

ظرفیت ترسیب کربن در اکوسیستم مرتع و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع خوی

رقیه قریشی^{۱*}، اسماعیل گلی کلانپا^۲، جواد معتمدی^۳، فرشاد کیوان بهجو^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی

^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

^۳ استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه

* نویسنده مسئول: Rghorayshi@ymail.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۲۸

چکیده

افزایش ترسیب کربن در خاک روش بسیار مناسبی در کاهش تراکم CO₂ اتمسفری بوده و نقش بسیار مهمی در کاهش مشکلات تغییر اقلیم و آلودگی هوا دارد. در سال‌های اخیر این موضوع توجه محققان مختلفی را به خود جلب کرده است. در پژوهش حاضر، ظرفیت ترسیب کربن و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه مکان مرتعی شهرستان خوی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری خاک در دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری انجام شد. مقدار کل کربن آلی ذخیره شده خاک در مکان مرتعی اول، دوم و سوم به ترتیب برابر ۲۶/۸۹، ۲۴/۶۶ و ۱۸/۱۵ تن در هکتار برآورد گردید که بیشترین مقدار کربن آلی ذخیره شده متعلق به مکان اول بود. در تمامی مناطق مذکور، بیشترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری مشاهده گردید. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که درصد نیتروژن، جرم مخصوص ظاهری و آهک خاک به ترتیب از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر مقدار کربن آلی خاک در مکان‌های مورد بررسی می‌باشد. در حالت کلی، مدیریت بهینه اکوسیستم‌های مرتعی نقش مهمی در بهبود ظرفیت ترسیب کربن اتمسفری ایفا می‌کنند.

واژه های کلیدی: ترسیب کربن، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مراتع، خوی

مقدمه

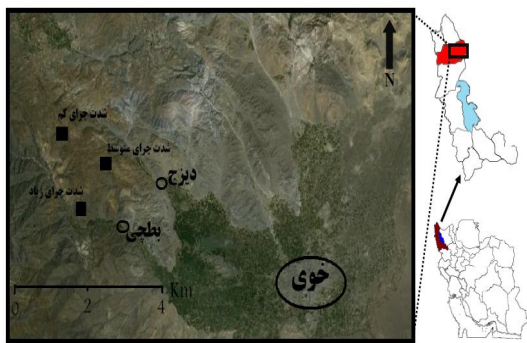
ترسیب کربن، اشاره به روند انتقال CO₂ از جو به خاک دارد. بخش قابل توجهی از کربن ذخیره شده در خاک، می‌تواند برای چندین دهه یا بیشتر باقی بماند. لذا فرایند انتقال و یا سلب کربن از جو خارج، می‌تواند تولید گازهای گلخانه‌ای که از احتراق سوخت‌های فسیلی و یا سایر فعالیت‌های مربوط به انسان ناشی می‌شود را کاهش دهد (Silvaria, 2012). دستیابی به افزایش ترسیب کربن در خاک به عنوان روش مناسبی برای کاهش تراکم CO₂ اتمسفری در مجامع علمی و سیاسی جهان مطرح شده است (Kimble و همکاران، 2003؛ ورامش و همکاران، ۱۳۸۹). دو نوع کربن، شامل کربن آلی و معدنی در خاک وجود دارد. در خاک‌های غیرآهکی، کربن آلی قابل توجه بوده و این خاک‌ها منبع مهم کربن به شمار می‌آیند، در حالیکه در خاک‌های آهکی، کربن آلی مقدار کمتری داشته و در مقابل، مقدار کربن غیرآلی (معدنی) آن ممکن

افزایش نگرانی‌ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که به خاک و قابلیت آن در ترسیب پایدار کربن توجه ویژه‌ای گردد (Lal, 2001). به نوعی می‌توان گفت که تغییرات آب و هوا، بر مدیریت کربن تأکید دارد (ICCATF, 2011). در همین راستا، در سال ۱۹۹۷ بر طبق پیمان کیوتو، تعدادی از کشورهای صنعتی متعهد شدند که انتشار گازهای گلخانه‌ای را طی دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰، حداقل ۵ درصد در مقایسه با سطح آن در دهه ۱۹۹۰ کاهش دهند (IEA, OPEC, OECD, 2010). بر طبق آمار، هم‌اکنون ایران رتبه دهم دنیا و رتبه اول خاورمیانه را در انتشار دی‌اکسید کربن به خود اختصاص داده‌است (WDI, 2008).

مشی مدیریتی صحیح و اتخاذ یک استراتژی مناسب جهت توسعه پایدار در مراتع امری ضروری است. لذا این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین مقدار کربن آلی ذخیره شده خاک با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه مکان مرتعی در شهرستان خوی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش حاضر، سه مکان مرتعی که معرف اقلیم رویشی آذربایجانی در ناحیه رویشی ایران و تورانی می‌باشند، انتخاب شد (شکل ۱) که مشخصات آنها در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت مکان‌های مورد بررسی در شهرستان خوی
Figure 1) Studied location in Khoy

