

تأثیر شدت‌های مختلف چرای دام بر میزان ترسیب کربن و ذخیره ازت خاک (مطالعه موردی: قطعه چهار شهریار)

- ❖ محمد جعفری؛ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ حسین آذرنیوند؛ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ احمد صادقی پور*؛ استادیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران.
- ❖ نادیا کمالی؛ دکتری مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ احمد حیدری؛ دانشیار، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ حسن مداح عارفی؛ دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ایران.

چکیده

افزایش نگرانی‌ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که به خاک و توانایی آن در ترسیب کربن به صورت پایدار توجه ویژه‌ای شود. خاک‌ها بزرگترین ذخایر کربن در چرخه کربن خشکی هستند که حاوی کربنی حدود سه برابر پوشش گیاهی و دو برابر آنچه در اتمسفر وجود دارد می‌باشند. مطالعه اثر چرای دام بر ذخیره کربن خاک بدلیل نقش عمده کربن آلی خاک در تولید اهمیت زیادی دارد و چرای دام پتانسیل بالایی برای تغییر میزان ذخیره کربن در اکوسیستم‌های مرتعی دارد. در این مطالعه اثر شدت‌های مختلف چرا بر میزان ترسیب کربن و تثبیت ازت در مراتع کشت شده با گونه *Atriplex canescens* در قطعه چهار شهریار بررسی شد. بدین منظور پس از شناسایی مناطق با شدت‌های چرای کم، متوسط و زیاد جهت مقایسه با منطقه قرق نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و خاک انجام گرفت. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در قالب ۲۰ پلات ۵×۵ متری انجام شد. در هر منطقه اولین پلات به طور تصادفی و چهار پلات دیگر در امتداد پلات اول و به فاصله ۱۵۰-۲۰۰ متر از یکدیگر مستقر گردیدند. جهت نمونه‌برداری خاک تعداد ۲۰ پروفیل در پلات‌های نمونه‌برداری پوشش گیاهی حفر شد و نمونه‌های خاک در هر پروفیل از عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۱۰۰-۳۰ سانتی‌متری برداشته شد. در نمونه‌های خاک درصد سنگ و سنگریزه، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی و ازت اندازه‌گیری شد. در ادامه وزن کل کربن ترسیب شده در هر هکتار از هر عمق محاسبه گردید. تحلیل داده‌ها با آزمون تجزیه واریانس یکطرفه با استفاده از نرم افزار SPSS 17 انجام گرفت و جهت مقایسه میانگین از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد که شدت‌های مختلف چرا باعث کاهش معنی دار درصد کربن و ازت خاک شده است..

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، ترسیب کربن، ذخیره ازت، چرای دام، قطعه چهار زرنند شهریار.

۱. مقدمه

افزایش نگرانی‌ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که به خاک و توانایی آن در ترسیب کربن به صورت پایدار توجه ویژه‌ای شود. مراتع در حدود نیمی از خشکی‌های جهان را تشکیل می‌دهند و دارای بیش از یک سوم از ذخایر کربن زیست کره خاکی می‌باشند. در نتیجه، این اراضی از قابلیت زیادی برای ترسیب کربن برخوردار هستند [۲۲]. بطور کلی، شیوه‌های مدیریت اراضی، شرایطی را برای تعدیل افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن فراهم می‌آورند که طی آن کربن اضافی از طریق ذخیره شدن در بیوماس گیاهی و مواد آلی خاک ترسیب می‌گردد. این فرآیند را اصطلاحاً ترسیب کربن خاکی می‌گویند [۵].

مدیریت کربن خاک به طور غیر مستقیم از طریق مدیریت پوشش گیاهی انجام می‌گیرد و لذا مدیریت اکوسیستم در استراتژی‌های ترسیب کربن، جایگاه ویژه‌ای دارد [۲]. تغییر در کربن مراتع می‌تواند تابعی از مدیریت و فاکتورهای محیطی باشد، بطوری که برخی تحقیقات نشان دادند که مقدار ذخایر کربن در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاکهای مرتعی (3159 gr/m^2) در منطقه اوک ریج آمریکا بیشتر از مقدار آن در خاکهای جنگلی (2438 gr/m^2) است [۱۸]. پس مراتع می‌توانند از پتانسیل بالاتری نسبت به جنگلها برای ترسیب کربن برخوردار باشند، زیرا کربن آلی خاک در جنگل، اغلب در سطح زمین انباشته می‌شود که این امر تجزیه آن‌ها را نسبت به کربن آلی مراتع تسریع می‌نماید و نیز کربن آلی خاک مراتع نسبت به خاک جنگل از انحلال کمتری برخوردار است. این امر، باعث کاهش پتانسیل آب‌شویی آن‌ها و نیز کند شدن فرایند فساد و تجزیه آن‌ها می‌شود. لذا با توجه به این که خاک، بخش مهمی از کربن آلی را در هر اکوسیستم در خود جای داده است، مراتع اهمیت خود را به عنوان یک مخزن بزرگ جهت ترسیب کربن نمایان می‌سازند [۱۹].

