مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2020.122766.1752
جلد ۲۷ شماره ۲، صفحه ۲۷۵-۲۶۲، (۱۳۹۹) شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1399.27.262.79.2.1576.1606

# برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن، تولید اکسیژن و تولید علوفه در تالاب گندمان

**یعقوب ایران‌منش[۱]*، حسن جهانبازی گوجانی[۲]، حمزه‌علی شیرمردی[۳]، شهباز شمس‌الدینی[۴] و محسن حبیبی[۵]**

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران، پست الکترونیک: y_iranmanesh@yahoo.com

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۳- محقق، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۴- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۵- کارشناس اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان چهارمحال و بختیاری

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۸ تاریخ پذیرش:۹۸/۰۳/۲۸

## چکیده

نقش مؤثر منابع محیط‌زیستی در ادامه روند توسعه پایدار و حفظ حیات بشر سبب شده تا توجه اقتصاددانان به نقش‌های غیربازاری این منابع متمرکز شود. اطلاع از میزان منافعی که با تخریب منابع محیطی از دسترس جامعه خارج می‌شود، انگیزه حفاظت و حمایت از این گنجینه‌های ارزشمند طبیعی را در جامعه ایجاد می‌کند. اطلاع و آگاهی از میزان منافع منابع محیط‌زیستی، نیازمند ارزشگذاری این منابع است. این تحقیق با هدف ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای ترسیب کربن، تولید اکسیژن و تولید علوفه در تالاب گندمان با مساحت ۹۸۰ هکتار با رویکرد مدیریت پایدار انجام شد. بدین‌منظور، در مناطق معرف سه تیپ گیاهی *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon*، *Cyperus longus-Cladium mariscus* و *Phragmites australis* یک ترانسکت ۲۰۰ متری انداخته و در مجموع تعداد ۳۰ پلات یک مترمربعی به صورت تصادفی منظم در طول ترانسکت‌ها مستقر گردید. سپس در داخل هر پلات علاوه بر برداشت نمونه خاک، درصد تاج پوشش تمام گونه‌های گیاهی، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه برآورد شد. همچنین زی‌توده هوایی گیاهان در ۵۰ درصد از پلات‌ها در فاصله یک سانتیمتر بالاتر از سطح خاک قطع، جمع‌آوری و خشک گردید. اندوخته کربن گیاه با استفاده از روش احتراق در کوره الکتریکی و کربن آلی خاک با استفاده از روش‌های والکلی- بلاک اندازه‌گیری شد. مقدار تولید اکسیژن نیز برمبنای مقدار ماده خشک گیاهی محاسبه گردید. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، مقدار اندوخته کربن گیاه و خاک و مقدار تولید اکسیژن به تفکیک تیپ‌های گیاهی تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین تولید علوفه در تالاب ۱۴/۸ تن در هکتار در سال است. همچنین مقدار اندوخته کربن زی‌توده پوشش گیاهی و اکسیژن تولید شده در کل تالاب گندمان به‌ترتیب برابر با ۸/۹ و ۲۲/۴ تن در هکتار در سال است. کربن اندوخته شده در خاک تالاب نیز ۵۵۴/۷ تن در هکتار برآورد گردید. بنابراین ارزش اقتصادی تالاب گندمان در هر هکتار در سال برای کارکردهای تولید علوفه، ترسیب کربن گیاهی و تولید اکسیژن به‌ترتیب ۷۲۷۲۸۳۴۵/۹، ۹،۴۵۷،۱۴۰ و ۱۱۱۸۹۶۰۰ ریال است. ارزش اقتصادی کربن ذخیره شده در خاک تالاب گندمان نیز ۵۸۹،۴۲۴،۲۲۰ ریال در هکتار به‌دست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش‌گذاری اقتصادی، تنظیم گاز، علوفه، تالاب، گندمان، استان چهارمحال و بختیاری.

## مقدمه

منابع طبیعی در جهان کنونی سرمایه‌های ارزشمندی هستند که حفظ آنها باید در ردیف اساسی‌ترین تلاش‌های انسان قرار گیرد. تخریب بوم‌سازگان و افت کمی و کیفی خدمات اکوسیستمی نه فقط بر رشد اقتصادی کنونی اثر منفی دارد، بلکه ظرفیت موجود برای رشد پایدار اقتصادی در آینده را نیز متأثر خواهد کرد. امروزه تخریب و زوال منابع محیط‌زیست و آلودگی‌های ایجاد شده در آن به مقدار زیادی به‌دلیل عدم وجود بازار برای کالاها و خدمات اکولوژیکی است (Stapleton & Garrod, 2008). پرداختن به موضوعات و مسائل زیست‌محیطی از دیدگاه اقتصادی به‌منظور فراهم آوردن زمینه‌های توسعه پایدار، مستلزم استفاده از ابزار تحلیلی مناسب مانند تحلیل هزینه–منفعت اجتماعی، تنظیم حسابداری محیط‌زیستی و تکنیک‌های مناسب ارزش‌گذاری است. به‌کارگیری چنین روش‌هایی نیازمند شناخت ارزش و یا قیمت منابع زیست‌محیطی و همچنین آگاهی از مقدار هزینه‌های خسارت و آسیب بر محیط‌زیست است (Amirnejad, 2005).