برای نیل به اهداف این پژوهش، جهت نمونه‌برداری خاک در ابتدا و انتهای ترانسکت‌های ۱۰۰ متری مستقر در منطقه، یک پروفیل خاک حفر شد. مجموع پروفیل‌های حفر شده در هر سه مکان مرتعی ۱۸ عدد بود و نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک انجام شد و در آزمایشگاه ویژگی‌های بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، درصد رطوبت اشباع به روش وزنی (Famiglietti, 1998)، هدایت الکتریکی و میزان pH در عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه EC متر و دستگاه pH متر (Cartter, 1993) و مقدار نیتروژن خاک با استفاده از دستگاه کج‌لدال (Kajedal, 1983)، کربن آلی خاک با روش تیتراسیون (Wakley & Black, 1934)، وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب (Blake & Hartge, 1986)، درصد آهک با روش تیتراسیون برگشتی، در هر یک از نمونه‌های خاک تعیین گردید. در نهایت مقدار کربن آلی ذخیره شده در واحد سطح، بر حسب تن در

است زیاد باشد (Macdicken, 1997)؛ جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). منابع کربن غیر آلی ذخیره شده در خاک‌های جهان ۹۳۰-۷۸۰ میلیارد تن توسط اشناایگر (۱۹۹۷) و ۷۲۰ میلیارد تن توسط سامبروک و همکاران (۱۹۹۳) تخمین زده شده است که می‌تواند تحت شرایط مختلف جوی آزاد شود. نتایج توزیع کربن نیز نشان داد که بیش از ۹۷ درصد از کل کربن ترسیب شده را کربن آلی خاک تشکیل می‌داد. در این میان مراتع نقش عمده‌ای در جریان چرخه کلی کربن دارند تا آنجا که ۹۰ درصد از کربن مراتع در خاک واقع شده است. محققان تخمین زده‌اند که در مراتع ایالات متحده، سالانه ۲۹/۵ تا ۱۱۰ میلیون متر مکعب تن کربن آلی ذخیره می‌شود (Silvaria, 2012). با این وجود، در حال حاضر شیوه‌های مختلف مدیریت مرتع و نتایج کاربرد آنها، در ذخیره‌سازی کربن در خاک اکوسیستم‌های مرتعی کاملاً نامشخص است (Brown et al., 2012). یکی از روش‌های ترسیب کربن در خاک، استفاده از روش‌های بیولوژیکی است که مقدار کربن خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (دفتر بودجه آمریکا، ۲۰۰۷). در همین حیث، عمده مشکل مراتع در ذخیره کربن آلی خاک را می‌توان عدم مدیریت مناسب مراتع توسط بهره‌برداران بیان کرد. در اثر چرای بی رویه دام، پوشش گیاهی کاهش پیدا کرده و خاک مراتع نیز در اثر لگدکوبی، نفوذ پذیری خود را از دست داده و سبب ایجاد رواناب شده و به تبع آن فرسایش خاک و هدررفت کربن را در پی داشته است. کاهش ذخیره کربن آلی خاک، با افزایش احتمال فرسایش پذیری و فشردگی خاک و افزایش رواناب، اثر زیادی بر ساختمان خاک می‌گذارد (ورامش و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج یافته‌های زمینگ و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص ارزیابی مقدار کربن و نیتروژن مراتع نشان داد که ذخیره سازی کربن و نیتروژن خاک در مرتع بطور فزاینده‌ای تحت تأثیر مدیریت چرا و تغییرات آب و هوایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. نوبخت (۱۳۸۹) در تحقیقات خود نشان داد که درصد نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن به ترتیب از مهمترین اجزای تأثیرگذار بر مقدار کربن آلی خاک می‌باشند. ورامش و همکاران (۱۳۸۹) نیز بر رابطه مثبت درصد رس و نیتروژن با مقدار کربن موجود در خاک تأکید دارند.

ارزیابی اولیه ذخیره کربن خاک مراتع و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به منظور یافتن خط

هکتار با استفاده از رابطه ۱ (شیدای کرکج، ۱۳۹۰) محاسبه شد:

$$SC = 100 * O.C. * Bd * D \quad (1)$$

که در این رابطه، SC بیانگر کربن آلی (ton ha^{-1})، OC درصد کربن آلی، Bd جرم مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})

جدول (۱) مشخصات مکان‌های مورد بررسی در شهرستان خوی

Table 1) General properties of the studied rangelands in Khoy

ارتفاع متوسط از سطح دریا (متر)	شیب متوسط (درصد)	میانگین تاج پوشش گیاهی منطقه (درصد)	شدت چرا (بر اساس میزان دامگذاری)	گرایش مرتع (بر اساس امتیاز دهی به خاک و پوشش گیاهی)	وضعیت مرتع (بر اساس روش چهار فاکتوری)	تیپ غالب گیاهی (بر اساس نمود ظاهری)	مکان مرتعی
1700	20	32	متوسط	منفی	متوسط	<i>Artemisia fragrans-Agropyron trichophorum - Stipa barbata</i>	مکان اول
1700	30	30	کم	ثابت	متوسط	<i>Agropyron trichophorum-Thymus koteschianus</i>	مکان دوم
1750	15	20	زیاد	منفی	ضعیف	<i>Artemisia fragrans - Agropyron trichophorum</i>	مکان سوم

نتایج و بحث

خصوصیات کلی نمونه‌های خاک

نشان داد (جدول ۲). در مکان دوم، مقدار آهک، درصد رطوبت اشباع، رس و نیتروژن با افزایش عمق روند افزایشی را نشان داد (جدول ۳). همچنین در مکان سوم، مقدار آهک، درصد ماده آلی، ازت، pH، رس، سیلت و درصد رطوبت اشباع با افزایش عمق روند افزایشی را نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین درصد خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک مکان‌های مورد بررسی در شکل ۲ ارائه شده است.

