

تأثیر عوامل توپوگرافی در پتانسیل ذخیره کربن دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* (مطالعه موردی: مراتع کوهستانی استان کرمانشاه)

سیده خدیجه مهدوی^{۱*}، احمد چوپانیان^۲، مهشید سوری^۳
۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۲. دانش آموخته دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۱۸)

چکیده

با توجه به توان مناسب ذخیره کربن در بافت‌های گیاهی، به دلیل افزایش غلظت گاز دی‌اکسید کربن در جو در دهه‌های اخیر به این راهکار توجه جدی شده است. بدین منظور، قابلیت ذخیره کربن دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* در بخشی از مراتع کوهستانی استان کرمانشاه بررسی شد. محدوده مورد مطالعه براساس نقشه توپوگرافی و پیمایش صحرایی مشخص شد و واحدهای همگن براساس چهار جهت اصلی و پنج طبقه ارتفاعی تعیین و مناطق معرف انتخاب شدند. سپس در هر منطقه معرف، سه ترانسکت خطی موازی یکدیگر از بالای دامنه به سمت پایین قرار گرفتند (در مجموع ۶۰ ترانسکت) و به فاصله هر ۱۰ متر در طول ترانسکت، پلات‌ها انداخته شدند (در مجموع ۳۰۰ پلات) و مقادیر کربن زیست‌توده هوایی و زیرزمینی دو گونه اندازه‌گیری شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون SNK هم بیانگر این مطلب بود که کمترین مقدار ذخیره کربن در طبقه ارتفاعی (۱۹۰۰-۲۱۰۰) در جهت جغرافیایی شمالی مشاهده شده است. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که قابلیت ذخیره کربن گونه *Astragalus parrowianus* بیشتر از گونه *Astragalus gossypinus* است. این توانایی به این علت است که گون زرد میزان پوشش، زیست‌توده هوایی و زیست‌توده ریشه‌ای بیشتری از گون سفید دارد که به تله‌انداختن و ذخیره بیشتر کربن آلی را سبب شده است.

واژگان کلیدی

استان کرمانشاه، توپوگرافی، ذخیره کربن، *Astragalus parrowianus* *Astragalus gossypinus*

۱. مقدمه

که میزان ذخیره این فاکتور با میزان پوشش گیاهی همبستگی مثبت دارد. همچنين، Ebrahimi Kebria (2002) در تحقیقی که با عنوان بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی و چرا در تغییر پوشش در حوزه آبخیز سفیدآب انجام داد، به این نتیجه رسید که میان درصد پوشش و ارتفاع همبستگی مثبت و بالایی برقرار است.

پژوهش‌های Wei و همکاران (2006) و Rhoton و همکاران (2006) نشان می‌دهند که عامل شیب از دو طریق در ذخیره کربن تأثیر می‌گذارد؛ اول از طریق تأثیر در تولید زیست‌توده گیاهی و دوم از طریق تأثیر در رطوبت و دما و به تبع آن تأثیری که در میزان تجزیه گیاهی دارد. Chen و همکاران (2006) بیان کردند که عوامل توپوگرافی بسته به شکل و پیچیدگی عوارض زمین در حرکت و انتقال رطوبت خاک تأثیرگذارند و در نتیجه به‌طور معنی‌داری در قابلیت و توان تولیدی اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارند.

حدود ۸۵ میلیون هکتار از ۱۶۴ میلیون هکتار وسعت اراضی ایران را اکوسیستم‌های مرتعی تشکیل می‌دهند. اکوسیستم‌های مرتعی شامل شکل‌های گوناگون پوشش گیاهی مثل بوته‌ای‌ها، فورب‌ها و گراس‌هایند. با توجه به اینکه پوشش گیاهی بوته‌زارها زیست‌توده ریشه‌ای زیادی دارد که گاه از ۸۰ درصد وزن کلی زیست‌توده گیاهی تجاوز می‌کند و همچنین پوشش بادوام و پایایی است، به‌نظر می‌رسد که می‌تواند در ذخیره کربن جو و انتقال آن به لایه‌های زیرین خاک نقش کلیدی و مهمی داشته باشد. با توجه به اینکه افزایش گاز کربنیک و گرم‌شدن تدریجی کره زمین مسئله‌ای جهانی است و به همه کشورهای مربوط است و همچنین با توجه به وسعت بالای اراضی مرتعی کشور، پژوهش در زمینه ذخیره کربن در اکوسیستم‌های مرتعی ضروری به‌نظر می‌رسد. مسائل ناشناخته زیادی در زمینه پتانسیل و توانایی گونه‌های متفاوت مرتعی در زمین ذخیره کربن در مناطق گوناگون اقلیمی کشور وجود دارد که حل مسائل ذکرشده نیازمند انجام دادن پژوهش‌های گسترده است. تحقیق حاضر نیز به‌منظور بررسی توان ذخیره کربن گونه‌های شاخص و غالب گیاهی مراتع کوهستانی استان کرمانشاه (*Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus*) تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی انجام شده است.

