پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۸، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۶، از صفحه ۱۲۳ تا ۱۳۰

مطالعه توان ترسیب کربن دو گونه *Helichrisum aucheri* و *Helichrisum globiferum* در استان آذربایجان غربی

زینب جعفریان*[۱]، الهه احمدی[۲]

۱ دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۲؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۴/۲۶)

چکیده

کربن مهمترین عنصر گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود که در دهه‌های اخیر افزایش مقدار آن در اتمسفر سبب گرم شدن هوای کره زمین شده است. فرآیند ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت تاثیر این زیتوده هستند، ساده‌ترین و ارزان‌ترین راه‌کار ممکن برای کاهش سطح این گاز اتمسفری است. بنابراین، در این مقاله سعی شده است تا توان ترسیب کربن گونه‌های *Helichrisum aucheri* و *Helichrisum globiferum* که در اکوسیستم‌های طبیعی استان آذربایجان غربی حضور گسترده‌ای دارند، بررسی شود. بدین منظور ۳۰ پایه گیاهی از دو گونه مذکور انتخاب و اندام‌های هوایی و زیرزمینی آن‌ها از هم جدا و به آزمایشگاه منتقل شدند (در مجموع ۱۲۰ نمونه گیاهی). ضریب تبدیل ترسیب کربن هر اندام گیاهی به صورت جداگانه توسط روش احتراق تعیین شد. همچنین ۱۲ نمونه خاک به طور تصادفی از پای گونه‌های مورد مطالعه برداشت (در مجموع ۲۴ نمونه خاک) و میزان ترسیب کربن آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. نتایج آماری این بررسی نشان داد که میزان ترسیب کربن در دو گونه مورد مطالعه با هم اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند. بیشترین میزان ترسیب کربن مربوط به اندام هوایی گونه *Helichrisum globiferum* بود. همچنین خاک توان ترسیب بالاتری از اندام‌های گیاهی نشان داد.

کلید واژه‌ها: ترسیب کربن، گونه *Helichrysum*، اندام هوایی، اندام زیرزمینی، آذربایجان غربی

نویسنده مسئول* : Email: z.jafarian@sanru.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

