

## بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیره ازت در مراتع با گونه درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) در استان سمنان

حسین آذرینوند<sup>۱</sup>، حامد جنیدی جعفری<sup>۲\*</sup>، محمدعلی زارع چاهوکی<sup>۳</sup>، محمد جعفری<sup>۴</sup> و شیما نیکو<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۲ - تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۷

### چکیده

چرای دام یکی از مهمترین و متداولترین نوع کاربری زمین در اراضی مرتعی جهان است و دارای پتانسیل بالا در تغییر میزان ذخیره کربن در چنین اکوسیستم‌هایی محسوب می‌شود. در این پژوهش اثر چرا بر میزان ترسیب کربن و تثبیت ازت در مراتع با گونه *Artemisia sieberi* در استان سمنان بررسی شد. بدین منظور در دو ناحیه پیغمبران و قوشه اقدام به شناسایی مناطق با گونه غالب درمنه دشتی گردید. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در قالب ۴۰ پلات ۱×۱ متر مربعی و در طول ۴ ترانسکت به طول ۲۰۰-۱۰۰ متر انجام شد. در هر پلات درصد پوشش تاجی، تراکم، ابعاد هر پایه و میزان لاشبرگ سطحی درمنه ثبت گردید. به منظور تعیین بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی اقدام به نمونه‌برداری کامل از بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی گردید. برای مطالعه خاک اقدام به حفر ۷ پروفیل در پای بوته‌های درمنه در هر دو تیمار چرا شده و قرق گردید. نمونه‌برداری در هر پروفیل بر اساس عمق خاک و وسعت ریشه دوانی از ۳ عمق ۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری از انجام شد. به منظور تعیین رابطه میان خصوصیات اندام هوایی (حجم و وزن اندام هوایی) و اندام زیرزمینی در هر یک از مناطق از رگرسیون خطی ساده استفاده شد. در نمونه خشک گیاهی و نیز خاک درصد کربن آلی و ازت محاسبه شد. در ادامه وزن کل کربن و ازت ترسیب شده در هکتار محاسبه گردید. مقایسه داده‌ها با آزمون تی استیودنت مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان کاهش کربن و ازت در بخش اندام هوایی به ترتیب با میزان ۶۲ و ۷۴ درصد در ناحیه پیغمبران و ۵۴ و ۶۱ درصد در ناحیه قوشه رخ داده است. کاهش بیوماس اندام زیرزمینی در ناحیه قوشه به ترتیب ۴۲ و ۳۲ درصد اندازه‌گیری شد، اما در ناحیه پیغمبران کاهش معنی داری از نظر کربن بیوماس زیرزمینی مشاهده نشد. نتایج بیانگر آن است که چرا قادر به تغییر ذخیره کربن و ازت خاک می‌باشد، اما میزان این تغییرات وابسته به شدت چرا خواهد بود. هر چند که چرا موجب تغییر معنی‌داری در ذخیره کربن خاک در ناحیه پیغمبران نشد اما اثر چرا بر کاهش ۲۷ درصدی ذخیره کربن آلی خاک در ناحیه قوشه بیانگر نقش مؤثر این عامل در تغییر محتوی کربن خاک می‌باشد. در مجموع چرای دام بر کربن و ازت ذخیره شده در کل اکوسیستم در ناحیه پیغمبران تأثیر معنی‌دار نداشت، اما در ناحیه قوشه اثر چرا معنی‌دار ارزیابی شد.

**واژه‌های کلیدی:** ترسیب کربن، تثبیت ازت، چرا، درمنه دشتی، بیوماس اندام هوایی، بیوماس اندام زیرزمینی، کربن خاک.

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، \* نویسنده مسئول: hjoneidi@ut.ac.ir

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

## مقدمه

دی اکسید کربن یکی از مهمترین گازهای گلخانه‌ای است که در طول دهه‌های اخیر افزایش مقدار آن در اتمسفر سبب گرم شدن زمین شده است. گرم شدن هوا اثرات مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و بر هم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود.

ترسیب کربن فرآیندی است که طی آن دی اکسید کربن اتمسفر جذب شده و در بافت‌های گیاهی به صورت هیدرات‌های کربن تجمع و رسوب می‌کند (۲). مرکز توسعه پایدار در آمریکا ترسیب کربن را تبدیل دی اکسید کربن اتمسفری به ترکیبات آلی کربن‌دار توسط گیاهان بیان می‌کند که طی عمل فتوسنتز صورت می‌گیرد (۱). در ترسیب کربن افزون بر سنتز ترکیبات کربن‌دار توسط گیاه، موضوع مهم دیگر بقا و دوام کربن در اجزای گیاهی است. هر چه سرعت تجزیه ترکیبات کربن‌دار بافت‌های گیاهی کمتر باشد، ترسیب کربن در اکوسیستم بیشتر خواهد بود. به همین دلیل نواحی خشک (به دلیل کمبود رطوبت) و نواحی ماندابی و باتلاقی (به دلیل کمبود مفرط اکسیژن محیطی) دارای حداقل سرعت در فرآیند تجزیه بوده و از نظر ترسیب کربن مهم هستند (۵ و ۲۰). اکوسیستم‌های مرتعی پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارند، زیرا نیمی از خشکی‌های زمین را در بر داشته و ذخیره کربن آنها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهند (۱۴). در

مقیاس جهانی مراتع سالانه حدود ۵۰۰

میلیارد تن کربن ترسیب می‌کنند.

از طرف دیگر اراضی خشک بیش از ۴۵ درصد از سطح زمین را در بر گرفته و علیرغم محتوی کم کربن آلی در این خاک‌ها، این مناطق ۱۶ درصد از کل ذخیره کربن خاک‌های جهان را شامل می‌شوند (۳۴ و ۲۸). هر چند ورودی کربن آلی به خاک‌های مناطق خشک کم است، اما این مناطق ممکن است دارای پتانسیل بالا در ترسیب و ذخیره کربن باشند به شرطی که کربن آلی ورودی به خاک با مدیریت صحیح افزایش و تجزیه و هدر رفت محتوی کربن خاک کاهش یابد (۱۰). علیرغم این اهمیت یافته‌های پژوهشگران در مورد نقش عامل مدیریت در ترسیب کربن و ازت در مراتع همچنان محدود باقیمانده است (۳۹ و ۴۴). بسیاری از پژوهش‌ها بر روی فرآیند ترسیب کربن، همراه با مطالعه همزمان بر روی میزان ازت خاک انجام شده است، زیرا عامل ازت دارای اهمیت ویژه‌ای در فرآیند ترسیب کربن است (۳۸).

چرای دام یکی از مهمترین و متداول‌ترین نوع کاربری زمین در اراضی مرتعی جهان است و دارای پتانسیل بالا در تغییر میزان ذخیره کربن در چنین اکوسیستم‌هایی محسوب می‌شود. این تغییرات در میزان ذخیره کربن خاک از طریق تغییر در میزان بیوماس و سهم نسبی کربن آلی ترسیب شده در بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی (۱۱)، تغییر در میکروکلیمای و آب و مواد غذایی قابل دسترس (۳۰ و ۴۷) و در نهایت تأثیر بر کمیت و کیفیت کربن ورودی به اکوسیستم از طریق تغییر ترکیب

گونه‌ای و تنوع جوامع گیاهی انجام می‌پذیرد (۴۶).

اگر چه به نظر می‌رسد که فرآیند چرا موجب تسریع چرخه کربن در اکوسیستم‌های چرا شده می‌شود (۸ و ۴۳)، اما تأثیر چرا بر ذخیره کربن اکوسیستم در بسیاری موارد نامنظم و متغیر بوده و پیش‌بینی این اثرات دشوار است (۳۹). نتیجه بسیاری از مطالعات بر روی خاک‌های مراتع چرا شده در جهان بیانگر هر دو اثر متناقض افزایش (۴۰ و ۴۵) و کاهش (۳، ۱۵ و ۵۳) ذخیره کربن و نیتروژن خاک بر اثر چراست. نتیجه بررسی ۳۴ پژوهش مجزا در مورد تأثیر چرا بر روی میزان ذخیره کربن و ازت در اراضی چرا شده و غیر چرا شده در سراسر جهان بیانگر هر دو اثر افزایش (۶۰ درصد) و کاهش (۴۰ درصد) کربن خاک در نتیجه اعمال قرق در اراضی چرا شده می‌باشد (۳۲).