پدیده افزایش تدریجی میانگین درجه حرارت کره زمین و تغییرات اقلیمی وابسته به گرم‌شدن مانند وقوع خشکسالی‌های مکرر و ذوب‌شدن یخچال‌ها طی قرن گذشته گرم‌شدن جهانی نام دارد. این پدیده به‌طور مستقیم با افزایش تجمع گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر در ارتباط است. دی‌اکسید کربن یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که در سال‌های اخیر افزایش چشم‌گیری داشته و آثار مخربی در حیات انسان و محیط‌زیست در پی داشته است (Diamant, 2005). یکی از راهکارهای شناخته‌شده براساس پژوهش‌های انجام‌شده برای کنترل این پدیده روش به‌دام‌انداختن کربن اتمسفری است که عمل کربن‌گیری نام دارد و به دو روش غیرزیستی و زیستی انجام می‌شود (Kerr, 2007). روش زیستی کربن‌گیری شامل جذب دی‌اکسید کربن اتمسفری توسط پوشش گیاهی و تبدیل آن به زیست‌توده و تبدیل زیست‌توده به کربن آلی یا هوموس است. براساس نظر Derner و Schuman (2007) میزان ذخیره کربن در واحد زمان به ویژگی‌هایی نظیر نوع و میزان رشد گونه‌های گیاهی، نوع کاربری اراضی و شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک بستگی دارد. براساس نظر William (2002)، تغییر دی‌اکسید کربن اتمسفری به‌شکل ترکیبات آلی کربن‌دار توسط زیست‌توده گیاهان و خاک‌هایی که این زیست‌توده گیاهی در آن قرار دارد یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکارهای ممکن برای کاهش CO₂ اتمسفری است. این آثار توسعه پایدار بسیاری از کشورها را به‌خطر انداخته و به افزایش شدید مطالعات در سطح جهانی منجر شده است (Stern, 2007). قابلیت ترسیب کربن در مراتع ایران، به‌شرطی که این مراتع احیا و به‌طور شایسته‌ای مدیریت شوند، معادل یک میلیارد تن کربن است (Maddah Arefi, 2003).

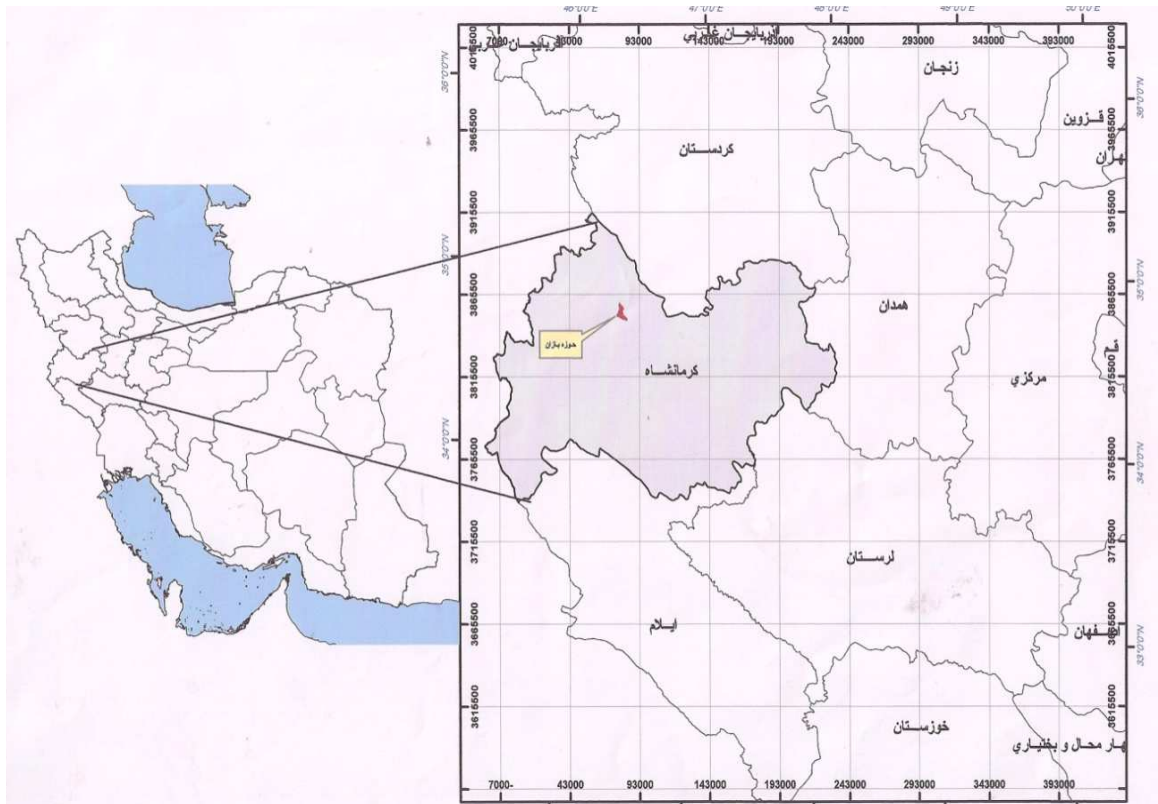
Abdi (2005) بیان می‌کند که گونه‌های بوته‌ای نه‌تنها از لحاظ حفاظت خاک، تنوع زیستی، ذخایر توارثی و مقاومت بالا به تنش‌های محیطی نظیر خشکی و سرما فواید زیادی دارند، بلکه از نظر ذخیره کربن نیز دارای اهمیت فراوانند. Singh و همکارانش (2003) در تحقیق روی ذخیره کربن خاک انجام دادند به این نتیجه رسیدند