حرکت از "محیط‌زیست اقتصادی" به "اقتصاد زیست‌محیطی" شاید راهبردی‌ترین آرمان و در عین حال مهمترین چالش دو دهه گذشته در جهان باشد. در این میان آگاهی از ارزش‌های غیر قابل تبادل منابع طبیعی و مزیت‌های نسبی طبیعت، مسیر دستیابی به آموزه ذکرشده را کوتاه می‌کند. البته عدم درک صحیح از کارکردها و خدمات تولید شده توسط اکوسیستم‌ها، خطری جدی برای جامعه محسوب می‌شود (Pearce, 1991). تالاب‌ها ۶ درصد کره زمین را می‌پوشانند و ۲۰ درصد زیستگاه‌های تنوع زیستی را تأمین می‌کنند (Dugan, 1990). زیستگاه‌های تالابی یکی از بااهمیت‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی کره زمین هستند که از دیرباز نقش به‌سزایی در توسعه جوامع اطراف خود ایفا نموده‌اند. منافع متعدد تالاب، آنها را در زمره مهمترین و ارزشمندترین زیست‌بوم‌های جهان برای حفظ تنوع زیستی و فرهنگی قرار می‌دهد، به‌نحوی‌که بسیاری از تمدن‌های بشری در حاشیه تالاب‌ها شکل گرفته‌اند. برخلاف رشد آگاهی مردم و کشورها نسبت به اهمیت محیط‌های طبیعی به‌ویژه تالاب‌ها، هنوز درک واقعی از اهمیت، کارکرد و حساسیت این زیستگاه‌های حیاتی و متنوع بسیار پایین است. بنابراین به‌جرأت می‌توان گفت در مجموعه چشم‌اندازهای محیط طبیعی زمین، کمتر زیستگاهی می‌توان تا بدین پایه بااهمیت پیدا کرد که تا این حد در مورد آنها غفلت شده باشد. در واقع تالاب‌ها را می‌توان ازجمله نظام‌های حیاتبخشی به حساب آورد که مطلقاً جایگزین ندارند. درعین‌حال هیچ‌یک از اکوسیستم‌های جهان به اندازه تالاب‌ها صدمات ناشی از کوته‌اندیشی بشر و تمایلات خودخواهانه انسان‌محوری را تجربه نکرده‌اند (Dolatkhahi, 2010). اکوسیستم‌های طبیعی ازجمله تالاب‌ها به‌دلیل برخورداری از پوشش گیاهی متنوع، علاوه بر تولید علوفه یکی از مکان‌های باارزش از نظر ترسیب کربن و تولید اکسیژن به‌حساب می‌آیند. افزایش ترسیب کربن برابر افزایش بیوماس گیاهی، افزایش تولید، بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی است. به همین سبب ترسیب کربن علاوه بر ارزش حفاظتی به‌دلیل افزایش تولید بیوماس، از نظر اقتصادی دارای ارزش است و به‌عنوان یکی از خدمات مهم اکوسیستم در جهان به‌شمار می‌رود (Carpenter *et al*., 2009). کارکردهای ذخیره کربن و عرضه اکسیژن تالاب‌ها عموماً بدون قیمت تلقی می‌شوند، بنابراین ارزش‌گذاری این بخش از خدمات اکوسیستم‌های طبیعی، گام مهمی برای تصحیح آن نوع از تصمیمات زیست محیطی– اقتصادی خواهد بود که به این کارکردها و خدمات به‌عنوان خدمات رایگان می‌نگرد. Mousavi (۲۰۱۱)، کارکردهای متنوع اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز طالقان میانی را مورد شناسایی و کمی‌سازی قرار داد. وی ارزش کل این اکوسیستم را ۱۲۲۲۶۷/۳ میلیون ریال در سال و ارزش هر هکتار از مراتع طالقان میانی را ۴۷۱۰۰۶۲ ریال در سال برآورد کرد. همچنین ارزش کارکرد ترسیب کربن و عرضه اکسیژن در این مراتع به‌ترتیب برابر با ۱۸۱۸/۷۳ و ۹۹۱۳/۲۲ میلیون ریال است. Badehian و همکاران (۲۰۱۴)، در مطالعه خود با عنوان برآورد ارزش اقتصادی

کارکرد ترسیب کربن در دو توده جنگلی خالص و آمیخته راش در جنگل مطالعاتی خیرود نوشهر، ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در توده خالص راش را ۹/۵ میلیون ریال و توده آمیخته راش را ۸/۳ میلیون ریال (هکتار در سال) برآورد کردند. نصری و همکاران (۱۳۹۵) در برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه خشک شهرستان ملارد، میزان ذخیره کربن در منطقه مورد مطالعه را ۲/۲۳ تن در هکتار و میزان عرضه اکسیژن را ۲/۱ تن در هکتار برآورد کردند.

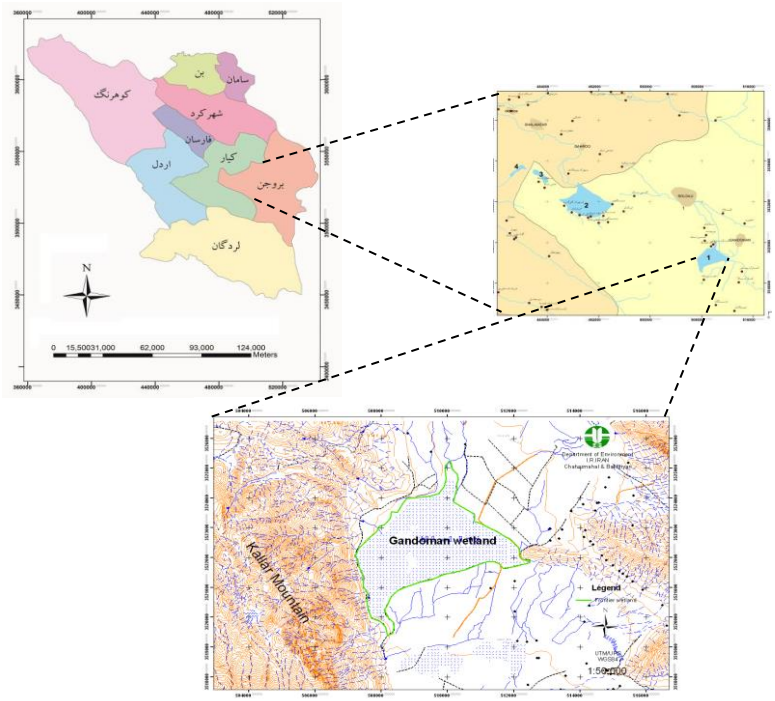
Dong و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی به مدل‌سازی ترسیب کربن و ارزیابی پیامدهای طرح مدیریت مراتع در چین پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که در طرح‌های چرایی کل غلظت انتشار کربن برابر ۴۰۸۷ کیلوگرم در هکتار در صد سال بوده است. همچنین کل دارایی‌های طبیعی این مراتع ۱۳۳۰۳ دلار در هکتار و کارکرد سالانه آن نیز حدود ۱۰۶ دلار در هکتار برآورد شده است. Aertsens و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی به ارزش‌گذاری قابلیت ترسیب کربن در اراضی مختلف اروپا پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که بالاترین میزان قابلیت ترسیب کربن مربوط به بخش اگروفارستری (حدود ۹۰ درصد) بوده است. ارزش اقتصادی بخش اگروفارستری در سال ۲۰۱۲ برابر ۲۸۲ یورو در هکتار برآورد شده است که به‌طور تدریجی به ۱۰۰۷ یورو در هکتار در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت.