مراتع ایران با وسعت ۹۰ میلیون هکتار، وسیع‌ترین عرصه حیاتی کشور (حدود ۵۴ درصد) را شامل می‌شوند که بیش از ۷۰ درصد از این مراتع در ناحیه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. کاربری عمومی این اراضی در کشور استفاده به‌عنوان چراگاه بوده و چرای بیش از ظرفیت مرتع در این نواحی اغلب منجر به تغییر در کمیت و کیفیت پوشش گیاهی و خاک افزایش زمین‌های بایر و توسعه بیابانزایی شده است (۶).

جنس درمنه (*Artemisia*) در ایران ۳۴ گونه شناخته شده دارد که از نظر پراکنش وسیع از شاخص‌ترین و با اهمیت‌ترین جنس‌های گیاهی در فلور ایران محسوب

می‌شود. گونه‌های مختلف این جنس در ایران از پست‌ترین نقاط حاشیه خزر تا ارتفاعات ۴۰۰۰ متری از سطح دریا گسترش داشته و در بسیاری از مناطق، برخی از گونه‌های آن از جمله دو گونه درمنه دشتی و کوهی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مراتع محسوب می‌شوند و قابلیت‌ها و کاربردهای صنعتی و دارویی گونه‌های مختلف آن علاوه بر ارزش علوفه‌ای، آنها را مورد توجه ویژه قرار داده است (۷). از بین گونه‌های مختلف این جنس، درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) از مهمترین گونه‌های این جنس در ایران به‌شمار می‌رود، به‌طوری که پوشش غالب منطقه ایران و تورانی را همراه با گونه‌های مختلف جنس گون تشکیل داده و شاخص زیرمنطقه استپی محسوب می‌گردد. آنچه حایز اهمیت است آنکه تاکنون توجه کمی به توان عرصه‌های وسیع مرتعی در امر ترسیب کربن در داخل کشور شده است و اندک توجه محققین داخلی در امر ترسیب کربن، به اکوسیستم‌های جنگلی و کشاورزی معطوف شده است.

با توجه به اهمیت ترسیب کربن در سطح جهانی و با توجه به این که درمنه‌زارها وسیع‌ترین جامعه گیاهی بوته‌ای را در سطح کشور در بر می‌گیرند، همچنین به‌دلیل تأثیر عوامل انسانی از جمله چرای دام بر میزان ترسیب کربن، ضروری است میزان ترسیب کربن در مراتع با گونه *A. sieberi* اثر چرا بر آن در درمنه‌زارها مورد ارزیابی قرار گیرد، تا ضمن دست یافتن به برآوردی اولیه از میزان ذخایر کربن در درمنه زارها جهت مدیریت اصولی در راستای پیمان کیوتو، بتوان اثر

عوامل انسانی در میزان کل کربن و ازت ترسیب شده در این اکوسیستم‌ها را برای اتخاذ تصمیم درست و پایدار مدیریتی در مراتع کشور تعیین کرد. از این‌رو در این تحقیق اثر چرا بر میزان ترسیب کربن و ازت در مراتع با گونه *A. sieberi* در استان سمنان که دارای بیش از ۴۲۵ هزار هکتار درمنه‌زار است، بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان سمنان شامل نواحی رویشی پیغمبران به مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و قوشه به مختصات ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۰۵ دقیقه طول شرقی می‌باشد. میزان متوسط بارندگی سالانه نواحی پیغمبران و قوشه به ترتیب ۱۰۴/۹ و ۱۸۴/۱ میلی‌متر می‌باشد که بیش از ۶۵ درصد از کل بارش سالیانه در دو فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. میانگین طولانی مدت دما در دو ناحیه پیغمبران و قوشه به ترتیب ۱۵/۰ و ۱۶/۳ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ و ۱۵۰۰ متر می‌باشد. خاک در ناحیه پیغمبران دارای عمق ۵۰ سانتی‌متر و از نوع شنی لومی با درصد متوسط شن، سیلت و رس به ترتیب ۵۴/۸، ۲۲/۴ و ۲۳/۶ می‌باشد. درصد سنگ و سنگریزه سطحی در این ناحیه ۵۰ درصد، توپوگرافی ناحیه مورد مطالعه دشت دامنه‌ای با شیب متوسط ۷ درصد با جهت جنوبی و زهکشی خوب است. خاک در ناحیه

قوشه دارای عمق ۷۰ سانتی‌متر و از نوع شنی لومی با درصد متوسط شن، سیلت و رس به ترتیب ۶۸/۸، ۱۶/۴ و ۱۴/۸ است. درصد سنگ و سنگریزه سطحی در این ناحیه ۶۰ درصد، توپوگرافی ناحیه مورد مطالعه دشت دامنه‌ای با شیب متوسط ۴ درصد در جهت شمالی و زهکشی خوب است.

### روش تحقیق

به منظور تعیین اثر احتمالی چرا بر ترسیب کربن در دو ناحیه پیغمبران و قوشه ابتدا اقدام به شناسایی مناطقی با غالبیت گونه درمنه دشتی گردید. در انتخاب مناطق مورد مطالعه، ملاک اصلی حداکثر حضور گونه درمنه دشتی و حداقل حضور گونه‌های همراه می‌باشد. اساساً این عمل به منظور حذف تأثیر سایر گونه‌های گیاهی در ترسیب کربن به‌ویژه در بخش خاک و لاشبرگ و ارزیابی توان واقعی و انحصاری گونه درمنه دشتی در ترسیب کربن می‌باشد. در هر دو ناحیه مطالعاتی بیش از ۹۵ درصد از کل پوشش گیاهی مربوط به گونه درمنه دشتی و کمتر از ۵ درصد مربوط به سایر گونه‌هاست.

سپس در هر یک از نواحی اقدام به شناسایی مناطق تحت چرای دام گردید و در نهایت ۲ منطقه نمونه‌برداری که هر یک دارای مناطق قرق و غیر قابل دسترس دام در مجاورت منطقه چرا شده هستند، برای مقایسه اثر چرا انتخاب شد. در انتخاب تیمار چرا شده، ملاک عمل برداشت حداقل ۵۰ درصد از بیوماس اندام هوایی توسط دام بر اثر چرای طولانی‌مدت می‌باشد. در این راستا در قرق ۱۰

به‌طور کامل جمع‌آوری و در پاکت‌های جداگانه به آزمایشگاه منتقل شد.

به منظور مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نواحی مورد مطالعه اقدام به حفر ۷ پروفیل در پای بوته‌های درمنه در هر دو تیمار چرا شده و قرق شد. نمونه‌برداری در هر پروفیل بر اساس عمق خاک و وسعت ریشه‌دوانی، از عمق‌های ۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری انجام شده و نمونه‌های خاک به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید. در آزمایشگاه، ابتدا نمونه‌های گیاهی و بخصوص ریشه‌ها شستشو و توزین شد. سپس نمونه‌های تر در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به‌طور کامل خشک گردید. سپس وزن خشک هر نمونه به‌طور جداگانه ثبت و در ادامه وزن کل اندام هوایی اندام زیرزمینی و وزن کل هر پایه به‌طور جداگانه محاسبه و ثبت شد.

برای تعیین رابطه احتمالی میان خصوصیات مختلف اندام هوایی (نظیر مساحت، حجم و وزن اندام هوایی) و اندام زیرزمینی در هر یک از مناطق، از رگرسیون خطی ساده استفاده شد و معادلات به‌دست آمده بطور جداگانه در هر یک از تیمارها ملاک برآورد بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی هر پایه در نظر گرفته شد و در ادامه با احتساب تراکم پایه‌های درمنه در واحد سطح، وزن بیوماس اندام هوایی، اندام زیرزمینی و بیوماس کل در هکتار محاسبه شد. پس از آسیاب نمونه‌های خشک گیاهی، درصد کربن آلی در هر گرم به روش احتراق در کوره الکتریکی و ازت از روش کجلدال محاسبه شد. در ادامه با ضرب ضریب

ساله پنج کوه قوشه و قرق ۱۵ ساله پیغمبران منطقه‌ای به وسعت ۴ هکتار برای نمونه‌برداری انتخاب شد و نمونه‌برداری نظیر به نظیر از خاک، پوشش گیاهی و لاشبرگ در مناطق چرا شده مجاور در فصل پاییز انجام شد. درصد بهره‌برداری از بیوماس اندام هوایی در تیمار تحت چرای ناحیه پیغمبران ۵۰ درصد و در قوشه حدود به ۷۰ درصد برآورد شد. تمامی ویژگی‌های توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، خاکی و اقلیمی در هر دو تیمار چرا شده و قرق در هر ناحیه مطالعاتی یکسان هستند.

نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در قالب ۴۰ پلات ۱×۱ متر مربعی و در طول ۴ ترانسکت به طول ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر انجام شد. در هر پلات خصوصیات درصد پوشش تاجی، تراکم و ابعاد هر پایه درمنه ثبت شد. همچنین در هر پلات اقدام به نمونه‌برداری کامل از لاشبرگ سطحی شد. در ادامه به منظور تعیین بیوماس هوایی و زیرزمینی اقدام به نمونه‌برداری از بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی گردید. بدین منظور تعداد ۲۰ پایه گیاهی که از نظر بنیه و دیگر خصوصیات ظاهری نظیر ابعاد تاج نماینده تیپ گیاهی مورد مطالعه باشد، انتخاب شد. برای نمونه‌برداری از اندام هوایی، تاج و طوقه تا سطح زمین بطور کامل قطع و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد. نمونه‌برداری از اندام زیرزمینی هر پایه با توجه به عمق خاک و توسعه عمودی ریشه‌ها در خاک از عمق‌های ۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری انجام شد و تمامی ریشه‌های موجود در هر عمق

تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل کربن و ازت ترسیب شده در هر پایه و در نهایت هر هکتار از درمنه‌زارهای نواحی مطالعاتی محاسبه شد.

در نمونه‌های مربوط به هر پروفیل، برخی خصوصیات خاک از قبیل درصد سنگ و سنگریزه، درصد ذرات رس، سلیت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس اندازه‌گیری شد. کربن آلی از روش والکی- بلک و ازت خاک از روش کجلدال محاسبه شد. در ادامه با محاسبه وزن مخصوص ظاهری خاک در هر عمق و ضرب میزان کربن آلی خاک در وزن مخصوص ظاهری، وزن کل کربن ترسیب شده در خاک در واحد سطح مرتع محاسبه شد (۲۷).

مقایسه داده‌ها در دو تیمار چرا شده و قرق با بکارگیری آزمون تی استیودنت مستقل در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

## نتایج

۱- روابط رگرسیونی میان پارامترهای گیاهی روابط رگرسیونی میان حجم تاج پوشش به‌عنوان متغیر مستقل و بیوماس اندام هوایی هر پایه به‌عنوان متغیر وابسته و همچنین بیوماس اندام هوایی به‌عنوان متغیر مستقل و وزن کل ریشه هر پایه به‌عنوان متغیر وابسته بیانگر وجود همبستگی خطی و معنی‌دار میان این عوامل در هر یک از تیمارهای دو ناحیه مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۱). به همین دلیل به منظور تخمین بیوماس اندام هوایی، زیرزمینی و بیوماس کل از معادلات رگرسیونی مناسب هر تیمار استفاده شد.

جدول ۱: روابط رگرسیونی بین متغیرهای پوشش گیاهی در مناطق مورد مطالعه

تیمار	متغیر مستقل (X)	متغیر وابسته (Y)	رابطه رگرسیونی	R <sup>2</sup>	میانگین مربعات	F تجزیه واریانس
پیغمبران	چرا شده	حجم سرپا (سانتی‌متر)	وزن بیوماس هوایی (گرم)	۰/۷۲	۱۵۱۳۳۴/۱۱	۶۱/۹۰ *
	چرا شده	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن کل ریشه (گرم)	۰/۶۷	۷۶۰۶۸/۳	۴۴/۳۱ *
	قرق	حجم سرپا (سانتی‌متر)	وزن بیوماس هوایی (گرم)	۰/۷۹	۱۲۱۶۹۴/۶۹	۵۴/۵۹ **
قوشه	چرا شده	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن کل ریشه (گرم)	۰/۶۷	۷۵۴۶۱/۹	۳۸/۳۸ **
	چرا شده	حجم سرپا (سانتی‌متر)	وزن بیوماس هوایی (گرم)	۰/۸۷	۹۴۵۲۰۲۵/۶	۱۲۳/۱۳۸ **
	قرق	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن کل ریشه (گرم)	۰/۵۲	۱۲۴۳۶/۲	۶/۹۲۸ *
قرق	حجم سرپا (سانتی‌متر)	وزن بیوماس هوایی (گرم)	وزن بیوماس هوایی (گرم)	۰/۹۰	۳۰۶۲۰۰/۸۲	۲۶۵/۹۴ **
	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن اندام هوایی (گرم)	وزن کل ریشه (گرم)	۰/۸۶	۷۶۸۲۲/۹	۱۱۱/۳ *

\*\* رابطه معنی‌دار در سطح یک درصد

\* رابطه معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

## ۲- پوشش گیاهی

متوسط درصد پوشش گیاهی در تیمار چرا شده ناحیه پیغمبران ۱۱ درصد و در تیمار قرق ۱۶ درصد و تراکم متوسط درمنه در هر دو تیمار چرا شده و قرق ۲۵۰۰۰ پایه در هکتار محاسبه شد. همچنین درصد پوشش تاجی در ناحیه قوشه در تیمار چرا شده ۹ درصد و در تیمار قرق ۱۸ درصد می‌باشد. متوسط تراکم در تیمار چرا شده ۲۰۰۰۰ و در تیمار قرق در این ناحیه ۲۱۰۰۰ پایه در هکتار تخمین زده شد.

## ۳- بیوماس اندام هوایی

در ناحیه پیغمبران متوسط کربن ترسیب شده در بخش بیوماس هوایی در تیمار چرا شده ۸۴۷/۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار قرق (شاهد) ۲۲۱۴/۷ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است. همچنین متوسط کل ازت تثبیت شده در این بخش در تیمار چرا شده و قرق (شاهد) به ترتیب ۱۶/۶ و ۵۵/۹ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است (جدول ۲). در ناحیه قوشه متوسط کربن ترسیب شده در بخش بیوماس زیرزمینی شامل ریشه عمق‌های اول، دوم و سوم در تیمار چرا شده ۱۸۴۴/۵ و در تیمار قرق (شاهد) ۲۶۵۹/۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند. همچنین متوسط کل ازت تثبیت شده در بیوماس زیرزمینی در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۳۷/۵ و ۵۵/۲ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند. متوسط ذخیره کربن و ازت در هر سه بخش ریشه عمق‌های اول،

برآورد گردید که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

## ۴- بیوماس اندام زیرزمینی (ریشه)

متوسط کل کربن ترسیب شده در بخش زیتوده زیرزمینی شامل ریشه عمق اول و دوم در تیمار چرا شده و قرق ناحیه پیغمبران به ترتیب ۱۰۴۱/۳ و ۱۲۹۱/۹ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید که فاقد اختلاف معنی‌دار هستند. همچنین متوسط کل ازت تثبیت شده در بخش بیوماس اندام زیرزمینی در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۱۷/۵ و ۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (جدول ۲).

متوسط کربن ترسیب شده در بخش ریشه عمق اول و دوم در تیمار چرا شده و قرق (شاهد) فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. اما میزان متوسط ازت تثبیت شده در عمق دوم در تیمار چرا شده و قرق (شاهد) دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در سطح پنج درصد است (جدول ۲).

در ناحیه قوشه کربن ترسیب شده در بیوماس زیرزمینی شامل ریشه عمق‌های اول، دوم و سوم در تیمار چرا شده ۱۸۴۴/۵ و در تیمار قرق (شاهد) ۲۶۵۹/۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند. همچنین متوسط کل ازت تثبیت شده در بیوماس زیرزمینی در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۳۷/۵ و ۵۵/۲ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند. متوسط ذخیره کربن و ازت در هر سه بخش ریشه عمق‌های اول،

دوم و سوم در تیمار چرا شده و قرق (شاهد) دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد (جدول ۲).

#### ۵- خاک

##### کربن آلی

نتایج آزمون تی در رویشگاه پیغمبران بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار چرا بر ذخیره کربن آلی در دو عمق ۰-۲۵ و ۲۵-۵۰ سانتی‌متری است (جدول ۳). میزان کل کربن در عمق ۰-۵۰ سانتی‌متری در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب با ۱۵/۸ و ۱۷/۴ تن در هکتار فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند. همچنین نتایج آزمون تی در رویشگاه قوشه بیانگر تأثیر معنی‌دار چرا بر ذخیره کربن آلی در دو عمق ۰-۲۵ و ۲۵-۵۰ سانتی‌متری خاک است. کل کربن ترسیب شده در عمق ۰-۷۵ سانتی‌متری در تیمار چرا شده ۲۸/۱۷ تن در هکتار و در تیمار قرق به میزان ۳۶/۴۱ تن در هکتار دارای تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد است.

