

## اثر بخشی عملیات کنتور فارو بر ترسیب کربن خاک و بیوماس مراتع خلیفان مهاباد

ساوان شاهرخ<sup>۱</sup>، مهشید سوری<sup>۲\*</sup>، جواد معتمدی<sup>۳</sup> و علیرضا افتخاری<sup>۴</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتع داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

پست الکترونیک: [m.souri@urmia.ac.ir](mailto:m.souri@urmia.ac.ir)

۳- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۴

### چکیده

گرم شدن هوا اثرات مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل، خشکسالی و برهم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می‌شود. تشدید اثر گاز گلخانه‌ای در جو در اثر تراکم دی اکسید کربن باعث افزایش گرمای زمین، ذوب یخ‌های قطبی، وقوع سیلاب‌های عظیم و نابودی جنگل‌ها می‌شود. ترسیب کربن زمینی، توانایی گیاهان و خاک برای جذب دی اکسید کربن از اتمسفر و ذخیره آن در گیاه و خاک است. از این رو راهکاری است که به کاهش کربن اتمسفری و اصلاح تبعات تغییر اقلیم کمک می‌کند. در این پژوهش، اثر عملیات اصلاحی کنتور فارو بر روی ترسیب کربن در منطقه خلیفان مهاباد استان آذربایجان غربی بررسی شد. در سایت‌های مطالعاتی کنتور فارو و شاهد، چهار ترانسکت ۱۰۰ متری به طور تصادفی و در امتداد هر ترانسکت ۵ پلات با فواصل ۲۰ متر، به طور سیستماتیک انداخته شد. بیوماس گیاهی به روش قطع و توزین، در همه پلات‌ها اندازه‌گیری شد. در ابتدا و انتهای هر ترانسکت یک پروفیل در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی متری حفر گردید. نمونه‌های خاک و گیاه به آزمایشگاه فرستاده شدند. میزان ترسیب کربن برای هر یک از نمونه‌ها تعیین گردید. داده‌ها با آزمون‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون t مورد تحلیل قرار گرفتند. با مقایسه تک تک اجزای گیاهی در دو منطقه مذکور با یکدیگر، این نتیجه حاصل شد که بین اجزای گیاهی شامل فورب، گراس و لاشبرگ تیمار شاهد و فارو از نظر ترسیب کربن، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج به دست آمده حکایت از آن داشت که میزان ترسیب کربن در سایت اجرای عملیات کنتور فارو نسبت به سایت شاهد بالاتر بود. علت این امر را می‌توان تأثیر مثبت عملیات کنتور فارو بر کنترل رواناب سطحی، ذخیره سازی بارش در خاک و استفاده از رطوبت اضافی جمع‌آوری شده در داخل فاروها برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی، افزایش بیوماس گیاهی و در نتیجه بهبود شرایط منطقه و افزایش ترسیب کربن منطقه اجرای کنتور فارو برشمرد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، عملیات اصلاحی کنتور فارو، خاک، پوشش گیاهی، خلیفان مهاباد.

### مقدمه

(H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O) به جو می‌باشد. در اجلاس تغییرات اقلیمی که در سال ۲۰۰۹ در کپنهاک برگزار گردید، پیش‌بینی شد که تغییر اقلیم و گرم شدن زمین تا سال ۲۰۲۰ سبب کاهش ۳۰

گرمایش جهانی، معلول تصاعد گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>)، متان (CH<sub>4</sub>) و نیترواکسید

به طور معنی داری افزایش یافته است. Lal (۲۰۰۴) اعلام کرد که مدیریت صحیح حاکم بر خاک عرصه‌های طبیعی کره زمین، سبب کارایی پروژه‌های احیای منابع طبیعی، جلوگیری از گرم شدن زمین و در نهایت تغییر اقلیم می‌شود. در تحقیقی که Fruze و همکاران (۲۰۰۶) برای بررسی تأثیر آبیاری سیلابی بر توان ترسیب کربن گونه‌های مرتعی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با وجود پاسخ‌های متفاوت ترسیب کربن گونه‌های مورد مطالعه نسبت به آبیاری سیلابی، در مجموع ترسیب کربن گونه‌ها در منطقه آبیاری شده، حدود دو برابر ترسیب کربن گونه‌ها در منطقه شاهد بود. Kolahchi (۲۰۱۱) بیان کرد که اجرای صحیح پروژه‌های اصلاحی، باعث افزایش ترسیب کربن در خاک شده است. همچنین وی بیان کرد در صورت مدیریت اراضی مرتعی، زراعی و جنگلی، در ۳۰ سال آینده این اراضی توانایی جذب ۳۰۰ هزار تا ۶۰۰ هزار میلیون تن کربن را خواهند داشت. Schuma و Derner (۲۰۰۷) بیان کردند که مقدار ترسیب کربن خاک در مراتع و علفزارها، تحت تأثیر شیوه‌های مختلف مدیریت دام و اجرای عملیات احیایی و اصلاحی متغیر است. در پژوهشی که Tamartash و همکاران (۲۰۱۲)، بر روی بررسی اثر عملیات اصلاحی قرق بر میزان ترسیب کربن درمنه‌زارها در مناطق خشک استان سمنان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی داری بین ترسیب کربن گونه‌های درمنه کوهی مراتع قرق با مراتع غیر قرق وجود دارد.

نکته شایان ذکر این است که، اگرچه در ایران اقدامات مفیدی در زمینه افزایش توان ترسیب کربن در عرصه‌های مراتع برنامه‌ریزی شده است، اما مسئله‌ای که وجود دارد این است که اطلاعات کمی در مورد مقدار و توزیع ذخایر کربن در مراتع کشور مخصوصاً توان افزایش ترسیب کربن بر اثر اقدامات مدیریتی، اصلاحی و احیایی موجود است. از طرفی، در آینده نه چندان دور هریک از کشورها موظف به ارائه آمار و ارقام کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و یا اقدامات انجام شده در جهت ترسیب کربن به مجامع داخلی و بین‌المللی خواهند بود که این مهم، با انجام مطالعات و

تا ۵۰ درصدی محصولات کشاورزی در آسیای مرکزی و خاورمیانه می‌گردد (Parvizi, 2012). دلیل یک سوم گرمایش زمین، تصاعد ۳۴ درصدی گازهای گلخانه‌ای توسط اراضی کره زمین اعلام شده است (FAO, 2006).

