پژوهش‌های کشاورزی پایدار/جلد ۱/شماره ۲/تابستان ۱٤۰۰/ ص ۹۰-۷۷
https://www.sarj.iauk.ac.ir

برآورد منافع اقتصادی حاصل از ترسیب کربن در اراضی زراعی گندم دشت سیستان

حسین جان‌پرور[۱]، ماشااله سالارپور[۲*]، وحید پورمردان[۱]
۱- دانشجویان دکتری اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران
۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران
* ایمیل نویسنده مسئول: hosssalarpour@gmail.com
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/٤/۱۹)

چکیده

هدف از این تحقیق برآورد ارزش اقتصادی ترسیب کربن توسط گونه گندم در اراضی زراعی گندم دشت سیستان و ارائه راهکار در جهت افزایش توان جذب کربن می باشد به این منظور نمونه برداری به روش تصادفی سیستماتیک انجام و میزان کربن آلی از روش والکی-بلک در گونه گندم تعیین شد سپس با ضرب ضریب تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل کربن ترسیب شده در هر هکتار از منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید نتایج نشان داد ارزش جذب هر تن دی اکسید کربن از روش هزینه جایگزین در منطقه مورد مطالعه ۲۲۷۷۵۲۰۰هزار ریال برآورد گردید و ارزش کل ترسیب کربن معادل ۷۳۷٤٦۷۲۳/۹۱۸ میلیون ریال برآورد شده است پیشنهاد می‌شود با توجه به اقتصادی بودن ترسیب کربن توسط گیاهان و سادگی روش سنجش میزان تولید و ترسیب کربن به ویژه در کشت گندم به عنوان محصول استراتژیک و ضروری که هرساله سطح زیادی از اراضی را به خود اختصاص می دهد به صورت موردی نوعی پایگاه داده ایجاد و ضمن در نظر گرفتن مشوق های لازم موجب ترویج کشاورزی پایدار و افزایش توان ترسیب کربن در اکوسیستم های کشاورزی گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، ترسیب کربن، گونه گندم، منطقه سیستان

مقدمه

نظام های زراعی دربیشتر مناطق، بیانگر مزایای اقتصادی – اجتماعی و زیست محیطی برای تولید کنندگان و جامعه ، در سطح کلان است و متراکم سازی تولیدگیاهان زراعی باید بر پایه نظام های کشاورزی و در همین راستا بنا گردد (Rajab Beigi, 2012). محیط زیست امروزه در برگیرنده ی تمام مسایلی است که در صنعت، فرهنگ، اقتصاد و سیاست مطرح است (Mehr Ara & Joybari, 2018). خدمات اکوسیستمی دارای منافع مستقیم و غیرمستقیمی هستند که اکوسیستم ها برای بشر فراهم می آورند (Ndebele & Forgie, 2017). بخش کشاورزی هم به عنوان منبع تولید و هم به عنوان ترسیب کننده گاز های گلخانه ای به

خصوص کربن مطرح است و طی دهه های اخیر به دلیل رشد بی رویه جمعیت، افزایش تقاضا برای مواد غذایی، افزایش سطح اراضی، گسترش شهرنشینی، توسعه منابع جدید و درنتیجه نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی موجب شده است که کشاورزی حفاظتی از موضوعی فرعی به مساله ای محوری و پراهمیت تبدیل شود(Matlabani *et al.*, 2019). براساس آمار سازمان جهاد کشاورزی سطح کل محصولات زراعی ایران ۱۲,۷٤ میلیون هکتارمی باشد که ۷۱,۲ درصد آن (۹,۷٤ میلیون هکتار) به کشت غلات اختصاص دارد (Jamalpour *et al.*, 2015). از طرفی گندم حیاتی ترین کالا در الگوی مصرفی خانوارها و تامین کننده غذای اصلی نیمی از جمعیت جهان به شمار رفته و به عنوان یک محصول استراتژیک تلقی می شود (Hosseinzadeh *et al* ., 2018). در کشورهای در حال توسعه، گندم یکی از هشت منبع غذایی است که ۷۰ تا 90درصد کالری، ٦٦ تا ۹۰ درصد از پروتئین مصرف شده، حدود ۵۵ درصد از کربوهیدرات و ۲۰ درصد از کل کالری مصرف شده در سطح جهانی را فراهم می کند Mohammadin (& Daliri, 2019). یکی از اکوسیستم‌های خاص دنیا، مناطق خشک است مناطق خشک و نیمه خشک حدود ٤۵ درصد از سطح جهان را پوشانده ا ند احیای این مناطق می تواند باعث ذخیره سازی مقادیر قابل توجهی کربن در سطح جهان شود و علاوه بر این افزایش مقدار کربن آلی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک می تواند 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 (Shafaq, 2018). به همین سبب ترسیب کربن علاوه بر دارا بودن ارزش ها ی حفاظتی و پایه ای به دلیل افزایش تولید بیوماس از نظور اقتصادی دارای ارزش است و می تواند به عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیتهای اراضی مطرح شود (Carpenter, 2009). برای رویارویی با چالشهای بخش کشاورزی کشور در شرایط حال و آینده، توسعه کشاورزی حفاظتی از اهمیتی زیاد برخوردار است (FAO, 2017). حذف کربن از اتمسفر از طریق ذخیره آن به شکل زیست توده در اندامهای گیاهی و یا خاک به عنوان بزرگترین مخزن کربن بوم نظامهای خشکی و وارد کردن کربن آلی به درون خاک در قالب بقایای گیاهی و استفاده از کودهای آلی در نظامهای کشاورزی است که از آن تحت عنوان ترسیب کربن یاد می‌شود (2001؛ Lal; 2008, Parshotam *et al*.; , Chen et al 2002). تخمین زده شده سطح زیر کشت گیاهان زراعی در کل دنیا ۱/۷ میلیارد هکتار است که این سطح میتواند حدود ۱۷۰ پتا گرم کربن (گرم10^{15} = 1پتاگرم) در خود ذخیره کند (Paustian *et al.*, 2000). ترسیب کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و ... هزینه‌های سنگینی در بردارد (Cannell, 2003). ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری است (Schuman, 2002). در سال‌های اخیر محققین از روش‌های مختلف ارزشگذاری برای آشکار کردن ارزش کارکردهای اکوسیستم‌ها استفاده کرده‌اند.

