

# ارزیابی اثر بخشی عملیات بیومکانیکی آبخیزداری در ترسیب کربن به منظور اصلاح تغییرات اقلیمی، مطالعه موردی: آبخوان داری کوهدشت و پخش سیلاب رومشکان

مهران لشنی‌زند<sup>۱</sup>، استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان  
رضا سیاه‌منصور، مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان  
سعید تقوی‌گودرزی، مربی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم‌آباد  
فرج‌اله ذوالفقاری، کارشناس ارشد، اداره کل محیط زیست خرم‌آباد

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۱۴

## چکیده

گرمایش جهانی معلول تصاعد گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز کربنیک، متان، نیترواکسید و غیره به جو در اثر فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی می‌باشد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثر بخشی عملیات بیومکانیکی آبخیزداری به منظور اصلاح تغییرات اقلیمی در دو سایت پخش سیلاب رومشکان و آبخوان داری کوهدشت انجام شد. بدین منظور چهار گونه درختی اکالیپتوس، سرو، بادام و انجیر در سایت پخش سیلاب رومشکان و پنج گونه درختی پسته، انار، انجیر، سرو و بادام در سایت آبخوان داری کوهدشت که همراه با عملیات مکانیکی و در مجاورت سازه‌های مکانیکی همگی در سال ۱۳۷۵ کاشته شده‌اند، انتخاب شد. سپس با قطع کامل این گونه‌ها از اندام مختلف هر گونه درختی ۱۰ نمونه با دو تکرار تهیه و با انجام مراحل مختلف آزمایشگاهی میزان کربن ترسیب شده در اندام مختلف هر گونه درختی تعیین شد. با توجه به نتایج آزمایشات و تحلیل اطلاعات به دست آمده از سایت‌های مورد مطالعه، مشخص شد در مکان‌هایی که پروژه‌های پخش سیلاب در آن‌ها صورت پذیرفته و گونه اکالیپتوس کشت شده است، شرایط ترسیب کربن نسبت به سایر گونه‌های کشت شده در پخش سیلاب و آبخوان مطلوب‌تر بوده و میزان آن به طور میانگین ۱۶۷/۹ تن در هکتار می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که در گونه‌های اکالیپتوس و سرو کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان و نیز انجیر و سرو کاشته شده در آبخوان کوهدشت شاخه بیشترین میزان ترسیب کربن را به خود اختصاص داده است. در گونه بادام، پسته و انار کاشته شده در آبخوان کوهدشت ریشه بیشترین مقدار ترسیب کربن را دارا بوده، در انجیر کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان تنه و در بادام کاشته شده در آبخوان کوهدشت ریشه و شاخه به طور مشترک بیشترین مقدار ترسیب کربن را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که برگ تمامی گونه‌های مورد مطالعه کمترین نقش را در ترسیب کربن داشته‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** اکالیپتوس، تغییر اقلیم، سازه‌های مکانیکی، سرو، گرمایش جهانی

## مقدمه

کربن به وسیله اکوسیستم‌های خاکی با ابزارهای مدیریتی کارا، نظیر عملیات بیومکانیکی آبخیزداری است. تنها راهکار شناخته شده و نقطه امیدیه که به کاهش کربن اتمسفری و اصلاح وضع موجود کمک می‌کند، ترسیب کربن توسط خاک، جنگل‌ها، مراتع و توده‌های جنگل‌کاری شده، است. ترسیب کربن

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که میانگین دمای کره زمین حدود ۰/۱۸ تا ۰/۷۴ درجه سانتی‌گراد طی قرن بیستم افزایش یافته است و میزان افزایش دما در قرن بیست و یکم ۱/۸ تا ۴ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. یکی از راهکارهای موثر شناخته شده، ترسیب

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول: mehran.lashanizand@gmail.com

منابع کربنی اتمسفر و اصلاح گرمایش جهانی موثر باشند. بنابراین، ارزش افزوده و توجیه اقتصادی بسیاری در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی، برای این عملیات می‌توان در نظر گرفت. این پژوهش با هدف بررسی توان ترسیب کربن به وسیله گونه‌های درختی، متمرکز و غیرمتمرکز کاشته شده در دو سایت آبخیز کوه‌دشت و پخش سیلاب رومشکان که می‌تواند بستر مناسبی برای انجام مطالعات ترسیب کربن به شمار آید، صورت گرفته است. از سوی دیگر، نتایج پژوهش می‌تواند اهمیت عملیات بیومکانیکی را به لحاظ توان ترسیب کربن در کنار سایر مزیت‌های آن بررسی و معرفی نماید. براساس اعلام مراجع بین‌المللی برای تثبیت هر تن در هکتار کربن در مراتع ۲۰۰ دلار پرداخت می‌شود (Mirsanjari, ۲۰۱۰).

