Archive of SID

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره اول، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

گزارش کوتاه علمی

مقایسه هزینه ترسیب کربن خاک در عملیات احیای مرتع توسط کاشت گونه‌های *آگروپایرون الونگاتم* و *آتریپلکس لنتی‌فورمیس* (مطالعه موردی: چپرقویمه گنبد)

***اسماعیل شیدای‌کرکج[۱]، حسین بارانی[۲]، موسی اکبرلو[۳]، غلامعلی حشمتی[۴] و فرهاد خرمالی[۵]**

[۱]دانشجوی دکتری گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استاد گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۵]دانشیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۷

چکیده

ترسیب کربن در خاک از طریق احیای مرتع و کاشت گیاهان جدید، از نظر اقتصادی یکی از عملی‌ترین راه‌کارها برای کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری می‌باشد. مطالعه در مورد هزینه ترسیب کربن و شناسایی گونه گیاهی با هزینه پایین از نظر ترسیب کربن برای توصیه گونه کم‌هزینه در احیای مراتع ضرورت دارد. به این منظور در منطقه چپرقویمه گنبد جنبه‌های اقتصادی هزینه ترسیب کربن خاک توسط دو گونه *آتریپلکس لنتی‌فورمیس* و *آگروپایرون الونگاتم* در دو سایت مرتعی کاشت شده ارزیابی گردید. به این ترتیب که با نمونه‌برداری تصادفی از خاک دو سایت تحت کاشت گونه‌ها و اندازه‌گیری کربن آن در آزمایشگاه و مقایسه با کربن خاک سایت شاهد میزان کربن ترسیب شده سالانه در هر هکتار به‌دست آمد. سپس با استفاده از داده‌های مربوط به هزینه و سودهای احیای مراتع مربوط به کاشت گونه‌ها که از کتابچه‌های مرتع‌داری و مصاحبه با کارشناسان مربوطه به‌دست آمده بودند، هزینه نهایی سالانه ترسیب هر تن کربن توسط هر دو گونه مشخص گردید. نتایج کلی ارزیابی این پژوهش نشان داد، که احیای مراتع مورد مطالعه تحت کاشت *آتریپلکس* و *آگروپایرون* در هر هکتار از خاک عرصه به‌ترتیب در حدود ۲۱/۹۷٤ و ۱۲/۸۷۲ تن کربن ذخیره کرده است. از نظر اقتصادی هزینه ترسیب سالانه هر تن کربن در خاک سایت *آتریپلکس* ۱۷۰۵٦۱۷۲ ریال و برای

* مسئول مکاتبه: esmaeil_sheidayi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

آگروپایرون در حدود ۲۰۱۱۵۱۰۹ ریال می‌باشد بنابراین *آتریپلکس* گونه مفید و ارزان‌تری در امر احیای مراتع منطقه از دیدگاه ترسیب کربن خاک است و ادامه احیای منطقه از طریق کاشت گونه *آتریپلکس* هزینه کمی را برای ترسیب کربن خاک در بر خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن خاک، احیای مراتع، ارزیابی اقتصادی، *آگروپایرون الونگاتم*، *آتریپلکس لنتی‌فورمیس*

مقدمه

دی‌اکسیدکربن مهم‌ترین گاز اتمسفر است که میانگین غلظت جهانی آن ممکن است تا اواخر قرن ۲۱ به دو برابر مقدار فعلی برسد (کوای و همکاران، ۲۰۰۳). در این میان ترسیب کربن در خاک و زی‌توده گیاهی به‌عنوان ساده‌ترین گزینه و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راه‌کار ممکن برای کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری مطرح شده است (اولسون وآرودو، ۲۰۰۶). به‌طوری‌که، اصلاح اراضی مخروبه مرتعی از اهمیت زیادی در ترسیب کربن برخوردار هستند (درنر و شومان، ۲۰۰۷). بدیهی است که در چنین شرایطی کشورها درصدد انتخاب روش احیایی مناسب خواهند بود که در کنار احیای مراتع هزینه ترسیب کربن کم‌تری داشته باشد و بتوانند هزینه ترسیب کربن به‌ازای هر تن کربن را کاهش دهند. اما مهم‌ترین مسأله در این میان وجود اطلاعات کم در مورد هزینه ترسیب کربن روش‌های احیای مراتع می‌باشد. در زمینه برآورد هزینه‌های ترسیب کربن فاینر (۱۹۹۶) در آمریکا هزینه ترسیب هر تن کربن را در حدود ۳۰۰–۱۰۰ دلار تخمین زده است. لوسیوک (۲۰۰۰) هزینه ترسیب برای هر تن کربن را ۵۰ دلار محاسبه کرد. پلانتینگا و همکاران (۱۹۹۹) هزینه ترسیب هر تن کربن در کارولینای جنوبی و ویسکانسین از طریق کشت درختان در اراضی را درحدود ۶۰–۴۵ دلار به‌دست آورده‌اند. استاوینز و ریچاردز (۲۰۰۵) در منطقه‌ای دیگر میزان هزینه ترسیب کربن را به‌ازای هر تن ۱۱۴–۳۸ دلار از طریق کاشت گونه‌های تجاری گزارش داده‌اند. وان‌کوتن و همکاران (۲۰۰۴) هزینه ترسیب کربن در جنگل را بر اثر اعمال مدیریت حفاظتی در حدود ۷۲–۱۳ دلار برای هر تن کربن عنوان نموده است. دیکسون و همکاران (۱۹۹۱) در مطالعات خود هزینه ترسیب کربن از طریق کاشت گونه‌های درختی برای آمریکا، ۵/۵ دلار آلمان، ۳۴/۴ دلار فرانسه، ۱۶/۶ دلار هند، ۲۶/۸ دلار و ۱۱/۵ دلار برای کانادا تخمین زده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