سرآغاز

از زمان شروع انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم، غلظت گازکربنیک در اتمسفر از ۲۸۰ به ۳۶۵ قسمت در میلیون رسیده و به نظر می‌رسد که در قرن بیست و یکم به ۶۰۰ قسمت در میلیون برسد. این امر سبب افزایش دمای سالیانه زمین به میزان ۱ تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد می‌شود (بردبار و مرتضوی، ۱۳۸۵). غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفری از سال ۱۷۵۰ میلادی تا کنون به دلیل احتراق سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی به‌دنبال افزایش روز افزون جمعیت، حدود ۳۱ درصد افزایش پیدا کرده است که دلیل اصلی افزایش دمای جهانی و تغییر اقلیم است. دی‌اکسیدکربن مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که افزایش احتراق سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی در سراسر جهان از عوامل بسیار موثر در افزایش سطح آن می‌باشد (Hamburg et al., 1997). در قرن حاضر چندین موضوع عمده محیط‌زیستی شامل تخریب زمین و بیابان‌زایی، تهدید تنوع‌زیستی، تضعیف منابع آب، تخریب جنگل‌ها و مراتع، و بالاخره تغییر اقلیم از چالش‌های مهم در توسعه پایدار و فقرزدایی به شمار می‌روند (امیر اصلانی، ۱۳۸۳). با افزایش گازهای گلخانه‌ای زمین در حال گرم‌تر شدن است و گرم شدن هوا آثار مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و برهم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش Co_2اتمسفری می‌باشد (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). کربن اتمسفری از طریق جذب طول موج‌های بازتابی سبب افزایش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی می‌شود (Hamburg et al., 1997) که یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه پایدار می‌باشد و تاثیر منفی بر اکوسیستم‌های خشکی و دریایی دارد. ماده آلی که عمدتا به عنوان یکی از شاخص‌های اولیه کیفیت خاک، در بحث کشاورزی، منابع‌طبیعی و محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شود به دلیل افزایش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی کاهش می‌یابد. پس از کاهش انتشار سوخت‌های فسیلی بخش مهمی از کاهش Co_2 اتمسفری به ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی مربوط می‌شود. بنابراین، باید روش‌هایی را برای کاهش خطرهای ناشی از گرم شدن جهانی شناسایی کرد (Lal, 2004). پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و ... هزینه‌های سنگینی در بر دارد (Cannell, 2003). بنابراین، به منظور کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر می‌بایست جذب و در فرم‌های متعدد ترسیب شود (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). زیست کره خاکی حاوی حدود ۱۵۰۰ پگا گرم کربن در عمق یک متری خاک و حدود ۶۰۰ پگا گرم کربن در پوشش گیاهی است که این دو در مجموع سه برابر مقدار کربن در اتمسفر را دارا می‌باشند. بنابراین، هر تغییری در ذخیره کربن گیاهان یا خاک‌ها به طور قابل توجهی بر دی‌اکسیدکربن اتمسفر تاثیر می‌گذارد (Schuman et al., 2002). مراتع در حدود نیمی از خشکی‌های جهان را تشکیل می‌دهند و دارای بیش از یک سوم از ذخایر کربن زیست کره خاکی می‌باشند. در نتیجه، این اراضی قابلیت زیادی برای ترسیب کربن دارند (دیانتی و نقی‌پور، ۱۳۸۸). ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن برای کاهش Co_2 اتمسفری می‌باشد (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). ترسیب کربن فرآیندی است که طی آن دی‌اکسیدکربن اتمسفر جذب شده و در بافت‌های گیاهی به صورت هیدرات‌های کربن تجمع و رسوب می‌کند (Allen-Dias, 1996). تفاوت در محتوای کربن موجود در اکوسیستم‌های مختلف، تا حدود زیادی وابسته به عوامل خاک و اقلیم است. کربن آلی با افزایش محتوای رس خاک (Bauer et al., 1987) و بارندگی سالانه، افزایش و با افزایش دمای سالانه، کاهش می‌یابد (Burke et al., 1997). به عنوان یک قاعده کلی، کربن موجود در خاک بیش از کربن موجود در بیوماس ریشه‌ها است (Aradottir et al., 2000). متاسفانه در کشور ما با وجود وسعت زیاد و توانایی عظیم در ترسیب کربن اکوسیستم‌های طبیعی، تا به حال تحقیقات کاربردی زیادی در این زمینه انجام نگرفته است. به علاوه مساله گرم شدن زمین و افزایش گاز کربنیک مساله‌ای جهانی است و به کشور خاصی محدود نمی‌شود. به همین دلیل تحقیقات در این زمینه در کشور ما ضروری است و مسایل مجهول زیادی در رابطه با توانایی گونه‌های مختلف گیاهی طبیعی در نقاط مختلف کشور وجود دارد که پاسخ‌گویی و حل مسایل مذکور در گرو انجام تحقیقات گسترده‌ای است. بنابراین، در این تحقیق توان ترسیب کربن دو گونه *Helichrysum aucheri* و *Helichrysum globiferum* در

