Archive of SID

پژوهش و سازندگی
در
منابع طبیعی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷

بررسی ترسیب کربن در گیاهان بوته‌ای غالب، علفی چندساله و خاک در مراتع قرق شده حیدره پشت شهر (استان همدان)

• نسرین کلاهچی
دانشجوی دکترای منابع طبیعی (علوم و تحقیقات تهران)
• قوام الدین زاهدی امیری
دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• نعمت ا.. خراسانی
استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: آذرماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۶
Email:nasrin_kolahchi@yahoo.com

چکیده

از جمله موثرترین راهکارهایی که برای مدیریت میزان کربن پیشنهاد می‌شود، افزایش میزان تجمع کربن به شیوه ترسیب کربن[1] است. ترسیب کربن به عنوان بخشی از چرخه کربن، برای تشریح تبادل کربن میان جو، اقیانوس، زیست کره خشکی و رسوبات زمین‌شناسی به کار رفته و به ذخیره طولانی مدت کربن در اکوسیستم‌های زمینی، زیرزمینی و اقیانوس‌ها گفته می‌شود که منجر به کاهش یا تعدیل دی اکسیدکربن اتمسفری می‌شود. در این تحقیق سعی برآنست که با اندازه‌گیری میزان کربن آلی در خاک، گیاهان بوته‌ای و علفی چندساله، ترسیب کربن در بخشی از مراتع استان همدان مشخص گردد و به اهمیت بیوم‌های مرتعی در کاهش کربن مازاد اتمسفری پرداخته شود. جهت تعیین کربن آلی خاک در ۴۳ نمونه برداشت شده از عمق ۰ تا ۱۵ سانتیمتری از روش والکی بلاک و برای تعیین کربن آلی در گیاهان از روش سوزاندن استفاده گردید. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری **Excel** و **Minitab** و آزمون F تجزیه و تحلیل شد و میزان کربن آلی خاک، کربن آلی گیاهان و روابط آن‌ها با یکدیگر و پارامترهای محیطی ارائه گردید. نتایج بیانگر آنست که از میان ۹ گونه مورد بررسی در ۴۳ پلات مطالعاتی،گونه ***Astragalus gosypinus*** دارای بالاترین میزان ترسیب کربن (۳۶۹ کیلوگرم در هکتار) و گیاه ***Echinophora platiloba*** (۷ کیلوگرم در هکتار) از کمترین میزان ترسیب کربن در بیوماس خود برخوردار بوده‌اند. دامنه تغییرات کربن آلی خاک نیز در کلیه پلات‌ها از ۷۱/۲۵ تا ۲۳۳/۴۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. با توجه به جدول همبستگی ویژگی‌های خاک و گیاهان، می‌توان بیان کرد که ماده خشک گیاهی با کربن آلی خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت ثقلی، میزان تولید گیاهی، درصد پوشش گیاهی و درصد لاشبرگ در کلیه پلات‌ها همبستگی دارد و این میزان برابر R= ۰/۵۲ می‌باشد. کربن آلی خاک با وزن مخصوص ظاهری همبستگی ضعیفی داشت. با توجه به جدول تجزیه واریانس اختلاف معناداری، بین میزان کربن آلی ترسیب شده خاک در شیب‌های با جهت شمال‌غربی -شرقی و جنوبی- غربی مشاهده نشد اما در سطح پنج درصد، بین میزان کربن آلی گیاهی در دو تیمار فوق اختلاف معناداری دیده شد.

کلمات کلیدی: ترسیب کربن، چرخه کربن، مرتع، کربن آلی خاک، کربن آلی گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No:80 pp: 18 -25

Carbon sequestration in shrubs , perennial grasses and soil in closed range (Heidare) of Hamedan

By:N. Kolahchi – Gh. Master Science, Natural Resources,Range Management, Zahedi Amiri, GH. Associate Professor, Faculty of Natural Resources,University of Tehran, – N. Khorasani, Professor,Faculty of Natural Resources,University of Tehran.

One of the most important ways that is proposed for management of carbon value is: Increasing the carbon aqumilation by means of carbon sequestration. Carbon is found in all living organisms and is the major bulding block for life on earth carbon exists in many forms, prominately as plant biomass, soil organic matter and as the gas carbon dioxide in the atmosphere and dissolved in sea water. carbon sequestration is the long term storage of carbon in oceans, soils, vegetation and geologic formations. Although oceans store most of the earth, s carbon, soils contain approximately 75% of the carbon pool on land – three times more than the amount stored in living plants and animals. therefore, soils play a major role in maintaining balanced global carbon cycle. The effect shrubs and perennial grass and soil on CO_2 fluxs in Hamedan Ranges are not know. The objective of this reaserch were to determine carbon sequestration in this factors. Resoult show that, between 9 spices, Astragals gosypinus has the hights potential for Carbon sequestration and Echinophora platiloba has a lowest. between dry wight and soil organic carbon and cover plant obtaind correlathon (R=0.52)

Keywords: Carbon sequestration, Carbon cycle, Rangeland, Soil organic carbon, Plant organic carbon

