بررسي توان ذخيرة كربن در سه گونه *Artemisia aucheri*، *Agropyron elongatum* و *Stipa barbata* در مراتع نيمه خشک ايران (مطالعة موردي: منطقه پشرت كياس)

زينب جعفريان*[۱]، ليلا طايفه سيدعليخواني[۲] و رضا تمرتاش[۳]
[۱] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري، ايران
[۲] دانشجوي كارشناسي‌ارشد مرتعداري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري، ايران
[۳] مربي دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري، ايران
(تاريخ دريافت: ۹۰/۲/۱۱، تاريخ تصويب: ۹۱/۲/۱۹)

چكيده

در بررسي حاضر به‌منظور ارزيابي توان ترسيب كربن در بخشي از مراتع منطقة نيمه‌خشک, سه گونه آگروپايرون (*Agropyron elongatum*)، استيپا (*Stipa barbata*) و درمنه كوهي (*Artemisia aucheri*) انتخاب شدند. پس از تعيين منطقة معرف و انتخاب سايت‌هاي مطالعاتي، نمونه‌برداري از پوشش گياهي و خاک به روش تصادفي نظام‌مند (سيتماتيک) انجام شد. به‌طورمجموع ۹۰ پاية گياهي و ۴۵ نمونه خاک برداشت شد. پس از جداسازي اندام‌هاي مختلف گياهي در آزمايشگاه، ضريب تبديل ترسيب كربن هر اندام گياهي به‌صورت جداگانه با روش احتراق تعيين شد. سپس ميزان ترسيب كربن گونه‌هاي مختلف، اندام‌هاي مختلف و خاك پاي گونه‌ها مورد مقايسه و تجزيه و تحليل قرارگرفت. نتايج نشان داد؛ ميزان ترسيب كربن در سه گونة گياهي يادشده اختلاف معني‌داري در سطح ۵ درصد داشت و گونة درمنه كوهي بيشترين توان ترسيب كربن را در منطقه دارا بود. همچنين ترسيب كربن در بين اندام‌هاي سه‌گانه (ريشه، ساقه و برگ) گونه‌هاي مورد مطالعه، تفاوت معني‌داري در سطح ۵ درصد داشت. بررسي كربن ذخيره شده در خاک گونه‌هاي مورد مطالعه نيز نشان داد؛ خاک گونة درمنه كوهي با داشتن ۲۹/۴۴۵ تن در هكتار كربن بيشتري را نسبت به دو گونه ديگر خود ذخيره كرده است.

واژه‌هاي كليدي: ترسيب كربن، *Artemisia aucheri*، *Agropyron elongatum* ، *Stipa barbata*، پشرت كياسر

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۱-۱۵۷۵۵۸۶ فاكس: ۰۱۵۲-۴۲۲۲۹۸۲ E-mail: Z.Jafarian@sanru.ac.ir

مقدمه

از زمان شروع انقلاب صنعتي در قرن نوزدهم، غلظت گاز كربنيك در اتمسفر از ۲۸۰ به ۳٦٥ قسمت در ميليون رسيده است و به نظر مي‌رسد در قرن بيست و يكم به ٦۰۰ قسمت در ميليون برسد. اين امر باعث افزايش دماي متوسط ساليانة زمين به ميزان ۱ تا ٤/٥ درجه سانتي‌گراد مي‌شود (Bordbar & Mortazavi, 2006). گرم شدن هوا اثرات مخربي بر حيات موجودات داشته و سبب تخريب اكوسيستم‌هاي طبيعي، وقوع سيل و خشكسالي و برهم خوردن تعادل اقليمي و اكولوژيكي مي‌شود (Abdi *et al.*, 2008). مراتع در حدود نيمي از خشكي‌هاي جهان را تشكيل مي‌دهند و داراي بيش از يک سوم از ذخاير كربن زيست كره خاكي مي‌باشند. در نتيجه، اين اراضي قابليت زيادي براي ترسيب كربن دارند (Dianatitilki & Naghipur, 2009). ترسيب كربن در بيوماس گياهي و خاك‌هايي كه تحت اين زيتوده هستند، ساده‌ترين و به لحاظ اقتصادي عملي‌ترين راهكار ممكن براي كاهش CO_2 اتمسفري مي‌باشد (Forouzeh *et al.*, 2008). ترسيب كربن فرآيندي است كه طي آن دي‌اكسيدكربن اتمسفر جذب شده و در بافت‌هاي گياهي به صورت هيدرات‌هاي كربن تجمع و رسوب مي‌كند (Allen-Dias, 1996). تفاوت در محتواي كربن موجود در اكوسيستم‌هاي مختلف، تا حدود زيادي وابسته به عوامل خاک و اقليم است. كربن آلي با افزايش محتواي رس خاک (Bauer *et al.*, 1987) و بارندگي سالانه، افزايش و با افزايش دماي سالانه، كاهش مي‌يابد (Burke *et al.*, 1997). به عنوان يک قاعدة كلي، كربن موجود در خاک بيش از كربن موجود در بيوماس ريشه‌هاست (Aradottir *et al.*, 2000). Woomer *et al* (2004) طي مطالعاتي در كشور سنگال بر روي ميزان كربن ذخيره شده در گياه و خاك در ٥ تيمار شامل اراضي مخلوط علفي- بوته، علفزار، اراضي بوته‌اي و درختي بيان كردند؛ حدود ٦۰ درصد از كربن آلي خاك در عمق ۲۰ سانتي‌متري خاك ذخيره شده است. بيش از ۹۷ درصد از كل ترسيب كربن را كربن آلي خاک تشكيل مي‌دهد و خاک مهم‌ترين مخزن كربن آلي در اكوسيستم‌هاي مرتعي به شمار مي‌آيد. Azarnivand *et al* (2009) نيز در مطالعة خود نشان دادند كه بيشترين سهم كربن و ازت ترسيب شده به بخش خاک اختصاص يافته است و به همين دليل خاک بزرگ‌ترين مخزن كربن در چنين اكوسيستم‌هايي محسوب مي‌شود. Yong(2007) نيز در بررسي ترسيب ازت و كربن خاک در زمين‌هاي تحت كشت يونجه در شمال‌غربي چين به نتيجة مشابهي دست يافت. توان ترسيب كربن بر حسب گونة گياهي، مكان و شيوه مديريت متفاوت است (Schuman & Mortenson, 2002). مطالعات نشان داده كه عمليات اصلاحي مختلف از جمله پخش سيلاب (Forouzeh, 2006) جنگل‌كاري و اگروفارستري (Bordbar & Mortazavi, 2006) بوته‌كاري (Tavakoli *et al.*, 2008) مديريت چرا (Azarnivand *et al.*, 2009) باعث بهبود ميزان ترسيب كربن در مراتع مي‌شوند. مراتع ايران با وسعت ۹۰ ميليون هكتار، وسيع‌ترين عرصة حياتي كشور (حدود ٥٤ درصد) را شامل مي‌شوند كه بيش از ۷۰ درصد از اين مراتع در ناحيه خشك و نيمه‌خشك واقع شده است. كاربري عمومي اين اراضي در كشور, استفاده به عنوان چراگاه بوده و چراي بيش از ظرفيت مراتع در اين نواحي اغلب منجر به تغيير در كميت و كيفيت پوشش گياهي و خاک، افزايش زمين‌هاي بايرو توسعه بيابان‌زايي شده است (Arzani *et al.*, 2007). جنس‌هاي درمنه (*Artemisia*)، آگروپايرون (*Agropyron*) و استيپا (*Stipa*) در ايران گونه‌هايي شناخته شده دارند كه از نظر پراكنش وسيع از شاخص‌ترين و با اهميت‌ترين جنس‌هاي گياهي در فلور ايران محسوب مي‌شوند. گونه‌هاي مختلف اين سه جنس در ايران از پست‌ترين نقاط حاشية خزر تا ارتفاعات ٤۰۰۰ متري از سطح دريا گسترش داشته و در بسياري از مناطق، برخي از گونه‌هاي آنها از جمله؛ درمنه دشتي و كوهي، استيپا و علف گندمي بلند, از مهم‌ترين گياهان علوفه‌اي مراتع محسوب مي‌شوند. از بين گونه‌هاي مختلف اين جنس‌ها، گونه درمنة كوهي (*Artemisia aucheri*)، آگروپايرون (*Agropyron elongatum*) و استيپا (*Stipa*