ترسیب کربن زمینی، توانایی گیاهان و خاک برای جذب دی‌اکسید کربن از اتمسفر و ذخیره آن در گیاه و خاک است. کربن پس از حبس شدن در بیوماس گیاهی پس از طی مراحل تجزیه و تخریب به ترتیب وارد لاشبرگ و بقایای مرده گیاهی شده، در نهایت به شکل دائمی در داخل ترکیبات آلی خاک فشرده شده و جزئی از ساختار خاک می‌گردد (Han et al., 2009). ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک‌های تحت این زیتوده‌ها، ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری می‌باشد (Fruze et al., 2008). حفظ محیط‌زیست و احیاء عرصه‌های طبیعی از طریق اصلاح تبعات پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی با حداقل هزینه، از ویژگی‌های این روش بیان شده است. ترسیب کربن زمینی رهیافتی طبیعی و روشی منطبق با اصول توسعه پایدار گزارش شده است (Lal, 2004).

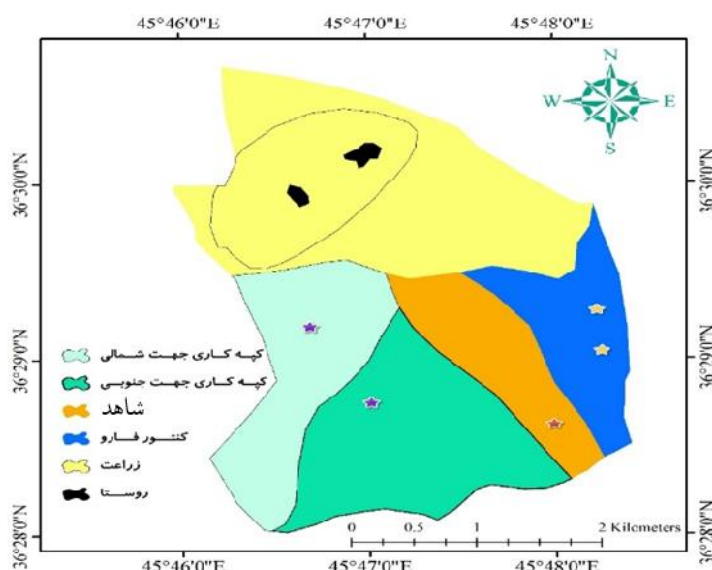
در تحقیقی که برای ارزیابی توان ترسیب کربن اراضی مرتعی در اروپا انجام گردید، این نتیجه حاصل شد که احیای مراتع تخریب شده و تجدید پوشش گیاهی آن با گونه‌های علوفه‌ای چند ساله ضمن جلوگیری از فرسایش خاک، سبب افزایش توان ترسیب کربن در این اراضی شده است (Smith, 2004). Mahdavi و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی که در زمینه ترسیب کربن در منطقه خلر انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که مدیریت منابع خاکی، به‌ویژه کنترل فرسایش و رسوب سبب مهیا کردن شرایط مناسب برای ترسیب کربن بیشتر در منطقه شده است. Lashnizand و همکاران (۲۰۱۲) با تحقیق بر روی اثربخشی عملیات بیومکانیکی آبخیزداری در ترسیب کربن در منطقه آبخوان کوهدشت، به این نتیجه رسیدند که میزان ترسیب کربن در بیوماس، لاشبرگ و خاک تحت سیستم‌های مدیریتی کنترل شده، در مقایسه با سیستم مدیریت نشده یا مدیریت ناصحیح

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

برای انجام این پژوهش، مراتع خلیفان مهاباد که بین طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه در دامنه ارتفاعی ۱۴۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد، به‌عنوان مراتع معرف منطقه در نظر گرفته شد (شکل ۱).

مشخص شدن توان اقدامات مدیریتی، اصلاحی و احیایی مراتع میسر خواهد بود. از این رو همواره این سؤال مطرح می‌شود که نقش اقدامات مدیریتی، اصلاحی و احیایی بر روی توان ترسیب کربن مراتع کشور در مناطق مختلف آب و هوایی چگونه است؟ با توجه به مطالب مذکور ضروری بنظر می‌رسد که بررسی شود، عملیات اصلاحی کنتور فارو تا چه اندازه بر میزان ترسیب تأثیر کربن مؤثر بوده است.



شکل ۱- موقعیت قطعه‌های مطالعاتی کنتور فارو و شاهد در مراتع خلیفان مهاباد

*Hordeum violaceum* در منطقه پراکنش دارد که میانگین پوشش تاجی آن ۵۵ درصد است. گونه‌های همراه تیپ گیاهی عمدتاً شامل *Festuca pratensis*, *Festuca ovina*, *Lolium*, *Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Secale montanum*, *Lilium persicus*, *perene*, *Bromus tectorum*, *Poa bulbosa*, *Hordeum fragile*, *Lathyrus*, *Lotus corniculatus*, *Aegilops triuncialis*, *Trigonella villosa*, *Medicago sativa*, *hirsutus*, *Papaver*, *Achillea millefolium*, *Achillea micrantha*, *Thymus cauosicus*, *Eryngium bunge orientale*, *Chaerophyllum*, *Poterium sanguisoba* است که

متوسط بارندگی و درجه حرارت سالانه منطقه مورد بررسی به ترتیب ۳۵۰/۹ میلی‌متر و ۱۴/۲ سانتیگراد است. اقلیم منطقه نیز بر مبنای اقلیم‌نمای آمبرژه، نیمه‌خشک سرد می‌باشد. شیب غالب مراتع مورد بررسی ۲۵ درصد و جهت غالب آن غربی است. مراتع مورد بررسی از نظر زمان و فصل بهره‌برداری جزو مراتع بهاره است که معمولاً در این فصل از سال، بهره‌برداری نمی‌گردد و علوفه موجود در رویشگاه‌های مذکور، پس از برداشت در فصل تابستان، به‌عنوان علوفه زمستانه مورد استفاده دام عشایر و بهره‌برداران عرفی قرار می‌گیرد.