مقدمه

روند سریع و روبه رشد صنعتی شدن در جوامع مختلف و گسترش بی‌حد و حصر کارخانجات و سیل عظیم اتومبیل‌ها به بازار فروش، بشریت را به سمت پیشرفتی در خلاف جهت چرخه‌های طبیعی سوق داده است. آلودگی هوا در جوامع صنعتی و شهری از شدت بیشتری برخوردار است چرا که این مراکز دربرگیرنده بیش از نیمی از جمعیت دنیا هستند که به طور دائمی در این مناطق بسر می‌برند و با انواع آلودگی‌ها دست و پنجه نرم می‌کنند. در برابر موضوعی با این اهمیت، اختیار کردن رفتاری انفعالی و احساسی و تنها گریستن برای بهشت گمشده جوامع روستایی، کاری عبث و بیهوده است. تاریخ حاکی از اثرات شوم و مخرب شتاب روز افزون و آهنگ لجام گسیخته تکامل و صنعتی شدن روی کیفیت زندگی جوامع و سوق دادن آن‌ها به ناکجاآباد است. در این میان ایران نیز دوران تحول بی‌سابقه‌ای را بسوی رشد اقتصادی و بلوغ صنعتی می‌گذراند و از مشکلات اینگونه جوامع بهره‌مند! از نمونه‌های بارز آن می‌توان به سومین شهر آلوده جهان یعنی، کلان شهر تهران اشاره کرد. در این میان باید به پرسشی اساسی پاسخ داد: در نهایت چه باید کرد؟ پاسخ، در راه حل‌هایی است که در سطوح منطقه‌ای، ملی و جهانی و با در نظر گرفتن پتانسیل موجود، منجر به تعدیل آلودگی‌های اتمسفر گردد.

ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی و افزایش آن، راه حل نهایی حل مشکل آلودگی‌های اتمسفری است. امروزه جنگل‌ها، مراتع، آبخیزها و بیابان‌ها نه تنها به عنوان قطب اقتصادی و پشتوانه بقای زیر ساخت‌های اجتماعی مورد توجه قرار می‌گیرند، بلکه بیش از پیش باید به نقش اکوسیستم‌های فوق در ترسیب کربن اتمسفری توجه کرد. چراکه بارشد فزاینده صنایع کارخانجات و انواع آلوده‌کننده‌های محیطی تنها راه بقأ کره زمین را باید در بقای بسترهای سبز طبیعی جستجو کرد. بطورکلی ترسیب کربن اتمسفری در سه شاخه اصلی بررسی می‌شود: ۱- ترسیب کربن اقیانوسی (ورود دی اکسیدکربن در اعماق و جذب آن توسط فیتوپلانگتون‌ها) ۲- ترسیب کربن در اکوسیستم‌های زمینی (صخره‌ها و اعماق زمین) ۳- ترسیب کربن در اکوسیستم‌های خاکی (گیاهان و خاک) (۲۳).

در این مطالعه به بررسی اهمیت اکوسیستم‌های خاکی (گیاهان و خاک) در ترسیب کربن پرداخته شده است و سعی بر آن است که با کمی سازی اهمیت خاک و گیاهان بر روی ترسیب کربن در منطقه مورد بررسی از منظری دیگر بر اهمیت توسعه و حفاظت منابع طبیعی پرداخت.

یک هکتار جنگل می‌تواند در شرایط مناسب بهره‌برداری، بهره سالانه‌ای حدود ۱۵ تن ماده خشک یا تقریباً ۶ تن کربن داشته باشد که در این صورت ۲۲ تن گاز کربنیک جذب کرده و ۱۶ تن اکسیژن دفع می‌کند (۷). پوشش‌های علفی در جهان با وسعت ۳۱×۱۰^{۶} کیلومترمربع توانایی جذب ۱۳۰ تن در کیلومترمربع در سال و بیابانها با وسعت ۲۴×۱۰^{۶} کیلومترمربع توانایی جذب ۳۰ تن در کیلومترمربع در سال، دی اکسیدکربن را دارند. اقیانوس‌ها نیز با مساحت ۳۷۱×۱۰^{۶} کیلومترمربع، قادر به جذب $۱۰^{۹}$ (۳۳۰±۴۶۰) تن دی‌اکسیدکربن در سال هستند (۱).

کشور ایران نیز با دارابودن ۹۰ میلیون هکتار اراضی مرتع از این قائده مستثنی نیست. این منابع عظیم پوششی سالانه ۴×۱۰^{۹} تن Co_2 را جذب می‌کنند. در ایران نیز میزان ترسیب کربن در مراتع برای گیاهان چوبی ۰/۶۴ تن در هکتار و برای گیاهان علوفه‌ای ۰/۲ تن در هکتار برآورد شده است (۲).

Calopedis (۱۱) میزان ترسیب کربن سالانه از علفزارهای منطقه می‌سی‌سی‌پی امریکا را (که اشتراکات فراوانی با ویژگی‌های اقلیمی بخش عمده‌ای از ایران دارد) حدود ۲/۵۶ پوند در ایکر (معادل ۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار) برآورد کرده است. نتایج یک بررسی نشان می‌دهد که اراضی جنگلی آمریکا سالانه ۲۵۰ میلیون تن، اراضی کشاورزی سالانه در حدود ۷۵ تا ۲۰۰ میلیون تن و اراضی مرتعی ۳۰ الی ۹۰ میلیون تن کربن را تحت تاثیر چرای کنترل شده، مدیریت آتش و افزایش حاصلخیزی خاک، تثبیت می‌کنند (۲۳). مطالعات صورت گرفته در ۶۰۰ هکتار از جنگل‌های کشور اندونزی پتانسیل ترسیب کربن برای ۴۰ سال را در حدود ۵۰×۱۰^{۴}

www.SID.ir

Archive of SID

تن تخمین زده است (۱۲).