##### ازت

نتایج در ناحیه پیغمبران بیانگر تأثیر معنی‌دار چرا بر ذخیره ازت در عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری می‌باشد (جدول ۳). همچنین میزان کل ازت تثبیت شده در عمق ۰-۵۰ سانتی‌متری در تیمار چرا شده ۲/۵۳ تن در هکتار و در تیمار قرق به میزان ۴/۱۴ کیلوگرم در هکتار بوده که با هم در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار دارند. نتایج آزمون تی در ناحیه قوشه بیانگر تأثیر معنی‌دار چرا بر ذخیره ازت در هر سه عمق ۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و ۷۵-۵۰ سانتی‌متری می‌باشد. همچنین میزان کل

ازت تثبیت شده در عمق ۰-۷۵ سانتی‌متری در تیمار چرا شده ۴/۱۵ تن در هکتار و در تیمار قرق به میزان ۷/۴۵ تن در هکتار دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

##### ۶- لاشبرگ

متوسط کربن ترسیب شده توسط لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق ناحیه پیغمبران به ترتیب با ۵/۱ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند. همچنین متوسط ازت تثبیت شده در تیمار چرا شده و قرق این ناحیه به ترتیب با ۰/۱۵ و ۰/۳۷ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

متوسط کربن ترسیب شده توسط لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق قوشه به ترتیب با ۶/۴ و ۱۱/۵ کیلوگرم در هکتار دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. همچنین متوسط ازت تثبیت شده در لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۳۱ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

##### ۷- کل اکوسیستم

کل کربن آلی ترسیب شده در اکوسیستم شامل بخش‌های خاک، بیوماس گیاهی و لاشبرگ در تیمار چرا شده ناحیه پیغمبران در مجموع با ۱۷/۶۹ تن در هکتار فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با تیمار قرق به میزان ۲۰/۸۹ تن در هکتار می‌باشد. همچنین کل ازت تثبیت شده در اکوسیستم در تیمار



در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۱۰/۶ و ۱۶/۶ درصد و سهم لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۰/۱ درصد و ۰/۰۹ درصد می باشد.

در ناحیه قوشه سهم خاک از مجموع کل کربن ترسیب شده در هر هکتار از درمنه زارهای تیمار چرا شده ۹۰/۱۴ درصد و در تیمار قرق ۸۷/۱۷ درصد، سهم بیوماس در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۹/۸ و ۱۲/۸۰ درصد و سهم لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۰۸ درصد می باشد. در ارتباط با عامل ازت در ناحیه پیغمبران، سهم خاک از مجموع کل ازت تثبیت شده در هر هکتار از درمنه زارهای تیمار چرا شده ۹۸/۶۰ درصد و در تیمار قرق ۹۷/۸۴ درصد، سهم بیوماس در تیمار چرا شده ۱/۳ درصد و در تیمار قرق ۲/۰ درصد و سهم لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۸ درصد می باشد. در ناحیه قوشه سهم خاک از مجموع کل ازت تثبیت شده در هر هکتار از تیمار چرا شده ۹۸/۵۰ درصد و در تیمار قرق ۹۸/۴۰ درصد، سهم بیوماس در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۱/۵۱ و ۱/۶۰ درصد و سهم لاشبرگ در تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۰/۰۰۴ و ۰/۰۰۵ درصد است.

چرا شده در مجموع با ۲/۵۶ تن در هکتار دارای اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد با تیمار قرق به میزان ۴/۲۲۷ تن در هکتار می باشد.

در ناحیه قوشه میزان کل کربن آلی ترسیب شده در اکوسیستم در تیمار چرا شده در مجموع با ۳۱/۲۵ تن در هکتار دارای اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد با تیمار قرق به میزان ۴۱/۷۶ تن در هکتار می باشد. کل ازت تثبیت شده در اکوسیستم در تیمار چرا شده ناحیه قوشه در مجموع با ۴/۲۱۳ تن در هکتار دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد با تیمار قرق به میزان ۷/۵۷۱ تن در هکتار می باشد.

#### ۸- اثر چرا بر پراکنش کربن و ازت ذخیره شده در اجزاء اکوسیستم

سهم نسبی بخش های مختلف اکوسیستم شامل خاک، بیوماس اندام هوایی و زیر زمینی و لاشبرگ از مجموع کل کربن و ازت ذخیره شده در هر هکتار از درمنه زارهای مورد مطالعه در هر دو تیمار چرا شده و شاهد (قرق) به تفکیک در جدول (۴) آمده است. مطابق جدول مذکور، در ناحیه پیغمبران سهم خاک از مجموع کل کربن ترسیب شده در هر هکتار از درمنه زارهای تیمار چرا شده و قرق به ترتیب ۸۹/۳ و ۸۳/۲۹ درصد، سهم بیوماس

جدول ۲: مقایسه کربن و ازت ذخیره شده در بخش پوشش گیاهی در تیمار چرا شده و شاهد مناطق پیغمبران و قوشه

تیمار	ناحیه	تیمار	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	مقدار t	نتیجه آزمون
تیمار بایوماس کل	قوشه	چرا شده	۱۲۲۰/۷	۹۲/۴۰۴	۳۸	-۳/۵۳۱	**
		شاهد	۲۶۶۶/۷	۳۹۳/۰۹۸			
تیمار بایوماس کل	پیغمبران	چرا شده	۸۴۷/۳	۱۲۶/۷۱۰	۳۸	-۳/۹۸۵	**
		شاهد	۲۲۱۴/۷	۲۹۱/۶۸۰			
ریشه عمیق اول	قوشه	چرا شده	۱۶۶۸/۵	۱۱۰/۲۷۶	۳۸	-۲/۴۲۹	ns
		شاهد	۲۳۴۷/۴	۲۲۵۰/۴۴۹			
ریشه عمیق اول	پیغمبران	چرا شده	۸۱۶/۲	۸۷/۸۱۰	۳۸	-۲/۵۵۶	*
		شاهد	۱۰۲۸/۵	۱۱۲/۷۵			
ریشه عمیق دوم	قوشه	چرا شده	۱۳۹/۲	۹۰/۰۹۳	۳۸	-۲/۹۷۹	**
		شاهد	۲۰۹/۱	۲۱/۰۱۹۳			
ریشه عمیق دوم	پیغمبران	چرا شده	۲۲۵/۱	۲۲/۵۶۰	۳۸	-۱/۹۷۱	ns
		شاهد	۲۶۳/۳	۳۸/۶۷۰			
ریشه عمیق سوم	قوشه	چرا شده	۳۷/۱۰	۱۴/۱۶۰	۳۸	-۱/۲۷۰	**
		شاهد	۱۰۰/۱	۲۰/۴۳۰			
ریشه عمیق سوم	پیغمبران	چرا شده	-	-	۳۸	-	-
		شاهد	-	-			
تیمار زیرزمینی	قوشه	چرا شده	۱۸۴۴/۵	۱۱۸/۱۹۴	۳۸	-۲/۵۲۵	*
		شاهد	۲۶۵۹/۶	۲۴۴/۴۹۷۵			
تیمار زیرزمینی	پیغمبران	چرا شده	۱۰۴۱/۳	۱۱۲/۶۵	۳۸	-۲/۵۸۹	ns
		شاهد	۱۲۹۱/۹	۱۵۷/۶۹			
بایوماس کل	قوشه	چرا شده	۳۰۶۵/۲	۱۶۶/۹۱۲	۳۸	-۳/۲۶۴	**
		شاهد	۵۳۲۶/۳	۶۲۵/۰۷۶			
بایوماس کل	پیغمبران	چرا شده	۱۸۸۸/۶	۲۰۷/۴۳	۳۸	-۳/۶۲۳	**
		شاهد	۳۴۸۰/۱	۴۴۱/۹۹			
بایوماس اندام هوایی	قوشه	چرا شده	۲۶/۶	۲/۱۱۶	۳۸	-۳/۷۹۶	**
		شاهد	۶۸/۸	۹/۶۰۰			
بایوماس اندام هوایی	پیغمبران	چرا شده	۱۶/۶	۲/۳۱۰	۳۸	-۵/۰۴۵	**
		شاهد	۵۵/۹	۸/۱۰۰			
ریشه عمیق اول	قوشه	چرا شده	۳۳/۵	۲/۰۷۶	۳۸	-۰/۱۱۵	**
		شاهد	۴۸/۰	۴/۰۱۳			
ریشه عمیق اول	پیغمبران	چرا شده	۱۳/۷	۱/۵۵۰	۳۸	-۲/۵۹۳	*
		شاهد	۲۱/۷	۲/۰۰۰			
ریشه عمیق دوم	قوشه	چرا شده	۲/۹	-۱/۱۵۷	۳۸	-۳/۳۶۶	**
		شاهد	۴/۹	-۰/۳۶۳			
ریشه عمیق دوم	پیغمبران	چرا شده	۳/۸	-۰/۴۱۳	۳۸	-۲/۰۸۳	ns
		شاهد	۶/۰	-۰/۷۲۷			
ریشه عمیق سوم	قوشه	چرا شده	۱/۱	-۰/۳۱۱	۳۸	-۲/۹۸	**
		شاهد	۲/۴	-۰/۴۲۱			
ریشه عمیق سوم	پیغمبران	چرا شده	-	-	۳۸	-	-
		شاهد	-	-			
بایوماس کل اندام	قوشه	چرا شده	۳۷/۵	۳/۸۲۵	۳۸	-۰/۳۶۵	**
		شاهد	۵۵/۲	۴/۳۴۰			
بایوماس کل زیرزمینی	پیغمبران	چرا شده	۱۷/۵	۲/۰۰۰	۳۸	-۲/۶۷۶	*
		شاهد	۲۷/۷	۲/۸۵			
بایوماس کل	قوشه	چرا شده	۶۳/۶	۳/۸۲۵	۳۸	-۲/۷۵۹	**
		شاهد	۱۲۱/۰	۱۳/۶۸۳			
بایوماس کل	پیغمبران	چرا شده	۳۴/۱	۳/۷۳۰	۳۸	-۴/۵۳۹	**
		شاهد	۸۷/۳	۱۰/۷۹۰			