McCarty و Ritchie (۲۰۰۰) نشان دادند که مدیریت منابع خاکی و به خصوص کنترل فرسایش و رسوب می‌تواند سبب مهیا نمودن ترسیب کربن شود. Lal (۲۰۰۲) اظهار نمود که خاک‌ورزی باعث تغییرات و به هم خوردگی فیزیکی می‌شود، با شکستن خاکدانه‌ها، قسمتی از کربن موجود در خاک که توسط ذرات معدنی محصور شده، بدون محافظ شده و تجزیه می‌شود. Zhao و Su-Yong (۲۰۰۳) اظهار داشتند، عوامل مدیریتی نسبت به عوامل فیزیکی (عوامل خاکی، اقلیمی و هندسه زمین) تنها ابزار قابل کنترل بشر می‌باشند. مطالعات نشان داده، اثر عوامل مدیریتی در کنترل ترسیب کربن بسیار مهم‌تر می‌باشد.

نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تحت سیستم‌های مدیریت کنترل شده بر مرتع، ترسیب کربن کل در بیوماس، لاشیرگ و خاک در مقایسه با سیستم مدیریت کنترل نشده یا مدیریت ناصحیح به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. Lal (۲۰۰۴) پس از تحقیقاتی اعلام کرد که تغییر کاربری و مدیریت ناصحیح حاکم بر خاک در عرصه‌های طبیعی کره زمین مسئول یک سوم علل گرم شدن زمین و تغییر اقلیم می‌باشد، چرا که حدود ۳۴ درصد از کل میزان کربن منتشرشده، از این منشأ وارد هوا می‌شود. همچنین، Derner و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که اکوسیستم‌های مرتعی پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارند چرا که نیمی از خشکی‌های کره زمین را

به‌عنوان ارزش افزوده برای پروژه‌های اصلاح، احیاء و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در نظر گرفته می‌شود. در فرآیند ترسیب کربن عوامل متعددی دخیل می‌باشند که به‌طور کلی می‌توان آن‌ها را در دو دسته فیزیکی و مدیریتی دسته‌بندی نمود. عوامل فیزیکی را می‌توان به سه دسته عوامل خاکی، اقلیمی و فرم هندسی زمین تقسیم نمود. کنترل این عوامل مشکل و بسا غیرممکن است. لذا در مدیریت ترسیب کربن فقط عوامل مدیریتی در کنترل بشر می‌باشند. خوشبختانه در سال‌های اخیر، عملیات مدیریتی اصلاحی آبخیزداری در عرصه‌های منابع طبیعی، با هدف حفاظت و ذخیره‌سازی منابع آب و خاک، حفظ و توسعه منابع زیست، کنترل سیل و فرسایش خاک و غیره حجم قابل توجه و گستردگی بسیار زیادی داشته است. ترسیب کربن از لحاظ اجرایی می‌تواند در سطح ملی و بین‌المللی، ارزش افزوده این عملیات را ارتقا بخشد و توجیه اقتصادی بسیاری از این پروژه‌ها را افزایش دهد (Lashani zand و همکاران، ۲۰۱۲). این پژوهش با هدف تعیین اثرات عملیات احیایی آبخیزداری (مکانیکی و بیومکانیکی) اجرا شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، در افزایش پتانسیل ترسیب کربن اراضی و انتخاب الگوهای بهینه اجرا شده، طرح‌ریزی و اجرا شده است.

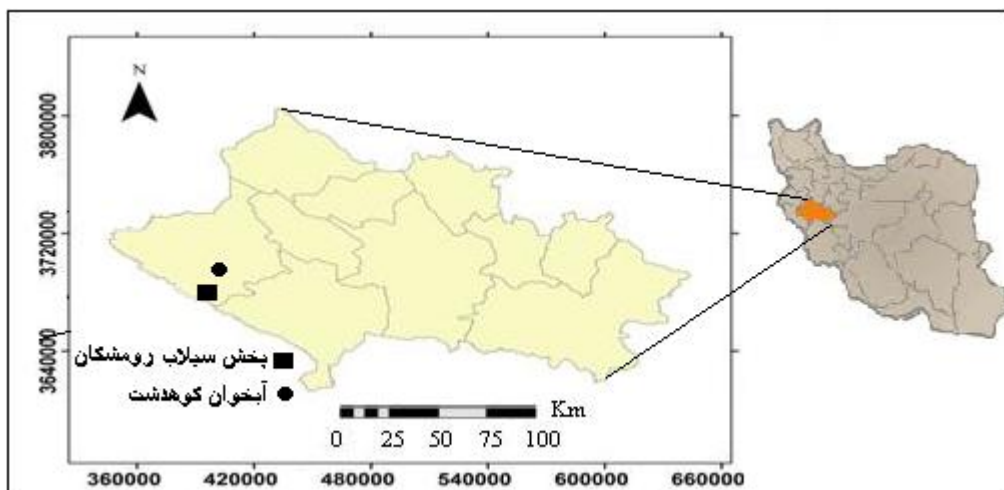
عملیات بیومکانیکی آبخیزداری به تلفیقی از عملیات مکانیکی و بیولوژیک اطلاق می‌شود. در حقیقت نقش بازدارنده و کوتاه‌مدت جلوگیری از فرسایش خاک به عملیات مکانیکی و نقش تثبیت درازمدت آن به عملیات بیولوژیک واگذار شده است. به‌سختی دیگر کار مکانیکی مقدمه و بستر کار بیولوژیک قرار گرفته و کار بیولوژیک کامل‌کننده و تداوم‌دهنده کار مکانیکی خواهد بود. در کشور ما، عملیات بیومکانیکی آبخیزداری متعددی در عرصه‌های منابع طبیعی، با هدف احیاء عرصه‌ها و حفاظت آب و خاک، توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری اجرا شده است. این عملیات بانکت‌بندی، فاروئینگ، پیتینگ، تراس‌بندی و سکوبندی همراه با کشت و سایر عملیات خاک‌ورزی و خاک‌برداری و مکانیکی را شامل می‌شود. به‌نظر می‌رسد این عملیات، با توجه به نقش آن‌ها در حفاظت خاک و آب و احیاء پوشش گیاهی، در ترسیب