در تحقیق آزاد و همکاران (Azad *et al.*, 2018) با عنوان ارزیابی کارایی دو مدل کربن خاک با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده در مراتع

نیمه‌خشک باجگاه، استان فارس به طور دقیق بررسی و تحلیل شد. طبق این مطالعه خاک مراتع ذخیره‌گاه مهم جهانی کربن بوده و هرگونه تغییر در این ذخیره‌گاه تأثیر زیادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن به اتمسفر و گرمایش جهانی دارد. نصیری محلاتی و همکاران (Nasiri *et al.*, 2014) با بررسی چرخه دراز مدت کربن و میزان ترسیب آن در نظام های کشاورزی ایران بیان داشتند که برنج و ذرت در مقایسه با سایر گیاهان مورد مطالعه کمترین ضرایب نسبی کربن را به خود اختصاص دادند. فروزه و همکاران (Foroze *et al.*, 2009) رابطه مستقیمی بین میزان تسهیم کربن و نوع گونه گیاهی وجود دارد؛ به طوری که معمولا هر چه نسبت بافتهای چوبی در گیاه بیشتر باشد، توان جذب کربن افزایش می یابد و میزان کربن اختصاص یافته به بذر در گیاه گندم و جو به نسبت سایر بخشهای گیاه بالاتر بود. در پژوهشی جعفریان و طایفه سید علیخوانی (Jafarian & Tayefe seyed ali khani, 2012) با بررسی پتانسیل ترسیب کربن در اراضی گندم دیم منطقه کیاسر اظهار داشتند که خوشه بیشترین و ریشه کمترین توان ذخیره کربن را دارا هستند همچنین بیان کردند که در مقایسه بین اندامهای هوایی نیز کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به برگها و بیشترین مقدار آن در سنبله بود. خرمدل و همکاران (Khoramdel *et al.*, 2012) با ارزیابی اثر نوع مدیریت نظام زراعی بر میزان کربن تسهیم یافته به اندامهای هوایی و زیرزمینی و تولید خالص این اندامها گزارش نمودند که بالاترین میزان کربن تسهیم یافته به دانه و اندامهای هوایی بود به طوریکه بیشترین میزان کربن تسهیم یافته به ریشه در نظامهای زراعی کم نهاده با مصرف کود دامی و پرنهاده بهترتیب با ۱۳/۸٦ و ۵۱/۹ گرم کربن بر مترمربع در فصل زراعی به دست آمد. (Varamesh *et al.*, 2001) به برآورد نیروی جنگل شهری در ترسیب کربن اتمسفری توسط دو گونه گیاهی اقاقیا و زبان‌گنجشک در پارک جنگلی چیتگر تهران پرداختند. نتایج نشان داد که هر یک از توده‌های اقاقیا و زبان‌گنجشک به ترتیب سالانه ۹/٦۳ و ۳/۵ تن در هر هکتار کربن ترسیب کرده و منجر به افزایش نیروی ترسیب کربن در حدود ٤۸۲/۵ و ۱٤۰ تن در هکتار شده‌اند. و با لحاظ ۲۰۰دلار به عنوان هزینه ترسیب هر تن کربن، ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن را برای این دو گونه، به ترتیب ۲۰ و ۲/۵ میلیون دلار در سال برآورد نمودند. (Abdpour *et al.*, 2017). در بررسی کاستانزا و همکاران (۲۰۱٤)، با عنوان" تغییرات در ارزش جهانی خدمات اکوسیستمی"، با فرض ارزش‌های واحد به روز شده و تغییرات در مساحت مناطق بیومی، مجموع ارزش کل تالاب‌ها ۲٦/٤ تریلیون دلار در هکتار در سال ۲۰۱۱ بر حسب دلار ۲۰۰۷ برآورد گردیده است. میانگین کل ارزش خدمات اکوسیستم تالاب‌های ساحلی را ۱۹۳۸٤۵ و تالاب‌های داخلی را ۲۵٦۸۲ (ارزش بر حسب دلار در هکتار در سال، بر حسب دلار سال ۲۰۰۷) برآورد نموده‌اند. پاژوت (Pajot, 2011) ، در بررسی هزینه‌های اجتماعی کربن در جنگل‌های فرانسه به این نتیجه دست یافت که هزینه‌های نهایی اجتماعی ترسیب کربن بیشتر از هزینه‌های انفرادی (خصوصی) کربن است. وقتی که ذخایر کربن کاهش می‌یابد، هزینه‌های نهایی بیشتر است و این مقدار بین ۱۷۰/۱ تا ۷۱۹/۸ یورو بر تن کربن است.