خاک‌ها بزرگترین ذخایر کربن در چرخه کربن خشکی هستند که حاوی کربنی حدود سه برابر پوشش گیاهی و دو برابر آنچه در اتمسفر وجود دارد می‌باشند [۱۱]. بنابراین افزایش ترسیب کربن در خاک بعنوان بزرگترین مخزن کربن اکوسیستم‌های خشکی استراتژی مناسبی جهت کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفر و برقراری امنیت غذایی خواهد بود. کربن آلی خاک با درصد پوشش گیاهی و بیوماس همبستگی مثبت معنی‌دار دارد [۱۷]. بقایای گیاهی از مهم‌ترین اشکال ورود مواد آلی به خاک هستند که شامل برگ، شاخه، ریشه‌ها و ترشحات ریشه‌ای می‌شود.

مطالعه اثر چرا بر ذخیره کربن خاک بدلیل نقش عمده کربن آلی خاک در تولید مرتع اهمیت زیادی دارد [۱۰]. چراي دام، به شکستن فیزیکی، پیوستگی خاک و نرخ تجزیه باقیمانده‌های گیاهی کمک می‌کند. همچنین بیان شده است که شدت چرا و تکرار آن اثرات عمده‌ای بر ذخیره کربن در مراتع دارد [۹]. بطور کلی چراي برنامه‌ریزی شده که باعث افزایش تولید گراسلند می‌شود، پتانسیل افزایش کربن آلی خاک و ترسیب کربن را دارد [۸ و ۲۰]. در مناطق چرا شده به دلیل برگشت سالیانه سریعتر ساقه‌ها و باقیمانده‌های گیاهی و همچنین تغییر در ترکیب گونه‌ها، دارای کربن بیشتر در خاک نسبت به مناطق چرا نشده است [۲۱] ولی خشکی شدید به همراه چراي شدید باعث کاهش کربن آلی خاک که در سال‌های نرمال و ترسالی در خاک ذخیره شده است می‌گردد [۹]. با توجه به نقش چراي دام در تغییرات کربن خاک، در این تحقیق اثر شدت‌های مختلف چرا و قرق بر میزان ترسیب کربن و ازت خاک مورد بررسی قرار گرفت.

۲. روش‌شناسی تحقیق

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

جهت بررسی ترسیب کربن، پتانسیل و تغییرات آن در مراتع، منطقه قطعه چهار شهریار انتخاب شد. این منطقه در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان شهریار و ۴۰

متوسط و برداشت ۷۰ درصد به‌عنوان چرای شدید لحاظ گردید. منطقه قرق در مجاورت تیمارهای چرای، به‌صورت فنس‌کشی و از دسترس دام دور بود. نمونه‌برداری نظیر به نظیر از خاک، پوشش گیاهی و لاشبرگ در تیمارهای چرای و قرق در فصل تابستان انجام شد. تمامی ویژگی‌های توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، خاکی و اقلیمی در همه تیمارها یکسان می‌باشند. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در قالب ۲۰ پلات ۵×۵ متری انجام شد. در هر منطقه اولین پلات به‌طور تصادفی و چهار پلات دیگر در امتداد پلات اول و به فاصله ۱۵۰-۲۰۰ متر از یکدیگر مستقر گردیدند. جهت نمونه‌برداری خاک تعداد ۲۰ پروفیل در پلات‌های نمونه‌برداری پوشش گیاهی حفر شد و نمونه‌های خاک در هر پروفیل از عمق‌های ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و ۱۰۰-۳۰ سانتی‌متری برداشته شد. در آزمایشگاه در نمونه‌های مربوط به هر پروفیل، کربن آلی از روش واکلی-بلک و ازت خاک از روش کجدال محاسبه شد. در ادامه با محاسبه وزن مخصوص ظاهری خاک در هر عمق به روش کلوخه و ضرب میزان کربن آلی خاک در وزن مخصوص ظاهری، وزن کل ازت و کربن ترسیب شده در خاک تا عمق مشخص در واحد سطح مرتع محاسبه شد.