ترسیب کربن به ذخیره کربن به صورت پایدار در خاک و گیاه اشاره می‌کند که به صورت مستقیم و غیرمستقیم در دی اکسیدکربن اتمسفری روی می‌دهد (۲۳). ترسیب کربن در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها صورت می‌گیرد که دی‌اکسیدکربن را در ساختار کربنات‌های کلسیم و منیزیم به کار می‌برند و در گیاهان نیز از طریق فتوسنتز و تبدیل دی اکسید کربن در بیوماس گیاهی صورت می‌گیرد (۲۳). ترسیب کربن عبارتست از جذب دی‌اکسیدکربن اتمسفری توسط گیاهان و سایر ذخیره‌گاه‌های کره حیات. این گازها می‌توانند در خاک ذخیره شوند در اعماق اقیانوس‌ها تزریق گردند و یا به مواد جامد صخره‌ها تبدیل شوند (۱۶).

Paul و Polgase (۲۰)، فاکتورهای تاثیرگذار بر روی تغییرات ترسیب کربن در خاک را شرایط اقلیمی، گونه‌های گیاهی موجود و قابلیت اراضی می‌دانند در ادامه این مطالعه مشخص گردید که نابودی گونه‌های درختی و درختچه‌ای در مراتع مشجر و جایگزینی گونه‌های بوته‌ای منجر به کاهش ذخایر کربن خاک شده است. Lal (۱۸)، میزان ترسیب کربن ساختاری خاک در سال برای اراضی کشاورزی، مرتعی و جنگلی را برآورد نمود. Vankessel و همکاران تغییرات کربن آلی را در عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک برای یک دوره ۲۰ ساله در سودان اندازه‌گیری کرد و مدیریت اراضی را بر روی ذخایر کربن آلی خاک موثر دانست. مطالعات دیگری در سنگال نیز نشان داد که در حدود ۶۰ درصد از کربن آلی خاک در عمق ۲۰ سانتیمتری خاک ذخیره شده است (۲۵). از طرفی مشخص شده است که ۷۵ الی ۸۰ درصد ماده الی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری خاک و ۱۰٪ ماده آلی در ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک انباشته می‌شود (۴). Frank دریافت که افزایش ذخیره کربن در گراسلندها قویا تحت تاثیر نوع مدیریت و میزان بارش است(۱۵). از جمله پروژه‌های در حال اجرا در خصوص ترسیب کربن در ایران، می‌توان به پروژه ترسیب کربن در استان خراسان جنوبی اشاره نمود. این برنامه با همکاری GEF در منطقه‌ای فقیر با هدف بهبود شرایط زیستی و اقتصادی ساکنان و دستیابی به مدلی جامع در خصوص ترسیب کربن و با در نظرگرفتن کلیه شرایط اجتماعی و اقتصادی ساکنان در حال اجرا است. از طرفی برنامه توسعه ملل متحد[۲] (۲۰۰۱) در برآوردی از وضعیت مراتع ایران، میزان ذخیره کربن آلی در خاک مراتع ایران را بالغ بر یک میلیارد تن تخمین زده است. با این تفاسیر، زیان ناشی از تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و مرتعی به مراتب بیشتر از تولید علوفه، گوشت و سایر فرآورده‌های لبنی است و ادامه بهره‌برداری‌های غیراصولی و بی‌رویه به نابودی منابع آب و خاک و ذخایر غنی کربن این سرزمین می‌انجامد.

مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد بررسی

اراضی محدوده طرح، معروف به مراتع حیدره (هزار دره) شامل ۲۰۰ هکتار از منابع ملی و در دامنه‌های الوند در استان همدان قرار دارد. مختصات جغرافیایی منطقه ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۴۸ دقیقه عرض جغرافیایی می‌باشد. منطقه مورد نظرکوهستانی بوده و دامنه تغییرات شیب ۵٪ الی ۶۰٪ می‌باشد. حداکثر ارتفاع منطقه حدود ۲۰۵۰ متر و حداقل ارتفاع ۱۸۵۰ متراز سطح دریا است و جهت شیب غالب منطقه شمالی – شرقی و جنوبی – غربی است.

متوسط بارندگی سالانه در حوزه مورد نظر ۲۷۷میلیمتر با پراکنش نامنظم می‌باشد و جزء مراتع نیمه خشک ایران محسوب می‌گردد. نزولات به صورت برف و باران و زمان ریزش‌های جوی در اواخر پاییز و زمستان بوده و تا اواسط بهار ادامه دارد. دوره خشکی منطقه ۵ ماه و از خرداد ماه آغاز می‌گردد. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۱/۱۳ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل درجه حرارت ۳/۱- درجه سانتی‌گراد، متوسط حداکثر درجه حرارت ۲۰/۴۴ درجه سانتی‌گراد، حداکثر مطلق دما ۳۶/۷ درجه سانتی‌گراد (مرداد ماه) و حداقل مطلق دما ۱۵/۳ - درجه سانتی‌گراد (دی‌ماه) می‌باشد.

کمترین میزان رطوبت نسبی در تیرماه (۳۰٪) و بیشترین میزان در بهمن ماه (۹۱٪) بوده است. کل تبخیر سالانه ۱۵۱۳/۸۴ میلیمتر می‌باشد. حداقل تبخیر در فصل زمستان (دی‌ماه) و حداکثر آن در تابستان (مرداد ماه) دیده می‌شود.

مراتع مورد مطالعه از شمال به مراتع حیدره از جنوب به میدان میشان الوند، از شرق به رودخانه بزرگ و از غرب به روستاهای مریانج، سولان و توئین محدود می‌گردد. منطقه مطالعاتی از سال ۷۲، به طور کامل قرق و از دسترس بهره‌برداران مصون مانده است.