استان چهارمحال و بختیاری به‌دلیل دارا بودن منابع آبی فراوان و ویژگی‌های خاص توپوگرافی، از رویشگاه‌های ماندابی متعددی برخوردار است. عدم توجه واقعی به این سرمایه‌های ارزشمند طبیعی، می‌تواند منجر به بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیری به بوم‌سازگان طبیعی کشور گردد. این پروژه با هدف کمی‌سازی و برآورد ارزش‌های اقتصادی خدمات اکوسیستمی با هدف مدیریت پایدار اکوسیستم‌های تالابی و لحاظ نمودن ارزیابی اثرهای محیط-زیستی اجرای پروژه‌ها بر اقتصاد محلی، منطقه‌ای و ملی تالاب گندمان در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه اجرای تحقیق

این مطالعه در تالاب گندمان با وسعت ۹۸۰ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری، در فاصله ۲۰ کیلومتری شهر بروجن و ۴ کیلومتری شهر گندمان انجام شد. میانگین ارتفاع تالاب از سطح دریا ۲۲۱۵ متر است و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۷ دقیقه شرقی قرار گرفته است. مساحت تالاب در حدود ۱۲۰۰ هکتار است که در حال حاضر با توجه به تصرفات انجام شده مساحت آن به ۹۸۰ هکتار رسیده است. اغلب اراضی این تالاب دارای قابلیت نفوذ کم و شیب ملایم (۲ –۰ درصد) می‌باشد. سطح آب زیرزمینی شیرین نیز بالا و در عمق ۱۲۰ – ۷۵ سانتی‌متر است. اقلیم محدوده تالاب گندمان سرد و نیمه‌خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۵۶۶/۱ میلی‌متر است (آمار هواشناسی استان، ایستگاه کلیماتولوژی امام قیس). منابع تأمین‌کننده آب تالاب گندمان علاوه بر باران و برف، چشمه‌ها (چشمه‌های حاشیه تالاب مانند گل کوچک، گل بزرگ، مرادان و نصیرآباد) و رودخانه آقبلاغ است. کشاورزی و دامداری شغل اصلی مردم منطقه است و از مراتع بالادست و حاشیه تالاب برای تعلیف دام‌های خود استفاده می‌کنند. کشت گندم و جو به صورت دیم و آبی نیز زراعت غالب منطقه است (Fattahi Nafchi, 2015). تالاب گندمان یکی از ۱۰ تالاب برتر پرنده‌نگری در ایران است که در دفتر بین‌المللی تحقیقات پرندگان آبزی لندن به ثبت رسیده است. این تالاب که به‌عنوان زیستگاهی باارزش در میان ۱۰۵ زیستگاه مهم پرندگان در ایران شناسایی شده، در زمره زیباترین تالاب-های کشور و مهمترین کانون‌های گردشگری استان چهارمحال بختیاری قرار داشته و زیستگاهی منحصربفرد برای زمستان‌گذرانی و تخم‌گذاری پرندگان مهاجر و اسکان دائم پرندگان بومی محسوب می‌شود.




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی تالاب گندمان در استان چهارمحال و بختیاری**

## روش تحقیق

### تهیه شبکه آماربرداری و نمونه‌برداری

ابتدا با مراجعه به منطقه مورد مطالعه و با گذر از کلیه راه‌های قابل عبور و انجام گشت‌های متعدد، تیپ‌های گیاهی با روش سیمای ظاهری (فیزیونومی) از هم تفکیک شدند. پس از مشخص شدن تیپ‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه، در شهریور ماه همزمان با مرحله گلدهی و خوشه-دهی کامل گیاهان، یک منطقه معرف در هر تیپ گیاهی تعیین و یک ترانسکت ۲۰۰ متری در داخل آنها مستقر گردید. با توجه به مساحت هر تیپ گیاهی و به‌دلیل یکنواختی پوشش گیاهی در مناطق تالابی، ۵ تا ۱۵ پلات یک مترمربعی بر روی هر ترانسکت مستقر گردید. بنابراین در مجموع ۳۰ پلات یک مترمربعی در منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۲). سپس در داخل هر پلات، درصد تاج پوشش تمام گونه‌های گیاهی، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه برآورد و زی‌توده هوایی تمام گیاهان از فاصله یک سانتیمتر بالاتر از سطح خاک قطع و جمع‌آوری گردید (شکل ۳). نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل شده و پس از خشک کردن در دمای معمولی محیط، به‌صورت جداگانه توزین شدند. پس از مشخص شدن مقدار زی‌توده هوایی گیاهان در یک مترمربع، با در نظر گرفتن حد بهره‌برداری مجاز ۵۰ درصد و همچنین مساحت هر تیپ گیاهی، مقدار علوفه تولید شده در هر هکتار و کل تیپ گیاهی تعیین شد. از آنجا که ۹۰ درصد از علوفه تولید شده در سطح تالاب گندمان، متعلق به گیاهان سه تیره گیاهی Cyperaceae، Juncaceae و Poaceae می‌باشد، بنابراین علوفه تولیدی از کیفیت خیلی بالایی برخوردار نبوده و به همین دلیل برای ارزش‌گذاری اقتصادی علوفه تولید شده در سطح تالاب گندمان، از قیمت خرید و فروش کاه گندم و جو استفاده شد. همچنین در هریک از پلات‌های نمونه-برداری پوشش گیاهی، یک نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت گردید (IPCC, 2003). نمونه‌های خاک برداشت شده، هواخشک شده و برای انجام اندازه‌گیری کربن آلی به آزمایشگاه منتقل شدند.

**شکل ۲- قطعات نمونه یک مترمربعی برای برداشت داده‌های پوشش گیاهی**

**شکل ۳- جمع‌آوری زی‌توده گیاهان تالابی در قطعات نمونه**

**ارزیابی ترسیب کربن و تولید اکسیژن**

کل کربن ذخیره شده به‌وسیله یک اکوسیستم (Ct) در دو بخش زی‌توده گیاهی و خاک یافت می‌شود. کربن ذخیره شده در زی‌توده شامل کربن ذخیره شده در اندام‌های هوایی ($C_1$) و اندام‌های زیرزمینی ($C_2$) بوده و کربن موجود در خاک شامل کربن موجود در لایه سطحی خاک ($C_3$) است (رابطه ۱).

$$Ct=C_1+C_2+C_3 \quad \text{رابطه (۱)}$$

از آنجایی که کربن ذخیره شده در خاک حاصل کارکرد اکوسیستم در طی سالیان متمادی بوده و به‌عنوان کارکرد سالانه قلمداد نمی‌گردد، بنابراین ترسیب کربن پوشش گیاهی تالاب ($C_1+C_2$) به‌صورت سالیانه و اندوخته کربن خاک ($C_3$) به‌طور کلی ارائه می‌گردد.

پس از نمونه‌برداری از زی‌توده هوایی گیاهان و خشک کردن نمونه‌ها، وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. به‌منظور برآورد اندوخته کربن زیرزمینی از میانگین نسبت زی‌توده اندام زیرزمینی به زی‌توده اندام هوایی استفاده شد. براساس بررسی مقایسه‌ای Carins و همکاران (۱۹۹۷) که شامل بررسی بیش از ۱۶۰ تحقیق بوده و مجموعه‌ای از گونه‌های مناطق استوایی، معتدله و جنگل‌های سوزنی برگ (بورآل) را

دربرمی‌گیرد، نسبت ریشه به ساقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین نسبت زی‌توده اندام زیرزمینی به زی‌توده اندام هوایی ۰/۲۶ (۰/۳۰–۰/۱۸) است. این نرخ در شرایط عرض‌های جغرافیایی مختلف، بافت خاک‌های مختلف و نوع گونه تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است.

