نشریهٔ محیط زیست طبیعی،مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۲، تابستان۱۳۹۲
صفحات ۲۱۳- ۲۲۱

تأثیر عوامل توپوگرافی در پتانسیل ذخیرهٔ کربن دو گونهٔ *Astragalus gossypinus* و *Astragalus parrowianus* (مطالعهٔ موردی: مراتع کوهستانی استان کرمانشاه)

سیده خدیجه مهدوی[1*]، احمد چوپانیان[2] ، مهشید سوری[3]
۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۲. دانش‌آموختهٔ دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۳. استادیار دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۷- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/٤/۱۸)

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

واژگان کلیدی
استان کرمانشاه، توپوگرافی، ذخیرهٔ کربن، *Astragalus parrowianus*، *Astragalus gossypinus*

[*] نویسنده مسئول تلفن: ۰۱۲۲۶۲۲۸۷۶۷
Email: kh_mahdavi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

پدیدهٔ افزایش تدریجی میانگین درجهٔ حرارت کرهٔ 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 ذخیرهٔ 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 زیست‌تودهٔ گیاهان و خاک‌هایی که این زیست‌تودهٔ گیاهی در آن قرار دارد یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکارهای ممکن برای کاهش CO_2 اتمسفری است. این آثار توسعهٔ 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، به‌شرطی‌که 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 ذخیرهٔ کربن نیز دارای اهمیت فراوان‌اند. Singh و همکارانش (2003) در تحقیق روی ذخیرهٔ کربن خاک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان ذخیرهٔ این فاکتور با میزان پوشش گیاهی همبستگی مثبت دارد. همچنین، Ebrahimi Kebria (2002) در تحقیقی که با عنوان بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی و چرا در تغییر پوشش در حوزهٔ 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 ذخیرهٔ کربن تأثیر می‌گذارد؛ اول از طریق تأثیر در تولید زیست‌تودهٔ گیاهی و دوم از طریق تأثیر در رطوبت و دما و به تبع آن تأثیری که در میزان تجزیهٔ 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 درنتیجه 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 زیست‌تودهٔ ریشه‌ای زیادی دارد که گاه از ۸۰ درصد وزن کلی زیست‌تودهٔ گیاهی تجاوز می‌کند و همچنین پوشش بادوام و پایایی است، به‌نظر می‌رسد که می‌تواند در ذخیرهٔ 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 کرهٔ زمین مسئله‌ای جهانی است و به همهٔ کشورها مربوط است و همچنین با توجه به وسعت بالای اراضی مرتعی کشور، پژوهش در زمینهٔ ذخیرهٔ کربن در اکوسیستم‌های مرتعی ضروری به‌نظر می‌رسد. مسائل ناشناختهٔ زیادی در زمینهٔ پتانسیل و توانایی گونه‌های متفاوت مرتعی در زمینهٔ ذخیرهٔ کربن در مناطق گوناگون اقلیمی کشور وجود دارد که حل مسائل ذکرشده نیازمند انجام‌دادن پژوهش‌های گسترده است. تحقیق حاضر نیز به‌منظور بررسی توان ذخیرهٔ کربن گونه‌های شاخص و غالب گیاهی مراتع کوهستانی استان کرمانشاه (*Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus*) تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی انجام شده است.