پوشش غالب منطقه شامل گونه‌های مرتعی از خانواده‌های گراس‌ها، نعناعیان، لگومینوزه، رزاسه، کاسنی، میخک، گل بهمن و شب بو می‌باشد و در برخی مناطق نیز گونه‌های درختی دست کاشت شامل: اقاقیا، زبان گنجشک، افرا، سرو خمره‌ای، توت و بادام دیده می‌شود که تا استقرار کامل نیاز به ادامه قرق برای سالیان طولانی‌تری دارند.

ب) روش تحقیق

جهت تعیین تعداد لازم پلات در عرصه از روش آماری استفاده گردید بطوریکه در شروع کار ۱۰ پلات بطور تصادفی در منطقه کلید انداخته شد و وزن علوفه خشک کلیه گونه‌ها در پلات‌ها اندازه‌گیری و با توجه به وزن خشک علوفه غالب در منطقه (Poa.bu) و فرمول زیر، ۴۳ پلات بدست آمد:

$$N=t^2 s^2 /p^2 \overline{\chi}^2$$

برای تعیین ابعاد پلات با توجه به پوشش غالب منطقه که ترکیبی از گندمیان پایه بلند و کوتاه است از پلات ۱ مترمربعی استفاده گردید (۵). پلات‌اندازی در منطقه طرح به صورت تصادفی – سیستماتیک صورت گرفت و پلات‌ها با فاصله ۲۰ متر از هم در جهت عمود و موازی شیب انداخته شد. این نوع از نمونه برداری باعث می‌گردد که تغییرات در همه جهات، طولی و عرضی برداشت شود و برداشت صحیحی از منطقه صورت گیرد.

برای تعیین کربن آلی خاک در کلیه پلات‌ها، نمونه خاک در عمق ۰ تا ۱۵ سانتیمتری برداشت شد. در شیب‌های اصلی شمالی-شرقی و جنوبی – غربی اقدام به پلات‌اندازی نمودیم. در هر پلات علاوه برتولید پوشش گیاهی، در صد پوشش، درصد سنگ و سنگریزه، درصد خاک لخت، میزان لاشبرگ، گونه‌های گیاهی موجود و گونه غالب مشخص و ثبت گردید. پارامترهای کربن آلی خاک، کربن آلی گیاه، وزن مخصوص ظاهری خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی و رطوبت ثقلی خاک نیز در آزمایشگاه

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین گردید.

برای مشخص کردن میزان کربن آلی گیاهان بوته‌ای و علفی چندساله موجود در ۴۳ پلات مطالعاتی انتخاب شدند.

گیاهان بوته‌ای و علفی چند ساله شامل:

Acantholimon scorpius -Acanthophyllum crassifolium -Astragalus gossypinus
Gundelia tournefortii -Cirsium arvensis -Echinophora platiloba -Euphorbia helioscopia
Stachys lavanduleifolia -Hulthemia persica

قطع شدند و گونه‌های هر پلات بطور جداگانه در کیسه قرار گرفتند و مشخصات هر پلات و شماره هر پلات نیز بر روی کیسه‌ها نصب گردید پایه‌های مشابه در همه پلات‌ها جمع‌آوری شده و در هوای آزاد سایه خشک شدند و ۲۰ گرم از هر پایه انتخاب و برای اندازه‌گیری کربن آلی از روش سوزاندن استفاده گردید (۲۱). آنچه مسلم است گونه‌های بوته‌ای دارای سیستم ریشه بسیار قوی می‌باشند بطوری‌که در جهت دستیابی به اعداد حقیقی در خصوص ترسیب کربن در مرتع مورد نظر برآن شدیم که تاج پوشش هوایی گیاهان بوته‌ای را بطور کامل قطع نماییم و از آنجا که نسبت ساقه به ریشه در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر از ۱ است، از نسبت یک دوم استفاده نمودیم و بیوماس اندام‌های زیرزمینی تخمین زده شد. جهت برآورد تولید کلیه پایه‌ها از روش مضاعف که ترکیبی از روش مستقیم و غیرمستقیم است استفاده گردید به طوری‌که در ۱۱ پلات گیاهان قطع و توزین شده و در ۳۲ پلات تولید پایه‌ها تخمین زده شد و با توجه به معادله رگرسیونی و درجه همبستگی ۹۲٪ صحت نمونه برداری ها تایید شد و اعداد تخمین زده شده بازسازی شد. جهت اندازه‌گیری کربن آلی خاک از روش والکی بلاک (۳) و کربن گیاه از روش سوزاندن (۲۱) استفاده شد و در نهایت اعداد بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Minitab و آزمون F تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

با توجه به جدول شماره۱، بالاترین میزان کربن آلی خاک در شیب شمال‌غربی و کمترین آن در شیب غربی دیده شد. بالاترین وزن مخصوص ظاهری در شیب شمالی و کمترین آن در شیب‌های شرقی و غربی دیده می‌شود. بالاترین میزان رطوبت ثقلی خاک در شیب شمال‌غربی بدست آمد و شیب‌های شمالی، شرقی، جنوبی و غربی در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بالاترین میزان درصد لاشبرگ در شیب جنوبی و بعد از آن در شیب‌های غربی، شمالی، شرقی و شمال‌غربی دیده می‌شود. بالاترین میزان متوسط تولید گیاهی در شیب جنوبی و بعد از آن در شیب‌های شمال‌غربی، غربی و شرقی دیده می‌شود. بالاترین میزان متوسط درصد پوشش گیاهی در شیب‌های شرقی، جنوبی، شمالی، غربی و شمال‌غربی دیده می‌شود. با توجه به جدول شماره ۲، بیشترین میزان ترسیب کربن در *Astragalus gosypinus* (۳۶۹ کیلوگرم درهکتار) و کمترین میزان در *Echinophora platiloba* (۷کیلوگرم درهکتار) مشاهده شد. در ادامه مطالعه مشخص گردید که گیاهان مورد بررسی ۲۳۲۰/۱۵ کیلوگرم کربن در هکتار (۲/۳ تن درهکتار) و در ۲۰۰ هکتار منطقه مطالعاتی ۲۰۸ تن کربن اتمسفری در بیوماس خود ترسیب کرده‌اند. میزان ترسیب کربن در *Astragalus gosypinus* معادل ۰/۴ تن در هکتار بدست آمد.