۳. نتایج

آنالیز واریانس در مناطق دارای چرای سبک، متوسط، شدید و قرق نشان می‌دهد که مناطق مورد بررسی از لحاظ درصد کربن و ازت خاک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند (جدول ۱ و ۲).

کیلومتری شهرستان کرج در محدوده "۴۰' ۳۶" ۵۰° تا "۱۲' ۵" ۵۰° طول شرقی و "۵' ۳۳" ۳۵° تا "۲۱' ۳۶" ۳۵° عرض شمالی قرار دارد، متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۴۳ میلیمتر است که از این میزان ۲۵ درصد در پاییز، ۴۵ درصد در زمستان، ۲۹ درصد در بهار و بقیه در تابستان اتفاق می‌افتد. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد است و گرمترین و سردترین ماههای سال به ترتیب تیر و دی می‌باشند و با استفاده از روش آمبرژه اقلیم منطقه جزء مناطق با آب و هوای نیمه خشک سرد محسوب می‌شود. شیب عمومی منطقه ۰/۹۵ درصد می‌باشد و قسمت دشتی منطقه که تحقیق حاضر در آن صورت گرفته است بدون شیب است. از سال ۱۳۷۹ در سطحی معادل ۶۲۹۸ هکتار، عملیات اصلاحی بیولوژیکی در بخشهای مختلف این منطقه انجام شده است. بخشی از این عملیات شامل نهال‌کاری آتریپلکس کانسنس (*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.) به مساحت ۴۷۱۸/۴ هکتار و نهالکاری تاغ به مساحت ۱۱۷۹/۶ هکتار می‌باشد.

۲.۲. روش تحقیق

به‌منظور تعیین اثر احتمالی چرای دام بر ترسیب کربن در ابتدا اقدام به شناسایی مناطقی با شدت‌های مختلف چرای و منطقه قرق از بین مناطق آتریپلکس‌کاری شده در قطعه چهار شهریار شد. انتخاب تیمارهای چرای به این صورت انجام شد که میزان متوسط ۳۰ درصد برداشت نسبت به بوته چرا نشده به‌عنوان چرای سبک، برداشت ۵۰ درصد به‌عنوان چرای

جدول ۱. تجزیه واریانس کربن خاک تا عمق ۱ متری تیمارهای مورد بررسی

معنی‌داری	مقدار F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
./۰.۰*	۱۷/۵۸۳	۰/۱۲۱	۳	۰/۳۶۳	بین گروه‌ها
		۰/۰۰۷	۵۶	۰/۳۸۵	درون گروه‌ها
			۵۹	۰/۷۴۸	کل

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲. تجزیه واریانس ازت خاک تا عمق ۱ متری تیمارهای مورد بررسی

معنی داری	مقدار F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	بین گروهها
۰/۰۰**	۱۱/۷۹۳	۰/۰۰۲	۳	۰/۰۰۵	بین گروهها
		۰/۰۰۰	۵۶	۰/۰۰۸	درون گروهها
			۵۹	۰/۰۱۳	کل

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

عمق سوم کمتر است که احتمالاً به تأثیر کمتر تاج پوشش گیاهی بر اعماق خاک مرتبط می باشد. نکته ای که باید مورد توجه قرار گیرد سخت بودن خاک سطحی منطقه است (متوسط وزن مخصوص ۱/۷۸) که به نظر می رسد ورود بقایای گیاهی و ماده آلی به خاک را با مشکل مواجه می کند (شکل ۱).

همچنین آنالیز واریانس نشان دهنده اختلاف معنی دار تیمارهای مختلف در میزان کربن و ازت در هر سه عمق مورد بررسی است که در جدول ۳ و ۴ آورده شده است. نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان دهنده اختلاف معنی دار میزان کربن تیمارها نسبت به قرق در هر سه عمق است. بر اساس این نتایج شدت تغییرات در