barbata) از مهم‌ترين گونه‌هاي اين جنس‌ها در ايران محسوب مي‌شوند به طوري‌كه پوشش غالب منطقة ايران و توراني را تشكيل داده و شاخص منطقة استپي محسوب مي‌شوند. آنچه در اينجا اهميت دارد آن است كه در كشور ما با وجود وسعت زياد و توانايي عظيم در ترسيب كربن مراتع، تا به حال پژوهش‌هاي كاربردي زيادي در اين زمينه انجام نگرفته است و اندك توجه محققين داخلي در امر ترسيب كربن، به اكوسيستمهاي جنگلي و كشاورزي معطوف شده است (Azarnivand *et al.*, 2009). هر چند تجمع كربن اين مناطق در واحد سطح ناچيز است، اما در صورت اجراي عمليات اصلاحي، مراتع توانايي ترسيب تقريبا يك ميليارد تن كربن آلي را دارند كه ارزش اين مقدار كربن برابر با حدود ۲۰ ميليون تن نفت است (UNDP، 2000). علاوه بر موراد يادشده، ترسيب كربن مي‌تواند به تجارت جهاني استاندارد و تضمين شده تبديل شود. هزينه‌هاي انتقال دي‌اكسيد كربن (انتقال كربن از اتمسفر به خاك) بر اساس آثار منفي افزايش دي اكسيد كربن بر روي آب و هوا همواره رو به افزايش بوده است. به‌صورتي كه ارزش ترسيب كربن در مراتع، در حال حاضر ۲۰۰ دلار براي هر تن در هكتار است (Mir Senjeri, 2004). با توجه به اهميت ترسيب كربن در سطح جهاني و با توجه به اين كه مراتع مساحت وسيعي از سطح كشور را در بر مي‌گيرند ضروري است ميزان ترسيب كربن در گونه‌هاي مختلف مرتعي مورد ارزيابي قرار گيرد، تا ضمن دست يافتن به برآوردي اوليه از ميزان ذخاير كربن در درمنه زارها و گراسلندها, جهت مديريت اصولي در راستاي پيمان كيوتو، بتوان اثر عوامل انساني در ميزان كل كربن ترسيب شده در اين اكوسيستم‌ها را براي گرفتن تصميم درست و پايدار مديريتي در مراتع كشور تعيين كرد. لازم به يادآوري است كه گونه‌هاي مورد مطالعه از جمله گونه‌هاي فراوان و مهم در مراتع ايران هستند كه توجه به ميزان ترسيب كربن توسط آنها در كنار ساير كاركردهاي اين گونه‌ها در مراتع به اهميت آنها مي‌افزايد. بررسي توان ترسيب كربن بيشتر در مورد گونه‌هاي چوبي و بوته‌اي صورت گرفته و از آنجا كه در مراتع گونه‌هاي علفي زياد حضور داشته و نقش مهمي در توليد علوفه و ... ايفاء مي‌كنند، بنابراين مطالعة ترسيب كربن در گونه‌هاي علفي و مقايسه آن با بوته‌اي‌ها نيز اهميت دارد. به علاوه مسئلة گرم شدن زمين و افزايش گازكربنيك يك مسئلة جهاني است و به كشور خاصي محدود نمي‌شود همچنين مسائل زيادي در رابطه با توانايي گونه‌هاي مختلف مرتعي در مراتع مختلف كشور از نظر ترسيب كربن وجود دارد كه پاسخگويي به آنها ضروري است. بنابراين در اين پژوهش سعي شده تا توان ترسيب كربن سه گونة مرتعي درمنه كوهي (*Artemisia aucheri*)، آگروپايرون (*Agropyron elongatum*) و گيس پيرزن (*Stipa barbata*) در بخشي از مراتع نيمه‌خشک كشور بررسي و مقايسه شوند.