از اینرو بررسی فرایند ترسیب کربن در اراضی به خصوص اراضی گندم به عنوان محصول استراتژیک که همواره کشت می شود، می تواند اصلاح واحیاء اراضی از منظر شاخص ترسیب کربن را دنبال نماید و این موضوع می تواند راهکاری موثر در جهت مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعه پایدار تلقی گردد. (Varamesh & Abdi, 2011) بنابراین نیاز است که ارزش این قبیل کارکرده و خدمات اندازه گیری و به شکل پولی بیان شود (Nassiri *et al.*, 2016). لذا هدف از این مطالعه برآورد ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده در گونه زراعی گندم در دشت سیستان جهت آگهی از خدمات زیست محیطی این اکوسیستم در راستای ترویج کشاورزی پایدار و همچنین ارائه پیشنهاد جهت افزایش مقدار کربن ترسیب شده در این اراضی زراعی می باشد.

مواد و روش‌ها

تعیین ضریب تبدیل و میزان ترسیب کربن در اندام‌های گندم

برای تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن دراندامهای چهار گانه(سنبله، ساقه، برگ، ریشه)در این تحقیق از روش احتراق (Lal *et al.*, 2008; Varamesh & Abdi, 2011 Abdpour *et al.*, 2017) استفاده شد برای هر اندام ۳۰ نمونه موجود بود که پس از انتقال به آزمایشگاه اداره کل محیط زیست سیستان و بلوچستان، نمونه ها خشک شده و در دستگاه اتوکلاو در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ ساعت با ترکیب ۱۰ نمونه ۲ گرمی، انجام شد .این نمونه ها به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد داخل کوره احتراق قرار گرفت .خاکستر نمونه ها پس از خنک شدن در دستگاه دسیکاتور، توزین شده و برای اطمینان از تثبیت وزن آنها دوباره به مدت ۱ ساعت در دمای مذکور نگهداری شد با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه میزان مواد آلی نمونه ها محاسبه و با استفاده از رابطه ۱ (Varamesh & Abdi, 2011) برای میزان کربن آلی در هر کدام از اندامهای گیاه به صورت جداگانه محاسبه شد .در ادامه با ضرب ضریب تبدیل کربن آلی در بیوماس گیاهی، وزن کل کربن ترسیب شده در هر پلات و در نهایت در هر هکتار از منطقه مورد مطالعاتی محاسبه شد.

رابطه (۱) $OC= ۰/٥٤\ OM$

که در آن OC: کربن آلی و OM: مواد آلی می‌باشد (skunejad, 2019).

تعیین میزان ترسیب کربن خاک

برای تعیین میزان کربن آلی خاک در آزمایشگاه ابتدا وزن مخصوص ظاهری نمونه های خاک به روش سیلندر بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین شد و سپس درصد کربن آلی از روش والک بلک بدست آمد (Ndebele & Forgie, 2017) در پایان برای محاسبه میزان ترسیب کربن خاک بر حسب گرم در هر متر مربع از رابطه (۲) استفاده شد.

رابطه (۲) $Cc=۱۰۰۰۰ \times C\ (\%) \times BD \times E$

که در این رابطهCc: میزان وزن کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع

C: درصد کربن اندازه گیری شده

BD: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب

E: عمق نمونه برداری خاک و برحسب سانتیمتر می‌باشد (skunejad, 2019).

ارزش ترسیب کربن

از آنجایی که جذب و ذخیره‌سازی کربن به عنوان مهم‌ترین وسیله برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود، در این تحقیق از آن به عنوان جانشینی برای کارکرد اکوسیستمی تنظیم گاز استفاده شده است (Jakobsen *et al*,. 2013; Best, 2012).

پروژه‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن؛ شامل فرآیند جداسازی از منابع تولیدکننده و انتقال آن به مکان‌های جمع‌آوری است. از جمله عمده‌ترین مراکز تولیدکننده می‌توان به نیروگاه‌های سوخت فسیلی، کارخانه‌های سیمان، صنایع ذوب فلزات، کارخانه‌های تولید هیدروژن و آمونیاک، صنایع پتروشیمی و فرآیند استخراج سوخت‌های فسیلی اشاره کرد (International Energy Agency, 2013).