جدول ۳. تجزیه واریانس کربن خاک در اعماق مختلف تیمارهای مورد بررسی

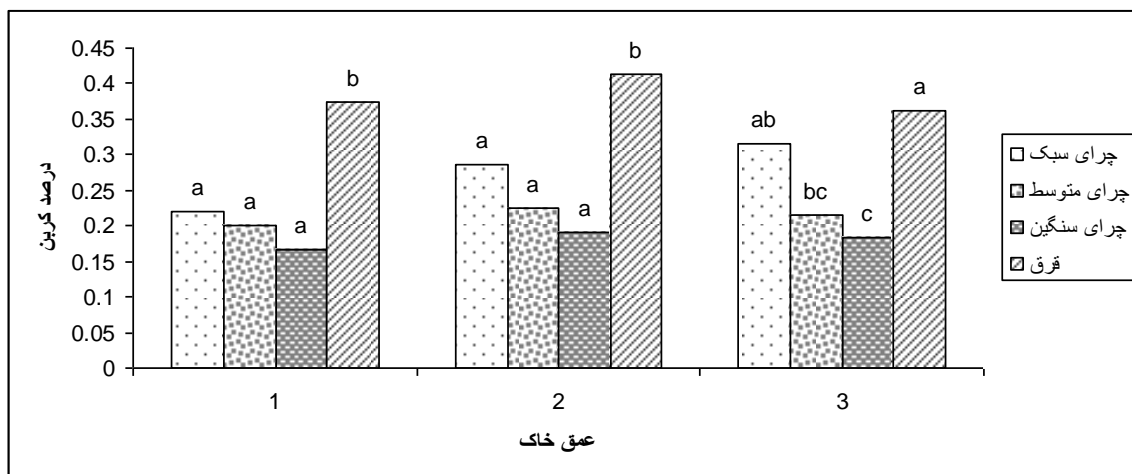
معنی داری	مقدار F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	عمق خاک
۰/۰۰۹**	۵/۴۱۷	۰/۰۴۳	۳	۰/۱۲۹	بین گروهها
		۰/۰۰۸	۱۶	۰/۱۲۷	درون گروهها
			۱۹	۰/۲۵۶	کل
۰/۰۰۱**	۸/۹۲۷	۰/۰۴۸	۳	۰/۱۴۵	بین گروهها
		۰/۰۰۵	۱۶	۰/۰۸۶	درون گروهها
			۱۹	۰/۲۳۱	کل
۰/۰۲۴*	۴/۱۲۶	۰/۰۳۶	۳	۰/۱۰۷	بین گروهها
		۰/۰۰۹	۱۶	۰/۱۳۸	درون گروهها
			۱۹	۰/۲۴۵	کل

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول ۴. تجزیه واریانس ازت خاک در اعماق مختلف تیمارهای مورد بررسی

معنی داری	مقدار F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	عمق خاک
۰/۰۴۹*	۳/۲۵۳	۰/۰۰	۳	۰/۰۰۱	بین گروهها
		۰/۰۰	۱۶	۰/۰۰۲	درون گروهها
			۱۹	۰/۰۰۴	کل
۰/۰۳۸*	۳/۵۷۱	۰/۰۰	۳	۰/۰۰۱	بین گروهها
		۰/۰۰	۱۶	۰/۰۰۲	درون گروهها
			۱۹	۰/۰۰۳	کل
۰/۰۰۵**	۶/۴۳۱	۰/۰۰۱	۳	۰/۰۰۳	بین گروهها
		۰/۰۰	۱۶	۰/۰۰۲	درون گروهها
			۱۹	۰/۰۰۵	کل

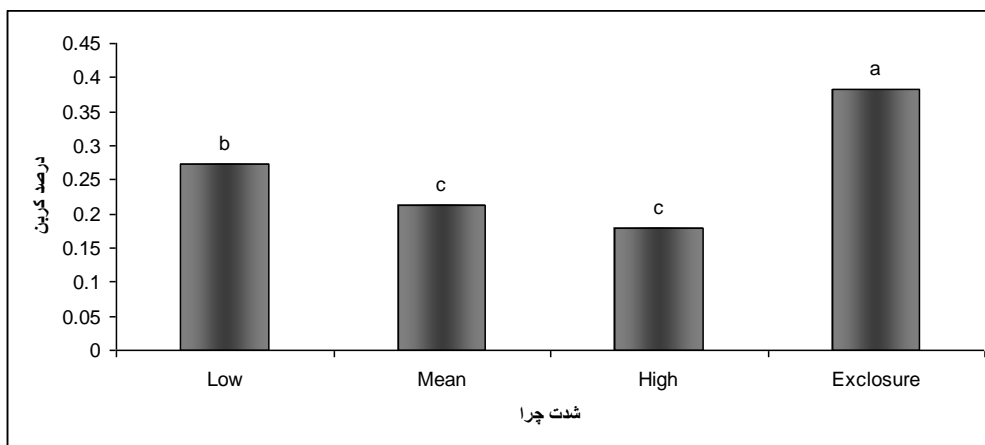
** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد



شکل ۱. نمودار درصد کربن خاک در تیمارها و اعماق مختلف

متری خاک ایجاد کرده است که کمترین کاهش در چرای سبک و بیشترین در چرای شدید بوده است.