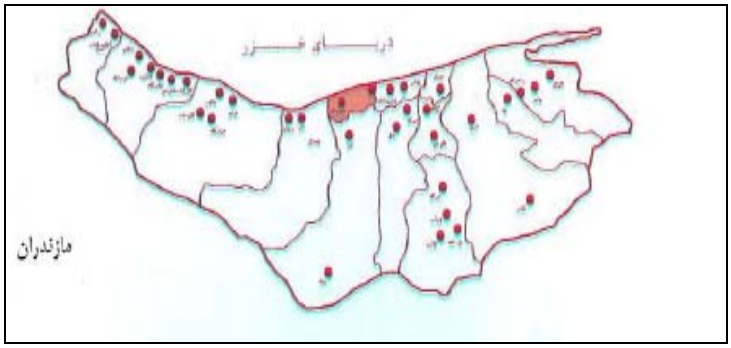
مواد و روش‌ها

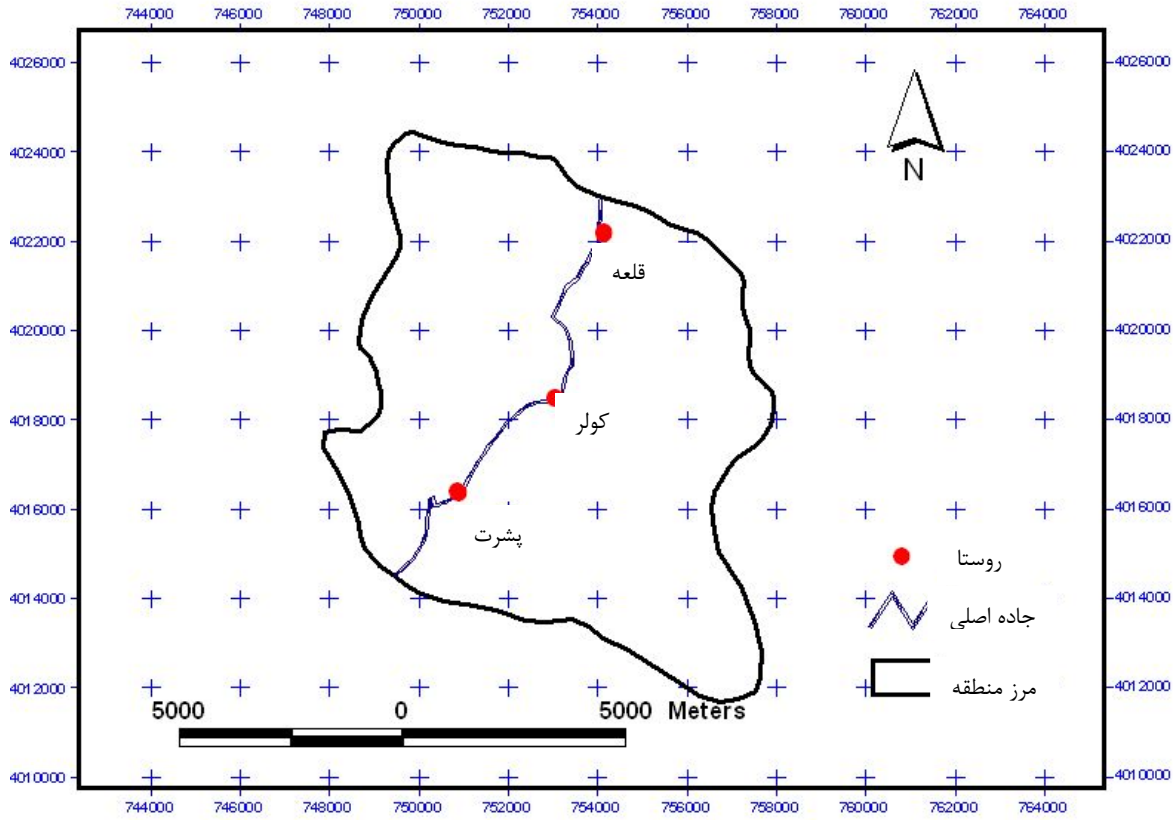
معرفي منطقة مورد مطالعه

منطقة مطالعاتي در ۱۱۰ كيلومتري جنوب شرقي ساري و ۴۰ كيلومتري شهر كياسر در بخش چهار دانگه و دهستان پشتكوه (روستاي پشرت) واقع شده است. اين منطقه بين عرض‌هاي جغرافيايي ´´۸ ´ ۷ ° ۳۶ تا ´´۳۷ ´ ۲۴ ° ۳۶ شمالي و طول‌هاي جغرافيايي ´´۲۲ ´ ۴۰ °۵۳ تا ´´۳۸ ´۵۸ °۵۳ قرار گرفته است. حداقل ارتفاع آن ۱۳۵۰ متر و حداكثر ارتفاع ۳۲۸۰ متر از سطح دريا مي‌باشد. ميانگين بارندگي و تبخير بالقوة سالانه در اين ناحيه در طول دورة آماري ۲۱ ساله به ترتيب ۳۷۵ ميليمتر و ۱۶۵۰ ميليمتر مي‌باشد. ميانگين دماي سالانه آن براساس دوره آماري شش ساله برابر ۱۲/۵ درجه سانتيگراد است. اقليم منطقه براساس روش آمبرژه از نوع نيمه‌خشک سرد است (شكل ۱).