بر اساس نمود ظاهری و در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تیپ گیاهی *Bromus tomentellus*- *Prangus ferulacea* گیاهی

مورد بررسی عمدتاً شامل گراس‌ها و فورب‌های چند ساله می‌باشد و هدف از مطالعه نیز بررسی تأثیر عملیات اصلاحی کنتور فارو بر مقدار کربن ترسیب شده در فرم‌های رویشی، مقدار لاشبرگ و ریشه گیاهان بود، بنابراین مقدار بیوماس هوایی گونه‌ها به گراس‌ها و فورب‌ها تفکیک گردید. در ابتدا و انتهای هر ترانسکت نیز یک پروفیل خاک در دو عمق (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی متری) حفر شد. در مجموع ۱۶ نمونه خاک و ۸۰ نمونه گیاه برای آنالیز درصد کربن آلی به آزمایشگاه فرستاده شدند.

روش‌های آزمایشگاهی

تعیین ضریب تبدیل کربن آلی اجزای گیاه

پس از آنکه نمونه‌های گیاهی مربوط به بیوماس هوایی و زیرزمینی در هوای آزاد خشک شد، نمونه‌های گیاهی وزن و آسیاب شدند؛ سپس در آزمایشگاه درصد کربن آلی با استفاده از روش احتراق در کوره الکتریکی به دست آمد. به این ترتیب که از هریک از اندام‌های خشک، نمونه‌ای به وزن ۱۰ گرم در داخل بوته چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۵ ساعت قرار داده شدند. در نهایت میزان مواد آلی نمونه‌ها با داشتن وزن خاکستر و مقایسه آن با وزن اولیه و به کمک رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$OC=0.54 OM$$

رابطه (۱)

OM: درصد مواد آلی، OC: درصد کربن آلی

کربن آلی و ترسیب کربن خاک

نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل، در هوای آزاد خشک و بعد از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند، برای تعیین کربن آلی، از روش والکلی و بلاک و بر پایه اکسیداسیون تر توسط دی‌کرومات پتاسیم و تیتراسیون دی‌کرومات باقیمانده با فرسولفات آهن استفاده شد (Noseto et al., 2006). در این روش میزان کربن آلی برحسب درصد کربن آلی بدست می‌آید. برای تبدیل کربن ذخیره شده به گرم در مترمربع از

به‌طور کلی شامل گراس‌ها و فورب‌های چند ساله می‌باشند. وضعیت مراتع منطقه براساس روش چهار فاکتوری و بدون هیچگونه تغییری در امتیازات عامل‌های مربوطه، متوسط و گرایش آن بر اساس امتیازدهی به خصوصیات خاک و پوشش گیاهی، مثبت ارزیابی شد. در مراتع مورد بررسی، عملیات اصلاحی و احیایی مرتع شامل کپه‌کاری و احداث کنتور فارو در قالب طرح مرتع‌داری در سال ۱۳۸۴ اجرا شده است که در این پژوهش تصمیم بر این است تا پس از گذشت یک دهه از اجرای عملیات مذکور، اثربخشی احداث کنتور فارو بر ترسیب کربن خاک و بیوماس تولیدی مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی

عملیات میدانی

ابتدا با پیمایش صحرائی و بررسی دفترچه طرح مرتع‌داری، مکان اجرای عملیات کنتور فارو در عرصه مشخص و از پوشش گیاهی آماربرداری شد. برای این منظور، طبق دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی ایران (Arzani, 1997)، در هریک از قطعه‌های مطالعاتی کنتور فارو و شاهد، چهار ترانسکت ۱۰۰ متری به طور تصادفی و در امتداد هر ترانسکت ۵ پلات یک مترمربعی با فواصل ۲۰ متر، به‌طور سیستماتیک انداخته شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در ۴۰ پلات قطعه کنتور فارو و قطعه شاهد انجام شد. درصد پوشش تاجی و تولید هریک از گونه‌ها اندازه‌گیری شدند. پوشش تاجی گونه‌ها به‌روش برآورد چشمی و تولید هریک از گونه توسط روش قطع و توزین اندازه‌گیری گردید. همزمان با این امر لاشبرگ موجود در سطح هریک از پلات‌ها نیز جمع‌آوری شد. ضمن اینکه بعد از قطع اندام هوایی گونه‌ها و جمع‌آوری لاشبرگ سطح خاک، مقدار ریشه موجود در افق سطحی (۱۵-۰ سانتی‌متری) و افق پائینی خاک (۳۰-۱۵ سانتی‌متری) برداشت و پس از شست و شوی ریشه‌ها و خشک کردن آنها، برای اندازه‌گیری کربن ترسیب شده به آزمایشگاه منتقل گردید. نظر به اینکه ترکیب گیاهی مراتع

عمق‌های دوم سایت کنتور فارو و شاهد با استفاده از آزمون  $t$  مستقل مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی میزان ترسیب کربن در اجزای مختلف گیاهی در منطقه شاهد و فارو شامل فورب، گراس، لاشبرگ و ریشه با یکدیگر از آزمون  $t$  مستقل در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. میزان ترسیب کربن اجزای گیاهی در مناطق کنتور فارو و شاهد به‌طور جداگانه در هر منطقه با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه مورد بررسی قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون S-N-K در سطح ۱٪ و ۵٪ استفاده گردید.

### نتایج

مقایسه ترسیب کربن خاک منطقه کنتور فارو و شاهد

در این تحقیق، داده‌های خاک مربوط به دو عمق (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر) تیمارهای فارو و شاهد با آزمون  $t$  جفتی با هم مقایسه شدند. با توجه به جدول ۱ این نتیجه به‌دست آمد که میزان ترسیب کربن در دو عمق ذکر شده تیمارهای فارو و شاهد، اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. همچنین نتایج جدول بیانگر این مطلب می‌باشد که میزان ترسیب کربن در عمق دوم هر دو تیمار نسبت به عمق اول بیشتر بود.