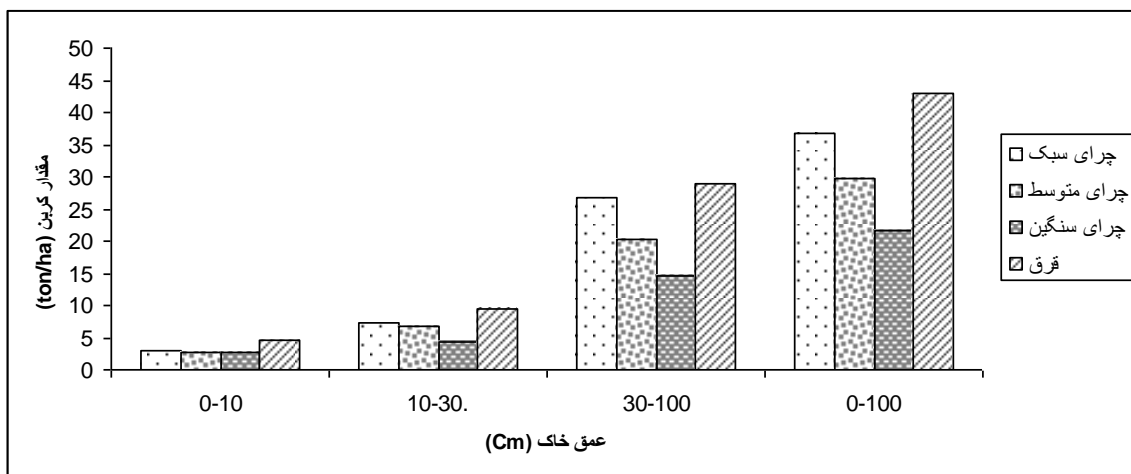
با توجه به شکل ۲ می‌توان بیان نمود، به‌طور کلی چرای دام، کربن خاک را کاهش داده است و حتی چرای سبک هم تغییر معنی‌داری در میزان کربن تا عمق یک



شکل ۲. نمودار درصد کربن خاک تا عمق یک متری تحت شدت‌های چرای مختلف

شد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود به‌طور کلی میزان کربن و ازت با افزایش شدت چرا روندی کاهشی را نشان می‌دهد.

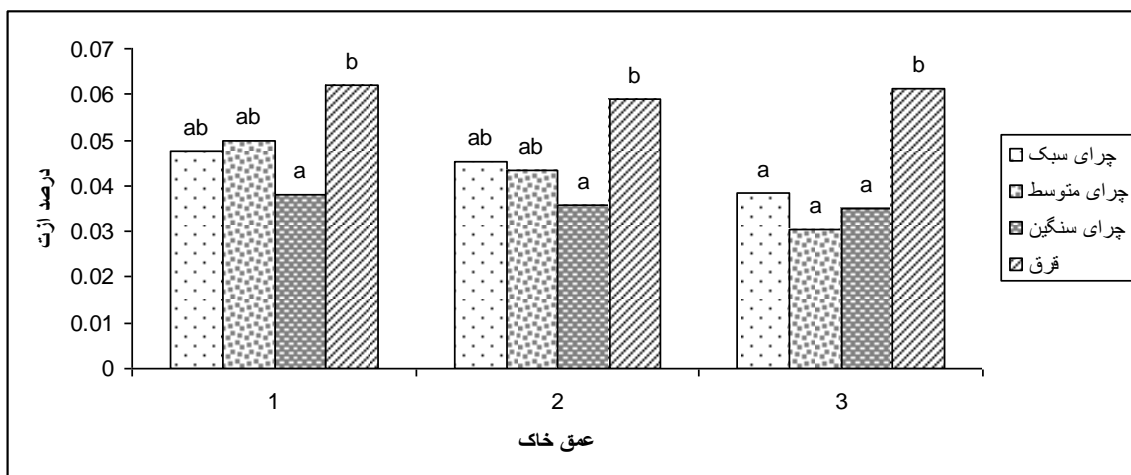
با لحاظ کردن درصد کربن آلی و ازت، وزن مخصوص ظاهری خاک و همچنین اعمال ضریب مربوط به درصد وزنی سنگ و سنگریزه، میزان کربن آلی و ازت موجود در اعماق مختلف در هر تیمار برحسب تن بر هکتار محاسبه



شکل ۳. نمودار مقدار کربن آلی در تیمارها و اعماق مورد بررسی

قرق در هر سه عمق است (شکل ۴).

