Archive of SID

مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹

ص ۴۳۸-۴۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۱
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۲/۱۲

ارتباط ذخیرهٔ کربن گونهٔ *Astragalus brachyanus* با صفات گیاهی، خصوصیات رویشگاهی و مدیریت مرتع (راژان، آذربایجان غربی)

❖ **جواد معتمدی*؛** دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

❖ **شکوفه ابراهیمی؛** دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

❖ **اسماعیل شیدای کرکج؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

چکیده

برآورد ذخیرهٔ کربن، یکی از ملزومات اساسی به‌منظور ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم‌های مرتعی و ارزیابی اقتصادی ذخیرهٔ کربن، در عملیات اصلاح مراتع است. عملکرد گیاهان در مقدار ذخیرهٔ کربن، تابعی از ویژگی‌های گیاهی، عوامل محیطی و مدیریتی است. از این‌رو، ارتباط ذخیرهٔ کربن سالانهٔ گونهٔ *Astragalus brachyanus* (گون درختچه‌ای) با صفات گیاهی، خصوصیات رویشگاهی و مدیریت مرتع، در مراتع کوهستانی راژان، بررسی شد. پنج مکان که گونهٔ مذکور در آن پراکنش دارد و از نظر خصوصیات فیزیکی با یکدیگر تفاوت داشتند، انتخاب و بر مبنای نوع مدیریت (قرق یا غیر قرق؛ شدت چرای شدید، متوسط و کم) و جهت جغرافیایی، کُد بندی شدند. در هر مکان، از پوشش گیاهی در داخل ۳۰ پلات ۲*۲ متر مربعی که با فاصلهٔ ۱۰ متر از یکدیگر در امتداد شش ترانسکت ۵۰ متری مستقر شدند، اندازه‌گیری شد. در هر مکان، ۱۵ پایهٔ گیاهی *A.brachyanus* با ابعاد متنوع، انتخاب و ضمن اندازه‌گیری ویژگی‌های مشخصات ظاهری، رشد سال جاری آن‌ها جهت برآورد ذخیرهٔ سالانهٔ کربن، قطع گردید. نمونه‌ها جهت برآورد ضریب تبدیل کربن، به آزمایشگاه منتقل شد. از هر مکان، سه نمونه مرکب خاک نیز برداشت شد. عوامل توپوگرافی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و مدیریتی (شدت چرا در واحدهای مطالعاتی) نیز در هر مکان، ثبت گردید. به‌منظور بررسی ارتباط ذخیرهٔ کربن سالانه در بیوماس هوایی با عوامل محیطی و مدیریتی، از رگرسیون حداقل مربعات جزئی استفاده گردید. بر مبنای نتایج، مقدار ذخیرهٔ کربن گونهٔ *A.brachyanus* در تیمارهای مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. ذخیرهٔ کربن سالانهٔ بیوماس هوایی، با قطر تاج، تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی، ارتباط مستقیم و با نوع مدیریت (شدت چرا)، ارتباط معکوس دارد. بدین معنا که با افزایش قطر تاج، تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی، توان ذخیرهٔ کربن سالانه، افزایش و با افزایش شدت چرا، توان ذخیرهٔ کربن آن، به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به اثر منفی چرای دام بر مقدار ذخیرهٔ کربن، مدیریت چرای بهینه به‌منظور حداکثر سازی ذخیرهٔ کربن، ضرورت می‌یابد. همچنین به‌منظور فراهم کردن زمینهٔ افزایش ذخیرهٔ کربن گونهٔ *A.brachyanus*، توجه به افزایش مشخصه‌های گیاهی در پروژه‌های توسعه و گسترش پوشش گیاهی و پروژه‌های اصلاح مراتع، ضرورت می‌یابد. در این راستا، عملیات پرورشی گون درختچه‌ای، باید در جهت افزایش صفات گیاهی و در نتیجه افزایش سطوح فتوسنتز کننده، صورت گیرد.

کلید واژگان: اکوسیستم‌های مرتعی، اصلاح مرتع، خدمات و کارکردهای طبیعت، ذخیرهٔ کربن، گون‌زارها.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۹۱۴۳۴۷۷۸۷۵+
Email: motamedi@rifr-ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

ترسیب کربن به‌عنوان یکی از کارکردها و خدمات بالقوهٔ مراتع و به‌عنوان بخشی از چرخهٔ جهانی کربن، به تبادل کربن در شکل‌های متنوع دی اکسید کربن بین اتمسفر، بیوسفر، هیدروسفر و لیتوسفر اشاره دارد [۲۱،۲۳،۲۷]. ترسیب یا رسوب کربن، به‌عنوان یکی از مهمترین کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی و بویژه مراتع، ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش از میان روش‌های مطرح در جذب دی اکسید کربن مازاد موجود در جو، توسط اندام‌های هوایی و زیر سطحی و لاشبرگ گیاهان، گزارش شده است که با هدف کاهش غلظت کربن اتمسفری، مقابله با گرمایش هوا و اثرات سوء آن، صورت می‌گیرد [۷]. بر مبنای گزارش‌های ارائه شده، مقدار ذخیره در واحد سطح مراتع، ناچیز است ولی وسعت بالای این اراضی، سبب شده تا منابع و متون علمی، بر پتانسیل بالای این اراضی در ضبط و ذخیرهٔ کربن، اتفاق نظر داشته باشند [۸]. از همین‌رو، ضروری است افزون بر کارکردهای مختلف شامل تصفیهٔ هوا، کاهش جریان‌های مخرب آب‌های سطحی، کاهش فرسایش، تغذیهٔ سفره‌های آب زیر زمینی، استفاده های چند منظوره (آبزی پروری، پرورش زنبور عسل، تفرجگاه و غیره)، به پتانسیل بالای مراتع در ذخیرهٔ کربن به‌منظور کاهش غلظت این گاز در اتمسفر، توجه ویژه‌ای شود [۴،۲۲،۲۹]. نوع گونهٔ گیاهی و حتی اندام‌های مختلف یک گونه، پتانسیل متفاوتی در ذخیرهٔ کربن دارند و عملکرد گیاهان در مقدار ذخیرهٔ کربن، تابعی از عوامل مختلف نظیر صفات مورفولوژیکی (ارتفاع پایه‌های گیاهی، قطر تاج پوشش، تراکم و الگوی پراکنش)، عوامل محیطی (ویژگی‌های توپوگرافی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک)، عوامل مدیریتی (قرق و غیر قرق) و نوع کاربری اراضی است [۶،۲۳]. از این‌رو، توسعه و گسترش پوشش گیاهی، با افزایش سطوح فتو سنتز کننده و نهایتاً افزایش سطح جذب کربن، منجر به تقلیل، تعدیل و یا تثبیت غلظت این گاز، در اتمسفر و ثبات یا احیاناً کاهش دمای فعلی کرهٔ زمین خواهد شد [۳۱،۳۲]. پتانسیل گونه‌های مختلف در برابر ترسیب کربن، بسته به فرم رویشی نیز متفاوت است [۳،۲۸]. گونه‌های بوته‌ای و خشبی به دلایلی چون برخورداری از ریشهٔ عمقی و طویل، تراکم چوب بالا، زنده‌مانی زیاد و تجزیه کُندتر در مقایسه با گونه‌های علفی، از گونه‌های پر توان در جذب و ذخیرهٔ کربن، گزارش شده‌اند [۱۴،۱۹]. بر همین اساس، تبدیل علفزار به بوته‌زار، از اقدامات مؤثر در افزایش کمی و کیفی ذخیرهٔ کربن، معرفی شده‌اند [۱۸]. همچنین اعمال هرس با کاهش ارتفاع و حجم بوته‌ها و نهایتاً کاهش حجم بیوماس هوایی، موجب کاهش بیوماس کل و کاهش ذخیرهٔ کربن می‌شود [۲۴].