بالاترین میزان وزن مخصوص ظاهری در شیب شمالی و بعد از آن در شیب‌های شمال‌غربی، جنوبی شرقی و غربی وجود دارد. رطوبت ثقلی خاک درمنطقه مورد مطالعه در شیب‌های شمال‌غربی-شرقی و شیب‌های جنوبی – غربی، در سطح ۱ درصد اختلاف معناداری نشان داد. رطوبت ثقلی خاک با کربن آلی گیاه و ماده خشک همبستگی داشت (جداول شماره ۳و۴)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده بیانگر این موضوع‌اند که در میان گیاهان مورد مطالعه بیشترین میزان ترسیب کربن در *Astragalus gosypinus* (۳۶۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان در *Echinophora platiloba* (۷ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول شماره ۲). به عبارتی میزان ترسیب کربن در *Astragalus gosypinus* معادل ۰/۴ تن در هکتار بدست آمد در همین رابطه برنامه توسعه ملل متحد (۲۰۰۰) میزان ترسیب کربن را در مراتع برای گیاهان چوبی ۰/۶ تن در هکتار، معادل جذب ۲/۳۵ تن دی اکسیدکربن و برای گیاهان علوفه‌ای ۰/۲ تن در هکتار، معادل ۰/۷۳۴ تن دی‌اکسیدکربن در هکتار برآورد کرده است. Coomes و همکاران (۱۳) در ۶/۳ میلیون هکتار از اراضی جنگلی و ۲/۶ میلیون هکتار از اراضی بوته‌زارهای جنوب ایسلند، میزان ترسیب کربن در دو اکوسیستم فوق را به ترتیب ۲۹۰ تن در هکتار و ۱۶۳ تن در هکتار بدست آورد. دامنه تاثیرات گونه‌های گیاهی بر روی میزان ترسیب کربن در منطقه گسترده بود چراکه فیزیولوژی گونه‌ها بر روی ترسیب کربن تاثیرگذار است که نیاز به مطالعات گسترده تری دارد. در میان گونه‌های مورد بررسی نیز این تفاوت در ترسیب کربن به خوبی دیده می‌شود این مقادیر بر حسب کیلوگرم در هکتار عبارتند از: در *Astragalus gosypinus* برابر ۳۶۹، در *Echinophora*

جدول شماره ۱- خلاصه پارامترهای مورد بررسی در پلات‌های مطالعاتی

پارامتر(متوسط)	شیب شرقی	شیب شمال‌غربی	شیب غربی	شیب شمالی	شیب جنوبی
کربن آلی خاک (کیلوگرم درهکتار)	۱۴۸/۹	۱۵۷/۶۶	۹۹/۴۶	۱۵۱/۹۳	۱۲۸/۸۳
وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتیمترمکعب)	۱/۴۴	۱/۵۲	۱/۳۷	۱/۷۵	۱/۵
رطوبت ثقلی خاک (درصد)	۲۸/۰۲	۳۰/۰۵	۲۵/۰۹	۲۹/۱۹	۲۷/۵۴
متوسط تولید گیاهی (گرم برمترمربع)	۲۱/۱۲	۳۱/۶۶	۳۱/۴۲	۳۰/۵	۳۳/۱۸
متوسط پوشش گیاهی (درصد)	۶۹/۷۵	۵۰/۸۳	۵۲/۱۴	۵۷	۶۰/۸۳

www.SID.ir

Archive of SID

platiloba برابر۷، در *Acanthophyllum crassifolium* برابر ۵۸ ، *Stachys lavanduleifolia* برابر ۲۱۳، در *Gundelia tourniforti* برابر ۱۰۰، در *Acantholimon scorpius* برابر ۱۳۴، *Circium arvens* برابر ۱۰۷، در *Euphorbia helioscopia* برابر ۱۷ و در *Hulthemia persica* برابر ۴۱ اشاره کرد (جدول شماره ۲).

آنچه مسلم است تراکم و ترکیب گونه‌های گیاهی بر روی ترسیب کربن در منطقه مطالعاتی تاثیرگذار است. Skole بیان کرد که ترکیب و ساختار گیاهان و میزان آب قابل دسترس بر روی ترسیب کربن تاثیرگذار است. Anderson تولید گیاه و زیتوده گیاهی را از عوامل تاثیرگذار بر روی ذخیره کربن آلی در خاک می‌داند(۹). Paul و Polglaseیکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار بر روی تغییرات ترسیب کربن در خاک را گونه‌های گیاهی موجود دانسته است(۲۰). در همین ارتباط Calopedis، میزان ترسیب کربن سالانه از علفزارهای منطقه می‌سی‌سی‌پی آمریکا را (که اشتراکات فراوانی با ویژگی‌های اقلیمی بخش عمده‌ای از ایران دارد) حدود ۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار برآورد کرده است و این موضوع بیانگر تفاوت اکوسیستم‌های بوته‌زار و علفزار در میزان ترسیب کربن آلی می‌باشد(۱۱).