دامنه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مکان‌های مورد بررسی در جدول‌های ۲ تا ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در مکان اول، درصد ماده آلی، نیتروژن، EC، سیلت و شن و رس و درصد رطوبت با افزایش عمق کاهش یافت، در حالیکه مقدار آهک و جرم مخصوص ظاهری خاک با افزایش عمق روند افزایشی را

جدول (۲) آمار توصیفی مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مکان اول

Table 2) Descriptive statistics of selected chemical and physical properties of the soils in rangeland number 1

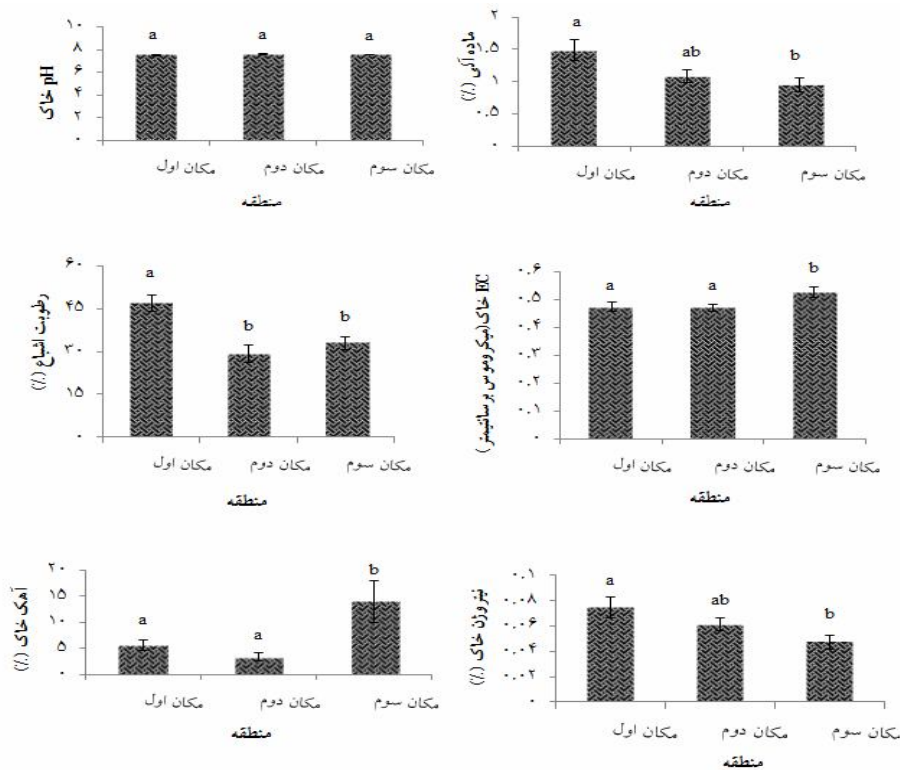
عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متری	انحراف	میانگین	اشتباه معیار	عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری	انحراف	میانگین	خصوصیات مورد مطالعه
1.77	5.60	23.1	2	6.34	24.2		سیلت (%)
0.07	0.22	7.5	1.77	5.60	17.4		رس (%)
0.84	5.83	57.9	2.19	6.93	58.4		شن (%)
0.021	0.065	0.47	0.03	0.08	0.84		هدایت الکتریکی (dS m^{-1})
0.07	0.22	7.5	0.06	0.20	7.5		pH
1.36	4.29	7.25	1.12	3.55	4.05		آهک (%)
0.008	0.027	0.087	0.014	0.045	0.078		نیتروژن (%)
0.17	0.54	1.33	0.28	0.90	1.64		ماده آلی (%)
0.53	11.16	46.63	1.64	10.68	47.17		رطوبت اشباع (%)
0.16	0.05	1.45	0.17	0.06	1.44		وزن مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})

جدول ۳) آمار توصیفی مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مکان مرتعی دوم
Table 3) Descriptive statistics of selected chemical and physical properties of the soils in rangeland number 2

خصوصیات مورد مطالعه	عمق ۰-۱۵ سانتی متری			عمق ۱۵-۳۰ سانتی متری		
	میانگین	انحراف معیار	اشتباه	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار
سیلت (/)	16.8	5.34	1.59	19	4.60	1.88
رس (/)	10.5	3.27	1.34	11.5	1.76	0.72
شن (/)	71	34.6	1.60	69.5	4.47	1.23
هدایت الکتریکی (dS m^{-1})	0.48	0.04	0.02	0.46	0.057	0.023
pH	7.6	0.21	0.08	7.5	0.19	0.08
آهک (/)	2.58	2.27	0.93	4.42	3.07	1.25
نیترژن (/)	0.059	0.023	0.009	0.063	0.011	0.004
ماده آلی (/)	1.17	0.46	0.19	0.99	0.12	0.05
رطوبت اشباع (/)	29.01	9.32	1.62	29.35	7.93	1.06
وزن مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})	1.55	0.034	0.014	1.52	0.16	0.04