برای تعیین میزان اندوخته کربن گیاه از روش احتراق در کوره الکتریکی استفاده شد. اندوخته کربن آلی خاک با استفاده از روش‌های والکلی- بلاک انجام شد. همچنین جرم مخصوص ظاهری خاک و درصد قطعات بزرگ (مانند سنگریزه) اندازه‌گیری و برای برآورد موجودی کربن خاک از رابطه ۲ استفاده گردید (IPCC, 2003).

رابطه (۲)

$$SOC = [SOC] \times Bulk\ Density \times Depth \times Coarse\ Fragments \times 10$$

که در آن

SOC: ذخیره کربن آلی خاک (Mg C ha-1)

[SOC]: غلظت کربن آلی خاک در حجم خاک برداشت شده (g C (kg soil)-1)

Bulk Density: جرم خاک بر حجم نمونه یا جرم مخصوص ظاهری خاک (Mg m-3)

Depth: عمق نمونه‌برداری (متر)

Coarse Fragments: قطعات بزرگ (۱۰۰/درصد حجم قطعات بزرگ)-۱

۱۰: ضریب تبدیل واحد به $Mg\ C\ ha^{-1}$ می‌باشد.

باتوجه به رابطه ۳، پوشش گیاهی برای تولید ۱۶۲ گرم ماده خشک، ۲۶۴ گرم دی‌اکسیدکربن جذب و ۱۹۳ گرم اکسیژن آزاد می‌کند (Guo *et al*., 2001).

$$CO_2(264g) + H_2O(108g) \longrightarrow C_6H_{12}O_6(180g) + O_2(193g) \longrightarrow Amylase(162g)$$

بنابراین با تولید ۱ گرم ماده خشک گیاهی ۱/۲ گرم اکسیژن تولید می‌گردد. به‌طوری‌که با محاسبه مقدار ماده خشک تولید شده در کل تالاب مقدار اکسیژن کل تولیدی تالاب محاسبه شد.

به‌منظور ارزش‌گذاری کارکرد جذب دی‌اکسید کربن از سیاست مالیات بر کربن و مخارج انتشار کربن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن استفاده شد. بدین‌منظور، ارزش پولی ترسیب کربن براساس Cairns و Meganck (۱۹۹۴) که قیمت‌گذاری سایه‌ای کربن را برابر ۲۵/۳ دلار بر تن برای سال‌های ۲۰۲۰–۲۰۱۱ برآورد نموده است، استفاده گردید (Strange *et al*, 1999). ارزش کارکرد تولید اکسیژن نیز با استفاده از روش هزینه جایگزین و براساس هزینه تولید اکسیژن در واحدهای تولید اکسیژن صنعتی و پزشکی برآورد شد (Li & Zhou, 2006). مولایی (۱۳۸۸) هزینه تولید اکسیژن صنعتی و پزشکی را برابر ۵۰۰ هزار ریال بر تن در نظر گرفته است. در این تحقیق نیز از این رقم برای برآورد کارکرد تولید اکسیژن در تالاب گندمان استفاده شد.

## نتایج

### پوشش گیاهی موجود در تالاب گندمان

بر اساس مطالعات و پیمایش صحرایی انجام شده در منطقه مورد مطالعه، سه تیپ گیاهی *Juncus inflexsus*-*Cynodon dactylon*، *Cyperus longus*-*Cladium mariscus* و *Phragmites australis* وجود دارد که مساحت هریک از آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱- مساحت تیپ‌های گیاهی موجود در تالاب گندمان**

| ردیف | نام تیپ گیاهی | علامت اختصاری | مساحت (هکتار) |
|---|---|---|---|
| ۱ | *Cyperus longus-Cladium mariscus* | *Cy.lo-Cl.ma* | ۵۳۶/۱ |
| ۲ | *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon* | *Ju.in-Cy.da* | ۳۵۷/۷ |
| ۳ | *Phragmites australis* | *Ph.au* | ۸۶/۲ |

نتایج حاصل از برداشت وضعیت پوشش گیاهی در تالاب گندمان نشان داد که در منطقه مورد مطالعه تعداد ۱۲۹ گونه گیاهی متعلق به ۳۴ خانواده وجود دارد. از مهمترین گونه‌های گیاهی موجود در منطقه می‌توان به *Cyperus longus* L ، *Carex riparia* Curtis، *Carex divisa* Huds، *Bolboschoenus glaucus* (Lam.) Smith، *Elaeocharis mitracarpa* Steud، *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla، *Scirpoides Holoschoenus* (L.) Sojak، *Agrostis tenuis* Sibth، *Alopecurus apiatus* Ovcz، *Catabrosa aquatica* (L.) Beauv، *Cynodon dactylon* (L.) Pers، *Hordeum violaceum* Boiss. et Huet، *Lolium perenne* L، *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud، *Juncus articulatus* L، *Juncus bufonius* L و *Juncus inflexus* L اشاره کرد.

از مجموع ۱۲۹ گونه گیاهی موجود در منطقه مورد مطالعه، ۲۳ گونه گیاهی در پلات‌های نمونه‌برداری شده مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج حاصل از برآورد درصد تاج پوشش آنها در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این جدول، بیشترین درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه متعلق به *Phragmites australis*، *Cyperus longus* و *Cladium mariscus* بود. میانگین درصد تاج پوشش گیاهان در هریک از سه تیپ گیاهی *Cyperus longus-Cladium mariscus*، *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon* و *Phragmites australis* به‌ترتیب برابر با ۷۶/۳، ۷۴/۲۰ و ۷۷/۹ درصد بوده است. در مجموع تالاب گندمان دارای ۷۶/۱۵ درصد تاج پوشش گیاهی، ۹/۶۳ درصد لاشبرگ، ۰/۰۷ درصد سنگ و سنگریزه و ۱۴/۱۵ درصد خاک لخت بوده است.

**بررسی زی‌توده هوایی گیاهان در تالاب گندمان**

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های صحرایی و تجزیه وتحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین مقدار زی‌توده یا بیوماس گیاهی سرپا (روی‌زمینی) در تالاب گندمان ۱۴۸۰۱ کیلوگرم در هکتار است. **میانگین کل** زی‌توده یا بیوماس هوایی گیاهان در سه **تیپ گیاهی** *Cyperus longus-Cladium mariscus*، *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon* و *Phragmites australis* به‌ترتیب برابر با ۱۴۳۳۸/۱، ۱۴۶۴۶/۴ و ۱۵۴۱۸/۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. از آنجا که ۹۰ درصد از علوفه تولید شده در سطح تالاب گندمان، متعلق به گیاهان سه تیره گیاهی Cyperaceae، Juncaceae و Poaceae می‌باشد، می‌توان آن را به‌عنوان علوفه درجه ۳ و یا کاه سفید محسوب نمود. به‌منظور ارزش‌گذاری اقتصادی علوفه تولید شده در سطح تالاب گندمان، قیمت خرید و فروش علوفه درجه ۳ توسط مردم محلی و یا قیمت کاه گندم و جو در منطقه که به‌طور متوسط ۵۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم بوده است، مورد توجه قرار گرفت. بر این اساس و با توجه به مساحت هریک از تیپ‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه، ارزش تالاب گندمان از نظر ارزش تغذیه‌ای به‌عنوان علوفه دام در سه **تیپ گیاهی** *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon*، *Cyperus longus-Cladium mariscus* و *Phragmites australis* **به‌ترتیب برابر** با ۳۸۴۳۳۲۷۷، ۲۶۱۹۵۰۸۶ و ۶۶۴۵۴۱۶/۵ هزار ریال **برآورد گردید. بنابراین** ارزش اقتصادی کل تالاب گندمان از نظر تولید علوفه دام ۷۱،۲۷۳،۷۷۹،۰۰۰ ریال است. البته با در نظر گرفتن ضریب برداشت مجاز ۵۰ درصد علوفه از تالاب، نیمی از مقدار علوفه تولیدی در تالاب قابل برداشت و استفاده خواهد بود.

