فصلنامه علوم‌محیطی، دوره دوازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳

۵۵-٦٤

برآورد ارزش اقتصادی خدمات ترسیب‌کربن در مراتع با روش هزینه جایگزین

(مطالعه موردی: مراتع منطقه دیزج بطچی خوی)

رقیه قریشی[1*]، جواد معتمدی[2] و اسماعیل شیدای کرکج[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

[2] استادیار گروه منابع‌طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

[3] دانشجوی دکتری مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۸

چکیده

ارزش‌گذاری مسائل و مشکلات محیط‌زیستی در ابعاد مختلف گام اساسی در جهت حل مشکلات و هم‌چنین حفاظت و بهره‌برداری از محیط‌زیست و دست‌یابی به توسعه پایدار محسوب می‌شود. ارزش‌گذاری اقتصادی را می‌توان به‌گونه‌ای مثبت در هر چه بهتر نمودن سیاست‌های محیط‌زیستی دخالت داد. درحال حاضر ثابت شده است که تخریب اکوسیستم و بدتر شدن کیفیت و کمیت خدمات ارائه شده توسط اکوسیستم، اثرات منفی بر روی رشد اقتصادی دارد. در پژوهش حاضر با بیان میزان کربن ذخیره شده در مراتع در دو بخش پوشش گیاهی و خاک به برآورد ارزش ریالی آن با روش مبتنی بر هزینه جایگزین پرداخته شد. در مکان‌های مورد مطالعه، نمونه‌برداری گیاه و خاک به‌روش تصادفی-سیستماتیک جهت تعیین مقدار کربن ترسیب شده انجام شد. مقدار کربن ترسیب شده در خاک و گیاه از طریق آزمایشات تعیین گردید. در نهایت ارزش ریالی ترسیب هر تن کربن در هکتار در سال با استفاده از رویکرد ارزش‌گذاری مبتنی بر هزینه جایگزین برای هر یک از مکان‌ها به‌دست آمد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، ارزش اقتصادی ذخیره کربن کل مکان‌های مورد بررسی در مراتع منطقه دیزج بطچی شهرستان خوی با شدت‌های چَرای متوسط، کم و زیاد؛ به‌ترتیب برابر ۱۴۶۳۰، ۸۸۷۴، ۶۷۲۲ میلیون ریال در هکتار برآورد گردید، به‌طوری که مراتع با شدت چَرای متوسط از بیش‌ترین ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده در منطقه برخوردار می‌باشد. مطالعه سهم نسبی توزیع ذخایر کربن در اجزای اکوسیستم نشان داد که بیش‌ترین فایده اقتصادی به بخش خاک تعلق دارد. این نکته، بیان‌گر آن است که در اکوسیستم‌های مرتعی، خاک اصلی‌ترین و مهم‌ترین منبع ذخیره کربن است.

کلمات کلیدی: ارزش اقتصادی، مراتع، ترسیب‌کربن، روش هزینه جایگزین.

Estimating Economic Value of Carbon Sequestration Services in Rangelands with Replacement Cost Method (Case Study: Khoy Dizaj Batchy Rangeland)

Roghayeh Ghoreyshi,[1]* Javad Motamedi[2] & Esmaeil Sheidai Karkaj[3]

[1] *MSc. in Rangeland Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil*

[2] *Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Urmia, Urmia*

[3] *PhD. Student of Rangeland Sciences, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan*

Abstract

Valuation of environmental problems and issues in various dimensions are counting as basic step in solving problems and also protection of environment and achieving sustainable development. Economic valuation can be involved in positive manner to improve environmental politics. Now, it proved that the degradation of ecosystems and worsening the quality and quantity services provided by ecosystem has negative impacts on economic growth. In this study, the economic value estimation of carbon sequestration was conducted in two parts of vegetation and soil through cost-based valuation approach. In study sites, soil and vegetation sampling was conducted for measuring carbon amount with random- systematic method. Carbon amount in both soil and plants was measured via experiments. Finally the Rial value of each ton carbon per hectare in year was obtained for each sites with Replacement Cost Method. Based on the results, the lowest and highest value of economic of carbon storage in the Dizaj Batchy city of Khoy, with the average grazing intensity, were estimated about 14630, 8874, 6722 million Rial/ha, respectively. As such moderate intensity grazing rangeland had greatest economic value of carbon sequestration in the region. Studying the relative portion in ecosystem parts showed that greatest profit of carbon sequestration belongs to the soil. This point implies that the soil is the most important source of soil carbon storage in rangeland ecosystems.

Keywords: Economic value, Rangelands, Carbon sequestration, Replacement cost method.

* Corresponding author. *E-mail Address*: rghorayshi@ymail.com

۱- مقدمه

استفاده آزاد از سوخت‌های فسیلی تهدیدی جدی برای محیط‌زیست است و امکان بالقوه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن زمین را به‌همراه دارد و انتظار می‌رود در صورت تداوم وضعیت فعلی مصرف انرژی، متوسط دمای زمین در ۵۰ سال آینده در اثر تشدید گازهای گلخانه‌ای که دی‌اکسید کربن عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای است حدود ۴/۵-۱/۵ درجه سانتی گراد افزایش خواهد یافت [۱]. پیامدهای اقتصادی و محیطی این واقعه، باعث نگرانی دانشمندان و سازمان‌های جهانی مسئول گشته و آنان را بر این داشته که برای کاهش غلظت جهانی گاز دی‌اکسیدکربن گزینه‌های مختلف اجرایی را ارائه دهند [۲]. برطبق پیمان کیوتو در سال ۱۹۹۷، تعدادی از کشورهای صنعتی متعهد شدند که انتشار گازهای گلخانه‌ای را طی دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ حداقل ۵ درصد در مقایسه با سطح آن در دهه ۱۹۹۰ کاهش دهند [۳].