طول شرقی و "۱۱' ۴۲' ۳۴" تا "۴' ۴۸' ۳۴" عرض شمالی در استان کرمانشاه واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۰۷۱ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۰۸۳ متر از سطح دریاست. براساس روش دومارتن اصلاح شده و روش آمیژه، اقلیم منطقه مرطوب سرد است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۲۰۰ هکتار در مختصات جغرافیایی "۲۲' ۴۲" تا "۲۷' ۵۵" ۴۶



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

متری جهت طبقه‌بندی ارتفاعی به این دلیل انتخاب شدند که با توجه به کوهستانی و صعب‌العبور بودن منطقه، در صورت تعیین فواصل ۱۰۰ متری برای طبقه‌بندی ارتفاعی، ضمن اینکه سطح تاج پوشش گونه غالب تغییر زیادی نمی‌کرد، تعداد طبقات (تکرارها) نیز بیشتر می‌شد و طرح را از نظر امکان‌پذیری نمونه‌برداری و هزینه آزمایش‌ها غیراقتصادی می‌کرد. در صورت انتخاب فواصل ۳۰۰ متری نیز، با اینکه تغییرات سطح تاج پوشش نمود ظاهری بیشتری داشت، موجب کاهش تعداد طبقات و تکرارها می‌شد. بنابراین حد واسط معادل ۲۰۰ متر جهت طبقه‌بندی ارتفاعی انتخاب شد.

۲.۲. روش تحقیق

پس از مشخص کردن محدوده مورد مطالعه براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور و پیمایش صحرائی، لایه‌های اطلاعاتی جهت شیب براساس چهار جهت اصلی (N, S, W, E) و هیپسومتری (با توجه به کمترین و بیشترین میزان ارتفاع موجود در منطقه و همچنین به منظور تحلیل دقیق آثار ناشی از تغییر ارتفاع بر میزان ذخیره کربن) براساس فواصل ۲۰۰ متری شامل پنج طبقه ارتفاعی (۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰، ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰، ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰، ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰، ۱۹۰۰ تا ۲۱۰۰ متر) تهیه شدند. فواصل ۲۰۰

سپس در هر واحد همگن، منطقه معرف (منطقه کوچکی که نمایانگر منطقه همگن است) انتخاب شد. سپس در هر منطقه معرف واحد همگن، ۳ ترانسکت خطی ۵۰ متری (به دلیل تعداد زیاد ترانسکتها (۶۰ ترانسکت در محدوده مطالعاتی)، طول آنها کمتر در نظر گرفته شد) موازی یکدیگر از بالای دامنه به سمت پایین با نسبت زاویه ۴۵ درجه به جهت شیب دامنه قرار گرفتند و به فاصله هر ۱۰ متر در طول ترانسکت، پلات‌های یک مترمربعی، براساس روش حداقل سطح، انداخته شد (در مجموع ۳۰۰ پلات). شایان ذکر است که تعداد مناسب پلات‌های نمونه برداری با استفاده از روش آماری تعیین حجم نمونه گیری براساس رابطه (۱) به دست آمده است (Bihanta & Zare Chahuki, 2010).