جدول ۴) آمار توصیفی مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مکان مرتعی سوم
Table 4) Descriptive statistics of selected chemical and physical properties of the soils in rangeland number 3

خصوصیت مورد مطالعه	عمق ۰-۱۵ سانتی متری			عمق ۱۵-۳۰ سانتی متری		
	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار
سیلت (/)	21.8	2.71	1.11	60.67	3.14	1.28
رس (/)	15.17	3.43	1.40	17.2	4.71	1.92
شن (/)	63	4.60	1.88	22.2	3.92	1.60
هدایت الکتریکی (dS m^{-1})	0.53	0.08	0.03	0.52	0.044	0.018
pH	7.5	0.10	0.04	7.6	0.13	0.05
آهک (/)	1.2	0.28	0.12	26.67	5.56	2.27
نیترژن (/)	0.045	0.026	0.011	0.050	0.010	0.004
ماده آلی (/)	0.90	0.52	0.21	1	0.20	0.08
رطوبت اشباع (/)	31.63	3.18	1.12	34.38	8.31	1.21
وزن مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})	1.46	0.052	0.021	1.43	0.27	0.07



شکل ۲) مقایسه میانگین فاکتورهای خاکی اندازه‌گیری شده مکان‌های مورد بررسی در شهرستان خوی
Figure 2) Comparison of the overall mean of selected soil properties in the studied rangelands of Khoj

اختلاف معنی‌داری را در مقدار کربن ترسیب شده در هر دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری بین مکان‌های مورد بررسی نشان داد (جدول ۶). در تمام مکان‌های مورد بررسی در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری، مقدار ذخیره کربن دارای بیشترین مقدار است. در عمق ۰-۱۵ سانتیمتری، بیشترین ذخیره کربن در خاک مکان اول برآورد گردید در حالیکه در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری بیشترین ذخیره کربن خاک در مکان دوم برآورد گردید (شکل ۳).

ترسیب کربن خاک

میانگین کربن ترسیب شده در عمق ۰-۱۵ سانتیمتری خاک مکان اول، مکان دوم و مکان سوم به ترتیب ۲۰/۴۳، ۱۵/۷۴، ۱۱/۳۶ (تن در هکتار) برآورد گردید (جدول ۵). همچنین میانگین کربن ترسیب شده در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک مکان اول، مکان دوم و مکان سوم به ترتیب ۳۳/۳۶، ۳۳/۵۹، ۲۴/۹۴ (تن در هکتار) برآورد گردید (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس،

جدول ۵) آمار توصیفی مربوط به مقدار کربن ترسیب شده در خاک مکان‌های مورد بررسی در شهرستان خوی

Table 5) Descriptive statistics related to carbon sequestration in the soil of studied areas of Khoj

عوامل	تیمار	مکان مرتعی	میانگین	اشتباه معیار
کربن ترسیب شده خاک (تن در هکتار)	عمق (۰-۱۵ سانتی‌متری)	مکان اول	20.43	0.29
		مکان دوم	15.74	0.21
		مکان سوم	11.36	0.23
	عمق (۱۵-۳۰ سانتی‌متری)	مکان اول	33.36	0.35
		مکان دوم	33.59	0.22
		مکان سوم	24.94	0.19
عمق کل	مکان اول	26.89	0.26	
	مکان دوم	24.66	0.27	
	مکان سوم	18.15	0.23	

جدول ۶) نتایج آنالیز واریانس کربن ترسیب شده در عمق‌های مختلف مکان‌های مورد بررسی در شهرستان خوی
Table 6) The results of variance analysis of soil carbon sequestration in the deep places of Khoy

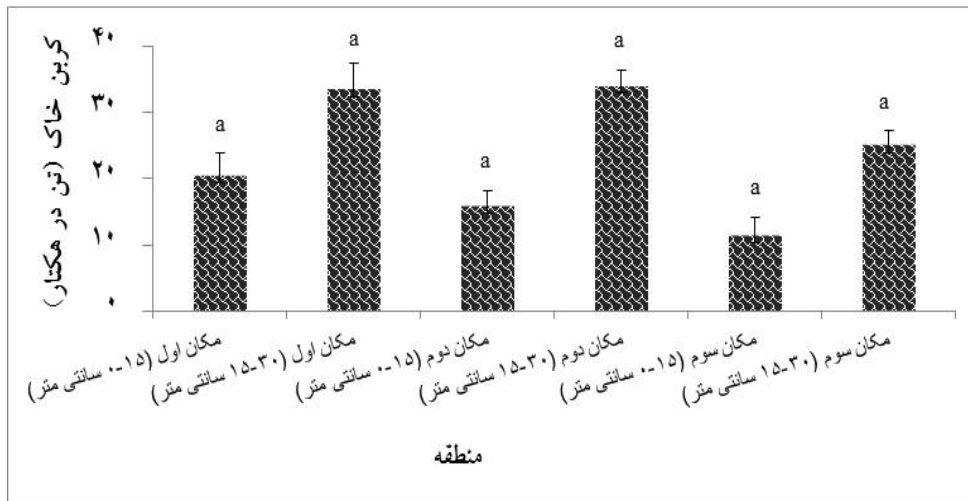
Pr>F	مقدار F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منبع تغییر	تیمار	
0.152 ^{ns}	2.089	158.02 75.74	2 19 21	316.04 1439.08 1755.12	تیمار خطا کل	عمق (۰-۱۵ سانتی-متری)	کربن ترسیب شده خاک (تن در هکتار)
0.223 ^{ns}	1.626	158.05 97.18	2 19 21	366.09 1846.50 2162.59	تیمار خطا کل	عمق (۱۵-۳۰ سانتی متری)	
0.132 ^{ns}	2.124	291.78 137.35	2 41 43	583.56 5631.29 6214.85	تیمار خطا کل	عمق کل	