دست‌یابی به‌روش‌های کاهش دی‌اکسید کربن با استفاده از تکنولوژی جدید سازگار با محیط‌زیست که مواد آلاینده کمتری تولید و هزینه کمتری درپی داشته باشد هستند [۴]. در حالت کلی امروزه با ورود به قلمروهای فرا-ملی و بین‌المللی، دغدغه‌های مهمی مثل تنظیم گازهای اتمسفری یا تنوع زیستی مطرح می‌شود که خود بازگوکننده مجادلات سیاسی و اقتصادی بی‌شمار در مورد خدمات منشأ گرفته از عرصه‌های طبیعی است و در حال حاضر ثابت شده است که تخریب اکوسیستم و بدتر شدن کیفیت و کمیت خدمات ارائه شده توسط اکوسیستم، دارای اثرات منفی برروی رشد اقتصادی دارد [۵]. که در کنار آن نیز ظرفیت‌های اقتصادی، رشد پایدار در آینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۶]. امروزه نیاز اصلی، استفاده از روش‌شناسی و رویکردهای موجود برای حل مشکلات واقعی و به‌هم‌پیوسته به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه است. در واقع مشکل اصلی، ارزیابی دقیق اهمیت اثرات مختلف و به‌هم‌پیوسته محیط‌زیستی و سپس انتخاب راهبردهایی برای کاهش این اثرات نامطلوب به شیوه‌ای عاقلانه و کارآمد است [۷].

پالایش کربن به‌روش‌های مصنوعی مانند فیلتر و غیره هزینه‌های سنگینی را در بردارد، به‌طوری‌که آمریکا این هزینه را حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن تخمین زده است و [۸] هزینه ترسیب برای هر تن کربن را ۵۰ دلار محاسبه کرده‌اند. در تحقیقات انجام گرفته از بین روش‌های کارآمد، روش توسعه و گسترش پوشش گیاهی خشبی درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای در مراتع می‌باشد که بیش از سایر روش‌ها کاربرد داشته و در حال حاضر به‌طور مؤثری برای کاهش‌دی‌اکسید کربن موجود در هوا درنظر گرفته شده است [۹]. به‌طور کلی، ترسیب کربن در مراتع فرایندی است که طی آن دی‌اکسید کربن اتمسفر جذب شده و در بافت‌های گیاهی به‌صورت هیدرات‌های‌کربن تجمع و رسوب می‌کند [۱۰]. در این راستا اکوسیستم‌های مرتعی بخصوص کشور ایران با داشتن ۸۶/۱ میلیون هکتار مرتع [۱۱] پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارند. به‌گونه‌ای که ذخیره کربن آن‌ها، ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کربن آلی خاک را شامل می‌شود [۱۲]. همچنین تغییرات جزئی در ذخیره سازی کربن در مراتع به‌طور بالقوه می‌تواند تغییر در چرخه‌کربن جهانی را به‌دنبال داشته باشد، در همین حیث با توجه‌به اهمیت موضوع در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های اقتصادی در ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست به‌طور چشمگیری در اروپا و آمریکا افزایش یافته است [۱۳، ۱۴].

از دلایل ارزش‌گذاری کارکردهای کالا و خدمات محیط‌زیست از دیدگاه اقتصاددانان و اکولوژیست‌ها شناخت منافع محیط‌زیستی و اکولوژیکی مراتع توسط انسان، شناسایی سهم مراتع در رفاه اجتماعی، ارایه مسایل و مشکلات محیط‌زیستی کشور به تصمیم گیرندگان، ارزیابی میزان خسارت‌های اجتماعی ایجاد شده به‌وسیله تخریب اکوسیستم مراتع و جلوگیری از تخریب و بهره‌برداری بی‌رویه منابع‌طبیعی می‌باشد [۱۵]. این امر بیان‌گر یک برنامه تحقیقاتی رو به رشدی است که سعی دارد شناخت بشر را نسبت‌به رابطه بین سیستم اقتصادی و اکولوژیکی گسترش داده و اهمیت اکوسیستم و شناخت عمیق نسبت‌به راهکارهای گوناگونی که به بشرفایده می‌رساند را نشان دهد. روش هزینه جایگزین، از جمله روش‌های مرتبط با برآورد ارزش خدمات اکوسیستم مبتنی بر هزینه‌های پیش‌گیری از خسارت با توجه‌به خدمات از دست رفته، می‌باشد. این روش، با انجام اقدامات دقیق از ارزش‌های اقتصادی، میزان

تمایل مردم به پرداخت هزینه برای یک محصول یا خدمات را، اساس کار خود قرار نمی‌دهد. بلکه بر این فرض استوار هستند که هزینه‌های اجتناب از خسارت و یا تعویض اکوسیستم و یا خدمات، خود برآورد مفید از ارزش اکوسیستم یا خدمات را به‌دست می‌دهند [۱۶]. در واقع هزینه جایگزینی کالایی را که به‌دلیل یک اثر جانبی مشخص آسیب دیده یا از میان رفته است، می‌توان به‌عنوان معادل منافع حاصل از جذب خروجی‌های ناشی از سرمایه‌گذاری راه درنظر گرفت. نقطه ضعف روش هزینه جایگزینی این است که ممکن است هیچ‌گونه جایگزینی در عمل اتفاق نیفتد. در این حالت هزینه جایگزینی نماینده ضعیفی برای منافع از دست رفته است.

در بیش‌تر مطالعات گذشته برای برآورد ارزش کارکردکربن، بیش تر از روش های هزینه جایگزین استفاده گردیده است. محققان هزینه سالانه فرسایش خاک در ایران را با روش هزینه جایگزین برآورد نمودند [۱۷]. هم‌چنین [۱۸] ، به ارائه الگوی دیگر ارزش‌گذاری مکانی کارکرد جذب دی‌اکسید کربن در جنگل‌های خزری ایران را با روش هزینه جایگرین پرداختند. مطالعات دیگری هم در خارج کشور در مورد ارزش‌گذاری اقتصادی اکوسیستم مراتع و جنگلی، به‌روش هزینه جایگزین صورت گرفته است [۱۹، ۲۰]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از تکنیک‌ها یا روش‌های ارزش‌گذاری کالاها و خدمات محیط‌زیستی در ایالات متحده و اروپا شکل و بسط یافته و مورد استفاده قرار گرفته شده است، لیکن تاکنون تلاشهای اندکی برای ارزش‌گذاری اقتصادی اثرات تخریب محیط‌زیست در کشورهای در حال توسعه انجام شده است [۲۱].