$$N = \frac{t^2 s^2}{p^2 x^2 \left(1 + \left(\frac{2}{n}\right)\right)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

N = حداقل تعداد نمونه لازم ،

t = از جدول (t Student's) با سطح احتمال مورد

نظر به دست می آید،

s^2 = واریانس نمونه‌های اولیه،

n = تعداد نمونه اولیه،

P = حدود خطا و

x = میانگین نمونه‌های اولیه

در هر پلات شاخص‌های درصد پوشش گیاهی و تراکم پوشش به منظور تعیین گونه‌های غالب اندازه گیری شدند و در نتیجه دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* برای بررسی انتخاب شدند که بیشترین درصد تاج پوشش و حضور را به خود اختصاص داده بودند. سپس زیست توده هوایی و زیست توده زیرزمینی (ریشه) دو گونه به روش مضاعف تعیین شدند (Mesdaghi, 2004). در مرحله بعد، در آزمایشگاه، میزان کربن زیست توده هوایی و زیست توده ریشه براساس روش احتراق در کوره‌های الکتریکی تعیین شدند (Diamant, 2005). بدین صورت که ابتدا نمونه‌های تهیه شده از اندام هوایی و ریشه گیاه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴

ساعت کاملاً خشک شدند. سپس ضریب تبدیل ترسیب کربن زیست توده هوایی و زیرزمینی گیاهی به کربن آلی محاسبه شد. به این منظور از روش احتراق (Birdsey, 1992, Bordbar, 2005) استفاده شد. بر این اساس ۱۰۰ نمونه ۱۰ گرمی از اندام‌های هوایی و زیرزمینی هر گونه تهیه شد. بعد از آن جهت تعیین ضریب تبدیل ذخیره کربن آلی اندام‌های هوایی و زیرزمینی در کوره قرار داده شدند و به مدت ۳-۴ ساعت در دمای ۵۰۰-۶۰۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های سوخته شده پس از خنک شدن در دستگاه دسیکاتور، توزین شدند و مجدداً در کوره قرار داده شدند و دوباره پس از مدتی وزن شدند تا از تثبیت وزن آنها اطمینان حاصل شود. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی براساس رابطه (۲)، میزان کربن آلی در هر کدام از نمونه‌ها محاسبه شد. در این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه تأثیر عوامل فیزیوگرافی (پنج طبقه ارتفاعی و چهار جهت شیب) و گونه‌های گون سفید و زرد در توان ذخیره کربن خاک، تجزیه و تحلیل آماری به صورت تجزیه واریانس در قالب طرح فاکتوریل با پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار و با کمک نرم‌افزار SPSS (version 18) و Excel انجام شد. بدین صورت که نوع گونه به مثابه عامل اول در دو سطح C1 و C2، ارتفاع در پنج سطح A1 تا A5 و جهت در چهار سطح B1 تا B4، به صورت طرح فاکتوریل ۲×۵×۴ تجزیه و تحلیل شد. شایان ذکر است که مقایسه میانگین‌ها نیز به کمک آزمون SNK صورت گرفت.

OC = 0.5 OM

رابطه (۲)

OC: کربن آلی

OM: مواد آلی

۳. نتایج

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در قالب طرح فاکتوریل در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج آماره F شاخص های مورد بررسی بر اساس آزمون تجزیه واریانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم n/m2	پوشش درهکتار %	زیست توده هوایی Kg/ha	زیست توده ریشه ای Kg/ha	ذخیره کربن هوایی Kg/ha	ذخیره کربن ریشه Kg/ha
گونه	۱	۷/۰۳**	۷/۹۳**	۸/۴۵**	۸/۶۴**	۱۰/۳۹**	۱۳/۸۲**
ارتفاع	۴	۱۱/۱۶**	۱۰/۲۵**	۱۳/۰۲**	۹/۴۵**	۱۲/۱۴**	۱۴/۱۲**
جهت	۳	۴/۱۳**	۴/۷۹**	۶/۰۳*	۷/۶۸**	۵/۵۳**	۱۰/۱۱**
گونه × ارتفاع	۴	۱۰/۷**	۴/۱۱**	۳/۹۵*	۷/۲۳**	۶/۱۶**	۹/۱۲**
گونه × جهت	۳	۶/۱۷**	۷/۱۶**	۱۲/۵۴**	۱۰/۲۳**	۹/۶۳**	۱۱/۲۴**
ارتفاع × جهت	۱۲	۴/۲۵**	۱۱/۶**	۱۲/۷۸**	۶/۱۸**	۱۶/۴۵**	۱۵/۹۱**
گونه × جهت × ارتفاع	۱۲	۲/۱۸*	۲/۱۴*	۲/۲۵*	۱/۹۵*	۱/۹۸*	۲/۰۲*
خطای آزمایش	۱۶۰						
خطای کل	۱۹۹						