به‌منظور مطالعة ترسيب كربن در بخشي از مراتع منطقة مورد مطالعه، ابتدا اقدام به شناسايي سه سايت مطالعاتي شامل يک سايت بوته‌زار با غالبيت *Artemisia aucheri* و دو سايت علفزار يكي با غالبيت گونه *Agropyron elongatum* و ديگري با غالبيت گونه *Stipa barbata* گرديد كه دو سايت علفزار در مجاورت هم قرار داشته و با

سايت بوته‌زار فاصله داشتند. با پيمايش منطقة سايت‌هاي مورد مطالعه از مناطقي كه بيشترين حضور گونة مورد نظر را داشتند انتخاب شدند تا در حد امكان تاثير گونه‌هاي همراه بر ترسيب كربن به‌ويژه در بخش خاك به حداقل ممكن برسد. چون سايت‌هاي دو گونة گندمي از مناطقي كه قبلا با اين گونه‌ها بذر كاري شده بودند انتخاب شدند، پوشش آنها در محل قطعه‌ها براي گونه‌هاي *Stipa barbata* و *Agropyron elongatum* به ترتيب ۵۲/۷ و ۵۴/۴۸ درصد و بقية سطح قطعه‌ها را خاك لخت پوشانده بود, اما براي گونه *Artemisia aucheri* بعد از بازديد از منطقة سايتي انتخاب شد كه ۵۰/۲۳ درصد پوشش درمنه به همراه ۱۱/۶ درصد پوشش گونه‌هاي همراه وجود داشت و بقيه را خاك لخت شامل شده بود.





شكل ۱- موقعيت منطقة مورد مطالعه در استان مازندران

نمونه‌برداري از پوشش گياهي و خاك

در اين تحقيق پس از تعيين سايت‌هاي مطالعاتي، شامل يک سايت بوته‌زار با غالبيت درمنه کوهي و دو سايت علفزار با گونه‌هاي غالب آگروپايرون و گيس پيرزن، نمونه‌برداري به روش تصادفي سيستماتيک (Chambers & Brown, 1983) انجام شد. به اين ترتيب که در هر سايت ۳ ترانسکت به طول ۱۰۰ متر به‌صورت تصادفي (چون سايت‌هاي مورد مطالعاتي در منطقة نسبتا هموار قرار داشتند) مستقر شد، سپس در امتداد هر ترانسکت ۱۰ قطعه يک مترمربعي به‌صورت سيستماتيک و در فواصل۱۰ متري مستقر شد و اقدام به برداشت کامل زيتودة هوايي و زيرزميني تا عمق نفوذ ريشه براي گونه‌هاي علفي (برداشت کامل ريشه) و برداشت تمام ريشه‌هاي با قطر بيش از يک ميليمتر براي گونه بوته‌اي شد. ميانگين عمق نفوذ ريشه براي گونه‌هاي استيپا، آگروپايرون و درمنه کوهي در منطقة مورد مطالعه به ترتيب۴۰-۳۰ سانتي‌متر، ۴۵-۳۵ سانتي‌متر و ۸۰-۴۵ سانتي‌متر از سطح خاک بود. از هر گونه گياهي ۳۰ نمونه برداشت شد. در انتخاب اندازه و تعداد ترانسکت‌ها و قطعه‌ها به سطح پوشش گياهي، اندازه و نحوة پراکنش گونه‌هاي گياهي توجه شد. همچنين از بين قطعه‌هاي مستقر شده در امتداد هر ترانسکت ۵ قطعه به‌صورت تصادفي گزينش شد و در داخل هريک پروفيلي در زير تاج پوشش گياه نمونه‌برداري شده حفر گرديد و از عمق ۳۰-۰ سانتيمتري نمونه‌هاي خاک برداشت شد چون ميکروارگانيسم‌ها در عمق ۳۰ سانتيمتر اول خاك بيشترين استقرار را دارند (Mahdavi, 2008). در مجموع ۹۰ نمونة گياهي و ۴۵ نمونة خاک برداشت شد. نمونه‌هاي گياهي و خاک به آزمايشگاه منتقل شده و ميزان کربن در آن‌ها تعيين شد.

تعيين ضريب تبديل و ميزان ترسيب کربن در گونه‌هاي مورد مطالعه

در آزمايشگاه ابتدا اندام‌هاي مختلف نمونه‌هاي گياهي شامل ساقه، برگ و ريشه از هم جدا شدند. براي تعيين ضريب تبديل ترسيب هر اندام به کربن آلي، از روش احتراق (Abdi *et al*., 2008، Bordbar & Mortazavi, 2006 و Forouzeh *et al*., 2008) استفاده شد. از هر اندام گونه‌هاي گياهي، پس از خشك شدن در دستگاه اتو (در دماي ۶۰ درجة سانتيگراد و به مدت ۲۴ ساعت) ۱۰ نمونة ۲ گرمي تهيه شد. در واقع از هر اندام گونه‌ها ۳۰ نمونه وجود داشت که با ترکيب نمونه‌ها با يکديگر براي نمايش بهتر ميزان ترسيب کربن ۱۰ نمونه حاصل شد. سپس نمونه‌هاي گونه‌هاي آگروپايرون و گيس پيرزن به مدت ۳ ساعت در دماي ۵۰۰ درجه سانتيگراد و گونه درمنه کوهي به مدت ۴ ساعت در دماي ۶۰۰ درجه سانتيگراد داخل کوره احتراق قرار گرفت (دليل تفاوت درجه حرارت و مدت زمان سوختن درمنه کوهي نسبت به دو گونه ديگر، تبديل شدن ديرتر اين گونه به خاکستر است. خاکستر نمونه‌ها پس از خنک شدن در دستگاه دسيکاتور، توزين شده و براي اطمينان از تثبيت وزن آن‌ها دوباره به مدت ۱ ساعت در دماي گفته‌شده نگهداري شد. با تعيين وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اوليه ميزان مواد آلي نمونه‌ها محاسبه و با استفاده از رابطه (۱) (Mac Dicken, 1997) ميزان کربن آلي در هر کدام از اندام‌هاي گياه به صورت جداگانه محاسبه شد. در ادامه با ضرب ضريب تبديل کربن آلي در بيوماس گياهي، وزن کل کربن ترسيب شده در هر قطعه و در نهايت در هر هکتار ايستگاه‌هاي مورد مطالعه محاسبه شد. لازم به ذکر است که بيومس هوايي و زيرزميني گياهان با روش قطع و توزين اندازه‌گيري شد.