از همین حیث با انتخاب سه سایت در اکوسیستم مراتع به‌منظور ارزیابی اولیه از ذخیره کربن مراتع منطقه و به تبع آن، برآورد ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده به روش هزینه جایگزین پرداخته شد تا در جهت شناخت عمیق نسبت‌به اهمیت مراتع در جهت جلوگیری از افزایش گازهای گلخانه‌ای برداشت.

مطالعه حاضر دارای اهمیت ویژه‌ای برای کشور است زیرا در طی سال های آتی، کشور مجبور است تصمیمات بسیار مهم و دشواری درباره آینده بسیاری از منابع طبیعی اتخاذ نماید که البته بسیاری از آن‌ها به‌سرعت در حال تخریب هستند. تخریب مراتع پیامدهای وخیمی برای همه دارد زیرا همه مردم کشور به خدمات این اکوسیستم ها متکّی هستند. از این‌رو انجام این مطالعه در شرایط حاضر بسیار مهم و حیاتی است. زیرا فقط عده محدودی از تصمیم گیران و سیاست گذاران به اهمیت گسترده خدمات غیر بازاری جنگل‌ها و مراتع واقفند. لذا اگر ارزش اقتصادی آن‌ها بر اساس معیارهای قابل سنجش با سایر بخشهای اقتصادی کشور برآورد نگردد این خطر ناگوار وجود دارد که بقای دراز مدت مراتع کشور فدای منافع اقتصادی کوتاه مدت گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد بررسی

برای انجام پژوهش حاضر، سه مکان مرتعی که معرف اقلیم رویشی آذربایجان در ناحیه رویشی ایران و تورانی می‌باشند، در مراتع منطقه دیزج بطچی شهرستان خوی انتخاب شدند. هر سه مکان از نظر عوامل اقلیمی و ادافیکی، تقریباً یکسان و از نظر شدت چَرای دام (چَرای زیاد، چرای متوسط، چَرای کم) متفاوت‌اند (جدول۱). اراضی مورد مطالعه، دشت دامنه‌ای دارای خاک از نوع قهوه‌ای با عمق نسبتاً زیاد می‌باشد که بر روی تشکیلات آهکی جوان مستقر شده است. بافت خاک عمدتا متوسط شنی- لومی تا لومی- رسی و در بعضی مناطق دارای خاک سنگین رسی- لومی، بدون محدودیت شوری یا قلیایی می‌باشد. اقلیم منطقه، نیمه خشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۲۶۵/۴ ملیمتر و متوسط دمای سالانه، ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۲-۲- روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به‌روش تصادفی سیستماتیک در قالب ۶۰ پلات یک متر مربعی به فواصل ۱۰ متر از یکدیگر در امتداد ترانسکت‌های ۱۰۰ متری مستقر در منطقه انجام گرفت. در هریک از پلات‌ها به‌منظور نمونه‌برداری از اندام هوایی، پوشش تاجی هر یک از گونه‌ها تا سطح زمین به‌طور کامل قطع و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد. نمونه‌برداری از اندام‌های زیرزمینی نیز با توجه‌به عمق خاک و توسعه عمودی ریشه، تا عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک انجام و ریشه‌ها در پاکت‌های جداگانه به آزمایشگاه

جدول۱- مشخصات مناطق مورد بررسی

مکان مرتعی	تیپ غالب گیاهی (بر اساس نمود ظاهری)	وضعیت مرتع (بر اساس روش چهار فاکتوری)	گرایش مرتع (بر اساس امتیاز دهی به خصوصیات خاک و پوشش گیاهی)	شدت چرا (براساس میزان دامگذاری)	میانگین تاج پوشش گیاهی منطقه (درصد)
۱	*Artemisia aucheri- Agropyron trichophorum - Stipa barbata*	متوسط	منفی	متوسط	۳۵
۲	*Agropyron trichophorum- Thymus koteschianus*	متوسط	ثابت	کم	۳۰
۳	*Artemisia aucheri- Agropyron trichophorum*	ضعیف	منفی	زیاد	۲۰

شدت چرا در مکان‌های مورد بررسی؛ بر مبنای میزان دامگذاری، میزان بهره‌برداری و فاصله از محل اطراق دام و محل آبشخوار، در نظر گرفته شده است.
مکان مرتعی۱(شدت چَرای متوسط)، مکان مرتعی۲(شدت چَرای کم)، مکان مرتعی۳(شدت چَرای زیاد)

منتقل شد. هم‌چنین جهت نمونه‌برداری خاک در ابتدا و انتهای ترانسکت‌های ۱۰۰ متری مستقر در منطقه، یک پروفیل خاک حفر شد که مجموع پروفیل‌های حفر شده در هر سه مکان مرتعی ۱۸ عدد بود و نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک انجام شد و جهت تعیین میزان کربن آلی ترسیبی به آزمایشگاه منتقل شدند.

۲-۳- روش آزمایشگاهی

در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌های گیاهی شسته، توزین و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. پس از آسیاب نمونه‌های خشک، درصد کربن آلی به‌روش احتراق در کوره الکتریکی محاسبه شد. در ادامه با احتساب تراکم پایه های گیاهی در واحد سطح، وزن بیوماس اندام هوایی و ریشه و بیوماس کل در هر هکتار محاسبه شد. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس معادله ۱[۲۲]، و ضرب ضریب تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل ترسیب شده در هر پایه و در نهایت هر هکتار از نواحی مطالعاتی محاسبه شد.