رابطه ۲ استفاده گردید (Abdi et al., و Fruze, 2006).  
(2007).

$$Cc = 10000 * OC (\%) * Bd * e \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن:

Cc: کربن آلی ( $gr/m^2$ )

OC (%): درصد کربن آلی

Bd: جرم مخصوص ظاهری خاک ( $gr/cm^3$ )

e: عمق نمونه‌برداری (cm).

### جرم مخصوص ظاهری

یکی از پارامترهای مهم برآورد ظرفیت ترسیب کربن خاک، جرم مخصوص ظاهری است. در مقایسه دو نمونه خاک که از نظر کربن آلی یکسان هستند ولی وزن مخصوص ظاهری متفاوتی دارند، خاکی که دارای وزن مخصوص ظاهری بیشتری است، کربن آلی بیشتری دارد (Singh et al., 2003).

### روش‌های آماری

داده‌های به‌دست آمده در محیط نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ تجزیه شدند. در این تحقیق داده‌های خاک عمق اول و دوم در منطقه کنتور فارو و همچنین منطقه شاهد با آزمون  $t$  جفتی در سطح ۵٪ با هم مقایسه شدند. در ادامه داده‌های خاک عمق‌های اول سایت کنتور فارو و شاهد و همچنین

جدول ۱- مقادیر آماره‌های کربن ترسیب شده در خاک قطعه عملیات اصلاحی و قطعه شاهد در مراتع خلیفان مهاباد

تیمار	افق مورد بررسی	کربن ترسیب شده (تن در هکتار)	$t$ جفتی
قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	افق سطحی (عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر)	$0.525 \pm 0.023^A$	۲/۴۵ *
	افق پائینی (عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر)	$0.660 \pm 0.019^B$	
قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)	افق سطحی (عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر)	$0.487 \pm 0.056^b$	۴/۹۲ *
	افق پائینی (عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر)	$0.594 \pm 0.061^a$	

حروف a, b نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین عمق‌های مورد بررسی در تیمار قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی) در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد. حروف A, B نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین عمق‌های مورد بررسی در تیمار قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو) در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد. \*: بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

کربن در هر دو تیمار مورد بررسی، در عمق دوم بیشتر بود. شایان ذکر است که در آزمون t مستقل، مقدار آماره t و sig با توجه به فرض برابری و یا فرض عدم برابری واریانسها بر اساس آزمون Levene، تعیین می‌شود.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، میزان ترسیب کربن عمق‌های اول تیمارهای کنتور فارو و شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم دارند. همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان ترسیب کربن بین عمق‌های دوم تیمارهای کنتور فارو و شاهد در سطح ۱٪ مشاهده شد. میانگین ترسیب

جدول ۲- مقادیر آماره‌های کربن ترسیب شده در افق‌های سطحی و پایینی خاک تیمارهای مورد بررسی در مراتع خلیفان مهاباد

افق مورد بررسی	تیمار	کربن ترسیب شده (تن در هکتار)	Levene		t مستقل
			F	Sig	
افق سطحی (عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر)	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	$0.525 \pm 0.23^A$	0.81	0.27	2/5 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)	$0.487 \pm 0.056^B$			
افق پائینی (عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر)	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	$0.660 \pm 0.19^a$	2/51	0.19	4/96 **
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)	$0.594 \pm 0.061^b$			

حروف a, b نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارهای مورد بررسی در هر یک از عمق‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد می‌باشد.

حروف A, B نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارهای مورد بررسی در هر یک از عمق‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

\* و \*\*: بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشد.

شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت. در مورد بخش غیرزنده نیز بین منطقه کنتور فارو و شاهد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵٪ مشاهده شد ولی در زمینه ترسیب کربن بیوماس زمینی، با توجه به جدول ۳ می‌توان دریافت که میزان ترسیب کربن در این دو منطقه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

مقایسه ترسیب کربن در اجزای گیاهی مورد بررسی منطقه کنتور فارو و شاهد

در این تحقیق، به منظور بررسی میزان ترسیب کربن، در اجزای گیاهی مورد بررسی منطقه کنتور فارو و شاهد، از آزمون t مستقل استفاده شد. با توجه به جدول ۳ مشخص شد که در مورد ترسیب کربن بیوماس هوایی، فرم رویشی فورب‌ها و فرم رویشی گراس‌ها، بین منطقه کنتور فارو و

جدول ۳- مقادیر آماره‌های کربن ترسیب شده در اجزای گیاهی مورد بررسی تیمارهای مورد بررسی در مراتع خلیفان مهاباد

اجزای گیاهی مورد بررسی	کربن ترسیب شده (تن در هکتار)	Levene		t مستقل
		F	Sig	
فورب	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	6/7	0.01	2/79 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
بیوماس هوایی	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	3	0.1	2/42 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
بیوماس زمینی	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.63	ns
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
بخش غیرزنده	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.87	0.35 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
لاشبرگ	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.63	0.15
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
لاشبرگ	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.87	0.35 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
لاشبرگ	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.87	0.35 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			
لاشبرگ	قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	0.24	0.87	0.35 *
	قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)			

\*: بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

ns: بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

کربن بین اجزای گیاهی مختلف وجود دارد. همچنین در منطقه کنتور فارو از نظر میزان ترسیب کربن بین اجزای گیاهی مختلف در سطح ۱٪، اختلاف معنی‌داری گزارش شد.

تجزیه واریانس اجزای گیاهی مورد بررسی با توجه به نتایج جدول ۴ مشاهده شد که در منطقه شاهد در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری از نظر میزان ترسیب

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه میزان ترسیب کربن اجزای گیاهی قطعه‌های شاهد و کنتورفارو در مراتع خلیفان مهاباد

تیمار	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	sig
قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)	بین گروه‌ها	۱۴/۲۸۴	۳	۴/۷۶۱	۵/۵۳	. **
	داخل گروه‌ها	۳۰/۹۶۳	۳۶	۰/۸۶		
	مجموع	۴۵/۲۴۷	۳۹			
قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	بین گروه‌ها	۳۹/۴۹۱	۳	۱۳/۱۶۳	۰/۰۸۱	. /۰۰۹ **
	داخل گروه‌ها	۱۰۵/۹۰۲	۳۶	۲/۹۴۱		
	مجموع	۱۴۵/۳۹۳	۳۹			

بین میانگین‌ها به روش آزمون S-N-K میانگین‌های ترسیب کربن اجزای گیاهی، در کلاس‌های جداگانه قرار گرفتند.