$$OC= ۰/۵۴ OM \qquad (۱$$

که در آن OC: درصد کربن آلي و OM: درصد مواد آلي مي‌باشد.

تعيين ميزان ترسيب کربن خاک

براي تعيين ميزان کربن آلي خاک در آزمايشگاه ابتدا وزن مخصوص ظاهري نمونه‌هاي خاک به روش سيلندر بر

حسب گرم بر سانتي‌متر مكعب تعيين شد و سپس درصد كربن آلي از روش والكي بلک به‌دست آمد (Zarinkafsh, 1993 و Nosetto *et al.*, 2006). در پايان براي محاسبة ميزان ترسيب كربن خاک بر حسب گرم در هر متر مربع از رابطة (٢) استفاده شد.

$$Cc=١٠٠٠٠ \times C\ (\%) \times BD \times E \qquad (٢$$

كه در اين رابطه Cc: وزن كربن ترسيب شده در سطح يک متر مربع بر حسب گرم در هر متر مربع، C: درصد كربن اندازه‌گيري شده، BD: وزن مخصوص ظاهري خاک بر حسب گرم بر سانتي‌متر مكعب و E عمق نمونه‌برداري خاک بر حسب سانتيمتر مي‌باشد (Mahmoudi Taleghani *et al.*, 2007).

تجزيه و تحليل آماري

براي بررسي و مقايسة ميزان ترسيب كربن گونه‌هاي مختلف مورد مطالعه از تجزيه واريانس دوطرفه در نرmافزار آماري SPSS استفاده شد, تا ضمن مقايسة ترسيب كربن بين اندام‌هاي سه‌گانة هر گونه و گونه‌هاي مختلف مورد مطالعه، اثرات متقابل بين گونه و اندام نيز بررسي گردد. همچنين براي مقايسه ميانگين‌ها از آزمون دانكن در نرم-افزار MSTAT-C و براي رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتايج

در اين مطالعه جهت بررسي پوشش گياهي منطقه، بازديدهاي صحرايي صورت گرفت. در مجموع ٢٣ خانواده و ٨٤ گونه در منطقه شناسايي شد كه خانواده *Poaceae* و *Asteraceae* بيشترين تعداد گونه‌ها را در تركيب پوشش گياهي منطقه تشكيل مي‌دهند و پس از آن خانواده‌هاي *Lamiaceae* و *Chenopodiaceae* در رتبه‌هاي بعدي قرار دارند. همچنين گونه‌هايي از قبيل *Berberis vulgare*، *Juniperus sp*، *Rhamnus pallasi* و *Rosa canina* متعلق به خانواده‌هاي *Berberidaceae*، *Cupressaceae*، *Rhamnaceae* و *Rosaceae* گونه‌هاي درختي و درختچه‌اي منطقه را تشكيل مي‌دهند. در تركيب پوشش گياهي منطقه سه گونة *Agropyron elongatum*، *Stipa barbata* و *Artemisia aucheri* نسبت به ساير گونه‌هاي موجود تراكم بيشتري داشتند. سطح پوشش گياهي در سايت استيپا، به‌طور متوسط برابر ٦٣/٢ درصد بود كه گونه‌هايي از قبيل *Alyssum linifolium*، *Stachys inflate*، *Bromus tectrum* و *Festuca ovina* در تركيب پوشش گياهي آن حضور داشته و سطحي حدود ١٠/٠٣ درصد را در برگرفته‌اند. همچنين در سايت آگروپايرون متوسط سطح پوشش ٦٥/١٨ درصد مي‌باشد كه از اين مقدار، سطحي معادل ٩/٧ درصد توسط گونه‌هايي مانند *Bromus danthoniae*، *Aegilops crassa*، *Alyssum linifolium* اشغال شده است. در سايت بوته‌زار نيز ميانگين سطح پوشش ٦٣/٨٣ درصد بوده و گونه‌هايي از جمله *Astragallus missoureinsis*، *Orobanch alba*، *Phleum pratensis*، *Teucrium polium*، *Zataria multiflora* و *Festuca ovina* حدود ١١/٦ درصد تركيب پوشش گياهي را به خود اختصاص داده بودند.

ضريب تبديل و ميزان ترسيب كربن

نتايج ضريب تبديل اندام‌هاي گياهي به كربن آلي نشان داد كه ميان اندام‌هاي هوايي گونه‌هاي مختلف، ساقه و برگ استيپا بيشترين درصد كربن آلي را نسبت به ساير گونه‌ها دارد و در ميان ريشه‌ها نيز ريشه درمنه بيشترين درصد را به خود اختصاص داده است. در مقابل ساقه و برگ گونه درمنه نسبت به ساير گونه‌ها كمترين مقدار ضريب تبديل را دارد (جدول ١).

مقايسة ترسيب كربن بين اندام‌هاي گونه‌هاي مورد مطالعه

نتايج تجزيه نشان داد كه بين ميزان كربن ترسيب شده در گونه‌هاي مختلف و همچنين اندام‌هاي مختلف گونه‌هاي مورد مطالعه در سطح ٥ درصد اختلاف

معني‌داري وجود داشت. اثر متقابل گونه در اندام نيز در سطح ۵ درصد معني‌دار بوده است (جدول ۲).