کربن ترسیب شده (kg/ha)

ازت تثبیت شده (kg/ha)

عدم وجود اختلاف معنی دار ns، اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد \*، اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد \*\*

بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیره ازت در مراتع با گونه درمنه دشتی..... ۶۰۰

جدول ۳: اثر چرا بر ترسیب کربن و تثبیت ازت در بخش خاک ناحیه پیغمبران و قوشه

نتیجه آزمون	مقدار t	درجه آزادی	انحراف معیار	میانگین	تیمار	ناحیه	رق
ns	-۰/۴۶۰	۱۲	۱/۷۶۵ ۲/۱۱۳	۱۰/۷۳ ۱۱/۹۹	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۰-۱۰
*	-۱/۲۶۶	۱۲	۱/۴۷۶ ۱/۳۳۲	۱۳/۷۳ ۱۶/۲۵	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۱۰-۲۰
ns	-۰/۴۴۵	۱۲	۱/۰۸۱ ۱/۰۰۱	۴/۸۴ ۵/۴۱	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۲۰-۳۰
*	-۲/۰۲۴	۱۲	۱/۰۶۸ ۱/۵۶۳	۹/۸۱ ۱۳/۶۴	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۳۰-۴۰
ns	-۲/۱۵۷	۱۲	- ۰/۳۳۰ ۰/۸۱۰	- ۴/۶۲ ۶/۵۱	چرا شده شاهد چرا شده شاهد	پیغمبران قوشه	عمق: ۴۰-۵۰
ns	۰/۱۷۷	۱۲	۲/۰۹۵ ۲/۴۸۱	۱۵/۸ ۱۷/۴	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۵۰-۶۰
*	-۱/۹۵۹	۱۲	۲/۷۲۸ ۳/۲۰۰	۲۸/۱۷ ۳۶/۴۱	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۶۰-۷۰
*	-۲/۸۰۵	۱۲	۰/۰۹۸ ۰/۳۲۳	۱/۴۰ ۲/۳۵	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۷۰-۸۰
**	-۴/۴۸۰	۱۲	۰/۱۲۶ ۰/۲۱۹	۱/۷۶ ۲/۸۹	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۸۰-۹۰
ns	-۲/۳۷۴	۱۲	۰/۰۷۹ ۰/۲۶۸	۱/۱۳ ۱/۷۹	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۹۰-۱۰۰
*	-۷/۴۹۹	۱۲	۰/۱۶۴ ۰/۱۴۹	۱/۳۰ ۲/۵۱	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۱۰۰-۱۱۰
*	-۸/۴۸۴	۱۲	- ۰/۱۲۷ ۰/۱۰۹	- ۱/۰۹ ۲/۰۴	چرا شده شاهد چرا شده شاهد	پیغمبران قوشه	عمق: ۱۱۰-۱۲۰
*	-۲/۳۳۲	۱۲	۰/۴۱۱ ۰/۳۶۱	۲/۵۳ ۴/۱۴	چرا شده شاهد	پیغمبران	عمق: ۱۲۰-۱۳۰
*	-۸/۳۰۱	۱۲	۰/۱۹۵ ۰/۳۶۶	۴/۱۵ ۷/۴۵	چرا شده شاهد	قوشه	عمق: ۱۳۰-۱۴۰

عدم وجود اختلاف معنی دار ns اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد \* اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد \*\*

جدول ۴: سهم نسبی کربن و ازت ذخیره شده در اجزاء اکوسیستم در تیمار چرا شده و قرق

عوامل	ناحیه	تیمار	میانگین سهم نسبی (درصد)
خاک	قوشه	چرا شده	۹۰/۱۴
		شاهد	۸۷/۱۷
	پیغمبران	چرا شده	۸۹/۳
		شاهد	۸۳/۳
بیوماس اندام هوایی	قوشه	چرا شده	۳/۹
		شاهد	۶/۴
	پیغمبران	چرا شده	۴/۸
		شاهد	۷/۳

کربن ترسیب شده

ادامه جدول ۴: سهم نسبی کربن و ازت ذخیره شده...

عوامل	ناحیه	تیمار	میانگین سهم نسبی (درصد)
بیوماس اندام زیرزمینی	قوشه	چرا شده	۵/۹
		شاهد	۶/۴
	پیغمبران	چرا شده	۵/۸
		شاهد	۹/۳
بیوماس کل	قوشه	چرا شده	۹/۸۰
		شاهد	۱۲/۸۰
	پیغمبران	چرا شده	۱۰/۶
		شاهد	۱۶/۶
لاشبرگ	قوشه	چرا شده	۰/۰۶
		شاهد	۰/۰۸
	پیغمبران	چرا شده	۰/۰۱
		شاهد	۰/۰۹
خاک	قوشه	چرا شده	۹۸/۵۰
		شاهد	۹۸/۴۰
	پیغمبران	چرا شده	۹۸/۶۰
		شاهد	۹۷/۸۴
بیوماس اندام هوایی	قوشه	چرا شده	۰/۶۲
		شاهد	۰/۹۱
	پیغمبران	چرا شده	۰/۶۵
		شاهد	۱/۳۲
بیوماس اندام زیرزمینی	قوشه	چرا شده	۰/۸۹
		شاهد	۰/۷۳
	پیغمبران	چرا شده	۰/۶۸
		شاهد	۰/۶۵
بیوماس کل	قوشه	چرا شده	۱/۵۱
		شاهد	۱/۶۰
	پیغمبران	چرا شده	۱/۳
		شاهد	۲/۰
لاشبرگ	قوشه	چرا شده	۰/۰۰۴
		شاهد	۰/۰۰۵
	پیغمبران	چرا شده	۰/۰۰۵
		شاهد	۰/۰۰۸

کربن ذخیره شده

کربن ذخیره شده

## بحث و نتیجه گیری

تأثیر چرا بر فرایند ترسیب و تثبیت کربن و ازت در اکوسیستم‌ها هنوز به خوبی درک نشده است، در حالی که نتایج بسیاری از تحقیقات در این زمینه بیانگر اثر معنی‌دار چرا بر ذخیره کربن و ازت در اکوسیستم‌هاست، بسیاری دیگر از تحقیقات در این خصوص به پیدا کردن تأثیر منظم و ثابتی بر ذخیره کربن اکوسیستم قادر نیستند. مهمتر آنکه نتایج

برخی پژوهش‌ها با نتایج دیگر در تناقض هستند. اگرچه چرا در بسیاری مواقع قادر به تغییر در ذخیره کربن و ازت اکوسیستم‌هاست، اما کمیت این تغییرات به شدت چرا و حجم بهره‌برداری از اکوسیستم بستگی دارد (۱۳ و ۱۸). در مناطق مورد مطالعه، چرا دام اثرات متفاوتی را بر کربن و ازت ذخیره شده در بخش‌های مختلف اکوسیستم و نیز کل اکوسیستم نشان می‌دهد.

در هر دو ناحیه پیغمبران و قوشه، چرای دام موجب کاهش معنی‌دار ذخیره کربن و ازت در اندام هوایی و لاشبرگ شده است.