در این تحقیق، به منظور ارزشگذاری کارکرد ترسیب کربن توسط اکوسیستم زراعی منطقه، از روش هزینه جایگزین (جانشین) استفاده شده است. در روش هزینه جانشین از هزینه فراهم‌سازی جانشین‌ها برای یک اکوسیستم یا خدمات آن به عنوان یک برآورد برای ارزش کارکرد و خدمات یک اکوسیستم استفاده می‌شود برای مثال، ارزش خدمات جذب کربن توسط یک اکوسیستم ممکن است به وسیله هزینه‌های مربوط به ارایه این خدمت توسط احداث مراکز صنعتی جذب کربن در کارخانه‌های آلاینده، جایگزین شود. بنابراین می‌توان از طریق ضرب کردن هزینه‌ی تثبیت صنعتی هر تن دی‌اکسید کربن در مقدار کربن تثبیت‌شده در هر هکتار یا کل مزرعه، ارزش اقتصادی کارکرد تثبیت کربن‌توسط پوشش‌های گیاهی را برآورد کرد (Jakobsen *et al*,. 2013; Best, 2012). در مرحله اول برای انجام روش هزینه جانشین، تعیین کارکرد مربوطه و چگونگی عرضه‌شان است و در مرحله دوم برآورد پتانسیل (توان) فیزیکی مزایای کارکرد و خدمات مربوط به دارایی چه به طور سالیانه یا یک دوره‌ی زمانی خاص و مرحله سوم برای این روش،محاسبه ارزش پولی پتانسیل مزایای کارکرد و خدمات است. بنابراین پس از تعیین مقدار کربن تثبیت‌شده به وسیله اکوسیستم در مرحله‌ی دوم و سوم، ارزش اقتصادی آن را می‌توان از رابطه (۳) محاسبه نمود (skunejad, 2019).

$$Ve=Fe\times Ps \qquad \text{رابطه (۳)}$$

که Ve ارزش اقتصادی اکوسیستم برای تنظیم گاز بر حسب واحد پول، Fe تاثیر نتیجه شده از اکوسیستم (مقدار گاز دی اکسید کربن تثبیت‌شده)، و Ps قیمت اثر اقتصادی (هزینه هر واحد دی اکسید کربن تثبیت‌شده برحسب واحد پول) است. لازم به توضیح است که واحد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز طی سال‌های مختلف بر حسب واحد پول خواهد بود که می‌توان به صورت ارزش فعلی یا حال (PV) بیان کرد. رابطه (٤)

$$PV_R = \sum_{t=1}^{n} \frac{R}{(1+i)} \qquad t = 1,2,3\ldots,n$$

اگر مقادیر پولی R، نرخ تنزیل (بهره) i و زمان t باشد، ارزش حال از رابطه (٤) قابل محاسبه خواهد بود (skunejad, 2019).

نتایج و بحث

به منظور ارزشگذاری کارکرد جذب دی‌اکسیدکربن از روش هزینه جانشین استفاده شده است. روش هزینه جانشین از هزینه فراهم‌سازی جانشین‌ها برای یک اکوسیستم یا خدمات آن به عنوان یک برآورد برای ارزش یک اکوسیستم یا خدمات آن استفاده می‌کند. برای مثال، ارزش خدمات جذب دی اکسید کربن توسط یک اکوسیستم جنگلی ممکن است به وسیله هزینه‌های مربوط به ارائه این خدمت توسط احداث مراکز صنعتی جذب دی اکسید کربن در اطراف کارخانه‌های آلاینده، جایگزین شود. بنابراین می‌توان از طریق ضرب کردن هزینه‌ی تثبیت صنعتی هر تن دی‌اکسیدکربن در مقدار کربن تثبیت شده در هر هکتار یا کل واحد هیدرولوژیک و منطقه حفاظت شده، ارزش اقتصادی کارکرد تثبیت دی اکسید کربن را برآورد کرد. به‌منظور تخمین منافع اقتصادی حاصل از ترسیب کربن شده در منطقه مورد مطالعه، از مطالعه IPCC که شرح آن در جدول ۱ ارائه شده، استفاده شده است. طی مطالعه‌ای که IPCC در سال ۲۰۰۵ انجام داده است، هزینه جذب، انتقال و ذخیره CO_2 به روش صنعتی به شرح جدول ۱ تعیین شده است (Environmental Protection Organization, 2019) با توجه به جدول۱، میانگین هزینه‌ی جذب و ذخیره‌سازی دی اکسید کربن به روش صنعتی در سال ۲۰۰۵ معادل ٦۳/۳ دلار به ازای هر تن است. ضمن لحاظ یک نرخ تورم ۷ درصد، می‌توان میانگین هزینه جذب و ذخیره‌سازی هر تن دی اکسید کربن را در سال ۲۰۱۹ تقریباً معادل ۱٦۲,٦۸ دلار برآورد نمود.

جدول ۱- هزینه جذب، انتقال و ذخیره CO_2 به روش صنعتی

نوع عملکرد	نوع عمکرد	هزینه بر حسب US$/ton	میانگین US$/ton	میانگین هر عملکرد US$/ton
جذب	جذب از نیروگاه‌های گازی یا زغالی	۱۵ تا ۷۵	٤۵	٤۸/۳
	جذب از کارخانه‌های تولید هیدروژن و آمونیاک،	۵ تا ۵۵	۳۰	
	جذب از سایر منابع صنعتی	۲۵ تا ۱۱۵	۷۰	
انتقال	انتقال به محل ذخیره	۱ تا ۸	٤/۵	٤/۵
ذخیره سازی	ذخیره در زمین	۰/۵ تا ۸	٤/۲۵	۱۰/۸
	ذخیره در اقیانوس	۵ تا ۳۰	۱۷/۵	
جمع هزینه‌ی کلیه‌ی مراحل ذخیره‌سازی			۶۳/۳	

مأخذ: (IPCC, 2005) (Environmental Protection Organization,2019)

یافته های حاصل از طرح آمارگیری زراعت مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۷ نشان میدهد حدود ۵۷ درصد از اراضی زراعی کشور به کشت گندت اختصاص یافته است .سطح کاشت گندم در سال

۹۶-۹۷ بیش از ٦,٥ میلیون هکتار و میزان تولید ۷/۱۲ میلیون تن بوده است. و پیش بینی در سال ۹۷-۹۸ برای سطح زیرکشت ٦,۷ میلیون هکتار می‌باشد (Jihad Agriculture Organization Center Statistics Plan of Statistics, 2019).