در منطقه چپرقویمه استان گلستان قسمت وسیعی از عرصه‌های مرتعی برای احیا و اصلاح از گونه‌های *آتریپلکس لنتی‌فورمیس*[1] و *اگروپایرون الونگاتم*[2] رفته است. گونه‌های ذکر شده که برای افزایش تولید علوفه و جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک در سطح وسیعی از مراتع کاشته می‌شوند و در کنار این برتری‌ها می‌توانند نقش ترسیب کربن را نیز داشته باشد. مطالعه در مورد هزینه ترسیب کربن و مشخص ساختن گونه با هزینه پایین در طرح‌های اصلاحی از نظر ترسیب کربن برای توصیه گونه کم‌هزینه ضرورت دارد زیرا که، از دیدگاه اقتصادی در بحث ترسیب کربن برنامه‌هایی اولویت دارند که با صرف کم‌ترین ورودی منابع مالی، بیش‌ترین مقدار ترسیب کربن به‌دست آید.

مواد و روش‌ها

منطقه چپرقویمه در ۳۰ کیلومتری شمال گنبد کاووس در استان گلستان و با موقعیت ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٤ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ٤۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. بارندگی متوسط سالانه در این منطقه حدود ۲۵۰ میلی‌متر است (اداره کل منابع طبیعی و آب‌خیزداری استان گلستان، ۲۰۰۸). در این منطقه سه سایت شامل سایت‌های شاهد، *آگروپایرون و آتریپلکس* برای نمونه‌برداری انتخاب شد. هر سه سایت از نظر خصوصیات خاک، توپوگرافی و ویژگی‌های محیطی مشابه بودند. دو سایت کاشت شده مورد مطالعه در قالب طرح مرتع‌داری در حدود ۱۸ سال پیش مورد احیا قرار گرفته‌اند که در طول این مدت آتریپلکس از ابتدای کاشت تاکنون در عرصه مانده و تجدید کشت نشده است، اما *آگروپایرون* سه دوره (هر کدام ٦ سال) در عرصه تجدید کشت شده است. نمونه‌برداری خاک به روش سیستماتیک- تصادفی از دو عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی‌متر سایت‌های شاهد و دو سایت کشت شده *آگروپایرون و آتریپلکس* برای به‌دست آوردن میزان کربن ترسیب شده انجام شد. در نهایت در هر سایت کشت شده تعداد ٤۰ نمونه خاک، در سایت شاهد ۲۰ نمونه و در مجموع ۱۰۰ نمونه خاک برداشت شد و برای تعیین میزان کربن آلی ترسیبی و وزن مخصوص ظاهری به آزمایشگاه منتقل شدند. تعیین درصد کربن آلی نمونه‌های خاک، به روش والکلی و بلاک انجام شد (نلسون وسامرز، ۱۹۸۲). با داشتن مقدار درصد کربن آلی در واحد وزن خاک و وزن مخصوص ظاهری در یک عمق خاص، از طریق رابطه ۱ مقدار کربن آلی در واحد سطح به‌دست می‌آید (لما و همکاران، ۲۰۰٦).

1- Atriplex Lentiformis S. Wats.
2- Agropyron Elongatum (Host) P. Beauv.

www.SID.ir

Archive of SID

$$SC= e\times Bd\times \%OC\times ۱۰۰ \quad (۱)$$

که در آن، SC: مقدار کربن بر حسب تن در هکتار در عمق خاص، OC درصد: کربن آلی خاک به درصد، Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌مترمکعب و e: عمق خاک بر حسب متر است. در نهایت با مقایسه کربن ترسیب شده در سایت‌های احیایی با کربن سایت شاهد، میزان کربن ترسیب شده بر اثر کاشت هر یک از گونه‌ها مشخص گردید.