با توجه به غالبیت اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور که بارندگی ۳۰۰- ۵۰ میلی‌متر از مشخصه‌های آن است، لزوم پژوهش بر میزان تأثیر عوامل محیطی اعم از عوامل فیزیوگرافی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نوع مدیریت، بر مقدار ذخیرهٔ کربن، از ملزومات اساسی برای مدیریت اراضی طبیعی است. با مد نظر قرار دادن این نکته که اطلاعات چندانی در ارتباط با تأثیر عوامل محیطی، صفات گیاهی و مدیریتی بر میزان ذخیرهٔ کربن در گون‌زارهای درختچه‌ای آذربایجان غربی در دست نیست، پژوهش حاضر با هدف بررسی ارتباط ذخیرهٔ کربن سالانهٔ گونهٔ *A.brachyanus* با ویژگی های گیاهی، خصوصیات رویشگاهی و مدیریت مرتع، در مراتع کوهستانی راژان ارومیه انجام شد. از آنجا که گونهٔ مورد بررسی، بیشترین سهم را در ترکیب گیاهی مراتع منطقه دارد، مطالعه بر روی میزان ذخیرهٔ کربن آن در واحدهای مختلف مطالعاتی شامل جهات و طبقات مختلف ارتفاعی و مدیریت‌های متفاوت، انجام شد تا بر مبنای نتایج، بتوان به سؤالات مطرح نظیر این‌که: میانگین مقدار ذخیرهٔ کربن سالانه در بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* در واحدهای مختلف مطالعاتی، چقدر است؟ و اینکه مقدار کربن ذخیره شده، متأثر از کدام عوامل محیطی و مدیریتی است؟ پاسخ داد.

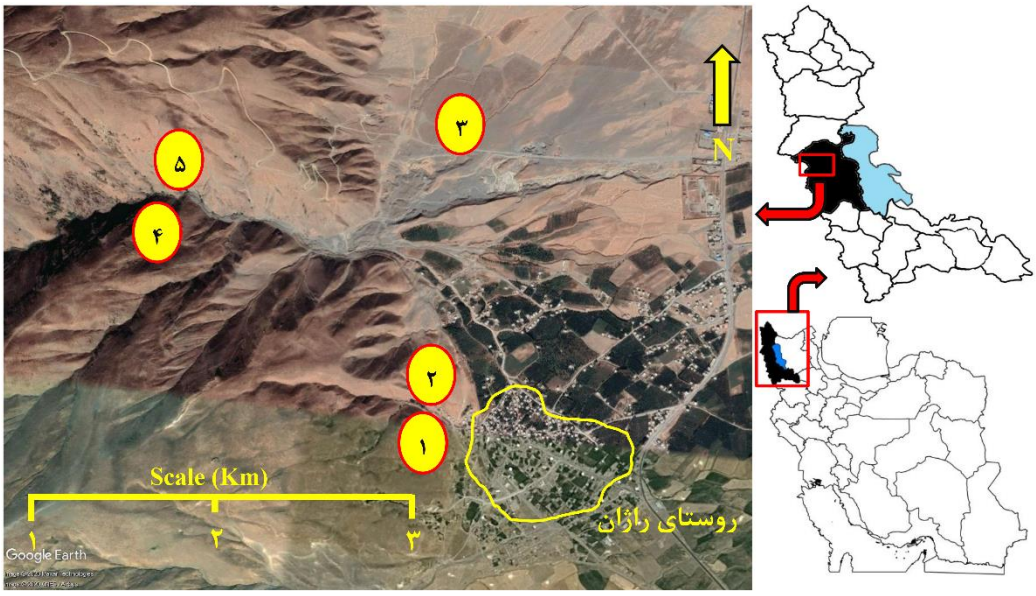
www.SID.ir

Archive of SID

۲. روش‌شناسی

۲.۱. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

مراتع مورد بررسی در غرب ارومیه، در موقعیت جغرافیایی ″۵۲ ′۴۶ °۴۴ تا ″۲۱ ′۵۱ °۴۴ طول شرقی و ″۴۹ ′۲۳ °۳۷ تا ″۳۹ ′۲۱ °۳۹ عرض شمالی، در ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا، پراکنش دارد. مراتع مذکور از نظر خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی، معرف سطح وسیعی از گون‌زارهای درختچه‌ای در شمال‌غرب کشور است که نتایج حاصل از آن قابل تعمیم به سایر رویشگاه‌های مشابه می‌باشد. آب و هوای منطقه بر اساس ضریب خشکی دومارتن، از نوع آب و هوای مرطوب فراسرد و بر اساس روش آمبرژه، جزء اقلیم ارتفاعات سرد قرار می‌گیرد. متوسط بارندگی بلندمدت سالانهٔ منطقه، ۴۵۹/۲ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت آن، ۵/۶ درجهٔ سانتی‌گراد است. بر اساس روش آمبروترمیک، یک دورهٔ مرطوب در منطقه حاکم است که از مهرماه، آغاز و تا اوایل خرداد ماه ادامه دارد. سایر ماه‌های سال، به‌عنوان دورهٔ خشک، به‌شمار می‌آید. بنابراین، بیشتر بارش‌ها در هشت ماه از سال صورت می‌گیرد و دارای شدت بالا و زمان تداوم کم است که خود مؤثرترین عامل در فرسایش خاک منطقه محسوب می‌شود.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

۲.۲. روش بررسی

۲،۲،۱. مطالعات میدانی

با استناد به اینکه در تمامی سطح منطقه، گونهٔ *A. brachyanus* به عنوان گونهٔ غالب حضور دارد و از حداکثر فراوانی برخوردار است، پنج مکان مرتعی که گونهٔ مذکور در آن پراکنش داشته و از نظر خصوصیات فیزیکی با یکدیگر تفاوت داشتند (جدول ۱)، انتخاب و بر مبنای نوع مدیریت (قرق یا غیر قرق؛ شدت چرای شدید، متوسط و کم) و جهت جغرافیایی، کُد بندی شدند. کدهای ذکر شده شامل؛ قرق و جهت شمالی (تیمار/ مکانA)، چرای شدید و جهت جنوبی (تیمار/ مکانB)، چرای کم و جهت شمالی (تیمار/ مکانC)، چرای متوسط و جهت جنوبی (تیمار/ مکانD)، چرای شدید و جهت شمالی (تیمار/ مکانE) می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات مکان‌های مورد پژوهش

شدت چرا	نوع مدیریت	درصد خاک لخت	درصد لاشبرگ	درصد پوشش تاجی	ارتفاع از سطح دریا	جهت غالب	شیب غالب (درجه)	مکان	کد
قرق	قرق	۵	۲۵	۶۰	۱۷۸۸	شرقی	۳۵	اول	A
شدید	غیرقرق	۳۵	۵	۳۵	۱۷۹۴	غربی	۲۴	دوم	B
کم	غیرقرق	۱۰	۲۰	۵۰	۱۷۰۸	شرقی	۳۴/۶	سوم	C
متوسط	غیرقرق	۲۰	۱۵	۴۵	۱۸۱۴	غربی	۳۰/۵	چهارم	D
شدید	غیرقرق	۳۰	۱۰	۳۵	۱۸۱۲	شرقی	۲۴/۱	پنجم	E

برای آماربرداری از پوشش گیاهی در هر یک از مکان‌ها، شش ترانسکت ۵۰ متری با فاصلهٔ ۲۵ متر از یکدیگر، پیاده شد. سپس درصد پوشش تاجی و تعداد پایهٔ هر یک از گونه‌ها، در داخل ۳۰ پلات دو در دو متر مربعی که با فاصلهٔ ۱۰ متر از یکدیگر در امتداد ترانسکت‌ها مستقر شده بودند، اندازه‌گیری شد [۱۷].

در مرحلهٔ بعد، در هر یک از مکان‌ها، ۱۵ پایهٔ گیاهی از گونهٔ *A.brachyanus* با ابعاد مختلف، انتخاب و ضمن اندازه‌گیری مشخصات ظاهری، رشد سال جاری آن‌ها جهت برآورد ترسیب کربن، قطع گردید. با توزین رشد سال جاری در عرصه و یاداشت آن، اقدام به برداشت نمونه‌های ۱۰۰ گرمی تر، از هر پایهٔ *A.brachyanus* شد. در نهایت، نمونه‌ها جهت برآورد ضریب تبدیل کربن آن‌ها، به آزمایشگاه منتقل شد. مشخصات ظاهری که برای هر پایهٔ گیاهی اندازه‌گیری شد شامل ارتفاع پایه، قطر تاج، تعداد جست، طول جست، محیط جست و محیط یقه بود.