ns: عدم وجود اختلاف معنی دار

اساس این بررسی‌ها، ترسیب کربن با مقدار نیتروژن، ماده آلی، جرم مخصوص ظاهری و آهک همبستگی مثبت نشان داده است. سایر عوامل مورد بررسی، رابطه معنی-داری با کربن آلی خاک را نشان ندادند (جدول ۷).

ارتباط خصوصیات خاک مکان‌های مورد بررسی با ترسیب کربن خاک

همبستگی ترسیب کربن با هر یک از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۷ ارائه شده است. بر



شکل ۳) مقدار کربن آلی ذخیره شده در عمق های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی متری خاک مکان های مورد بررسی در شهرستان خوی
Figure 3) Rates of organic carbon sequestration in the studied rangelands of Khoy at two different soil depths (0-15 cm and 15-30 cm).

جدول ۷) نتایج روابط رگرسیونی مقدار کربن آلی مکان های مورد بررسی با خصوصیات خاک

Table 7) Derived regression relationships between the organic carbon content of soil with soil factors.

مکان مرتعی	معادله	ضریب تعیین (R ²)
مکان اول	N/Y= 8.237+251.155	47%*
مکان دوم	Y= 196.963+ 657.055N + 30.283OM +117.47Bd	82%**
مکان سوم	Y= -1.524+ 0.452CaCO ₃ + 281.60N	93%*

OC (Y): متغیر وابسته؛ N (ازت)، M (جرم مخصوص ظاهری خاک)، OM (ماده آلی)، CaCO₃ (آهک): متغیر مستقل

* معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

بحث

مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور، نقش اکوسیستم‌های مرتعی و بخصوص نقش بیشتر خصوصیات خاک را در امر ترسیب کربن تایید می‌کند (معصومی، ۱۳۷۹؛ Rice, 2000). مقدار ترسیب کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، تغییر کاربری اراضی، نوع عملیات احیایی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن در خاک بستگی دارد (Post, 2000). نتایج تحقیق حاضر مؤید آن است که درصد نیتروژن، ماده آلی، جرم مخصوص ظاهری خاک و آهک به ترتیب از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر مقدار کربن آلی خاک در مکان‌های مورد بررسی هستند. میانگین کل کربن آلی خاک در مکان اول، ۲۶/۹۰ تن در هکتار؛ مکان دوم، ۲۴/۶۷ تن در هکتار و مکان سوم، ۱۸/۱۵ تن در هکتار برآورد گردید که در این برآورد، مکان اول بیشترین مقدار کربن آلی را به خود اختصاص داد. ریدر و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که بسیاری از مطالعات بر روی فرایند ترسیب کربن، همواره با مطالعه همزمان بر روی مقدار ازت خاک می‌باشد زیرا فاکتور ازت از اهمیت خاصی در فرایند ترسیب کربن برخوردار است. در این رابطه پوسنین (۲۰۰۲) نیز در تحقیقات خود بر رابطه بین کربن و نیتروژن تأکید دارد. نتایج تحقیق حاضر همبستگی بالایی را بین دو عامل کربن و نیتروژن خاک نشان داد (جدول ۷). مقدار ازت کل خاک در مکان اول و دوم و مکان سوم به ترتیب ۰/۰۸۲، ۰/۰۶۱ و ۰/۰۴۷ درصد برآورد گردید. نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که در مراتع با درصد بالای ازت موجود در خاک، مقدار کربن آلی بیشتری، ذخیره گردیده است، همچنین با افزایش عمق از ۱۵-۰ به ۳۰-۱۵ سانتیمتری مقدار ازت خاک روند افزایشی را نشان داد و به دنبال این روند افزایشی، مقدار کربن آلی بیشتری نیز برآورد گردید (جدول ۲ تا ۴).