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد پژوهش:** برای انجام این پژوهش دو سایت انتخاب شد. یکی آبخوان کوهدشت در منطقه داوود رشید واقع در هشت کیلومتری شمال شهرستان کوهدشت که در حدود ۹۰ کیلومتری غرب مرکز استان لرستان (خرم آباد) واقع شده است و با هدف تزریق و هدایت رواناب‌های فصلی و کشت گونه‌های مختلف درختی به اجرا درآمده است و دیگری پخش سیلاب رومشگان که این حوضه در جنوب شهرستان کوهدشت با مساحت ۱۰۰۰ هکتار به‌عنوان پخش سیلاب انتخاب شد (شکل ۱). عملیات بیومکانیکی آبخیزداری از سال ۱۳۷۵ در دو حوضه فوق شروع شده است. شایان ذکر است همه گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر نیز در سال ۱۳۷۵ کاشته شده‌اند و در زمان آماربرداری ۱۶ ساله بوده‌اند (جدول ۱).

در بر دارند و ذخیره کربن آن‌ها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهد و در مقیاس جهانی مراتع حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن در سال ترسیب می‌کنند. Forouzeh و همکاران (۲۰۰۸) در مقایسه توان ترسیب کربن در سه گونه مرتعی در گریبایگان فسا نشان دادند که درمنه دشتی بالاترین توان ترسیب کربن را داشته و نیز بخش‌های خشبی نظیر ساقه بیشترین ضریب ترسیب کربن را دارند.

Bordbar و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی پتانسیل ترسیب کربن را در دو گونه اکالیپتوس و آکاسیا که به‌صورت دیم در دو منطقه گریبایگان فسا و نورآباد ممسنی کشت شده بودند، بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که گونه اکالیپتوس توانسته در شرایط رویشگاهی مختلف از ۲/۲۷ تا ۸/۰۸ و آکاسیا ۱/۵ تن کربن در هکتار در سال ترسیب نماید.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد پژوهش در استان لرستان

جدول ۱- مشخصات عمومی و مختصات جغرافیایی سایت‌های معرف

ردیف	نام حوضه	مختصات جغرافیایی (UTM)		میزان بارندگی (mm)	نوع عملیات		مدت اجرای پروژه (سال)
		عرض	طول		مکانیکی	بیولوژیکی	
۱	آبخوانداری کوهدشت	از	۷۴۸۷۲۴	۴۲۰	دارد	دارد	۱۶
		تا	۷۴۹۴۷۴				
۲	پخش سیلاب رومشگان	از	۷۳۱۰۴۴	۴۲۰	دارد	دارد	۱۶
		تا	۷۳۸۸۰۵				

خصوصیات حد واسط (در ابعاد متوسط) انتخاب و به‌طور کامل به‌همراه ریشه از زمین جدا شد. سپس

**روش نمونه‌برداری:** در این پژوهش از تمامی گونه‌های درختی مورد مطالعه یک درخت با

آن اندام مقایسه شده نه کل ماده آلی درخت، به عبارت دیگر میزان کربن ترسیب شده هر یک از بخش‌های درخت جداگانه محاسبه شده است. سپس میانگین کربن ترسیب شده هر گونه درختی از طریق میانگین گیری از اندام‌های مختلف آن گونه به دست آمده است.

**روش آماری مورد استفاده:** در این پژوهش به منظور مقایسه مقادیر میانگین ترسیب کربن گونه‌های درختی مورد نظر از آزمون Kruskal-Wallis در نرم‌افزار MiniTab استفاده شد. آزمون Kruskal-Wallis متناظر غیرپارامتری آزمون F است و مانند آزمون F، موقعی به کار برده می‌شود که تعداد گروه‌ها بیشتر از دو باشد. فرضیات در این آزمون بدون جهت است، یعنی فقط تفاوت را نشان می‌دهد و جهت بزرگ‌تر یا کوچک‌تر بودن گروه‌ها را از نظر میانگین‌هایشان نشان نمی‌دهد. کارایی این آزمون ۹۵ درصد آزمون F است. در این آزمون، متغیر مورد مقایسه کمی و تعداد نمونه‌ها کم و یا توزیع آن‌ها نرمال نیست (Momeni و Ghaiyoomi، ۲۰۱۰).