از هر مکان مطالعاتی (تیمار)، سه نمونه مرکب خاک به وزن یک کیلوگرم برداشت شد و جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، به آزمایشگاه انتقال داده شد. عوامل توپوگرافی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و عوامل مدیریتی (نظیر شدت چرا در واحدهای مطالعاتی) نیز برای بررسی ارتباط مقدار ذخیرهٔ کربن با عوامل محیطی و مدیریتی، ثبت گردید.

۲،۲،۲. مطالعات آزمایشگاهی

۲.۲.۲،۱. اندازه‌گیری کربن آلی

پس از خشک کردن نمونه‌های ۱۰۰ گرمی در آون ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت، ضریب رطوبت موجود در نمونه‌ها محاسبه شد. با اعمال این ضریب در مقدار بیوماس تر نمونه‌ها که در عرصه اندازه‌گیری شده بود، مقدار وزن کل خشک آن‌ها محاسبه گردید. سپس با برداشت نمونهٔ ۱۰ گرمی از نمونه‌های خشک شده در آون، مقدار کربن آن‌ها توسط احتراق در کورهٔ الکتریکی به‌دست آمد. به این ترتیب که نمونه‌ای به وزن دو گرم در داخل ظرف بوتهٔ چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و به مدت پنج ساعت، قرار داده شد تا کاملاً سوخته و خاکستر خام (کل مواد معدنی) باقی بماند [۱۵]. در این روش، کاهش وزن حاصل از احتراق، مقدار مادهٔ آلی را نشان می‌دهد (رابطهٔ ۱) که ۵۶ درصد این مادهٔ آلی، برابر کربن آلی (رابطهٔ ۲) لحاظ می‌شود [۲]. در نهایت، ضریب تبدیل کربن، از تقسیم وزن کربن آلی (گرم) بر وزن نمونهٔ خشک گیاهی مورد استفاده در کوره که همان دو گرم بود، حاصل شد (رابطهٔ ۳). پس از به‌دست آمدن ضریب تبدیل کربن، با ضرب کردن آن در وزن خشک کل رشد سال جاری هر پایه، مقدار کربن آلی ذخیره شده در بیوماس هوایی، محاسبه گردید (رابطهٔ ۴). با در نظر گرفتن میانگین کربن موجود در پایه‌ها و تراکم گونهٔ *A. brachyanus*، میزان کربن ذخیره‌ای در واحد سطح، محاسبه شد (رابطهٔ ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

رابطهٔ ۱ = مادهٔ آلی

۱۰۰ × (وزن نمونه بعد از سوختن- وزن نمونه قبل از سوختن)

رابطهٔ ۲ مادهٔ آلی × ۰/۵۶= کربن آلی

رابطهٔ ۳

$$\text{ضریب تبدیل کربن} = \frac{\text{وزن کربن آلی (بر حسب گرم)}}{\text{وزن نمونه خشک (بر حسب گرم)}}$$

رابطهٔ ۴ =کربن آلی ذخیره شده در بیوماس هوایی هر پایه

ضریب تبدیل کربن × وزن خشک رشد سال جاری

رابطهٔ ۵ = مقدار کربن ذخیره شده در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)

تعداد پایه در هکتار× میانگین کربن موجود در پایه‌ها (کیلوگرم)

۲،۲،۳. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شمیایی خاک

در این پژوهش، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد کربن آلی، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد رطوبت خاک، درصد تخلخل، درصد سنگریزه و وزن مخصوص ظاهری به‌عنوان خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نظر گرفته شد. بافت خاک به روش هیدرومتر، کربنات کلسیم (آهک) به روش تیتراسیون با اسید، کربن آلی به روش واکلی- بلک، اسیدیته (pH) در گل اشباع، هدایت الکتریکی (EC) عصارهٔ اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش جانشینی کاتیون‌های تبادلی با استات سدیم تعیین شدند. توان حفظ و نگهداشت رطوبت توسط اندازه‌گیری وزن گل اشباع، وزن مخصوص ظاهری نیز با استفاده از نمونه‌برداری توسط سیلندر و رابطهٔ (۶)، صورت پذیرفت. درصد ذرات رس، سیلت و شن نیز به روش هیدرومتری و درصد آهک به روش تیتراسیون با سود اندازه‌گیری شدند [۱۰]. برای بهبود نتایج و افزایش دقت، هر نمونه خاک سه بار تحت آنالیز قرار گرفت و یک میانگین از آن استخراج گردید.

رابطهٔ ۶ = وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)

$$\frac{\text{وزن خاک خشک در ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد (gr)}}{\text{حجم خاک خشک شده در ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد (cm^3)}}$$

۲،۲،۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه و به منظور مقایسهٔ میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد و مقدار ذخیره کربن در هر کدام از تیمارهای مطالعاتی، مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور کاهش حجم داده‌ها و استخراج فاکتورهای مهم، از رویکرد تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نرم‌افزار $SPSS_{18}$ استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی ارتباط ذخیرهٔ کربن سالانهٔ بیوماس هوایی با عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی، از رگرسیون حداقل مربعات جزئی استفاده گردید. این روش جهت بررسی مجموعه داده‌های با تعداد مشاهدات کم طراحی و توسعه یافته است [۳۰]. محاسبات مربوط به این بخش با استفاده از نرم‌افزارهای $XLSTAT_{2016}$ و $Minitab_{17}$ صورت گرفت.

۳. نتایج

۳.۱. میانگین کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A. brachyanus* در مکان‌های مختلف

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس میانگین مقادیر کربن در تیمارهای مورد بررسی، در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس یک طرفه پارامتر مقدار کربن، نشان داد که بین مقدار کربن تیمارهای مختلف، در سطح ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. میانگین و انحراف از معیار کربن در تیمارهای مختلف، در شکل (۲) ارائه شده است.

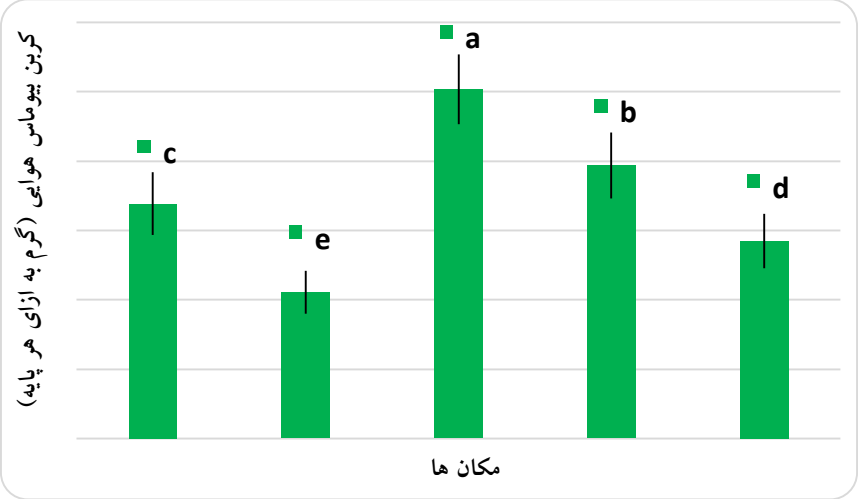
بر مبنای نتایج، ذخیرهٔ کربن در پایه‌های گیاهی واقع در تیمار C (مکان با شدت چرای کم و جهت شمالی) نسبت به دیگر تیمارها، بیشتر و کمترین مقدار مرتبط با تیمار B (مکان با چرای شدید و جهت جنوبی) می‌باشد. مقدار کربن دیگر تیمارها، حالت بینابینی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس میانگین مقادیر کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A. brachyanus* در تیمارهای مختلف

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	Sig
مکان	۴	۷۳۷۴/۰۲۱	۶/۵۷۰	۰/۰۰۰
خطا	۷۰	۱۱۲۲/۴۳۲	-	-
کل	۷۴	-	-	-



شکل۲. میانگین و انحراف از معیار مقدار کربن بیوماس هوایی در تیمارهای مختلف
حروف متفاوت a، b، c، d و e بیانگر اختلاف معنی‌داری میانگین کربن تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

۳،۲. میانگین مقادیر صفات گیاهی و بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* در مکان‌های مختلف

آمار توصیفی مربوط به پارامترهای گیاهی و کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* در تیمارهای مورد بررسی، در جدول (۳) ارائه شده است.