جنیدی (۱۳۸۸) در تحقیقات خود اظهار داشت ذخیره ازت در اکوسیستم در تعامل با مقدار کربن ترسیب شده می‌باشد و عامل ازت، نقش کنترلی بر فرایند ترسیب کربن در اکوسیستم دارد. همچنین جینکسام و همکاران (۲۰۰۵) با ارایه مدلی تکمیلی در زمینه نقش کنترل کننده ازت بر چرخه کربن و ترسیب آن در اکوسیستم بیان کردند که در یک اکوسیستم باز، کربن خالص جذب شده با ورودی نیتروژن، جذب و هدررفت آن مرتبط است

و در نهایت افزایش تثبیت ازت در سطح وسیع منجر به مقدار بالای ترسیب کربن خواهد شد که با نتایج حاضر مطابقت دارد. آلراد و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن کود ازته به خاک، مقدار ترسیب کربن در خاک را حدود ۳۰ درصد افزایش می‌دهد. سالاردینی (۱۹۹۵) بیان داشت کاهش مقدار ازت خاک به دلیل کاهش بقایای گیاهی جهت تبدیل به هوموس و افزایش تهویه خاک در اثر شخم و بنابراین زیاد شدن موجودات ذره بینی و بهم خوردن تعادل ازت خاک می‌باشد. وزن مخصوص ظاهری خاک در برآورد مقدار ذخیره کربن خاک نقش مهمی دارد. رابطه بین وزن مخصوص ظاهری و کربن آلی، یک رابطه دوطرفه است، بنحوی که افزایش ماده آلی، باعث کاهش وزن مخصوص و افزایش خلل و فرج و بهبود نفوذپذیری خاک خواهد شد که خود باعث کاهش رواناب و کاهش فرسایش می‌گردد که نتیجتاً کاهش هدر رفت کربن را سبب خواهد شد. همبستگی مثبت و معنی دار، مقدار ذخیره کربن با وزن مخصوص ظاهری خاک مکان‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر، مؤید این امر است. میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در مکان اول، دوم و سوم به ترتیب برابر ۱/۵۴، ۱/۴۵، ۱/۴۴ (گرم بر سانتیمتر مکعب) برآورد گردید. در تحقیق حاضر با توجه به جداول ۲ تا ۴ در تمامی مکان‌های مورد بررسی، با افزایش میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک، مقدار کربن آلی بیشتری ترسیب گردیده است. مکنزی و همکاران (۲۰۰۰) نیز در تحقیقات خود بیان کردند که وزن مخصوص ظاهری خاک یکی از عوامل مهم برآورد ظرفیت ترسیب کربن خاک می‌باشد. همچنین گارتنت و چارلز (۲۰۰۲) نشان داد که ترسیب کربن خاک علاوه بر وزن مخصوص ظاهری خاک با میزان ماده آلی خاک نیز همبستگی مثبت دارد. در این راستا، پیرس و همکاران (۱۹۸۳)، مقدار ماده آلی را معمولی ترین شاخص تخمین کیفیت خاک می‌دانند، ضمن اینکه پیتر (۲۰۱۲) ماده آلی خاک را ۵۸-۵۰ درصد کربن وزن خشک گزارش می‌کند. کانل و دوار (۱۹۹۳)، روند کاهشی ماده آلی خاک متناسب با افزایش عمق را به وجود لاشبرگ سطح خاک نسبت دادند که موجب افزایش کربن آلی خاک می‌شود. همچنین احمدی و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش می‌دهند که کاهش مقدار ماده آلی خاک، می‌تواند ناشی از برداشت گیاهان توسط دام‌ها و در نتیجه کاهش مقدار لاشبرگ

مطالعه از سطح دریا نسبت داد که بطور کلی، دارای بارش بیشتری نسبت به سایر مناطق واقع در ارتفاعات پایین تر می‌باشند. در خاک‌های با بافت شنی، به دلیل نفوذپذیری زیاد آب و ته نشین شدن آهک، مقدار آهک با افزایش عمق افزایش می‌یابد. در واقع دلیل روند افزایشی در کربن ذخیره شده خاک با افزایش عمق را می‌توان به وجود آهک در خاک مکان‌های اول و سوم نسبت داد. درصد آهک خاک در مکان سوم ۱۳/۹۵ درصد، مکان دوم ۳/۵ درصد و مکان اول ۵/۶۵ درصد می‌باشد. طبق تحقیقات جنیدی (۱۳۸۸)، آهک خاک دارای رابطه مثبت و معنی‌داری با مقدار کربن ترسیب شده در بیوماس گیاهی دارد که توجه این موضوع را می‌توان به نقش مثبت آهک در بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها و تأثیر مثبت بر تغذیه گیاه به دلیل وجود ترکیبات کلسیم و منیزیم نسبت داد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). بین میزان pH و اسیدیته خاک با مقدار کربن آلی ذخیره شده در خاک رابطه مثبتی مشاهده نگردید. تغییرات pH خاک موجب تغییراتی در جذب نیتروژن و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جذب موادغذایی توسط اکوسیستم می‌شود و در مقدار کربن خاک تغییر ایجاد می‌کند. همچنین اسیدیته خاک در اثر مدیریت‌های مختلف اراضی ممکن است تغییر یابد (Augusto et al., 2002). تحقیقات زیادی در مراتع با شرایط چرای مختلف انجام گرفته است که همگی مؤید افزایش ترسیب کربن آلی موجود در خاک مناطقی است که بطور سبک و متوسط مورد چرا قرار گرفته‌اند (Su-Yong & Zhoo, 2003). در این راستا، نشان داده شده است که در چراگاه‌هایی که تحت چرا مفراط قرار دارند، می‌توان با مدیریت صحیح چرای دام در مرتع و طرح‌ریزی سیستم‌های چرای، مقدار ترسیب کربن خاک را افزایش داد (Follett & Reed, 2010).