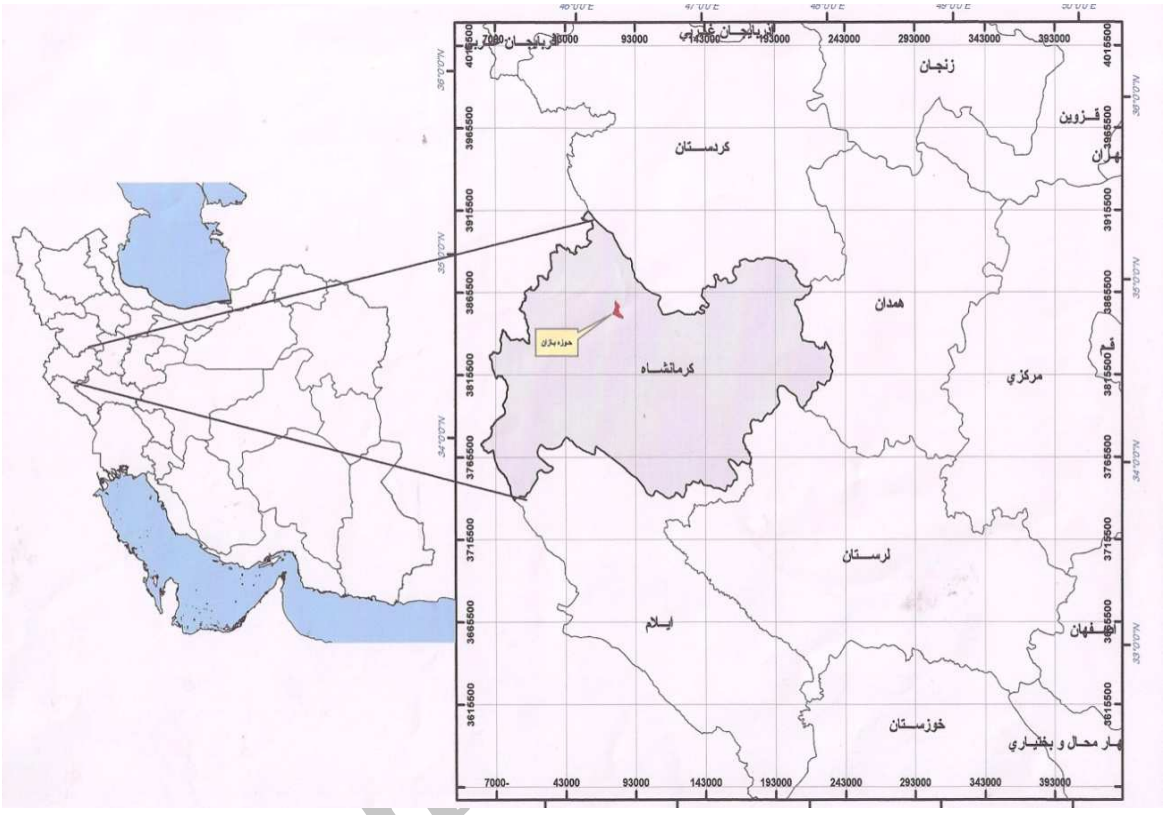
Archive of SID

www.SID.ir

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۲۰۰ هکتار در مختصات جغرافیایی "۴۲ '۲۲ ° ۴۶ تا "۵۵ '۲۷ ° ۴۶ 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 اصلاح‌شده و روش آمبژره، اقلیم منطقه مرطوب سرد است.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲. ۲. روش تحقیق

پس از مشخص‌کردن محدودهٔ مورد مطالعه براساس نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰ : ۱ سازمان جغرافیایی کشور و پیمایش صحرایی، لایه‌های اطلاعاتی جهت شیب براساس چهار جهت اصلی (E، W، S، N) و هیپسومتری (با توجه به کمترین و بیشترین میزان ارتفاع موجود در منطقه و همچنین به‌منظور تحلیل دقیق آثار ناشی از تغییر ارتفاع بر میران ذخیرهٔ کربن) براساس فواصل ۲۰۰ متری شامل پنج طبقهٔ ارتفاعی (۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰، ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰، ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰، ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰، ۱۹۰۰ تا ۲۱۰۰ متر) تهیه شدند. فواصل ۲۰۰ متری جهت طبقه‌بندی ارتفاعی به این دلیل انتخاب شدند که با توجه به کوهستانی و صعب‌العبوربودن منطقه، درصورت تعیین فواصل ۱۰۰ متری برای طبقه‌بندی ارتفاعی، ضمن اینکه سطح تاج پوشش گونهٔ غالب تغییر زیادی نمی‌کرد، تعداد طبقات (تکرارها) نیز بیشتر می‌شد و طرح را از نظر امکان‌پذیری نمونه‌برداری و هزینهٔ آزمایش‌ها غیراقتصادی می‌کرد. درصورت 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.