۳،۳. میانگین مقادیر پارامترهای محیطی و مدیریتی در مکان‌های مختلف

آمار توصیفی مربوط به پارامترهای محیطی و کربن آلی خاک در تیمارهای مورد بررسی در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. آمار توصیفی صفات گیاهی و مقدار ترسیب کربن در مکان‌های مختلف

پارامتر	نماد	واحد	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف از معیار
کربن سالانهٔ بیوماس هوایی	ABC	گرم به ازای هر پایه	۹۶/۳۷	۴۲/۱۷	۶۸/۴۱	۲۰/۶۷
ارتفاع پایه	H	سانتی‌متر	۸۵/۷۷	۵۸/۷۵	۷۵/۳۶	۱۰/۳۸
قطر تاج	CD	سانتی‌متر	۹۳/۸۶	۴۵/۲۸	۷۰/۲۷	۱۸/۷۶
تعداد جست	BN	-	۴/۱	۲/۲۸	۲/۹۷	۰/۷۳
محیط جست	BP	سانتی‌متر	۹/۷۷	۷/۲	۸/۲۶	۰/۹۷
طول جست	BL	سانتی‌متر	۸۱/۲۷	۶۳/۳۵	۷۴/۲۴	۷/۰۱
قطر یقه	BaD	سانتی‌متر	۲۰	۷/۹۶	۱۳/۵۹	۴/۸۸

www.SID.ir

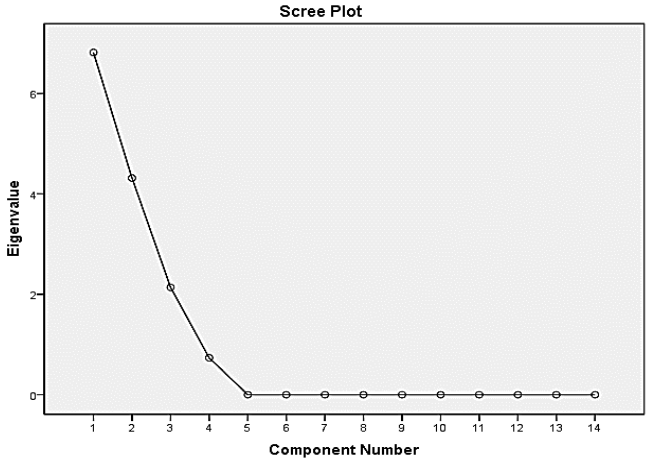
Archive of SID

جدول۴. آمار توصیفی پارامترهای محیطی در مکان‌های مختلف

پارامتر	نماد	واحد	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف از معیار
کربن آلی خاک	SOC	تن در هکتار در عمق ۳۰ سانتی‌متری	۹/۱۳	۳/۲۳	۶/۲۱	۲/۲۲
وزن مخصوص ظاهری	BD	گرم بر سانتی‌متر مکعب	۰/۹۷	۰/۷۰	۰/۸۴	۰/۱۱
رس	Clay	درصد	۱۸	۱۲	۱۴/۸۰	۲/۲۸
سیلت	Silt	درصد	۴۸	۱۹	۳۵/۸۰	۱۰/۸۴
شن	Sand	درصد	۶۹	۳۹	۴۹/۴۰	۱۱/۶۱
رطوبت خاک	SM	درصد	۱/۳۵	۱۱/۲۱	۶/۷۱	۳/۸۵
تخلخل	Porosity	درصد	۴۴/۵۲	۶۰/۸۳	۵۲/۴۰	۶/۴۹
ارتفاع از سطح دریا	Ele	متر	۱۸۱۴	۱۷۰۸	۱۷۸۳/۲۰	۴۳/۵۱
جهت جغرافیایی	Aspect	-	۰/۸۵	۰/۱۵	۰/۴۳	۰/۳۸
نوع مدیریت (شدت چرا)	GI	-	۴	۱	۲/۸	۱/۳

۳،۴. نتایج حاصل از PCA به منظور کاهش داده‌های عوامل محیطی و تعیین مهم‌ترین متغیرها

با استفاده از نمودار اسکری گراف (شکل ۳)، مشخص شد که از مؤلفهٔ سوم به بعد، تغییرات مقدار ویژه کم می‌شود. پس می‌توان سه مؤلفه را به عنوان مؤلفه‌های مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارند، استخراج کرد ولی در پژوهش پیش رو، برای حصول دقت بیشتر، دو مؤلفهٔ اول به عنوان مؤلفه‌هایی با بیشترین سهم در تبیین واریانس داده‌ها در نظر گرفته شد.



شکل ۳. نمودار اسکری‌گراف برای تعیین تعداد مؤلفه‌ها

جدول (۵) سهم متغیرها را در تبیین مؤلفه‌های مد نظر بعد از چرخش نشان می‌دهد. هر متغیر در مؤلفه‌ای قرار می‌گیرد که با آن مؤلفه همبستگی بالای معنی‌داری داشته باشد.

با توجه به مقادیر جدول ۵، در صورتی که دو مؤلفهٔ اول و دوم در نظر گرفته شود، چهار فاکتور (هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد سنگریزه و درصد شیب) حذف خواهند شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ماتریس مؤلفه‌های دَوَران یافته

پارامترهای محیطی	مؤلفه‌ها	
	۱	۲
هدایت الکتریکی	۰/۱۳۸	۰/۷۸۰
اسیدیته	-۰/۳۷۸	۰/۲۲۱
کربن آلی خاک	۰/۰۰۹	-۰/۹۴۸
رس	-۰/۲۸۸	-۰/۹۴۰
سیلت	-۰/۹۵۳	۰/۰۰۸
شن	۰/۹۳۴	۰/۱۸۷
رطوبت خاک	-۰/۲۳۸	۰/۹۲۸
تخلخل	-۰/۹۵۹	-۰/۰۹۷
سنگریزه	۰/۲۵۳	۰/۵۹۶
وزن مخصوص ظاهری	۰/۹۶۰	۰/۱۰۰
ارتفاع از سطح دریا	۰/۲۶۳	۰/۸۵۰
شیب	-۰/۲۹۱	-۰/۱۹۸

۳.۵. نتایج کاربرد آزمون PLS به منظور بررسی ارتباط عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی با مقدار ذخیرهٔ کربن

آنالیز تجزیهٔ واریانس مربوط به معنی‌داری رگرسیون حداقل مربعات جزئی در جدول (۶) ارائه شده است.

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس رگرسیون نشان می‌دهد که رگرسیون حداقل مربعات جزئی برازش شده بر روی دو مؤلفهٔ استخراج شده از ماتریس داده‌ها، در سطح یک درصد معنی‌دار است. نتایج ماتریس همبستگی پارامترها با مؤلفه‌های استخراجی رگرسیون در جدول (۷) قید شده است.

نمای بصری از چگونگی ارتباط پارامترهای وابسته و مستقل با یکدیگر و نیز چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر مقدار ذخیرهٔ کربن گونهٔ مورد بررسی در فضای دو بعدی حاصل از مؤلفه‌ها در شکل (۴) ارائه شده است.