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح معنی داری ۵ درصد و ۱ درصد می باشد

همچنین نتایج جدول ۱ حاکی از وجود اختلاف معنی دار آثار متقابل در شاخص های مورد بررسی با سطح اطمینان ۹۵ درصد است. نتایج مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون SNK در سطح معنی داری ۵ درصد در جدول های ۲ و ۳ ارائه شده است.

با توجه به نتایج جدول ۱ ملاحظه می شود که بین دو گونه مورد بررسی و همچنین بین طبقات ارتفاعی و جهت های مورد مطالعه از نظر تمام شاخص های مورد بررسی (تراکم، پوشش، زیست توده هوایی، زیست توده ریشه، ذخیره کربن ریشه، ذخیره کربن اندام هوایی و ذخیره کربن کل) اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده می شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص های مورد بررسی در طبقات ارتفاعی مختلف

ذخیره ریشه Kg/ha		ذخیره هوایی Kg/ha		زیست توده ریشه Kg/ha		طبقات ارتفاع
میانگین	گروه	میانگین	گروه	میانگین	گروه	
۵۰/۵۲۸۸ ± ۱/۳۶	C	۶۱/۰۲۶۷ ± ۱/۰۲	C	۱۰۷/۵۵ ± ۲/۱۶	C	۱۱۰۰-۱۳۰۰-۱
۵۰/۵۷۵۰ ± ۱/۲۵	C	۶۱/۶۳۵۰ ± ۱/۱۱	C	۱۰۹/۰۴ ± ۲/۲۵	B	۱۳۰۰-۱۵۰۰-۲
۶۶/۵۹۱۰ ± ۱/۲۹	B	۷۹/۸۰۸۸ ± ۱/۱۴	B	۱۴۰/۴۴ ± ۲/۴۳	A	۱۵۰۰-۱۷۰۰-۳
۷۲/۵۹۵۲ ± ۱/۱۴	A	۸۵/۸۷۱۸ ± ۱/۱۰	A	۱۵۲/۷۷۹ ± ۱/۷۸	A	۱۷۰۰-۱۹۰۰-۴
۷۷/۷۸۳۰ ± ۱/۳۱	A	۸۶/۹۱۰۰ ± ۱/۲۱	A	۱۵۵/۳۰ ± ۱/۹۵	A	۱۹۰۰-۲۱۰۰-۵

زیست توده هوایی Kg/ha		میزان پوشش %		طبقات ارتفاع
میانگین	گروه	میانگین	گروه	
۱۳۳/۰۲ ± ۰/۷۸	C	۱۹/۱ ± ۰/۲۴	C	۱۱۰۰-۱۳۰۰-۱
۱۳۴/۳۲ ± ۱/۰۲	C	۱۹/۲ ± ۰/۳۳	C	۱۳۰۰-۱۵۰۰-۲
۱۷۳/۵۱ ± ۱/۳۲	B	۲۴/۵ ± ۰/۴۱	B	۱۵۰۰-۱۷۰۰-۳
۱۸۷/۰۹ ± ۰/۹۲	A	۲۶/۶ ± ۰/۴۸	A	۱۷۰۰-۱۹۰۰-۴
۱۸۹/۳۱ ± ۱/۱۴	A	۲۶/۸ ± ۰/۵۳	A	۱۹۰۰-۲۱۰۰-۵

با توجه به جدول ۲ درمی یابیم که هرچه از طبقات ارتفاعی پایین به سمت بالا می رویم میزان ذخیره کربن افزایش می یابد برای سایر شاخص های گیاهی هم روند ذکر شده صادق است؛ به این صورت که هرچه از طبقات ارتفاعی پایین تر به سمت طبقات ارتفاعی بالاتر می رویم، میزان تراکم گیاهی، پوشش و تولید زیست توده هر دو گونه مورد بررسی به صورت معنی داری افزایش پیدا می کند