### نتایج و بحث

به منظور تعمیم ضریب تبدیل و مقایسه اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه‌ها، میانگین کربن ترسیب شده به وسیله بخش‌های زیرزمینی با متوسط کربن ترسیب شده به وسیله اندام هوایی (ریشه، شاخه، تنه و برگ) همان گونه، مقایسه و نتیجه‌گیری شد (جدول ۲).

**بررسی ترسیب کربن توسط اندام هوایی و زمینی یک گونه درختی:** همان گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، یک پایه درخت اکالیپتوس کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان با ۳۱۳/۱ کیلوگرم بیشترین میزان ترسیب کربن و انار کاشته شده در آبخوان کوه‌دشت با ۹/۱۶ کیلوگرم کمترین میزان ترسیب کربن را در سایت‌های مورد مطالعه دارا می‌باشند. نقش سایر گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر در ترسیب کربن در همین جدول ملاحظه می‌شود. در ادامه میزان کل کربن ترسیب شده در اثر کاشت گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر و همچنین، تراکم و ترسیب کربن ناشی از آن‌ها در هکتار در سایت‌های مورد مطالعه تعیین شد (جدول ۳).

کل درخت در قالب اندام‌های مختلف توزین و نمونه‌هایی از اندام‌های مختلف درخت تهیه شد. با انجام مراحل آزمایشگاهی، بیوماس و کربن آن‌ها تعیین و به کل گونه و سطح پروژه تعمیم داده شد. بدیهی است اندام‌های مختلف (ریشه، شاخه، تنه و برگ) به صورت جداگانه و با دقت بالا توزین شدند. در خصوص توزین برگ‌ها باید اشاره نمود که قسمت‌های قابل حمل با دقت در بسته‌های جداگانه قرار داده و وزن شدند و آن قسمت‌هایی که قبل از برداشت بر روی زمین ریخته بود، به عنوان لاشیرگ محسوب شده و در پروژه مکانیکی همراه با مطالعات خاک مورد بررسی قرار گرفت.

**تعیین میزان کربن گیاهان:** برای تعیین میزان ماده آلی گونه‌های درختی مورد مطالعه از روش استاندارد احتراق استفاده شد. بدین منظور از اندام‌های مختلف (ریشه، شاخه، تنه و برگ) هر گونه درختی ۱۰ نمونه و در مجموع از کل نه گونه درختی انتخاب شده، ۹۰ نمونه تهیه شد. نمونه‌ها پس از شست‌وشو به مدت حداقل هشت ساعت در آون ۶۰ درجه قرار گرفت تا خشک شوند. سپس نمونه‌ها خرد و مخلوط شده و دو نمونه ۱۰ گرمی از آن توزین و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره قرار گرفت. سپس نمونه‌ها در دیسکاتور سرد شدند و در انتها جهت اطمینان مجدداً نمونه‌ها را به مدت یک ساعت در کوره قرار داده و سپس توزین شدند که وزن به دست آمده، معرف خاکستر می‌باشد. در این روش میزان کاهش وزن ماده به جا مانده در کوره معادل ماده آلی است که گیاه دارد.

$$OM = W_1 - W_2 \quad (1)$$

که در آن،  $OM$  وزن ماده آلی گیاه (g)،  $W_1$  وزن اولیه (g) و  $W_2$  وزن ثانویه بر حسب (g) است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که کربن آلی برابر با ۵۴ درصد ماده آلی موجود در گیاه است (Sochack و Ritson، ۲۰۰۳) و لذا:

$$OC = \%54 OM \quad (2)$$

که در آن،  $OC$  میزان کربن موجود در گیاه (درصد) و  $OM$  میزان ماده آلی موجود در گیاه (درصد) است. لازم به ذکر است که میزان کربن ترسیب شده به وسیله هر یک از اندام گونه‌های درختی به نسبت کل ماده آلی

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه کلیه نمونه‌های گیاهی و کل میزان کربن ترسیب شده به وسیله اندام‌های مختلف گونه‌های گیاهی