در شکل ۴، پارامترهای مستقل (عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی)، با بُردار و پارامتر وابسته (کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* یا[1] ABC)، مشخص شده‌اند. نمودار پراکنش پارامترها در فضای دو مؤلفه (t_1 و t_2) رگرسیون حداقل مربعات جزئی، بیانگر رابطهٔ عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی با مقدار کربن ذخیره‌ای و همچنین ارتباط عوامل مذکور، با یکدیگر است. فاصلهٔ خطوط از پارامتر وابسته، نشانگر ارتباط یا عدم ارتباط عوامل مستقل و وابسته است. به این صورت که خطوط نزدیک، حاکی از ارتباط مستقیم و خطوط دور، بیانگر ارتباط معکوس عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی با یکدیگر است. به بیان دیگر، هر چه زاویهٔ فرضی بین پارامتر وابسته و مستقل، باز و به ۱۸۰ درجه نزدیکتر باشد، بیانگر ارتباط قوی منفی بین آن دو است. طول خطوط، بیانگر شدت اثر آن پارامتر بر مقدار ذخیرهٔ کربن است. به این معنی که هر چه طول خطوط کوتاه‌تر باشد، رابطهٔ ضعیفی بین آن پارامتر و ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی حاکم است. طبق نتایج حاصل از شکل (۴)، پارامترهای BL (طول جست) و H (ارتفاع پایهٔ گیاهی)، ارتباط مستقیم و قوی و پارامتر GI (نوع مدیریت)، ارتباط معکوس و قوی با ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* دارند. از

[1] Aerial Biomass Carbon

www.SID.ir

Archive of SID

بین پارامترهای مورد بررسی، پارامترهای BL (طول جست) و GI (نوع مدیریت) و پارامترهای CD (قطر تاج) و BN (تعداد جست)، به ترتیب شدت اثر کمتر و بیشتر بر مقدار ذخیرهٔ کربن در بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* در مکان‌های مورد بررسی دارند.

با عنایت به قرارگیری کربن بیوماس هوایی (ABC) در کمان دیاگرام، می‌توان بیان کرد که این پارامتر قویاً تحت تأثیر صفات گیاهی و عوامل محیطی و مدیریتی قرار گرفته و پیش‌بینی مناسبی صورت گرفته است. به دلیل نابرابری واحد پارامترها، امکان مقایسهٔ ضرایب وجود ندارد.

از همین‌رو، بر اساس ضرایب استاندارد شده (B)، عوامل مستقل رتبه‌بندی و مهم‌ترین آن‌ها تعیین می‌شوند. بر همین اساس نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که بیشترین اثرگذاری بر مقدار ذخیرهٔ کربن گونهٔ مورد بررسی، به‌ترتیب مربوط به فاکتورهای قطر تاج، تعداد جست، ارتفاع پایهٔ گیاهی و نوع مدیریت و کمترین آن مربوط به پارامتر محیط جست است. در این ارتباط، ضرایب استاندارد و پارامترهای رگرسیون حداقل مربعات جزئی در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول ۶. آنالیز رگرسیون حداقل مربعات جزئی بر روی مؤلفه‌های استخراجی

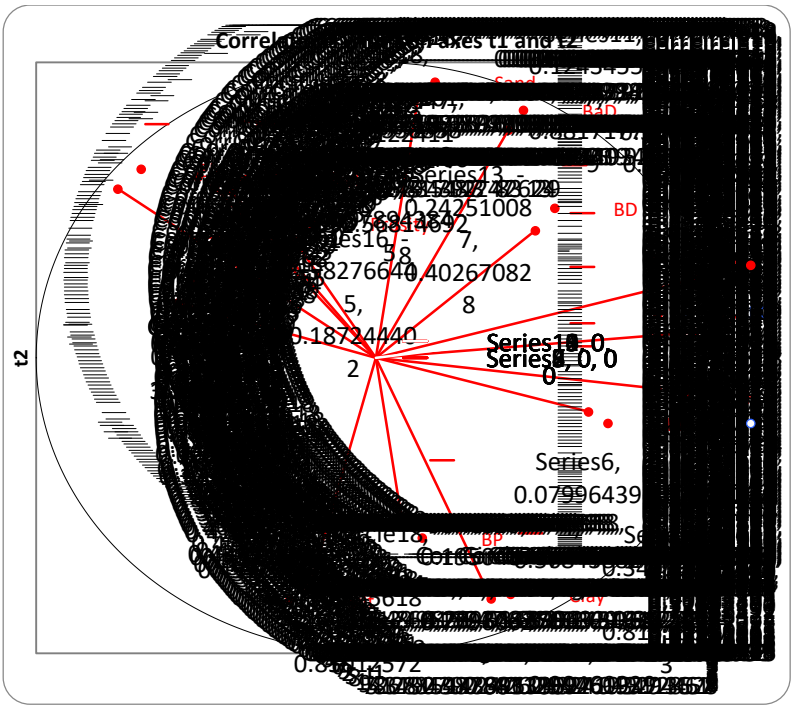
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مجموع مربعات	F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۲	۱۷۰۳/۶۳	۸۵۱/۸۱۳	۲۷۶/۴۱	۰/۰۰۴
خطای باقیمانده	۲	۶/۱۶	۳/۰۸۲	-	-
کل	۴	۱۷۰۹/۷۹	-	-	-

جدول ۷. ماتریس همبستگی پارامترها با مؤلفه‌های t_1 و t_2 استخراج شده از رگرسیون حداقل مربعات جزئی

متغیر	مؤلفه	
	t_1	t_2
قطر تاج	۰/۹۴۹	۰/۲۶۹
ارتفاع پایه گیاهی	۰/۸۲۹	- ۰/۱۰۴
قطر یقه	۰/۳۹۱	۰/۷۷۱
تعداد جست	۰/۹۳۹	۰/۰۸۷
محیط جست	۰/۰۸۰	- ۰/۵۶۸
طول جست	۰/۶۲۷	-۰/۱۸۱
وزن مخصوص ظاهری	۰/۴۷	۰/۴۳۲
رس	۰/۳۴	-۰/۸۱۵
سیلت	-۰/۱۹۵	-۰/۷۸
شن	۰/۱۲۴	۰/۸۸۲
رطوبت خاک	-۰/۴۷۵	۰/۵۷۹
تخلخل	-۰/۲۴۳	۰/۴۰۳
ارتفاع از سطح دریا	-۰/۷۶۱	۰/۵۷۱
جهت جغرافیایی	-۰/۴۳	۰/۵۶۸
شدت چرای دام	-۰/۵۸۳	۰/۱۸۷

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نمودار چگونگی ارتباط عوامل محیطی و مدیریتی و صفات گیاهی با ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی گونهٔ *A. brachyanus*

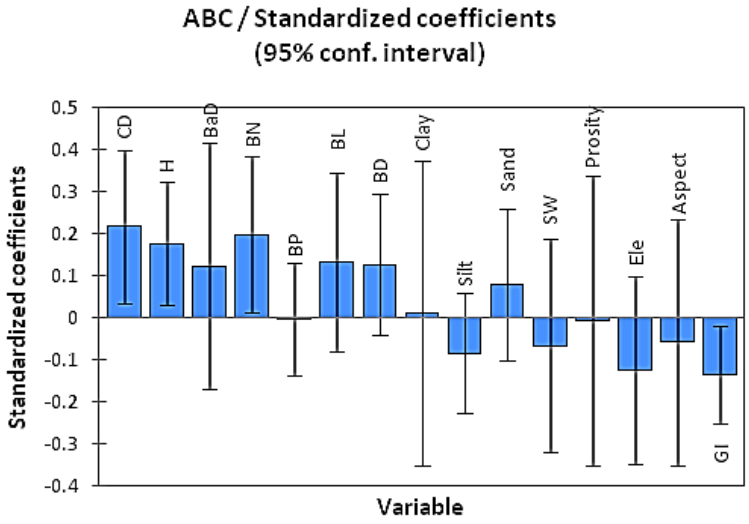
جدول ۸. ضرایب پارامترهای مدل رگرسیون حداقل مربعات جزئی