ارزیابی اقتصادی و برآورد هزینه سالانه ترسیب هر تن کربن در هکتار در هر سایت: با استفاده از رابطه ۲ پس از کسر سود سالانه واحد سطح (هکتار) اجرای طرح‌ها از هزینه‌های مستقیم سالانه و در نهایت جمع به‌دست آمده از آن با هزینه‌های غیرمستقیم سالانه طرح‌ها، میزان هزینه صرف شده سالانه سایت‌ها در هر هکتار به‌دست می‌آید. پس از تقسیم این هزینه صرف شده سالانه بر میزان کل کربن ترسیب شده سالانه واحد سطح سایت‌ها، میزان هزینه نهایی سالانه صرف شده برای ترسیب هر تن کربن در هر هکتار از سایت‌ها به‌دست خواهد آمد. در ادامه شرح بخش‌های مختلف رابطه ۲ شامل جزئیات هزینه‌ها و سودها آورده می‌شود.

$$FC = \frac{(DC - NI) + IC}{SC} \quad (۲)$$

که در آن، *FC*: هزینه نهایی سالانه برای ترسیب هر تن کربن در هکتار، *DC*: هزینه‌های مستقیم سالانه صرف شده در هکتار برای هر سایت، *NI*: سود سالانه به‌دست آمده در هکتار برای هر سایت، *IC*: هزینه‌های غیر مستقیم سالانه در هکتار برای هر سایت، *SC*: میزان کربن سالانه ذخیره شده در هر هکتار است. لازم به ذکر است هزینه‌ها شامل هزینه‌های مراحل کاشت، داشت و برداشت (هزینه مستقیم) و ارزش فرصت از دست رفته سرمایه (هزینه غیرمستقیم) و درآمدها شامل درآمد به‌دست آمده از تولید علوفه و درآمد خدمات اکولوژیکی سایت‌های مرتعی خواهد بود که جزئیات هزینه‌ها برای استقرار یک هکتار از سایت کشت شده و میزان درآمدهای به‌دست آمده از تولید علوفه طرح‌ها بر پایه اطلاعات مستخرج از کتابچه‌های طرح‌های مرتع‌داری موجود و مصاحبه با کارشناسان و بهره‌برداران به‌دست آمد. برای محاسبه ارزش و سود ریالی به‌دست آمده از تولید علوفه آگروپایرون از ضرب قیمتی که کاه *آگروپایرون* در بازار خرید و فروش می‌شود استفاده شد. هر کیلوگرم کاه خرد شده *آگروپایرون* به قیمت ۳۰۰ ریال فروخته می‌شده است. برای آتریپلکس قیمت هر کیلوگرم علوفه *آتریپلکس* معادل معادل ۰/۷ قیمت جو در بازار می‌باشد (اسکندری و همکاران، ۲۰۰۸). با احتساب قیمت ۲۷۰۰ ریال بابت هر کیلوگرم جو در سال ۱۳۸۸، قیمت هر کیلو علوفه *آتریپلکس* معادل ۱۸۹۰ ریال برآورد می‌شود. ارزش

www.SID.ir

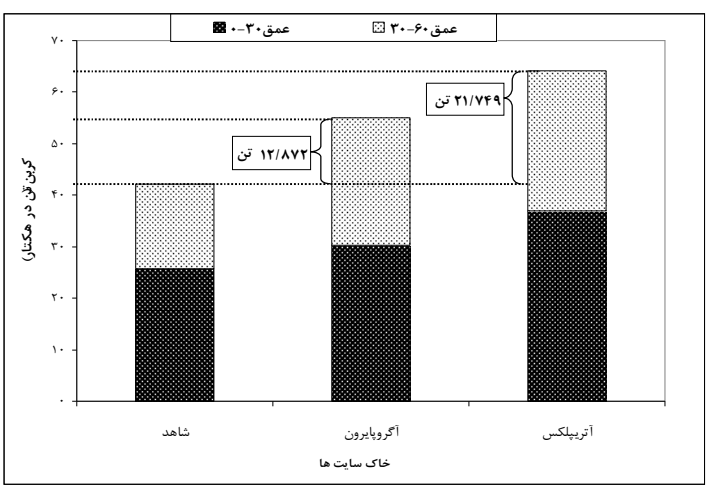
Archive of SID

خدمات اکولوژیک به‌دست آمده سایت‌ها نیز از ضرب ارزش تولید علوفه سایت در عدد ۳ به‌دست آمد و در محاسبات مربوط به درآمدهای طرح منظور گردید (اسکندری و همکاران، ۲۰۰۸).

