مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷
ص ۱۴۸-۱۳۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۰
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۷/۰۷

بررسی و مقایسه ذخیرهٔ کربن در مراتع طبیعی و دست‌کاشت (مطالعهٔ موردی: اخترآباد ملارد)

❖ **افشین صادقی راد؛** دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **علی طویلی*؛** دانشیار دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **حسین آذرنیوند؛** استاد دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **محمد جعفری؛** استاد دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران
❖ **محمد علی زارع چاهوکی؛** استاد دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

با توجه به هزینه‌بر و پرخطر بودن روش‌های صنعتی ذخیرهٔ کربن، بایستی به ذخیرهٔ کربن به روش زمینی توجه بیشتری شود. در اینجاست که ذخیرهٔ کربن در مراتع اهمیت پیدا می‌کند. لذا این تحقیق با هدف مقایسهٔ ذخیرهٔ کربن در مراتع طبیعی و دست‌کاشت انجام شد. بدین منظور سه رویشگاه با سه گونهٔ *Stipa barbata*، *Salsola rigida* و *Atriplex canescens* انتخاب شدند. نمونه‌برداری از هر یک از گونه‌ها در ده تکرار (۳۰ نمونه) و همچنین خاک گونه‌ها در شش تکرار در هر یک از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر (۳۶ نمونه) به روش تصادفی- سیستماتیک انجام شد. کربن گیاه و خاک و همچنین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که بین سه رویشگاه، در عمق اول خاک از نظر مقدار سیلت، ماسه، کربن آلی، pH و EC و در عمق دوم خاک از نظر مقدار سیلت، کربن آلی، ازت، pH و EC اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین ذخیرهٔ کربن کل بیومس هوایی به ترتیب به *A.canescens* (۳/۴ تن در هکتار) و *S. barbata* (۰/۳۳ تن در هکتار) مربوط بود. اما بیشترین و کمترین ذخیرهٔ کربن کل رویشگاه به ترتیب به مرتع دست‌کاشت *A.canescens* (۳۹/۸۴ تن در هکتار) و مرتع طبیعی *S.barbata* (۳۱/۹۴ تن در هکتار) مربوط بود به طوری که هر سه گونه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<0/05$). در نهایت پیشنهاد می‌شود یکی از اولویت‌های مهم در مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی، مدیریت کربن خاک و توجه به پتانسیل گیاهان در امر ذخیرهٔ کربن باشد.

کلید واژگان: *Stipa barbata*، *Salsola rigida*، *Atriplex canescens*، ذخیرهٔ کربن و اخترآباد.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۲۶۳۲۲۲۳۰۴+
Email: atavili@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

در قرن حاضر چندین موضوع عمدهٔ محیط زیستی شامل تخریب زمین و بیابان‌زایی، تهدید تنوع زیستی، تضعیف منابع آب، تخریب جنگل‌ها و مراتع، و بالاخره تغییر اقلیم از چالش‌های مهم در توسعهٔ پایدار و فقرزدایی به شمار می‌روند. بسیاری از بررسی‌های علمی در سطح بین‌المللی نشان دهندهٔ شواهد علمی از تغییر اقلیم هستند. این تحقیقات CO_2 را عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای می‌دانند که می‌تواند تأثیر منفی بر زیست‌بوم‌های خشکی و آبی داشته باشد [۲۳]. علت تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر CO_2 فعالیت‌های صنعتی، قطع جنگل‌ها، نابودی مراتع، سوء مدیریت و ... می‌باشند [۲۲]. لذا ضروری است که با مدیریت و محافظت مناسب اکوسیستم‌های مرتعی و سایر مناطق گام مثبتی به منظور کاهش تراکم کربن اتمسفری و در نتیجه کاهش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداشته شود. در این راستا پژوهش‌های زیادی در قالب طرح‌های تحقیقاتی و پروژه‌های دانشجویی در ایران و دنیا انجام شده است که همگی متفق‌القول، به اهمیت موضوع ذخیرهٔ کربن پرداخته‌اند. لذا با توجه به اهمیت آن لازم است که مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد. محققانی با بررسی میزان کربن، نیتروژن و فسفر در خاک مراتع طبیعی و دست کاشت به این نتیجه رسیدند که میزان کربن، نیتروژن و فسفر در مراتع دست کاشت، نزدیک به مرتع طبیعی بود [۲۱]. محققانی دیگر با مقایسهٔ کربن آلی خاک در مراتع طبیعی، تحت کشت گندم و همچنین مناطق تحت کشت گونه‌های مرتعی چندساله به این نتیجه رسیدند که کمترین میزان کربن آلی خاک در منطقهٔ تحت کشت گندم قرار دارد [۳]. نتایج تحقیقی در زمینهٔ بررسی اثر تبدیل گراسلندها به اراضی گندم بر میزان انتشار CO_2 اتمسفری نشان داد که تبدیل گراسلندها به اراضی گندم موجب کاهش ذخایر کربن گردیده است. علت این امر تغییر در نوع پوشش گیاهی ذکر شده است [۱۲]. محققان ایرانی به تأثیر انواع مختلف گونه‌های چوبی بر میزان ذخیرهٔ کربن اشاره داشته و دریافتند که میزان عناصری مانند نیتروژن بر ذخیرهٔ کربن خاک تأثیرگذار است [۱۱]. همچنین محققانی دیگر در بررسی ذخیرهٔ کربن خاک و زیتودهٔ گیاهی در مراتع دست‌کاشت و طبیعی نشان دادند که کل کربن ذخیره شده در واحد سطح مرتع طبیعی (۳۸/۷۱ تن در هکتار)، منطقهٔ تحت کشت *K.Prostrata* (۲۳/۶۶ تن در هکتار)، منطقهٔ تحت کشت *A.elongatum* (۱۴/۴۷ تن در هکتار)، منطقهٔ تحت کشت *A.desertorum* (۱۸/۳۲ تن در هکتار) بود [۱۸]. رنجبری در بررسی ذخیرهٔ کربن در بوته‌زارها و علفزارها نشان داد که از لحاظ ذخیرهٔ کربن این دو رویشگاه با هم اختلاف معنی‌داری ندارند گرچه بیشترین میزان کربن ذخیره شده مربوط به رویشگاه بوته‌زار بود [۱۳]. گزینه‌های شناخته شده که به کاهش کربن اتمسفری و اصلاح تبعات تغییر اقلیم کمک می‌کند، عبارت است از ذخیرهٔ کربن به شکل صنعتی و ذخیرهٔ کربن به شکل زمینی. روش‌های صنعتی شامل ذخیرهٔ کربن زمین‌شناختی، اقیانوسی و معدنی است [۹]. اما از آنجا که ذخیرهٔ کربن به روش‌های صنعتی هزینه‌بر و ریسک آن بالاست بنابراین بایستی به ذخیرهٔ کربن به روش زمینی توجه بیشتری شود. در اینجاست که موضوع ذخیرهٔ کربن در مراتع اهمیت پیدا می‌کند. با توجه به مطالعات انجام شده در اکوسیستم‌های مرتعی و همچنین سطح زیاد مراتع در ایران مسائل زیادی در رابطه با توانایی ذخیرهٔ کربن در گونه‌های مختلف اعم از طبیعی و دست‌کاشت پیش می‌آید به علاوه مسئله گرم شدن زمین و افزایش گاز کربنیک مسئله‌ای جهانی است و به کشور خاصی محدود نمی‌شود. از طرفی، انجام پروژه‌هایی که میزان دی‌اکسیدکربن را کاهش دهد، می‌تواند سیاست تجارت کربن را دنبال کند. به همین دلیل تحقیقات در این زمینه در کشور ایران ضروری است. لذا این پژوهش با هدف مقایسهٔ ذخیرهٔ کربن در شرایط پوشش گیاهی طبیعی و دست‌کاشت انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. روش‌شناسی