متغیر	پارامترهای مدل برآورد کربن بیوماس هوایی	ضرایب استاندارد مدل (Beta)	اولویت اثرگذاری پارامترهای قابل اطمینان
ثابت	۶۵/۹۶	-	-
قطر تاج	۰/۲۳۹	۰/۲۱۷	۱
ارتفاع پایه گیاهی	۰/۳۵۲	۰/۱۷۷	۳
قطر یقه	۰/۵۲۲	۰/۱۲۳	-
تعداد جست	۵/۵۷۷	۰/۱۹۸	۲
محیط جست	-۰/۰۵۴	-۰/۰۰۳	-
طول جست	۰/۳۹۱	۰/۱۳۳	-
وزن مخصوص ظاهری	۲۲/۶۴۷	۰/۱۲۷	-
رس	۰/۱۰۸	۰/۰۱۲	-
سیلت	-۰/۱۶	-۰/۰۸۴	-
شن	۰/۱۴۱	۰/۰۷۹	-
رطوبت خاک	-۰/۳۵۳	-۰/۰۶۶	-
تخلخل	-۰/۰۲	-۰/۰۰۶	-
ارتفاع از سطح دریا	-۰/۰۵۹	-۰/۱۲۳	-
جهت جغرافیایی	-۳/۰۸۸	-۰/۰۵۷	-
شدت چرای دام	-۲/۱۲۷	-۰/۱۳۴	۴

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجا که در رگرسیون حداقل مربعات جزئی، آماری برای معنی‌داری ضرایب ارائه نمی‌شود، از همین‌رو قابل اعتماد بودن ضرایب این رگرسیون از طریق روش بوت استرپ و در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد بررسی می‌گردد. نتایج حا صل از فوا صل اطمینان در شکل (۵) ارائه شده است.



شکل ۵. فواصل اطمینان ضرایب استاندارد رگرسیون متغیرهای مستقل

در صورتی که این بازه، صفر را در بر بگیرد، وزن بتا در مدل معنی‌دار نخواهد بود. پارامترهایی که عدد صفر را در بر نگیرند، با اطمینان ۹۵ درصد بیان می‌شوند. با توجه به نتایج مندرج در شکل فوق، می‌توان چنین عنوان کرد که ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی گونهٔ مورد بررسی به احتمال ۹۵ درصد، تحت تأثیر پارامترهای CD (قطر تاج)، H (ارتفاع پایهٔ گیاهی)، BN (تعداد جست) و GI (نوع مدیریت) است.

بر حسب بتای استاندارد متغیرها، پارامتری که بیشترین فاصله را از ضریب استاندارد صفر داشته باشد، بیشترین میزان اثرگذاری را در بین سایر پارامترها خواهد داشت. طبق نتایج فوق، پارامتر CD (قطر تاج) بیشترین اثرگذاری را دارد. نتایج حاصل از بررسی کیفیت برازش مدل در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول ۹. آماره‌های تناسب برازش مدل رگرسیونی حداقل مربعات جزئی

آماره	ارزش
مشاهدات	۵
مجموع وزن‌ها	۵
درجه آزادی	۲
ضریب تبیین	۰/۹۸۵
انحراف از معیار	۳/۵۹۱
خطای میانگین مربعات	۵/۱۵۹
خطای جذر میانگین مربعات	۲/۲۷۱

www.SID.ir

Archive of SID

طبق نتایج حاصل از جدول فوق، مدل حاصله با ضریب تبیین ۹۸/۵ درصد برای سناریوی استفاده از عوامل محیطی و صفات گیاهی، برازش شده است که نشان از دقت بسیار خوب مدل دارد. همچنین با توجه به نتایج ارائه شده در شکل (۴)، مشخص می‌شود که در نهایت پارامترهای CD (قطر تاج)، H (ارتفاع گیاه)، BN (تعداد جست) و GI (نوع مدیریت)، به عنوان پارامترهای باقی‌مانده در مدل منظور می‌گردد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر مبنای نتایج، مقدار ذخیرهٔ کربن سالانهٔ بیوماس هوایی گونهٔ *A.brachyanus* در تیمارهای مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند. همچنین، مقدار کربن سالانهٔ بیوماس هوایی، با قطر تاج، تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی، ارتباط مستقیم و با نوع مدیریت (شدت چرا)، ارتباط معکوس دارد. بدین معنا که با افزایش قطر تاج، تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی، توان ذخیرهٔ کربن سالانهٔ گونهٔ *A.brachyanus* افزایش و با افزایش شدت چرا، توان ذخیرهٔ کربن آن، به شدت کاهش می‌یابد.

ارتباط توان ذخیرهٔ کربن و مدیریت (قرق یا غیر قرق؛ چرای شدید، متوسط و کم)، همواره از موضوع‌ها و عناوین بحث برانگیز و از عوامل تعیین کننده در مقدار ذخیرهٔ کربن محسوب می شود. زیرا تعلیف دام از مراتع، منجر به تغییر ذخایر کربن اکوسیستم می‌شود، اما میزان این تغییر، بسته به شدت چرای دام و حجم بهره‌برداری دام از اکوسیستم، متفاوت است. افزایش شدت چرا و برداشت پوشش گیاهی توسط دام، منجر به افت درصد پوشش گیاهی، کاهش زیتودهٔ گیاهی و در نهایت کاهش مواد آلی برگشتی به خاک و کاهش چشمگیر در ترسیب کربن گیاه و خاک می‌شود. اثرات منفی چرا در مناطقی با اقلیم خشک و نیمه خشک، به علت محدودیت دو عامل لاشبرگ و آب، چشم‌گیرتر گزارش شده است [۱۱،۲۲].

نتایج پژوهش حاضر با دیگر مطالعات [۵،۱۲،۲۰] که بیان کردند میزان ترسیب کربن از مناطقی با شدت چرای زیاد به مناطقی با شدت چرای کم، افزایش می یابد، همخوانی دارد. چرای دام از دو جهت بر کاهش زیتودهٔ زیر زمینی و در نتیجه کاهش ترسیب اندام‌های زیر زمینی، اثر می‌گذارد. چرا با تأثیر بر اندام‌های هوایی و زیر زمینی و با دارا بودن نقش مستقیم در کاهش پوشش گیاهی و نقش غیر مستقیم در کاهش کربن اکوسیستم، از طریق افزایش فرسایش پذیری خاک و بیابان‌زایی، بر موفقیت استقرار پوشش گیاهی و در نهایت بر مقدار کربن ذخیره‌ای اثر گذار است [۲۰،۲۲].

در اثر چرا، اولاً برگ‌ها و ساقه‌ها توسط دام برداشت شده و گیاه در جهت ترمیم و بازسازی اندام‌های از دست رفته، مجبور به مصرف مقادیر قابل توجهی از مواد ذخیره‌ای موجود در اندام‌های زیر زمینی خود می‌کند که باعث کاهش رشد و نمو سایر قسمت‌های گیاه از جمله اندام‌های زیر زمینی می‌شود [۹،۱۲]. پس می‌توان بیان نمود که ریشه‌ها به عنوان بزرگترین منبع ورود کربن به خاک، به‌خصوص در مناطق خشک که بخش قابل توجهی از بیوماس کل را ریشهٔ گیاه تشکیل می‌دهد، حائز اهمیت بسیارند. شایان توجه است که کربن ترسیب یافته در اندام هوایی گیاهان، از طریق لاشبرگ، به خاک اضافه می‌شود.