Archive of SID

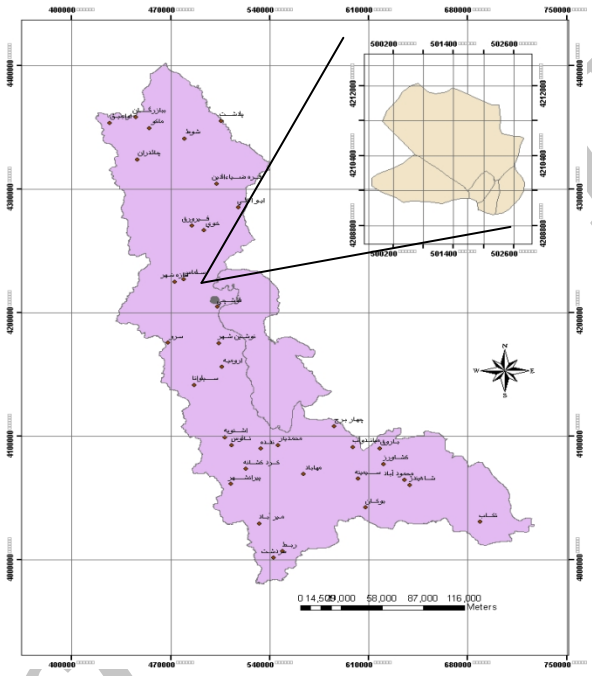
www.SID.ir

یک اکوسیستم طبیعی استان آذربایجان‌غربی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعه شده در "۳۵ ۱ °۳۸ تا "۱۰ ۳ °۳۸ عرض شمالی و "۰۰ ۰۰ °۴۵ تا "۵ ۲ °۴۵ طول شرقی در ۷۰ کیلومتری جاده قدیم ارومیه – قره باغ قرار دارد. این منطقه ۵۹۵ هکتار مساحت داشته و حداقل ارتفاع آن ۱۴۰۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۹۰۰ متر از سطح دریای آزاد است. میزان بارندگی سالیانه آن ۲۸۶/۲ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه مورد مطالعه متاثر از اقلیم مدیترانه‌ای بوده و منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان غربی

گونه‌های *Helichrysum aucheri* و *Helichrysum globiferum* متعلق به خانواده *Asteraceae* می‌باشند به دلیل ارزش چندمنظوره‌ای این گیاهان از جمله دارویی، حفاظتی، علوفه‌ای و ... جهت مطالعه ترسیب کربن نیز این گونه‌ها انتخاب شدند.

روش پژوهش

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک

برای انجام این مطالعه ابتدا با بازدیدهای صحرایی رویشگاه‌های گونه‌های مورد مطالعه تعیین شد. از هر گونه گیاهی ۳۰ پایه انتخاب و سپس اقدام به برداشت کامل اندام‌های هوایی و زیرزمینی تا عمق نفوذ ریشه گردید. به طور کل ۱۲۰ نمونه گیاهی آماده شد و به آزمایشگاه انتقال یافت. همچنین برای هر گونه مورد مطالعه در پای بوته‌های آن، ۱۲ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد (چون میکروارگانیسم‌ها در عمق ۳۰ سانتی‌متر اول خاک بیشترین استقرار را دارند (محمودی طالقانی و همکاران، ۱۳۸۶). در مجموع ۲۴ نمونه خاک برداشت و نمونه‌های گیاهی و خاک به آزمایشگاه منتقل شده و میزان ترسیب کربن در آن‌ها تعیین شد.

ضریب تبدیل ترسیب کربن گونه‌های گیاهی

برای تعیین ضریب تبدیل اندام‌های گونه‌ها به کربن آلی، از روش احتراق (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷) استفاده شد. از هر اندام گونه‌های گیاهی پس از خشک شدن در دستگاه اتو نمونه‌هایی تهیه شد. نمونه‌ها شامل اندام‌های هوایی گونه‌های *Helichrisum aucheri* و *Helichrisum globiferum* به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و اندام‌های زیرزمینی به دلیل چوبی بودن به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. خاکستر نمونه‌ها پس از خشک

www.SID.ir

شدن در دستگاه دسیکاتور توزین شد. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی براساس رابطه ۲ (بردبار و مرتضوی، ۱۳۸۵؛ عبدی و همکاران، ۱۳۸۷)، میزان کربن آلی در هر کدام از اندام‌های هوایی و زیرزمینی به صورت جداگانه محاسبه شد. در ادامه با ضرب ضریب تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل کربن ترسیب شده در هر پلات و در نهایت در هر هکتار ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه شد.

رابطه (۱) $OC= ۰/۵۴ OM$

که در آن OC: درصد کربن آلی و OM: درصد مواد آلی می‌باشد. لازم به ذکر است که بیوماس هوایی و زیرزمینی گیاهان با روش قطع و توزین در پلات‌های مورد مطالعه تعیین شد و سپس به سطح هکتار تعمیم داده شد.

تعیین میزان ترسیب کربن خاک

برای تعیین میزان کربن آلی خاک در آزمایشگاه ابتدا وزن مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک به روش سیلندر بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شد و سپس درصد کربن آلی از روش والکی بلک به دست آمد (زرین کفش، ۱۳۷۲؛ Nosetto et al., 2006). در پایان برای محاسبه میزان ترسیب کربن خاک بر حسب گرم در هر متر مربع از رابطه (۲) استفاده شد.

