترین سهم اندام‌های بادام کوهی به‌ترتیب متعلق به ساقه‌ها (۴۰/۷۸درصد) و لاشبرگ (۱/۴۰درصد) است.

جدول۳. آنالیز واریانس و آزمون دانکن میزان ترسیب کربن در اندام‌های مختلف دو گونهٔ مو و بادام (برحسب گرم)

اندام / گونه	تنه	ساقه	برگ	لاشبرگ	ریشه	آماره F
مو	۵۲۰/۶۷^{a}	۲۲۰/۴۹^{b}	۱۶۶/۵۳^{b}	۴۷/۳۵^{c}	۲۱۵/۶۹^{b}	*۸/۲۲۰
بادام کوهی	۲۵۳/۸۲^{b}	۵۷۸/۲۵^{a}	۹/۳۷^{c}	۱۹/۸۲^{c}	۵۵۶/۳۳^{a}	*۶/۴۱۶

*: معناداری در سطح ۵درصد، حروف غیرمشابه: اختلاف آماری در سطح ۵درصد

۳.۳. مقایسهٔ ترسیب کربن خاک

کربن ترسیب‌شده در عمق ۰ـ ۱۵ سانتی‌متری تودهٔ موکاری با دو عمق زیرین خاک اختلاف معناداری را در سطح ۵درصد نشان می‌دهد. همچنین بیشترین و کمترین میزان ترسیب کربن در این توده به‌ترتیب متعلق به عمق‌های ۳۰ـ ۵۰ و ۰ـ ۱۵ سانتی‌متر است (جدول۴). در تودهٔ بادام‌کاری کربن موجود در لایه ۰ـ ۱۵ سانتی‌متر اختلاف معناداری را با دو عمق دیگر نشان می‌دهد. علاوه بر این می‌توان مشاهده کرد که میزان کربن ترسیب‌شده در عمق‌های ۰ـ ۱۵ و ۳۰ـ ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. در مقایسهٔ خاک دو توده نیز نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به تودهٔ بادام‌کاری و عمق

www.SID.ir

Archive of SID

۰ـ ۱۵ سانتی‌متری (۱۵۸/۳ تن در هکتار) و کمترین آن مربوط به عمق ۱۵ـ ۳۰ سانتی‌متری گیاه مو (۹۱/۷ تن در هکتار) است (جدول۴). همچنین کل میزان ترسیب کربن خاک در تودهٔ بادام برابر ۳۵۴/۱ تن در هکتار در مقایسه با تودهٔ مو (با میزان ۲۷۱/۴تن در هکتار) به دست آمد که نشان‌دهندهٔ توان بیشتر تودهٔ بادام در ترسیب کربن (بیش از ۱/۳ برابر) است (جدول۴).

جدول۴. میزان ترسیب کربن درسه عمق مختلف خاک درتوده‌های مو و بادام کوهی

توده	عمق (cm)	کربن آلی(٪)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	کربن ترسیب‌شده در عمق (t/ha)	کل کربن ترسیب‌شده در نیم‌رخ خاک (t/ha)
مو	۰-۱۵	۰/۴۱^a	۱/۴۰^a	۸۶/۱^b	۲۷۱/۴
	۱۵-۳۰	۰/۴۴^a	۱/۳۹^a	۹۱/۷^a	
	۳۰-۵۰	۰/۳۶^b	۱/۳۰^b	۹۳/۶^a	
بادام	۰-۱۵	۰/۶۹^a	۱/۵۳^a	۱۵۸/۳^a	۳۵۴/۱
	۱۵-۳۰	۰/۴۸^b	۱/۳۷^b	۹۸/۶^b	
	۳۰-۵۰	۰/۳۶^b	۱/۳۵^b	۹۷/۲^b	