www.SID.ir

سپس در هر واحد همگن، منطقهٔ معرف (منطقهٔ کوچکی که نمایانگر منطقهٔ همگن است) انتخاب شد. سپس در هر منطقهٔ معرف واحد همگن، ۳ ترانسکت خطی ۵۰ متری (به‌دلیل تعداد زیاد ترانسکت‌ها (۶۰ ترانسکت در محدودهٔ مطالعاتی)، طول آنها کمتر درنظر گرفته شد) موازی یکدیگر از بالای دامنه به سمت پایین با نسبت زاویهٔ ۴۵ درجه به جهت شیب دامنه قرار گرفتند و به فاصلهٔ هر ۱۰ متر در طول ترانسکت، پلات‌های یک مترمربعی، براساس روش حداقل سطح، انداخته شد (درمجموع ۳۰۰ پلات). شایان ذکر است که تعداد مناسب پلات‌های نمونه‌برداری با استفاده از روش آماری تعیین حجم نمونه‌گیری براساس رابطهٔ (۱) به‌دست آمده است (Bihamta & Zare Chahuki, 2010).

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

N = حداقل تعداد نمونهٔ لازم ،
t = از جدول (t Student's) با سطح احتمال مورد نظر به‌دست می آید،
s^2 = واریانس نمونه‌های اولیه،
n = تعداد نمونهٔ اولیه،
P = حدود خطا و
x = میانگین نمونه‌های اولیه

در هر پلات شاخص‌های درصد پوشش گیاهی و تراکم پوشش به‌منظور تعیین گونه‌های غالب اندازه‌گیری شدند و درنتیجه دو گونهٔ *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* برای بررسی انتخاب شدند که بیشترین درصد تاج پوشش و حضور را به خود اختصاص داده بودند. سپس زیست‌تودهٔ هوایی و زیست‌تودهٔ زیرزمینی (ریشه) دو گونه به روش مضاعف تعیین شدند (Mesdaghi, 2004). در مرحلهٔ بعد، در آزمایشگاه، میزان کربن زیست‌تودهٔ هوایی و زیست‌تودهٔ ریشه براساس روش احتراق در کوره‌های الکتریکی تعیین شدند (Diamant, 2005). بدین صورت که ابتدا نمونه‌های تهیه‌شده از اندام هوایی و ریشهٔ گیاه در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت کاملاً خشک شدند. سپس ضریب تبدیل ترسیب کربن زیست‌تودهٔ هوایی و زیرزمینی گیاهی به کربن آلی محاسبه شد. به این منظور از روش احتراق (Birdsey, 1992 ., Bordbar, 2005 ., Feruzeh, 2006) استفاده شد. بر این اساس ۱۰۰ نمونهٔ ۱۰ گرمی از اندام‌های هوایی و زیرزمینی هر گونه تهیه شد. بعد از آن جهت تعیین ضریب تبدیل ذخیرهٔ کربن آلی اندام‌های هوایی و زیرزمینی در کوره قرار داده شدند و به مدت۳-۴ ساعت در دمای ۵۰۰-۶۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های سوخته‌شده پس از خنک‌شدن 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 دست‌داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی براساس رابطهٔ (۲)، میزان کربن آلی در هرکدام از نمونه‌ها محاسبه شد. در این تحقیق به‌منظور بررسی و مقایسهٔ تأثیر عوامل فیزیوگرافی (پنج طبقهٔ ارتفاعی و چهار جهت شیب) و گونه‌های گون سفید و زرد در توان ذخیرهٔ کربن خاک، تجزیه و تحلیل آماری به‌صورت تجزیهٔ واریانس در قالب طرح فاکتوریل با پایهٔ طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار و با کمک نرم‌افزار SPSS (version 18) و Excel انجام شد. بدین صورت که نوع گونه به‌مثابهٔ عامل اول در دو سطح C1 و C2، ارتفاع در پنج سطح A1 تا A5 و جهت در چهار سطح B1 تا B4، به‌صورت طرح فاکتوریل ۴×۵×۲ تجزیه و تحلیل شد. شایان ذکر است که مقایسهٔ میانگین‌ها نیز به کمک آزمون SNK صورت گرفت.