اندام هوایی گیاهان مهمترین و حساس‌ترین بخش از یک اکوسیستم است که به‌طور مستقیم تحت تأثیر چرا قرار می‌گیرد (۵۱). در این تحقیق بیشترین میزان کاهش کربن و ازت در بخش اندام هوایی به‌ترتیب با میزان ۶۲ و ۷۴ درصد در ناحیه پیغمبران و ۵۴ و ۶۱ درصد در ناحیه قوشه اندازه‌گیری شد. این موضوع بیانگر نقش مستقیم چرا در کاهش پوشش گیاهی و در ادامه نقش غیر مستقیم آن در کاهش کربن اکوسیستم از طریق فرسایش خاک و بیابان‌زایی می‌باشد (۴۹).

چرا نه تنها اندام هوایی بلکه ممکن است اندام زیرزمینی را نیز مورد تغییرات منفی قرار می‌دهد (۲۲). اگرچه نتایج برخی تحقیقات در جهان بیانگر پاسخ مبهم ریشه به چرا می‌باشد (۱۹، ۳۲ و ۵۰)، اما این مسأله ثابت شده است که ریشه‌ها دارای نقش کلیدی در فرآیند ترسیب کربن در اکوسیستم هستند، چون ریشه‌ها بزرگترین منبع ورود کربن و ازت به خاک هستند (۴۳ و ۲۶)، بخصوص در مناطق خشک که ریشه بخش قابل توجهی از بیوماس کل را شامل می‌شود.

نتایج این مطالعه حاکی از آن است که چرا در بخش اندام زیرزمینی نیز موجب کاهش معنی‌دار ذخایر کربن و ازت شده است. میزان این کاهش در قوشه به‌ترتیب ۴۲ و ۳۲ اندازه‌گیری شده است، اما در پیغمبران کاهش معنی‌داری از نظر کربن بیوماس اندام

زیرزمینی مشاهده نشده و تنها کاهش معنی‌دار ازت به میزان ۳۵ درصد اتفاق افتاد. دلیل عدم کاهش کربن ترسیب شده اندام زیرزمینی پیغمبران را می‌توان به فشار چرای کمتر در این ناحیه نسبت داد، بدین صورت که شدت برداشت کمتر از اندام فتوسنتز کننده در این ناحیه موجب عدم تأثیر منفی بر نمو و توسعه اندام زیرزمینی شده است. اما در ناحیه قوشه به دلیل برداشت بیش از ۷۰ درصد از بیوماس اندام هوایی و احتمالاً اختلال در فرایند فتوسنتز و جذب کربن و در ادامه کاهش بنیه و توان فیزیولوژیک گیاه، کاهش معنی‌دار در ذخیره کربن و ازت بیوماس ریشه مشاهده شده است (۳۱). نتایج برخی پژوهش‌ها نیز بیانگر اثر معنی‌دار شدت چرا بر کاهش بیوماس ریشه است (۱۶). نکته دیگر آنکه چرا موجب کاهش سهم نسبی ریشه از کل کربن ترسیب شده در اکوسیستم (به‌دلیل کاهش بیوماس ریشه‌ای) از یک طرف و افزایش سهم نسبی ریشه از کربن ترسیب شده در کل بیوماس گیاهی (به‌دلیل کاهش نسبت بیوماس تاج به ریشه) از طرف دیگر شده است. به‌طور کلی چرا ضمن کاهش معنی‌دار در ذخایر کربن و ازت بیوماس، موجب کاهش سهم نسبی بیوماس از کربن کل ترسیب شده در اکوسیستم شده است (جدول ۴). توجه به این موضوع در مدیریت ترسیب کربن در مراتع از آن جهت حایز اهمیت است که علیرغم سهم کم بیوماس از کل کربن ترسیب شده در اکوسیستم‌های خشک، این بخش به‌عنوان منبع اصلی تولید کربن و ازت و تخصیص آن به دیگر بخش‌های اکوسیستم و بخصوص

خاک محسوب شده و از این حیث مهمترین جزء در یک اکوسیستم محسوب می‌شود (۳۳) و (۴۴).

ورود کربن ترسیب شده در بیوماس اندام هوایی گیاهان به خاک از طریق لاشبرگ انجام می‌شود، به همین دلیل این بخش از اکوسیستم دارای نقش مهم در چرخه کربن و ازت اکوسیستم می‌باشد. نتایج برخی پژوهش‌ها در این زمینه بیانگر کاهش کربن آلی خاک با افزایش شدت چرا به دلیل کاهش ورود لاشبرگ به خاک بر اثر برداشت گیاهی توسط دام می‌باشد (۳). در بخش لاشبرگ، کاهش کربن و ازت ترسیب شده به میزان ۴۹ و ۵۹ درصد در ناحیه پیغمبران و ۴۴ و ۴۵ درصد در ناحیه قوشه مشاهده گردید که دلیل آن کاهش بیوماس لاشبرگ بر اثر چرای شاخ و برگ اندام هوایی و نیز خرد شدن بقایای گیاهی بر اثر تردد دام و احتمالاً افزایش سرعت تجزیه لاشبرگ می‌باشد (۴۵)

بیشترین سهم از کربن و ازت ترسیب شده در هر دو ناحیه مطالعاتی به بخش خاک اختصاص یافته است و به همین دلیل خاک بزرگترین مخزن ذخیره کربن در چنین اکوسیستم‌هایی محسوب می‌شود (۲، ۴۸ و ۵۲). به‌عنوان یک قاعده کلی، کربن موجود در خاک بیش از کربن موجود در بیوماس ریشه‌هاست (۴).

نتایج مطالعه حاضر بیانگر آن است که چرای دام قادر به تغییر محتوی کربن و ازت ذخیره شده در خاک می‌باشد، اما میزان این تغییرات وابسته به شدت چرا بوده و اثر آن در لایه‌های مختلف خاک متفاوت خواهد بود. هر

چند که چرا موجب تغییر معنی‌داری در ذخیره کربن خاک در ناحیه پیغمبران نشد، اما اثر چرا بر کاهش ۲۶ درصدی ذخیره کربن آلی خاک در ناحیه قوشه بیانگر نقش موثر این عامل در تغییر محتوی کربن خاک می‌باشد. در توجیه عدم تأثیر چرا بر محتوی کربن خاک در ناحیه پیغمبران می‌توان به تأثیر نامحسوس چرا بر بیوماس ریشه به‌عنوان منبع ورودی کربن به خاک اشاره نمود. نتایج برخی مطالعات مبنی بر تأثیر چرا بر محتوی کربن خاک از طریق تأثیر بر تولید بیوماس ریشه در توجیه این یافته لازم توجه است (۱۸). هندرسون و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی واکنش توده کربن خاک به قرق‌های طولانی مدت در کانادا نشان دادند که میزان کربن پوشش گیاهی و لاشبرگ در تیمار چرا نشده بیشتر می‌باشد، اما تأثیر منظم و مشخصی در مورد مواد آلی ماکرو (ریشه‌ها) یا خاک (ذرات ریز کوچکتر از ۲ میلی‌متر) در حجم برابری از خاک مشاهده نشد.

در قوشه فشار چرا و حجم برداشت بیشتر از اندام هوایی (۷۰ درصد)، کاهش بیوماس هوایی و در ادامه کاهش ۴۲ درصدی کربن بیوماس ریشه منجر به کاهش معنی‌دار ذخایر کربن در خاک بخصوص در لایه‌های فوقانی تر شده است.

نکته در خور توجه آنکه اثر چرا بر کاهش ازت خاک در هر دو ناحیه پیغمبران و قوشه به‌صورت معنی‌داری قابل مشاهده است که البته این اثرات در لایه‌های فوقانی محسوس‌تر بوده، به گونه‌ای که کاهش ازت خاک در ناحیه پیغمبران تنها به عمق اول محدود شده و در

زیرزمینی در نواحی مورد مطالعه روندی کاهشی را با افزایش عمق خاک نشان می‌دهند (۲). برخی پژوهشگران نشان دادند که بین ترسیب کربن در مراتع نواحی خشک و عمق خاک رابطه مستقیم وجود دارد و بیشترین درصد کربن ترسیب شده در لایه ۰-۳۰ سانتی‌متری سطح خاک تجمع دارد (۴۲).