۲,۱. منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ اخترآباد ملارد در استان تهران واقع شده است و فاصلهٔ آن با کرج ۶۳ کیلومتر و با شهر تهران ۱۰۰ کیلومتر می‌باشد. مناطق مورد مطالعه، بخشی از آن بین طول جغرافیایی ″۵۹ ′۴۴ °۵۰ شرقی تا عرض جغرافیایی ″۱۵ ′۴۲ °۳۵ شمالی قرار دارد (مراتع دست‌کاشت) و بخشی از آن بین طول جغرافیایی ″۱۲ ′۳۹ °۵۰ شرقی تا عرض جغرافیایی ″۵۸ ′۳۷ °۳۵ شمالی قرار دارد (مراتع طبیعی). ارتفاع متوسط منطقهٔ مورد مطالعه بین ۱۱۵۰ تا ۱۱۷۵ متر از سطح دریا است. خاک این منطقه به علت دارا بودن املاح فراوان؛ شور و قلیایی، میانگین بارندگی ۲۴۴ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی در طول شبانه روز ۴۷ میلی‌متر است. از نظر اقلیمی ضریب خشکی دومارتن در این منطقه ۹/۸ محاسبه شد. لذا این منطقه دارای اقلیم خشک و بیابانی است. دو نوع مرتع شامل مرتع طبیعی (با غالبیت *S.rigida* و *S.barbata*) و مراتع کشت‌شده با *A.canescens*، جهت انجام این مطالعه انتخاب شدند. پوشش گیاهی منطقهٔ مورد مطالعه دارای تیپ‌های غالب *A.canescens*، *S.rigida* و *S.barbata* بود که با فواصل کم نسبت به هم قرار گرفته بودند. مهمترین گونه‌های همراه در تیپ‌های مذکور، گونه‌های *Alhagi maurorum* (خار شتر)، *Lactuca Virosa* (کاهو وحشی) و *Hordeum murinum* (جو وحشی) بودند. با پیمایش منطقه در تیپ‌های مورد مطالعه، مناطقی که بیشترین حضور گونهٔ مورد نظر را داشتند، انتخاب شدند تا در حد امکان تأثیر گونه‌های همراه بر ذخیرهٔ کربن به‌ویژه در بخش خاک به حداقل برسد. ملاک اصلی در انتخاب مناطق مورد بررسی غالبیت گونه‌های مذکور بود که با هدف ارزیابی واقعی و انحصاری گونه‌های مورد بررسی در ذخیرهٔ کربن در مراتع طبیعی و دست‌کاشت صورت گرفت.

۲,۲. روش تحقیق

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در هر منطقه در قالب ۳۰ پلات و در طول سه ترانسکت موازی با فاصله ۵۰ متر از هم به طول ۲۰۰ متر انجام شد. تعداد نمونه‌ها با توجه به تغییرات پوشش و اندازهٔ پلات با روش حداقل مساحت تعیین شد. به طوری که در تیپ‌های *A.canescens*، *S.rigida* و *S.barbata* به علت تعداد کم گونه‌های همراه در تیپ‌های مذکور، ابعاد مناسب پلات به‌ترتیب ۲*۲، ۲*۱ و ۱*۱ متر مربعی به دست آمد. در هر پلات خصوصیات درصد پوشش تاجی، تراکم، سنگ و سنگریزه و درصد خاک لخت ثبت شد. در ادامه جهت برآورد زیتودهٔ بالای سطح زمین شامل بیومس هوایی از روش اندازه‌گیری مستقیم استفاده شد. بدین منظور تعداد ده پایهٔ گیاهی از هر تیپ که از نظر بنیه و دیگر خصوصیات ظاهری نظیر ابعاد تاج نمایندهٔ تیپ گیاهی باشد، انتخاب شد. لازم به ذکر است که از بیومس زیرزمینی به علت وقت‌گیر بودن و هزینه‌بر بودن صرف نظر شد [۱۷]. برای نمونه‌برداری از اندام هوایی، تاج و طوقه تا سطح زمین به طور کامل قطع و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد. نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل گردید. در ادمه با حفر ۶ پروفیل در هر کدام از سایت‌ها در طول ترانسکت‌ها نمونه‌برداری از خاک صورت گرفت. به طوری که در ابتدا و انتهای هر ترانسکت و در زیر تاج پوشش گونهٔ غالب اقدام به حفر پروفیل در دو عمق شد. نمونه‌برداری در هر پروفیل بر اساس عمق خاک و وسعت ریشه‌دوانی، از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد و نمونه‌های خاک به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید. در آزمایشگاه، ابتدا نمونه‌های گیاهی توزین شدند سپس نمونه‌های تر در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به طور کامل خشک گردید. سپس وزن خشک هر نمونه به طور جداگانه ثبت شد. پس از آسیاب نمونه‌های خشک گیاهی، درصد کربن آلی نمونه‌های گیاهی به روش احتراق در کورهٔ الکتریکی با درجهٔ حرارت ۳۸۵ درجه سانتیگراد در مدت ۲۴ و ۳۰ ساعت