نام گونه و محل کشت	درصد	ریشه	تنه	شاخه	برگ	میانگین
اکالیپتوس رومشکان	OM	۹۶	۹۵/۸۷	۹۸/۲۳	۹۱	۹۵/۲۷
	OC	۵۱/۸۳	۵۱/۵۷	۵۳/۰۳	۴۹/۱	۵۱/۳۸
سرو رومشکان	OM	۹۶/۷۳	۹۷/۷	۹۸/۲۳	۹۰/۴	۹۵/۷۶
	OC	۵۲/۱۶	۵۲/۷	۵۲/۹	۴۸/۸	۵۱/۶۴
بادام رومشکان	OM	۹۸/۴	۹۶/۸	۹۷/۱	۹۰	۹۵/۵۷
	OC	۵۳/۱	۵۲/۴	۵۲/۶	۴۸/۶	۵۱/۶۷
انجیر رومشکان	OM	۹۸	۹۳/۱	۹۵/۲	۷۵/۵	۹۰/۴۵
	OC	۵۲/۶	۵۸/۲	۵۱/۵	۴۰/۸	۵۰/۷۷
پسته کوهدشت	OM	۹۸/۵	۹۷/۸	۹۷/۵	۹۲	۹۶/۴۵
	OC	۵۳/۲	۵۲/۸	۵۲/۵	۴۹/۷	۵۲/۰۵
انار کوهدشت	OM	۹۸	۹۷/۸	۹۸	۹۲	۹۶/۴۵
	OC	۵۲/۹	۵۲/۵	۵۲/۶	۴۵/۷	۵۰/۹۲
انجیر کوهدشت	OM	۹۶/۳	۹۶/۱	۹۶/۹	۸۰/۹	۹۲/۵۵
	OC	۵۲	۵۱/۹	۵۲/۳	۴۳/۷	۴۹/۹۷
سرو کوهدشت	OM	۹۹/۲	۹۸/۸	۹۹/۲	۹۱/۷	۹۷/۲۲
	OC	۵۳/۵	۵۳/۳	۵۳/۶	۴۹/۵	۵۲/۵
بادام کوهدشت	OM	۹۹/۲	۹۸/۸	۹۷/۵	۹۱	۹۶/۶
	OC	۵۲/۶	۵۳/۳	۵۳/۶	۴۹/۱	۵۲/۴

جدول ۳- مقایسه میزان کربن ترسیب شده در اثر کاشت گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر در سایت‌های مورد مطالعه

نام گونه	محل کشت	وزن گونه (kg)	تعداد (اصله)	ترسیب یک پایه (kg)	ترسیب گونه (kg)	ترسیب گونه (kg ha <sup>-1</sup> )	تراکم درخت در هکتار
اکالیپتوس معمولی	رومشکان	۶۰۹/۴	۸۵۸۰	۳۱۳/۱	۲۶۸۶۳۹۸	۱۶۷۸۹۹/۹	۵۳۶/۳
سرو نقره‌ای	رومشکان	۵۹/۱۵	۱۰۰۰	۳۰/۵۴	۳۰۵۴۰	۱۹۰۸/۸	۶۲/۵
بادام زراعی (باغی)	رومشکان	۳۶/۸	۵۰۰	۱۹	۹۵۰۰	۵۹۳/۸	۳۱/۳
انجیر	رومشکان	۶۱	۲۵۰۰	۳۰/۹	۷۷۲۵۰	۴۸۲۸/۱	۱۵۶/۳
پسته	کوهدشت	۱۸	۵۰۰	۹/۳۶	۴۶۸۰	۱۳۰	۱۳/۹
انار	کوهدشت	۱۸	۳۵۰	۹/۱۶	۳۲۰۶	۸۹/۱	۹/۷
انجیر	کوهدشت	۵۸	۱۱۵۰	۲۸/۹۸	۳۳۳۲۷	۹۲۵/۸	۳۱/۹
سرو نقره‌ای	کوهدشت	۶۹	۳۳۰	۳۶/۲۰	۱۱۹۴۶	۳۳۱/۸	۹/۲
بادام زراعی (باغی)	کوهدشت	۴۴	۶۵۰	۲۳/۰۵	۱۴۹۸۲/۵	۴۱۶/۲	۱۸/۱

به وسعت ۱۶ هکتاری پخش سیلاب رومشکان و ۳۶ هکتاری آبخوان کوهدشت و با توجه به جدول ۵ کل کربن ترسیب شده در اثر انجام عملیات بیومکانیکی سایت‌های مورد مطالعه به شرح زیر می‌باشد.

**مقایسه ترسیب کربن توسط ریشه، تنه، شاخه و برگ گونه‌ها:** محاسبات انجام شده در رابطه با نقش ریشه، تنه، شاخه و برگ گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر در میزان ترسیب کربن، نشان می‌دهد که در

همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، مقادیر میانه داده‌های ترسیب کربن گونه‌های مورد بررسی تفاوت ناچیزی دارند. اما میانگین رتبه آن‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد، به طوری که اختلاف بین بالاترین رتبه یعنی بادام کوهدشت و پائین رتبه یعنی انجیر رومشکان ۴۶/۳ می‌باشد. بنابراین با توجه به مقدار p-value حاصل، که کمتر از ۰/۰۱ می‌باشد، فرض عدم تساوی میانگین ترسیب کربن در گونه‌های درختی مورد بررسی پذیرفته می‌شود. با عنایت

دارا می‌باشند. همچنین، در انجیر سایت پخش سیلاب رومشکان تنه و در بادام کوهدشت ریشه و شاخه به‌طور مشترک بیشترین مقدار ترسیب کربن را به‌خود اختصاص داده‌اند. همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که برگ تمامی گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر مورد مطالعه کمترین نقش را در این زمینه دارا بوده و شاخه‌ها ضریب ترسیب کربن به‌مراتب بالاتری دارد (شکل ۲). همان‌گونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، اندام‌های مختلف گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر، تفاوت قابل ملاحظه‌ای به‌لحاظ درصد کربن ترسیب شده نسبت به کل ماده آلی نشان نمی‌دهند.