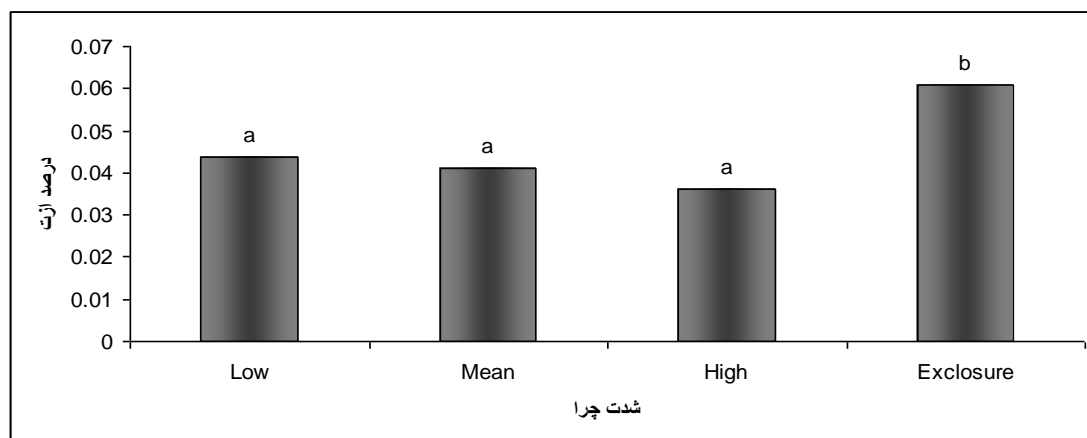
نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن همچنین نشان دهنده اختلاف معنی دار میزان ازت تیمارها نسبت به



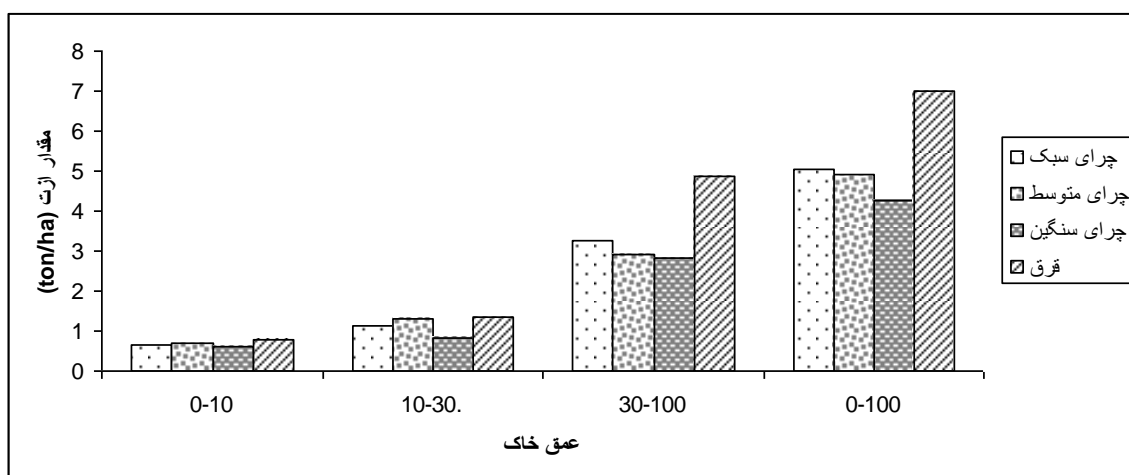
شکل ۴. نمودار درصد ازت خاک در تیمارها و اعماق مختلف

تمامی شدت‌های چرایایی باعث کاهش معنی دار ازت شده‌اند (شکل ۵ و ۶).

عمل چرا همچنین در تغییر درصد ازت تا عمق یک متری خاک نیز نقش مؤثری داشته است، به طوری که



شکل ۵. نمودار درصد ازت خاک تا عمق یک متری تحت شدت‌های چرای مختلف



شکل ۶. نمودار مقدار ازت در تیمارها و اعماق مورد بررسی

دانسته‌اند. به‌عنوان مثال برخی از تحقیقات نشان دادند که در اراضی تحت چرا به دلیل تغییر در ترکیب پوشش گیاهی، جایگزینی گونه‌های با سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و گسترش یافته‌تر و خشبی شدن بوته‌ها، در درازمدت میزان کربن خاک افزایش یافت [۱۲ و ۲۵] ولی مطالعات دیگری به این نتیجه رسیدند که چرا باعث کاهش در میزان کربن خاک شده است [۱۴، ۲۳ و ۲۴]. به‌طور کلی مسئله‌ای که نتایج اکثر تحقیقات بر آن توافق دارد این