حروف غیرمشابه: اختلاف آماری داده‌های هر ستون در سطح ۵درصد

۴. بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در پژوهش‌های پیشین اشاره شده است، گونه‌های گیاهی با فرم‌های رویشی مختلف از توان ترسیب کربن متفاوتی برخوردار هستند (Varamesh 2009 ،Azarnivand *et al*. 2009). علاوه بر این، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند بر میزان کربن ذخیره‌شده در خاک اثر بگذارد (Nobakht 2010). همان‌گونه که نتایج نشان داد، توده‌های مو و بادام کوهی نیز توانسته‌اند مقادیر قابل توجهی کربن را در زیست‌توده، لاشبرگ و خاک زیر اشکوب خود ترسیب کنند. نتیجهٔ حاضر بر اهمیت کاشت و توسعهٔ گونه‌های درختچه‌ای مثمر و غیرمثمر در نگهداشت کربن در اندام هوایی و خاک رویشگاه تأکید می‌کند. در همین راستا Schlesinger (1999) در بررسی توان ترسیب کربن خاک در درختچه‌زارهای آمریکا به این نتیجه رسید که درختان جوان سرعت ذخیره‌سازی کربن بالاتری نسبت به درختان مسن دارند، ولی درختان مسن نیز کربن را به میزان بیشتر و برای مدت طولانی‌تری در اندام هوایی و زیرزمینی خود ضبط می‌کنند. نتایج پژوهش حاضر نیز این مطلب را نشان داد که درختچهٔ مو با سن بالاتر (۳۳ساله) نسبت به درختچهٔ جوان‌تر بادام کوهی (۲۰ساله) توان بیشتری در ضبط کربن داشته است. براساس پژوهش‌های Foroozeh و همکاران (2008) اندام‌هایی که بافت چوبی دارند از توانایی بیشتری در ترسیب کربن برخوردارند و هرچه نسبت اندام‌های چوبی در گیاه بیشتر باشد توان آن در ترسیب کربن افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر درختچهٔ مو با رشد سریع‌تر در اندام‌های هوایی و تولید اندام چوبی بیشتر در درازمدت کربن بیشتری را ترسیب کرده است که با نتایج Baker و همکاران (2004) نیز مطابقت دارد. نتایج توزیع کربن زیست‌تودهٔ کل نشان داد که ذخیرهٔ کربن در زیست‌تودهٔ اندام هوایی در درختچهٔ بادام و مو بیشتر از ریشه‌ها و لاشبرگ است، که با مطالعات سایر پژوهشگران ازجمله Abdi (2005) که بر اهمیت و نقش اندام‌های هوایی در گیاهان چوبی اشاره کرده‌اند، مطابقت دارد. اگرچه Tamartash و همکاران (2013) در پژوهش خود بر بالاتربودن ضریب ترسیب کربن در ریشهٔ گیاه درمنه تأکید می‌کنند که این تفاوت می‌تواند ناشی از فرم رویشی بوته‌ای و همچنین شرایط خشک‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