بالاترین میزان رطوبت ثقلی خاک در شیب شمال‌غربی بدست آمد و شیب‌های شمالی، شرقی، جنوبی و غربی در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در نمونه‌های خاک منطقه بالا بودن رطوبت ثقلی در شیب‌های شمال‌غربی و شرقی بیان‌کننده این نکته است که در شیب‌های شمالی و شرقی نیمکره شمالی میزان و مدت نگهداشت رطوبت حاصل از بارش‌های زمستانه نسبت به شیب‌های جنوبی و غربی طولانی‌تر است از طرفی جهت وزش باد در منطقه نیز به گونه‌ای است که برف حمل شده از شیب‌های جنوبی و غربی در شیب‌های شمالی و شرقی بر روی هم انباشته شده و باعث افزایش رطوبت خاک می‌گردد. از آنجا که در شیب‌های جنوبی نیمکره شمالی میزان دریافت انرژی خورشیدی بالاتر است در نتیجه این شیب‌ها از دمای بالاتری برخوردارند و همین موضوع باعث افزایش میزان تولید و درصد پوشش گیاهی پلات‌های این شیب و به تبع آن افزایش لاشبرگ شده است در این شیب حضور گونه‌های بوته‌ای مقاوم به خشکی، دیده می شوند. در پلات‌هایی که خاک از بافت لومی- شنی برخوردار بود، وزن مخصوص نیز بالا بود و این نوع بافت با میزان ماده آلی خاک همبستگی مثبت داشت. Demmi و همکارانش نیز بافت شنی خاک را بر روی افزایش ترسیب کربن موثر دانستند(۱۴). Armentano نیز رطوبت خاک را بر روی ترسیب کربن آلی تاثیرگذار دانست(۱۰). Aboundaza مشخص کرد بین ماده خشک گیاهی و ترسیب کربن آلی خاک همبستگی وجود دارد(۸). با توجه به جداول شماره ۳و۴، در سطح ۱ درصد بین ماده خشک گیاهی (بیوماس) در شیب‌های مختلف، تفاوت معناداری وجود دارد از طرفی مقدار ماده خشک گیاهی با کربن ترسیب شده خاک همبستگی دارد. با توجه به جدول همبستگی ویژگی‌های خاک و گیاهان منطقه مطالعاتی می‌توان بیان کرد که ماده خشک گیاهی با کربن آلی خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت ثقلی، هدایت الکتریکی اسیدیته، میزان تولید گیاهی درصد پوشش گیاهی و درصد لاشبرگ در کلیه پلات‌ها همبستگی دارد و این میزان برابر R =۰/۵۲ می‌باشد. از طرفی کربن آلی خاک نیز با وزن مخصوص ظاهری دارای همبستگی ضعیفی می‌باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری، بین میزان کربن آلی ترسیب شده خاک در شیب‌های شمال‌غربی –شرقی و جنوبی- غربی مشاهده نشد ولی در سطح ۵٪، بین میزان کربن آلی گیاهی در شیب‌های مذکور اختلاف معنی‌داری دیده شد. به عبارتی سیر توالی در اکوسیستم‌های گیاهی و خاکی همزمان با هم صورت نمی‌گیرد (۶).

در منطقه مطالعاتی میزان ترسیب کربن در خاک با افزایش ارتفاع رابطه‌ای نداشت. به عبارتی نوع و درصد پوشش گیاهی، فیزیولوژی و فنولوژی گیاهی(۱۸)، بافت خاک و جهت شیب تاثیرات بیشتری بر روی ترسیب کربن خاک گذارده است.

جدول شماره ۲- میزان ترسیب کربن در گیاهان مورد مطالعه منطقه حیدره پشت شهر

ردیف	نام علمی	نام محلی	گروه۱: شیب شمال‌غربی-شرقی گروه۲: شیب غربی- جنوبی	میزان ترسیب کربن بر حسب کیلوگرم در هکتار	میزان ترسیب کربن بر حسب تن در هکتار	میزان ترسیب کربن در ۲۰۰ هکتار
۱	*Stachys lavanduleifolia*	علف نقره‌ای	گروه ۱ و ۲	۲۱۳	۰/۲	۴۲۶۲۸
۲	*Acanthophyllum crassifolium*	چوبک	گروه ۱	۵۸	۰/۰۶	۱۱۶۵۶
۳	*Hulthemia persica*	ورک	گروه ۱ و ۲	۴۱	۰/۰۴	۸۱۰۴
۴	*Echinophora platiloba*	خاردوراغ	گروه ۱	۷	۰/۰۰۷	۱۳۹۲
۵	*Astragalus gosypinus*	گون	گروه ۱ و ۲	۳۶۹	۰/۴	۷۳۶۷۴
۶	*Gundelia tourniforti*	کنگر	گروه ۱ و ۲	۱۰۰	۰/۱	۱۹۹۳۲
۷	*Circium arvens*	سرسیوم	ریشه و برگ گروه ۱ و ۲ ساقه گروه ۱	۱۰۷	۰/۱	۲۱۴۰۶
۸	*Euphorbia sequieriana*	فرفیون	گروه ۲	۱۷	۰/۰۱۶	۳۳۱۰
۹	*Acantholimon scorpius*	کلاه میرحسن	گروه ۲	۱۳۴	۰/۱۳	۲۶۷۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۳- نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس بین ویژگی‌های خاک و گیاه (ردیف افقی شیب شمال‌غربی-شرقی، ردیف عمودی شیب جنوبی-غربی)