کربن آلی = ماده آلی × ۰/۵۴ (۱)

کربن آلی خاک نیز با روش تیتراسیون، وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب با استفاده از سیلندرهای استاندارد [۲۳] تعیین شد. در نهایت میزان کربن ترسیب شده در واحد سطح، بر حسب تن در هکتار با استفاده از معادله ۲ [۳]، محاسبه شد:

$$SC = 100 \times O.C. \times Bd \times D \quad (۲)$$

که در این رابطه، SC، مقدار کربن بر حسب تن در هکتار در عمق خاص، OC%، کربن آلی خاک به درصد، Bd، وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و e، عمق خاک بر حسب متر است.

۲-۴- روش آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه مقدار کربن ترسیب شده در پوشش گیاهی و خاک سایت‌های مورد بررسی از تجزیه واریانس و به‌منظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. آنالیزهای آماری در محیط نرم‌افزار آماری SPPS نسخه ۱۶ صورت پذیرفت.

۲-۵- تعیین ارزش ریالی منافع ناشی از خدمات ترسیب (جذب) کربن

به‌منظور تعیین ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده در مراتع مورد بررسی، از رویکرد ارزش‌گذاری مبتنی بر هزینه (روش ارزش‌گذاری غیر مستقیم بازار) استفاده شد. رویکرد ارزش‌گذاری مبتنی بر هزینه شامل روش‌های هزینه‌ی خسارت اجتناب شده[۱]، هزینه جایگزین[۲] و هزینه جانشین[۳] می‌باشد. بر اساس این روش‌ها برآورد ارزش‌های اقتصادی بر اساس هزینه‌های اجتناب شده‌ی ناشی از کاهش یا نابودی خدمات اکوسیستم، هزینه‌های جایگزین خدمات اکوسیستم و یا هزینه‌های فراهم‌سازی خدمات جانشین پایه‌ریزی می‌گردد [۲۴]. به‌همین دلیل به این روش‌ها، روش‌های مبتنی بر هزینه نیز اطلاق می‌گردد [۲۵].

با توجه‌به این‌که ۲۷ درصد از وزن دی‌اکسید کربن اتمسفری را کربن تشکیل می‌دهد (جرم اتمی کربن ۱۲ و جرم اتمی اکسیژن ۱۶ می‌باشد)، بنابراین هر تن دی‌اکسیدکربن اتمسفری معادل ۲۷۰ کیلوگرم کربن می‌باشد. درنتیجه هر تن کربن ترسیب شده معادل ۳/۶۷ تن

دی اکسید کربن اتمسفری می‌باشد [۲۶]، لذا برای تعیین ارزش کربن جذب شده دی‌اکسید کربن میزان رشد سالانه ماده خشک در مرتع محاسبه گردید و پس از برآورد میزان تولید و رشد ماده خشک در اکوسیستم مورد مطالعه حجم کل کربن ذخیره شده به‌وسیله مرتع (C_T) محاسبه شد. کل کربن ذخیره شده به‌وسیله اکوسیستم مرتع شامل کربن ذخیره شده در اندام هوایی، زمینی و بخش خاک می‌باشند.

در رابطه (۳)، C_1 و C_2 به‌ترتیب مقدار کربن ذخیره شده در اندام هوایی و اندام زمینی را نشان می‌دهد.

$$C_1+C_2= C_T \qquad (۳)$$

هم‌چنین برای برآورد ارزش ریالی میزان کربن ترسیب شده در هریک از مکان‌های مورد بررسی، مطالعات گذشته نشان می‌دهد که میانگین نرخ مالیات اعمال شده برای انتشار هر تن کربن در سال ۱۹۹۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۴، ۲۰۱۲، به‌ترتیب معادل ۲۱/۸، ۲۸/۴، ۳۴/۴، ۴۷/۲ دلار بوده است [۲۵]، که با توجه‌به این داده‌ها، ارزش ریالی کارکرد ذخیره کربن مرتع در جدول ۴ ارائه شده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترسیب‌کربن بیوماس

میزان کربن ترسیب شده در اندام هوایی مکان‌های مورد بررسی با شدت‌های چرای متوسط، کم و زیاد به‌ترتیب برابر؛ ۱/۵۴ ، ۰/۵۷ و ۱/۱۸ (تن در هکتار) برآورد گردید (شکل۲) که بیش‌ترین میزان کربن، متعلق به سایت شماره ۱ می‌باشد (جدول۲). نتایج آزمون تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد، بیان‌گر وجود رابطه معنی‌داری بین ترسیب کربن بیوماس در مناطق مورد مطالعه می‌باشد (جدول۳).

مقدار ذخیره کربن در بخش بیوماس ریشه در مکان‌های مورد بررسی با شدت‌های چَرای متوسط، کم و زیاد؛ به‌ترتیب برابر ۱/۹۳ ، ۰/۲۷ و ۱/۱۵ تن در هکتار برآورد گردید. مقدارکربن ذخیره شده در بخش بیوماس ریشه در سایت شماره ۱ با مقدار (۱/۹۳ تن در هکتار) دارای مقدار بیش‌تری نسبت‌به سایت شماره ۲ و ۳ می‌باشد (شکل۳). نتایج آزمون تجزیه واریانس در سطح ۵ درصد، بیان‌گر وجود رابطه معنی‌داری بین ترسیب کربن بیوماس در مناطق مورد مطالعه می‌باشد (جدول۳).