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مجموع مطالعاتی که در زمینه اثرات چرا بر ترسیب کربن خاک انجام شده است، نظر هماهنگی در این مورد وجود نداشته و به دلیل گستردگی عوامل مؤثر بر این فرایند در طبیعت، تحقیقات گوناگون، نتایج مختلفی ارائه نموده‌اند. در بسیاری از مطالعات اثر چرا را بر ترسیب کربن خاک منفی دانسته و در مواردی دیگر چرا را عاملی مؤثر در افزایش میزان کربن خاک

جالب توجه در این تحقیق وفور گونه‌های بومی در منطقه قرق است که در مناطق تحت چرا بدلیل لگد کوبی و چرا از بین رفته‌اند که شاید یکی از دلایل افزایش تفاوت کربن خاک در تیمارهای چرایبی و قرق باشد بنابر این همانگونه که مشاهده می‌شود، هرگونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقرایی خاک و پوشش گیاهی شود، قطعاً گام مثبتی در جهت مدیریت ترسیب کربن خواهد بود [۱۵]. البته توجه به این موضوع که آتریپلکس به دلیل جذب نمک از خاک در صورت عدم چرای به موقع می‌تواند باعث افزایش شوری سطحی خاک شود [۳] هم در خور توجه است. در منطقه مورد مطالعه ایجاد و حفظ پوشش گیاهی علاوه بر نقش مثبت در ترسیب کربن، به دلیل جلوگیری از فرسایش بادی ناشی از بادهای شدید منطقه امری حیاتی است. با توجه به مجموع نظرات و نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که چرا در فصل مناسب و با شدت کم صورت گیرد تا با توجه به شرایط منطقه علاوه بر حفظ پوشش گیاهی و بیوماس هوایی که عمده‌ترین مدخل کربن اکوسیستم خاکی می‌باشد منجر به افت کیفیت شیمیایی و فیزیکی خاک نگردیده و ورود مواد آلی به خاک را نیز تسهیل نماید.

است که تلفیقی از شدت‌های چرای سبک تا متوسط بهترین راهبرد برای مدیریت کربن در مراتع است. در مناطق مورد مطالعه چرا در همه سطوح و اعماق باعث کاهش کربن خاک گردیده که برخی نتایج تحقیقی [۱۴] منطبق بر یافته‌های تحقیق حاضر است و از طرفی با نتایج برخی محققان که عدم تأثیر چرا بر ترسیب کربن را گزارش نموده‌اند، مطابقت ندارد که علت این اختلاف می‌تواند ناشی از اختلاف در اقلیم، خصوصیات خاک، شرایط محیطی، ترکیب جامعه گیاهی و اعمال مدیریت‌های چرایبی مختلف باشد [۴ و ۱۳]. دلیل کاهش ترسیب کربن در منطقه تحت چرا را می‌توان به دلیل برداشت پوشش گیاهی توسط دام و کم شدن درصد پوشش و زیتوده گیاهی و در نتیجه کاهش بازگشت ماده آلی به خاک دانست [۴ و ۱۶].

در مورد ازت هم مطالعات نتیجه و روند واحدی را نشان نمی‌دهند به طوری که مطالعه‌ای چرا را بر میزان ازت خاک بی‌اثر نشان داد [۷]، بخشی از نتایج پژوهشی اثر چرا را بر میزان ازت خاک مثبت ارزیابی کرد [۹] و مطالعات دیگری نشان‌دهنده کاهش ازت خاک با افزایش شدت چرا است [۱ و ۱۴]. نتایج تحقیق حاضر هم بیانگر نقش چرا در کاهش معنی‌دار ازت خاک است. نکته