جدول ۲- تعداد بهره بردار، سطح زیرکشت و مقدار تولید گندم در سال زراعی ۹۷ در منطقه سیستان

کل			آبی		
تعداد بهره بردار	سطح کاشت (هکتار)	تولید (تن)	تعداد بهره بردار	سطح کاشت (هکتار)	تولید (تن)
۲۹۰٤٦	٦۹٦۳٥	۹٥۸٤ ۸	۲۸٤٥۳	٦۹۱۲۹	۹٥۷۲ ۲

منبع: سازمان جهاد کشاورزی سیستان و بلوچستان و طرح آمارگیری زراعت مرکز آمار ایران۱۳۹۷

با توجه به نتایج تحقیق ترسیب کربن در منطقه مورد مطالعه، میزان کربن ترسیب شده ٤٦/٥ تن در هکتار که ۱/۹ تن سهم کربن آلی زیست توده گیاهی (اندام های گندم) و مقدار ٤٤/٦ سهم کربن آلی خاک می باشد و با توجه به سطح زیر کشت گندم ٦۹٦۳٥ هکتار، مقدارکل کربن ترسیب شده۳۲۳۸۰۲۷,٥ تن در اراضی گندم دشت سیستان می باشد با توجه به میانگین نرخ ارز در سال ۱۳۹۸ که معادل ۱٤۰۰۰۰ ریال، معادل ریالی ارزش جذب هر تن دی اکسید کربن توسط منطقه مورد مطالعه، ۲۲۷۷٥۲۰۰ ریال برآورد می‌شود.

بنابراین از طریق ضرب کردن هزینه‌ی تثبیت صنعتی هر تن دی‌اکسیدکربن در مقدار کربن تثبیت شده در هر هکتار یا کل اراضی زراعی کشت گندم در منطقه سیستان، ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب دی اکسید کربن معادل۷۳۷٤٦۷۲۳,۹۱۸ "میلیون ریال" برآورد می شود. با توجه به مطالعه (Jamali pour *et al.*, 2015) تحت عنوان برآورد ارزش اقتصادی انتشار گازهای گلخانه ای غلات در ایران، که مقدار کل انتشار گاز دی اکسید از مزارع گندم استان سیستان و بلوچستان را ٥۱۲۹ تن محاسبه نمودند مقایسه ترسیب و تولید کربن توسط اراضی مورد مطالعه، نشان از ترسیب بیشتر کربن (٦۹٦۳٥ تن) در مقایسه با تولید آن (٥۱۲۹ تن) دارد. نتایج تحقیق میزان ترسیب کربن در اراضی گندم دشت سیستان نشان داد میزان کربن ترسیب شده ٤٦/٥ تن در هکتار که ۱/۹ تن سهم کربن آلی اندام های هوایی گندم و مقدار ٤٤/٦ سهم کربن آلی موجود در خاک (اندام های زمینی) می باشد. در این راستا (Lal, 2004) نیز طی مطالعه ای میزان کربن موجود در خاک و اندام های هوایی توسط پوشش گیاهی را سه برابر میزان آن در اتمسفر دانستند و بیان نمودند هر عامل مدیریتی که مؤثر بر رشد و نمو گیاه باشد و به طور معنی‌داری تولید خالص گیاه را که نشاندهندهٔ کربن جذب شده است تحت تأثیر قرار می دهد بدین ترتیب، تعیین میزان تولید خالص اولیه گیاهان از یک طرف نشان دهندهٔ تولید زیست تودهٔ گیاه و از

طرف دیگر برآوردی از میزان دی اکسید کربن جذب شده از جو می باشد. در تحقیق آزاد و همکاران (Azad & Afzali, 2018) با عنوان ارزیابی کارایی دو مدل کربن خاک با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده در مراتع نیمه‌خشک باجگاه، استان فارس به طور دقیق بررسی و تحلیل شد. طبق این مطالعه خاک مراتع ذخیره‌گاه مهم جهانی کربن بوده و هرگونه تغییر در این ذخیره‌گاه تأثیر زیادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن به اتمسفر و گرمایش جهانی دارد. ظرفیت این ذخیره‌گاه به وسیله روابط متقابل پیچیده بین عوامل متنوعی مانند اقلیم، خصوصیات خاک، نوع پوشش گیاهی و اقدامات مدیریتی کنترل می‌شود. مدل‌های کربن برای فهمیدن اثر این فاکتورها بر کربن خاک در بلندمدت نقش مهمی دارند. مدل‌های کربن باید به طور صحیح در منطقه اعتبارسنجی شده، سپس می‌توانند برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی کربن خاک استفاده شوند. نتایج نشان داد هرچند مدل Century کربن آلی خاک را به مقدار ناچیزی کمتر از مدل RothC شبیه‌سازی نموده اما بر مبنای آنالیزهای آماری هر دو مدل نتایج رضایت‌بخشی ارائه دادند و مقادیر شبیه‌سازی شده به خوبی با مقادیر اندازه-گیری شده هم‌خوانی داشتند. همچنین نتایج شبیه-سازی‌ها در طی سال‌های ۱۳٦٦ هجری شمسی (۱۹۸۷ میلادی) تا ۱٤۲۹ هجری شمسی (۲۰۵۰ میلادی) ذخایر کربن خاک به ترتیب به میزان ۷/۹۲ و ۱۲/۹۲ درصد افزایش خواهد یافت. نرخ ترسیب کربن خاک در مراتع نیمه‌خشک باجگاه به ترتیب ۰,۰٦٦ و ۰,۰٤۰ تن در هکتار در سال محاسبه گردید که با تحقیق حاضر همخوانی نداشت و مقدار آن بسیار کمتر از این مطالعه بود در پژوهشی جعفریان و طایفه (Jafarian & Tayefe seyed ali khani, 2012) با بررسی پتانسیل ترسیب کربن در اراضی گندم دیم منطقه کیاسر نتایج نشان داد که خوشه بیشترین و ریشه کمترین توان ذخیره کربن را دارا هستند همچنین بیان کردند که در مقایسه بین اندامهای هوایی نیز کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به برگها و بیشترین مقدار آن در سنبله بود که نتایج آن با این مطالعه همخوانی داشت در مطالعه (Lal, 2004) نرخ ترسیب کربن خاک در مراتع نیمه خشک جهان را بین ۰,۰۳ تا ۰,۱۲ تن در هکتار در سال گزارش کرده است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی نداشت و مقدار ترسیب کربن کمتر از مالعه حاضر بود.