رابطه (۲) $Cc=۱۰۰۰۰ \times C\ (\%) \times BD \times E$

که در این رابطه Cc: وزن کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع بر حسب گرم در هر متر مربع، C: درصد کربن اندازه‌گیری شده، BD: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E عمق نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتی‌متر می‌باشد (محمودی طالقانی و همکاران، ۱۳۸۶).

تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی و مقایسه میزان ترسیب کربن بین اندام‌های هوایی و زیرزمینی هر گونه و بین دو گونه مورد مطالعه و آثار متقابل بین گونه و اندام از آنالیز واریانس دوطرفه در نرم‌افزار آماری SPSS و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

یافته‌ها

با توجه به جدول (۱) نتایج ضریب تبدیل اندام‌های گیاهی به کربن آلی نشان داد که مقدار کربن حاصل شده از نمونه‌های ۲ گرمی اندام هوایی گونه *Helichrysum aucheri* بیشتر از گونه *Helichrysum globiferum* می‌باشد. کمترین مقدار ضریب تبدیل مربوط به اندام زیرزمینی گونه *Helichrysum globiferum* می‌باشد.

جدول (۱): ضریب تبدیل اندام‌های مختلف به کربن آلی و مقدار کربن حاصل شده از نمونه‌های ۲ گرمی

اندام / گونه	اندام هوایی		اندام زیرزمینی	
	ضریب تبدیل (درصد)	مقدار کربن (گرم)	ضریب تبدیل (درصد)	مقدار کربن (گرم)
Helichrysum aucheri	۷۰	۱/۴۸	۵۰/۵	۱/۱۵
Helichrysum globiferum	۵۱	۱/۳۱	۵۰	۱/۰۵

به منظور مقایسه میزان ترسیب کربن بین دو گونه و اندام‌های دو گونه تجزیه واریانس میزان ترسیب کربن انجام شد که میزان ترسیب کربن بین دو گونه و همچنین اندام‌های دو گونه در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. همچنین اثر متقابل بین اندام و گونه نیز در سطح یک درصد باهم اختلاف معنی‌داری نشان داد. جدول (۲) مقایسه میزان ترسیب کربن اندام‌های هوایی و زیرزمینی را در دو گونه نشان می‌دهد.

با توجه به شکل (۲) میزان کربن ترسیب شده در اندام هوایی گونه *Helichrysum globiferum* بیشتر از گونه دیگر می‌باشد. با توجه به کم بودن کربن آلی در گونه *Helichrysum globiferum* دلیل بالا بودن ترسیب کربن این گونه بالا بودن میزان بیوماس می‌باشد.

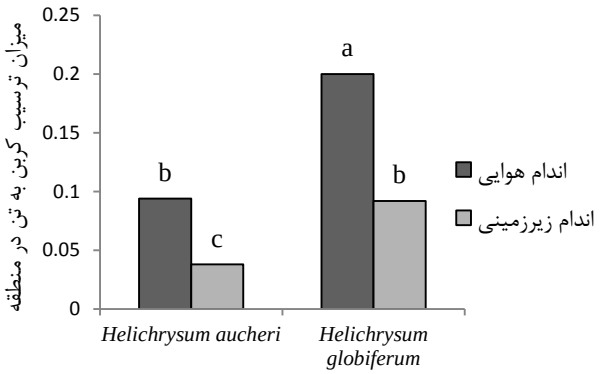
بیشترین میانگین وزن کربن ترسیب شده در گونه *Helichrysum globiferum* مشاهده شد (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲): نتایج تجزیه واریانس کربن ذخیره شده در اندام‌های گونه‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
گونه	۰/۵۲	۱	۰/۵۲	۰/۰۰**
اندام	۰/۴۳۹	۱	۰/۴۳۹	۰/۰۰**
گونه * اندام	۰/۱۶۹	۱	۰/۱۶۹	۰/۰۱۰**
خطا	۱/۰۱۵	۴۴	۰/۰۲۳	
کل	۲/۱۴۶	۴۷		