همچنین اراضی شاهد به‌دلیل تخریب فوق‌العاده، بدون قدرت تولیدی علوفه قابل برداشت بوده، در نتیجه در محاسبات برای آن سود علوفه طبیعی منظور نگشت. از آن‌جا که هزینه‌ها و درآمدها باید به ارزش فعلی تبدیل شود و در یک سال مبنا در نظر گرفته شوند بنابراین تمامی محاسبات اقتصادی در سال مبنای مطالعه (۱۳۸۸) انجام شد و حداقل نرخ بهره رایج بانک‌ها که به‌منظور محاسبه ارزش فرصت از دست رفته سرمایه (هزینه غیرمستقیم) مورد استفاده قرار گرفت ۱۷ درصد بوده است (جنگجو و قربانی، ۲۰۰۷). به‌دلیل آن‌که زمین‌های کاشت شده مربوط به انفال بوده و در صورت احیا نکردن به همان حالت قبلی بدون استفاده باقی می‌ماند و هیچ هزینه‌ای از بابت اجاره و استفاده آن برای احیا صرف نمی‌شود بنابراین از وارد کردن ارزش زمین و ارزش فرصت از دست رفته آن در محاسبات اقتصادی اجتناب شد.

نتایج

میزان کل کربن ترسیب شده در خاک از ابتدای زمان کشت گونه‌ها: با کسر میزان کربن موجود در سایت شاهد از کربن موجود در سایت‌های کشت شده، میزان واقعی اثرگذاری کاشت این گونه‌ها در طول دوره کاشت بر ترسیب کربن مشخص می‌شود که نتایج آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱- میزان کربن ترسیب شده در دو عمق خاک از ابتدای کاشت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج موجود در شکل ۱ نشان می‌دهد کاشت *آتریپلکس* در طول ۱۸ سال در مجموع دو عمق ۲۱/۹۷٤ تن در هکتار کربن ترسیب کرده است اما گونه *آگروپایرون* در همین مدت تنها ۱۲/۸۷۲ تن کربن در هکتار ذخیره کرده است که با تقسیم این میزان به تعداد کل سال‌هایی که سایت تحت کشت این گونه‌ها قرار گرفته‌اند میزان سالانه ترسیب کربن به‌دست می‌آید. این مقادیر برای *آگرپایرون* و *آتریپلکس* به‌ترتیب ۰/۷۱۵ و ۱/۲۲ تن در هکتار محاسبه شده است.

هزینه‌های مستقیم سالانه در سایت‌ها: در جدول ۱ مجموع هزینه‌های مستقیم صرف شده در هر یک از مراحل کاشت، داشت و برداشت به‌ازای هر هکتار از سایت‌های *آتریپلکس* و *آگروپایرون* آورده شده است که در مورد *آگروپایرون* مجموع این هزینه مربوط به یک دوره ٦ ساله می‌باشد و برای *آتریپلکس* این هزینه‌ها مربوط به ۱۸ سال بوده است. میانگین هزینه مستقیم سالانه از تقسیم مجموع تمامی هزینه‌ها به تعداد کل سال‌های دوره کشت به‌دست می‌آید. نتایج نشان می‌دهد جمع کل هزینه در طول ۱۸ سال برای *آتریپلکس* ۳۸٤۹۱۷۵۰۰ ریال بوده و جمع کل هزینه برای *آگروپایرون* در طول ٦ سال در حدود ۱۳۸۵۹۵۰۰۰ ریال است که با تقسیم این میزان بر تعداد سال‌های کشت، میزان هزینه سالانه هر گونه به‌دست می‌آید.

جدول ۱- هزینه‌های مستقیم گونه‌های گیاهی در هر هکتار به ریال.

مرحله	*آتریپلکس*	*آگروپایرون*
کاشت	۲۱۱۷۵۰۰	۱۹۹۵۰۰۰
داشت	۳۵۲۸۰۰۰۰۰	۱۳۵٤۰۰۰۰۰
برداشت	۳۰۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰
جمع کل در طول زمان کشت	۳۸٤۹۱۷۵۰۰	۱۳۸۵۹۵۰۰۰
میانگین سالانه	۲۱۳۸٤۳۰۵	۲۳۰۹۹۱٦٦

درآمدهای به‌دست آمده از کشت دو گونه: درآمد به‌دست آمده از طرح‌ها شامل مجموع درآمد به‌دست آمده از علوفه و درآمد خدمات اکولوژیک می‌باشد. جزئیات مربوط به‌میزان سود به‌دست آمده از ایجاد سایت‌های دوگانه در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است. همان‌طورکه در جدول‌های مربوطه مشاهده می‌شود درآمدهای *آگروپایرون* مربوط به یک دوره ٦ ساله بوده و درآمدهای *آتریپلکس* مربوط به دوره ۱۸ ساله است. بدیهی است میانگین سالانه آن‌ها از تقسیم مجموع درآمدها بر دوره کشت گونه‌ها به‌دست می‌آید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- درآمدهای *آگروپایرون*.