اوسبورن و همکاران (Osborne *et al.*, 2010) در پژوهشی حداقل ۲۵ درصد از فعالیت‌های کشاورزی باعث افزایش انتشار گازهای گلخانهای به جو میگردد که با افزایش سطح اراضی زیر کشت و فشردگی روش های مدیریتی رو به افزایش است که در این تحقیق و همچنین کشاورزی منطقه به دلیل کشت غیر انبوه و عدم استفاده از سیستم های گرمایشی، سرمایشی و ... آلودگی ناچیز می‌باشد. ولی فقدان قیمت های ملموس در بازار برای خدمات اکوسیستم ها و تنوع زیستی ارزش زیستی این منابع را برای عموم و تصمیم گیران پنهان و یا مغفول نموده است و مزایای حاصله از آنها چشم پوشی شده و یا در تصمیم گذاری‌ها درست ارزش گذاری نشده و

هیچ نهادی وجود ندارد کـه هزینـه هـای ناشی از تولید و توسعه مثل کـاهش کیفیت آب، فرسایش خاک، آلودگی هوا و... را ارزش گذاری کند و یا آلودگیهای زیستی ناشی از تولید را به قیمت تمام شـده اضافه کند در تولیدات زراعی اگر قیمت مزرعه، تمامی هزینه هـای تولیـد را مـنعکس نمایـد بـا در نظـر گرفتن میزان موثر پرداخت برای هر گونه تخریب زیست محیطی، قیمت مواد غـذایی افزایش خواهند یافت ترسیب کربن در اراضی یک ساز و کار مدیریتی را مطالبه می کند که علاوه بر ترسیب منابع کربنی گازهای گلخانه ای اتمسفر، موجب ارتقاء باروری و کیفیت خاک و در نهایت تولید محصول می گردد لذا سیاست ها باید به گونه ای باشد که به آن دسـته از کشاورزانی که مزرعه خود را با روش های پایدار اداره می‌کنند، در قبال جبـران هزینـه های حفظ محیط زیست وجلوگیری از زیان های کشاورزی به آن، هزینـه ای پرداخـت شود، به عنوان مثال می‌توان از پرداخت هایی که برای طرح های زیست محیطی به کار می‌رود، نام برد. حمایت از پرداخت برای استفاده از خدمات زیست محیطی، به عنـوان بخشی از سیاست هـای زیـست محیطـی کـار آمـد بـرای کـشاورزی پایـدار و توسـعه روستایی، رو به افزایش است از طـرف دیگـر، کشـاورزی بـا کاهش انتشار گازهـای گلخانـه ای از طریـق مـدیریت زراعی و ترسیب کـربن، مـی توانـد نقـش مـ ؤثری در کاهش اثـرات تغییـر اقلـیم داشـته باشـد (Lal, 2004). برخی از روشهای مدیریتی برای کاهش انتشار کربن و تلفات آن عبارتند از کاهش شدت خاکورزی، افزایش دورههای آیش و تنـاوب ز راعـی و همچنـین کاشـت گیاهان پوششی و محصولات زراعی زمستانه و بـه عبـارت دیگر، تعیین تولید خالص اولیه گیاهـان در نظـام هـای مختلف زراعی میتواند به عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی اکسید کربن جو مد نظر قرار گیـرد (Lambers, 2008). بنابراین، به نظـر مـی‌رسـد انتخاب گونه های گیاهی و رقم های مقاوم که تولید زیست تودۀ بـالاتری داشته باشند، می توانند به عنوان راهکاری پایـدار بـرای کاهش غلظت دی اکسید کربن در آینده مـد نظر قـرار گیرند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داده اسـت کـه مقـدار کـربن موجود در پوشش گیاهی و خاک بخصـوص خـاک سه برابر کربن موجود در اتمسـفر اسـت و هرگونـه تغییر در ذخیره کربن گیاهان یا خاک ها بطور قابـل توجه بر دی اکسید کربن اتمسفر تاثیر می گـذارد و از طرفی مقدار کربن خاک های کشاورزی به عنوان یک روش مهم برای ترسیب کربن در جهان مطـرح شده است و همچنین نتایج این تحقیق نیز بیـانگر و تایید کننده این موضوع است که؛ یکی از اقتصـادی ترین روش های ترسیب کربن یعنی ترسـیب کـربن توسط زیست توده گیاهی در بوم نظام زراعـی مـی باشد از ایـن رو بررسـی فراینـد ترسـیب کـربن در اراضی می تواند اصـلاح و احیـاء اراضـی از منظـر شاخص ترسیب کربن را دنبال نماید و این موضوع می تواند یک نگرش سیستمی به اصـلاح و احیـاء محیط زیست باشد چرا که در ضمن تأمین حفاظت