محیطی در رویشگاه درمنه باشد که موجب توسعهٔ سیستم ریشه‌ای به‌منظور جذب بیشتر آب در گیاه می‌شود. درختچهٔ مو سالانه به میزان ۷۷/۰۷ و درختچهٔ بادام کوهی سالانه به میزان ۱۴/۶ کیلوگرم در هکتار ضبط کربن اتمسفری و کاهش این گاز از جو را سبب شده‌اند. مقایسهٔ میزان ترسیب کربن اندام‌ها که به‌طور جداگانه برای هر گیاه انجام شد، نشان داد که در هر دو گیاه، بین اندام‌های مختلف (برگ، تنه، ساقه، لاشبرگ و ریشه) از نظر آماری، تفاوت معناداری وجود دارد ($p<0.05$). به عبارت دیگر نتایج این پژوهش نشان داد که سهم اندام‌های مختلف گیاهان بررسی‌شده در میزان ترسیب کربن متفاوت است. نتایج مطالعات Singh و همکاران (2003) در هند نشان داد که کربن آلی خاک با پوشش گیاهی همبستگی مثبت دارد. آن‌ها بیان کردند که مقدار مواد آلی خاک و به‌تبع آن مقدار کربن ترسیب شده در خاک به عوامل چندی مثل فعالیت باکتری‌ها و موجودات هوازی خاک بستگی دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان ترسیب کربن در خاک زیر اشکوب درختچهٔ بادام نسبت به زیر اشکوب درختچهٔ مو بیشتر است. Rice (2000) با مطالعهٔ تأثیر عمق خاک بر میزان ترسیب کربن، به این نتیجه رسید که در نواحی خشک و نیمه‌خشک بین مقدار کربن ترسیب‌شده در خاک و عمق خاک رابطهٔ غیرمستقیم وجود دارد. این نتیجه با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد و دلیل احتمالی آن را می‌توان روند تدریجی تجزیهٔ لاشبرگ و تبدیل آن به هوموس که از لایهٔ سطحی خاک آغاز می‌شود دانست. همچنان‌که نتایج این پژوهش نشان داد در خاک زیر اشکوب بادام کوهی درصد کربن آلی خاک در لایهٔ اول (عمق ۰ـ ۱۵) بیشتر از لایه‌های دوم و سوم است که نتایج مطالعات Varamesh (2009) و Sinoga و همکاران (2011) نیز مؤید این مطلب است. از طرف دیگر در خاک زیر اشکوب گیاه مو، درصد کربن آلی در لایهٔ دوم بیشتر از لایه اول بود که دلیل احتمالی آن تجزیهٔ سریع‌تر لاشبرگ و تجمع بیشتر ریشه‌های فرعی گیاه در این عمق است.

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان این‌گونه بیان کرد که توان ترسیب کربن برحسب نوع گونهٔ گیاهی، مکان و شیوهٔ مدیریت می‌تواند متفاوت باشد (Schuman *et al.*, 2002). به‌طورکلی، شناخت گونه‌های بومی و سازگار هر منطقه، با قابلیت بالاتر برای ذخیره و نگهداشت کربن می‌تواند موجب تأکید بر اهمیت و توسعهٔ خدمات اکوسیستم‌های طبیعی شود. همچنین با بررسی عوامل مدیریتی مؤثر بر فرایند ترسیب کربن، می‌توان عملیات مدیریت سرزمین و اصلاح و احیای اراضی تخریب‌یافته یا فرسوده را از منظر شاخص ترسیب کربن دنبال کرد. از این رهگذر، ضمن ایجاد اشتغال و درآمدزایی اقتصادی در جوامع محلی، زمینه را برای افزایش امکان حفاظت و توسعهٔ کمّی و کیفی مراتع و جنگل‌های طبیعی فراهم کرد.

سپاسگزاری

این پژوهش با مساعدت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شیراز و همکاری صمیمانهٔ ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس به انجام رسیده است که بدین‌وسیله از هر دو واحد ذی‌ربط قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Abdi, N., 2005. Estimation of carbon sequestration by *Astragalus, tragacantha* in Markazi and Esfahan provinces. PhD thesis of rangeland science. Islamic Azad University of Tehran, Branch: Sciences and Researches.
2. Azarnivand, H., Jonaidi Jafari, H., Zare Chahooki, M., A., Jafari, M., Nikoo, S., 2009. Effect of grazing on carbon sequestration and nitrogen storage of ecosystem on *Artemisia*rangeland in Semnan province. Rangeland Journal 4, 590-610.
3. Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeidas, S., Arroyo, L., Difiore, A., Erwine, T., Killen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudu, A., Neill, D.A., Pationo, S.,

www.SID.ir

Archive of SID

Pitman, N.A., Silva, J.M.,Vasquez Martinez, R., 2004. Variation in wood density determines spatial patterns Amazonian forests. Global Change Biology 10, 545-562.

4. Bordbar, K., 2004. Investigation of carbon storage in *Eucalyptus* and *Acacia* forest in Fars province.PhD thesis of forestry. Islamic Azad university of Tehran, Branch: Sciences and Researches.