رابطهٔ (۲)
$$OC = 0.5\ OM$$
OC: کربن آلی
OM: مواد آلی

۳. نتایج

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

با توجه به نتایج جدول ۱ ملاحظه می‌شود که بین دو گونهٔ مورد بررسی و همچنین بین طبقات ارتفاعی و جهت‌های مورد مطالعه از نظر تمام شاخص‌های مورد بررسی (تراکم، پوشش، زیست‌تودهٔ هوایی، زیست‌تودهٔ ریشه، ذخیرهٔ کربن ریشه، ذخیرهٔ کربن اندام هوایی و ذخیرهٔ کربن کل) اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده می‌شود.

همچنین نتایج جدول ۱ حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار آثار متقابل در شاخص‌های مورد بررسی با سطح اطمینان ۹۵ درصد است. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها براساس آزمون SNK در سطح معنی‌داری ۵ درصد در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول۲-مقایسه میانگین شاخص های مورد بررسی در طبقات ارتفاعی مختلف

طبقات ارتفاع	زیست توده ریشهKg/ha		ذخیره هواییKg/ha		ذخیره ریشهKg/ha	
	گروه	میانگین	گروه	میانگین	گروه	میانگین
۱۱۰۰-۱۳۰۰-۱	C	۱۰۷/۵۵ ± ۲/۱۶	C	۶۱/۰۲۶۷ ± ۱/۰۲	C	۵۰/۵۲۸۸ ± ۱/۳۶
۱۳۰۰-۱۵۰۰-۲	B	۱۰۹/۰۴ ± ۲/۲۵	C	۶۱/۶۳۵۰ ± ۱/۱۱	C	۵۰/۵۷۵۰ ± ۱/۲۵
۱۵۰۰-۱۷۰۰-۳	A	۱۴۰/۴۴ ± ۲/۴۳	B	۷۹/۸۰۸۸ ± ۱/۱۴	B	۶۶/۵۹۱۰ ± ۱/۲۹
۱۷۰۰-۱۹۰۰-۴	A	۱۵۲/۷۷۹ ± ۱/۷۸	A	۸۵/۸۷۱۸ ± ۱/۱۰	A	۷۲/۵۹۵۲ ± ۱/۱۴
۱۹۰۰-۲۱۰۰-۵	A	۱۵۵/۳۰ ± ۱/۹۵	A	۸۶/۹۱۰۰ ± ۱/۲۱	A	۷/۷۸۳۰ ± ۱/۳۱

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

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به جدول ۲ درمی‌یابیم که هرچه از طبقات ارتفاعی پایین به سمت بالا می‌رویم میزان ذخیرهٔ کربن افزایش می‌یابد برای سایر شاخص‌های گیاهی هم روند ذکرشده صادق است؛ به این صورت که هرچه از طبقات ارتفاعی پایین‌تر به سمت طبقات ارتفاعی بالاتر می‌رویم، میزان تراکم گیاهی، پوشش و تولید زیست‌تودهٔ هر دو گونهٔ مورد بررسی به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند

جدول۳-مقایسه میانگین شاخص های مورد بررسی در جهات جغرافیایی مختلف

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

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

نتایج جدول ۳ بیان‌کنندهٔ این مسئله است که بیشترین میزان شاخص‌های 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 قرارگرفتن در گروه‌های B و C از لحاظ شاخص‌های مورد بررسی میزان متوسطی داشتند. در ادامه، تفاوت میانگین شاخص‌های مورد مطالعهٔ دو گونهٔ *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول۴- تفاوت میانگین شاخص های مورد بررسی دو گونه *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus*

گونه	تراکم در متر مربعn/m2	پوشش درهکتار %	زیست تودهوایی Kg/ha	زیست تود 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

نتایج حاصل از تجزیهٔ همبستگی شاخص‌های مورد مطالعه در جدول ۵ آورده شده است. همان‌طورکه نتایج جدول نشان می‌دهد، بین شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده براساس روش پیرسون همبستگی بالایی در سطح معنی‌داری ۱ درصد و ۵ درصد وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- تجزیه همبستگی بین شاخص های اندازه گیری شده با روش پیرسون

صفات	ترسیب ریشه Kg/ha	ترسیب هوایی Kg/ha	زیست توده ریشهKg/ha	زیست توده هواییKg/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*