کمی و کیفی شرایط خاک، میتواند راهکاری موثر در جهت مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعه پایدار تلقی گردد هرچند در این تحقیق و همچنین کشاورزی منطقه به دلیل کشت غیر انبوه و عدم استفاده از سیستم های گرمایشی، سرمایشی و ... آلودگی ناچیز می‌باشد ولی برآورد ترسیب کربن در اراضی یک ضرورت و ساز و کار مدیریتی را مطالبه می‌کند لذا پیشنهاد می شود با توجه به اقتصادی بودن ترسیب کربن توسط گیاهان و سادگی روش سنجش میزان تولید و ترسیب کربن به ویژه در کشت گندم به عنوان محصول استراتژیک و ضروری که هرساله سطح زیادی از اراضی را به خود اختصاص می دهد به صورت موردی نوعی پایگاه داده ایجاد و ضمن در نظر گرفتن مشوق های لازم به کشاورزانی که مزرعه خود را با روش های پایدار اداره می کنند موجب ترویج کشاورزی پایدار و افزایش توان ترسیب کربن در اکوسیستم های کشاورزی شد.

قدردانی

از پرسنل اداره کل حفاظت محیط زیست سیستان و بلوچستان به خصوص کارشناسان بخش آزمایشگاه که ضمن در اختیار گذاشتن و مهیا نمودن و سایل و ادوات مربوطه، همکاری لازم نیز داشته اند تشکر می گردد.

REFRENCES

Abdpour, A. Asadabadi, A. & Sha'ban Ali Femi, H. 2016. Analyzing the Role of Factors Affecting Date Production Efficiency in Bam City: A Data Envelopment Analysis Approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2(3), 518-507. (In Farsi).

Azad, B and Afzali,S. 2019. Evaluation of Two Soil Carbon Models Performance Using Measured Data in Semi-Arid Rangelands of Bajgah, Fars Province. *Journal Soil and Water Research*, 50(4), 819-835. (In Farsi).

Bolinder, M.A., Janzen, H.H., Gregorich, E.G., Angers, D.A., and VandenBygaart, A.J. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. Agric. *Ecosyst. Environ.*, 118: 29-42

Bierke A, K. Kaiser, and G. Guggenberger. 2008. Crop residue management effects on organic matter in paddy soils - The lignin component. *Geoderma*, 146:48–57.

Cannell, G.R, 2003. "Carbon sequestration and biomass energy offset theoretical, potential and achievable capacities globally in Europe and UK". *Biomass and Bioenergy*, 24, pp. 97-116.

Costanza et al., 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capitals, *Nature journal*, VOL 387, no 6230, 253 – 260.

Chivenge P.P., H.K. Murwira, K.E. Giller, P. Mapfumo, and J. Six. 2007 Long-term impact of reduced tillage and residue management on soil carbon stabilization: Implications for conservation agriculture on contrasting soils. *Soil & Tillage Research*, 94:328–337.

Environmental Protection Organization, 2019. Deputy of Natural Environment, *Gando Valuation Report*. (In Farsi).

FAO 2006. Carbon sequestration in dryland soils. Corporate Document Repository. http://www.fao.org /docrep/ 007/y5738e/y5738e05.html International.

Energy Agency. 2013. Global Action to Advance Carbon Capture and Storage: A Focus on Industrial Applications. www.iea.org.

FAO .2017. Conservation agriculture in central Asia: Status, policy and institutional support and strategic framework for its promotion. *FAO Sub Regional Office for Central Asia* (FAO-SEC), Ankara

Jafarian, Z., and Tayefeh Seyyed Alikhani, L. 2012. Carbon sequestration potential in dry farmed wheat in Kiasar Region. *Sustain. Agric. Prod. Sci*., 23: 1.31-41. (In Farsi).

Jamalpour, Mohsen Ghorbani, Mohammad Kuchki, Alireza Shahnoushi, Nasser, 2015. Estimation of economic value of grain greenhouse gas emissions in Iran. *The first conference on new findings in the environment and agricultural ecosystems. University of Tehran.*

Jihad Agriculture Organization of Sistan and Baluchestan Province 2019. *Agriculture Statistics Plan of Iran Statistics Center* 1397. (In Farsi).

Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Safarzadeh, D., Ahmadi, E., & Nabavi-Pelesaraei, A. (2018). Optimization of energy consumption of dairy farms using data envelopment analysis–A case study: Qazvin city of Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 217-228. (In Farsi).