Archive of SID
www.SID.ir

تعیین شد. خاکستر نمونه‌ها پس از خارج شدن از کوره الکتریکی توزین شدند. اختلاف وزن اولیه و ثانویه؛ مقدار مادهٔ آلی را نشان می‌دهد به طوری که نصف مادهٔ آلی را کربن آلی تشکیل می‌دهد. پس از الک کردن، در نمونه‌های مربوط به هر پروفیل، برخی خصوصیات خاک از قبیل درصد ذرات رس، سلیت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس اندازه‌گیری شد [۶]. کربن آلی از روش والکی-بلک و ازت خاک از روش کجلدال محاسبه شد [۱]. در ادامه با محاسبهٔ وزن مخصوص ظاهری خاک با روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب در هر عمق و ضرب میزان کربن آلی خاک در وزن مخصوص ظاهری، وزن کل کربن ترسیب شده در خاک در واحد سطح مرتع بر اساس رابطهٔ (۱) محاسبه شد. بنابراین وزن کل کربن ترسیب شده (در اینجا ذخیره شده) در هر سایت بر حسب کیلوگرم در هکتار و در نهایت بر حسب تن در هکتار محاسبه شد.

$$Cc= 10000 \times C\ (\%) \times Bd \times e \qquad \text{رابطهٔ (۱)}$$

(Cc: میزان ترسیب کربن در خاک، C: میزان کربن آلی خاک، Bd: وزن مخصوص ظاهری و e: عمق مورد مطالعه)

۲،۳. تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا جهت نرمال و همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف یک نمونه‌ای و لیون از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. سپس داده‌های سه رویشگاه با آزمون تجزیهٔ واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند به طوری که در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از روش دانکن جهت مقایسهٔ تیمارها استفاده گردید. نمودارهای لازم نیز با استفاده از محیط اکسل رسم گردیدند.

۳. نتایج

جدول (۱) نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفه برخی ویژگی‌های گیاهی (مقدار کربن در دو گرم بیومس هوایی، ذخیرهٔ کربن کل بیومس هوایی، تراکم، تاج پوشش و لاشبرگ) در تیمارهای مختلف در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد. به طوری که نتایج آماری نشان داد تیمارهای مختلف از نظر میزان کربن بیومس هوایی، ذخیرهٔ کربن در کل بیومس هوایی، تراکم و تاج پوشش با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. اما از نظر میزان لاشبرگ با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس برخی ویژگی‌های گیاهی در تیمارهای مختلف

ویژگی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	نتیجه
مقدار کربن در دو گرم بیومس هوایی(٪)	بین گروه‌ها	۱۲۳/۸۳۸	۲	۶۱/۹۱۹	۴/۱۷	*
	داخل گروه‌ها	۴۰۰/۰۵۶	۲۷	۱۴/۸۱۷		
	کل	۵۲۳/۸۹۴	۲۹			
ذخیرهٔ کربن در کل بیومس هوایی (تن در هکتار)	بین گروه‌ها	۰/۰۰۲	۲	۰/۰۰۱	۹/۰۹	*
	داخل گروه‌ها	۰/۰۰۳	۲۷	۱/۱۱		
	کل	۰/۰۰۵	۲۹			
تراکم (٪)	بین گروه‌ها	۱۰۷۱/۱۰	۲	۵۳۵۵/۳۹	۱۶/۱۵	*
	داخل گروه‌ها	۲۸۸۳/۱۰	۸۷	۳۳۱۴/۳۸		
	کل	۳۹۵۴/۲	۸۹			
تاج پوشش (٪)	بین گروه‌ها	۱۳۰۵۳/۷۵۶	۲	۶۵۲۵/۸۷۸	۳۹/۵۸	*
	داخل گروه‌ها	۱۴۶۹۲/۸۶۷	۸۷	۱۶۴/۸۸۴		
	کل	۲۷۷۴۶/۶۲۲	۸۹			
لاشبرگ (٪)	بین گروه‌ها	۱۶/۰۸۹	۲	۸/۰۴۴	۲/۱۲	NS
	داخل گروه‌ها	۳۲۹/۷۰۰	۸۷	۳/۷۹۰		
	کل	۳۴۵/۷۸۹	۸۹			

*: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد NS: عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

Archive of SID
www.SID.ir

مقایسهٔ میانگین خصوصیات گیاهی نشان داد که بیشترین میانگین مقدار تراکم، تاج پوشش و لاشبرگ به‌ترتیب مربوط به گونه‌های *Salsola rigida* و *Atriplex canescens* بوده است و کمترین آن نیز به‌ترتیب مربوط به گونه‌های *Atriplex canescens* و *Stipa barbat* است. مقایسهٔ میانگین درصد کربن آلی در دو گرم بیومس هوایی گونه‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که گونه‌های *S. rigida* و *S. barbata* در دو گروه آماری قرار گرفته‌اند و گونهٔ *A.canescens* نیز بین این دو گروه مشترک است به طوری که بیشترین میانگین میزان کربن آلی (۴۲/۸۷ درصد) مربوط به گونهٔ *S. barbat* و کمترین آن (۳۷/۹۰ درصد) مربوط به گونهٔ *S. rigida* می‌باشد. نتایج آماری تجزیهٔ واریانس نشان داد که هر سه گونه از نظر ذخیرهٔ کربن بیومس هوایی در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفته‌اند و با هم اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین میانگین کربن ذخیره شده در بیومس هوایی (۳/۴ تن در هکتار) مربوط به گونهٔ *A. canescens* و کمترین آن (۰/۲۲ تن در هکتار) مربوط به گونهٔ *S. rigida* می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسهٔ برخی ویژگی‌های گیاهی در تیمارهای مختلف با آزمون دانکن در سطح پنج درصد

گونهٔ گیاهی	مقدار کربن دو گرم بیومس هوایی (٪)	ذخیرهٔ کربن در کل بیومس هوایی (ton/ha)	تراکم (پایه در هکتار)	تاج پوشش (٪)	لاشبرگ (٪)
A.canescens	۴۰/۵۰ab ± ۱/۱	۳/۴ b ±۰/۲	۱۹۱۷a ± ۱۹۶/۵۳	۳۱/۳ b ±۴/۰۱	۳/۸۶ a ±۰/۴۶
S. barbata	۴۲/۸۷ b ±۱/۷۶	۰/۳۳ a ±۰/۱۱	۱۸۹۳b ± ۳۴۹/۳۳	۳/۲۳ a ±۰/۳	۲/۸۳ a ±۰/۳۴
S. rigida	۳۷/۹۰a ± ۰/۳	۰/۲۲ c ±۰/۳۸	۲۸۸۳ b ± ۴۵۷۱/۳۱	۹/۴۰ a ±۰/۸۲	۳/۵۵ a ±۰/۲۶

حروف نامشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

جدول (۳) نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفهٔ خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد. به طوری که نتایج آماری نشان داد تیمارهای مختلف از نظر میزان رس، وزن مخصوص ظاهری و نیتروزن با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. اما از نظر میزان سیلت، ماسه، کربن آلی، pH و EC با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند.

جدول (۴) نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفهٔ خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف از نظر میزان رس، ماسه و وزن مخصوص ظاهری با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. اما از نظر میزان سیلت، کربن آلی، pH و EC با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند.

مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی خاک در عمق اول خاک نشان داد که بیشترین میانگین درصد رس (۲۰/۵۴ درصد) و سیلت (۳۰/۶۶ درصد) مربوط به خاک رویشگاه *A.canescens* و کمترین آن نیز به ترتیب مربوط به *S.rigida* (۱۵/۷۱ درصد) و *S.barbata* (۱۵/۶۶ درصد) می‌باشد. اما بیشترین میانگین درصد ماسه و وزن مخصوص ظاهری مربوط به *S.rigida* (۶۸/۱۲ درصد) و (۱/۵۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کمترین آن نیز مربوط به *A.canescens* است. همچنین مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی خاک در عمق دوم نشان داد که بیشترین میانگین درصد رس (۲۴/۸۸ درصد) و سیلت (۲۴/۶۶ درصد) مربوط به خاک رویشگاه *A.canescens* و کمترین آن نیز به‌ترتیب مربوط به *S.barbata* (۱۸/۸۸ درصد) و *S.rigida* (۱۲/۶۶ درصد) می‌باشد. اما بیشترین میانگین درصد ماسه و وزن مخصوص ظاهری به‌ترتیب مربوط به *S.rigida* (۶۳/۱۲ درصد) و *S.barbata* (۱/۵۲ گرم بر سانتی متر مکعب) وکمترین آن نیز مربوط به *A.canescens* است (جدول ۵). مقایسهٔ خصوصیات شیمیایی خاک در عمق اول خاک سه رویشگاه نشان داد

Archive of SID
www.SID.ir

کـــه بیشـــترین میـــانگین مقـــدار pH (۸/۴۲) و EC (۰/۴۵ds/m) به‌ترتیب مربوط به خاک رویشگاه *S.rigida* و *A.canescens* و کمترین آن نیز به مربوط به *S.barbata* می‌باشد. اما بیشترین میانگین ازت و کربن آلی به‌ترتیب مربـوط بـه *A.canescens* (۰/۰۶) و *S.rigida* (۰/۳۳) و کمترین آن نیـز مربـوط بـه *S. barbata* (۰/۰۴ و ۰/۱۰) می‌باشد. همچنین مقایسهٔ خصوصیات شیمیایی خـاک در عمق دوم خـاک سـه رویشـگاه نشـان داد کـه بیشـترین میانگین مقدار pH (۸/۴۲) و EC (۰/۵۲ ds/m) به‌ترتیب مربوط بـه خـاک رویشـگاه *S.rigida* و *A.canescens* و کمترین آن نیز به مربـوط بـه *S.barbata* مـی‌باشـد. امـا بیشترین میانگین ازت و کربن آلی به ترتیـب مربـوط بـه *A.canescens* (۰/۰۷ درصـــد) و *S. barbata* (۰/۵۱ درصد) و کمترین آن نیز مربـوط بـه ترتیـب *S. barbata* (۰/۰۵ درصـــد) و *S.rigida* (۰/۱۷ درصـــد) مـــی‌باشـــد (جدول ۶).

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ واریانس خصوصیات فیزیکی- شیمیایی در خاک زیر گونه‌ها (عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متر)

ویژگی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	نتیجه
رس (٪)	بین گروه‌ها	۷۲/۳۳۳	۲	۳۶/۱۶۷	۰/۸۴۲	NS
	داخل گروه‌ها	۶۴۴/۱۶۷	۱۵	۴۲/۹۴۴		
	کل	۷۱۶/۵۰۰	۱۷			
سیلت (٪)	بین گروه‌ها	۸۷۱/۰۰۰	۲	۴۳۵/۵۰۰	۶/۲۴	*
	داخل گروه‌ها	۱۰۴۵/۵۰۰	۱۵	۶۹/۷۰۰		
	کل	۱۹۱۶/۵۰۰	۱۷			
ماسه (٪)	بین گروه‌ها	۱۳۱۷/۳۳۳	۲	۶۵۸/۶۶	۱۱/۴۷	*
	داخل گروه‌ها	۶۶۰/۶۶۷	۱۵	۵۷/۳۷		
	کل	۲۱۸۷/۰۰۰	۱۷			
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	بین گروه‌ها	۰/۰۲۶	۲	۰/۰۱۳	۲/۴۶	NS
	داخل گروه‌ها	۰/۰۸۰	۱۵	۰/۰۰۵		
	کل	۰/۱۰۶	۱۷			
نیتروژن (٪)	بین گروه‌ها	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۱	۲/۶۱	NS
	داخل گروه‌ها	۰/۰۰۴	۱۵	۰/۰۰۰		
	کل	۰/۰۰۶	۱۷			
کربن آلی (٪)	بین گروه‌ها	۰/۳۹۲	۲	۰/۱۹۶	۴/۰۷	*
	داخل گروه‌ها	۰/۷۲۲	۱۵	۰/۰۴۸		
	کل	۱/۱۱۳	۱۷			
pH (-)	بین گروه‌ها	۳/۲۱۰	۲	۱/۶۰۵	۲۳/۶	*
	داخل گروه‌ها	۱/۰۲۷	۱۵	۰/۰۶۸		
	کل	۴/۲۳۷	۱۷			
EC (ds/m)	بین گروه‌ها	۰/۳۰۹	۲	۰/۱۵۵	۱۵۵	*
	داخل گروه‌ها	۰/۰۱۰	۱۵	۰/۰۰۱		
	کل	۰/۳۱۹	۱۷			

*: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد NS: عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج تجزیهٔ واریانس خصوصیات فیزیکی- شیمیایی در خاک زیر گونه‌ها (عمق ۶۰- ۳۰ سانتی‌متر)