نتایج جدول ۵ نیز مؤید این مطلب است که کمترین میزان ترسیب در هر دو تیمار مربوط به ریشه و بیشترین آن مربوط به لاشبرگ‌ها و فرم رویشی فورب‌ها بود. با مقایسه

جدول ۵- میانگین و اشتباه از معیار مقادیر کربن ترسیب شده در اجزای گیاهی مورد بررسی در مراتع خلیفان مهاباد

تیمار	اجزای گیاهی مورد بررسی	کربن ترسیب شده (تن در هکتار)	میانگین اجزای گیاهی مورد بررسی بر اساس آزمون SNK
قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو)	بیوماس هوایی	۰/۲۳ ± ۰/۰۵۷	۰/۲۳ <sup>A</sup>
	بیوماس زمینی	۰/۱۳ ± ۰/۰۲	۰/۱۳ <sup>AB</sup>
	بخش غیرزنده	۰/۰۰۹۴ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۹۴ <sup>B</sup>
قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی)	بخش غیرزنده	۰/۲۶ ± ۰/۰۵۹	۰/۲۶ <sup>A</sup>
	بیوماس هوایی	۰/۱۵ ± ۰/۰۳۱	۰/۱۵ <sup>a</sup>
	بیوماس زمینی	۰/۰۵۴ ± ۰/۰۱۱	۰/۰۵۴ <sup>ab</sup>
	بخش غیرزنده	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۱ <sup>b</sup>
	لاشبرگ	۰/۱۵۱ ± ۰/۰۱۵	۰/۱۵۱ <sup>a</sup>

حروف a, b نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین اجزای گیاهی مورد بررسی در تیمار قطعه شاهد (بدون عملیات اصلاحی) در سطح احتمال ۹۹ درصد می‌باشد. حروف A, B نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین اجزای گیاهی مورد بررسی در تیمار قطعه عملیات اصلاحی (کنتور فارو) در سطح احتمال ۹۹ درصد می‌باشد.

روی خطوط تراز در سطح مراتع که به منظور نفوذ آب در خاک و جلوگیری از جریان سطحی آن و افزایش پوشش

کنتور فارو عبارت است از ایجاد جوی‌های کم عمق بر

بحث

آنان بیان کردند اقدام‌هایی که دارای بافت چوبی بیشتری بودند توانایی بیشتری در ترسیب کربن داشتند (Fruze et al., 2008). با توجه به نوع گونه، اجزای گیاهی مختلف نقش متفاوتی در ترسیب کربن ایفا می‌کنند. گونه‌های متفاوت و هریک از اجزای گیاهی آنها دارای نقش متفاوتی در فرایند ترسیب کربن هستند (Fruze, 2006).

نتایج این تحقیق مؤید این مطلب بود که کمترین میزان ترسیب در هر دو تیمار کنتور فارو و شاهد مربوط به ریشه بود. در این راستا Abdi و همکاران (۲۰۰۷)، در تحقیقی که برای برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گونزارهای استان مرکزی انجام دادند، دریافتند که ترسیب کربن در بیوماس اندام‌های هوایی بیشتر از ریشه‌ها بوده که این نتیجه با نتیجه پژوهش Aradottir و همکاران (۲۰۰۰) همخوانی دارد. در هر دو منطقه، لاشبرگ بیشترین مقدار ترسیب کربن را داشت. این مسئله می‌تواند ناشی از این باشد که لاشبرگ‌ها به دلیل درصد چوبی شدن بالایشان توانایی ذخیره مقدار بیشتری کربن را در خود دارند (Jafarian et al., 2012).

با استناد به بخش نتایج، می‌توان گفت در مجموع تیمار منطقه فارو از نظر میزان ترسیب کربن وضعیت بهتری نسبت به تیمار منطقه شاهد دارد. علت این امر را می‌توان تأثیر مثبت عملیات کنتور فارو بر کنترل رواناب سطحی، ذخیره‌سازی بارش در خاک و استفاده از رطوبت اضافی جمع‌آوری شده در داخل فاروها برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی و در نتیجه افزایش و بهبود پوشش گیاهی منطقه اجرای کنتور فارو برشمرد. Rich (۲۰۰۵)، آثار کنتور فارو را بعد از ۲۰ سال اجرا، در داکوتای شمالی آمریکا، بررسی کرد. نتایج تحقیق وی حکایت از آن داشت که پوشش گیاهی غالب منطقه *Agropyron spp.* در منطقه کنتورفارو ۲۷٪ بود، در صورتی که در منطقه شاهد ۵٪ گزارش شده بود. او دریافت که در مراتع ایالت وایومینگ، احداث کنتورفارو در شرایطی موفقیت‌آمیز می‌باشد که منطقه اجرای این عملیات از نظر پوشش گیاهی دارای درصد قابل قبولی از گونه‌های مرغوب مرتعی، به‌ویژه گندمیان چند ساله و ریزوم‌دار به‌عنوان منبع بذر باشد. همچنین در هر دو منطقه