**جدول ۲- درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی به تفکیک تیپ گیاهی در تالاب گندمان**

| ردیف | گونه | میانگین درصد تاج پوشش | | |
|---|---|---|---|---|
| | | تیپ *Cy.lo-Cl.ma* | تیپ *Ju.in-Cy.da* | تیپ *Ph.au* |
| ۱ | *Cyperus longus* | ۳۶/۳۳ | ۰/۵ | ۷/۹ |
| ۲ | *Cladium mariscus* | ۲۷/۶۷ | ۰/۵ | ۵/۸ |
| ۳ | *Potentilla anserina* | ۲/۶۰ | ۰/۹ | ۰ |
| ۴ | *Juncus inflexus* | ۲ | ۲۵/۵ | ۰ |
| ۵ | *Calamagrostis pseudophragmites* | ۱/۳۳ | ۰ | ۰ |
| ۶ | *Lycopus europaeus* | ۱/۱۳ | ۰ | ۰ |
| ۷ | *Carex riparia Curtis* | ۱ | ۱۳ | ۱۰ |
| ۸ | *Juncus articulatus* | ۰/۸۷ | ۰ | ۰ |
| ۹ | *Scutellaria galericulata* | ۰/۸۰ | ۰ | ۲ |
| ۱۰ | *Polygonum arenastorum* | ۰/۶۰ | ۰/۵ | ۰/۶ |
| ۱۱ | *Cirsium rhizocephalum* | ۰/۵۳ | ۰ | ۰ |
| ۱۲ | *Centaurium minus* | ۰/۴۷ | ۰ | ۰ |
| ۱۳ | *Polypogon maritimus* | ۰/۴۷ | ۰/۱۵ | ۰/۲ |
| ۱۴ | *Agrostis tenuis* | ۰/۳۳ | ۰ | ۰ |
| ۱۵ | *Cirsium arvense* | ۰/۰۷ | ۲ | ۰ |
| ۱۶ | *Plantago lanceolata* | ۰/۰۷ | ۰/۱ | ۰ |
| ۱۷ | *Cardaria Draba* | ۰/۰۳ | ۰ | ۰ |
| ۱۸ | *Cynodon dactylon* | ۰ | ۱۶ | ۲ |
| ۱۹ | *Ononis spinosa* | ۰ | ۹ | ۰ |
| ۲۰ | *Trifolium repens* | ۰ | ۴/۵۵ | ۰ |
| ۲۱ | *Taraxacum syriacum* | ۰ | ۱/۳ | ۰/۴ |
| ۲۲ | *Lotus corniculatus* | ۰ | ۰/۲ | ۰ |
| ۲۳ | *Phragmites australis* | ۰ | ۰ | ۴۹ |
| | جمع | ۷۶/۳۰ | ۷۴/۲۰ | ۷۷/۹ |

**جدول ۳- میانگین زی‌توده هوایی گیاهان و ارزش اقتصادی علوفه تولید شده در تیپ‌های گیاهی تالاب گندمان**

| نام تیپ گیاهی | میانگین زی‌توده هوایی گیاهان (کیلوگرم در هکتار) | کل زی‌توده هوایی گیاهان (کیلوگرم) | ارزش اقتصادی از نظر تولید علوفه (هزارریال) |
|---|---|---|---|
| *Cy.lo-Cl.ma* | ۱۴۳۳۸/۱ | ۷۶۸۶۶۵۵/۴ | ۳۸۴۳۳۲۷۷۰۰۰ |
| *Ju.in-Cy.da* | ۱۴۶۴۶/۴ | ۵۲۳۹۰۱۷/۲ | ۲۶۱۹۵۰۸۶۰۰۰ |
| *Ph.au* | ۱۵۴۱۸/۶ | ۱۳۲۹۰۸۳/۳ | ۶۶۴۵۴۱۶۵۰۰ |
| جمع | | | ۷۱۲۷۳۷۷۹۵۰۰ |

**نتایج حاصل از ارزیابی ترسیب کربن و تولید اکسیژن**

**ترسیب کربن پوشش گیاهی**

نتایج حاصل از برداشت زی‌توده یا بیوماس گیاهی سرپا (روی‌زمینی) در قطعات نمونه ۱ مترمربعی در تالاب گندمان نشان داد که مقدار متوسط سالیانه بیوماس سرپا در این تالاب ۱۴۸۰۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. با توجه به متوسط نرخ زی‌توده اندام زیرزمینی به زی‌توده اندام هوایی (۰/۲۶) مقدار زی‌توده زیرزمینی پوشش گیاهی برابر ۳۸۴۸/۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. بنابراین مجموع زی‌توده گیاهی در تالاب گندمان ۱۸۶۴۹/۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری درصد کربن آلی نمونه‌های گیاهی نشان داد که به‌طور متوسط در نمونه‌های گیاهی (±۲/۰۳) ۴۷/۷ درصد کربن وجود دارد. بنابراین مقدار اندوخته کربن موجود در زی‌توده پوشش گیاهی تالاب گندمان ۸۸۹۵/۷ کیلوگرم (۸/۹ تن) در هکتار می‌باشد (جدول ۴).

**جدول ۴- میانگین سالیانه زی‌توده و اندوخته کربن پوشش گیاهی تالاب گندمان**

| تیپ گیاهی | زی‌توده روی‌زمینی (kg/ha) | زی‌توده زیرزمینی (kg/ha) | اندوخته کربن زی‌توده پوشش گیاهی $C_1+C_2$ kg در هر هکتار | اندوخته کربن زی‌توده پوشش گیاهی $C_1+C_2$ kg در تالاب |
|---|---|---|---|---|
| *Cy.lo-Cl.ma* | ۱۴۳۳۸/۱ | ۳۷۲۷/۹ | ۸۶۱۷/۵ | ۴۶۱۹۸۴۱/۷ |
| *Ju.in-Cy.da* | ۱۴۶۴۶/۴ | ۳۸۰۸/۱ | ۸۸۰۲/۸ | ۳۱۴۸۷۶۱/۸ |
| *Ph.au* | ۱۵۴۱۸/۶ | ۴۰۰۸/۸ | ۹۲۶۶/۹ | ۷۹۸۸۰۶/۸ |
| میانگین | ۱۴۸۰۱ | ۳۸۴۸/۳ | ۸۸۹۵/۷ | |
| جمع | | | | ۸۵۶۷۴۱۰/۳ |

**ترسیب کربن خاک**

نتایج اندازه‌گیری مقدار کربن آلی موجود در خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر در تالاب گندمان نشان داد که اندوخته کربن در خاک این تالاب ۵۵۴/۷ تن در هکتار است (جدل ۵).