جدول۲- کربن ترسیب شده پوشش گیاهی وخاک مکان‌های مورد بررسی

عوامل	پارامتر	مکان مرتعی	میانگین (تن در هکتار) ±اشتباه معیار
کربن ترسیب شده بیوماس (تن در هکتار در سال)	بیوماس هوایی	۱(شدت چَرای متوسط)	^{B} ۰/۹ ±۱/۵۴
		۲(شدت چَرای کم)	۰/۳ ±۰/۵۷
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{B} ۰/۸ ±۱/۱۸
	بیوماس زمینی	۱(شدت چَرای متوسط)	^{ns} ۰/۴ ±۱/۹۳
		۲(شدت چَرای کم)	^{ns} ۰/۰۴ ±۰/۲۷
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{ns} ۰/۲ ±۱/۱۵
	بیوماس کل (هوایی+زمینی)	۱(شدت چَرای متوسط)	^{ns} ۰/۲ ± ۳/۴۷
		۲(شدت چَرای کم)	^{b} ۰/۰۵ ±۰/۸۴
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{ns} ۰/۲ ±۲/۳۳
کربن ترسیب شده خاک (تن در هکتار در سال)	عمق (۱۵-۰ سانتی‌متری)	۱(شدت چَرای متوسط)	^{B} ۰/۰۹۲ ±۲۰/۴۳
		۲(شدت چَرای کم)	^{B} ۰/۰۶۶ ± ۱۵/۷۴
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{B} ۰/۱۲ ±۱۱/۳۶
	عمق (۳۰-۱۵ سانتی‌متری)	۱(شدت چَرای متوسط)	^{B} ۰/۰۵۷ ±۳۳/۳۶
		۲(شدت چَرای کم)	^{B} ۰/۰۳۳ ±۳۳/۵۹
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{B} ۰/۰۳۷ ±۲۴/۹۴
	(عمق کل ۳۰-۰ سانتی‌متری)	۱(شدت چَرای متوسط)	^{b}۰/۰۶۰ ±۲۶/۸۹
		۲(شدت چَرای کم)	^{b}۰/۰۶۳ ±۲۴/۶۶
		۳(شدت چَرای زیاد)	^{b}۰/۰۸۷ ±۱۸/۱۵

B: وجود رابطه معنی داری بین مناطق ns: عدم وجود رابطه معنی داری b: وجود رابطه معنی داری بین عمق ها در مکان یکسان

۳-۲- ترسیب‌کربن خاک

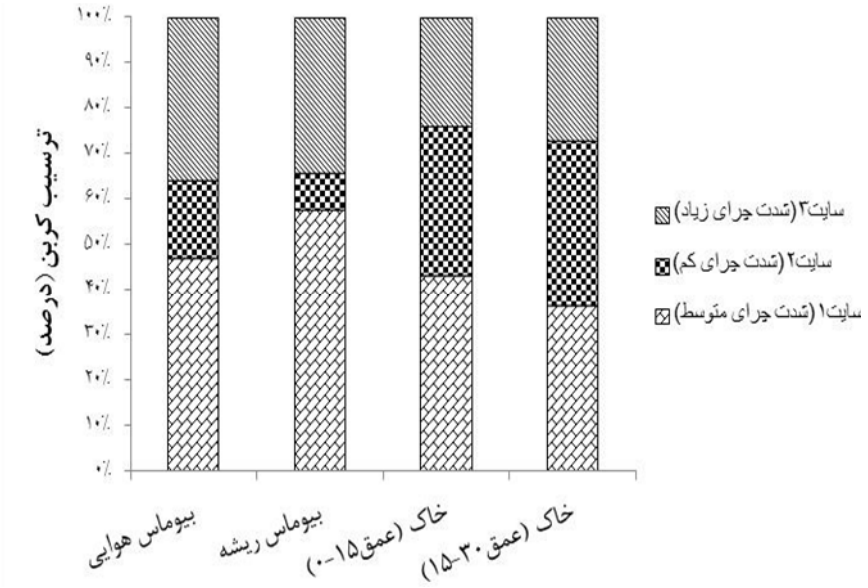
میزان کربن آلی خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری در مکان‌های مورد مطالعه با شدت‌های چَرای متوسط، کم و زیاد؛ به‌ترتیب برابر ۲۰/۴۳ ، ۱۵/۷۴ و ۱۱/۳۶ تن در هکتار برآورد گردید. ضمن این‌که مقادیر مذکور در عمق ۳۰-۱۵ ساتی‌متری خاک مکان‌های مورد بررسی، به‌ترتیب برابر ۳۳/۳۶ ، ۳۳/۵۹ و ۲۴/۹۴ تن در هکتار می‌باشد. میانگین کل کربن ترسیب شده خاک در مکان‌های مورد بررسی با شدت‌های چَرای متوسط، کم و زیاد به‌ترتیب ۲۶/۸۹، ۲۴/۶۶، ۱۸/۱۵ تن در هکتار برآورد گردید. میانگین کربن ذخیره‌ای در مکان‌های مورد مطالعه و مقایسه آن‌ها از طریق آزمون دانکن در جدول۲ آورده شده است.

نتایج آنالیز تجزیه واریانس در سطح ۵ درصد، بیان‌گر عدم وجود رابطه معنی‌داری بین کربن ترسیب شده در عمق‌های مورد بررسی در مکان‌های انتخابی می‌باشد (جدول۳). در یک اکوسیستم مرتعی یا جنگلی، پیوند خاک و پوشش گیاهی به‌قدری تنگاتنگ است که نمی‌توان یکی را بدون تأثیر دیگری بررسی کرد [۲۷]. در تحقیق حاضر بخش خاک بیش‌ترین میزان کربن ترسیب شده را به خود اختصاص داد که همین امر در بسیاری از تحقیقات نیز اثبات گردیده است که خاک در اکوسیستم‌های مرتعی مهم‌ترین مخزن کربن آلی محسوب می‌شود [۲۸، ۲۹، ۳۰] و خاک مهم‌ترین بستر استقرار فعالیت‌های زیستی انسان است که در حال حاضر هیچ جانشینی برای آن وجود ندارد به‌همین دلیل، برآورد هزینه‌های فرسایش خاک از موضوع‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه اقتصاددانان محیط‌زیست، کشاورزی و برنامه‌ریزان توسعهٔ اقتصاد قرار گرفته است. فرسایش خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در ارزیابی توان و تعیین کاربری مناسب خاک است [۳۱]. در مطالعه ای در خلیج بینتونی اندونزی، ارزش عملکرد حفظ و نگهداری عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک، با استفاده از روش هزینهٔ فرصت از دست رفته، معادل ۸۰۰ دلار برآورد شده است [۳۲]. در کاربرد روش هزینه جایگزین در فرسایش خاک محققان به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین مقادیر هزینه فرسایش در خاک‌های با عمق کمتر از ۱۵ سانتی متر ایجاد می‌شود که دارای نرخ‌های بالای فرسایش می‌باشند و ثانیا به‌طور نسبی با افزایش عمق خاک زراعی (به دلیل کاهش نرخ