References

- [1] Azarnivand, H., Joneidi Jafari, H., Zare Chahouki, M.A., Jafari, M. and Nikoo, S. (2009). Investigation on effects of grazing on carbon sequestration and nitrogen fixation in *Artemisia sieberi* rangelands of Semnan province. *Iranian Journal of Rangeland*, 4, 590-610.
- [2] Aghamohseni Fashami, M., Zahedi, Gh., Farahpour, M. and Khorasani, N. (2008). Influence of exclosure and grazing on the soil organic carbon and soil bulk density Case study in the central Alborze south slopes range lands. *Iranian Journal of Agricultural knowledge*, 5(4), 375-381.
- [3] Khatir namni, J. (2005). Effects of Atriplex on rangelands soil of Golestan province. *Iranian Journal of Rangeland and Desert researches*, 12(3), 311-334.
- [4] Dianati tilki, Gh., Naghipour Borj, A.A., Tavakoli, H., Heidarian M. and Afkham-o-shoara, M. (2009). Effect of exclosure on carbon sequestration and biomass in semiarid rangelands of northern Khorasan. *Iranian Journal of Rangeland*, 4, 668-679.
- [5] Abdi, N., Madaharefi, H. and Zahedi, Gh. (2008). Estimation of carbon sequestration in Astragalus rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). *Iranian Journal of Rangeland and Desert researches*, 15(2), 269-282.
- [6] Allen, D.E., Pringle, M.J., Page, K.L. and Dalal, R.C. (2010). A review of sampling designs for the measurement of soil organic carbon in Australian grazing lands. *The Rangeland Journal*, 32(2), 227-246.
- [7] Burke I. C., Lauenroth, W.K. and Coffin, D.P. (1995). Soil organic matter recovery in semiarid grasslands: Implications for the conservation reserve program. *Ecological Applications*, 5, 793-801.
- [8] Conant, R.T., Paustian, K. and Elliott, E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: effects on soil. *Ecological Applications*, 11, 343-355.
- [9] Derner, J.D., Briske, D.D. and Boutton, T.W. (1997). Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C4, perennial grasses along an environmental gradient? *Plant and Soil*, 191(2), 147-156.
- [10] 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.
- [11] FAO. (2004). *Carbon sequestration in dryland soils*. 129p.
- [12] Gao, Y.H., Luo, P., Wu, N., Chen, H. and Wang, G.X. (2007). Grazing intensity impacts on carbon sequestration in an alpine meadow on the eastern Tibetan Plateau. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 3(6), 642-647.
- [13] Gervasio, P., Paruelo, J.M., Jobba gy, E.G., Jackson, R.B. and Oesterheld, M. (2009). Grazing effects on belowground C and N stocks along a network of cattle exclosure in temperate and subtropical grasslands of South America. *Global Biochemical Cycles*, 23(2), GB2003. DOI: 10.1029/2007GB003168.
- [14] He, N.P., Zhang, Y.H., Yu, Q., Chen, Q.S., Pan, Q.M., Zhang, G.M. and Han, X.G. (2011). Grazing intensity impacts soil carbon and nitrogen storage of continental steppe. *Ecosphere*, 2(1), 1-10.
- [15] Izaurralde, R., Williams, C.J.R., Post, W.M. and Thamson, A.M. (2007). Long-term Modeling of Soil C Erosion and Sequestration at the Small Watershed Scale. *Climate Change*, 80, 73-90.
- [16] Javadi, A., Jafari, M., Azarnivand, H. and Alavi, J. (2005). Investigation of Grazing Impact on Soil Organic Matter and Nitrogen in Lar Rangeland. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(2), 711-717.
- [17] Kathryn R.K. and Potvin, C. (2007). Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. *Forest Ecology and Management*, 246 (2-3), 208-221.
- [18] Marland, G., Garten C.T., Post, W.M. and West, T.O. (2004). Studies on enhancing carbon sequestration in soils. *Energy*, 29 (9-10), 1643-1650.
- [19] Miegroet, H.V. and Boettinger, J.L. (2005). Soil carbon distribution and quality in a montane rangeland- forest mosaic in northern Utah. *Forest Ecology and Management*, 220 (1-3), 284-299.

- [20] Rees, R.M., Bingham, I.J., Baddeley, J.A. and Watson, C.A. (2005). The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma*, 128 (1-2), 130– 154.
- [21] Reeder, J.D. and Schuman, G.E. (2002). Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116 (3), 457– 463.
- [22] Schuman, G.E., Janzen, H. and Herrick, J.E. (2002). Soil Carbon Information and Potential Carbon sequestration by Rangelands. *Environmental Pollution*, 116 (3), 391-396.
- [23] Snyman H.A. and du Preez, C.C. (2005). Rangeland degradation in a semi-arid South Africa—II: influence on soil quality. *Journal of Arid Environments*, 60 (3), 483–507.
- [24] Sun, D.S., Wesche, K., Chen, D.D., Zhang, S.H., Wu, G.L., Du, G.Z. and Comerford, N.B. (2011). Grazing depresses soil carbon storage through changing plant biomass and composition in a Tibetan alpine meadow. *Plant soil environment* 57 (6), 271–278.
- [25] Van, G., du Toit, N., Snyman, H.A. and Malan, P.J. (2008). Physical impact of grazing by sheep in the Nama Karoo subshrub/grass rangeland of South Africa on litter and dung distribution. *South African Journal of Animal Science*, 38 (4), 326-330.