ویژگی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	نتیجه
رس (٪)	بین گروه‌ها	۱۲۹/۷۷۸	۲	۶۴/۸۸۹	۰/۵۵	NS
	داخل گروه‌ها	۱۷۴۱/۳۳۳	۱۵	۱۱۶/۰۸۹		
	کل	۱۸۷۱/۱۱۱	۱۷			
سیلت (٪)	بین گروه‌ها	۴۶۰/۴۴۴	۲	۲۳۰/۲۲۲	۵/۰۱۹	*
	داخل گروه‌ها	۶۸۸/۰۰۰	۱۵	۴۵/۸۶۷		
	کل	۱۱۴۸/۴۴۴	۱۷			
ماسه (٪)	بین گروه‌ها	۵۱۷/۳۳۳	۲	۲۵۸/۶۶۷	۲/۶۳	NS
	داخل گروه‌ها	۱۴۷۴/۶۶۷	۱۵	۹۸/۳۱۱		
	کل	۱۹۹۲/۰۰۰	۱۷			
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	بین گروه‌ها	۰/۰۴۱	۲	۰/۰۲۱	۱/۴۳	NS
	داخل گروه‌ها	۰/۲۱۵	۱۵	۰/۰۱۴		
	کل	۰/۲۵۷	۱۷			
نیتروژن (٪)	بین گروه‌ها	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۱	۵/۲۶	*
	داخل گروه‌ها	۰/۰۰۲	۱۵	۰/۰۰۰		
	کل	۰/۰۰۳	۱۷			
کربن آلی (٪)	بین گروه‌ها	۰/۱۵۱	۲	۰/۰۷۶	۲/۷۲	*
	داخل گروه‌ها	۰/۴۱۷	۱۵	۰/۰۲۸		
	کل	۰/۵۶۸	۱۷			
pH (-)	بین گروه‌ها	۲/۶۴۵	۲	۱/۳۲۲	۵۷/۴۷	*
	داخل گروه‌ها	۰/۳۳۹	۱۵	۰/۰۲۳		
	کل	۲/۹۸۴	۱۷			
EC (ds/m)	بین گروه‌ها	۰/۱۸۴	۲	۰/۰۹۲	۸/۳۶	*
	داخل گروه‌ها	۰/۰۰۷	۱۵	۰/۰۱۱		
	کل	۰/۱۹۱	۱۷			

*: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد NS: عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین خصوصیات فیزیکی خاک رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

عمق خاک	گونهٔ گیاهی	رس (٪)	سیلت (٪)	ماسه (٪)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
۰ – ۳۰ (cm)	*A.canescens*	۲۰/۵۴a±۲/۷	۳۰/۶۶b±۵/۱۵	۴۸/۷۸a±۳/۹۴	۱/۴۲a±۰/۰۲۰
	S. barbata	۱۸/۸۸a±۲/۵۲	۱۵/۶۶a±۲/۰۲	۶۵/۴۵b±۲/۲۱	۱/۴۷a±۰/۰۲۳
	S. rigida	۱۵/۷۱a±۲/۷۸	۱۶/۱۶a±۲/۰۳	۶۸/۱۲b±۲/۸۶	۱/۵۱a±۰/۰۴۱
۳۰ - ۶۰(cm)	*A.canescens*	۲۴/۸۸a±۵/۰۰	۲۴/۶۶b±۳/۲۱	۵۰/۴۵a±۶/۱۰	۱/۴۱a±۰/۰۳۹
	S. barbata	۱۸/۸۸a±۵/۰۸	۲۱/۳۳b±۳/۴۸	۵۹/۷۸a±۱/۸۳	۱/۵۲a±۰/۰۷۱
	S. rigida	۲۴/۲۱a±۲/۶۶	۱۲/۶۶a±۰/۶۶	۶۳/۱۲a±۲/۹۲	۱/۴۳a±۰/۰۲۳

حروف نامشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین خصوصیات شیمیایی خاک رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

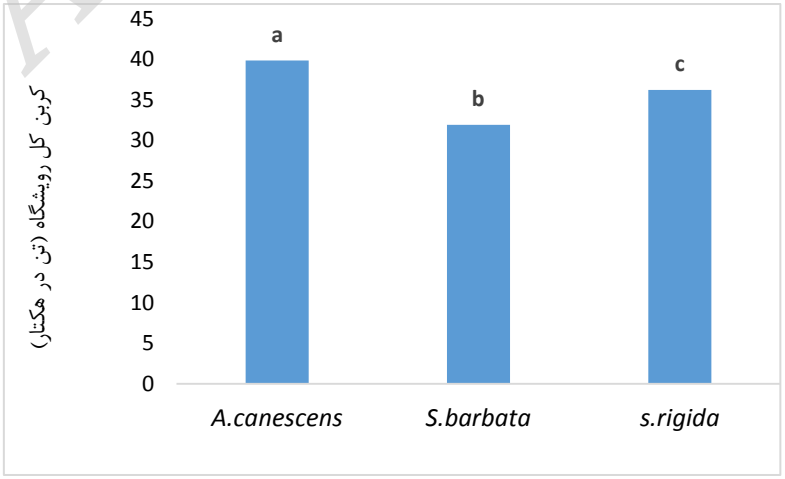
عمق خاک	گونهٔ گیاهی	pH (–)	EC (ds/m)	نیتروژن (٪)	کربن آلی (٪)
۰ – ۳۰ (cm)	*A.canescens*	۷/۹۲b±۰/۱۰	۰/۴۵c±۰/۰۰۵	۰/۰۶a±۰/۰۰۴	۰/۳۲a±۰/۰۶
	S.barbata	۷/۴۸a±۱/۰۲	۰/۲۱a±۶/۰۱۰	۰/۰۴a±۰/۰۰۲	۰/۱۰b±۰/۰۵
	S.rigida	۸/۴۲c±۰/۰۰۷	۰/۳۹b±۶/۰۰۹	۰/۰۴a±۰/۰۰۵	۰/۳۳a±۰/۰۸
۳۰ – ۶۰ (cm)	*A.canescens*	۸/۰۹b±۰/۱۸	۰/۵۲c±۰/۰۱	۰/۰۷b±۰/۰۰۵	۰/۲۲a±۰/۱۰
	S.barbata	۷/۴۸a±۰/۰۲	۰/۲۰a±۰/۰۰	۰/۰۵a±۰/۰۰۵	۰/۵۱b±۰/۰۸
	S.rigida	۸/۵۱c±۰/۰۲	۰/۳۸b±۰/۰۰	۰/۰۶a±۰/۰۰۹	۰/۱۷a±۰/۰۶

حروف نامشابه در هر ستون وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد

جدول (۷) ذخیرهٔ کربن کل در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد؛ به طوری که جدول حکایت از این دارد که در رویشگاه گونه‌های *A.canescens* و *S.rigid* میزان کربن ذخیره شدهٔ کل، با افزایش عمق خاک افزایش یافته است. در حالی که در گونه *S.barbata* میزان ذخیرهٔ کربن کل، با افزایش عمق کاهش یافته است. همچنین نتایج دانکن نشان داد که رویشگاه سه گونهٔ مورد مطالعه در سطح پنج درصد از نظر ذخیرهٔ کربن با همدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. به طوری که گونهٔ *A.canescens* با بیشترین میزان کربن بیومس هوایی، بیشترین میزان ذخیرهٔ کربن (۳۹/۸۴ تن در هکتار) را در کل رویشگاه داشته است و گونه‌های *S.rigida* و *S.barbata* با مقدار ۳۶/۲۴ و ۳۱/۹۴ تن در هکتار از لحاظ ذخیرهٔ کربن در کل رویشگاه به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