البتـه شـایان ذکـر اسـت کـه طبقـات ارتفـاعی و جهت‌های جغرافیایی گوناگون نه‌تنها به خودی خود در توان ذخیرهٔ کربن نقش مهمـی دارنـد، بلکـه از طریـق تأثیرهایی که در پارامترهـایی همچـون دمـا و رطوبـت می‌گذارند، روی ویژگـی‌هـای خـاک نیـز تأثیرگذارنـد. درنتیجه وجود اختلاف معنی‌دار بـین گونـه‌هـا از نظـر توان ذخیرهٔ کـربن در طبقـات ارتفـاعی و جهـت‌هـای جغرافیـایی گونـاگون مـی‌توانـد ناشـی از ویژگـی‌هـای متفـاوت خـاک موجـود در ایـن طبقـات ارتفـاعی و جهت‌های جغرافیایی گوناگون نیز باشد که بررسی ایـن موضوع از حوزهٔ این تحقیق خارج است و مناسب اسـت در پژوهش‌های آتی به‌مثابـهٔ موضـوعی مسـتقل مـورد توجه و ارزیابی قرار گیرد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل‌شده گویای این مطلب اسـت کـه طبقـات ارتفاعی و جهت‌های جغرافیایی بـه‌طـور معنـی‌داری در توان ذخیرهٔ کربن گونه‌هـا تأثیرگذارنـد (همـان‌طورکـه گفته شـد، طبقـات ارتفـاعی و جهـت‌هـای جغرافیـایی گوناگون نه‌تنها به‌طور مسـتقیم نقـش مهمـی در تـوان ذخیرهٔ کربن دارنـد، بلکـه از طریـق تأثیرهـایی کـه در پارامترهایی همچون دمـا و رطوبـت مـی‌گذارنـد، روی تغییرات ویژگی‌های خاک نیـز تاثیرگذارنـد و درنتیجـه وجود اختلاف معنی‌دار بین گونه‌ها از نظر توان ذخیـرهٔ کـربن در طبقـات ارتفـاعی و جهـت‌هـای جغرافیـایی گوناگون می‌تواند ناشی از ویژگـی‌هـای متفـاوت خـاک موجود در طبقـات ارتفـاعی و جهـت‌هـای جغرافیـایی گوناگون نیز باشد). به‌طوری‌که بیشترین میزان ذخیـرهٔ کربن در هر دو گونهٔ مورد مطالعه بـه طبقـهٔ اجتمـاعی پنجم و جهـت جغرافیـایی شـمالی تعلـق داشـت. ایـن نتیجـه بـا تحقیـق Azarnivand و همکـاران (2003) مطابقت دارد که بیان کردند ارتفاع از سطح دریـا یکـی از مهم‌ترین پارامترهـایی اسـت کـه بـه‌دلیـل تـأثیر در پارامترهای اقلیمی یک منطقه نظیر دما و بارش، نقـش مؤثری در ویژگـی‌هـای پوشـش گیـاهی دارد. بـه‌نظـر می‌رسد که افزایش توان ذخیرهٔ کربن در طبقهٔ ارتفاعی پنجم به‌دلیل بـالابودن شـاخص‌هـای گیـاهی، تـراکم، درصد پوشش و زیست‌تودهٔ تولیـدی اسـت کـه نتیجـهٔ موقعیت خاص جغرافیایی، صـعب‌العبوربـودن و کـاهش چرای دام در این طبقهٔ ارتفاعی است. این مطلب با نظر برخی پژوهشـگران ماننـد Ebrahimi Kebria (2002) هماهنگی دارد که بیان کردند میـان درصـد پوشـش و ارتفاع همبستگی مثبت و بالایی برقـرار اسـت. Chen و همکـاران (2006) نیـز بیـان کردنـد کـه تیمارهـای گوناگون محیطی، نوع خاک، درجـهٔ زهکشـی و عوامـل فیزیوگرافی نظیـر شـیب و ارتفـاع بـیش از ۵۰ درصـد تغییـرات پوشـش گیـاهی در گراسـلندهـا را توجیـه می‌کنند. همچنین به‌نظر می‌رسد علت افـزایش مقـدار کل ذخیرهٔ کربن در واحد سطح جهت شمالی بـه‌دلیـل پایین‌بـودن میـزان تبخیـر و تعـرق و درنتیجـه حفـظ رطوبت و رویش بیشتر پوشش گیـاهی در ایـن جهـت جغرافیایی است. درصـورتی‌کـه بـه‌دلیـل فعالیـت‌هـای انسانی و سهولت دسترسی دام به طبقهٔ ارتفـاعی اول و بهره‌برداری بالا از مراتع این طبقه و درنتیجه زیـادبودن فرسایش خاک، کـه خـود سـبب کـاهش حاصـلخیزی خاک و از بین‌رفتن گونه‌های گیاهی مـی‌شـود، میـزان ذخیرهٔ کربن خاک در این طبقهٔ ارتفاعی پـایین اسـت.