**جدول ۵-** میزان کل کربن ترسیب شده در اثر انجام عملیات بیومکانیکی در سایت‌های مورد مطالعه ( $t \cdot ha^{-1}$ )

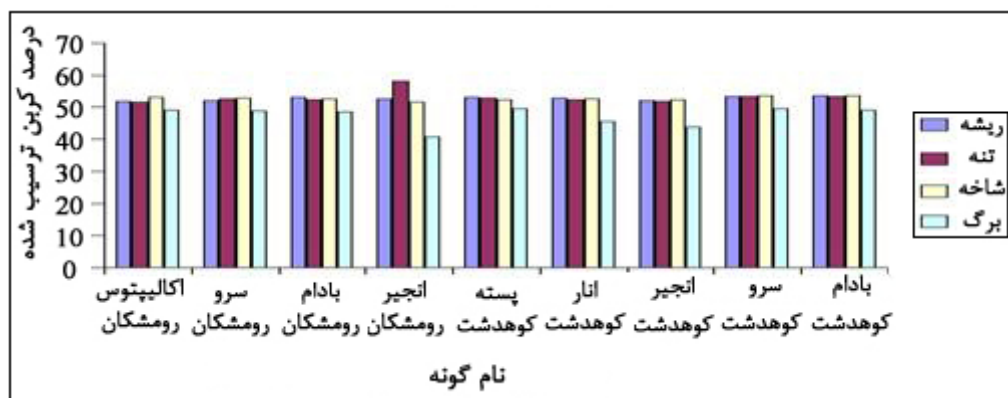
ردیف	حوضه	وسعت ( $ha$ )	ترسیب کربن ( $t$ )	ترسیب کربن ( $t \cdot ha^{-1}$ )
۱	پخش	۱۶	۲۸۰۳/۶۸۸	۱۷۵/۲۳۰۵
۲	آبخوان	۳۶	۶۸/۱۴۲	۱/۸۹
	جمع کل	۵۲	۲۸۷۱/۸۳	۱۷۷/۱۲

گونه‌های اکالیپتوس و سرو کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان و نیز انجیر و سرو کاشته شده در آبخوان کوهدشت، شاخه بیشترین میزان ترسیب کربن را به‌خود اختصاص داده است.

**جدول ۴-** نتایج آزمون کروסקال والیس برای مقایسه میانگین ترسیب کربن گونه‌های درختی

گونه درختی	تعداد نمونه	میانگین	رتبه	مقدار Z
اکالیپتوس	۱۰	۵۲/۴	۳۴/۶	-۱/۴۱
سرو نقره‌ای	۱۰	۵۲/۵۵	۴۲/۷	-۰/۳۷
بادام زراعی	۱۰	۵۲/۶۰	۴۳/۲	-۰/۳۰
انجیر	۱۰	۵۱/۴۰	۲۶/۱	-۲/۴۹
پسته	۱۰	۵۲/۸۵	۴۸/۲	۰/۳۴
انار	۱۰	۵۲/۶۵	۴۱/۵	-۰/۵۱
انجیر	۱۰	۵۲/۲۰	۲۸/۹	-۲/۱۳
سرو نقره‌ای	۱۰	۵۳/۵۰	۷۲/۱	۳/۴۲
بادام زراعی	۱۰	۵۳/۴۵	۷۲/۴	۳/۴۵
کل	۹۰	-	۴۵/۵	-

در گونه‌های بادام در پخش سیلاب رومشکان، پسته و انار آبخوان کوهدشت ریشه بیشترین مقدار را



**شکل ۲-** مقایسه ترسیب کربن به‌وسیله بخش‌های مختلف گونه‌های مورد مطالعه

رومشکان تنه و در بادام کاشته شده در آبخوان کوهدشت ریشه و شاخه به‌طور مشترک، بیشترین مقدار ترسیب کربن را به‌خود اختصاص داده‌اند. همچنین، بررسی‌ها نشان داد که برگ تمامی گونه‌های مورد مطالعه کمترین نقش را در این زمینه داشتند، یعنی بخش‌هایی نظیر شاخه، تنه و ساقه بیشترین ضریب کربن را دارند. همچنین، نتایج نشان داد که در گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر مورد مطالعه گونه

محاسبات به‌عمل آمده در این پژوهش نشان داد که در گونه‌های اکالیپتوس و سرو کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان و نیز در انجیر و سرو کاشته شده در آبخوان کوهدشت، شاخه بیشترین میزان ترسیب کربن را به‌خود اختصاص داده است. در گونه بادام، پسته و انار کاشته شده در آبخوان کوهدشت ریشه بیشترین مقدار ترسیب کربن را دارا بوده، همچنین، در انجیر کاشته شده در پخش سیلاب

شده به وسیله انار کاشته شده در سایت آبخوان کوهدشت ۸۹ کیلوگرم در هکتار بوده که از این مقدار ۴۷/۱ کیلوگرم در هکتار (۵۲/۹ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۴۱/۸ کیلوگرم در هکتار (۴۷/۱ درصد) مربوط به اندام هوایی می باشد. در گونه انجیر کاشته شده در این سایت ۹۲۵/۷ کیلوگرم در هکتار کربن ترسیب شده است که از این مقدار ۳۹/۳۹ کیلوگرم در هکتار (۵۲ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۴۴۴/۳۱ کیلوگرم (۴۸ درصد) مربوط به اندام هوایی می باشد.