جدول ۷. محاسبهٔ ذخیرهٔ کربن کل در تیمارهای مختلف

تیمار	کربن آلی خاک در عمق اول (kg/ha)	کربن آلی خاک در عمق دوم (kg/ha)	کربن آلی بیومس هوایی (kg/ha)	ذخیرهٔ کربن کل (kg/ha)	ذخیرهٔ کربن کل (ton/ha)
A.canescens	۹۳۷۲	۲۷۰۷۲	۳۳۹۷/۷	۳۹۸۴۱/۷	۳۹/۸۴
S.barbata	۲۲۴۹۱	۹۱۲۰	۳۳۰/۴۸	۳۱۹۴۱/۴۸	۳۱/۹۴
S.rigida	۷۷۰۱	۲۸۳۱۴	۲۲۵/۹۵	۳۶۲۴۰/۹۵	۳۶/۲۴



شکل ۱. مقایسهٔ میانگین کربن کل رویشگاه (تن در هکتار) سه گونهٔ مورد مطالعه در سطح ۵ درصد

Archive of SID
www.SID.ir

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه که در راستای مقایسهٔ ذخیرهٔ کربن در مراتع طبیعی و دست‌کاشت بود، نشان داد برآورد میزان کل ذخیرهٔ کربن در هر یک از تیمارهای مختلف، متفاوت بوده است. به طوری که مقایسهٔ میانگین ذخیرهٔ کربن تیمارهای مختلف از طریق آزمون تجزیهٔ واریانس، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در مقدار ذخیرهٔ کربن در تیمارهای گوناگون بود ($P<0/05$). در این بین گونهٔ *Atriplex canescens* با پوشش و بیومس بیشتر بیشترین و گونهٔ *Stipa barbata* با پوشش علفی و *Salsola rigida* با پوشش بوته‌ای کمترین مقدار ذخیرهٔ کربن را داشتند. تفاوت در اختلافات موجود را می‌توان ناشی از تفاوت در نوع رویشگاه و به بیان دیگر اختلاف در نوع گونه‌های گیاهی، نوع پوشش گیاهی، نحوهٔ قرارگیری برگ‌ها نسبت به اشعه خورشید، بیومس و اجزای آن، کمیت و کیفیت لاشبرگ، کربن آلی خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دانست. بر اساس یافته های تحقیق، می‌توان به شرح زیر در مورد نتایج بحث نمود.

نتایج نشان داد که گونهٔ *A.canescens* بیشترین تأثیر را در ذخیرهٔ کربن در بیومس هوایی خود داشته است. اما گونه‌های *S.barbata* و *S.rigida* به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. علت ذخیرهٔ کربن زیاد در بیومس هوایی *A.canescens* نسبت به دو گونه دیگر را می‌توان به داشتن مقدار پوشش و لاشبرگ زیاد و احتمالاً تفاوت‌های فیزیولوژیکی منحصر به فرد این گونه، مانند افزایش درصد چوبی شدن اندام‌های ساقه و ریشه نسبت داد. بنابر نتایج مذکور می‌توان بیان کرد، ذخیرهٔ کربن در بیومس هوایی گیاهان با درصد پوشش گیاهی، نوع گونه‌های گیاهی، مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی، ارتباط دارد. محققانی در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند [۲۰]. ذخیرهٔ کربن در بیومس هوایی *S.barbata* نسبت به *S.rigida* زیادتر بود. دلیل این یافته را می‌توان اینگونه تفسیر کرد، *S.barbata* جزء آن دسته از گندمیانی است که برگ‌ها در طول ساقه و ارتفاع گیاه قرار گرفته و تاج پوشش کشیده و پیوسته‌ای را به وجود می‌آورد و آرایش برگ‌های آن به صورت عمود بر اشعه خورشید است. در نتیجه نور بیشتری جهت فتوسنتز دریافت کرده و کربن بیشتری در بیومس خود ذخیره می‌کند. در این راستا محققی اظهار دارد، مقدار کربن ذخیره شده در بیومس هوایی در واحد زمان بستگی به مقدار نور فعال جذب شدهٔ فتوسنتزی توسط گیاهان دارد. به طوری که مقدار نور فعال جذب شده تحت تأثیر موجودی نور فعال اولیه و راندمان جذب نوری پوشش است [۱۹].

با عنایت به نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌توان اذعان کرد، در تیمارهای مختلف، مقدار ذخیرهٔ کربن از جزء درشت خاک به جزء ریز خاک افزایش یافته است. این قضیه را اینگونه می‌توان تحلیل کرد، رس در تشکیل کمپلکس‌های رس و هوموس و تثبیت مادهٔ آلی برای مدت طولانی‌تر در خاک و افزایش فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها توانایی زیادی دارد. در نتیجه تولید و تجمع مواد آلی به مقدار بیشتری در خاک‌های ریز بافت صورت می‌گیرد. از طرفی آنزیم‌ها، سبب جذب مینرال‌های رسی گردیده و بدین وسیله به صورت غیرفعال در می‌آیند و آن دسته از مواد آلی که جذب رس‌ها می‌گردند نیز در برابر عمل میکروارگانیسم‌ها مقاوم شده و به‌سختی تجزیه می‌شوند. به عبارتی دیگر، در خاک‌های غنی از رس و سیلت شرایط برای خاکدانه‌سازی مناسب بوده و این امر سبب چسبیدن ذرات مواد آلی کربن‌دار به ذرات رس و محافظت شدن در فضای درون خاکدانه‌ای می‌گردند، در نتیجه کربن آلی به صورت بلندمدت تثبیت می‌گردد و از خطر تجزیه حفظ می‌شود. این یافته‌ها با نتایج به دست آمده از یک تحقیق انجام شده که اظهار داشت خاک‌های درشت دانه نسبت به خاک‌های ریز دانه پتانسیل کمتری در ذخیرهٔ کربن دارند مطابقت دارد [۱۶]. همچنین برخی از محققان خارجی نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند [۱۰]. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار ازت در عمق اول و دوم خاک مربوط به گونهٔ *A.canescens* است. در حالی که گونه‌های *S.rigida* و *S.barbata* به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. لذا با توجه به نتایج، می‌توان خاطر نشان

Archive of SID
www.SID.ir

نمود، با افزایش مقدار مواد آلی در خاک مقدار ازت و فسفر نیز که از اجزای مهم تشکیل دهندهٔ این مواد می‌باشند ازدیاد حاصل می‌نمایند. محققان ایرانی بیان کردند که بافت خاک، نیتروژن و نسبت C/N از عوامل مؤثر در ذخیرهٔ کربن خاک است. نیز، مشخصهٔ درصد رس و نیتروژن را به‌عنوان مهم‌ترین اجزای تأثیرگذار خاک بر مقدار کربن آلی و ذخایر ذخیرهٔ کربن گزارش کردند [۱۱و۸].