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص های مورد بررسی در جهات جغرافیایی مختلف

ذخیره ریشه Kg/ha		ذخیره هوایی Kg/ha		زیست توده ریشه Kg/ha		طبقات ارتفاع
میانگین	گروه	میانگین	گروه	میانگین	گروه	
۸۱/۴۰۴۴ ± ۲/۱۴	A	۹۶/۴۹۵۰ ± ۱/۱۱	A	۱۷۱/۵۶ ± ۰/۳۳	A	شمال
۴۹/۴۰۹۰ ± ۱/۹۵	D	۵۸/۷۸۲۴ ± ۱/۰۳	D	۱۰۴/۹۳ ± ۰/۳۸	C	جنوب
۶۶/۰۳۵۶ ± ۱/۸۳	B	۷۸/۸۷۵۴ ± ۱/۲۵	B	۱۳۹/۰۱ ± ۰/۹۳	B	شرق
۵۴/۴۰۹۴ ± ۱/۱۶	C	۶۶/۰۴۹۰ ± ۱/۱۶	C	۱۱۶/۵۹ ± ۰/۸۸	C	غرب

زیست توده هوایی Kg/ha		میزان پوشش %		طبقات ارتفاع
میانگین	گروه	میانگین	گروه	
۲۱۰/۲۴ ± ۱/۰۱	A	۲۹/۲ ± ۰/۹۳	A	شمال
۱۲۸/۰۵ ± ۱/۱۴	D	۱۸/۱ ± ۰/۸۸	C	جنوب
۱۷۱/۷۲ ± ۰/۸۶	B	۲۴/۳ ± ۰/۷۶	B	شرق
۱۴۳/۷۹ ± ۲/۰۵	C	۲۰/۶ ± ۱/۱۲	C	غرب

از لحاظ شاخص های مورد بررسی میزان متوسطی داشتند. در ادامه، تفاوت میانگین شاخص های مورد مطالعه دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج جدول ۳ بیان کننده این مسئله است که بیشترین میزان شاخص های مورد بررسی به جهت شمال مربوط بوده است و کمترین میزان در جهت جنوبی صورت گرفته است و دو جهت جغرافیایی شرقی و غربی نیز با قرار گرفتن در گروه های B و C

جدول ۴- تفاوت میانگین شاخص های مورد بررسی دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus*

گونه	تراکم در متر مربع n/m ²	پوشش در هکتار %	زیست توده هوایی Kg/ha	زیست توده ریشه Kg/ha	ذخیره هوایی Kg/ha	ذخیره ریشه Kg/ha
گون سفید	۱	۱۴	۱۱۰/۷۵	۷۶/۸۳	۵۰/۵۷	۳۶/۱۲
گون زرد	۲/۵	۲۶	۲۱۶/۱۵	۱۸۹/۲۲	۹۹/۵۳	۸۹/۵۰

شاخص های اندازه گیری شده بر اساس روش پیرسون همبستگی بالایی در سطح معنی داری ۱ درصد و ۵ درصد وجود دارد.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص های مورد مطالعه در جدول ۵ آورده شده است. همان طور که نتایج جدول نشان می دهد، بین

جدول ۵- تجزیه همبستگی بین شاخص های اندازه گیری شده با روش پیرسون

صفات	ترسیب ریشه Kg/ha	ترسیب هوایی Kg/ha	زیست توده ریشه Kg/ha	زیست توده هوایی Kg/ha	تاج پوشش %
ترسیب ریشه					
ترسیب هوایی	۰/۹۹۴**				
زیست توده ریشه	۰/۹۹۹**	۰/۹۹۳**			
زیست توده هوایی	۰/۹۹۳**	۰/۹۹۵**	۰/۹۹۳**		
تاج پوشش	۰/۹۷۰**	۰/۹۹۰**	۰/۹۶۸**	۰/۹۹۰**	
تراکم درمتر مربع	۰/۴۱۶*	۰/۵۰۴*	۰/۴۰۳*	۰/۵۰۹*	۰/۶۲۱*