کل کربن ترسیب شده به وسیله گونه سرو نقره‌ای کاشته شده در سایت ۳۳۱/۸ کیلوگرم در هکتار بوده که از این مقدار ۱۷۷/۵ کیلوگرم در هکتار (۵۳/۵ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۱۵۴/۲۸ کیلوگرم (۴۶/۵ درصد) مربوط به اندام هوایی می باشد و در نهایت کل کربن ترسیب شده به وسیله بادام مورد مطالعه در سایت آبخوان کوهدشت ۴۱۶/۱ کیلوگرم در هکتار بوده که از مقدار ۲۲۳/۰۲ کیلوگرم (۵۳/۸۶ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۱۹۳/۰۸ کیلوگرم در هکتار (۴۶/۴ درصد) مربوط به اندام هوایی می باشد، یعنی در این سایت نیز درصد کربن ترسیب شده در اندام زیرزمینی بیشتر از مقدار آن در اندام هوایی می باشد و گونه انجیر مورد مطالعه در این سایت بیشترین مقدار کربن ترسیب شده و گونه انار کمترین مقدار ترسیب کربن را به خود اختصاص داده‌اند.

#### پیشنهادات

از آن جایی که براساس نتایج حاصله، درختان مثمر و غیرمثمر که در اثر انجام عملیات بیومکانیکی که در منطقه کشت شده‌اند نقش چشم‌گیری در کاهش آلودگی ناشی از افزایش گاز دی‌اکسیدکربن دارند، بنابراین حفظ و توسعه آن‌ها به‌عنوان یک منبع ترسیب کربن ضروری می باشد.

مقادیر اندازه‌گیری شده فقط مربوط به نه گونه درختی مثمر و غیرمثمر کاشته شده در اثر عملیات بیومکانیکی در سایت‌های مورد مطالعه بوده، بنابراین، برای تعیین میزان کل ترسیب کربن سایت‌ها

اکالیپتوس بیشترین توان ترسیب کربن را داشته و در بین اندام‌های مختلف گونه مذکور نیز بخش‌های خشبی نظیر شاخه بیشترین ضریب ترسیب کربن را دارا می باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده و تعمیم ضریب تبدیل در این دو سایت نشان‌دهنده این است که کل میزان کربن ترسیب شده در داخل سایت پخش سیلاب در اندام‌های مختلف گونه اکالیپتوس ۱۶۷۹۰۰ کیلوگرم در هکتار است. از این مقدار، ۸۷۰۲۲ کیلوگرم (۵۱/۸۳ درصد) در بخش زیرزمینی و ۸۰۸۷۷ کیلوگرم (۴۸/۱۷ درصد) در بخش هوایی، ترسیب شده است. متوسط میزان کربن اندام زیرزمینی این گونه در داخل سایت ۱/۰۷ برابر متوسط میزان کربن ترسیب شده در اندام هوایی آن است.

کل میزان کربن ترسیب شده در داخل سایت پخش سیلاب رومشکان در اندام‌های مختلف گونه سرو نقره‌ای ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. از این مقدار ۹۹۱ کیلوگرم (۵۲/۱۶ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۹۰۹ کیلوگرم (۴۷/۸۴ درصد) در بخش هوایی ترسیب شده است. کل میزان کربن ترسیب شده در گونه بادام کاشته شده در سایت پخش سیلاب رومشکان ۵۹۰ کیلوگرم در هکتار بوده که از این مقدار ۳۱۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار (۵۳/۱ درصد) اندام زیرزمینی و ۲۷۶/۷۱ (۴۶/۹ درصد) مربوط به اندام هوایی می باشد و در گونه انجیر کاشته شده در پخش سیلاب رومشکان کلا ۴۸۲۸ کیلوگرم کربن ترسیب شده است که از این مقدار ۲۵۳۹ کیلوگرم در هکتار (۵۲/۶ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۲۲۸۸ کیلوگرم در هکتار (۴۷/۴ درصد) مربوط به اندام هوایی این گونه می باشد. همان‌طور که مشخص است در تمامی گونه‌های کاشته شده در سایت پخش سیلاب رومشکان میزان کربن ترسیب شده به وسیله اندام زیرزمینی بیشتر از کربن ترسیب شده توسط اندام هوایی می باشد.