سال	تولید کاه کیلوگرم در هکتار	سود کاه در هکتار (ریال)	خدمات اکولوژیک (ریال)	جمع کل (ریال)
۱	۲۳۲٤	۰	۲۰۹۱٦۰۰	۲۰۹۱٦۰۰
۲	٤٦٤۸	۰	٤۱۸۳۲۰۰	٤۱۸۳۲۰۰
۳	۹۲۹٦	۲۷۸۸۸۰۰	۸۳٦٦٤۰۰	۱۱۱٥٥۲۰۰
٤	۱۱٦۲۰	۳٤۸٦۰۰۰	۱۰٤٥۸۰۰۰	۱۳۹٤٤۰۰۰
٥	۱۳۹٤٤	٤۱۸۳۲۰۰	۱۲٥٤۹٦۰۰	۱٦۷۳۲۸۰۰
٦	۱۳۹٤٤	٤۱۸۳۲۰۰	۱۲٥٤۹٦۰۰	۱٦۷۳۲۸۰۰
میانگین سالانه سود	–	–		۱۰۸۰٦٦۰۰

جدول ۳- درآمدهای آترپلکس.

سال	تولید علوفه کیلوگرم در هکتار	سود علوفه در هکتار (ریال)	خدمات اکولوژیک (ریال)	جمع کل (ریال)
۱	۷٤/۸٤	۰	٤۲٤۳٦٤	٤۲٤۳٦٤
۲	۱٤۹/٦۹	۰	۸٤۸۷۲۸	۸٤۸۷۲۸
۳	۲۲٤/٥۳	۰	۱۲۷۳۰۹۲	۱۲۷۳۰۹۲
٤	۲۹۹/۳۷	٥٦٥۸۱۸	۱٦۹۷٤٥٦	۲۲٦۳۲۷٥
٥	۲۹۹/۳۷	٥٦٥۸۱۸	۱٦۹۷٤٥٦	۲۲٦۳۲۷٥
٦	٤٤۹/۰٦	۸٤۸۷۲۸	۲٥٤٦۱۸٤	۳۳۹٤۹۱۲
۷	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۸	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۹	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۰	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۱	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۲	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۳	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱٤	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱٥	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱٦	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۷	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
۱۸	٥۹۸/۷٥	۱۱۳۱٦۳۷	۳۳۹٤۹۱۲	٤٥۲٦٥٥۰
میانگین سالانه سود	–	–	–	۳٥۹۹۲۳٥

www.SID.ir

Archive of SID

در سایت *آگروپایرون* و *آتریپلکس* به‌ترتیب ۲ و ۳ سال اول به‌دلیل ایجاد فرصت به گیاه برای استقرار به‌رغم تولید بیوماس علوفه‌ای برداشت نمی‌شود بنابراین برای این سال‌ها بابت علوفه سودی تعلق نمی‌گیرد، اما به‌دلیل وجود بیوماس، سود خدمات اکولوژیک در این مدت منظور گشته است. نتایج موجود در جدول‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد سود سالانه به‌دست آمده از کشت آگروپایرون بالاتر است.

هزینه‌های غیرمستقیم طرح‌ها: سرمایه‌ای که به‌صورت مستقیم در کاشت سایت‌ها هزینه شده است، هزینه غیرمستقیمی را تحت عنوان هزینه فرصت سرمایه (بهره بانک) نیز دارد. بنابراین باید تحت عنوان هزینه غیرمستقیم جزو هزینه صرف شده برای اجرای طرح‌ها منظور گردد. در این حالت مقداری از هزینه مستقیمی اجرای هر طرح توسط سودهای به‌دست آمده جبران می‌شود ولی باید برای مقدار باقی‌مانده هزینه فرصت سرمایه (هزینه غیرمستقیم) را افزود تا در نهایت مقدار نهایی هزینه صرف شده برای کل کربن ترسیبی در واحد سطح هر یک از طرح‌ها محاسبه گردد. در ادامه جزئیات و مقدار نهایی هزینه صرف شده برای کل کربن ترسیبی طرح‌ها در واحد سطح آورده می‌شود.