جدول۳- تجزیه واریانس مقدار ترسیب کربن در اجزاء مختلف بیوماس و خاک مکان‌های مورد بررسی

عامل	منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	Sig.
ترسیب کربن بیوماس هوایی (تن درهکتار در سال)	تیمار	۷/۰۵۱	۲	۳/۵۲۶	**۶/۷۹۰	۰/۰۰۳
	خطا	۲۱/۸۰۸	۴۳	۰/۵۲		
	کل	۲۸/۸۵۹	۴۵			
ترسیب کربن بیوماس ریشه (تن درهکتار در سال)	تیمار	۱۹/۸۸۹	۲	۹/۹۴۴	*۱۰/۳۹۳	۰/۰۰۰
	خطا	۴۱/۱۴۶	۴۳	۰/۹۶		
	کل	۶۱/۰۳۵	۴۵			
کربن خاک عمق (۱۵-۰ سانتی‌متری)	تیمار	۳۱۶/۰۴۰	۲	۱۵۸/۰۲۰	^{ns}۲/۰۸۶	۰/۱۵۲
	خطا	۱۴۳۹/۰۸۴	۱۹	۷۵/۷۴		
	کل	۱۷۵۵/۱۲۴	۲۱			
کربن خاک عمق (۳۰-۱۵ سانتی‌متری)	تیمار	۳۶۶/۰۹۳	۲	۱۵۸/۰۴۶	^{ns}۱/۶۲۶	۰/۲۲۳
	خطا	۱۸۴۶/۵۰۱	۱۹	۹۷/۱۸۴		
	کل	۲۱۶۲/۵۹۴	۲۱			
کربن کل خاک (تن در هکتار در سال)	تیمار	۵۸۳۵۵/۷۶۲	۲	۲۹۱۷۷/۸۸۱	^{ns}۲/۱۲۴	۰/۱۳۲
	خطا	۵۶۳۱۲۹/۳۷۶	۴۱	۱۳۷۳۴/۸۶۳		
	کل	۶۲۱۴۲۵/۱۳۹	۴۳			

* و ** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی دار



شکل ۲- توزیع نسبی سهم اجزای اکوسیستم در ذخیره کربن.

فرسایش)، هزینه‌های جایگزینی فرسایش کاهش خواهد یافت [۳۳]. در برآورد ارزش اقتصادی منافع محیط‌زیستی جنگل‌ها، میانگین ارزش ریالی سالانه کارکردهای تنظیم آب، خاکزایی و جذب کربن در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۹ را به‌ترتیب ۰/۴۳، ۱۱۸/۸۴، ۱/۸۲ میلیون ریال و میانگین ارزش ریالی سالانه کارکرد حفظ خاک را ۷۲/۷۴ ریال برآورد کردند [۲۵].

۳-۳- برآورد ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده

در جدول ۴ ارزش ریالی کربن ترسیب شده هر تن کربن در مناطق مورد مطالعه آورده شده است. ارزش اقتصادی ذخیره کربن کل اکوسیستم مکان‌های مرتعی با شدت‌های چَرای متوسط، کم و زیاد به ترتیب ۱۴۶۳۰، ۸۸۷۴، ۶۷۲۲ میلیون ریال در هکتار برآورد گردید به‌طوریکه مراتع با شدت چَرای متوسط از بیش‌ترین ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده در منطقه برخوردار می‌باشد. هم‌چنین با توجه‌به نتایج بیش‌ترین فایده اقتصادی به بخش خاک تعلق دارد (جدول۴). در تحقیق حاضر سایت ۱ (شدت چرای متوسط)، به‌لحاظ بوته‌زار بودن، دارای میزان ارزش کربن ترسیب شده بیش‌تری نسبت‌به سایت ۲ (شدت چرای کم) با گونه غالب علفی است که با نتایج تحقیق حاضر [۳۴]، مطابقت دارد که بیان می‌کند چنانچه ارزش ترسیب کربن مراتع در حال حاضر، ۲۰۰ دلار برای هر تن در هکتار برآورد شده باشد، گونه درمنه می‌تواند علاوه بر نقش مؤثری که در حفاظت خاک و تأمین علوفه برای دام ایفا می‌کند، در دست‌یابی به ارزش اقتصادی از طریق ترسیب کربن نیز از اهمیت بالایی برخوردار باشد. [۳۵] نیز بر اهمیت گونه‌های چوبی تأکید دارد و بیان می‌دارد گونه‌های چوبی به‌نحوی ارزش اقتصادی پنهان شده در خود دارند که باید آشکار گردند به‌طوری‌که گیاهان بوته‌ای لیل داشتن ریشه عمیق و طویل و بیوماس و لاشبرگ زیاد پتانسیل بیولوژیکی بالایی در ترسیب کربن در واحد سطح داشته که این امر سبب شده، از لحاظ اقتصادی نیز گونه مفید و کم هزینه‌ای در امر احیای مراتع از دیدگاه ترسیب کربن باشند که از لحاظ اقتصادی هزینه ترسیب سالانه هر تن کربن در خاک سایت آتریپلکس ۱۷۰۵۶۱۷۲ ریال و برای آگروپایرون در حدود ۲۰۱۱۵۱۰۹ ریال برآورد شده است [۳۶]. تحقیق دیگری نیز مجموع مقدار کربن ترسیب شده در اندام‌های هوایی و زیرزمینی تاغزارهای دست کاشت کشور را معادل ۱۵ میلیون تن برآورد کردند [۳۷].