شکل (۲): مقایسه میزان کربن ترسیب شده به تن در منطقه بین دو گونه

جدول (۳): مقایسه میانگین ترسیب کربن کل بیوماس در گونه‌های مورد مطالعه

گونه	میانگین وزن کربن ترسیب شده به تن در هکتار	ضریب تغییرات به درصد
Helichrysum aucheri	۰/۰۶	۱/۷۳
Helichrysum globiferum	۰/۱۷	۲/۰۷

برای بررسی میزان ترسیب کربن در خاک پای هرگونه و همچنین خاک جایی که هر دو گونه حضور داشتند از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد. نتایج این آنالیز حاکی از آن بود که بین کربن ذخیره شده در خاک دو گونه و جایی که هر دو گونه حضور داشتند اختلاف وجود نداشت. ولی از نظر عددی میانگین وزن کربن ذخیره شده در خاک پای گونه *Helichrysum globiferum* با ۳۸/۱۳ تن در هکتار بیشترین مقدار را داشت (جدول ۴).

جدول (۴): میانگین وزن کربن ترسیب شده به تن در هکتار در خاک گونه‌های مورد مطالعه

گونه	میانگین وزن کربن ترسیب شده به تن در هکتار
Helichrysum aucheri	۳۴/۱۳
Helichrysum globiferum	۳۸/۱۳
خاک پای دو گونه	۳۶/۱۸

بحث و نتیجه‌گیری

فرایند ترسیب کربن توسط گیاهان ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی ارزان‌ترین روش برای کاهش کربن به شمار می‌رود که این نقش را گیاهان توسط عمل فتوسنتز و از طریق اندام‌های خود انجام می‌دهند و هر یک از اندام‌های آن‌ها دارای نقش متفاوتی در این فرایند هستند (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). میزان ترسیب کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، روش احیاء و شرایط محیطی به ویژه مقدار بارندگی، تغییر کاربری اراضی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن در خاک بستگی دارد (Derner & Schuman, 2007; Post & Kwon, 2000). رابطه مستقیمی بین کربن ترسیب شده با نوع گونه گیاهی وجود دارد، به طوری که برای گونه‌های مختلف، ضرایب متفاوتی برای ترسیب کربن ارایه شده است (Kilbride et al., 1999; Frank & Karn, 2003; Singh et al., 2003). نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقایسه میزان کربن ترسیب شده بین اندام‌های دو گونه و بین دو گونه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو گونه و اندام‌های آن‌ها وجود دارد. بیشترین میزان کربن ترسیب شده مربوط به