نقش غیرمستقیم چرا بر کاهش پتانسیل ترسیب کربن اکوسیستم‌های طبیعی را می‌توان چنین تشریح کرد که تردد دام، پودر شدن خاک سطحی، کاهش نفوذپذیری خاک، افزایش رواناب و کُند شدن توسعهٔ ریشه در خاک را در بر دارد که در اثر گذشت زمان، منجر به کاهش زیتودهٔ ریشه و کاهش توان ترسیبی آن خواهد شد. در نتیجه می‌توان چنین ادعا کرد که اعمال قرق، با افزایش درصد پوشش گیاهی و لاشبرگ ورودی به خاک، کاهش تبخیر، افزایش رطوبت نسبی خاک منجر به اُفت دما و فعالیت‌های میکروبی و کاهش شدت و سرعت تجزیه در مقایسه با مناطق تحت چرا می‌گردد. در این راستا، گزارش شد که بهره‌برداری و شدت چرایی که از قسمت‌های مختلف مرتع می‌تواند صورت بگیرد، بر روی قابلیت ترسیب کربن در

www.SID.ir

Archive of SID

سایت‌های مختلف مرتعی، تأثیر دارد [۲۵]. نتیجهٔ بسیاری از مطالعات بر روی خاک‌های مراتع چرا شده در جهان، بیانگر هر دو اثر متناقض افزایش و کاهش [۸،۳۳] ذخیرهٔ کربن بر اثر چراست. اثر معنی‌دار چرای شدید بر کاهش بیوماس ریشه، به‌صورتی است که موجب کاهش سهم نسبی ریشه از کل کربن ترسیب شده در اکوسیستم (به دلیل کاهش بیوماس ریشه‌ای) گردیده و از طرف دیگر می‌تواند موجب افزایش سهم نسبی ریشه از کربن ترسیب شده در کل بیوماس گیاهی (به دلیل کاهش نسبت بیوماس تاج به ریشه) گردد [۲۶]. در مجموع، مقدار ذخیرهٔ کربن در واحد زمان، به خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، تغییر کاربری اراضی، نوع عملیات احیایی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیرهٔ قبلی کربن در خاک بستگی دارد [۸، ۳۳].

خصوصیات توپوگرافی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) با تأثیر بر مقدار بارندگی، دما، نور دریافتی، رطوبت نسبی در اکولوژی گیاهی اثر گذارند. افزایش یا کاهش برخی فاکتورها نظیر ارتفاع از سطح دریا، الگوی مشخص و واحدی از افزایش یا کاهش ترسیب کربن ندارد. از همین‌رو نیازمند انجام پژوهش هایی در مقیاس محلی است [۲۱،۳۴]. افزایش ارتفاع با افزایش بارندگی‌ها و کاهش دما علاوه بر این‌که از سرعت تجزیه و معدنی شدن کربن آلی می‌کاهد [۳۴]، با تحت تأثیر قرار دادن پاسخ عملکردهای زیستی و ترکیب پوشش گیاهی [۳۵] بستر لازم جهت افزایش توان ترسیب کربن ارتفاعات را فراهم می‌آورد [۳۴].

نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا، ارتباط مستقیم و قوی با مقدار ذخیرهٔ ترسیب کربن بیوماس هوایی دارد که با نتایج دیگر مطالعات [۳۴،۳۵]، مطابقت و با دیگر نتایج که کاهش حجم لاشبرگ ورودی به خاک و کاهش مقدار ترسیب کربن را در نتیجه افزایش ارتفاع از سطح دریا گزارش کرده‌اند [۱۳]، ناسازگار است. در این ارتباط، با بررسی اثرات فیزیوگرافی بر توان ترسیب کربن خاک در تیپ‌های گیاهی مراتع کوهستانی کرمانشاه، گزارش گردید؛ طبقات ارتفاعی بطور معنی‌داری بر توان ترسیب کربن گونه‌ها، تأثیرگذار است و بیشترین مقدار ترسیب کربن در رویشگاه‌های گون (که معمولاً نسبت به دیگر گونه‌ها، در ارتفاعات بالا دست پراکنش دارند) و در طبقات ارتفاعی بالاتر، اتفاق می‌افتد [۱۶]. افزایش مقدار ترسیب کربن در طبقات ارتفاعی بالاتر، به برداشت بیشتر پوشش گیاهی توسط دام و در نتیجه کاهش درصد پوشش تاجی و بیوماس گیاهی در طبقات ارتفاعی پایین‌تر نیز نسبت داده شده است که این موضوع، موجب کاهش بازگشت مادهٔ آلی به خاک می‌شود [۱۸]. در مجموع، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ذخیرهٔ کربن کل در واحد سطح گون‌زارها، با پوشش گیاهی، بیوماس و اجزای آن، مقدار لاشبرگ و کربن آلی خاک، رابطهٔ مستقیم دارد [۱].

با مقایسهٔ شدت اثر قطر تاج، تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی، روشن می‌شود که تأثیر قطر تاج بر افزایش پتانسیل ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی، مشهودتر از دو عامل تعداد جست و ارتفاع پایهٔ گیاهی است. در بین سایر پارامترها نیز محیط جست به عنوان عاملی بی تأثیر یا کم تأثیر بر ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی، معرفی می‌شود. به بیان ساده‌تر، با احتمال ۹۵ درصد، قطر تاج، تعداد جست، ارتفاع پایه گیاهی و نوع مدیریت، به ترتیب در رتبه‌های اول تا چهارم از جنبه اثرگذاری بر ذخیرهٔ کربن گونهٔ *A.brachyanus* قرار دارند.

اکوسیستم‌های طبیعی به عنوان فیلتر کربن مازاد اتمسفری در ثبات چرخهٔ کربن و کاهش متوسط دمای جهانی نقش به‌سزایی دارند. گون‌زارها به دلایلی چون وسعت بالا، واقع شدن در مناطق خشک و نیمه خشک، حساسیت پذیری نسبتاً بالا به فرسایش، اکوسیستم شکنندهٔ آن، وجود گونه های بوته‌ای پایا و مقاوم به تنش های محیطی و نیز محدودیت منابعی نظیر آب و لاشبرگ و انحصاری بودن بیشتر گونه‌ها توجه ویژه‌ای در زمینهٔ ذخیرهٔ کربن می‌طلبند. از همین رو در پژوهش حاضر، به بررسی عوامل مؤثر بر پتانسیل ذخیرهٔ کربن گون بوته‌ای *A.brachyanus* پرداخته شد. مرور گزارشات

www.SID.ir

Archive of SID

علمی ارائه شـــده در این زمینه، حاکی از پتانســـیل بالای گون‌های بوته‌ای در مقایســه با ســایر فرم‌های رویشــی در نگهداشــت کربن اتمســفری، تخفیف یا تعدیل شــدت اثر گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم اســـت. با توجه به نتایج حاصــل از پژوهش پیش‌رو، می‌توان چنین بیان کرد که به لحــاظ آمــاری، اختلاف معنی‌داری بین متوســـط کربن بیوماس هوایی در تیمارهای مورد بررســـی وجود دارد. همچنین، متغیرهای قطر تاج، تعداد جســـت و ارتفاع پایهٔ گیاهی و متغیر نوع مدیریت، به ترتیب دارای ارتباط قویاً مثبت و قویاً منفی با مقدار انباشـــت کربن بیوماس هوایی گونهٔ مورد بررســـی دارند. نتایج پژوهش پیش‌رو در پاره‌ای از موارد هم‌ســـو و در برخی موارد نیز در تضـــاد بـــا پژوهش‌های پیشین است که علت آن را می‌توان در تفاوت توان گونه‌های گیاهی مختلف و نیز شرایط اقلیمی، خاکی و مدیریتی متنوع حاکم بر مراتع دانست.

از آنجا که ایران در کنوانسیون‌های مقابله با بیابان‌زایی و تغییرات اقلیم عضویت دارد و به‌واسطهٔ اهمیت موضوع، پیشنهاد می‌گردد؛ با توجه به اثر منفی چرای دام بر مقدار ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی گونهٔ مورد بررســـی، مدیریت چرای بهینه به منظور حداکثرسازی ذخیرهٔ کربن، ضرورت می‌یابد. به منظور فراهم کردن زمینهٔ افزایش ذخیرهٔ کربن بیوماس هوایی گونهٔ مورد بررســـی، توجه به افزایش مشخصه‌های گیاهی نظیر تعداد جست، ارتفاع پایهٔ گیاهی و قطر تاج در پروژه‌های توسعه و گسترش پوشش گیاهی و پروژه‌های اصلاح مراتع، ضرورت می‌یابد.