کربن در هر دو گونه مورد مطالعه به طبقه اجتماعی پنجم و جهت جغرافیایی شمالی تعلق داشت. این نتیجه با تحقیق Azarnivand و همکاران (2003) مطابقت دارد که بیان کردند ارتفاع از سطح دریا یکی از مهم ترین پارامترهایی است که به دلیل تأثیر در پارامترهای اقلیمی یک منطقه نظیر دما و بارش، نقش مؤثری در ویژگی های پوشش گیاهی دارد. به نظر می رسد که افزایش توان ذخیره کربن در طبقه ارتفاعی پنجم به دلیل بالابودن شاخص های گیاهی، تراکم، درصد پوشش و زیست توده تولیدی است که نتیجه موقعیت خاص جغرافیایی، صعب العبور بودن و کاهش چرای دام در این طبقه ارتفاعی است. این مطلب با نظر برخی پژوهشگران مانند Ebrahimi Kebria (2002) هماهنگی دارد که بیان کردند میان درصد پوشش و ارتفاع همبستگی مثبت و بالایی برقرار است. Chen و همکاران (2006) نیز بیان کردند که تیمارهای گوناگون محیطی، نوع خاک، درجه زهکشی و عوامل فیزیوگرافی نظیر شیب و ارتفاع بیش از ۵۰ درصد تغییرات پوشش گیاهی در گراسلندها را توجیه می کنند. همچنین به نظر می رسد علت افزایش مقدار کل ذخیره کربن در واحد سطح جهت شمالی به دلیل پایین بودن میزان تبخیر و تعرق و در نتیجه حفظ رطوبت و رویش بیشتر پوشش گیاهی در این جهت جغرافیایی است. در صورتی که به دلیل فعالیت های انسانی و سهولت دسترسی دام به طبقه ارتفاعی اول و بهره برداری بالا از مراتع این طبقه و در نتیجه زیاد بودن فرسایش خاک، که خود سبب کاهش حاصلخیزی خاک و از بین رفتن گونه های گیاهی می شود، میزان ذخیره کربن خاک در این طبقه ارتفاعی پایین است.

البته شایان ذکر است که طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون نه تنها به خودی خود در توان ذخیره کربن نقش مهمی دارند، بلکه از طریق تأثیرهایی که در پارامترهایی همچون دما و رطوبت می گذارند، روی ویژگی های خاک نیز تأثیر گذارند. در نتیجه وجود اختلاف معنی دار بین گونه ها از نظر توان ذخیره کربن در طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون می تواند ناشی از ویژگی های متفاوت خاک موجود در این طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون نیز باشد که بررسی این موضوع از حوزه این تحقیق خارج است و مناسب است در پژوهش های آتی به مثابه موضوعی مستقل مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل شده گویای این مطلب است که طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی به طور معنی داری در توان ذخیره کربن گونه ها تأثیر گذارند (همان طور که گفته شد، طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون نه تنها به طور مستقیم نقش مهمی در توان ذخیره کربن دارند، بلکه از طریق تأثیرهایی که در پارامترهایی همچون دما و رطوبت می گذارند، روی تغییرات ویژگی های خاک نیز تأثیر گذارند و در نتیجه وجود اختلاف معنی دار بین گونه ها از نظر توان ذخیره کربن در طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون می تواند ناشی از ویژگی های متفاوت خاک موجود در طبقات ارتفاعی و جهت های جغرافیایی گوناگون نیز باشد). به طوری که بیشترین میزان ذخیره

همبستگی بالایی دارد. نتیجه مهمی که از این تحقیق حاصل شد مقایسه توان ذخیره کربن بین دو گونه *Astragalus* و *Astragalus parrowianus* گون زرد *gossypinus* بود؛ به طوری که مشخص شد گون زرد توان ذخیره کربن بیشتری از گون سفید دارد. به نظر می‌رسد این توانایی به این علت است که گون زرد میزان پوشش، زیست توده هوایی و زیست توده ریشه‌ای بیشتری از گون سفید دارد که به تله‌انداختن و ذخیره بیشتر کربن آلی را سبب شده است. در آخر پیشنهاد می‌شود که با توجه به جدی بودن بحث افزایش گازهای گلخانه‌ای و وسعت زیاد مراتع، در تعیین ارزش‌های چندمنظوره مراتع به مبحث ارزش مراتع در زمینه ذخیره کربن توجه بیشتری معطوف شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی تأثیر ویژگی‌های خاک در توان ذخیره کربن گونه‌های متفاوت مرتعی بررسی شود. نظر به اینکه در تحقیق حاضر فقط به ذخیره کربن پرداخته شد و ترسیب کربن مطالعه و ارزیابی نشد، توصیه می‌شود که در مطالعات آتی با ارزیابی‌های طولانی‌مدت، میزان ترسیب کربن گونه‌های متفاوت در شرایط توپوگرافی گوناگون نیز ارزیابی شوند.