**جدول ۵- اندوخته کربن آلی موجود در خاک تالاب گندمان**

| مقدار کربن آلی خاک | وزن مخصوص ظاهری خاک | درصد سنگریزه | ذخیره کربن آلی خاک $C_3$ |
|---|---|---|---|
| grC/kgsoil ۱۷۹/۵ | $Mgrm^{-3}$۱/۱۱ | ۷/۲ | ton/ha۵۵۴/۷ |

در این تحقیق به‌منظور تعیین ارزش ترسیب کربن با استناد به مطالعه Cairns و Meganck (۱۹۹۴)، رقم ۲۵/۳ دلار بر تن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن مورد توجه قرار گرفت. بر این اساس ارزش سالیانه جذب کربن توسط پوشش گیاهی تالاب برابر با ۲۲۵/۲ دلار برای هر هکتار می‌باشد که با در نظر گرفتن نرخ برابری ارز در سال ۱۳۹۷ که برابر ۴۲۰۰۰ ریال می‌باشد، ارزش هر هکتار از تالاب گندمان در سال برابر ۹،۴۵۷،۱۴۰ ریال برآورد گردید. بنابراین با توجه به وسعت تیپ‌های مختلف گیاهی ارزش اقتصادی تالاب گندمان از نظر ترسیب کربن گیاهی ۹،۱۰۳،۷۳۰،۱۸۵ ریال در هر سال برآورد می‌گردد.

با توجه به مقدار ذخیره کربن آلی خاک ارزش اقتصادی تالاب گندمان از نظر ترسیب کربن خاک ۵۸۹،۴۲۴،۲۲۰ ریال در هکتار به‌دست آمد. با توجه به وسعت ۹۸۰

هکتاری این تالاب، ارزش کربن اندوخته شده در کل خاک تالاب گندمان ۵۷۷،۶۳۵،۷۳۵،۶۰۰ ریال است.

با توجه به اینکه به‌ازای تولید هر ۱ گرم ماده خشک گیاهی ۱/۲ گرم اکسیژن تولید می‌گردد، بنابراین مقدار اکسیژن تولید شده در تالاب گندمان ۲۲۳۷۹/۲ کیلوگرم در هکتار (۲۲/۴ تن درهکتار) در سال برآورد می‌گردد.

**جدول ۶- میانگین سالیانه تولید اکسیژن در تیپ‌های گیاهی مختلف تالاب گندمان**

| تیپ گیاهی | kg زی‌توده کل در هکتار | kgتولید اکسیژن سالیانه در هکتار | kgتولید اکسیژن سالیانه در تالاب |
|---|---|---|---|
| *Cy.lo-Cl.ma* | ۱۸۰۶۶ | ۲۱۶۷۹/۲ | ۱۱۶۲۲۲۱۹/۱ |
| *Ju.in-Cy.da* | ۱۸۴۵۴/۵ | ۲۲۱۴۵/۴ | ۷۹۲۱۴۰۹/۶ |
| *Ph.au* | ۱۹۴۲۷/۴ | ۲۳۳۱۲/۹ | ۲۰۰۹۵۷۱/۹ |
| جمع | | | ۲۱۵۵۳۲۰۰/۶ |

در این تحقیق به‌منظور تعیین کارکرد تولید اکسیژن تالاب از رقم ۵۰۰ هزار ریال بر تن استفاده شد. بر این اساس ارزش اقتصادی کارکرد تولید سالیانه اکسیژن توسط پوشش گیاهی تالاب گندمان برابر با ۱۱،۱۸۹،۶۰۰ ریال در هر هکتار و برای کل تالاب گندمان برابر ۱۰،۷۷۶،۶۰۰،۳۰۰ ریال برآورد گردید.

## بحث

اعطای ارزش پولی به محیط‌زیست، بر خلاف تمامی کاستی‌ها، اهمیت اقتصادی استفاده از محیط‌زیست را آشکار می‌کند. از نظر علمی کاربرد این شیوه به اهداف اساسی آن، یعنی بررسی محیط‌زیست به‌منظور آسانی تصمیم‌های بخش عمومی در زمینه حفاظت، بازسازی و ارتقای آن محدود می‌شود. در ضمن تعیین و سنجش این ارزش‌ها ابزاری برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران در مورد اقدامات و فعالیت‌های تأثیرگذار بر تالاب خواهد بود (Mousavi, 2011). ازاین‌رو تالاب گندمان که به‌عنوان یک بوم‌سازگان طبیعی دارای ارزش‌های خاص در سطح محلی -منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن و تولید اکسیژن تالاب گندمان نشان داد که پوشش گیاهی تالاب سالیانه به‌طور متوسط ۸/۹ تن درهکتار ترسیب کربن و ۲۲/۴ تن درهکتار تولید اکسیژن دارد. Abdi و همکاران (۲۰۰۸)، مقدار ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی را ۳/۵ تن در هکتار برآورد نمودند. Nasri و همکاران (۲۰۱۶)، نیز مقدار اندوخته کربن مراتع خشک و نیمه‌خشک شهرستان ملارد را ۲/۲۳ تن در هکتار و میزان تولید اکسیژن را ۲/۱ تن در هکتار گزارش نمودند. همچنین Yeganeh و همکاران (۲۰۱۵) در برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها در اکوسیستم مرتعی حوزه آبخیز تهم به این نتیجه دست یافتند که در هر هکتار از اکوسیستم مرتعی مورد بررسی، سالانه ۰/۵۴ تن کربن جذب و ۱/۵ تن اکسیژن تولید می‌شود. به‌طوری‌که بیشتر بودن مقدار ترسیب کربن و تولید اکسیژن در پوشش گیاهی تالاب گندمان را می‌توان در درجه اول به تراکم بالای پوشش گیاهی تالاب نسبت داد. همچنین در بررسی پوشش گیاهی تالاب گندمان، بیوماس زیرزمینی نیز در محاسبه وارد شده است که در سایر مطالعات این مورد لحاظ نشده است.