Jakobsen, J.P.; Roussanaly, S.; Molnvik, M.J. & Tangeh, G. 2013. A standardized appro multi-criteria assessment of CCS chain *Energy Procedia* 37: 2765– 2774

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallti, M., and Khorasani, R. 2011. Effect of different crop management systems on net primary productivity and relative carbon allocation coefficients for corn (Zea mays L.). J. *Agroecol*., 2: 4.667-680. (In Farsi).

Körner, C. 2003. Ecological impacts of atmospheric CO2 enrich-ment on terrestrial ecosystems. Philos. Trans. *A Math Phys. Eng. Sci*., 361: 2023–2041.

Koutika L.S., C. Nolte, M. Yemefack, R. Ndango, D. Folefoc, and S.Weis. 2005. Leguminous fallows improve soil quality in south-central Cameroon as evidenced by the particulate organic matter status.*Geoderma*, 125:343–354.

Lal, R. 2008. The role of soil organic matter in the global carbon cycle. *Soil and Environ. Pollution.* 116, 353–36.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma.* 123: 1-22

Lambers, H., Chapin F.S., and Pones T.L. 2008. Plant Physiological Ecology. 2nd Edition Springer., 604p.

Ndebele, T. & Forgie, V. 2017. Estimating the economic benefits of a wetland restoration program in New Zealand: A contingent valuation approach. *Economic Analysis and Policy*, 55, 75-89.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mansoori, H., and Moradi, R.2016.Long term estimation of carbon dynamic and sequestration for Iranian agro-ecosystem: I- Net primary productivity and annual carbon input for common agricultural crops. J. *Agroecol*., 6(4): 741-752. (In Farsi).

Matlabani, S., Zibaei, M., & Zenaldin, .2019. A Socio-economic factors affecting the acceptance of conservation tillage technology. (2019). Iranian Journal of Agricultural *Economics and Development Research*, 2(3), 429-449. (In Farsi).

Rajab Beigi, M. 2012. Conservation and Development Book, Publisher; Publication of agricultural education. First Edition. *Ministry of Jihad Agriculture*. (In Farsi).

Mehr Ara, Assadollah. Madanloo Joybari, 2018. Bimonthly of Applied Studies in Management and Development Sciences, Third Year, No. 2 (Consecutive: Ten), July 2018. (In Farsi).

Mohammadian, F & Daliri, A. 2019. Economic analysis of wheat production efficiency in Kermanshah. Iranian *Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2(3), 429-449. (In Farsi).

Osborne, B., Saunders, M., Walmsley, D., Jones, M., and Smith, P. 2010. Key questions and uncertainties associated with the assessment of the cropland greenhouse gas balance. Agric. *Ecosyst. Environ*., 139: 293-301.

Pajot, G. 2011. Rewarding carbon sequestration in South-Western French forests: A costly operation? Journal of Forest Economics. (Maquis) in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 349-356.

Stoffberg , G.H.; Vanrooyen, M .W.; Vanderlinde, M.J. & Groeneveld, H.T. 2010. Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, *South Africa, Urban Forestry and Urban Greening* (9): 9–14.

Shafaq, R.2018. Investigation and comparison of economic value of carbon sequestration function of vegetation in biological operations (Case study: Sarbisheh steppe rangelands - South Khorasan province. *Journal of Environmental Science*, Volume 44, Number 1, Spring 2018, Page 146. (In Farsi).

Schuman, G.E, Janzen, H. & Herrick, J.E, 2002. "Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands". *Environmental Pollution*, 116, pp. 391-396.

Skunjad, M. 2019. Engineering economics or economic evaluation of industrial projects. New edition. *Amirkabir University of Technology Publications*.pp. 314-376. (In Farsi).

Varamesh, M. and Abdi, N. 2001. The effect of deciduous forestry on carbon sequestration in Chitgar Forest Park soil. *Journal of Soil Research* (*Soil and Water Sciences*). 37, pp.411-4419. (In Farsi).

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No.2/Summer 2021/P:77-90

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Estimation of Economic Benefits from Carbon Sequestration in Wheat Fields of Sistan Plain

Hossein Janparvar[1], Mashaaleh Salarpour [2]*and Vahid Pourmardan[1]

[1] PhD student in Environmental Economics and Natural Resources, Zabol University, Iran

[2] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Zabol University, Iran

* Corresponding Author's Email: hosssalarpour@gmail.com

(Received: March. 15, 2021 – Accepted: July. 10, 2021)

ABSTRACT

The purpose of this study is to estimate the economic value of carbon sequestration by wheat species in wheat fields of Sistan plain and to provide a solution to increase carbon sequestration capacity. For this purpose, sampling was done by systematic random method and the amount of organic carbon was determined by Walkie-Black method in wheat species. Then, by multiplying the conversion factor of organic carbon in plant biomass, the total weight of precipitated carbon per hectare of the study area was calculated. The results showed that the value of absorption per ton of carbon dioxide from the alternative cost method in the study area was estimated at 22775200 thousand Rials and the total value of carbon sequestration is estimated at 73746723.918 million Rials. It is suggested that due to the economics of carbon sequestration by plants and the simplicity of the method of measuring the amount of production and carbon sequestration, especially in wheat cultivation as a strategic and essential crop that occupies a large area of land each year, a kind of database Create and take into account the necessary incentives to promote sustainable agriculture and increase carbon sequestration capacity in agricultural ecosystems.

Keywords: Economic value, Carbon sequestration, Wheat species, Sistan region