جدول۴- برآورد ارزش اقتصادی هر تن کربن ذخیره شده در هر هکتار از مکان‌های مورد بررسی

عامل	مکان مرتعی	کل کربن ذخیره شده در هر منطقه (تن در هکتار در سال) ± انحراف معیار	میزان گاز co_2 (تن در هکتار)	ارزش کربن ذخیره شده در هر منطقه (میلیون ریال در هکتار)
بیوماس	۱(شدت چَرای متوسط)	۱/۲۳ ±۱/۷۳	۶/۳۶	۲۰۴۶
	۲(شدت چَرای کم)	۰/۲۶ ±۰/۴۲	۱/۵۵	۴۹۷
	۳(شدت چَرای زیاد)	۰/۸۲±۱/۱۷	۴/۲۹	۱۳۷۹
خاک	۱(شدت چَرای متوسط)	۱۳/۳۶ ±۲۶/۸۹	۹۸/۷۱	۳۱۷۳۸
	۲(شدت چَرای کم)	۱۰/۹۳ ±۲۴/۶۶	۹۰/۵۳	۲۹۱۰۶
	۳(شدت چَرای زیاد)	۹/۱۷ ±۱۸/۱۵	۶۶/۶۱	۲۱۴۱۵
کل اکوسیستم	۱(شدت چَرای متوسط)	۱۵/۱۷ ±۱۲/۳	۴۵/۵	۱۴۶۳۰
	۲(شدت چَرای کم)	۱۲/۴۵ ±۷/۴	۲۷/۶	۸۸۷۴
	۳(شدت چَرای زیاد)	۸/۸۹ ±۵/۷	۲۰/۹	۶۷۲۲

۴- نتیجه‌گیری

اکوسیستم‌های مرتعی نقش اساسی در ترسیب کربن و جلوگیری از تغییر اقلیم دارند [۳۸] ولی متأسفانه کاربری عمومی این نوع اکوسیستم در کشور استفاده به‌عنوان چَراگاه بوده و چرای بیش از ظرفیت مرتع در این نواحی اغلب منجر به تغییر کیفیت و کمیت پوشش گیاهی و خاک زمین های بایر و توسعه بیابان‌زایی گردیده است [۳۹] اما در صورت اجرای عملیات اصلاحی، این مناطق توانایی ترسیب تقریباً یک میلیارد تن کربن آلی را دارند که ارزش این مقدار کربن برابر با حدود ۲۰ میلیون تن نفت است [۹]. میزان ترسیب سالانه کربن از علفزارهای منطقه می‌سی‌سی‌پی آمریکا را حدود ۲/۵۶۷ پوند در ایکر (معادل ۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار) برآورد گردیده است که ارزش مراتع موجود در بین النهرین از نظر ترسیب کربن با ۸۲۱/۷۵ دلار در هکتار، به‌مراتب بیش‌تر از علفزارهای منطقه خشک Patagonia در آرژانتین با ۲۱۹/۲۵ دلار در هکتار است [۴۰].

در تحقیق حاضر با توجه‌به نتایج به‌دست آمده، شدت چَرای دام در سایت‌های مورد مطالعه باعث کاهش ارزش اقتصادی کربن گشته است. لذا با توجه‌به سطح وسیع مراتع نسبت‌به جنگل‌ها باید مسئولان به اهمیت کار توجه ویژه‌ای داشته باشند و در کنارفعالیت‌های اصلاح و احیاء اکوسیستم مراتع، تعیین ارزش ترسیبی آن‌ها را در برنامه کارخود بگنجانند چه‌بسا با این امر به شکل‌گیری بنگاه‌های تجارت کربن نیز در ایران کمک خواهد شد زیرا با تأسیس این بنگاه‌ها تا حدود زیادی از مشکلات تخریب مراتع حل گردد [۳۶].

اگر به‌طور واقعی ارزش خدمات غیربازاری مراتع و جنگل‌ها در نظام اقتصادی در نظر گرفته شود، سیستم قیمت از آنچه امروز است بسیار متفاوت تر خواهد شد. قیمت کالاهایی که به‌طور مستقیم و غیر مستقیم از خدمات غیر بازاری جنگل‌ها و مراتع از جمله منافع حاصل از تنظیم گازها، تنظیم جریانات هیدرولوژیکی، کنترل بیولوژیکی، گرده افشانی، کنترل سیل و فرسایش خاک که جنگل‌ها و مراتع فراهم می‌آورند، بسیار زیادتر می‌شود. بنابراین در صورت فقدان یک دستگاه ناظر دولتی به دلیل درنظر نگرفتن منافع مهم اجتماعی آن‌ها در هنگام تعیین قیمت، احتمالاً به‌بهای نازل فروخته می‌شوند. لذا پیشنهاد می‌گردد این اهداف در اکوسیستم مراتع در قالب طرح‌های مرتعداری به‌عنوان یک طرح جامع و هدف‌دار و به‌عنوان یک واحد اقتصادی دنبال گردد.

پی نوشت‌ها

1. Damage Cost Avoided Method
2. Replacement Cost Method
3. Substitute Cost Method

منابع

[1] Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma; 2004; 123: 1 -22.

[2] Palumboa A V, McCarthyb J F, Amonettec J E, Fishera L S, Wullschlegera S D, Danielsd W L. Prospects for enhancing carbon sequestration and reclamation of degraded lands with fossil-fuel combustion by-products. Adva. in Envir.

and Health Policies: A Meta-Analysis of Stated Preference Studies. Prepared for the Organization for Economic Co-operation and Development; 2010.

[15] Sisak K l. Importance of main non timber for products in the Czech Republic in 1998. Journal of Forest Science; 2000; 46(7): 331-339.

[16] King N A. Economic valuation of environmental goods and services in the context of good ecosystem governance; 2007; 51–67.

[17] Ghorbani M, Hoseini S. Replacement cost method to estimate the annual cost of soil water erosion, agricultural research. Agricultural Research. Water, soil and plants in agriculture; 2007; 7(3).

[18] Mobarghaie N, Sharzeie G h. The estimated value of the absorption of carbon dioxide emissions by forest ecosystems (case study of forest Kheyrood Noshahr). Journal of Environmental Sciences; 2009; 6(3).

[19] Van Beukering P J H, Cesar H S J, Janssen M A. Economic valuation of the Leuser National Park on Summatra, Indonesia. Ecological Economics; 2003; 44: 43-62.