Archive of SID

www.SID.ir

ایـن مطلـب بـا نتـایج تحقیـق Brown و همکـارانش (2004) مطابقت دارد کـه دریافتنـد توپـوگرافی نقـش مهمی در تغییـر میکروکلیمـا از طریـق تـأثیر در دمـا، بارندگی و جذب نور خواهد داشت. نتـایج ایـن تحقیـق بیانگر این مطلب است که بین ذخیرهٔ کل گیاه و میزان زیست‌تودهٔ ریشه، زیست‌تودهٔ هوایی، درصد تاج پوشش گیاهی و تراکم پوشش در هکتـار همبسـتگی مثبـت و بالایی وجود دارد که این نتیجه با نتایج تحقیق Singh مطابقـت دارد. در تحقیقـی کـه Wei و همکـارانش (2003) روی ذخیرهٔ کربن خاک انجـام دادنـد بـه ایـن نتیجه رسیدند که میزان ذخیرهٔ این فـاکتور بـا میـزان پوشش گیاهی همبسـتگی مثبـت دارد. براسـاس نظـر Derner و Schuman (2007) نیز میزان ذخیـرهٔ کـربن در واحد زمان به ویژگی‌هایی نظیر نـوع و میـزان رشـد گونه‌های گیاهی و نـوع کـاربری اراضـی بسـتگی دارد. Kolahchi و همکـاران (2005) طـی تحقیقـی کـه در مراتع قرق‌شده در صیدرهٔ همدان انجام دادنـد، بـه ایـن نتیجه رسیدند که کربن آلی خاک با عواملی نظیـر وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبـت ثقلـی، میـزان تولیـد گیـاهی، درصـد پوشـش گیـاهی و درصـد لاشـبرگ همبستگی بالایی دارد. نتیجهٔ مهمی که از این تحقیـق حاصل شد مقایسهٔ توان ذخیرهٔ کربن بین دو گونـهٔ گـون *Astragalus parrowianus* و *Astragalus gossypinus* بود؛ به‌طوری‌که مشخص شد گون زرد توان ذخیرهٔ کربن بیشتری از گون سـفید دارد. بـه‌نظـر می‌رسد این توانایی به ایـن علـت اسـت کـه گـون زرد میزان پوشش، زیست‌تودهٔ هوایی و زیست‌تودهٔ ریشه‌ای بیشتری از گون سفید دارد که به تله‌انداختن و ذخیـرهٔ بیشتر کربن آلی را سبب شده است. در آخـر پیشـنهاد می‌شود که با توجه به جدی‌بودن بحث افزایش گازهای گلخانه‌ای و وسعت زیـاد مراتـع، در تعیـین ارزش‌هـای چندمنظورهٔ مراتـع بـه مبحـث ارزش مراتـع در زمینـهٔ ذخیرهٔ کربن توجه بیشـتری معطـوف شـود. همچنـین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی تأثیر ویژگی‌هـای خاک در توان ذخیرهٔ کربن گونه‌هـای متفـاوت مرتعـی بررسی شود. نظر به اینکـه در تحقیـق حاضـر فقـط بـه ذخیرهٔ کربن پرداختـه شـد و ترسـیب کـربن مطالعـه و ارزیابی نشد، توصیه مـی‌شـود کـه در مطالعـات آتـی بـا ارزیابی‌های طولانی‌مدت، میزان ترسیب کربن گونه‌هـای متفاوت در شرایط توپوگرافی گوناگون نیز ارزیابی شوند.

Archive of SID

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., l.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,October3-5,2000
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.

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir