محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٤، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٧، صفحهٔ ١٤٨-١٣١

# بررسی و مقایسهٔ ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن پوشش گیاهی در عملیات بیولوژیک (مطالعهٔ موردی: مراتع استپی سربیشه - استان خراسان جنوبی)

**شفق رستگار[1]*، زینب نجف‌پور[2]، زینب جعفریان[3]، جمشید قربانی[4]**

۱. استادیار، گروه مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ایران

۲. کارشناسی‌ارشد مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

mobisen8488@gmail.com

۳. دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

z.jafarian@sanru.ac.ir

٤. دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

j.ghorbani@sanru.ac.ir

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۱۰

**چکیده**

یکی از مهم‌ترین کارکردهای اکولوژیکی مراتع به‌ویژه مراتع تخریب یافتهٔ پتانسیل بالای ترسیب کربن، مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است. احیاء مراتع تخریب‌شده مناطق خشک ایران اهمیت ویژه‌ای در حفظ تعادل چرخهٔ کربن دارد. در نظر گرفتن ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن از طریق محاسبات مالی می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی داشته باشد. ازاین‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر اجرای عملیات احیای پوشش گیاهان مرتعی بر ارزش اقتصادی ترسیب کربن گیاهان انجام گرفت. به این منظور سه نوع فعالیت احیایی بوته‌کاری، هلالی آبگیر و بذرکاری- بذرپاشی انتخاب و مناطق شاهد مشخص شد. برای ارزش‌گذاری میزان کربن ترسیب یافته از روش سیاست مالیات بر کربن استفاده شد. بر اساس نتایج تحقیق میزان جذب کربن در مراتع منطقه مورد مطالعه ۷۷۴ تن برآورد شد. ارزش سایه‌ای جذب کربن سالانه، ۵۴۷۲۱/۸ دلار/تن (معادل ۱۹۱۵۲۶۳۹۹ریال/تن) به دست آمد. ارزش هر هکتار از این مراتع برای کارکرد ترسیب کربن برابر با ۱۷/۳۵ دلار (معادل ۶۰۷۴۴/۱۵ ریال) برآورد شد. بنابر نتایج به‌دست‌آمده، عوامل مدیریتی همچون عملیات احیایی، نقش مهمی در کنترل ترسیب کربن داشته است. همچنین ترسیب کربن فعالیت احیایی بوته کاری، به‌طور معناداری موفقیت بیشتری در ارتقای شاخص‌های اکولوژیکی و ارزش ریالی ترسیب کربن در مقایسه با مناطق شاهد داشته است.

**کلیدواژه**

ارزش اقتصادی، ترسیب کربن، پوشش گیاهی، عملیات احیایی، مراتع استپی.

## ۱. سرآغاز

اکوسیستم‌های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند، چرا که نیمی از خشکی‌های کره زمین را در برگرفته‌اند و ذخیرهٔ کربن آن‌ها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهد. در مقیاس جهانی مراتع حدود ۵۰۰ میلیارد

* نویسنده مسئول: Email: sh.rastgar@sanru.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

تن کربن را در سال ترسیب می‌کنند (Derner & Schuman, 2007). اکوسیستم‌های مرتعی با توجه به وسعت زیادی که دارند با وجود پایین‌تر بودن میزان ترسیب کربن در هر واحد سطح آن‌ها قابلیت بالایی برای ترسیب کربن دارند (Schuman et al., 2002). هرچند ظرفیت ترسیب کربن در مراتع کمتر از جنگل‌ها است، اما با توجه به وسعت زیاد این اکوسیستم‌ها مدیریت این نواحی نقش مهمی در چرخهٔ کربن ایفا می‌کند. بنابراین، لازم است تا در هر اقلیمی ظرفیت بهره‌برداری از مراتع شناسایی شود. برای رسیدن به این اهداف گاهی نیاز به اجرای عملیات حفاظت از مراتع و یا احیای آن از طریق کاشت گونه‌های گیاهی بومی و سازگار است تا ضمن احیای نقش کارکردی مراتع بتوان فرایند ترسیب کربن را نیز تسریع کرد (فلاحی، ۱۳۹۲؛ Liu et al., 2011). به همین سبب ترسیب کربن علاوه بر دارا بودن ارزش‌های حفاظتی و پایه‌ای به دلیل افزایش تولید بیوماس، از نظر اقتصادی دارای ارزش است و می‌تواند به‌عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت‌ها و عملیات احیاء اراضی تخریب‌شده مطرح شود (Carpenter et al., 2009). مناطق خشک و نیمه‌خشک برای ترسیب کربن، مناسب هستند و افزایش میزان بیوماس گیاهان خشبی در این مناطق، به دلیل کاهش هزینه ترسیب گاز کربنیک، دارای مزیت فراوان است (بردبار، ۱۳۸۳). در همین راستا در طی دهه گذشته سیاست سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور نیز بر پایهٔ احیای مراتع بیابانی با مشارکت کامل جوامع محلی و به‌منظور ترسیب کربن استوار شده است. ازآنجاکه ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی نقش مهمی در برنامه‌ریزی، حفاظت و بهره‌برداری اصولی از این منابع حیاتی دارد تعیین ارزش کارکرد کربن ترسیب یافته در اثر فعالیت‌های احیایی پروژهٔ بین‌المللی ترسیب کربن، چارچوب تحقیق حاضر را تشکیل می‌دهد. ارزش‌گذاری کارکردهای زیست‌محیطی مراتع مانند ذخیرهٔ کربن که عمدتاً بدون قیمت هستند، گام مهمی برای تصحیح آن نوع تصمیمات زیست‌محیطی-اقتصادی خواهد بود که به این کارکردها و خدمات به‌عنوان خدمات رایگان می‌نگرد. بنابراین نیاز است که ارزش این قبیل کارکردها و خدمات اندازه‌گیری و به شکل پولی بیان شود (نصری و همکاران، ۱۳۹۵).

اجرای عملیاتی مانند احیا و حفاظت از پوشش گیاهی جنگل‌ها و مراتع و به‌کارگیری اصول کشاورزی پایدار در تولید محصولات زراعی برای افزایش توان ترسیب کربن در سیستم خاک- گیاه، مزایای دیگری نیز دارد که از آن به خدمات اکوسیستمی یاد می‌شود. ازجمله خدمات اکوسیستمی ناشی از سیاست‌های ترسیب کربن می‌توان بهبود تنوع زیستی، جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش مخاطرات آلودگی‌های ناشی از گردوغبار، تقویت منابع آب زیرزمینی، افزایش ظرفیت نفوذ و نگهداری آب در خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری و بهبود شرایط فیزیکی خاک برای رشد گیاه و فعالیت ریز جانداران اشاره کرد (فلاحی،۱۳۹۲؛ Zhu et al., 2010). آثار اجرای طرح‌ها محدود به آثار مستقیم نیست، بلکه آثار غیرمستقیم و خدمات حاصل از اجرای طرح‌ها از نکاتی است که توجه به آن‌ها می‌تواند مبنای قابل قبولی برای سرمایه‌گذاری در اکوسیستم‌های مرتعی، در اختیار قرار دهد. مناطق خشک و نیمه‌خشک حدود ۴۵ درصد از سطح جهان را پوشانده‌اند و با وجود پایین بودن محتوای کربن آلی در این مناطق، حدود ۱۶ درصد از ذخایر جهانی کربن خاک را در برمی‌گیرند. احیای این مناطق می‌تواند باعث ذخیره‌سازی مقادیر قابل‌توجهی کربن به مقدار سالیانه حدود یک پتا گرم کربن در سطح جهان شود. علاوه بر این، افزایش مقدار کربن آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند به افزایش باروری، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک تقویت تنوع زیستی، اصلاح ساختار خاک، کاهش فرسایش، بهبود نفوذپذیری خاک و کاهش رواناب منجر شود. (Nosetto et al., 2006). shi و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که ترسیب در خاک‌هایی که به‌شدت فرسایش

Archive of SID

www.SID.ir

یافته‌اند، پتانسیل کربن به‌مراتب بالاتر است. ازاین‌رو توجه به احیاء و بازسازی مراتع تخریب‌شدهٔ مناطق خشک ایران از این جهت دارای اهمیت ویژه‌ای است. برای افزایش توان ترسیب کربن نواحی خشک و نیمه‌خشک معمولاً از روش‌های بوته‌کاری اجرای عملیات قرق استفاده می‌شود (Nosetto et al., 2006). تحقیقات زیادی در ارتباط برآورد میزان ترسیب کربن و ارزش اقتصادی آن انجام شده است.

برای افزایش توان ترسیب کربن نواحی خشک و نیمه‌خشک معمولاً از روش‌های بوته‌کاری اجرای عملیات قرق استفاده می‌شود. استفاده از گونه‌های بوته‌ای دارای ریشهٔ عمیق در این مناطق می‌تواند موجب جذب آب از اعماق خاک شده که در حالت عادی توسط گیاهان موجود در این مناطق ممکن نیست. باز گردش آهسته‌تر کربن در واقع اختصاص کربن به بخش‌های چوبی و توقف خروج زیست توده توسط حیوانات چراکننده می‌تواند به‌ترتیب به کاهش تلفات کربن در بوته‌کاری و مناطق تحت حفاظت بیانجامد. معمولاً با حذف عملیات چرا در مراتع میزان زیست توده هوایی و لاشبرگ افزایش پیدا می‌کند، اما موجودی کربن خاک بزرگترین ذخیرهٔ کربنی در مراتع است روندی قطعی نشان نداده و در مطالعات مختلف برای آن افزایش، کاهش و یا عدم تغییر گزارش‌شده است (Nosetto et al., 2006). در پژوهشی در مناطق خشک و نیمه‌خشک آرژانتین با ۴۲۴ میلی‌متر بارندگی، آثار جنگل‌کاری و قرق بر موجودی کربن خاک بررسی شد. نتایج نشان داد جنگل‌کاری نقش مؤثری بر بهبود ذخیرهٔ کربنی اکوسیستم دارد. افزون بر این، در مناطق بررسی شده، بیشتر ذخیرهٔ کربن اکوسیستم در خاک قرار داشت، اما با اجرای جنگل‌کاری بر سهم بیوماس و لاشبرگ در ذخیرهٔ کربن به‌طور چشمگیری افزوده شد. همچنین در اکوسیستم بررسی‌شده با افزایش عمق از موجودی کربن در خاک کاسته شد و جنگل‌کاری موجب افزایش مقدار کربن ذخیره‌شده در ریشه‌ها شد (Nosetto et al., 2006). در پژوهشی در گون‌زارهای استان مرکزی، بیشترین کربن موجود در اکوسیستم در ذخیرهٔ خاک قرار داشت. نتایج بیشتر پژوهش‌ها با نتایج مطالعهٔ مذکور مطابقت دارد و در اکوسیستم‌های مرتعی خاک مهم‌ترین ذخیرهٔ کربنی اکوسیستم در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، وقوع فرسایش خاک موجب اتلاف کربن ذخیره‌شده در لایهٔ سطحی خاک شده و هر نوع عملیات مدیریتی که موجب تقویت ساختار و ممانعت از فرسایش خاک شود، نقش مهمی در حفظ ذخیره کربنی اکوسیستم‌های مرتعی خواهد داشت. در چراگاه‌هایی که تحت چرای مفرط و شدید قراردارند، می‌توان با کاهش تعداد دام، اعمال سیستم‌های چرای تناوبی و کودپاشی، میزان ترسیب کربن خاک را افزایش داد (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷).

Su-Yong و Zhao (۲۰۰۳)، Hill و همکاران (۲۰۰۳) و Derner و Schuman (۲۰۰۷) اظهار داشتند عوامل مدیریتی به‌عنوان ابزاری قابل کنترل در دست بشر، نقش مهمی در کنترل ترسیب کربن ایفا می‌کنند به‌طوری‌که مطالعات آن‌ها نشان داده تحت سیستم‌های مدیریت کنترل شده بر مرتع، ترسیب کربن کل در بیومس، لاشبرگ و خاک در مقایسه با سیستم مدیریت کنترل نشده یا مدیریت ناصحیح به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. Schuman و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که کربن آلی خاک در قسمت‌های میانکاری شده (نوعی برنامه اصلاح واحیای مراتع با استفاده از بذرکاری) گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن به مراتب بیشتر است. درنر و شومان (۲۰۰۷)، در تحقیقی با عنوان ترسیب کربن مراتع با تحلیل بر مدیریت مراتع بیان کرد که رابطهٔ آماری معناداری بین تغییر کربن خاک با طول مدت چرای دام در مراتع جنوب آمریکا وجود ندارد و تنها تغییر سیاست‌های دولت در بخش حفاظت از منابع طبیعی به‌صورت عملیات احیاء پوشش گیاهان مرتعی می‌تواند توان ترسیب کربن مراتع را بالا ببرد. کریم‌زادگان و همکاران (۲۰۰۷)، در مطالعهٔ خود پس از برآورد میزان جذب $CO_2$ و ترسیب کربن و نیز مقدار کربن ذخیره‌شده با استفاده از رویکرد هزینهٔ جایگزینی به ارزش‌گذاری

Archive of SID

www.SID.ir

کارکرد جنگل‌ها و مراتع اشاره کرده است. در این روش ارزش اقتصادی کل جنگل‌ها و مراتع از منظر ترسیب کربن ۶۵۸۷۷/۴۴ میلیارد ریال برآورد شد. عبدی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی در گون‌زارهای استان مرکزی، به این نتیجه رسیدند که بیشترین کربن موجود در اکوسیستم در ذخیرهٔ خاک قرار داشت. نتایج بیشتر پژوهش‌ها با نتایج مطالعه مذکور مطابقت دارد و در اکوسیستم‌های مرتعی، خاک مهم‌ترین ذخیرهٔ کربنی اکوسیستم در نظر گرفته می‌شود. عبدی و همکاران (۱۳۸۷) هرگونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقرایی خاک و پوشش گیاهی شود، قطعاً گام مثبت در جهت مدیریت ترسیب کربن خواهد بود. همچنین ذخیرهٔ کربن در زیتوده زیرزمینی، بیش از زیتوده هوایی است. مبرقعی (۱۳۸۸)، ضمن ارائهٔ نقشهٔ توزیع مکانی ارزش جذب دی‌اکسیدکربن توسط درختان جنگلی در شمال کشور، ارزش متوسطی معادل ۳/۹۳ میلیون ریال در هکتار در سال برای کارکرد ترسیب کربن، به بخشی از جنگل‌های خزری منتسب شده است. Dean و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی با عنوان بهینه‌سازی ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه‌خشک استرالیا بیان داشتند که مراتع تخریب‌شده می‌توانند با ترسیب مستمر کربن به کاهش آثار تغییر اقلیم کمک کند.

خانلری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان تأثیر قرق بر پتانسیل ترسیب کربن مراتع قشلاقی سرخکلای ساری، تأثیر چرا بر میزان ترسیب کربن در مراتع قشلاقی قرق و غیرقرق بررسی شد. نتایج نشان داد که چرا موجب کاهش معنادار ترسیب کربن از اندام هوایی به زیرزمینی در هر دو منطقه تحت چرا و قرق شده است. شیدایی کرکج و همکاران (۱۳۹۲)، در مقایسهٔ هزینهٔ ترسیب کربن خاک در عملیات احیای مرتع توسط کاشت گونه‌های آگروپایرون الونگاتم وآتریپلکس لنتیفورمیس)، از نظر اقتصادی هزینهٔ ترسیب هر تن کربن در خاک سایت آتریپلکس ۱۷۰۵۶۱۷۲ ریال و برای اگروپیرون در حدود ۲۰۱۱۵۱۰۹ ریال است. بنابراین آتریپلکس گونهٔ مفید و ارزانتری در امر احیای مراتع منطقه از دیدگاه ترسیب کربن خاک است و ادامه احیای منطقه از طریق کاشت گونهٔ آتریپلکس هزینهٔ کمی را برای ترسیب کربن خاک در برخواهد داشت. عبدی و گایگانی (۱۳۹۴) با مطالعهٔ کارایی گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای دست کاشت و طبیعی در ترسیب کربن در اراضی بیابان شمال غربی کویر میقان اراک نشان دادند در تمام تیپ‌های گیاهی ذخیره کربن زیست توده هوایی بیش از ریشه‌ها بوده و همچنین میانگین کربن ترسیب شده در زیست توده‌های گیاهی *S. incanescens*، *A. canescens*، *H. persicum* و *A.verrucifera* به‌ترتیب ۵۳۱/۱۹، ۲۲۸/۷۹، ۲۰۷/۷۷ و ۹۱/۶۱ گرم بر مترمربع به‌دست آمد که از نظر میانگین تیپ گیاهی *Hypersicum* با سایر تیپ‌ها اختلاف معناداری را نشان داد.

یزدانی و همکاران (۱۳۸۹)، ارزش اقتصادی منافع زیست‌محیطی جنگل‌های شمال کشور را با استفاده از روش‌های مبنی بر هزینهٔ ارزش‌گذاری ارزیابی کرده‌اند. بر اساس نتایج این مطالعه، میانگین ارزش ریالی سالانه کارکرد تنظیم آب، خاکزایی و جذب کربن در دورهٔ زمانی ۱۳۸۸ – ۱۳۷۹ به‌ترتیب ۰/۴۳، ۱۱۸/۸۴، ۱/۸۲ میلیون ریال و میانگین ارزش سالانهٔ کارکرد حفظ خاک ۷۲/۷۴ میلیارد ریال برآورد شد. نصری و همکاران (۱۳۹۵)، در برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه‌خشک شهرستان ملارد، از روش مالیات بر کربن و هزینهٔ جایگزین استفاده کردند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد میزان ذخیرهٔ کربن در منطقهٔ مورد مطالعه در مجموع ۲/۲۳ تن در هکتار بوده است که از ارزشی برابر با ۲۲۱۶۰۲۵۱۱۲۰ ریال برخوردار است. Khanna و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای با عنوان ارزش اقتصادی ترسیب کربن از طریق بیومس، از گیاهان چندساله برای تولید انرژی زیستی و ترسیب کربن در اراضی کشاورزی بهره گرفتند. این بررسی نشان داد که انرژی حاصل از بیومس گیاهی می‌تواند هزینهٔ کمتری برای ترسیب کربن داشته باشد. علاوه بر این مشخص شد که بیومس گیاهان

Archive of SID
www.SID.ir

چندساله هزینهٔ کمتری برای ترسیب دارد. قریشی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی با عنوان برآورد ارزش اقتصادی خدمات ترسیب کربن در مراتع منطقهٔ دیزج بطچی خوی از روش هزینه جایگزین استفاده کردند. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، ارزش اقتصادی ذخیرهٔ کربن کل مکان‌های بررسی‌شده در مراتع منطقه دیزج بطچی شهرستان خوی با شدت‌های چرایی متوسط، کم و زیاد به‌ترتیب ۱۴۶۳۰، ۸۸۷۴ و ۶۷۲۲ میلیون ریال در هکتار برآورد شد. یگانه و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعهٔ برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها در اکوسیستم‌های مرتعی حوضهٔ آبخیز تهم نشان دادند که به‌طور متوسط در هر هکتار از اکوسیستم‌های مرتعی نیمه-استپی حوضهٔ آبخیز تهم، سالانه ۱/۹ تن دی‌اکسیدکربن (۰/۵۴ تن کربن در هکتار) جذب و به طور متوسط سالانه ۱/۵ تن اکسیژن تولید می‌شود. ارزش سایه‌ای جذب کربن توسط تیپ‌های مرتعی حوضهٔ تهم برابر با ۲۳۲۵/۴ میلیون ریال در سال و ارزش اقتصادی تولید اکسیژن نیز برابر با ۱۰۷۷۷/۴ میلیون ریال در سال، برآورد شد. Fankhauser (۱۹۹۴) و Fankhauser (۱۹۹۵) ارزش پولی ترسیب کربن مبتنی بر قیمت‌گذاری سایه‌ای را معادل ۲۵/۳ دلار بر تن برای سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۱ برآورد کرده است. Hope (۲۰۱۱) نیز ۱۰۶ دلار/تن و Stern (۲۰۰۷) ۸۱ دلار/تن را برای سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۵ برآورد کرد.

تحقیقات انجام شده نشان دهندهٔ آن است که طی چند سال گذشته، توجه زیادی به موضوع ترسیب کربن شده است. احیای پوشش گیاهی در مراتع خشک و نیمه‌خشک علاوه بر نقشی که در کنترل فرسایش بادی دارد، از دیدگاه ترسیب کربن نیز حائز اهمیت است و ازآنجاکه ایران عضو کنوانسیون بین المللی مقابله با تغییرات اقلیمی است، ازاین‌رو ترسیب کربن در مناطق خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است. افزایش ترسیب کربن از طرق احیای پوشش گیاهی، معادل افزایش زیست توده گیاهی، افزایش تولید، بهبود حاصل‌خیزی اراضی است. به همین سبب علاوه بر ارزش‌های حفاظتی و پایه‌ای، از نظر اقتصادی نیز دارای ارزش است. با توجه به اهمیت روزافزون گازهای گلخانه‌ای در جهان و ذکر این نکته که مسئلهٔ گرم شدن زمین و افزایش گاز کربنیک مسئلهٔ جهانی است و به کشور خاصی محدود نمی‌شود، مسائل مبهم زیادی در ارتباط با توانایی تیپ‌ها و گونه‌های مختلف مرتعی در ترسیب کربن و ارزش اقتصادی آن‌ها وجود دارد که پاسخگویی به مسائل ذکر شده در گرو انجام تحقیقات گسترده است. تحقیق حاضر در راستای ارزش‌گذاری اقتصادی ترسیب کربن در پروژهٔ حسین‌آباد سربیشه به‌عنوان یکی از موفق‌ترین ۱۰ پروژهٔ موفق الگوسازی بین‌المللی است که در کنار اهمیت بسیار در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تعیین ارزش اقتصادی و زیست‌محیطی اکوسیستم‌های مرتعی و مراقبت و نگهداری از آن‌ها اهمیت دوچندانی دارد و می‌تواند در زمینهٔ تجارت کربن مورد توجه قرار گیرد؛ ولی تاکنون در تحقیقات داخلی و خارجی ارزش ریالی پوشش گیاهی هر هکتار از اراضی مرتعی منطقهٔ بررسی‌شده در ترسیب کربن خاک مورد توجه و ارزیابی واقع نشده است. ازاین‌رو تحقیق حاضر با این ضرورت به برآورد و مقایسهٔ ارزش اقتصادی زیست تودهٔ هوایی پوشش گیاهی مراتع در عملیات احیایی تیپ‌های گیاهی دست کاشت در دشت حسین‌آباد غیناب پرداخته است. به این منظور، سه نوع فعالیت احیایی بوته‌کاری، هلالی آبگیر و بذرکاری- بذرپاشی انتخاب و مناطق شاهد انتخاب شد. از روش احتراق برای تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن گونه‌ها به کربن آلی، استفاده شد. برای ارزش‌گذاری کارکرد جذب دی‌اکسیدکربن از روش سیاست مالیات بر کربن و هزینهٔ انتشار کربن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن استفاده شد. برای مقایسهٔ اثر نوع فعالیت‌های احیایی بر میزان کربن آلی خاک، آزمون تی مستقل انجام گرفت و در ادامه سه نوع فعالیت احیایی و سه سایت شاهد از طریق تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه در محیط نرم‌افزارهای Excel 2013 و SPSS16 تجزیه و تحلیل شدند.

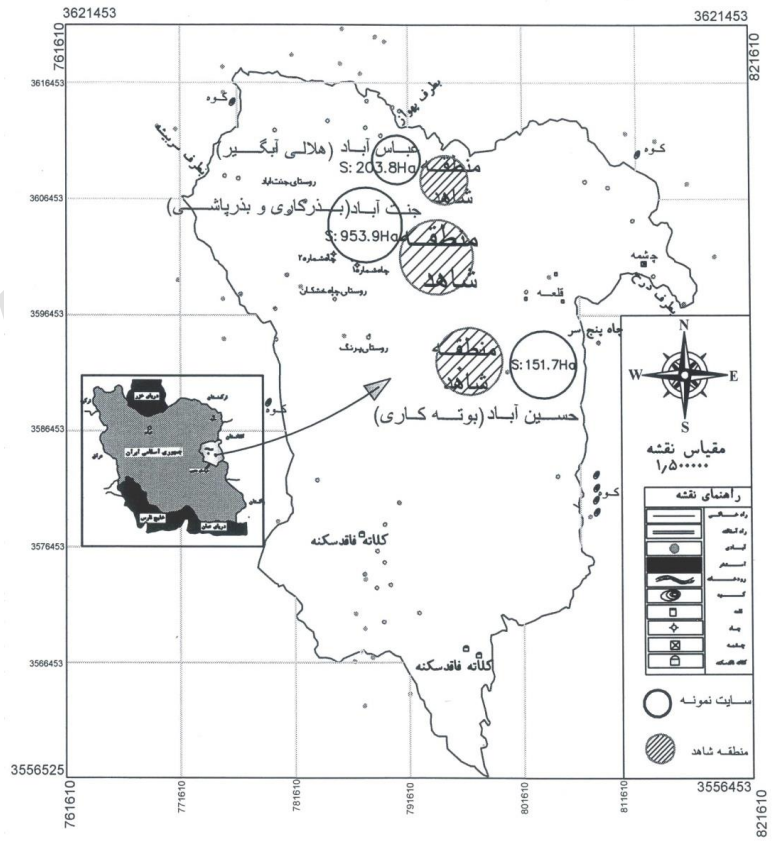
Archive of SID

www.SID.ir

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲. ۱. منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ اجرای پروژه ترسیب کربن، حوضهٔ آبخیز دشت حسین‌آباد غیناب در ۴۰ کیلومتری شرق شهرستان سربیشه واقع در استان خراسان جنوبی و همجوار با مرز افغانستان بوده که دارای اقلیم خشک و شکننده است. این حوضه با مساحت ۱۴۴ هزار هکتار، در محدودهٔ سیاسی شهرستان سربیشه واقع شده است. میانگین بارندگی سالانهٔ منطقه ۱۸۸ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت ۱۴/۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. ارتفاع میانگین حوضه ۱۸۳۰ متر است. این منطقه به طور جدی دستخوش آثار خشکسالی طولانی مدت است که آثار اقتصادی و اجتماعی منفی شدیدی بر زندگی روستاهای منطقه به جا گذاشته است. در این دشت حدود ۳۱ آبادی با جمعیتی حدود ۳۲۹۰ نفر زندگی می‌کنند. شغل اصلی مردم محلی دامداری بوده و کشاورزی نیز به صورت محدود در منطقه انجام می‌گیرد (یاری و فخر، ۱۳۹۰). در تحقیق حاضر به‌منظور مقایسهٔ میزان و ارزش اقتصادی ترسیب کربن، سه نوع فعالیت احیایی بوته‌کاری، احداث هلالی آبگیر و بذرکاری-بذرپاشی اجرا شده در منطقه انتخاب شد. فعالیت‌های احیایی ذکر شده به‌ترتیب در منطقهٔ حسین‌آباد با موقعیت جغرافیایی "۳۰ ′۳۳ °۸۰ تا "۳۲ ′۴۷ °۸۰ طول شرقی و ′۹۵ °۳۵ تا ′۴۲ ° ۳۶ عرض شمالی با مساحت ۱۴۷۲ هکتار، عباس‌آباد در ′۸۱ °۷۸ تا ′ ۹۶ °۷۸ طول شرقی و ′ ۱۰ ° ۳۶ تا ′۰۸ °۳۶ عرض شمالی با مساحت ۱۳۱۱ و جنت‌آباد در ′۵۳ °۷۸ تا ′۹۶ °۷۸ طول شرقی و ′ ۸۳ ° ۳۶ تا ′۴۶ °۳۶ عرض شمالی با مساحت ۳۷۰ هکتار واقع شده‌اند. در کنار هر یک از مناطق احیایی نیز منطقهٔ شاهد با مساحت مشابه با منطقه مشخص شد (شکل ۱).




**شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده‌های مورد مطالعه به‌منظور مقایسهٔ ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در منطقهٔ حسین‌آباد**

www.SID.ir

## ۲. ۲. روش تحقیق

برای اندازه‌گیری میزان کربن ترسیب یافته در گیاه، نخست در منطقه معرف هر نوع فعالیت احیایی با توجه به نوع، پراکنش پوشش گیاهی و وسعت منطقه، ۳ ترانسکت ۲۰۰ متری به فاصله ۳۰ متر از یکدیگر به شکل تصادفی – سیستماتیک مستقر شد. سپس تعداد ۱۰ پلات ۳ متر مربعی در طول هر ترانسکت مستقر شد (شکل ۲) (مصداقی، ۱۳۹۲؛ مصداقی، ۱۳۹۴). با توجه به اینکه برداشت و اندازه‌گیری تمام پایه‌های گیاهان موجود در تمام پلات‌ها، روشی مخرب، زمان‌بر و هزینه‌بر است و از طرفی گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای از توانایی خوبی برای ترسیب کربن در اندام‌های هوایی و زیرزمینی برخودار هستند تعداد پایه‌های هر گونهٔ بوته‌ای و درختچه‌ای یادداشت و در نهایت تراکم هر گونه مشخص شد. همچنین در داخل هر پلات هنگام اندازه‌گیری پوشش گیاهی، علاوه بر مواد گیاهی زنده، لاشبرگ گیاهی[1]، پوشش تاجی، خاک لخت، سنگریزه و سنگ نیز یادداشت شد (مصداقی، ۱۳۹۴). برای اندازه‌گیری هر کدام از پارامترهای ذکر شده، سطحی از پلات‌ها را که به وسیله تاج پوشش، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه اشغال شده بودند یادداشت شد (شکل۳). به‌منظور برآورد تولید نیز از روش دوبل[2] (مضاعف) استفاده شد به این ترتیب که هر کدام از اندام‌های هوایی غالب منطقه بصورت تصادفی از هر ۵ پلات، ۱ پلات قطع و توزین شد.

اندام‌های گیاهی پس از آنکه قطع شدند در داخل پاکت‌های جداگانه جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها وزن خشک آنان نیز تعیین شد. به این ترتیب که بعد از تعیین وزن تر، نمونه‌ها در درجهٔ حرارت ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در آون قرار گرفت و بعد از سپری شدن زمان معین وزن خشک نمونه‌ها توسط ترازو دیجیتال توزین شد (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به عمق زیاد نفوذ ریشه در اعماق و قابل اندازه‌گیری نبودن دقیق آن، صرفاً از قسمت‌های هوایی هر گونه گیاهی برای تجزیه‌وتحلیل کربن برداشت شد. نمونه‌ها توسط آسیاب برقی به‌صورت پودر در آمده و برای اندازه‌گیری کربن آلی (مقدار سلولز، همی سلولز و لیگنین) به آزمایشگاه ارسال شد. برای تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن گونه‌ها به کربن آلی، از روش احتراق (بردبار، ۱۳۸۳؛ فروزه و حشمتی، ۱۳۸۷) استفاده شد.

شکل ۲. نحوهٔ استقرار ترانسکت

شکل ۳. نحوهٔ اندازه‌گیری پوشش گیاهی در هر پلات

Archive of SID

www.SID.ir

از هر انـدام گونـه‌هـای گیـاهی، پـس از خشـک شـدن در دستگاه اتـو (در دمـای ۶۰ درجـهٔ سـانتی‌گـراد و بـه‌مـدت ۱۸ ساعت)، ۱۰ نمونهٔ ۱۰ گرمی تهیه شد. نمونه‌ها شامل اندام‌هـای گونه‌هـای مـذکور بـه مـدت ۴ سـاعت در دمـای ۶۰۰ درجـهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس خاکستر نمونه‌ها پس از خنـک شدن در دسـتگاه دسـیکاتور، تـوزین شـده و بـرای اطمینـان از تثبیت وزن آن‌ها دوباره به مدت ۱ سـاعت در دماهـای مـذکور نگهداری شد. با تعیین وزن خاکستر و با در دسـت داشـتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطهٔ (۱) (بردبار، ۱۳۸۳؛ عبدی و همکاران، ۱۳۸۷) میزان کربن آلی در هـر کـدام از اندام‌های گیاه، به صورت جداگانه محاسبه شد.

$$OC= 0.54\ OM \qquad (۱)$$

که در آنOC، مقدار کربن آلی و OM، مواد آلی است.

پس از تعیین میزان کربن آلی با توجه به نسـبت وزنـی دی‌اکسیدکـربن بـه کـربن (۳/۶۷)، میـزان دی‌اکسـیدکـربن جذب شده تعیین شد (عاقلی کهنـه‌شـهری، ۱۳۸۲). بـرای ارزش‌گـذاری کـارکرد جـذب دی‌اکسـیدکربن از سیاسـت مالیات بر کربن و هزینهٔ انتشار کربن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن استفاده شده است (Hope, 2013). در تحقیق حاضـر به‌طور میانگین رقم ۷۰/۷ دلار بر تن در سال ۱۳۹۵، ارزش سایه‌ای کربن در نظر گرفتـه شـد. بـرای مقایسـهٔ اثـر نـوع فعالیت‌های احیایی بـر میـزان کـربن آلـی خـاک، نخسـت شاخص‌های مورد بررسی در هـر نـوع فعالیـت احیـایی بـا منطقهٔ شاهد خود، توسط آزمون تی مستقل انجام گرفـت و در ادامه سه نوع فعالیت احیایی و سه سایت شاهد از طریق تجزیه‌وتحلیـل واریـانس یـک طرفـه (ANOVA) مقایسـه شدند. مقایسهٔ میانگین‌هـا از طریـق آزمـون آمـاری دانکـن انجام گرفت. تمامی آمار جمع‌آوری شده بـا نـرم‌افزارهـای Excel 2013 و SPSS16 تجزیه و تحلیل شد

## ۳. نتایج

### ۳. ۱. مشخصات سایت پروژه ترسیب کربن و شاهد

جدول (۱) مشخصات سایت پروژهٔ ترسیب کربن به همراه اسامی علمی گونـه‌هـای گیـاهی غالـب و میـزان تـراکم در هکتار را نشان می‌دهد.

**جدول ۱. مشخصات سایت پروژه ترسیب کربن و شاهد**

| | ردیف | مساحت (هکتار) | گونه گیاهی غالب | تراکم در هکتار | میانگین پوشش گیاهی (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| سایت پروژه ترسیب کربن | بوته کاری | ۱۴۷۲ | *Atriplex canescens* | ۲۰۹ | ۳۷/۱ |
| | | | *Haloxylon persicum* | ۲۱۳ | |
| | | | *Artemisia sieberi* | ۱۰۵۲۰ | |
| | | | *Zygophyllum atriplicoides* | ۲۶۸ | |
| | هلالی آبگیر | ۱۳۱۱ | *Atriplex canescens* | ۱۵۵ | ۳۴/۵ |
| | | | *Haloxylon persicum* | ۲۱۸ | |
| | | | *Artemisia sieberi* | ۷۱۵۰ | |
| | بذرکاری و بذرپاشی | ۳۷۰ | *Haloxylon persicum* | ۲۸۰ | ۴۱/۱ |
| | | | *Artemisia sieberi* | ۶۰۳۰ | |
| سایت شاهد | بوته کاری | ۱۴۷۲ | *Artemisia sieberi* | ۱۶۵۳ | ۷/۲ |
| | | | *Alhagi camelorum* | ۲۰۸۱ | |
| | هلالی آبگیر | ۱۳۱۱ | *Artemisia sieberi* | ۶۵۲ | ۸/۹ |
| | | | *Alhagicamelorum* | ۹۵۶ | |
| | بذرکاری و بذرپاشی | ۳۷۰ | *Artemisia sieberi* | ۷۰۹ | ۱۲/۶ |
| | | | *Alhagicamelorum* | ۱۰۱۵ | |

Archive of SID
www.SID.ir

همانطور که در جدول (۱) آمده است متوسط درصد پوشش گیاهی غالب در منطقهٔ بوته‌کاری گونه‌های آتریپلکس (*Atriplex canescens*)، تاغ (*Haloxylon Persicum*)، درمنه (*Artemisia sieberi*) و قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) (۳۷/۱) بود. در مناطق هلالی آبگیر با گونه‌های غالب (آتریپلکس، تاغ، درمنه) و بذرکاری و بذرپاشی (تاغ و درمنه) به‌ترتیب میانگین درصد پوشش گیاهی ۳۴/۵ و ۴۱/۱ درصد است. اختلاف میانگین درصد پوشش تاجی در تیمار بوته کاری از تیمارهای دیگر بیشتر بود.

## ۳. ۲. نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسهٔ شاخص‌های اکولوژیک

نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسهٔ شاخص‌های اکولوژیک مورد بررسی در سایت‌های دارای طرح ترسیب کربن و فاقد طرح و تأثیر فعالیت‌های احیایی انجام گرفته شامل بوته‌کاری، احداث هلالی آبگیر و بذرکاری و بذرپاشی بر خصوصیات پوشش گیاهی، تولید علوفه و مقدار لاشبرگ به‌ترتیب در جداول (۱)، (۲) و (۳) آمده است. بررسی مقایسهٔ میانگین هر نوع فعالیت احیایی با سایت شاهد که با آزمون تی مستقل انجام گرفت نشان داد در هر سه فعالیت احیایی از نظر شاخص‌های درصد پوشش گیاهی، تولید علوفه و لاشبرگ اختلاف معناداری در سطح ۱درصد با منطقهٔ شاهد وجود داشته است.

## ۳. ۳. درصد پوشش گیاهی

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سایت و فعالیت‌های احیایی بر درصد پوشش گیاهی نشان داد که بین دو سایت پروژه ترسیب کربن و سایت شاهد و همچنین بین فعالیت‌های احیایی، از نظر درصد پوشش گیاهی اختلاف معناداری وجود دارد (جدول ۴). در منطقهٔ مورد مطالعه بیشترین سطح تاج پوشش متعلق به گونهٔ تاغ با سطح ۱/۵ متر مربع بود.

**جدول ۱. نتایج آزمون تی مستقل برای فعالیت احیایی بوته‌کاری با منطقه شاهد**

| خصوصیت | درجهٔ آزادی | مقدار t |
|---|---|---|
| درصد پوشش گیاهی | ۵۸ | ۱۷/۱** |
| تولید علوفه | ۵۸ | ۱۰/۸** |
| درصد لاشبرگ | ۵۸ | ۱۹** |

**جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل برای فعالیت احیایی هلالی آبگیر با منطقه شاهد**

| خصوصیت | درجهٔ آزادی | مقدار t |
|---|---|---|
| درصد پوشش گیاهی | ۵۸ | ۱۳/۹** |
| تولید علوفه | ۵۸ | ۱۱/۳** |
| درصد لاشبرگ | ۵۸ | ۹/۳ ** |

**جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای فعالیت احیایی بذرکای و بذرپاشی با منطقه شاهد**

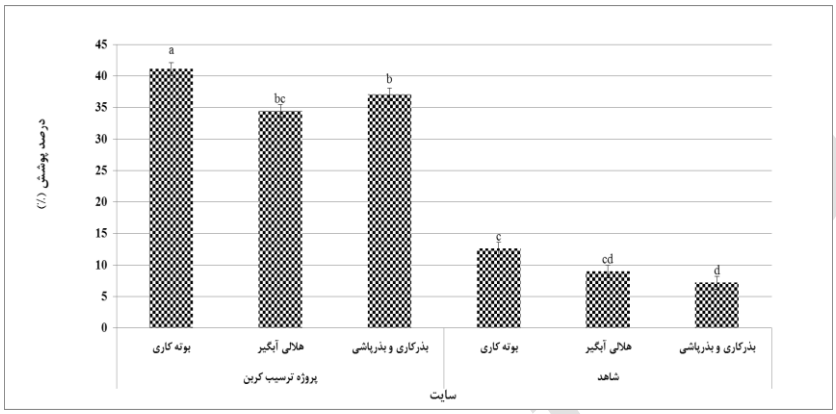
| خصوصیت | درجهٔ آزادی | مقدار t |
|---|---|---|
| درصد پوشش گیاهی | ۵۸ | ۱۳/۶** |
| تولید علوفه | ۵۸ | ۷/۳** |
| درصد لاشبرگ | ۵۸ | ۱۳/۱** |

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۴. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر درصد پوشش گیاهی**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| سایت | ۱ | ۳۵۲۲۴ | ۶۴۲/۲** |
| نوع فعالیت احیایی | ۲ | ۴۸۹/۵ | ۸/۹** |
| خطا | ۱۷۶ | ۵۴/۸ | |




**شکل ۲. نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر درصد پوشش گیاهی**

**جدول ۵. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر میزان علوفه**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| سایت | ۱ | ۷۶۷۰/۱ | ۳۷۸/۵** |
| نوع فعالیت احیایی | ۲ | ۱۷۲/۵ | ۸/۵** |
| خطا | ۱۷۶ | ۲۰/۲ | |

نتایج مقایسهٔ میانگین نیز نشان داد که بیشترین مقدار درصد پوشش گیاهی در سایت پروژه ترسیب کربن تحت فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین مقدار آن نیز در سایت شاهد فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی است (شکل ۲).

### ۳. ۴. تولید علوفه

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سایت و فعالیت‌های احیایی بر مقدار علوفه تولیدی مرتع نشان داد که بین دو سایت پروژه ترسیب کربن و سایت شاهد و همچنین بین فعالیت‌های احیایی، از نظر علوفهٔ تولید شده اختلاف معناداری وجود دارد (جدول ۵).

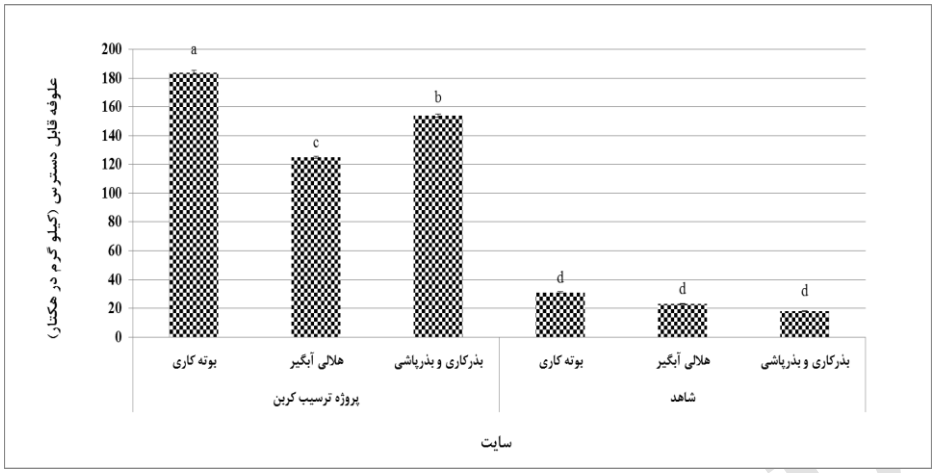
نتایج مقایسهٔ میانگین نیز نشان داد که بیشترین مقدار علوفهٔ تولیدی در سایت پروژه ترسیب کربن تحت فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین مقدار آن نیز در سایت شاهد فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی است (شکل ۳).

### ۳. ۵ درصد لاشبرگ

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سایت و فعالیت‌های احیایی بر مقدار لاشبرگ نشان داد که بین دو سایت پروژه ترسیب کربن و سایت شاهد و همچنین بین فعالیت‌های احیایی، از نظر علوفهٔ تولید شده اختلاف معناداری وجود دارد (جدول ۶).

نتایج مقایسهٔ میانگین نیز نشان داد که بیشترین مقدار علوفهٔ تولیدی در سایت پروژه ترسیب کربن تحت فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین مقدار آن نیز در سایت شاهد فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی است (شکل ۴).

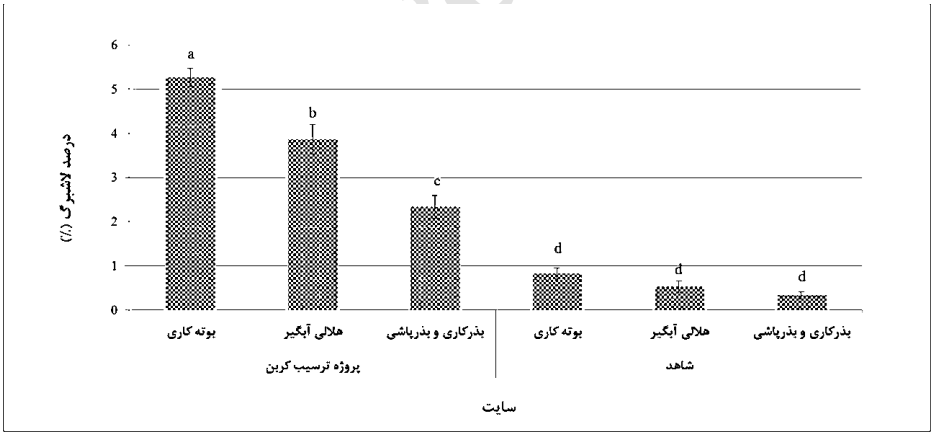
www.SID.ir




**شکل ۳. نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر میزان تولید علوفه**

**جدول ۶. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر درصد لاشبرگ**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| سایت | ۱ | ۴۷۷/۸ | ۳۱۴/۲ ** |
| نوع فعالیت احیایی | ۲ | ۴۴ | ۲۸/۹ ** |
| خطا | ۱۷۶ | ۱/۵۲ | |




**شکل ۴. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر درصد لاشبرگ**

## ۳ . ۶. کربن آلی

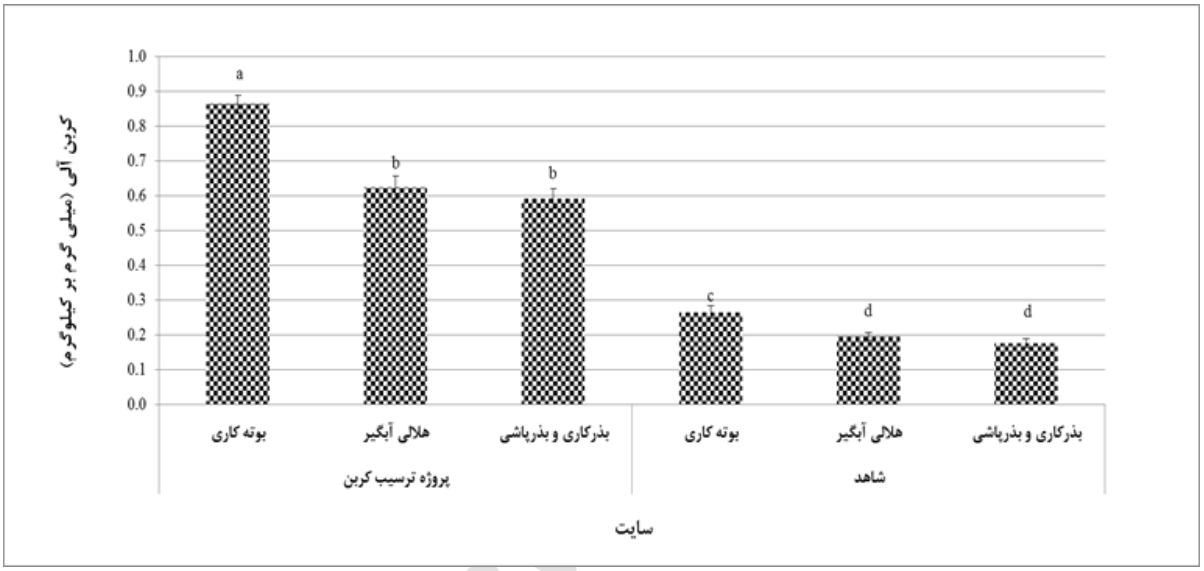
نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سایت و فعالیت‌های احیایی بر میزان کربن آلی نشان داد که بین دو سایت پروژهٔ ترسیب کربن و سایت شاهد و همچنین بین فعالیت‌های احیایی، از نظر کربن ترسیب یافته اختلاف معناداری وجود دارد (جدول ۷).

نتایج مقایسهٔ میانگین نیز نشان داد که بیشترین مقدار علوفهٔ تولیدی در سایت پروژهٔ ترسیب کربن تحت فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین مقدار آن نیز در سایت شاهد فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی است (شکل ۵).

www.SID.ir

**جدول ۷. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر میزان کربن آلی**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | F |
|---|---|---|---|
| سایت | ۱ | ۳/۴۶ | ۵۰۴/۹ ** |
| نوع فعالیت احیایی | ۲ | ۰/۱۹ | ۲۷/۸** |
| خطا | ۵۶ | ۰/۰۰۷ | |




**شکل ۵. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر نوع سایت و فعالیت‌های احیایی بر میزان کربن آلی**

### ۳. ۷. میزان کربن ترسیب یافته در گیاه

نتایج حاصل از بررسی میزان کربن ترسیب یافته در گیاه محدودهٔ عملیات احیایی ترسیب کربن (۳۱۵۳ هکتار) و شاهد در جدول (۸) آمده است. در عملیات احیایی ترسیب کربن، گونه‌های گیاهی غالب در بوته‌کاری شامل گونه‌های آتریپلکس (*Atriplex canescen*)، تاغ (*Persicum halixylon*)، درمنه (*Artemisia sieberi*) و قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) بودند. در عملیات هلالی آبگیر گونه‌های آتریپلکس، تاغ و درمنه غالب بودند و در عملیات بذرکاری و بذرپاشی تاغ و درمنه جزو گونه‌های گیاهی غالب بودند. در منطقهٔ شاهد علاوه بر گونه‌های ذکر شده گونهٔ خاشتر (*Alhagi camelorum*) مشاهده شد.

### ۳. ۸. ارزش‌گذاری کربن ترسیب یافته

نتایج مقایسهٔ میزان ذخیرهٔ کربن مناطق احیا شده و ارزش اقتصادی آن در مناطق شاهد و بیولوژیک در جدول (۹) آمده است. با توجه به ارزش سایه‌ای در نظر گرفته شده برای هر تن کربن ترسیب یافته به مبلغ ۷۰/۷ دلار، ارزش کل کربن ترسیب یافته که از تفاضل وزن کربن ترسیب یافتهٔ پروژه از منطقه شاهد به دست آمد، برابر با ۵۴۷۲۱/۸ دلار به ازای هر تن در سال ۱۳۹۵ شد. با احتساب مبلغ ۳۵۰۰۰ ریال (بانک مرکزی، ۱۳۹۵) برای هر دلار، ارزش کل کربن ترسیب یافته تحت عملیات احیایی ۱۹۱۵۲۶۳۰۰ ریال به ازا هر تن کربن آلی ترسیب یافته به دست آمد. میانگین ارزش کارکرد ترسیب کربن هر هکتار مرتع برابر با ۶۰۷۴۴/۱۵ ریال در سال برآورد شد.

Archive
www.SID.ir

**جدول ۸. مقدار کربن آلی ترسیب یافته در گونه‌های گیاهی غالب در مراتع سربیشه**

| | ردیف | مساحت (هکتار) | گونه گیاهی غالب | تراکم در هکتار | میانگین کربن اندازه‌گیری شده در گیاه (گرم) | مجموع کربن آلی هر گیاه در هکتار (کیلوگرم) | مجموع کربن آلی در هکتار (کیلوگرم) | قیمت هر تن ترسیب کربن (دلار) ۷۰/۷ | مجموع کربن آلی در کل محدوده فعالیت احیایی (تن) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملیات احیایی ترسیب کربن | بوته کاری | ۱۴۷۲ | *A. Canesces* | ۲۰۹ | ۱۳۳/۶۱ | ۲۷/۹۲ | ۳۴۳ | ۸/۶۷ | ۵۰۴/۸ |
| | | | *P. Haloxylon* | ۲۱۳ | ۲۵۴/۸۱ | ۵۴/۲۷ | | | |
| | | | *A. sieberi* | ۱۰۵۲۰ | ۲۱/۲ | ۲۲۳ | | | |
| | | | *Z. atriplicoides* | ۲۶۸ | ۱۴۱/۱ | ۳۷/۸۱ | | | |
| | هلالی آبگیر | ۱۳۱۱ | *A. Canesces* | ۱۵۵ | ۱۲۹/۶ | ۲۰/۰۸ | ۲۲۰ | ۵/۵۶ | ۲۸۸/۴ |
| | | | *P. Haloxylon* | ۲۱۸ | ۲۳۸/۳ | ۵۱/۹۴ | | | |
| | | | *A. sieberi* | ۷۱۵۰ | ۲۰/۷ | ۱۴۸ | | | |
| | بذرکاری و بذرپاشی | ۳۷۰ | *P. Haloxylon* | ۲۸۰ | ۲۴۰/۶ | ۶۷/۳ | ۱۷۱ | ۴/۳۲ | ۶۳/۲ |
| | | | *A. sieberi* | ۶۰۳۰ | ۱۷/۲ | ۱۰۳/۷ | | | |
| | | | | | جمع | | | | ۸۵۶/۴ |
| سایت شاهد | بوته کاری | ۱۴۷۲ | *A. sieberi* | ۱۶۵۳ | ۹/۴ | ۱۵/۵۳ | ۴۱/۷۵ | ۱۰/۵ | ۶۱/۴ |
| | | | *A. camelorum* | ۲۰۸۱ | ۱۲/۶ | ۲۶/۲۲ | | | |
| | هلالی آبگیر | ۱۳۱۱ | *A. sieberi* | ۶۵۲ | ۶/۵ | ۴/۲۳ | ۱۲/۶۴ | ۳/۱۸ | ۱۶/۵۷ |
| | | | *A.camelorum* | ۹۵۶ | ۸/۸ | ۸/۴۱ | | | |
| | بذرکاری و بذرپاشی | ۳۷۰ | *A. sieberi* | ۷۰۹ | ۷/۲ | ۵/۱ | ۱۱/۷۹ | ۲/۹ | ۴/۳۶ |
| | | | *A.camelorum* | ۱۰۱۵ | ۶/۶ | ۶/۶۹ | | | |
| | | | | | جمع | | | | ۸۲/۳۳ |

www.SID.ir

**جدول ۹. مقایسهٔ میزان ذخیرهٔ کربن و ارزش اقتصادی آن در منطقهٔ شاهد و احیا بیولوژیک**

| نوع عملیات | وزن کل کربن آلی ترسیب یافته (تن) | ارزش کل اقتصادی ترسیب کربن (دلار/تن/سال) | ارزش کل اقتصادی ترسیب کربن (ریال/تن/سال) | ارزش اقتصادی ترسیب کربن (ریال/هکتار/سال) |
|---|---|---|---|---|
| سایت پروژه ترسیب کربن | ۸۵۶/۴ | ۶۰۵۴۷/۴۸ | ۲۱۱۹۱۶۱۸۰ | ۶۷۲۱۰/۹۶ |
| منطقهٔ شاهد | ۸۲/۳۳ | ۵۸۲۰/۷۳ | ۲۰۳۷۲۵۵۵۰ | ۶۴۶۱۳/۲۴ |
| وزن کربن ترسیب یافته | ۷۷۴ | ۵۴۷۲۱/۸ | ۱۹۱۵۲۶۳۰۰ | ۶۰۷۴۴/۱۵ |

## ۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

حفاظت و توسعهٔ اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی جهان از مهم‌ترین اولویت‌ها برای نیل به هدف افزایش ترسیب کربن در خاک و گیاه است. در کشور ایران ۹۰ میلیون هکتار مرتع و حدود ۱۳ میلیون هکتار جنگل وجود دارد که می‌توانند نقش چشمگیری در این فرایند داشته باشند. ترسیب کربن در مراتع از طریق اجرای عملیات جنگل‌کاری توسط گونه‌های چوبی مقاوم، حفاظت از مراتع و اجرای چرای کنترل شده می‌تواند نقش مهمی در خصوص ترسیب کربن داشته باشد. به‌طور کلی، بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع در حد توان آن‌ها، از یک طرف موجب تأمین نیازهای انسان و از سویی دیگر موجب حفظ نقش کارکردی این اکوسیستم‌ها به‌خصوص از نظر ترسیب کربن می‌شود (فلاحی،۱۳۹۲). در بسیاری از مطالعات، ترسیب کربن به‌عنوان ارزش افزوده برای پروژه‌های احیاء و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در نظر گرفته می‌شود. Cairns و Meganck (۱۹۹۴) معتقدند که مدیریت جامع جنگل، معادل ترسیب کربن، توسعه پایدار و حفظ تنوع زیستی است. دربارهٔ مرتع و سایر اکوسیستم‌های طبیعی نیز می‌توان این مفهوم را تعمیم داد. عبدی و همکاران (۱۳۸۷) معتقدند بایستی در متون علمی مرتع‌داری و منابع طبیعی، ترسیب کربن و تولید اکسیژن به‌عنوان یکی از ارزش‌ها و تولیدات مراتع و منابع طبیعی در کنار استفاده‌های شناخته‌شده‌ای مانند تولید علوفه، گیاهان دارویی، محصولات فرعی، چرای دام و حیات وحش، تنوع زیستی و استفاده‌های تفرجگاهی گنجانده شود.

در این تحقیق با توجه به نقش بسیار مهم بایومس گیاهی در افزایش مادهٔ آلی خاک و ذخیره کربن، نخست شاخص‌های درصد پوشش گیاهی، میزان علوفهٔ تولیدی و درصد لاشبرگ در سایت‌های مورد مطالعه اندازه‌گیری و مقایسه شد. ارزیابی و مقایسهٔ شاخص‌های پوشش گیاهی و تولید علوفه نشان داد اثر متقابل سایت و نوع فعالیت‌های احیایی بر درصد پوشش گیاهی و تولید علوفه در سطح ۱درصد معنادار شده است (جداول ۱؛ ۲ و ۳). بطوریکه بیشترین مقدار شاخص‌های پوشش گیاهی و تولید علوفه در سایت پروژه ترسیب کربن تحت فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین مقدار در سایت شاهد بذرکاری و بذرپاشی است. همچنین مقایسهٔ میانگین این دو شاخص در فعالیت‌های احیایی سایت پروژه ترسیب کربن اختلاف معناداری را در سطح ۱درصد نشان داد بطوریکه بیشترین مقدار درصد پوشش گیاهی و علوفهٔ دردسترس در فعالیت احیایی بوته کاری و کمترین آن در فعالیت احیایی احداث هلالی آبگیر مشاهده شد.

در خصوص نوع فعالیت احیایی، چون بوته‌کاری با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، همراه با مراقبت و آبیاری انجام می‌گیرد این مسئله سبب افزایش درصد زنده‌مانی گیاه و به تبع آن افزایش تراکم گونه‌های کاشته شده در هکتار شده و در مجموع به افزایش درصد پوشش گیاهی و علوفهٔ دردسترس منجر شد. با توجه به شکل‌های ۱ تا ۳ پس از بوته‌کاری، فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی از میزان تأثیر بیشتری برخوردارند. این نتیجه را می‌توان ناشی از بارندگی‌های خوب صورت‌گرفته در سال اجرای این پروژه (۱۳۹۴-۱۳۹۵) دانست. بخصوص در رابطه با گونهٔ

Archive of SID
www.SID.ir

تاغ که رسیدن رطوبت به بذر در ساعاتی پس از کاشت آن نقش خیلی مهمی در جوانه زنی و ظهور بذور کاشته شده دارد. سویانگ و ژاو (۲۰۰۳)، هیل و همکاران (۲۰۰۳)، درنر و شومان (۲۰۰۷) اظهار داشتند عوامل مدیریتی به‌عنوان ابزاری قابل کنترل در دست بشر، نقش مهمی در کنترل ترسیب کربن ایفا می‌کنند به‌طوری‌که مطالعات آن‌ها نشان داده تحت سیستم‌های مدیریت کنترل شده بر مرتع، ترسیب کربن کل در بایومس، لاشبرگ و خاک در مقایسه با سیستم مدیریت کنترل‌نشده یا مدیریت ناصحیح به طور معناداری افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر نوع مدیریت و فعالیت‌های احیایی بر درصد لاشبرگ با نتایج شاخص‌های درصد تاج پوشش و مقدار علوفهٔ دردسترس مشابه است بطوریکه نتایج مقایسهٔ میانگین شاخص درصد لاشبرگ نیز اختلاف معناداری در سطح ۱درصد را در پروژهٔ ترسیب کربن نشان داد چنانکه بالاترین درصد لاشبرگ در فعالیت احیایی بوته‌کاری و کمترین آن در فعالیت احیایی بذرکاری و بذرپاشی مشاهده گردید. طبیعی است که هر چقدر در مرتعی درصد پوشش و بایومس گیاهی بیشتر باشد لاشبرگ حاصل از آن نیز بیشتر خواهد بود با این وجود دلیل کمتر بودن درصد لاشبرگ در فعالیت هلالی آبگیر را می‌توان ناشی از شیب منطقه که حمل آن را توسط آب و باد آسان‌تر می‌کند و همچنین درصد سنگریزه بیشتر دانست.

افزایش مادهٔ آلی را می توان به دلیل نقش حفاظتی گونه نسبت داد و اینکه ریزش اندام‌های هوایی مصرف نشده، در پای بوته‌ها می تواند در افزایش مادهٔ آلی نقش داشته باشد. شومان و همکاران (۲۰۰۲) اذعان کردند خصوصیات خاک متأثر از پاسخ آن به فعالیت‌های ریشه و خصوصیات لاشبرگی است که از گیاهان چند ساله به ناحیهٔ زیر تاج پوشش می‌ریزد. نکتهٔ قابل توجه اینکه، میزان مادهٔ آلی در اراضی مرتعی نسبت به اراضی جنگلی بیشتر است چرا که در اراضی مرتعی گونه‌های غالب یک‌ساله و چندساله هستند و مقدار زیست‌توده و بایومسی که هرساله در اراضی مرتعی به خاک اضافه می‌شود خیلی بیشتر از اراضی جنگلی است چرا که در اراضی جنگلی بایومس افزوده شده به خاک عمدتاً ناشی از برگ‌هایی است که طی فصل خزان به خاک افزوده می‌شوند درحالی‌که در اراضی مرتعی گونه‌های گیاهی غالب منطقه، دورهٔ رشد کوتاهتری نسبت به اراضی جنگلی داشته و هر ساله حجم چشمگیری از زیست توده (شامل ریشه و اندام هوایی) به خاک افزوده می‌شود که عامل اصلی بالاتر بودن مادهٔ آلی اراضی مرتعی نسبت به اراضی جنگلی است (سالار دینی، ۱۳۹۲). بنابراین با توجه به حجم بالاتر زیست توده و لاشبرگ در فعالیت بوته‌کاری، بالا بودن درصد مادهٔ آلی در این نوع فعالیت نتیجه دور از انتظاری نخواهد بود.

نتایج به‌دست‌آمده در ارتباط با شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق با نتایج قاسمی آریان (۱۳۹۵) همخوانی دارد. وی در تحقیقی با عنوان ارزیابی و مقایسهٔ اقتصادی اکولوژیکی دو نوع رویکرد مدیریتی اکولوژیک‌محور و اجتماعی اکولوژیک‌محور منابع طبیعی، دو پروژهٔ بین المللی ترسیب کربن و پروژهٔ بیابان‌زدایی دشت سربیشه را مورد ارزیابی و مقایسه اقتصادی و اکولوژیکی قرار داد. نتایج نشان داد پروژهٔ بین‌المللی ترسیب کربن در مقایسه با پروژهٔ بیابان‌زدایی دشت سربیشه از موفقیت بیشتری در ارتقای شاخص‌های اکولوژیکی برخوردار بوده است. نتایج ارزیابی شیدای کرکج و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد هر هکتار از مراتع احیاء شده چپرقویمه گنبد تحت کاشت آتریپلکس ۲۱/۹۷۴ تن کربن را ذخیره کرده است که دارای ارزشی معادل ۱۷۰۵۶۱۷۲ ریال است. رقم محاسبه شده در این تحقیق به مراتب کمتر از مطالعات انجام شده توسط یگانه و همکاران (۱۳۹۴)، موسوی (۱۳۹۰)، و مبرقعی و همکاران (۱۳۸۸) است. جدای از ماهیت مختلف اکوسیستم‌ها، علت نتایج متفاوت را می‌توان در تفاوت در نحوهٔ محاسبهٔ کربن ترسیب شده در این تحقیق پیدا کرد به طوریکه در مطالعات فوق‌الذکر فقط میزان رویش سالانهٔ گیاه برای

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبهٔ اقتصادی مد نظر قرار گرفته است در حالیکه در تحقیق حاضر به‌منظور محاسبهٔ ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن، میزان کربن ذخیره‌شده در بیوماس گیاهی و لاشبرگ مد نظر قرار گرفته است که با مطالعات عبدی و همکاران (۱۳۸۷)، جوادی و همکاران (۱۳۸۸)، مولایی (۱۳۸۸) مطابقت دارد.

کارکرد اکوسیستم مرتع از نظر تنظیم گازها که پیامدهای غیرمحلی و یا حتی غیرملی را در پی داشته و فواید ناشی از حفظ اکوسیستم‌های مرتعی که با تنظیم گازهای حیاتی و جلوگیری از مشکلات مربوط به گرم شدن کرهٔ زمین و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای سر و کار دارد، دارای ابعاد بین‌المللی بوده و محاسبات اقتصادی آن نیز از برخی برآوردهای به عمل آمده در سطح جهان، پیروی می‌کنند. از این‌رو محاسبات مربوط، با استناد به ارزش‌های برآوردی در سطح فراملی پایه‌ریزی می‌شوند. در این تحقیق به‌منظور برآورد میزان کربن ترسیب یافته در گیاه، با توجه به هزینه‌های اندازه‌گیری، تنها گونه‌های غالب مراتع منطقه، اندازه‌گیری شد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقی کل گونه‌های گیاهی موجود در منطقه برداشت و میزان کربن ترسیب یافته اندازه‌گیری شود. همچنین در انتخاب گونه‌های مناسب برای فعالیت‌های احیایی، توانایی گونه در ترسیب کربن هم، یکی از شاخص‌های انتخاب گونهٔ مناسب قرار گیرد. با توجه به وجود روش‌های مختلف ارزش‌گذاری اقتصادی، پیشنهاد می‌شود ارزش اقتصادی ترسیب کربن در منطقهٔ مورد مطالعه با دیگر روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی تعیین و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شود.

## یادداشت‌ها

1. Litter
2. Double

## منابع

بردبار، ک. ۱۳۸۳. بررسی توان ذخیرهٔ کربن در جنگل کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس، رساله دکترای جنگل داری دانشگاه آزاداسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات، ۱۵۸ صفحه.

جوادی، م. ر.، زهتابیان، غ. ر.، احمدی، ح.، ایوبی، ش.، جعفری، م. و علیزاده، م. ۱۳۸۸. نقش کاربری‌های مختلف در میزان ترسیب کربن خاک، فصلنامه علمی تخصصی اکوسیستم ایران.

خانلری، ع.، تمرتاش، ر. و طاطیان، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر قرق بر پتانسیل ترسیب کربن در مراتع قشلاقی سرخکلای ساری، فصلنامهٔ انسان و محیط. ص ۲۷-۳۵

شیدای کرکج، ا.، بارانی، ح.، اکبرلو، م.، حشمتی، غ. ع. و خرمالی، ف. ۱۳۹۲. مقایسهٔ هزینهٔ ترسیب کربن خاک در عملیات احیای مرتع توسط کاشت گونه‌های آگروپایرون الونگاتم و آتریپلکس لنتی فورمیس (مطالعهٔ موردی: چپرقویمه گنبد)، مجلهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۰(۱):۲۴۱-۲۵۲.

عاقلی کهنه شهری، ل. ۱۳۸۲. محاسبه GNP سبز و درجه پایداری درآمد ملی در ایران، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.

عبدی. ن و گایگانی. س. ۱۳۹۴. کارایی گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای دست کاشت و طبیعی در ترسیب کربن (مطالعهٔ موردی: اراضی بیابان شمال غربی کویر میقان اراک). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۲: ۱۰۰-۱۰۸۰.

عبدی، ن.، مداح عارفی، ح. و زاهدی امیری، ق. ۱۳۸۷. برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی ( مطالعهٔ موردی: منطقهٔ مالمیر شهرستان شازند)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۲): ۲۶۹-۲۸۲.

Archive of SID
www.SID.ir

فروزه، م. و حشمتی غ.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی واخک سطحی (مطالعهٔ موردی: گریباگیان فسا)، پژوهش وسازندگی، ۱۱: ۲۰-۷۹.

فلاحی، ح. ر. ۱۳۹۲. مطالعهٔ تنوع گیاهی و به‌کارگیری مدل RothC جهت شبیه‌سازی ذخیره کربنی خاک تحت سناریوی وقوع تغییر اقلیم در منطقه اجرای پروژه بین‌المللی ترسیب کربن ( استان خراسان جنوبی). پایان‌نامهٔ دکتری. دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

قاسمی آریان، ی. ۱۳۹۵. ارزیابی و مقایسهٔ اقتصادی - اکولوژیکی دو نوع رویکرد مدیریتی اکولوژیک محور و اجتماعی - اکولوژیک محور (پروژهٔ ترسیب‌کربن منابع طبیعی)، رسالهٔ دکتری. مهندسی احیا مناطق خشک و کوهستانی. دانشگاه تهران.

قریشی، ر.، معتمدی، ج. و شیدای کرکج، ا. ۱۳۹۳. برآورد ارزش اقتصادی خدمات ترسیب کربن در مراتع با روش هزینه جایگزین (مطالعهٔ موردی: منطقه دیزج بطچی خوی)، پژوهش‌های محیطزیست. ۵ (۹): ۱۴۷-۱۵۶.

مبرقعی، ن. ۱۳۸۸. ارائه و به‌کارگیری الگوی ارزش‌گذاری مکانی خدمات اکوسیستم جنگلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، رسالهٔ دکتری مدیریت و برنامه‌ریزی محیطزیست.

مصداقی، م. ۱۳۹۲. بوم شناسی گیاهی. چاپ اول، ویرایش دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۳ ص.

مصداقی، م. ۱۳۹۴. مرتع داری در ایران، چاپ هفتم. انتشارت دانشگاه صنعتی سجاد، ۳۲۶ ص.

موسوی، س.ع. ۱۳۹۰. مدیریت بهینه اراضی با تأکید بر ارزش اقتصادی کارکردهای اکوسیستمی و با استفاده از یک سامانهٔ پشتیبان برنامه‌ریزی (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز طالقان میانی)، پایان‌نامهٔ دکتری مرتع‌داری، دانشگاه تهران، ۳۱۸صفحه.

مولایی،م. ۱۳۸۸. ارزش‌گذاری اقتصادی – زیست‌محیطی اکوسیستم جنگلی ارسباران، رسالهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران،۱۹۲ صفحه.

نصری، م.، قربانی، م.، آذرنیوند، ح و رفیعی، ح. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه‌خشک (منطقهٔ مورد مطالعه : شهرستان ملارد)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۳(۲): ۳۹۶-۴۰۳.

یزدانی، س. و عباسی، ا. ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی منافع زیست‌محیطی جنگل‌ها (مطالعهٔ موردی: بخش نمخانهٔ جنگل خیرود در شهرستان نوشهر)، تحقیقات اقتصاد کشاورزی۳: ۳۳-۵۴

یگانه. ح.، آذرنیوند، ح.، صالح، ا.، ارزانی، ح. و امیر نژاد، ح. ۱۳۹۴. برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها در اکوسیستم‌های مرتعی حوضهٔ آبخیز تهم، نشریهٔ مرتع، ۲: ۱۰۶- ۱۱۹

یاری، ع. ر. فخر، ف. ۱۳۹۰. خلاصهٔ دستاوردهای پروژه بین المللی ترسیب کربن ۱۳۸۵-۱۳۸۸. انتشارات شعرا. چاپ اول :۵۶ صفحه.

Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira. H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J. and Whyte, A. 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the millennium ecosystem assessment. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A 106, 1305–1312.

Cairns, M.A. and Meganck, R.A. 1994. Carbon sequestration, biological diversity and sustainable development. Integrated forest management. Environmental Management, 18: 1, 13-22.

Dean, Ch., Kirk, J.B., Harper, R.J. and Eldridge, D.J. 2015. Optimizing carbon sequestration in arid and semiarid rangelands. Ecological Engineering. 74:148- 163.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

Fankhauser, S. 1994. A point estimates of the estimates of the economic damage from Global Warming. Center for social and economic researches on the global environment. CSERGE Discussion paper 92, University of East Anglia and University College London.

Fankhauser, S. 1995. Valuing climate change: The economics of the greenhouse. London, England: Earthscan.

Hill, M. Britten, J.R. and Mckeon, G.M., 2003. A scenario calcu lator for effect of grazing Land management on carbon stock in Australian rangelands.Environ. Model. And Software,18: 627-644.

Hope, Ch. 2011. "The social cost of co2 from the PAGE09 Model" Cambridge Judge Business School Working Paper No. 5/2011 (June). Accessed November 23, 2011: http://www.jbs.cam.ac.uk/research/working_papers/2011/wp1105.pdf.

Hope, C. 2013. Critical issues for the calculation of the social cost of $CO_2$: why the estimates from PAGE09 are higher than those from PAGE2002. Climate change. 117:531-543.

Karimzadegan, H., Rahmatian, M., Dehghani Salmasi, M., Jalali, R. and Shahkarami, A. 2007. Valuing Forests and Rangelands-Ecosystem Services, Int. J. Environ. Res, 1 (4): 368-377.

Khanna, M., H. Onal., M. Wander. 2015. Economics of soil carbon sequestrationthrough biomass crops.53p

Liu, D.L., Chan, K.Y., Conyers, M.K., Li, G. and Poile, G.J. 2011. Simulation of Soil Organic Carbon dynamics under different pasture managements using the RothC carbon model. Geoderma.165:69-77.

Nosetto, M.D., Jobbagy, E.J. and Paruelo, J.M. 2006. Carbon sequestration in semi- arid rangelands: Comparison of Pinus ponderosa lantations and grazing exclusion in NW Patagonia. Journal of Arid Environments. 67: 142-156.

Schuman, G.E., Janzen, H.H. and Herrick, J.E. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangeland environmental pollution.116 (3):391-396.

Shi, X.Z., Wang, H.j., Yu, D.S.C. Weindorf, D.,Cheng, X.F. Pan, X.Z., Sun, W.X. and Chen .J.M. 2009. Potential for soil carbon sequestration of eroded areas in subtropical China. Soil and Tillage Research, 105:322-327.

Stern, N. 2007. The economics of climate change: The Stern review. Cambridge University Press, Cambridge and New York.

Su-Yong, Z. and Zhao, H.L. 2003. Influences of grazing and enclosure on carbon sequestration in degraded sandy grassland. Inner Mongolia, North China, New Zealand Journal of Agricultural Research, 46:4,321-328.

Zhu, Z., Bergamaschi, B., Bernknopf, R., Clow, D., Dye, D., Faulkner, S., Forney, W., Gleason, R., Hawbaker, T., Liu, J., Liu, S.,Prisley, S., Reed , B., Wein, A. and Zhu, Z. 2010. A method for assessing carbon stocks, carbon sequestration, and greenhouse-gas fluxes in ecosystems of the United States under present conditions and future scenarios. U.S. Geologial Survey Scientific Investigation Report 2010-5233. 188 p.

Archive of SID

www.SID.ir