[20] Pearce D, Pearce C, Palmer C. Valuing the environment in developing countries: case studies, Cheltenham, Edward Elgar; 2002.

[21] Shin E. Valuating the Economic Impacts of Urban Environmental Problems: Asian Cities; USA Washington, DC, UNDP/UNCHS/The World Bank-Ump; 1997.

[22] Mahdavi B, Sanavi S. Effect of root zone temperature on nodule formation and nitrogen fixation ecotypes of grasspea. Journal of Agricultural Science; 2008; 18(3): 149-160.

[23] Blake G R, Hartge K H. Bulk density, in: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd edition, SSSA Book Series No. 5. Agronomy Society of America, Madison, Wisconsin, USA; 1986; 363- 375.

[24] Bateman I, Willis K. Valuing environmental preferences, Theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU, and Developing Countries. Oxford: Oxford University Press; 1999: 511- 539.

[25] Yazdani S, Abbasi A. Estimating the economic value of the environmental benefits of forests ¬ (Case Study: The Forest Namkhaneh Kheyrood Noshahr). Journal of Agricultural Economics; 2010; 2(3).

Res; 2007; 8: 425–438.

[3] Sheidai Karkaj, E. Assessment of carbon sequestration potential redox species of Agropyron Alvngatm and triplex anti Fvrmys (Case Study: Chprqvymh the Dome). Master Thesis range. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources;2011. P. 86.

[4] Newman J C. Waterspreading on marginal arable areas. J. Soil Cons. N. S. W. 1963; 19: 49–58.

[5] Chandra A, Kandari L S, Rao K S, Saxena K G. Assessment of Socio economic Status and its impact on land use Management in central Himalay Asian J. Agric. Res., 2011; 5: 234-242.

[6] Islami R, Siwar C. Trade and Environment in the Forestry Sectory Toward Sustainable forest management. Asianj. Scientific Res; 2010; 3: 1-17.

[7] Follett R F, Kimble J M, Lal R. The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect.Published by CRC Press LL; 2001.

[8] Luciuk G M, Bonneu M A, Boyle D M, Vibery E. Praire farm rehabilitation. Administration paper, Carbon sequestration- Additional Environmental Benefits of forest in the PERA; 2000: 12-19.

[9] UNDP. Carbon sequestration in the desertified rangeland of Hossein Abad ,through community based management , program coordination; 2000; 1-7.

[10] Abdi N, MaddahArefi and ZahediAmiri G H. Estimation of carbon sequestration in Astragalus rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). Journal of researches on forest and rangelands; 2008; 15: 269-282.

[11] Eskandari N, Alizade A, Mahadavi F. Rangeland policies in Iran. Iranian Forest and Rangeland Organization publication; 2008. P. 190.

[12] Derner J D, Briske D D, Boutto T W. Dose grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C4 perennial grasses along an environmental gradient, Plant Soil;1997; 191(2): 147-156.

[13] John R. Profitability of carbon sequestration in western Rangelands of the united States. Rangeland Ecology & Management; 2012; 5 (4): 340-350.

[14] Lindhjem H, Navrud S, Braathen N A. Valuing Lives Saved from Environmental, Transport,

[26] Agheli Kohne Shahri L. Calculatig the green tax and Sustainability grade of national income. Phd.: thesis of Economics Science; Universirt of Tabriat Modarres; 2003.

[27] Montgomery Cynthia A, Birger Wernerfelt. “Sources of Superior Performance: Market Share Versus Industry Effects in the US Brewing Industry,” Management Science; 1991; 37 (8): 954–59.

[28] Schuman G E, Janzen H, Herrick J E. Soil Carbon Information and Potential Carbon Sequestration by Rangelands, Environmental Pollution; 2002; 116: 391-396.

[29] Snorrason A, Sigurdsson B D, Gudbergsson G, Svavarsdottir K, Jonsson T H H. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. Burvisindi; 2002; 15: 81-93.

[30] Joneidi Jafari, H. the effect of some ecological factors and management on carbon sequestration in vegetation - sagebrush plain species (Case study: pastures, Semnan province), rangeland thesis, Tehran University; 2009.

[31] Berbier E B, Bishop J T. Economic values and incentives affecting soil and ater conservation in developing countris. Journal of Soil and Water Conservation (March- April); 1995.

[32] Ward TM, RogersA P J, McLeayA L J, McGarveyA R. Evaluating the use of the Daily Egg Production Method for stock assessment of blue mackerel, Scomber australasicus. Marine and Freshwater Research; 2009; 60: 112–128.

[33] Common M, Sigrid S. Ecological Economics. An Introduction. chap. 2.2. "Thermodynamics";2005; 26-37.

[34] Mirsanjari M. Value of the investment environment in pastures, Forest and Range; 2003; 64; 62-56.

[35] Nejadi A, Rahbar F. Economic Valuation of Annual Carbon Sequestration Potential for woody and Shrubby land Cover. Journal of Environmental Science and technology; 2012; 5 (5): 389-392.

[36] Sheidai Karkaj E, Barani H, Akbarlou M, Heshmati G h, Khormali F. Economic evaluation and cost comparing of soil carbon sequestration in rangeland reclamation practices through plantation of Agropyron elongatom and Atriplex lentiformis (case study: Chapr goymeh of Gonbad). Journal of Soil and Water Conservation; 2013; 20(1).

[37] Amani M, Maddahe Arefi H. Evaluation of the potential for carbon sequestration in Haloxylon prairie planting the next Vastrazhy in Kerman region. Working Papers Conference Tamarix and Haloxylon; 2003.

[38] Derner J D, Schuman G E. Carbon sequestration and rengelands: A synthesis of land management and precipitation effects, Journal of Soil and Water Conservation; 2007; 62(2): 77-85.

[39] Arzani H, Azarnivand H, Mehrabi A A, Nikkhah A, Fazel Dehkordi L. The minimum rangeland area required for pastoralism in Semnan province. Pajouhesh & Sazandegi; 2007; 74: 107-113.

[40] Calopedis S.Carbon sequestration. GHG emissions homepage; 1997. P. 15.