کل میزان کربن ترسیب شده به وسیله پسته کاشته شده در سایت آبخوان کوهدشت ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده که از این مقدار ۶۷/۹۹ کیلوگرم در هکتار (۵۲/۳ درصد) مربوط به اندام زیرزمینی و ۶۲/۰۱ کیلوگرم در هکتار (۴۷/۷ درصد) مربوط به اندام هوایی گیاه می باشد. کل میزان کربن ترسیب

زیست و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور جهت واحدهای صنعتی معدنی و خدماتی، مبحث ترسیب کربن جدی گرفته شده و بهره‌بردار را به کاشت گونه‌هایی مثل اکالیپتوس که به میزان بالایی در ترسیب کربن موثر است، ملزم نمایند. بدیهی است در انتخاب گونه درختی مناسب در نواحی مختلف علاوه بر توان ترسیب گونه، سایر جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نیز باید لحاظ شود.

و برآورد ارزش ریالی آن نیاز به بررسی کل بیوماس است. پیگیری راهکارهای قانونی برای جذب اعتبار از مجامع ملی و بین‌المللی نظیر سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF) و برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP) برای اجرای پروژه‌های ترسیب کربن در استان و کشور انجام گیرد. در صدور مجوزهای احداث و بهره‌برداری به‌وسیله دستگاه‌های متولی نظیر سازمان حفاظت محیط

#### منابع مورد استفاده

1. Bordbar, S.K. and S.M. Mortazavi Jahromi. 2005. Carbon sequestration potential of Eucalyptus Camaldulensis Dehnh and Acacia Salicina Lindl. Plantation in western area of Fars province. Pajohesh and Sazandegi, 70: 95-103 (in Persian).
2. Derner, J.D. and G.E. Schuman. 2007. Carbon sequestration and rangelands: synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.
3. Forouzeh, M.R., G.A. Heshmati, H. Mesbah and G.A. Ghanbarian. 2008. Effect of floodwater irrigation on carbon sequestration potential of Helianthemum Lippii (L.) Pers., Dendrostellera Lessertii Van Tiegh and Artemisia Sieberi Besser in the Garehbygone plain. Pajouhesh and Sazandegi, 78: 11-19 (in Persian).
4. Lal, R. 2002. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environmental Pollution, 116: 353-362.
5. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22.
6. McCarty, G.W. and G.C. Ritchie. 2000. Impact of soil movement on carbon sequestration in agricultureral ecosystems. Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon in Wentory, Measurements, and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina.
7. Mirsanjari, M. 2004. Environmental valuation in the rangelands. Forest and Rangeland Journal, 64: 62-56. (in Persian)
8. Momeni, M. and P. Ghaiyoomi. 2010. Statistical analysis using SPSS. 335 pages (in Persian).
9. Ritson, P. and S. Sochack. 2003. Measurement and prediction of biomass and carbon content of Pinus Pinaster trees in farm forestry plantations, South-west Australia. Elsevier, Forest Ecology and Management, 175: 103-117.
10. Su-Yong, Z. and H.L. Zhao. 2003. Influences of grazing and enclosure on carbon sequestration in degraded sandy grassland, Inner Mongoha, North China, New Zealand. Journal of Agricultural Research, 46(4): 321-328.



## **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**

**Mehran Lashanizand**<sup>1</sup>, Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Lorestan, Iran

**Reza Siahmansour**, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Lorestan, Iran

**Saeed Taghavi Goodarzi**, Scientific Board, Khorramabad Unit, Islamic Azad University, Iran

**Farajollah Zolfaghari**, MSc, Directorate of Environment Protection, Lorestan, Iran

Received: 22 December 2012

Accepted: 23 April 2013

### **Abstract**

Global warming is affected by greenhouse gas emissions such as carbon dioxide, methane, nitrous oxide by industrial and agricultural activities. This study was aimed to evaluate the watershed biomechanical effects on modification of climate change in the Romeshkan flood spreading station and Kouhdasht aquifer. For this purpose, four tree species of *Eucalyptus*, *Cypress*, *Almond* and *Fig* in the Romeshkan flood spreading station and five tree species of *Pistachio*, *Pomegranate*, *Fig*, *Cedar* and *Almond* in Kouhdasht aquifer were chosen adjacent to mechanical structures, all planted in 1996. Then, ten samples were taken with two replications from different parts of each tree by full cut of these species and Carbon sequestration of each part was computed by different experimental procedures. According to the results from the study sites, the condition of carbon sequestration by *Eucalyptus* was better than other species with an average of 167/9 ton per hectare. Results showed that *Eucalyptus* and *Cypress* trees planted in Romeshkan flood spreading station and *Fig* and *Cedar* trees planted in Kouhdasht aquifer had the greatest amount of carbon sequestration in their branches. Also, *Almonds*, *Pistachios* and *Pomegranates* planted in Kouhdasht aquifer had the greatest amount of carbon sequestration in their roots and *Figs* planted in Romeshkan flood spreading station had the greatest amount of carbon sequestration in their stems, and *Almonds* planted in the Kouhdasht aquifer had the greatest amount of carbon sequestration in their roots and branches. Also, studies showed that the leaves of all species had the minimal role in carbon sequestration.

**Key words:** Climate change, *Cypress*, *Eucalyptus*, Global warming, Mechanical structures

---

<sup>1</sup> Corresponding author: mehran.lashanizand@gmail.com