Archive of SID

www.SID.ir

اندام هوایی گونه *Helichrysum globiferum* می‌باشد. همچنین دو گونه مورد مطالعه دارای توان ترسیب متفاوتی می‌باشند رابطه مستقیمی بین کربن ترسیب شده با نوع گونه گیاهی وجود دارد، به‌طوری‌که برای گونه‌های مختلف ضرایب متفاوتی برای ترسیب کربن ارایه شده است (جعفریان و همکارن، ۱۳۹۲؛ Frank & Karn, 2003). بردبار ضمن بررسی نیروی ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در مناطق غربی استان فارس دریافت که توانایی این دو گونه در ترسیب کربن متفاوت است. همچنین در گونه‌های علفی مورد مطالعه پتانسیل ذخیره کربن در زی‌توده هوایی بیشتر از زی‌توده زیرزمینی است. دلیل این امر به احتمال زیاد به تفاوت‌های فیزیولوژیکی میان گونه‌های علفی و بوته‌ای ارتباط دارد.(Gao et al., 2007) نیز در مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافت. (جعفریان و طایفه سید علیخانی، ۱۳۹۲) نیز متفاوت بودن سهم اندام‌های گیاهی در ترسیب کربن را تایید کردند. همچنین (بردبار و مرتضوی، ۱۳۸۵) در بررسی توان ترسیب کربن گونه‌های درختی جنگل‌کاری‌های استان فارس به این نتیجه دست یافت که بین کربن ترسیب شده در اندام‌های چهارگانه درختان، اختلاف محسوسی وجود دارد. وی بیشترین میزان ترسیب کربن را در ساقه و کمترین مقدار را در برگ گیاهان مشاهده کرد. (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۲) نیز در بررسی مشابهی که در مراتع نیمه‌خشکی در استان مازندران انجام دادند، ضمن برآورد میزان ترسیب کربن گونه‌های بوته‌ای و علفی، به نتایج مطابق نتایج تحقیق حاضر دست یافتند. در بین دو گونه، گونه *Helichrysum globiferum* بیشترین تاثیر را در ترسیب کربن آلی داشته که احتمالا تفاوت‌های فیزیولوژیکی نظیر کم بودن رطوبت اندام‌های تولیدی و بالا بودن بیوماس تولیدی (فروزه، ۱۳۸۷) موجب افزایش ترسیب کربن این گونه شده است زیرا گونه‌های مختلف تاثیر متفاوتی در ترسیب کربن دارند (Mortenson & Schuman, 2002). همچنین پس از بررسی میزان کربن خاک و بیوماس گیاهی مشاهده شد که میزان ترسیب کربن در خاک بیشتر از بیوماس گیاهی است که این یافته با نتایج حاصل از مطالعات (Aradottir et al., 2000; Batjes, 1996) که نشان دادند بیشترین سهم از کربن ترسیب شده به بخش خاک اختصاص یافته و خاک بزرگترین مخزن ذخیره کربن محسوب می‌شود، مطابقت دارد. مقایسه ترسیب کربن خاک پای گونه‌های گیاهی نشان داد که گونه *Helichrysum globiferum* نسبت به گونه دیگر کربن بیشتری را در خاک محیط ریشه‌ای خود ذخیره کرده است. در مجموع، در هر دو گونه مورد مطالعه، میزان کربن ذخیره شده در خاک خیلی بیشتر از بیوماس گیاهی است که با نتایج (جعفریان و طایفه سید علیخانی، ۱۳۹۲؛ آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۸؛ Yong Zhong, 2007) مطابقت دارد. در نهایت باید گفت با وجود اهمیت فرآیند ترسیب کربن در تعدیل گازهای گلخانه‌ای و کاهش دمای کره زمین توسط گونه‌های طبیعی و زراعی، مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است. با شناخت گونه‌هایی که دارای قابلیت بیشتری جهت ترسیب کربن بوده و همچنین بررسی عوامل مدیریتی که بر فرآیند ترسیب کربن تاثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیای اراضی را از منظر شاخص ترسیب کربن را دنبال نمود. این امر می‌تواند یک نگرش سیستمی به اصلاح و احیای محیط‌زیست باشد، چرا که در ضمن تامین حفاظت کمی و کیفی شرایط خاک، می‌تواند راه‌کاری موثر در جهت مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعه پایدار تلقی شود.

فهرست منابع

آذرنیوند، ح.؛ جنیدی جعفری، ح.؛ زارع چاهوکی، م.ع.؛ جعفری، م. و نیکو، ش. ۱۳۸۸. بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیره ازت در مراتع با گونه درمنه دشتی در استان سمنان. مجله مرتع. ۳(۴):۶۱۰- ۵۹۰.

امیراصلانی، ف. ۱۳۸۲. ترسیب کربن در اراضی بیابانی. مجله جنگل و مرتع. ۶۲: ۱۷۱-۱۷۶.

بردبار، ک. و مرتضوی جهرمی، م. ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در مناطق غربی استان فارس. پژوهش و سازندگی. ۷۰: ۱۰۳-۹۵.

Archive of SID

www.SID.ir

جعفریان، ز.؛ طایفه سیدعلیخانی، ل. و تمرتاش، ر. ۱۳۹۲. بررسی توان ذخیره کربن در سه گونه *Artemisia aucheri*، *Agropyron elongatum* و *Stipa barbata* در مراتع نیمه‌خشک ایران (مطالعه موردی: منطقه پشرت کیاسر). نشریه مرتع و آبخیزداری. ۶۵(۲): ۱۹۱-۲۰۲.

جعفریان، ز. و طایفه سیدعلیخانی، ل. ۱۳۹۲. پتانسیل ترسیب کربن در اراضی زراعی گندم دیم منطقه کیاسر. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۱): ۳۱-۴۱.

دیانتی تیلکی، ق. و نقی پور برج، ع. ۱۳۸۸. تأثیر قرق بر میزان ترسیب کربن خاک و زی‌توده گیاهی در مراتع نیمه‌خشک استان خراسان شمالی. مجله مرتع. ۴: ۶۷۹-۶۶۸.