جدول ۱- ضريب تبديل اندام‌هاي مختلف به كربن آلي و مقدار كربن حاصل شده از نمونه‌هاي ۲ گرمي

گونه / اندام	برگ		ساقه		ريشه	
	ضريب تبديل (درصد)	مقدار كربن(گرم)	ضريب تبديل (درصد)	مقدار كربن(گرم)	ضريب تبديل(درصد)	مقدار كربن(گرم)
Agropyron elongatum	۴۸/۲۹	۰/۹۶۵	۴۹/۷۷۵	۰/۹۹۵	۴۹/۲۰۵	۰/۹۸۴
Stipa barbata	۴۹/۰۳۵	۰/۹۸۰	۵۰/۰۳۵	۱/۰۰۰۷	۴۷/۶۱۵	۰/۹۵۲
Artemisia aucheri	۴۴/۹۲۵	۰/۸۹۸	۴۸/۳۱	۰/۹۶۳	۵۰/۱۲	۱/۰۰۲

جدول ۲- نتايج تجزيه واريانس كربن ذخيره شده در اندام‌هاي گونه‌هاي مورد مطالعه

منابع تغييرات	مجموع مربعات	درجة آزادي	ميانگين مربعات	F مقدار
گونه	۸/۳۲۲	۲	۴/۱۶۱	۱۹/۷۵۱*
اندام	۲/۵۱۲	۲	۱/۲۵۶	۵/۹۶۲*
گونه * اندام	۸/۶۳۸	۴	۲/۱۵۹	۱۰/۲۵۰*
خطا	۱۷/۰۶۴	۸۱	۰/۲۱۱	
كل	۷۴/۸۷۱	۹۰		

*: وجود اختلاف معني‌دار در سطح ۵%

مقايسة ميانگين كربن ذخيره شده در اندام‌هاي مختلف گونه‌ها نشان داد كه بين متوسط ذخيرة كربن در اندام‌هاي سه‌گانه گونه‌هاي مورد مطالعه تفاوت معني‌داري در سطح ۵ درصد وجود داشت به طوري كه ميانگين ترسيب كربن در اين گونه‌ها در ۳ كلاس مختلف قرار گرفت. با توجه به جدول ۳، در ميان اندام‌هاي مختلف، ريشه درمنه (*Artemisia aucheri*) بيشترين مقدار كربن آلي را به خود اختصاص داده است و با بقية اندام‌ها در گونه‌هاي مختلف اختلاف معني‌داري داشت. در مقابل ريشة استيپا (*stipa barbata*) كمترين مقدار ترسيب كربن را داشته و با ساقه، ريشه و برگ استيپا، برگ و ريشه آگروپايرون و برگ درمنه اختلاف معني‌داري در سطح ۵ درصد نداشت. ساقه و برگ آگروپايرون و ساقه درمنه اختلاف معني‌داري نداشتند.

جدول ۳- مقايسه ميزان ترسيب كربن در اندام‌هاي مختلف گونه‌هاي مورد مطالعه

گونه / اندام	ميانگين وزن كربن ترسيب شده به تن در هكتار		
	برگ	ساقه	ريشه
Agropyron elongatum	۰/۶۲۷$_{bc}$	۰/۹۶۰$_{b}$	۰/۴۳۵$_{c}$
Stipa barbata	۰/۲۸۷$_{c}$	۰/۳۰۰$_{c}$	۰/۲۲۱$_{c}$
Artemisia aucheri	۰/۳۳۹$_{c}$	۰/۹۷۱$_{b}$	۱/۷۳$_{a}$
ضريب تغييرات به درصد	۴/۴۳	۲/۵۳	۲/۷۵

ميانگين‌هاي داراي حروف مشترک فاقد اختلاف معني‌دار هستند.

مقايسه ترسيب كربن بين گونه‌هاي گياهي مورد مطالعه براي بررسي ميزان ترسيب كربن در كل زيتوده گونه‌هاي مورد مطالعه از تجزيه واريانس يک‌طرفه استفاده شد. نتايج اين تجزيه حاكي از آن بود كه بين ترسيب كربن گونه‌هاي مختلف، تفاوت آماري معني‌داري در سطح ۵ درصد وجود دارد (جدول۳). آزمون دانكن نشان داد كه، ميانگين ترسيب كربن در اين گونه‌ها در ۲ كلاس قرار مي‌گيرد. گونه درمنه كوهي با ميانگين ۳/۰۴۱ تن در هكتار بيشترين مقدار ترسيب كربن را دارد و با گونه آگروپايرون در سطح ۵ درصد تفاوت آماري معني‌داري ندارد و گونة استيپا با اين دو گونه, داراي اختلاف معني‌داري بود (جدول ۴).

جدول ۳- تجزيه واريانس ميزان كربن ذخيره شده در خاک پاي گونه‌هاي مورد مطالعه

منبع تغيير	مجموع مربعات	درجه آزادي	ميانگين مربعات	Fمقدار
كربن ذخيره شده در بيومس گونه‌ها	۲/۴۹۷	۲	۱/۲۴۸	۸/۲۵۶*
كربن ذخيره شده در خاک	۴۴۱۹/۴۲۳	۲	۲۲۰۹/۷۱۲	۵۶/۷۷*

*: معني داري در سطح ۵%

جدول ۴- مقايسة ميانگين ترسيب كربن كل بيوماس در گونه‌هاي مورد مطالعه

گونه	ميانگين وزن كربن ترسيب شده به تن در هكتار	ضريب تغييرات به درصد
Agropyron elongatum	۲/۰۲۳[a]	۲/۳۴
Stipa barbata	۰/۸۰۹[b]	۲/۹۷
Artemisia aucheri	۳/۰۴۲[a]	۴/۷۹

ميانگين‌هاي داراي حروف مشترک فاقد اختلاف معني‌دار هستند.