مقایسهٔ میانگین وزن مخصوص ظاهری در خاک زیر گونه‌ها در عمق اول و دوم نشان داد که هر سه گونه در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند و با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵). به طوری که در عمق اول بیشترین میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک مربوط به خاک رویشگاه *S.rigida* و کمترین آن مربوط به خاک رویشگاه *A.canescens* بود. در حالی که در عمق دوم بیشترین میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک مربوط به خاک رویشگاه *S.barbata* و کمترین آن مربوط به خاک رویشگاه *A.canescens* است. با توجه به یافته‌های مذکور، می‌توان اذعان کرد، با افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. نتیجهٔ به دست آمده را می‌توان اینگونه تحلیل کرد: افزایش ماده آلی، باعث کاهش وزن مخصوص و افزایش خلل و فرج و بهبود نفوذپذیری و در نتیجه کاهش رواناب و فرسایش شده و به این ترتیب باعث کاهش هدر رفت کربن می‌شود.

گرچه میزان هدایت الکتریکی در گونه‌های *S.rigida* و *A.canescens* نسبت به *S.barbat* بیشتر بود، اما این دو گونه توانایی بیشتری در سازگاری با تنش فوق را دارند در حالی که این تنش بر گونهٔ *S.barbata* به علت عدم توانایی آن در این شرایط تأثیر منفی داشته است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد، میزان ذخیرهٔ کربن با توجه به نوع گونه و شرایط رویشگاهی متفاوت خواهد بود؛ که در این مناطق با توجه به تغییرات هدایت الکتریکی در خاک اثر آن مشاهده شده است. افزایش میزان EC در خاک با بروز تنش بر گیاه همراه است زیرا هدایت الکتریکی از طریق اثر اسمزی و اثر سمی بودن ویژهٔ یون‌ها سبب اختلال در جذب عناصر توسط گیاه می‌شود. همچنین توسعهٔ برگ، رشد و تولید مادهٔ خشک در گیاه را به طور محسوس تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۵].

گرچه در اغلب موارد، بخش قابل ملاحظه‌ای از کربن آلی خاک در لایه‌های سطحی خاک قرار دارد و با افزایش عمق، از درصد کربن آلی کاسته می‌شود [۴]، اما در این تحقیق نتایج حاصل از محاسبهٔ مقدار کربن آلی خاک در عمق اول و دوم نشان داد که در همهٔ گونه‌ها به جز گونهٔ *S.barbata* مقدار ذخیرهٔ کربن خاک با افزایش عمق افزایش یافته است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان خاطر نشان نمود، در گونهٔ *S.barbata* بر خلاف دو گونهٔ دیگر، ذخیرهٔ کربن با افزایش عمق کاهش یافته است. دلیل این قضیه را می‌توان به اثرگذاری کم لاشبرگ گیاه و عدم گسترش ریشه‌های *S.barbata* در عمق دوم خاک نسبت داد. به عبارتی دیگر، دلیل آن را می‌توان روند تدریجی تجزیهٔ لاشبرگ و تبدیل آن به هوموس که از لایهٔ سطحی خاک آغاز می‌شود دانست. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد [۱۲]. اما دلیل افزایش ذخیرهٔ کربن با افزایش عمق، در گونه‌های *A.canescens* و *S.rigida* را اینگونه می‌توان تفسیر کرد که کربن تجزیه شده از مواد آلی و بخش‌های سخت و چوبی این گونه‌ها پس از ورود به لایه‌های سطحی خاک توسط پدیدهٔ جابه‌جایی از طریق بارندگی و آبشویی وارد لایه‌های معدنی در عمق‌های پایین‌تر خاک شده که متعاقباً باعث افزایش میزان ذخیرهٔ کربن خاک در عمق‌های پایین‌تر می‌شوند. دلیل دیگر این قضیه می‌تواند این باشد که گونه‌های بوته‌ای و خشبی، علاوه بر افزایش قابل توجه از حجم مواد آلی و افزودن کربن به خاک، دارای ریشه‌دوانی عمیق با سطوحی وسیع می‌باشند که بدین ترتیب به طور فزاینده باعث ایجاد تغییر در میزان ذخیرهٔ کربن آلی خاک به‌خصوص در عمق‌های پایین‌تر خاک می‌شوند. در مجموع در هر سه گونهٔ مورد مطالعه مقدار کربن ذخیره شده در خاک (عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متر)، خیلی بیشتر از بیوماس هوایی گیاهان بود. به طوری که مقایسهٔ توزیع کربن نشان داد که در خاک رویشگاه *A.canescens* از