References

[1] Abdi, N., Maddah Arefi, H. and Zahedi Amiri, Gh. (2007). Estimation of carbon sequestration in *Astragalus* rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). Range and Desert Reserch, 15(2): 269-282. (In Persian)

[2] Birdsey, R., Heath, I. and Williams, D. (2000). Estimation of carbon budget model of the United State forest sector. Advances in terrestrial ecosystem carbon inventory, measurements and monitoring conference in raleigh, North Carolina.

[3] Capuana, M. (2020). A review of the performance of woody and herbaceous ornamental plants for phytoremediation in urban areas. iForest - Biogeosciences and Forestry, 13(2): 139-151.

[4] Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Miguel Pereira, H., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J. and Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: beyond the millennium ecosystem assessment. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(5):1305-1312.

[5] Chen, Y., Yu Qiang, L.I., Awada, T., HAN, J. and Qing, Y. (2012). Carbon sequestration in the total and light fraction soil organic matter along a chronosequence in grazing exclosures in a semiarid degraded sandy site in China. Journal of Arid Land, 4(4): 411-419.

[6] Conti, G. and Diaz, S. (2013). Plant functional diversity and carbon storage e an empirical test in semi-arid forest ecosystems. Journal of Ecology, 101(1):18-28.

[7] Dehdari, S., Movaghari, M., Khorsandi, Z. and Ehsani, A. (2018). Effect of grazing on carbon sequestration potential in *Artemisia sieberi* (Case study: Chah Mary rangelands in Behbahan). Journal of Range and Desert Research, 25(1): 227-234. (In Persian)

[8] 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.

www.SID.ir

Archive of SID

[9] Ghasemi Nejad Raeini, M. and Sadeghi, H. (2018). The evaluation of carbon sequestration at plant's organs and soil characteristics in understory of *Zygophyllum atriplicoides* and *Gymnocarpus decander* (Case study: Saleh-Abad, Hormozgan). Journal of Range and Desert Research, 24(4): 699-707. (In Persian).

[10] Jafari Haghighi, M.(2003). Analytical methods of soil and the important physical and chemical sampling and analysis, with emphasis on theory and application. Nedaye zoha Publication, 236p. (In Persian).

[11] Jeddi, K. and Chaieb, M. (2010). Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia. Flora, 205: 184-189.

[12] Jonidi, H., Amani, S. and Karami, P. (2016). Effect of livestock grazing intensity on carbon sequestration and storage in protected rangelands of Bijar. Journal of Rangeland, 10(1): 53-67. (In Persian)

[13] Kumar, S., Kumar, M., and Sheikh, M.A. (2013). Carbon stock variation of Pinus roxburghii Sarg. Forest along altitudes of Garhwal Himalaya, India. Russian Journal of Ecology, 44: 131-136.

[14] Lashani Zand, M. Parvizi, Y., Ebrahimi, L., Masoudi, B. and Rafiee, B. (2016). Investigation and comparison of carbon sequestration with regard to biological operations in the two regions Rimele Khorramabad and Abkandari Koohdasht. Journal of Range and Desert Research, 23(2): 219-230. (In Persian)

[15] MacDicken, K.G. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agro forestry project. Winrock international institute for agricultural development forest carbon monitoring program, 91p.

[16] Mahdavi, KH., Souri, M. and Choupanian, A. (2015). Effects of physiographic factors on soil carbon sequestration potential in vegetation types of *Astragalus gossypinnus* and *Astaragalus parrowianus*. Journal of Range and Desert Reserch, 22(2): 289- 297. (In Persian)

[17] Motamedi, J., Abdolslizadeh, Z. and Sheidai Karkaj, E. (2016). Field and laboratory methods for grassland and animal production research. University of Urmia Press, 529p. (In Persian)

[18] Naderi, H., Hedayati Zadeh, R. and Daroodi, H. (2007). The effect of physiographic characteristics (height and gradient) on the amount of organic carbon and total nitrogen in soil. The 10th Iranian Soil Science Congress, Karaj, 349-350. (In Persian)

[19] Nejadi, A. and Rahbar, F. (2012). Economic valuation of annual carbon sequestration potential for woody and shrub by land cover. Journal of Environmental Science and technology, 5(5): 389-392. (In Persian)

[20] Niknahad, H., Aghtabye, A. and Akbarlou, M. (2018). Effects of grazing exclusure on some soil physical and, its erodibility and carbon sequestration (Case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). Journal of Range and Desert Research, 24(4): 708-718. (In Persian)

[21] Normohammadi, K. and Esmaeilzadeh, A. (2015). Changes in soil carbon sequestration along an altitudinal gradient in Salahodinkola Forest, Nowshahr. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 22(3): 109-125. (In Persian)

[22] Panahian, A.R., Naseri, H.R., Karimpour Reyhan, M., Jafari, M. and Hoseini, S.A.R. (2016). Evaluation of carbon sequestration potential in sagebrush stands on the road side (Case study: Eyvanakey - Garmsar highway). Journal of Range and Desert Research, 23(1): 128-137. (In Persian)

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

[24] Sheidai Karkaj, E., Motamedi, J. and Ebrahimi, S.H. (2018). Correlation of carbon sequestration of *Glycyrrhiza glabra* with some plant traits. Proccedding of Third National Conference on Organic Cultivation and Propagation of Medicinal Plants, Urmia, 143-148.

[25] Sheidai Karkaj, E., Jafari Fotami, E. and Sasanifar, S. (2015). Application of different computational methods in estimating soil carbon sequestration rate (Case study: Chahar Bagh summer rangelands, Golestan province). Journal of Rangelands, 9(4): 420-430. (In Persian)

[26] Shrestha G. and Stahl, P. (2008). Carbon accumulation and storage in semi-arid sagebrush steppe: Effects of long-term grazing exclusion. Agriculture, Ecosystems & Environment, 125(1-4): 173-181.

[27] Sun, W. and Liu, X. (2020). Review on carbon storage estimation of forest ecosystem and applications in China. Forest Ecosystems, 7 (4): 1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

[28] Wardle, D.A., Jonsson, M., Bansal, S., Bardgett, R.D., Gundale, M.J. and Metcalfe, D.B. (2012). Linking vegetation change, carbon sequestration and biodiversity: insights from island ecosystems in a long-term natural experiment. Journal of Ecology, 100(1):16-30.

[29] Wetzel, F.T., Kissling, W.D., Beissmann, H. and Penn, D.J. (2012). Future climate change driven sea-level rise: secondary consequences from human displacement for island biodiversity. Global Change Biology, 18: 2707-2719.

[30] Wold, H. (1966). Estimation of principal components and related models by iterative least squares. In: Multivariate Analysis. Eds. Krishnaiaah, P.R. Academic Press, New York. pp. 391-420.

[31] Yang, Y.H., Fang, J.Y., Ma, W.H., Smith, P., Monammat, A., Wang, A.P. and Wang, W. (2010). Soil carbon stock and its change in northern China's grassland from 1980s to 2000s. Global Change Biology, 16(11): 3036-3047.

[32] Yeasmin, S., Jahan, E., Ashik Molla, Md., Mominul Islam, A.K.M., Parvez Anwar, Md., Harun Or Rashid, Md. and Sirinapa, L. (2020). Effect of Land Use on Organic Carbon Storage Potential of Soils with Contrasting Native Organic Matter Content. Iternational Journal of Agronomy, 2020: 1-9.

[33] Yong-Zhong, S., Yu-Lin, L., JianYuan, C. and Wen-Zhi, Z. (2005). Influences of continuous grazing and livestockexclusion on soil properties in a degraded sandygrassland, Inner Mongolia, northern China. Catena, 29: 267-278.

[34] Zhang, M., Zhang, X.K., Liang, W.J., Jiang, Y., Dai, G.H., Wang, X.G. and Han, S.J. (2011). Distribution of soil organic carbon fractions along the altitudinal gradient in Changbai Mountain, China. Pedosphere, 21: 615-620.

[35] Zhu, B., Wang, X., Fang, J., Piao, S., Shen, H., Zhao, S. and Peng, C. (2010). Altitudinal changes in carbon storage of temperate forestson Mt Changbai, Northeast China. Journal of Plant Research, 123: 439-452.

www.SID.ir