5. Emami, A., 1996. Plant Analysis. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil and Water Research Institute, Tehran, pp. 96-98(in Persian).

6. Foroozeh, M., 2006. Soil and dominant plant carbon sequestration in flood spreading in Garbaygan-Fasa. MSc thesis of rangeland science. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan(in Persian).

7. Foroozeh, M.R., Heshmati, Gh., Ghanbarian, Gh., Mesbah, H., 2008. Carbon sequestration comparison of *Helianthemum lippii* (L.) Pers. *Dendrostellera lessertii* (Wikstr.) Van Tiegh. and*Artemisia sieberi* Besser. in arid angelands of Iran (Case study: Garbaygan-Fasa plain). Journal of Environmental Studies. 34, 65-72(in Persian).

8. Jafari haghighi, M., 2003. Methods of Soil Sampling and Physiochemical Analysis. Zoha press. Tehran, 236 p(in Persian).

9. IPCC., 2007. Climate change, the scientific basis. IPCC fourth assessment, a report of working group of the intergovernmental panel on climate change. 18pp.

10. Kalbasi, M., 1996. Organic materials in Iran soils and role of composite nutrients. Proceeding of 5th Iranian Soil National Congress, Mashad, Iran. pp. 65-72.

11. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change, Geoderma, Vol. 123(1)1- 22.

12. Mesbah, H.S., 2009. Estimation of carbon sequestration of dominant plants and soil in Bamoo nationalpark. Final research report.Department of Environment. 55 p. (in Persian).

13. Nobakht, A., Poormajidian, M., Hojati, S., Fallah, A., 2010. Comparison between soil carbon sequestration in hardwood and coniferous forests (Case Study: Dahmian forestry project). Final researchreport. 11 p(in Persian).

14. Plan and budget organization, 1993. Economic and social situation of Fars province, "vegetation", Informatics centre for development studies of south.Tehran 227 p(in Persian).

15. Rice, C.W., 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,USA, pp.15-24.

16. Schlesinger, W. H., 1984. Soil organic matter: A source of atmospheric CO_2. In: The role of terrestrial vegetation in the global carbon cycle, pp 111-127.

17. Schuman, G.E., Janzen, H., Herrick, J.E., 2002. Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands, Environmental Pollution. 116, 391-396.

18. Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K.K., Menna, R.I., 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. Indian Forester 129(7) 859-864.

19. Sinoga, J.D.R; Pariente, S; Diaz, A.R; Francisco, J; Martinez, M., 2011. Variability of relationships between soil organic carbon and some soil properties in Mediterranean rangelands under different climatic conditions. Catena. 9pp.

20. Tamartash, R. M., Yousefian, M., Mahdavi, Kh., Mahdavi, M., 2012. Investigation of enclosure effect on *Artemisia* carbon sequestration in the arid zone of Semnan province. Journal of Natural Environment 65(3) 341-352(in Persian).

21. Tayyeb, A., 2012. Application of near ground photography (NGP) and it's efficiency comparison with traditional methods to estimate the most important attributes of vegetation in arid and semi-arid regions. MSc thesis of Desert Management. Shiraz University, Shiraz. 89 p(in Persian).

22. UNFCCC, 2010. United Nations Farmework Convention on Climate Change, UNEP/WMO. Available from http://www.unfccc.int. Accessed 21th September 2011.

23. Varamesh, S., 2009. Comparison between coniferous and broadleaves trees of city forests (Case study: Chitgar park in Tehran). MSc thesis of forestry. Tarbiat Modarres University. 130 p(in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

24. Woomer, D.L., Tourc, A.S., 2004. Carbon stocks in Senegal Sahel transition zone. Journal of Arid Environment. 59(3)499-510.

25. Zarinkafsh, M., 1993. Soil Survey Methods of Analysis for Soil, Plant and Water. Tehran University Press. 342 p(in Persian).

www.SID.ir