گیاهی و تولید علوفه انجام می‌شود. هدف از کنتور فارو، افزون بر کنترل رواناب سطحی، ذخیره‌سازی بارش در خاک و استفاده از رطوبت اضافی جمع‌آوری شده در داخل فاروها برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی است. Azarnivand و Zare (۲۰۱۰) چنین بیان کردند که کنتور فارو، با هدف افزایش نفوذپذیری آب در خاک در مناطق مختلف اجرا می‌شود. در این پژوهش، تأثیر عملیات اصلاحی کنتورفارو بر ترسیب کربن اجزای گیاهی و خاک در دو تیمار فارو و شاهد مورد بررسی قرار گرفت. با مقایسه تک تک اجزای گیاهی در دو منطقه مذکور با یکدیگر، این نتیجه حاصل شد که بین اجزای گیاهی شامل فورب، گراس و لاشبرگ در دو تیمار شاهد و فارو از نظر ترسیب کربن، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج مطالعات Singh و همکاران (۲۰۰۳)، در هند نشان داد که کربن آلی خاک به نوع اجزای پوشش گیاهی بستگی دارد. یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر روی میزان ترسیب کربن در خاک، نوع گونه‌های گیاهی و اجزای موجود است (Paul et al., 2002). Tamrtash و همکاران (۲۰۱۱)، در پژوهشی که بر روی تأثیر گونه‌های رویشی مختلف بر ترسیب کربن در مراتع جلگه‌ای میانکاله انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که میزان ترسیب کربن در گونه‌ها و اندام‌های گیاهی متفاوت بوده و با افزایش سطح تاج پوشش و درصد چوبی شدن، ترسیب کربن افزایش می‌یابد. در این راستا، Tamrtash و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی اثر عملیات اصلاحی قرق بر میزان ترسیب کربن درمنه‌زارها در مناطق خشک استان سمنان دریافتند که میزان ترسیب کربن در اجزای گیاهی مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشت. آنان علت این امر را به تفاوت میزان بیوماس و درصد چوبی بودن مختلف بین اجزای گیاهی نسبت دادند. همچنین در پژوهشی که Jafarian و همکاران (۲۰۱۲)، برای بررسی توان ذخیره کربن در سه گونه *Artemisia aucheri*, *Agropyron elongatum* و *Stipa barbata* در مراتع نیمه‌خشک ایران انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که میزان ترسیب کربن در اجزای گیاهی مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشت.



زیتوده *Halocnemum strobilaceum* و بالطبع کاهش مقدار ترسیب کربن توسط زیتوده این گیاه در مرتع قرق بدلیل کاهش هدایت الکتریکی یا درجه شوری خاک در منطقه قرق بود. زیرا قرق در مراتع گمیشان به طور معنی داری باعث کاهش درجه شوری خاک شده بود. البته توان ترسیب کربن برحسب گونه گیاهی، مکان، شیوه مدیریت و نوع عملیات اصلاحی متفاوت است. محققان در تحقیقی که به منظور بررسی تأثیر مدیریت چرا بر میزان ترسیب کربن انجام دادند، اعلام کردند که افزایش ذخیره کربن در گراسلندها به شدت تحت تأثیر میزان بارش، نوع مدیریت و اجرای عملیات اصلاحی است.

در هر دو منطقه فارو و شاهد، بین عمق‌های اول و دوم اختلاف معنی داری وجود داشت. میزان ترسیب کربن در عمق دوم بیشتر بود. علت این امر بیشتر بودن وزن ظاهری در عمق دوم خاک است. وزن مخصوص ظاهری خاک یک مشخصه نسبی است که در برآورد مقدار ذخیره کربن خاک، نقش مهمی دارد. در واقع وزن مخصوص ظاهری، شامل وزن ذرات جامد خاک بعلاوه املاح موجود در خلل و فرج خاک است (Jafarighighi, 2003)؛ به طوری که برای برآورد کربن در حجم مشخصی از خاک، خاکی که دارای وزن مخصوص ظاهری بیشتری است، محتوای کربن آلی بیشتری هم دارد (Singh et al., 2003). عمده مواد آلی خاک، مربوط به تجزیه ریشه‌های مرده و همچنین تبدیل بیوماس میکروبی، به مواد آلی است. بیشتر بودن کربن در عمق دوم، به افزایش بیوماس ریشه‌ای و لاشبرگ ریشه و حرکت این مواد به قسمت‌های پایینی پروفیل خاک مرتبط است (Follet et al., 2001). بر اساس بازدیدهای صحرائی، برداشت‌های کارشناسی و نمونه برداری از پروفیل خاک منطقه خلیفان، منطقه مورد مطالعه در حد مطلوبی از آهک برخوردار است. آهک بدلیل دارا بودن کلسیم و منیزیم باعث بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها می‌گردد، در نتیجه تأثیر مثبتی بر روی ترسیب کربن دارد. بنابراین، یکی دیگر از دلایل روند افزایشی در کربن ذخیره شده با افزایش عمق در منطقه خلیفان را می‌توان به وجود آهک نسبت داد،

شاهد و فارو، اجزای مختلف بیوماس از نظر ترسیب کربن تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تحت سیستم‌های مدیریت کنترل شده بر مرتع، ترسیب کربن کل در بیوماس، لاشبرگ و خاک در مقایسه با سیستم مدیریت کنترل نشده یا مدیریت ناصحیح به طور معنی داری افزایش می‌یابد (Lashnizand et al., 2012). در تحقیقی که توسط Fruze و همکاران (۲۰۰۶)، برای بررسی تأثیر تیمار آبیاری سیلابی بر توان ترسیب کربن سه گونه مرتعی *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh و *Artemisia sieberi* Besser و *Helianthemum lipii* (L) انجام شد، این نتیجه حاصل شد که با وجود پاسخ‌های متفاوت ترسیب کربن گونه‌های مورد مطالعه نسبت به آبیاری سیلابی، در مجموع ترسیب کربن گونه‌ها در منطقه آبیاری شده دو برابر ترسیب کربن این گونه‌ها در منطقه شاهد بود. Lal (۲۰۰۴) پس از تحقیقاتی اعلام کرد که تغییر کاربری مناسب و مدیریت صحیح حاکم بر خاک عرصه‌های طبیعی کره زمین، سبب کارایی پروژه‌های احیای منابع طبیعی می‌گردد. در تحقیقی که Fruze (۲۰۰۶)، در زمینه بررسی تأثیر عملیات اصلاحی قرق بر توان ترسیب کربن دو گونه شورپسند *Halocnemum strobilaceum* و *Halostachys capasia* در مراتع گمیشان انجام داد، به این نتیجه رسید که ترسیب کربن در واحد سطح زیتوده این گونه‌ها مستقل از چرا نیست. ایشان دریافتند که چرا دام به طور مستقیم بر فرایند ترسیب کربن اندام‌ها نقش نداشته اما به طور غیر مستقیم با تغییر شرایط رویشگاهی مانند تغییر در میزان تراکم، درصد تاج پوشش گیاه، تغییر در قدرت رقابت گونه‌ها و همچنین تغییر در شرایط خاک در ترسیب کربن تأثیر داشته است. ایشان بیان کردند که واکنش گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به عملیات مدیریتی متفاوت است. به طوری که در تحقیق مذکور، عملیات اصلاحی قرق باعث افزایش ترسیب کربن زیتوده هوایی و زیرزمینی گونه *Halostachys capasia* شده بود، اما همین عامل سبب کاهش مقدار ترسیب کربن زیتوده گونه *Halocnemum strobilaceum* در واحد سطح شده بود. البته کاهش میزان