Archive of SID

www.SID.ir

کل کربن ذخیره شده سهم کربن آلی در خاک ۹۱/۴۷ درصد است و مقدار بسیار کمی در زیتودهٔ گیاهی وجود دارد. این در حالی است که در رویشگاه *S.barbata* و *S.rigida* از کل کربن ذخیره شده سهم کربن آلی موجود در خاک به‌ترتیب ۹۸/۹۶ درصد و ۹۹/۳۷ درصد بود. نتیجه به دست آمده از این تحقیق، اظهار محققی که بیان می‌کند، مراتع عموماً کمتر از یک درصد از کربن آلی را در زیتوده ذخیره می‌نمایند و در مجموع میزان کربن موجود در زیتودهٔ گیاهی مراتع نسبتاً کم است، را تأیید می‌کند [۱۷]. بنابراین با عنایت به نتایج این پژوهش و مطالعهٔ منابع مختلف در این زمینه، جهت صحت و سقم نتایج مذکور، می‌توان با اطمینان بیان داشت که در اکوسیستم‌های مرتعی، خاک مهم‌ترین مخزن کربن آلی به شمار می‌آید. به طوری که نتایج تحقیقات بسیاری از پژوهشگران، از اطمینان بیان شده حکایت دارند [۱۴، ۵ و ۲]. مقایسهٔ میانگین مقدار کربن در کل رویشگاه نشان داد که بیشترین میانگین مقدار کربن ذخیره شدهٔ مربوط به رویشگاه گونهٔ *A.canescens* (۳۹/۸۴ تن در هکتار) و کمترین آن مربوط به رویشگاه *S.rigida* (۳۶/۲۴ تن در هکتار) است. این در حالی است که رویشگاه *S.barbata* از این نظر (۳۱/۹۴ تن در هکتار) در حد واسط این دو بود. با این وجود هر کدام از گونه‌ها در یک گروه آماری قرار گرفتند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). در این راستا، محققی با مقایسهٔ ذخیرهٔ کربن در علفزارها و بوته‌زارها به این نتیجه رسید که گرچه میزان ذخیرهٔ کربن در بوته‌زارها بیشتر از علفزارها است اما این اختلاف معنی‌دار نبود [۱۳]. بنابر نتایج به دست آمده می‌توان اذعان کرد، مرتع دست‌کاشت *A.canescens* از لحاظ ذخیرهٔ کربن، نسبت به مراتع طبیعی *S.barbata* و *S.rigida* از توان بیشتری برخوردار هستند. به طوری که توان ذخیرهٔ کربن کل در مرتع دست‌کاشت *A.canescens*، ۱/۲۴ برابر توان ذخیرهٔ کربن مرتع طبیعی *S.barbata* و ۱/۰۹ برابر توان ذخیرهٔ کربن مرتع طبیعی *S.rigida* بود. محققی دیگر با بررسی و مقایسهٔ میزان ذخیرهٔ کربن دو گونهٔ *A.canecence* و *Halthemia persica* در منطقهٔ نودهک قزوین نشان داد که میزان کربن کل ذخیره شده در آتریپلکس ۱/۲۷ برابر ورک بوده و در هر دو گونهٔ ورک و آتریپکس به‌ترتیب بیش از ۹۸ و ۸۷ درصد از کربن ترسیب شده در بخش خاک ذخیره شده است [۷]. با توجه به نتایج مذکور در این تحقیق می‌توان گفت، میزان پوشش گیاهی، نحوهٔ قرارگیری برگ‌ها نسبت به اشعهٔ خورشید، بیومس و اجزای آن، کمیت و کیفیت لاشبرگ، کربن آلی خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌توانند به نحوی بر میزان کل کرین ذخیره شدهٔ رویشگاه تأثیر بگذارند. در نهایت، به طور کلی و با عنایت به نتایج به دست آمده در این تحقیق، می‌توان اذعان کرد، در مورد تغییرات ذخیرهٔ کربن در اکوسیستم‌های مرتعی اعم از طبیعی و دست‌کاشت، ساختاری بسیار پیچیده و غیریکنواخت در رابطه با میزان ذخیرهٔ کربن در خاک وجود دارد. در نهایت پیشنهاد می‌شود، با توجه به قسمت اعظم ذخیرهٔ کربن در خاک، اولویت مهم در مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی، مدیریت مخزن مواد آلی خاک باشد. زیرا این استراتژی یک استراتژی برد- برد تلقی می‌شود.

References

[1] Berbold, K., Lal, R. and Shipitalo, M.J., (2008) Chemical stabilization of organic carbon pools in particle size fractions in no-till and meadow soils Biology and Fertility of Soils, 44: 1043-1051

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

Archive of SID
www.SID.ir

[3] Dormaar, J.F., and Willms, W.D., (2000). A comparison of soil chemical characteristics in modified rangeland communities. *Journal of Range Manage*. Vol 53. Pp: 453-458.

[4] Ferreiro, J.P., Carmen, T.C., Ma Carmen, L., Socorro, S., and Fernando G.S., (2010). Effect of management and climate on biochemical properties of grassland soils from Galicia (NW Spain). European *Journal of Soil Biology*, 46:136-143.

[5] Gao, Y.H., Luo, p., Wu, N.,. Chen, H., and Wang, G.X., (2007). Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau, Research *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6): 642-647.

[6] Gee, G.W., and Bauder, J.W., (1986). Particle-size analysis. Pp: 383-411. In: Klute A (ed.). Methods of Soil Analysis. Physical and Mineralogical Methods. Part 1(2 nd ed), ASA and SSSA, Madison WI

[7] Gholami, H., (2009). Compare of carbon store in *Atriplex canescens* and *Halthemai persica*, Qazvin Nodhak, M.SC Thesis of range management, University of Tehran.

[8] Hosseini, S., Vermash, S., Abdi, N., and Akbrynia, M., (2010). The effect of increasing forest on carbon sequestration and improved soil properties, *Journal of the forest*, 35: 1-25.

[9] IPCC, (2007). Climate change: The physical science basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report,

[10] Kasel, S., Singh, S., Sanders, G. J., Bennett, L. T., 2011. Species-specific effects of native trees on soil organic carbon in biodiverse plantings across north-central Victoria. Geoderma, 161: 95–106.

[11] Nobakhat, A., Pourmajidi, M., Hojati, H., and Falah, A., (2011). Compare the net carbon storage in forest conifer and broadleaf (Case study: Mazandaran tenth forest, the forest of Iran, 3 (1): p. 13 - 23.

[12] Qi, Y, C., Dong, Y, S., Liu, J, Y. Domroes, M., Geng, Y, B., Liu, L. X., Liu, X.R., and Yang. X. H., (2007). Effect of conversion of grassland to spring wheat field on the CO2 emission characteristics in inner Mongolia, China. *Soil and tillage research*, 94: 310-320.

[13] Ranjbari, (2010). Compare of carbon storage of shrublands and grassland, rangeland management master's thesis, College of Agricultural Sciences and Natural Resources, Tehran University

[14] Sadeghipour, A., (2011). Evaluation and carbon sequestration in different applications, ph.D thesis of Range Sciences, Tehran University.

[15] Salami, M.R., Safarnejad, A., and Hamidi., H., (2006). Effect of salinity on morPhological characteristics (Cuminum cyminum) and (Valeriana officinalis), *Construction Research*, 72: PP. 77 – 83**.**

[16] Sheidaei, A., (2011). Evaluation of carbon sequestration Potential in *A.elongatom* and *A.lentiformhs*, M.SC Thesis of range management, University of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan.

[17] sarmi, I., Kronfeld, G., & Moenester, M.,. (2017).The economics of climate change: the Stern Review. Cambridge, UK: *Cambridge University Press.*

[18] TaghiPour, A., Aghakhani, M and Nasri, M., (2012). Evaluation of carbon sequestration and biomass Plant in the rangelands of Planting and natural, Sisab Bojnoord, and Watershed Studies, No. 94, SPring 91

[19] Tahmasebi, P. (2009). Rangeland ecosystem analysis, Pelk Press, Tehran, Iran. 276 p. (In Persian).

[20] Tan, Z., and Lal, R. (2009). Carbon Sequestration Potential Estimates with Changes in Land Use and Tillage Practice in Ohio, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126:113-121.

[21] Whalen, J.K., Walter, D., Dormar, W., and Dormar, J.F., (2003) Soil carbon, nitrogen and phosphorus

[22] Yosef,G., Walko, R., Avisar, R., Tatarino, F., Rotenberg, E., & Yakir, d., (2018). 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.

[23] Frank,S., Havlik, P., Francois, G., Wolenberg, E., & Obersteiner, M., (2017). The potential of soil organic carbon sequestration for climate change mitigation and food security. Reserch program on climate change, agriculture and food security.

Archive of SID

www.SID.ir