پرویک و همکاران (۲۰۰۱) نیز طی مطالعاتی خود بیان کردند که در حدود ۸۰ درصد از بیوماس ریشه و بالاترین میزان کربن آلی خاک در لایه‌های ۴۰-۳۰ سانتی‌متری خاک تجمع یافته است. به همین دلیل این عمق به عنوان عمق مؤثر در نمونه‌برداری‌ها برای تعیین کربن آلی خاک در مراتع می‌تواند در نظر گرفته شود. این موضوع می‌تواند از یک طرف بیانگر نقش چشمگیر بیوماس زیرزمینی در فرآیند ترسیب کربن در خاک بوده (۲۶) و از طرف دیگر نشان‌دهنده اهمیت حفاظت خاک، بخصوص در لایه‌های سطحی، در جهت کاهش هدر رفت کربن ترسیب شده در اکوسیستم می‌باشد. چرا که جبران صدمات ناشی از هدررفت کربن خاک در یک اکوسیستم به‌ویژه در صورت وجود محدودیت‌های محیطی مانند کمبود بارش و فقر خاک بسیار به‌کندی صورت خواهد گرفت (۲۵).

در مجموع اثر چرا بر کربن و ازت ترسیب شده در کل اکوسیستم در ناحیه پیغمبران غیر معنی‌دار و در ناحیه قوشه معنی‌دار ارزیابی شد. در ناحیه پیغمبران به رغم تأثیر چرا بر لاشبرگ و بیوماس اندام هوایی، به دلیل سهم زیاد خاک از کل کربن ترسیب شده در

ناحیه قوشه نیز این تغییرات در عمق اول در سطح احتمال بالاتری مشهود است. این موضوع می‌تواند بیانگر آن باشد که محتوی ازت خاک در مقایسه با کربن خاک ممکن است دارای حساسیت بیشتری به تغییرات اکوسیستم باشد، که با توجه به نقش ازت در افزایش حاصلخیزی خاک و تقویت بیوماس گیاهی و تولید در اکوسیستم‌ها، از حیث تأثیر بر افزایش توان ترسیب کربن بسیار مهم و حایز اهمیت است. نتایج برخی مطالعات در این خصوص بیانگر نقش غیر مستقیم چرا بر محتوی ازت اکوسیستم از طریق تأثیر بر بیوماس گیاهی (۵۱) و محتوی ازت اندام‌های گیاهی می‌باشد (۹ و ۳۵). البته برخی پژوهشگران گزارش کرده‌اند که با اعمال قرق در یک دوره مشخص، کربن آلی و نیتروژن کل خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری افزایش یافته است و دو تیمار چرا و قرق دارای تأثیر مشهودتری بر روی کربن آلی خاک در مقایسه با نیتروژن هستند (۵۳). این نتیجه مغایر با نتیجه تحقیق حاضر بوده و به همین دلیل این موضوع نیازمند تحقیقات جامع‌تر و بیشتر می‌باشد.

در حالی که در ناحیه پیغمبران و قوشه به‌ترتیب بیش از ۷۰ و ۵۰ درصد از کل کربن ترسیب شده و بیش از ۵۵ و ۴۳ درصد از کل ازت تثبیت شده در خاک، در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری خاک تجمع یافته است، این عمق به‌ترتیب بیش از ۷۰ و ۹۰ درصد از کل ذخیره کربن و ازت اکوسیستم را نیز در خود ذخیره کرده است. بطور کلی میزان کربن و ازت ترسیب شده در خاک و نیز بیوماس اندام

تغییر چندانی نمی‌کند، اما در اراضی تحت چرای مفرط، افزون بر تخریب شدید پوشش گیاهی، فرسایش تشدید شونده خاک و کاهش ذخایر کربن نیز به وقوع خواهد پیوست. این موضوع از دو جهت قابل تأمل است: اول آنکه درمنه‌زارها بخش بسیار وسیعی از مراتع کشور را در بر گرفته‌اند و به همین دلیل تغییرات هر چند کوچک در توان ترسیب کربن در این اراضی در مقیاس‌های کوچک، ممکن است منجر به ایجاد تغییرات بسیار وسیع و غیر قابل کنترل در سطوح وسیع و ملی گردد. دوم آنکه به دلیل پراکنش وسیع درمنه‌زارها در ناحیه خشک و استپی کشور و به دلیل اکوسیستم شکننده این مناطق، جبران خسارات ناشی از هدر رفت کربن و ازت در چنین اکوسیستم‌هایی با توجه به روند کند ترسیب و ذخیره کربن، غیر قابل جبران خواهد بود.

### تشکر و قدردانی

از زحمات بی‌دریغ جناب مهندس کامران رضایی، رییس محترم ایستگاه پژوهشی سمنان که در تمام طول انجام تحقیق با نگرندگان همکاری داشته‌اند و همچنین از دکتر حسن مداح عارفی، مهندس احمد صادقی‌پور و علی نظرزاده تشکر و قدردانی می‌شود.

اکوسیستم و عدم تأثیر چرا بر ذخیره کربن خاک، اثر چرا بر ترسیب کربن نامحسوس برآورد شد. نتایج برخی مطالعات بیانگر آن است که چرا ممکن است در یک ناحیه فاقد تأثیر معنی‌دار بر ذخیره کربن و ازت اکوسیستم باشد که دلایل آن ممکن است مربوط به برخی عوامل مانند ناکافی بودن طول دوره قرق (۳۷)، شدت چرای کم در سایت‌های تحت چرا (۲۳) و تاریخچه چرا (۲۹) بستگی داشته باشد.

چرای دام می‌تواند بر ترکیب پوشش گیاهی مرتع، تولید خالص اولیه، نسبت اندام‌های هوایی گیاهان به ریشه‌ها و چرخه عناصر غذایی در مرتع تأثیر زیادی داشته باشد (۳۲). اما این مناطق ممکن است دارای پتانسیل بالا در ترسیب کربن باشند به شرطی که با مدیریت مناسب، ورود مواد آلی به خاک افزایش یافته و سرعت تجزیه مواد آلی خاک کاهش یابد (۱۰). در اکوسیستم‌های مرتعی بهترین ابزارهای مدیریتی مؤثر بر سطوح کربن خاک عبارتند از: شدت چرا و تناوب چرای که از طریق سیستم‌های چرای عمل می‌گردند (۱۲).

نتیجه کلی این که وقتی پوشش گیاهی و ظرفیت تولیدی مراتع و چراگاه‌ها تحت تأثیر چرای مفرط دام قرار نگیرد و تعداد دام در حد ظرفیت نگهداری باشد، مقدار مواد آلی خاک

### منابع

1. Allen-Dias, B., 1996. Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations and mitigation. In: Watson, R.T., et al. (Eds.), Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific- Technical Analyses. Cambridge University Press, Cambridge, Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 131-158.



2. Abdi, N., Maddah Arefi and Zahedi Amiri G.H., 2008. Estimation of carbon sequestration in Astragalus rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). Journal of researches on forest and rangelands, No 15, pp: 269-282.
3. Andrew, J.E., & Gregory, P.A, 2006. Effect of grazing intensity on soil carbon Stocks following deforestation of a Hawaiian dry tropical forest. Global change biology 12, 1761-1772.
4. Aradottir, A., Savarsottri, L., Kristin, H., Jonsson, P. & Gudbergsson, G., 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic agricultural sciences 13, 99-113.
5. Ardo, J., Olsson, L., 2003. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the CENTURY model. Journal of Arid Environments 54 (4), 633 - 651.
6. Arzani, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A. A., Nikkhah, A. & Fazel Dehkordi. L., 2007. The minimum rangeland area required for pastoralism in Semnan province. Pajouhesh & Sazandegi, No 74, pp: 107-113.
7. Azarnivand, H., 2003. Investigation of botanical and ecological characteristics of Artemisia sieberi and Artemisia aucheri in southern aspect of alborz, Ph.D thesis on range management, faculty of natural resources, university of Tehran, 188 p.
8. Bardgett, R.D., D.A. Wardle & G.W. Yeates, 1998. Linking above-ground and below-ground interactions: How plant responses to foliar herbivory influence soil organisms. Soil Biology & Biochemistry, 30: 1867-1878.
9. Baron, V.S., Mapfumo, E., Dick, A.C., Naeth, M.A., Okine, E.K. & Chanasyk, D.S., 2002. Grazing intensity impacts on pasture carbon and nitrogen flow. J. Range Manage. 55, 535-541.
10. Batjes, N.H., 1999. Management options for reducing CO<sub>2</sub> -concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. Report 410-200-031, Dutch National Research Programmed on Global Air Pollution and Climate Change and Technical Paper 30. International Soil Reference and Information Centre, Wageningen.
11. Briske, D.D., T.W. Boutton & Z. Wang, 1996. Contribution of flexible allocation priorities to herbivory tolerance in C<sub>4</sub> perennial grasses: An evaluation with <sup>13</sup>C labeling. Oecologia, 105: 151-159.
12. Bruce, J. P., Frome, M., Haites, E., Joanne, H., Lal, R. & Faustion, K., 1999. Carbon sequestration in soils, Journal of soil and water conservation, first quarter.
13. Cao, G.M. & J.X. Zhang, 2001. Soil nutrition and substance cycle of Kobersia meadow. In: Zhou X.M., (Eds.), Chinese Kobersia Meadow. China Science Press, Beijing, pp: 188-216
14. Derner, J.D., Briske, D.D. & Boutton, T.W., 1997. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C<sub>4</sub> perennial grasses along an environmental gradient? Plant Soil 191, 147-156.
15. Derner, J.D. & Schuman, G.E., 2007. Carbon sequestration and rangelands: a synthesis of land management and precipitation effects. J. Soil Water J. Soil Water Conserv. 62, 77-85.
16. Dwyer, D.D., W.C. Elder, & G. Singh, 1963. Effects of height and frequency of clipping on pure stands of range grasses in north central Oklahoma. Okla. Agric. Expt. Sta. Bull. B-614.