اقتصادی مراتع از لحاظ ترسیب کربن ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به مطالب مذکور ارزش اقتصادی خاک منطقه کنتور فارو با میانگین ترسیب کربن ۰/۵۹ تن در هکتار برابر است با ۱۱۸ دلار و ارزش اقتصادی ترسیب اجزای گیاهی با میانگین ترسیب کربن ۰/۱۲۵ تن در هکتار، ۲۵ دلار است. در مجموع ارزش نهایی حاصل از ترسیب کربن پروژه کنتور فارو که در مساحت ۱۱۲ هکتار در مراتع خلیفان انجام شده است، حدود ۱۶ هزار دلار می‌باشد.

### منابع مورد استفاده

- Abdi, N. A., Madaharefi, H. and ZahediAmiri, Gh. A., 2007. Estimation of carbon sequestration in *Astragalus* rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15(2): 282-269.
- Aradottir, A., Savarsdottir, L., Kristin, H., Jonsson, P. and Gudbergsson, G., 2000. Carbon accumulation in vegetation and solids by reclamation of degraded areas. *Journal of Icelandic Agricultural Sciences*, 13: 99-113.
- Arzani, H., 1997. National Evaluation of rangelands in different weather conditions. Forest and Rangeland Research Institute Press, 67p.
- Azarnivand, H. and Zare Chahooki, M. A., 2010. Range improvement. University of Tehran press, Iran, 345p.
- 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.
- Dianati Tilki, Gh., NaghipourBorj, A., Tavakoli, H., Heydariyan Aghakhani, M. and Saied Afkhani, M., 2009. Influence of enclosure on carbon sequestration of soil and plant biomass in semi-arid regions of North Khorasan. *Journal of Range Management*, 3(4): 679-668.
- Eskandari, N., Mahdavi, F., 2005. National rangelands' portrait. Rangeland Technical office (in persian).
- FAO, 2006. Carbon sequestration in dry land soils, Corporate Document Repository.
- Follet, R. F., Kimble, J. M. and Lal, R., 2001. The Potential of U.S grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Published by CRC Press LL .
- Fruze, M. R., 2006. Effect of exclusion on carbon sequestration potential of *Halocnemum strobilaceum* and *Halostachys caspica* (Case study: Gomishan rangelands). *Journal of Watershed Management*
- زیرا در عمق‌های پایین‌تر پروفیل خاک، میزان آهک بیشتری وجود داشت (Jafarihaghghi, 2003). همچنین با مقایسه عمق‌های اول و دوم تیمارهای فارو و شاهد این نتیجه حاصل شد که عمق‌های دوم دو منطقه مذکور از نظر ترسیب کربن تفاوت معنی‌داری با هم دارند. مقدار کربن ترسیب شده در عمق دوم منطقه کنتور فارو، بیشتر از کربن ترسیب شده در عمق دوم منطقه شاهد بود. نتایج به‌دست آمده حکایت از آن داشت که عملیات اصلاحی کنتور فارو بر ترسیب کربن خاک، تأثیر مثبت داشته است. در این راستا در پژوهشی که Fruze و همکاران (۲۰۰۶) به‌منظور بررسی تأثیر عملیات اصلاحی قرق مرتع بر میزان ترسیب کربن زیتوده هوایی بوته‌های غالب و خاک مراتع قرق گمیشان واقع در استان گلستان انجام دادند، به نتیجه مشابهی دست یافتند. نتایج تحقیق آنان حکایت از آن داشت که عملیات قرق و حفاظت مراتع به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ترسیب کربن گونه‌های بوته‌ای غالب منطقه شده است. همچنین Joneydi و همکاران (۲۰۱۳)، بر روی اثر کنتور فارو بر میزان ترسیب و تثبیت ازت در درمنه‌زارهای استان سمنان پژوهشی انجام دادند و بیان کردند که اجرای عملیات اصلاحی فارو در ناحیه ایوانکی منجر به افزایش به‌ترتیب ۳۲ درصدی در ذخایر کربن و افزایش ۳۷ درصدی در ازت کل اکوسیستم شده بود. آنان بیان کردند که انجام اقدامات اصلاحی در مناطق مناسب و مدیریت شده اثر قابل توجهی در افزایش توان ترسیب کربن اکوسیستم‌ها خواهد داشت، ولی اجرای پروژه‌های کارشناسی نشده با وجود صرف هزینه، اثری در افزایش میزان ذخایر کربن و ازت اکوسیستم‌ها نخواهد داشت.
- فائو ارزش یک هکتار اراضی مرتعی از نظر ترسیب کربن را در سال ۲۳۲ دلار تخمین زده است (Eskandari & Mahdvi, 2005). براساس گزارش مراجع بین‌المللی برای تثبیت هر تن در هکتار کربن در مراتع ۲۰۰ دلار پرداخت می‌شود (Mirsanjari, 2004). از آنجایی که ترسیب کربن به‌عنوان ارزش افزوده در کنار سایر کاربری‌های مرتع حائز اهمیت است (Abdi et al., 2007). بنابراین تخمین ارزش

- Mahdavi, B. and Modaresesanawi, S. A. M., 2008. Effect of root-zone temperature on nodulation and nitrogen fixation of grasspea ecotypes (*Lathyrus sativus* L.). *Journal of Agricultural Science*, 18(3): 149-160.
- Mahdavi, Kh. Mokhtari asl, A. and Mahdavi, F., 2008. Role of Rangeland in carbon sequestration. *Journal of Forest and Rangeland*, 80: 24-31.
- Mirsanjari, M., 2004. Evaluation of environment in rangelands. *Journal of forest and rangeland*, 64: 56-62.
- Nossetto, M. D., Jobbagy, E. G. and Paruelo, J. M., 2006. Carbon sequestration in semi- arid rangelands. *Journal of Arid Environments*, 67: 142-156.
- Parvizi, A., 2012. Stable carbon sequestration options, the key to sustainable management of land resources and land reform and climate change. *Journal of Forest and Grassland* 94: 79-75.
- Paul K. I., Polglase, P. J., Nyakuengama, J. G. and Khanna, P. K., 2002. Change in soil carbon following afforestation. *Forest Ecology and Management*, 168(1-3): 241-257.
- Rich T.D., 2005. Effects of Contour on Soils, Vegetation and Grassland Breeding Birds in North Dakota. USDA Service Gen. Technology Report, PSW-GTR-191.
- Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K. K. and Meena, R. L., 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. *Journal of Indian Forester*, 129(7): 846-859.
- Smith, P., 2004. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. *European Journal of Agronomy*, 20: 229-236.
- Tamartash, R., Tatian, M. R. and Yousefian, M., 2011. Effect of different species on carbon sequestration in Miankaleh rangelands. *Journal of Environment science*, 62: 45-54.
- Tamrtash, R., Yousefian, M., Mahdavi, Kh. and Mahdavi, M., 2012. Investigation of Enclosure Effect on *Artemisia* Carbon Sequestration in the Arid Zone of Semnan Province. *Iranian Journal of Natural Resource*, 65(3): 341-352.
- Research (Pajouhesh & Sazandegi), 85: 22- 28.
- Fruze, M. R., Heshmati., Gh. L., Ghanbarian, Gh. and Mesbah, H., 2006. Effect of floodwater irrigation on carbon sequestration potential of *Helianthemum lippii* (L.) Pers., *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh. And *Artemisia sieberi* Besser in the Gareh Bygone plain: A case study. *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, 78: 11-19.
- Fruze, M. R., Heshmati., Gh. L., Ghanbarian, Gh. and Mesbah, H., 2008. Carbon sequestration comparison of *Helianthemum lippii* (L.) Pers. *Dendrostellera lessertii* (Wikstr.) Van Tiegh. & *Artemisia sieberi* Besser in arid rangeland of Iran (Case study: Garbagyan fasa plain. *Journal of environmental studies*, 34(46): 65-72
- Jafarihaghighi, M., 2003. Methods of soil analysis sampling and important physical & chemical analysis. Zoha Press, Iran, 236p.
- Jafarian, G., TayefeseydAlikhani, L. and Tmrtash, R., 2012. Investigation of carbon storage potential of *Artemisia aucheri*, *Agropyron elongatum*, *Stipa barbata*, in Semi-arid Rangelands of Iran (Case study: Peshert Region, Kiasar). *Journal of Range and Watershed Management. Journal of Natural Resources*, 65(2): 191-202.
- Jonaydi Jafari, H., Azarnivand, H., Zarechahuki, M., Jafari, M. and Kargari, A., 2013. Effects of contour furrow on carbon sequestration and nitrogen fixation in *Artemisia sieberi* rangelands of Semnan province. *Iranian journal of Range and Desert Research*, 51: 298-308.
- Kolahchi, N., 2011. Carbon sequestration, in rangeland ecosystems. *Journal of Sonboleh, Natural resource Section*, 210: 38-42.
- Lal, R., 2004. Carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123: 1- 22.
- Lashnizand, M., Sepahmansur, R., Taghavi Goudarzi, S. and Zolfaghari, P., 2013. Evaluation of the effectiveness of biomechanical practices of watershed management on carbon sequestration for climate change mitigation, case study: Kouhdasht aquifer management and Romeshkan flood spreading. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 5(1): 9-16.

## Effects of contour furrow on soil and biomass carbon sequestration (Case study: Khalifan Rangelands, Mahabad)

S. Shahrokh<sup>1</sup>, M. Souri<sup>2\*</sup>, J. Moetamedi<sup>3</sup> and A. Eftekhari<sup>4</sup>

1- Former M.Sc. Student in Range Management, Faculty of Natural Resources, University of Urmia, Urmia, Iran

2\*- Corresponding author, Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: [m.souri@urmia.ac.ir](mailto:m.souri@urmia.ac.ir)

3- Associate Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received:4/11/2016

Accepted:11/14/2016

### Abstract

Global warming has devastating effects on the lives of organisms, causing damage to natural ecosystems, floods, droughts and climatic and ecological imbalance. Resonance effects of greenhouse gases in the atmosphere as a result of carbon dioxide concentration causes warming, melting polar ice caps, massive flooding, and deforestation. Biological carbon sequestration is soil and plants' ability to absorb carbon dioxide from the atmosphere and store it in plant and soil. Therefore, it is a method that helps to reduce atmospheric carbon and to mitigate the consequences of climate changes. In this project, the effects of restoration rangeland practices (contour furrow) on carbon sequestration were investigated in Khalifan region of Mahabad. For this purpose, in each study site (contour furrow and control), four 100-m transects were established. Along each transect, five plots spaced 20 m apart were set up systematically. At the beginning and end of each transect, a profile was excavated at two depths (0-15 and 15-30 cm). Soil and plant samples were transferred to the laboratory. Plant biomass was measured in all plots by cutting and weighing method. Carbon sequestration rate was determined for each of the samples. The data were analyzed by ANOVA and T-test. The results indicated that the highest rate of carbon sequestration in the study sites belonged to the litter. The results demonstrated that the rate of carbon sequestration in both biomass and soil in contour furrow site was higher in comparison with control site. This can be due to the positive effect of contour furrow practice on the amount of participation storage in soil, run off and erosion control and increasing the vegetation.

**Keywords:** Carbon sequestration, restoration practice, contour furrow, soil, biomass, Khalifan region.