این مطلب با نتایج تحقیق Brown و همکارانش (2004) مطابقت دارد که دریافتند توپوگرافی نقش مهمی در تغییر میکروکلیمات از طریق تأثیر در دما، بارندگی و جذب نور خواهد داشت. نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب است که بین ذخیره کل گیاه و میزان زیست توده ریشه، زیست توده هوایی، درصد تاج پوشش گیاهی و تراکم پوشش در هکتار همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد که این نتیجه با نتایج تحقیق Singh مطابق است. در تحقیقی که Wei و همکارانش (2003) روی ذخیره کربن خاک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان ذخیره این فاکتور با میزان پوشش گیاهی همبستگی مثبت دارد. براساس نظر Schuman و Derner (2007) نیز میزان ذخیره کربن در واحد زمان به ویژگی‌هایی نظیر نوع و میزان رشد گونه‌های گیاهی و نوع کاربری اراضی بستگی دارد. Kolahchi و همکاران (2005) طی تحقیقی که در مراتع قرق شده در صیدره همدان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که کربن آلی خاک با عواملی نظیر وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت ثقلی، میزان تولید گیاهی، درصد پوشش گیاهی و درصد لاشبرگ

Reference

1. Abdi, N (2005) "Carbon sequestration capacity evaluation of *Astragalus Tragacantha* in Arak and Isfahan Provinces," PhD thesis, Azad University. (In Persian)
2. Azarnivand, H., Moghaddam, M., Zare Chahuki, M (2003) "Effect of soil and evaluation characteristics on two variation of *Artemisia* distribution," *Journal of IRAN Natural Resources*, 56(1, 2): 9. (In Persian)
3. Bihamta, M., Zare Chahuki, M (2010) *Statistical Principles in Natural Resources*, University of Tehran Press. (In Persian)
4. Birdsey, R., I.S. Heath, and D. Williams (2000) "Estimation of carbon budget model of the United States forest sector," *Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements, and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina, October 3-5, 2000*
5. Bordbar, K (2005) "Investigation of Carbon storage in Eucalyptus forests in Fars Province," PhD thesis, Azad University. (In Persian)
6. Brown, R. D., Brausnett, B., , Robinson, D (2004) "Gridded northern American monthly snow depth and snow water equivalent for GCM evaluation," *Atmosphere-Ocean*, 41: 1-14.
7. Chen, X.F., Chen, M.J., An S.Q., Ju, W.M (2006) "Effects of topography on simulated net primary productivity at landscape scale," *Journal of Environmental Management*, 85: 585-596.
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.
9. Diamant, A (2005) "Evaluating the Efficiency of Carbon Sequestration in American chestnut (*Castanea dentata*) 1011518," *Technical Update, March 2005. Soil Soc. Am. Proc.* 33: 755-761.

10. Ebrahimi Kebria, K (2002) "Effects of topographic and grazing factors on vegetation variation in Sefidab watershed," MS thesis, Mazandaran University. (In Persian)
11. Feruzeh, M (2006) "Survey on carbon sequestration biomass of shrub species in Fassa region," Ms Thesis, Gorgan University. (In Persian)
12. Kerr, R.A (2007) "Global warming is changing the world," *Science*, 316: 90-188.
13. Kolahchi, N., Zahedi Amiri, G (2005) "Survey on carbon sequestration biomass of grass species and soil in Hamedan rangelands," *Journal of Pajouhesh* ., *Sazandegi*, 80: 18-25.
14. Maddah Arefi, H (2003) "Carbon Sequestration in manipulated Astragalus Ranges of IRAN, Future Strategies," *National Conference on Manipulated Astragalus*, Kerman, 80-87. (In Persian)
15. Mesdaghi, M (2004) *Rage management in Iran*, Astane ghods publications, 259. (In Persian)
16. Rhoton, F.E., Emmerich, W.E., Goodrich, D.C., Miller.,S.N., McChesney,D.S (2006) "Soil geomorphological characteristics of a semiarid: influence on carbon distribution and transport," *Soil Science Society of America Journal*, 70: 1532-1540.
17. Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K.K. and 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.
18. Stern, N (2007) *The economics of climate change: the stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
19. Wei, J.B., Xiao, D.N., Zhang, X. Y., Li, X.Z., Li X. Y (2006) "Spatial variability of soil organic carbon in relation to environmental factors of a typical small watershed in the black soil region, China," *Environmental Monitoring and Assessment*, 121: 597-613.
20. William, E (2002) "Carbon dioxide fluxes in a semiarid environment with high carbonate soils," *Agricultural and Forest Meteorology*, 116: 91-102.