اضافه شده به خاک باشد. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد و همانطور که نتایج نشان داد، در مکان سوم به دلیل چرای بیش از حد دام و کاهش پوشش گیاهی و به ویژه لاشبرگ، مقدار کربن ذخیره شده، در مقایسه با دیگر مکان‌های مورد بررسی، کمتر است.

نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که با افزایش ماده آلی، کربن بیشتری در خاک مکان‌های مورد بررسی ذخیره شده است. در این راستا، ورامش و همکاران (۱۳۸۹) گزارش می‌دهند که سرعت تجزیه مواد آلی خاک تحت تأثیر وضعیت خاک (رطوبت، دما و دسترسی به اکسیژن) ترسیب مواد آلی، قرار گرفتن مواد آلی در پروفیل خاک و شدت حفاظت فیزیکی خاکدانه‌ها می‌باشد.

درصد رطوبت اشباع در مکان اول با مقدار ۴۶/۱۹

درصد نسبت به مکان سوم با ۳۳ درصد و مکان دوم با ۲۹/۱۸ درصد از مقدار بالاتری برخوردار است. در مکان سوم با وجود دارا بودن شرایط لازم برای ترسیب کربن، متأسفانه شرایط ضعیف حاکم بر مرتع موجب گردیده است که در مکان مرتعی مذکور نسبت به دیگر مکان‌های مورد بررسی، کربن آلی خاک به مقدار پایین‌تری ذخیره گردد. در توجه این امر، استفن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که فرایند چرا، باعث افزایش درجه حرارت خاک و تبخیر و تعرق رطوبت از خاک می‌گردد که خود این عامل باعث کاهش تجزیه مواد آلی خاک می‌گردد.

بر مبنای مقادیر کربن برآورد شده مکان‌های مورد بررسی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بین مقدار کربن ترسیب شده و رطوبت اشباع رابطه مثبتی وجود دارد که در مناطق با رطوبت اشباع بالا، مقدار کربن آلی بیشتری ذخیره شده است. اما در توجه میانگین بالای درصد رطوبت اشباع خاک مکان‌های مورد بررسی با توجه به نوع بافت خاک مکان‌های مورد بررسی که بطور عمدۀ شنی می‌باشند، می‌توان علت را به ارتفاع بالاتر مراتع مورد

References

- Augusto LR, Jacques D and Roth A. 2002. Impacts of several common tree species of European temperate forests on soil fertility, *Annals of Forest Science*. 59: 233-253.
- Ahmadi A, Haajabbasi M and Jalalian A. 2003. Effect of landuse change on runoff production, soil loss and quality in Dorahan of Chahar Mahal Bakhtyari. *J. Sci and Tech of Agric and Natur Resour*. 6 (4): 103-116.
- Allard V, Soussana JF, Falcimagne R, Berbigier P, Bonnefond JM, Ceschia E, Dhou P, Henault C, Laville P, Martin C and Pinares-Patino C. 2007. The role of grazing management for the net biome productivity and Greenhouse gas Budget (CO₂, N₂O and CH₄) of semi-natural grassland, *Agriculture, Ecosystems and Environmen.*, 121: 47-58.
- Ardo J and Olsson L. 2003. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the CENTURY model. *Journal of Arid Environment.*, 54(4): 633-651.
- Brown J, Angerer J, Salley S, Blaisdell R and Stuth J. 2012. Improving estimates of rangeland carbon sequestration potential in the U.S. Southwest. *Rangeland Ecology & Management*, 63: 147-154.
- Blake GR, and Hartge KH. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*. 9(1): 363-376.
- Bouyoucos GJ. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J*. 54: 464-465.
- Carter MR, Gregorich EG, Angers DA, Donald RG and Bolinder MA. 1998. Organic C and N storage and organic C fractions in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada. *Soil and Tillage Research*, 47: 253-261.
- Follett RF, Kimble JM and Lal R. 2003. The potential of U.S. grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Published by CRC Press LL.
- Famiglietti JS, Rudnicki JW and Rodell M. 1998. Variability in surface moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. *Journal of Hydrology*, 210: 259-281.
- Garten Jr and Charles T. 2002. Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA, *Biomass and Bioenergy*, 23(2): 93-102.
- ICCATF (Interagency Climate Change Adaptation Task Force). 2011. Federal actions for an climate resilient nation. Progress report. <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq/initiatives/adaptation>.
- IEA, OPEC, OECD. 2010. Analysis of the scope of energy subsidies and suggestions for the G-20 Initiative, IEA, OPEC, OECD, World Bank Joint Report Prepared for submission to the G-20 Summit Meeting, Toronto (Canada), 26-27 June.
- Jinxum L. 2005. Nitrogen controls on ecosystem carbon sequestration: a model implementation and application to Saskatchewan, Canada. *Journal of Ecological modeling*. 186: 178-195.
- Jafari Haghighi M. 2003. *Methods of soil analysis- physical and chemical sampling and analysis*, published by Nedaye Zoha, 236p.
- Joneidi H. 2008. The effect of some ecological factors and management on carbon sequestration in plant species habitat Dashti (case study: Semnan range). *Journal of Range*, third year, Pp. 590-610.
- Kimble JM, Heath LS, Birdsey R.A and Lal R. 2003. *The potential of U.S. forest soils to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. CRC Press, New York.
- kolahchi N. 1384. *of carbon sequestration in a grassland plant species*, Hamdan MA thesis. Science and Research.
- Lal R. 2001. *The potential of soil carbon sequestration in forest ecosystems to mitigate the greenhouse effect*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Mckenzie N, Ryan P, Fogarty P and Wood J. 2000. *Sampling measurement and analytical protocols for carbon sequestration in soil, litter and coarse woody debris*. National Carbon Accounting System, Technical Report no. 14p.
- Masomi A. 2009. *Iranian diverse*. Publications of Research Institute of Forests and Rangelands. 44 p.
- McLean EO. 1988. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2*, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wis, Pp. 199-224.