هدایت الکتریکی	میزان ماده آلی گیاه	ماده خشک گیاهی	کربن آلی خاک	وزن مخصوص ظاهری خاک	رطوبت ثقلی	هدایت الکتریکی
میزان ماده آلی گیاه	۴/۹۵ *					
ماده خشک گیاهی		۳/۴۱ **				
کربن آلی خاک			۰/۶۶ ns			
وزن مخصوص ظاهری خاک				۰/۲۱ ns		
رطوبت ثقلی					۳/۶۲ **	
هدایت الکتریکی						۰/۵۵ ns
ویژگی‌های خاک و گیاه	اسیدیته	میزان تولید	درصد پوشش گیاهی	درصد لاشبرگ	درصد خاک لخت	درصد سنگ وسنگریزه
اسیدیته	۱/۸۰ ns					
میزان تولید		۲/۰۴ ns				
درصد پوشش گیاهی			۰/۰۰۵ ns			
درصد لاشبرگ				۲/۹۰ **		
درصد خاک لخت					۰/۶۱ ns	
درصد سنگ وسنگریزه						۱/۴۷ ns

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشد

جدول شماره ۴- همبستگی بین ویژگی‌های خاک و گیاه (ردیف افقی شیب شمال‌غربی-شرقی، ردیف عمودی شیب جنوبی-غربی)

ویژگی‌های خاک و گیاه	کربن آلی گیاه (کیلوگرم درهکتار)	ماده خشک گیاهی (گرم)	کربن آلی خاک (کیلوگرم درهکتار)	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتیمترمکعب)	رطوبت ثقلی (درصد)	هدایت الکتریکی (میلی موس برسانتی متر)
کربن آلی گیاه (کیلوگرم درهکتار)	_____	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
ماده خشک گیاهی (گرم)	۰/۰۸	_____	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲
کربن آلی خاک (کیلوگرم درهکتار)	۰/۳۱	۰/۵۲	_____	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۳
وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتیمترمکعب)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۳۵	_____	۰/۲	۰/۱۴
رطوبت ثقلی (درصد)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۱	۰/۲	_____	۰/۲۲
هدایت الکتریکی (میلی موس برسانتی متر)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۲۲	_____
ویژگی‌های خاک و گیاه	اسیدیته	تولید گیاهی (گرم برمترمربع)	پوشش گیاهی (درصد)	لاشبرگ (درصد)	خاک لخت (درصد)	سنگ وسنگریزه (درصد)
کربن آلی گیاه (کیلوگرم درهکتار)	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
ماده خشک گیاهی(گرم)	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲
کربن آلی خاک (کیلوگرم درهکتار)	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۶
وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتیمترمکعب)	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۵
رطوبت ثقلی (درصد)	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۰۴
هدایت الکتریکی (میلی موس برسانتی متر)	۰/۱۹	۰/۱	۰/۱	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول شماره ۴- همبستگی بین ویژگی‌های خاک و گیاه (ردیف افقی شیب شمال‌غربی-شرقی، ردیف عمودی شیب جنوبی-غربی)

ویژگی‌های خاک و گیاه	کربن آلی گیاه (کیلوگرم درهکتار)	ماده خشک گیاهی (گرم)	کربن آلی خاک (کیلوگرم درهکتار)	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم برسانتیمترمکعب)	رطوبت ثقلی (درصد)	هدایت الکتریکی (میلی موس برسانتی متر)
اسیدیته	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۱۹
تولید گیاهی (گرم برمترمربع)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۱
پوشش گیاهی (درصد)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۱
لاشبرگ (درصد)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۱۸
خاک لخت (درصد)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۰۵
سنگ وسنگریزه (درصد)	۰/۳۱	۰/۵۲	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۱۲
ویژگی‌های خاک و گیاه	اسیدیته	تولید گیاهی (گرم برمترمربع)	پوشش گیاهی (درصد)	لاشبرگ (درصد)	خاک لخت (درصد)	سنگ وسنگریزه (درصد)
اسیدیته	_____	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۱۹
تولید گیاهی (گرم برمترمربع)	۰/۰۹	_____	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۳۷
پوشش گیاهی (درصد)	۰/۲۵	۰/۱۷	_____	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۶
لاشبرگ (درصد)	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۲۸	_____	۰/۰۲	۰/۲۸
خاک لخت (درصد)	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۲	_____	۰/۱۱
سنگ وسنگریزه (درصد)	۰/۱۹	۰/۳۷	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۱۱	_____

نتیجه‌گیری

ترسیب کربن اتمسفری یکی از مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی خصوصاً مراتع به شمار می‌رود و کمی سازی این مهم در خصوص گونه‌های گیاهی و خاک هر منطقه، روش مناسبی برای حفاظت، توسعه و ارزش‌گذاری واقعی اکوسیستم‌های طبیعی بشمار می‌آید. در کنار این مهم، می‌توان گونه‌های گیاهی مناسبی را جهت احیا و اصلاح مراتع انتخاب نمود که دارای پتانسیل بالایی در جهت ترسیب کربن، در کنار سایر کاربردها در منطقه باشند. در مراتع مورد بررسی نیز گیاه *Astragalus gosypinus* علاوه بر دارا بودن پتانسیل بالایی در ترسیب کربن، در جهت حفاظت آب و خاک منطقه نیز نقش مهمی داشته است. این گیاه بخوبی توانسته است در شرایط قرق به استقرار نسبی در شیب‌های مختلف دست یابد بنابراین جهت احیا و اصلاح مراتع نیمه خشک، می‌توان گیاه *Astragalus gosypinus*[1] را پیشنهاد نمود و بعد از آن بر روی گیاهانی چون *Stachys lavanduleifolia*، *Acanthophyllum crassifolium*، *Acantholimo scorpius*، اشاره کرد.