ترسیب کربن خاک بخش مهمی از ترسیب کربن در اکوسیستم خشکی است و تأثیر شدیدی بر $CO_2$ اتمسفری دارد، به‌طوری‌که تغییرات کم در تراکم کربن خاک در اثر تغییر کاربری اراضی ممکن است تغییرات زیادی در تراکم دی‌اکسیدکربن اتمسفر ایجاد کند. همچنین کاهش ذخیره کربن آلی خاک با افزایش احتمال فرسایش‌پذیری و فشردگی

خاک و افزایش رواناب اثر زیادی بر ساختمان خاک دارد (Varamesh *et al*., 2008)، به‌نحوی‌که مقدار کربن آلی موجود در خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در عرصه مورد بررسی ۵۵۴/۷ تن در هکتار است. این عدد بیانگر بالا بودن مقدار مواد آلی در خاک تالاب و کیفیت بسیار بالای این خاک است. مقدار ماده آلی موجود در خاک تالاب گندمان تقریبا بیش از دو برابر خاک‌های حاصلخیز جنگلی شمال کشور است. محمودی طالقانی و همکاران مقدار ترسیب کربن خاک در طرح جنگل‌داری دلدره در منطقه گلبند شمال کشور را ۲۸۳ تن در هکتار برآورد کردند (Mahmoudi Taleghani *et al*., 2007). همچنین Bakhtiarvand Bakhtiari در بررسی تأثیر ۴ گونه جنگل‌کاری شده بر کربن خاک در منطقه فولاد مبارکه اصفهان به این نتیجه رسید که گونه اقاقیا با ۳۰/۴۸ تن در هکتار کربن آلی بیشترین و گونه کاج با ۱۶/۲۱ تن در هکتار کمترین کربن آلی خاک را دارد. این مقدار برای گونه‌های سرو نقره‌ای و توت به‌ترتیب ۱۸/۷۱ و ۲۶/۸۶ تن در هکتار به‌دست آمد. به‌طورکلی گونه‌های پهن‌برگ کربن بیشتری را نسبت به گونه‌های سوزنی‌برگ در خاک ترسیب کرده‌اند (Bakhtiarvand Bakhtiari, 2011).

علاوه بر نقش کربن آلی خاک در موضوع گرمایش زمین و تغییر اقلیم، کربن آلی ذخیره رطوبتی خاک را افزایش داده (Huntington, 2003) و نفوذپذیری و تصفیه آب را بهبود می‌بخشد. همچنین تراکم و فشردگی خاک را کاهش داده و از این طریق مقدار آبی را که از دسترس خارج می‌شود، کاهش می‌دهد و این خود به معنی کاهش رواناب و سیلاب است (Kimble *et al*., 2007). مواد آلی همانند اسفنج عمل کرده و شش برابر وزن خود توانایی جذب آب دارد (Olness & Archer, 2005).

در بسیاری از مطالعات، ترسیب کربن به‌عنوان ارزش افزوده برای پروژه‌های اصلاح، احیاء و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در نظر گرفته می‌شود. Cairns و Meganck (۱۹۹۴)، معتقدند که مدیریت جامع جنگل، برابر ترسیب کربن، توسعه پایدار و حفظ تنوع زیستی است. در مورد سایر اکوسیستم‌های طبیعی نیز می‌توان این مفهوم را تعمیم داد. Abdi و همکاران (۲۰۰۸) معتقدند باید در متون علمی منابع طبیعی، ترسیب کربن و تولید اکسیژن به‌عنوان یکی از تولیدات زیستی در کنار استفاده‌های شناخته شده‌ای مانند تولید علوفه، گیاهان دارویی، محصولات فرعی، چرای دام و حیات‌وحش، تنوع زیستی و استفاده‌های تفرجگاهی گنجانده شود. اهمیت تولیداتی از اکوسیستم مانند علوفه که به‌شکل مستقیم مصرف می‌شود، عموماً برای بهره‌برداران ملموس‌تر است، زیرا بهره‌برداران اغلب از علوفه برای تغذیه دام و تولید فراورده‌های دامی، به‌عنوان محصول اصلی بهره‌برداری می‌کنند. نتایج بررسی پوشش گیاهی موجود در تالاب گندمان نشان داد که در مجموع ۱۲۹ گونه گیاهی در تالاب وجود دارد که از نظر اکولوژیکی و ژنتیکی از ارزش خاص خود برخوردارند. در میان گونه‌های موجود در تالاب اگرچه ۱۳ گونه گیاه دارویی وجود دارد اما از آنجایی که این گیاهان گونه‌های اصلی تالاب محسوب نمی‌شوند و به‌دلیل شرایط خاص از اطراف وارد تالاب شده‌اند، از دامنه پراکنش و تراکم محدودی برخوردار بوده و به‌همین دلیل از نظر اقتصادی قابل بهره‌برداری و استفاده نیستند. بنابراین در مقوله ارزش‌گذاری گیاهان تالابی به ارزش علوفه‌ای گیاهان موجود پرداخته شد. همانطور که اشاره گردید به‌طور متوسط مقدار بیوماس سرپا در این تالاب ۱۴۸۰۱ کیلوگرم در هکتار در سال است. Yeganeh و همکاران (۲۰۱۵)، در ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد علوفه تولیدی مراتع حوزه آبخیز تهم (با مساحت ۱۶۲۸۶/۳) در استان زنجان، میزان کل علوفه قابل برداشت مراتع منطقه را برابر ۱۴۵۲ تن در سال برآورد کردند. البته مقدار علوفه تولیدی در تالاب گندمان به‌مراتب بسیار بیشتر از این مقدار است که دلیل آن را می‌توان وجود تراکم بالای گیاهی به‌ویژه در تیپ‌های *Juncus* ،*Cyperus longus-Cladium mariscus* inflexus-*Cynodon dactylon* و *Phragmites australis* که از بیوماس بالایی نیز برخوردارند، دانست.

اقتصاد محیط‌زیست مدل اقتصادی جدیدی را ایجاد می‌کند که ضمن در نظر گرفتن حقایق اکولوژیکی، هزینه‌های خارجی

یک کالا یا خدمت را محاسبه می‌نماید. این اقدام مهمترین گام در جهت جلوگیری از فشار بیش از حد بر منابع طبیعی و حفظ توسعه پایدار است. همچنین ارزشگذاری این خدمات می‌تواند به روند رایگان تلقی کردن آنها پایان دهد و از تخریب این منابع بکاهد و با وارد کردن این ارزش‌ها در محاسبات ملی انتظار می‌رود ارزش و جایگاه این خدمات در برنامه‌ریزی‌های زیست محیطی مورد توجه بیشتر مسئولان قرار گیرد.