زرین‌کفش، م. ۱۳۷۲. خاک‌شناسی کاربردی، ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه‌ای کمی خاک آب گیاه، انتشارات دانشگاه تهران.

فروزه، م. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری سیلابی بر توان ترسیب کربن سه گونه مرتعی *Helianthemum lippii* (L.) Pers., *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh. And *Artemisia sieberi* Besser مطالعه موردی: گربایگان فسا. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۸: ۱۱-۱۹.

فروزه، م.ر.؛ حشمتی، غ.ع.؛ قدیریان، غ.ع. و مصباح، ح. ۱۳۸۷. مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع خشک ایران. مجله محیط‌شناسی. ۴۶: ۷۲- ۶۵.

عبدی، ن.؛ مداح عارف، ح. و زاهدی امیری، ق. ۱۳۸۷. برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گونزارهای استان مرکزی (مطالعه موردی: مراتع مالمیر در منطقه شازند). مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۵(۲): ۲۶۹-۲۸۲.

محمودی طالقانی، ع.؛ زاهدی امیری، ق.؛ عادلی، ا. و ثاقب‌طالبی، خ. ۱۳۸۶. برآورد ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گنبد در شمال کشور). فصلنامه جنگل و صنوبر. ۲۵۲-۲۴۱.

Allen-Dias, B. 1996. Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations and mitigation. In: Watson, R.T., et al. (Eds), Climate change 1995. Impacts Adaptations and Mitigation of Climate change: Scientific-Technical Analyses. Cambridge University Press, Cambridge, Published for the Inter government Panel on Climate Change. 131-158.

Aradottir, A.; Savarsottri, 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.

Batjes, N. H. 1996. Total C and N in soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 47: 151–163.

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.

Burke, I.C.; Laurenroth, W.K. & Milchunas, D.G. 1997. Biogeochemistry of Managed Grasslands in Central North America. In: Paul, E. A., K. Paustian, E.T. Elliott & C.V. Cole (Eds.), Soil Organic Matter in Temperate Agro ecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL. 85–102.

Cannell, G.R. 2003. Carbon Sequestration and Biomass Energy Offset Theoretical, Potential and Achievable Capacities Globally in Europe and UK, Biomass and Bio energy. 24: 97-116.

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

Frank, A.B. & Karn, J.F. 2003. Vegetation indices, CO2 Flux, and biomass for northern plains grasslands. Journal of Range Management. 55:16-22.

Gao, Y.H.; Lue, P.; Wu, Chen, H. & Wang, G.X. 2007. Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau. Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(6): 642-647.

Hamburg, S.P.; Harris, N.; Jaeger, J.; Karl, T.R.; McFarland, M.; Mitchell, J.F.B.; Oppenheimer, M.; Santer, S.; Schneider, S.; Trenberth, K.E. & Wigley, T.M.L. 1997. Common questions about climate change, United Nation Environment Program, World Meteorology Organization.

Kilbride, C.M.; Byrne, K.A. & Gardiner, J.J. 1999. Carbon sequestration and Irish Forests, Dublin Coford.

Archive of SID

www.SID.ir

Lal, R. 2004, Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. Geoderma. 123:1-22.

Mortenson, M. & Schuman, G. 2002. Carbon sequestration in rangeland inter seeded with yellow-flowering alfalfa (*Medicago Sativa Spp. Falcata*) USDA Symposium on Natural Resource Management to Offset Greenhouse Gas Emission in University of Wyoming.

Nosetto, M.D.; Jobbagy E.G. & Paruelo, J.M. 2006. Carbon Sequestration in Semi-Arid Rangelands. Arid Environments. 67: 142–156.

Post, W.M. & Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change, processes and potential. Global Change Biology. 6(3): 317-327.

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

Schuman, G.E.; Janzen, H. & Herrick, J.E. 2002. Soil Carbon Information and Potential Carbon Sequestration by Rangelands. Environmental Pollution. 116: 391-396.

Yong, Zhong, Su. 2007. Soil Carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china. Journal of soil and Tillage Research. 92: 181-189.

Archive of SID

www.SID.ir