گونه‌های فوق‌الذکر علاوه بر استقرار نسبی و حضور چشم‌گیر در شیب‌های مختلف مقادیر بالایی از کربن اتمسفری را نیز در اندام‌های مختلف خود ذخیره می‌نمایند.

بنابراین برای افزایش میزان ترسیب کربن باید گیاهانی را انتخاب کرد که از سرعت بالا برای ترسیب کربن در بیوماس و خاک و قابلیت سازگاری نسبت به محیط خود برخوردار باشند. زمانی که از درختان و بوته‌ای‌ها برای کاهش گازهای گلخانه‌ای استفاده می‌شود میزان ترسیب کربن بالا می‌رود. از طرفی کاشت گونه‌های یکساله منجر به هدر رفت ذخایر کربن می‌گردد لذا کاشت و توسعه گونه‌های چندساله و دائمی با توجه به استعداد منطقه و اهداف مدیریتی مناسب است.

در پروژه‌های افزایش ترسیب کربن در گیاه و خاک، توجه به زیر ساخت‌های اجتماعی - اقتصادی و به عبارتی بهره‌گیری از دانش بومی ساکنان مناطق و مد نظر قرار دادن نیازهای اساسی آن‌ها و تطبیق نیازها با اصول علمی، در انتخاب و توسعه گونه‌های گیاهی در جهت افزایش ترسیب کربن بسیار مهم است و مهم‌تر از همه موارد فوق جلوگیری از تخریب سرزمین و تغییر قابلیت اراضی مرتعی و حفظ گونه‌های بومی در جهت افزایش ترسیب کربن اتمسفری است.

پاورقی‌ها

1- Carbon sequestition

2- UNDP

منابع مورد استفاده

۱- ابراهیم‌زاده، حسن (۱۳۶۷) فیزیولوژی گیاهی (بحث فتوسنتز و تنفس)، انتشارات دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- بولتن اطلاع رسانی بین الملل علمی – خبری – گزارشی (۱۳۸۳) وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور.
۳- جعفـری حقیقـی، مجتبی (۱۳۸۲) روش‌های تجزیه خـاک با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی.
۴- جوادی، اکبر (۱۳۸۳) تجزیه و تحلیل اکوسیستم‌های مرتعی، جزوه کارشناسی ارشد.
۵- مصداقی، منصور (۱۳۷۷) مرتعداری در ایران، انتشـارات آستان قدس رضوی، فصل ۴، ص ۹۵.
۶- مقدم، محمدرضا (۱۳۸۰) اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران.
۷- هلر، ر.، قربانعلی، مهلقا (۱۳۶۶) فیزیولوژی گیاهی، ج ۱، مرکز نشر دانشگاهی تهران، فصل ۱۴، ص ۳۱۴.
8- Aboundaza,j.A.(1982) Growth and quality of nine tropical grasses and twelve tropical legumes under dry and rainy season conditions.MSc.thesis, New Mexico State Un,las cruces,NM .
9- Anderson and Colleman (1985) The dynamic of organic matter in grassland soil . Jouranl of soil and water conservation .
10- Armentano,T.V.(1980) Drainge of organic soils as a factor in the world carbon cycle.Biosci .30(12):825-830
11- Calopedis , S . (1997) Carbon sequestration. GHG emissions homepage , 15p .
12- Dayal , P. (2000) Carbon trading and sequestration projects offer Global warming solutions
13- Coomes, D.A., Allen, B.B., Scott, N.A., Goulding, C., Beets, P. (2002) Forest Ecology and management , designing systems to monitor carbon stock.
14- Demmi,M.A,C.A.puricelli ,and R.A.rosell (1986) El efecto del pasto ll oron en la re cuperacion de los suelos. INTA- san luis Agrica.Exp.st techn .Bull.709,23pp.
15- Frank, A.B., Karn, J.F. (2005) Shrub effects on carbon Dioxide and water vapor Fluxes over Grasslands.
16-http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/vr99data/chpter4.html. Carbon sequestration (1999) Energy in formation administration. Voluntary Reporting of Green house gases.pp:1-6
17- Ipcc (2002) Annex 3A.1 Biomass default table for section 3.2 forest land.Ipcc good practice guidance for LULUCF , 36 p .
18- Lal, R., Follett, R.F., Kimble, J.M. (2003) Achiving soil carbon sequestration in the united states: A challenge to policy makers.
19-Lal,R.,Kimble,J.M,Follett,R.F.,Strewart,B.A.(1997) Management of carbon sequestration in soil
20- Paul, k.I., polglase , p.j. (2002) Changes in soil carbon following Afforestation.
21- Rowell,D.L.,1994.Soil Science: Methods and Applications. Longman Group,Harlow
22- Skole,d.compton ,T. (1997) Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon satellite data form 1978-1988 , pp 205-212 in environmental management.
23- SSSA. Ad Hoc committee s.893 (2001) Carbon sequestration: position of the soil science society of America.pp:1-3
24- Van kessel, C.Nitschelm, J., Horwarth,W.R.et al (2000) b.Carbon –b in put and turnover in a pasture soil exposed to long term elevated atmospheric co2 .Global change Biology
25- Woomer, D.L., Toure, A., sall, M. (2004) Journal of Arid Environments carbon stocks in senegal`s sahel Transition zone

www.SID.ir