## منابع مورد استفاده


- Abdi, N., Maddah Arefi, H. and Zahedi Amiri, G.H., 2008. Estimation of carbon sequestration in *Astragalus* rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). Iranian journal of Range and Desert Reseach, 15(2): 269-282.
- Aertsens, J., Nocker, L. D. and Gobin, A., 2013. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. Journal of Land Use Policy, 31: 584– 594.
- Amirnejad, H., 2005. Total economic evaluation of the Caspian forest ecosystems of Iran based on ecological and conservation values. Ph.D Thesis, Tarbiat Modares University.
- Badehian, Z., Mashayekhi, Z., Zebardast, L. and Mobrghee, N., 2014. Economic valuation of carbon sequestration function in the Mixed and Pure Beech Stands (Case study: Kheyrud Forests). Journal of Environmental Researches, 5(9): 147-156.
- Bakhtiarvand Bakhtiari, S., 2011. Assessment on biomass estimation methods of Broad leaf and needle trees in Mobarakeh Steel Company. MSc Thesis, Shahrekord University, 111 p.
- Cairns, M. A. and Meganck, R. A., 1994. Carbon sequestration, biological diversity and sustainable development. Integrated forest management. Journal of Environmental Management, 18: 1, 13-22.
- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H. and Baumgardner., 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. Journal of Oecologia, 111: 1–11.
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Oteng-Yeboah,A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid,W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J. and Whyte, A., 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the millennium ecosystem assessment. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106:1305–1312.
- Dolatkhahi, M., 2010. Flouristic study of Parishan wetland in Fars province. MSc Thesis, Payam-e-Noor University of Najafabad, 236 p.
- Dong, X., Brown, M.T., Pfahler, D., Ingwersen, W.W., Kang, M., Jin, Y., Yu, B., Zhang, X. and Ulgiati, S., 2012. Carbon modeling and emergy evaluation of grassland management schemes in Inner Mongolia. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment, 158: 49–57.
- Dugan, P., 1990. Wetland conservation, A Review of current issues and Required Action, IUCN – The world conservation union, 96 p.
- Guo, Z., Xiao, X., Gan, Y. and Zheng, Y., 2001, Ecosystem functions, services and their values, a case study in Xingshan country of China. Journal of Ecological Economics, 38: 141-154.
- Huntington, T. G., 2003.Available water capacity and soil organic matter. In Lal, R. (ed.). Encyclopedia of Soil Science, Marcel Dekker, New York, pp. 1-5.
- IPCC., 2003. Good practices guidance for land use, land-use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
- Kimble, J.M., Rice, C.W., Reed, D., Mooney, S., Follett, R.F. and Lal, R., 2007. Soil carbon management, economic, environmental and societal benefits. 1th Ed., CRC press, New York, 284pp.
- Li, J., Ren,Z. and Zhou, Z., 2006. Ecosystem services and their values: a case study in the Qinba Mountains of China. Journal of Ecological Researches, 21: 597 – 604.
- Mahmoudi Taleghani, E., Zahedi Amiri, G., Adeli, E. and Sagheb-Talebi, K., 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian journal of Forests and Poplar Research, 15(3): 241-252.
- Molaei, M., 2009. Economic and environmental valuation of Arasbaran forest ecosystems. Ph.D Thesis, Tehran University, 193p.
- Mousavi, S.A., 2011. land management optimal based on the economic value of ecosystem functions and using a planning support system. Ph.D Thesis, Tehran University, 318p.
- Nasri, M., Ghorbani, M., Jafari, M., Azarnivand, H. and. Rafiee, H., 2016. Economic valuation of stocked carbon function in arid and semi-arid rangelands (Case Study: Malard District), Iranian Journal of Range and Desert Research , 23 (2): 396-403.
- Olness, A., Archer. D., 2005. Effect of organic carbon on available water in soil. Journal of Soil Science, 170(2):90-101.

– Pearce, D.W., 1991, Blueprint2- Greening the World Economy, Earthscan, London.
– Strange, N., Trap, P., Helles, F. and Brodie, J. D., 1999. A four-stage approach to evaluate management alternatives in multiple-use forestry. Journal of Forest Ecology and Management, 124: 79-91.
– Varamesh, S., Hosseini, S. M., Abdi, N. and Akbarinia, M., 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest, 2 (1): 25-35.
– Yeganeh, H., Azarnivand, H., Saleh, I., Arzani, H. and Amirnejad, H., 2015. Estimation of economic value of the gas regulation functions in rangeland ecosystems of Taham watershed basin. Journal of Rangeland, 2(9): 106-119.
– Yeganeh, H., Azarnivand, H., Saleh, I., Arzani, H. and Amirnejad, H., 2015. Estimation of economic value of the forages production functions in Taham watershed. Journal of Pajohesh va Sazandegi, 106: 73-85.

# Economic valuation of carbon sequestration, $O_2$ and forage production in the Gandoman wetland

**Y. Iranmanesh[1*], H. Jahanbazi Gujani[2], H. Shirmardi[3], S.H. Shamsodini[4] and M. Habibi[5]**

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran, Email: y_iranmanesh@yahoo.com
2- Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran
3- Researcher, Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran
4- Senior Research Expert, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran
5- Expert of Department of Environment of Chaharmahal and Bakhtiari Province

Received: 11/09/2018 Accepted: 06/18/2019

**Abstract**

The effective role of environmental resources in continuing the process of sustainable development and preservation of human life has led to economists focusing on the non-market roles of these resources. Awareness of the amount of benefits which are exited from the society by destroying environmental resources motivates the protection and support of these valuable natural treasures in the society. Awareness of the benefits of environmental resources requires the valuation of these resources. The aim of this study was to evaluate the economic functions of carbon sequestration, oxygen and forage production in Gandoman wetland with an area of 980 hectares with a sustainable management approach. For this purpose, a 200-meter transect was established in the representative areas of three plant types of *Juncus inflexsus-Cynodon dactylon*, *Cyperus longus-Cladium mariscus*, and *Phragmites australis*, and a total of 30 plots of one square meter were randomly placed along the transects. Then, in each plot, in addition to soil sampling, the percentage of canopy cover of all plant species, litter, rocks, and pebbles was estimated. Also, the aerial biomass of the plants was cut at a distance of one centimeter above the soil surface and then collected and dried in 50% of the plots. Plant carbon storage was measured using the electric furnace method and soil organic carbon was measured using the Walkley-Black method. The amount of oxygen production was also calculated based on the amount of plant dry matter. Based on the results of this research, the amount of carbon stored in the plant biomass and soil and the amount of oxygen production were determined separately by plant types. The results indicated that the annual average forage production was 14.8 tons per hectare. Also, the amount of carbon stock and oxygen produced in the whole Gandman wetland was equal to 8.9 and 22.4 tons per hectare per year, respectively. The carbon stored in the wetland soil was estimated at 554.7 tons per hectare. Therefore, the economic value of Gandman wetland per hectare per year for forage production, carbon sequestration, and oxygen production was 72728345, 9 9457140, and 11189600 Rials, respectively. The economic value of carbon stored in the soil of Gandman wetland was 589,424,220 Rials per hectare.

**Keywords:** Economic evaluation, gas adjustment, forage, wetland, Gandoman, Chaharmahal and Bakhtiari province.