مقايسة ترسيب كربن در خاک پاي گونه‌هاي گياهي براي بررسي ميزان ترسيب كربن در خاك پاي گونه‌هاي مورد مطالعه از تجزيه واريانس يک‌طرفه استفاده شد. نتايج اين تجزيه حاكي از آن بود كه بين كربن ذخيره شده در خاک گونه‌هاي مختلف در سطح ۵ درصد اختلاف وجود داشت. بر اساس آزمون دانكن ميانگين وزن كربن ذخيره شده در خاک پاي گونه *Artemisia aucheri* با ۲۹/۴۴۵ تن در هكتار بيشترين مقدار را داشت و ميانگين وزن كربن ذخيره شده در خاک پاي دو گونة ديگر در سطح ۵ درصد اختلاف معني‌داري با هم نداشتند (جدول۳ و ۵).

جدول ۵- مقايسة ميانگين ذخيرة كربن در خاک گونه‌هاي مورد مطالعه

گونه	ميانگين وزن كربن ترسيب شده به تن در هكتار	كلاس
Agropyron elongatum	۱۱/۷۸	a
Stipa barbata	۱۵/۰۳۲	a
Artemisia aucheri	۲۹/۴۴۵	b

ميانگين‌هاي داراي حروف مشترک فاقد اختلاف معني‌دار هستند.

بحث و نتيجه‌گيري

در پژوهش حاضر، مقايسة ميزان ترسيب كربن در اندام‌هاي مختلف گونه‌هاي مورد مطالعه نشان داد؛ ريشة گونه درمنه كوهي بيشترين مقدار ذخيره كربن را در ميان اندام‌ها و گونه‌هاي مورد مطالعه دارد. اين نتايج نشان‌دهندة اين است كه اندام‌هايي كه داراي بافت چوبي‌اند، از توانايي بيشتري در ترسيب كربن برخوردار بوده و هرچه نسبت اندام‌هاي چوبي در گياه بيشتر باشد، توان آن گونه در ذخيرة كربن افزايش مي‌يابد (Forouzeh *et al*., 2008). Forouzeh *et al* (2008) نشان دادند كه ميزان ترسيب كربن سه گونة بوته‌اي گل آفتابي، سياه گينه و درمنه كوهي اختلاف معني‌داري داشته، همچنين ترسيب كربن در اندام‌هاي چهارگانه (شاخه، ريشه، ساقه و برگ) اين سه گونه تفاوت آماري معني‌داري نشان دادند و ساقة گياهان بيشترين توان ترسيب كربن و برگ‌ها كمترين توانمندي را داشتند. Indufor (2002) نيز متفاوت بودن سهم اندام‌هاي گياهي در ترسيب كربن و توانايي بيشتر اندام‌هاي چوبي را در اين فرايند تأييد كرد. Bordbar & Mortazavi (2006) با بررسي پتانسيل ترسيب كربن در جنگل‌كاري‌هاي استان فارس نشان داد كه بيشترين ميزان ذخيرة كربن در چوب تنه اكاليپتوس و آكاسيا بوده كه اختلاف معني‌داري با ساير اندام‌ها نشان دادند. همچنين در گونه‌هاي علفي مورد مطالعه پتانسيل ذخيرة كربن در زيتودة هوايي بيشتر از زيتودة زيرزميني است، در مقابل در گونة بوته‌اي درمنه كوهي، زيتوده زيرزميني توان ترسيب بيشتري دارند. دليل اين امر به احتمال زياد به تفاوت‌هاي فيزيولوژيكي ميان گونه‌هاي علفي و بوته‌اي ارتباط دارد. Gao *et al* (2007) نيز در مطالعه خود به نتايج مشابهي دست يافت. پس از مقايسة كربن آلي ذخيره شده در كل بيوماس سه گونة مورد بررسي مشاهده شد كه گونه‌هاي مورد مطالعه از نظر ترسيب كربن تفاوت داشته و درمنة كوهي بيشترين توان را در ترسيب كربن آلي دارد, كه به‌احتمال زياد تفاوت‌هاي فيزيولوژيكي منحصر به فرد اين گونه و افزايش درصد چوبي شدن اندام‌هاي ساقه و ريشه (Forouzeh, 2006) موجب افزايش ترسيب كربن اين گونه شده است. اگر چه ترسيب كربن درمنه بيشتر بود ولي ار نظر آماري با ترسيب كربن گونة علفي آگروپايرون تفاوت معني‌داري نداشت كه اهميت گونه‌هاي علفي در ترسيب كربن را مي‌رساند, به ويژه اگر در مراتع غالب و زياد باشند. مطالعة ترسيب گونه‌هاي علفي به اندازة گونه‌هاي چوبي مهم مي‌باشد. همچنين مقايسة ترسيب كربن خاک پاي گونه‌هاي گياهي نشان داد كه گونة درمنه كوهي نسبت به ساير گونه‌ها كربن بيشتري را در خاک محيط ريشه‌اي خود ذخيره كرده است. در مجموع، در هر سه گونة مورد مطالعه، ميزان كربن ذخيره شده در خاک خيلي بيشتر از بيوماس گياهي است كه با نتايج Woomer et al., 2004، Azarnivand *et al*., 2009، Yong, 2007 مطابقت دارد. با توجه به نتايج پژوهش حاضر و نظر به‌اينكه در ميان سه گون مورد مطالعه، متوسط ذخيرة كربن آلي درخاک و همچنين كل زيتودة درمنه كوهي بيشتر از دو گونة گياهي ديگراست، بنابراين در امر اصلاح و احيا مراتع منطقه ارجحيت بيشتري دارد. گونة درمنه كوهي معرف مناطق استپي كشور است (Mesdaghi, 2003) كه سطح وسيعي را در بر مي‌گيرد (۲۸% مساحت كشور). چنانچه ارزش ترسيب كربن مراتع در حال حاضر ۲۰۰ دلار براي هر تن در هكتار برآورد شده باشد (Mir Senjeri, 2004)، اين گونه مي‌تواند علاوه بر نقش مؤثري كه در حفاظت خاک و تأمين علوفه براي دام ايفا كند، در دستيابي به ارزش اقتصادي از طريق ترسيب كربن نيز از اهميت بالايي برخوردار باشد. به نظر مي‌رسد چنانچه از گونة درمنه كوهي و گونه‌هاي ديگري با بافت چوبي كه از جنبه‌هاي ديگري چون كيفيت علوفه، ارزش صنعتي يا دارويي و حفاظت خاك اهميت داشته باشند براي گسترش و احياء پوشش گياهي در منطقة استفاده شود، مي‌توان توان ترسيب كربن را بهبود بخشيد. افزايش ترسيب كربن معادل افزايش بيوماس گياهي، افزايش توليد، بهبود حاصلخيزي خاک، افزايش ظرفيت نگهداري آب در خاک و جلوگيري از فرسايش آبي و بادي خواهد بود. در اين زمينه مي‌توان براي گزينش و كاشت گونه‌ها