- Nobakht A, Pour Majidian MR, Hoggatie M and Fallah A. 2009. Comparison of soil carbon sequestration in forests of conifers and broad-leaved. *Journal of Forest*, 13-23 P.
- Post WM and Kwon KC. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change, processes and potential. *Global Change Biolog*, 6(3): 317-327.
- Pearce D, Palmer C and editors C. 1983. *Valuing the environment in developing countries: case studies*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Pussinen A. 2002. Forest carbon sequestration and harvest, in scots pine stand under different climate and nitrogen deposition scenarios. *Forest Ecology and management*, 158 (1-3): 103-115.
- Page MC, Sparks DL, Woll MR and Hendricks GJ. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic coastal plain Soils, 51: 1460-1465.
- Petter Ch, Steven K, Alfredo H and Vanessa G. 2012. Terrestrial carbon sinks for the United States predicted from MODIS satellite data and ecosystem modeling. *Earth Interactions*, 11-13 P.
- Rice. 2005. The role of plant and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystem. *Geoderma*, 128. 130-154.
- Reeder JD, Schuman GE and Bowman RA. 1998. Soil C and N change: processes and potential, *Global Change Biol*. 6 (2000), Pp. 317-327.
- Schlesinger WH. 1997. *Biogeochemistry: An analysis of global change*. Academic Press, New York, 588 p.
- Sambrook J, Fritsch EL and Maniatis T. 1989. *Molecular cloning. A laboratory manual*, 2nd edn. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY.
- Su-Yong Z and Zhoo HL. 2003. Influences of grazing and enclosure on carbon sequestration in degraded sandy grassland. *Inner Monogolia, North China, New Zealand Journal of Agricultural Research*. 46(4): 321-328.
- Silveira M. 2012. Soil and water science program, range cattle REC questions? The florida cattleman and livestock journal. *Pasture Management for Sequestering Carbon*. mlas@ufl.edu.
- Salardini AA. 1995. *Soil Fertility*, The University of Tehran press. (In Persian), 428 p.
- Sheidai Karkaj E. 2011. Assessment of carbon sequestration potential redox species of Agropyron Alvngatm and triplex anti Fvrmys (Case Study: Chprqymh the Dome). Master Thesis range. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 86 p.
- Steffens M, Kölbl A, Totsche KU and Kögel-Knabner I. 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma*, 143: 63-72.
- Varamesh S, Hoseini M, Abdi N and Akbarinia M. 2009. Effects of increasing carbon sequestration in plantation forests improve soil characteristics. of *Forest, Forest Society*, Pp. 25-35.
- WDI. 2008. *World Development Indicators Data Bank*. World Bank.
- Walkley A and Black IA. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37: 29-37.
- Zhiming Qi, Patricia NS, Bartling Lajpat R, Ahuja Derner D, Gale H and Dunn Liwang, Ma. 2012. Development and evaluation of the carbon-nitrogen cycle module for the GPFARM-Range model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 83: 1-10.

Carbon Sequestration Capacity in Rangeland Ecosystems and it's Relation with Soil Physical and Chemical Characteristics in Rangelands of Khoy

R. Ghoreyshi^{1*}, E. Goly kalanpa², j. Motamedi³, F. Keivan Behjou²

1- MSc. Student, Department of Range and watershed Management University of Mohagheh Ardabili

2 , 4- Assistant Professor, Department of Soil Science University of Mohagheh Ardabili

3- Assistant Professor, Rangeland Department, Urmia University, Iran

* Corresponding author: rghorayshi@ymail.com

Received: 09.03.2013

Accepted: 19.10.2013

Abstract

Increasing carbon sequestration in soil is an efficient method to decrease concentration of atmospheric CO₂ and has a considerable role in reduction of problems caused by climate change and air pollution which recently has been considered as an attractive issue for many of the researchers. In this study, capacity of carbon sequestration and it's relation with soil physical and chemical characteristics in three different sites of Khoy rangelands was investigated. In this regard, soil samples were collected from depths of 0-15 and 15-30 centimeters. The results showed that total organic carbon concentration in sites of one and two and in third site were respectively equal to 26.89, 24.66 and 18.15 tons per hectare, and the highest amount of accumulated carbon was related to first site. In all of the studied sites, highest amounts of soil organic carbon were related to depth of 15-30centimeters samples. The results obtained from stepwise regression analysis indicated that percent of nitrogen concentration, bulk density and lime content of soil were respectively the most effective factors on organic carbon content of the soil in investigated sites. Generally optimal management of rangeland ecosystems has an important role in improvement of atmospheric carbon sequestration capacity.

Key words: carbon sequestration, soil physical and chemical characteristics, rangelands of Khoy.