هزینه نهایی سالانه طرح‌ها در هکتار برای کل کربن ترسیبی: هزینه نهایی سالانه طرح‌ها برای کل کربن ترسیبی در هر هکتار از سایت‌ها با استفاده از قسمت صورت رابطه ۲ توسط کسر سود سالانه هر هکتار از سایت‌ها از هزینه مستقیم صرف شده در هر سایت و جمع کردن به‌دست آمده از آن با میزان هزینه غیرمستقیم در هر سایت به‌دست می‌آید (جدول ٤).

جدول ٤- جزئیات هزینه نهایی سالانه برای کل کربن ترسیبی طرح‌ها در هر هکتار به ریال.

هزینه‌ها و سودها	*آگروپایرون*	*آتریپلکس*
میانگین هزینه مستقیم سالانه	۲۳۰۹۹۱٦٦	۲۱۳۸٤۳۰٥
میانگین سود سالانه	۱۰۸۰٦٦۰۰	۳٥۹۹۲۳٥
هزینه غیرمستقیم	۲۰۸۹۷۳٦	۳۰۲۳٤٦۱
میانگین هزینه نهایی سالانه	۱٤۳۸۲۳۰۳	۲۰۸۰۸٥۳۱

هزینه نهایی سالانه ترسیب هر تن کربن در هکتار در سایت‌ها: هزینه نهایی سالانه برای ترسیب هر تن کربن با استفاده از رابطه ۲ با تقسیم میزان هزینه نهایی سالانه صرف شده در هر سایت بر میزان کل کربن ترسیبی سالانه توسط آن به‌دست می‌آید که نتایج آن در جدول ٥ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- جزئیات هزینه نهایی سالانه ترسیب هر تن کربن در هکتار در سایت‌ها به ریال.

سایت	ترسیب کربن (تن در هکتار)	هزینه نهایی برای کل کربن در هکتار	هزینه نهایی برای هر تن کربن در هکتار
آگروپایرون	۰/۷۱۵	۱٤۳۸۲۳۰۳	۲۰۱۱۵۱۰۹
آتریپلکس	۱/۲۲	۲۰۸۰۸۵۳۱	۱۷۰۵٦۱۷۲

در جدول ۵ ملاحظه می‌شود هزینه نهایی سالانه برای ترسیب هر تن کربن در سایت *آتریپلکس* کم‌تر از هزینه نهایی سالانه ترسیب هر تن کربن در سایت *آگروپایرون* می‌باشد. کشت *آتریپلکس* بر خلاف این‌که در واحد سطح هزینه بالایی دارد اما بالا بودن کربن ترسیبی در واحد سطح سایت *آتریپلکس* میزان هزینه نهایی آن را برای ترسیب هر تن کربن کاهش داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج کلی ارزیابی این پژوهش بیانگر آن است، کاشت و احیای مراتع تخریبی مورد مطالعه توسط دو گونه *آگروپایرون* و *آتریپلکس* توانسته به‌صورت مفیدی بر افزایش ترسیب کربن اثر بگذارد بنابراین ادامه کاشت و احیای اراضی تخریب شده منطقه می‌تواند در ترسیب کربن مفید باشد (شیدای‌کرکج، ۲۰۱۱). در دو سایت مورد مطالعه به‌دلیل تفاوت نوع گونه و شرایط خاص کشت هر گونه میزان تولید علوفه، هزینه‌ها، سود و میزان کربن ترسیب شده نیز با هم تفاوت دارند بنابراین ضروری است که برای هر گونه جداگانه ارزیابی هزینه نهایی گردد. نتایج به‌دست آمده از ارزیابی هزینه ترسیب هر تن کربن در هکتار بیانگر آن است که هزینه نهایی ترسیب کربن در سایت *آتریپلکس* بسیار کم‌تر از سایت *آگروپایرون* است.

مقایسه هزینه نهایی برآورده شده ترسیب کربن در سایت‌های مرتعی این پژوهش با هزینه ترسیب کربن در مناطق جنگلی که توسط دیکسون و همکاران (۱۹۹۱)، وان‌کوتن و همکاران (۲۰۰٤)، استاوینز و ریچاردز (۲۰۰۵) گزارش شده است، نشان می‌دهد که هزینه ترسیب کربن در جنگل‌ها تقریباً ارزان‌تر از مراتع مورد مطالعه است. دلیل آن ناشی از ذخیره کربن کم در واحد سطح مراتع نسبت به جنگل‌ها است که باعث می‌گردد هزینه ترسیب بالا برود. درنر و شومان (۲۰۰۷) نیز به پتانسیل کم مراتع در واحد سطح اشاره داشته‌اند، اما به‌دلیل سطح وسیع مراتع، نقش این اکوسیستم‌ها را در ترسیب کربن مهم ارزیابی می‌کنند. از دیگر دلایل ارزان بودن ترسیب کربن در جنگل‌ها می‌توان به بالا بودن سودهای به‌دست آمده از محصولات جنگل مانند چوب و یا سود خدمات اکولوژیک اشاره کرد.