17. Efimia, M. Papatheodorou., John, D. Pantis., George, P. Stamou., 1998. The effect of grazing on phenology and biomass allocation in *Quercus coccifera*. *Acta Oecologica* 19 (4), 339-347.
18. Follett, R.F., Kimble, J.M., & Lal, R., 2001. *The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Published by CRC Press LL
19. Frank, D.A., Evans, R.D. & Tracy, B.F., 2004. The role of ammonia volatilization in controlling the of a natural <sup>15</sup>N. Abundance grazed grassland. *Biogeochemistry* 68, 169–178.
20. Gao, Y.H., Luo, P., Wu, N., Chen, H., & Wang, G.X., 2007. Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6): 642-647.
21. Grunzweig, J.M. Lin, T., Rotenberg, E., Schwartz, A. & Yakir, D., 2003. Carbon sequestration in arid-land forest. *Global Change Biology* 9,791 -799.
22. Guodong Han, Xiying Hao, Mengli Zhao & Mingjun Wang,2008. Effect of grazing intensity on carbon and nitrogen in soil and vegetation in a meadow steppe in Inner Mongolia. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125: 21–32.
23. Gyami Shrestha., Peter D. Stahl., 2008. Carbon accumulation and storage in semi arid sagebrush steppe: Effects of long-term grazing exclusion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125 (2008) 173–181.
24. Hieroo, J., Branch, L., Villarrel, D., & Clark, K., 2000. Predictive equation for biomass and fuel characteristics of Argentine Shrubs. *Journal of Range management* 53(6), 617-621.
25. Hill, M.J., Braaten, R. & Mekeon, G.M., 2003. A scenario calculator for effect of grazing land management on carbon stock in Australian rangelands. *Environmental modeling and software* 18, 627-644.
26. Impithuksa V.W., G. Blue & D.A. Graetz, 1984. Distribution of applied nitrogen in soil-Pensacola bahiagrass components as indicated by Nitrogen- 15. *Soil Science Society of American Journal*, 48: 1280-1284.
27. Jafari Haghighi, M., 2003. *Methods of soil analyze- physical and chemical sampling and analysis*, published by Nedaye Zoha, 236 p.
28. Jobbagy, E.G. & Jackson, R.B., 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* 10, 397-398.
29. Kieft, T.L. 1994. Grazing and plant canopy effects on semi-arid soil microbial biomass and respiration. *Biol. Fertil. Soils*. 18:155-162.
30. Kielland, K. & J.P. Bryant, 1998. Moose herbivory in taiga: effects on biogeochemistry and vegetation dynamics in primary succession. *Oikos*, 82: 377-383.
31. Launchbaugh, J.L. 1957. The effects of stocking rate on cattle gains and on native short grass vegetation in west central Kansas. *Kansas Agric. Expt. Sta. Bull.* 394. Launchbaugh, J.L. 1964. Effects of early spring burning on yields of native vegetation. *J. Range Manage.* 17:5-6.
32. Milchunas, D.G. & W.K. Lauenroth, 1993. Quantitative effects of grazing and soils over a global range of environments. *Ecology Monographs*, 63: 327-366.
33. Northup, B.K. & Brown, J.R., 1999. Spatial distribution of soil carbon in grazed woodlands of dry tropical Australia: tussock and inter-tussock scales. In: Eldridge, D., Freudenberger, D. (Eds.), *VI International Rangelands Congress Proceedings*, vol. 1. VI International Rangelands Congress Proceedings Inc., Aitkenville, Queensland, pp. 120-121.

34. Ojima, D.S., Smith, M.S., Beardsley, M., 1995. Factors affecting carbon storage in semi-arid and arid ecosystems. In: Squires, V.R., Glenn, E.P., Ayoub, A.T. (Eds.), *Combating Global Climate Change by Combating Land Degradation*. UNEP, Nairobi, Kenya, pp.93-115.
35. Polley, H.W. & Detling, J.K., 1989. Defoliation, nitrogen and competition: effect on plant growth and nitrogen nutrition. *Ecology* 70, 721– 727.
36. Povirk, K.L., Welker, J.M. & Vance, G.F., 2001. Carbon sequestration in Arctic Tundra, Alpine Tundra and Mountain Meadow ecosystems. In: Follet, R.F., Kimble, J.M., Lal, R. (Eds.), *The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Lewis Publishers, Washington, DC, pp. 189–228.
37. Raiesi, F. & Asadi, E., 2006. Soil microbial activity and litter turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a semiarid ecosystem. *Biol. Fertile. Soils* 43, 76–82.
38. Reeder et al., 1998 J.D. Reeder, G.E. Schuman and R.A.Bowman, Soil C and N change: processes and potential, *Global Change Biol.* 6 (2000), pp. 317-327
39. Reeder, J.D. & G.E. Schuman, 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116: 457-463.
40. Reeder, J.D., Schuman, G.E., Morgan, J.A. & Lecain, D.R., 2004. Response of organic and inorganic carbon and nitrogen to long-term grazing of the short grass steppe. *Environ. Manage.* 33 (4), 485–495.
41. Rees, R.M., Bingham, I.J., Baddeley, J.A & Watson, C.A., 2005. The role of plant and land management in sequestration soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma* 128, 130-154.
42. Rice, C.W., 2000. Soil organic C and N in rangeland soils under Elevation CO<sub>2</sub> and land management. *Advances in terrestrial ecosystem carbon inventory, measurement and monitoring conference in Raleigh, North Carolina, 2000*.pp:3-5.
43. Ruess, R.W. & S.W. Seagle, 1994. Landscape patterns in soil microbial processes in the Serengeti National Park, Tanzania. *Ecology*, 75: 892-904.
44. Schuman, G.E., H.H. Janzen & J.E. Herrick, 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution*, 116: 391-396.
45. Schuman, G.E., Reeder, J.D., Manley, J.T., Hart, R.H. & Manley, W.A., 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. *Ecol. Appl.* 9 (1), 65–71.
46. Scurlock, J.M.O., Johnson, K. & Olson, R.J., 2002. Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. *Global Change Biology* 8, 736–753.
47. Shariff, A.R., M.E. Biondini & C.E. Grygiel, 1994. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. *Journal of Range Management*, 47: 444-449.
48. Snorrason, A., Sigurdsson, B.D., Gudbergsson, G., Svavardsdottir, K. & Jonsson, T.H.H., 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. *Buvisindi* 15: b1- 93.
49. Su- Young, Z. & Zhao, H.L., 2003. Influences of grazing and exclosure on carbon sequestration in degraded sandy grasslands. *Inner Mongolia, north china, New Zealand journal of agricultural research* 46: 4, 321-328.

50. Turner, C.L., T.R. Seastedt & M.I. Dyer, 1993. Maximization of aboveground grass land production: the role of defoliation frequency, intensity, and history. *Ecological Applications*, 3: 175-186.
51. Van Wijnen, H.J., Van der Wal, R. & Bakker, J.P., 1999. The impact of herbivores on nitrogen mineralization rate: consequences for salt-marsh succession. *Oecologia* 118, 225–231.
52. Yong Zhong Su., 2007. Soil Carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china, *journal of soil and Tillage Research*, Volume92, Pages. 181-189.
53. Yong-Zhong, S., Yu-Lin, L., Jian-Yuan, C. & Wen-Zhi, Z., 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. *CATENA* 59 (3), 267–278.