کاهش هزینه‌ها و افزایش سودهای جانبی طرح‌های احیایی کاشت گیاهان از راه‌کارهای مهم برای حل معضل بالا بودن هزینه ترسیب کربن در مراتع است. برای کاهش هزینه ترسیب کربن در طرح‌های

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش پوشش گیاهی اکوسیستم‌ها، باید به بحث کاربری چندمنظوره گونه‌های مورد کاشت نیز توجه ویژه شود تا با تامین نیازهای علوفه‌ای دام‌ها، استفاده‌های دارویی و صنعتی امکان جبران بخشی از هزینه صرف شده میسر شود. همچنین در بعضی از کشورها، بنگاه‌های داوطلبانه تجارت کربن تاسیس شده است تا بخشی از هزینه‌های ترسیب کربن توسط این بنگاه‌ها تامین شود. بنگاه تغییر اقلیم شیکاگو در آمریکا[1]، از این گونه هست که طی دهه‌های اخیر به این منظور تاسیس گشته است (اسلنی و همکاران، ۲۰۰۹). این گونه بنگاه‌ها واسطه‌ای بین تولیدکنندگان دی‌اکسیدکربن و ترسیب‌کنندگان کربن هستند، که توسط جمع‌آوری مالیات‌های اعمال شده دولت برای تولیدکنندگان گاز دی‌اکسیدکربن، از طریق تامین بخشی از هزینه‌های بهره‌بردارن و صاحبان این اراضی عمل می‌نمایند (ریبرا و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین لزوم تاسیس این چنین سازمان یا بنگاهی برای ایجاد علاقه به ترسیب کربن در اکوسیستم‌های زمینی، در تمامی کشورها به‌خصوص ایران که عضو معاهده بین‌المللی تغییر اقلیم سازمان ملل متحد بوده و دارای مراتع وسیع می‌باشد، بیش‌تر احساس می‌شود (تامسون و همکاران، ۲۰۰۸). تاسیس این بنگاه‌ها در کشور سبب خواهد شد کربن ترسیب شده دارای ارزش ریالی باشد و امکان داد و ستد آن به‌وجود آید در این صورت با مدنظر قرار دادن ارزش ترسیب کربن در طرح‌های مرتع‌داری به‌عنوان برتری‌های به‌دست آمده گامی مهم در جهت کاهش هزینه اجرای طرح‌های مرتع‌داری برداشته خواهد شد و از طرفی اگر شرایطی به‌دست آید که ترسیب کربن را به‌عنوان یک سود اضافی قابل ارزش‌گذاری و قابل تجارت معرفی کرد در آن صورت خواهیم توانست که علاقه و تمایل به افزایش عملیات مدیریتی و احیای مرتع را افزایش داد.

منابع

1.Derner, J.D., and Schuman, G.E. 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. J. Soil and Water Cons. 62: 2. 77-85.

2.Dixon, R.K., Schroeder, P.E., and Winjum, J.K. 1991. Assessment of promising forest management practices and technologies for enhancing conservation and sequestration of atmospheric carbon and their costs. USEPA, EPA/600/3-/911067, Washington, DC.

3.Eskandari, N., Alizade, A., and Mahadavi, F. 2008, Rangeland policies in Iran. Iranian Forest and Rangeland Organization publication, 190p. (In Persian)

4.Finer, L. 1996. Variation in the amount and quality of litter fall in a *Pinus sylvestris* L. stands growing on a bog. Forest Ecology and management, 80: 111-118.

1- Chicago Climate Exchange (CCX)

www.SID.ir

Archive of SID

5.Jangjou, M., and Ghorbani, M. 2007. A new interface to evaluation of rangeland management projects in Iran. Iran. J. Range. 1: 3. 292-308. (In Persian)
6.Lemma, B., Kleja, D.B., Nilsson, I., and Olsson, M. 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. Geoderma. 136: 886-898.
7.Luciuk, G.M., Bonneu, M.A., Boyle, D.M., and Vibery, E. 2000. Praire farm rehabilitation. Administration paper, Carbon sequestration-Additional Environmental Benefits of forest in the PERA, Pp: 12-19.
8.Natural resources and watershed management office of Golestan province. 2008. Consulting engineers of Zamin Manbe Golestan. Executive and implementation studies of Torouti watershed, 69p. (In Persian)
9.Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter, P 539-580. In: A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. in the Agronomy series 9. ASA, SSA. Madison WI.
10.Olsson, L., and Ardoe, J. 2006. Soil carbon sequestration in degraded semiarid agro-ecosystems-perils and potentials. Ambio. 31: 471-477.
11.Palumboa, A.V., Mc Carthyb, J.F., Amonettec, J.E., Fishera, L.S., Wullschlegera, S.D., and Danielsd, W.L. 2004. Prospects for enhancing carbon sequestration and reclamation of degraded lands with fossil-fuel combustion by-products. Advaces in Environmetal Research, 8: 425-438.
12.Plantinga, A.J., Mauldin, T., and Miller, D.J. 1999. An econometric analysis of the cost of sequestering carbon in forests. Amer. J. Agric. Econ. 81: 812-824.
13.Quay, P., Sonnerup, R., Westby, T., Stutsman, J., and Mc Nichol, A. 2003. Changes in the C-13/C-12 of dissolved inorganic carbon in the ocean as a tracer of anthropogenic Co_2 uptake. Global Biogeochemistry Cycle, 17: 1. 34-43.
14.Ribera, L.A., Zenteno, J., and Mc Carl, B.A. 2008. Carbon markets: a potential source of financial benefits for farmers and ranchers. Research Report 08-3. September 2008 (revised)-Texas A & M University, Pp: 1-10.
15.Sheidai Karkaj, E. 2011. Evaluation of carbon sequestration ability of two restorational species Agropyron elongatom and Atriplex lentiformis (Case study: Chapar Ghoymeh region, Gonbad). M.Sc. Thesis in rangeland management. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 85p. (In Persian)
16.Slaney, G.L., Lantz, V.A., and Mc Lean, D.A. 2009. The economics of carbon sequestration through pest management: application to forested land bases in New Brunswick and Saskatchewan, Canada. Forest Policy and Economy, 11: 525-534.
17.Stavins, R., and Richards, K. 2005. The cost of U.S. forest-based carbon sequestration. Pew Centre, Arlington, U.S.A, 25p.
18.Thomson, A.M., Izaurralde, R.C., Smith, S.J., and Clarke, L.E. 2008. Integrated estimates of global terrestrial carbon sequestration. Global. Environment Change, 18: 192-203.
19.Van Kooten, G., Eagle, A.J., Manley, J., and Smolak, T. 2004. How costly are carbon offsets? A meta-analysis of carbon forest sinks. Environmental Science and Policy, 7: 239-251.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(1), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Cost comparing of soil carbon sequestration in rangeland reclamation practices through plantation of *Agropyron elongatum* and *Atriplex lentiformis* (Case Study: Chapr goymeh of Gonbad)

***E. Sheidai Karkaj[1], H. Barani[2], M. Akbarlo[3], Gh.A. Heshmati[4] and F. Khormali[5]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Professor, Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [5]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 10/27/2011; Accepted: 10/08/2012

Abstract

Carbon sequestration in soil through rangeland reclamation and planting new species, in view point of economics, is one of the practical ways to reduce CO_2 concentration in the atmosphere. Study about carbon sequestration cost and identification of low-cost species is necessary to recommendation of low-cost suitable species for reclamation of rangeland. Economic aspects of soil carbon sequestration were evaluated in two sites of Chapar Ghoymeh region planted by *Agropyon elomgatum* and *Atriplex lentiformis*. Therefore soil annual sequestrated carbon amount per hectare was determined after laboratory analyzing of random soil samples of two species planted sites and comparing with soil carbon of control site. Thus final annual cost of carbon sequestration per hectare was assessed using of cost and income data of sites driven of handbook of rangeland reclamation plans and interview with experts. Overall results of this study showed that reclamation of rangeland by *Atriplex lentiformis* and *Agropyron elongatum* have sequestrated 21.974 and 12.872 ton carbon per hectare in soil respectively. The cost of sequestrating carbon in soil of *Atriplex lentiformis* and *Agropyron elongatum* sites were 17,056,172 and 20,115,109 Rials respectively. Therefore *Atriplex lentiformis* is more suitable and low-cost species in reclamation of rangeland in view point of soil carbon sequestration and continuing reclamation of this region by planting *Atriplex lentiformis* would contain low cost for sequestration carbon in soil.

Keywords: Soil carbon sequestration, Rangeland reclamation, Economic evaluation, *Agropyron elongatum*, *Atriplex lentiformis*

* Corresponding Author; Email: esmaeil_sheidayi@yahoo.com

www.SID.ir