از ساكنين محلي كمک گرفت. به اين ترتيب پروژة ترسيب كربن افزون بر منافع زيست محيطي و اقتصادي، يک جنبة اشتغال‌زايي نيز براي ساكنين منطقه به همراه خواهد داشت. با توجه به اهميت روز افزون ترسيب كربن مطالعة انواع گونه‌هاي گياهي از نظر توان ترسيب كربن در مناطق مختلف اقليمي لازم و ضروري به نظر مي‌رسد.

References

- Abdi, N., Maadah Arefi H., Zahedi Amiri, GH., 2008. Estimation of Carbon Sequestration in Astragalus Rangelands of Markazi Province (Case Study: Malmir Rangeland in Shazand Region), Iranian Journal of Range and Desert Research 15(2), 269-282.
- Allen-Dias, B., 1996. Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations and mitigation. In: Watson, R.T., et al. (Eds.), Climate change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate change: Scientific-Technical Analyses. Cambridge University Press, Cambridge, Published for the Intergoverment Panel on Climate Change, 131-158.
- Aradottir, A., Savarsottri, L., Kristin, H., Jonsson, P., Gudbergsson, G., 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic agricultural sciences 13, 99-113.
- Arzani, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A. A., Nikkhah, A., Fazel Dehkordi. L., 2007. The minimum rangeland area required for pastoralism in Semnan province. Pajouhesh & Sazandegi, No 74, pp: 107-113.
- Azarnivand, H., Joneidi, H., Zare Chahuki, H. A., Jafari, M & Niku, Sh. 2009. Effects of livestock grazing on carbon sequestration and nitrogen store in rangelands by *Artemisia sieberi* in Semnan province. Journal of range 4(3), 590-610.
- Bauer, A, C.V., Black, A.L., 1987. Soil Property Comparisons in Virgin Grasslands between Grazed and None grazed Management Systems. Soil Science Society of America Journal 51, 176–182.
- Bordbar, S.K., 2004. Carbon sequestration potential of *Eucalyptus comaldulensis* Dehnh. And Acacia salicina Lindl. Plantation of Fars province. PhD Thesis on Forestry of Islamic Azad University of Tehran. Science and investigations unit. 158pp.
- Bordbar, S.K, Mortazavi jahromi, M., 2006. Carbon sequestration potential of Eucalyptus comaldulensis Dehnh. And Acacia salicina Lindl. Plantation in western areas of Fars province. Journal of Pajuhesh & Sazandegi, 70, 95-103.
- Burke, I.C., W.K. Laurenroth, D.G., Milchunas, 1997. Biogeochemistry of Managed Grasslands in Central North America. In: Paul, E. A., K. Paustian, E.T. Elliott & C.V. Cole (Eds.), Soil Organic Matter in Temperate Agro ecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL, 85–102.
- Chambers, J.C., Brown, R.E. 1983. Methods for Vegetation Sampling and Analysis on Revegetated Mined Lands. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report. INT-151.
- Dianatitilki, G., Naghipur Borj, A., 2009. Exclusion effect on soil and biomass carbon sequestration in semi-ard rangelands of northern Khorasan. Journal of range. 4:668-679.
- Forouzeh, M.R. 2006. Effect of floodwater irrigation on carbon sequestration potential of *Helianthemum lippii* (L.) Pers., *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh. And *Artemisia sieberi* Besser in the Gareh Bygone plain: A case study. Journal of Pajuhesh & Sazandegi 78, 11-19.
- Forouzeh, M.R. Heshmati, G & Messbah, S. H. 2008. Comparing on carbon sequestration potential of three shrub species: *Helianthemum lippii* (L.) Pers., *Dendrostellera lessertii* Van Tiegh. And *Artemisia sieberi* Besser. in semi-arid rangelands of Iran. Journal of Environmental Studie 46, 65-72.
- Frank, A. B., Karn. J. F. 2003. Vegetation indices, CO2 Flux, and biomass for northern plains grasslands. Journal of Range Management. 55:16-22.
- Gao, Y. H., Lue, P., Wu, Chen, H., Wang, G.X., 2007. Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6):642-647.
- Indufor. 2002. Assessing Forest Based carbon sinks in the Kyoto protocol Forest Management and Carbon sequestration. Discussion paper, 115 p.
- Kilbride, C. M., Byrne, K.A., Gardiner, J.J., 1999. Carbon sequestration and Irish Forests. DUBLIN COFORD, 37pp.

- MacDicken, K.G., 1997. A Guide to monitoring carbon storage in forestry and agro forestry projects.Winrock International Arlington, VA, USA, 87.
- Mahdavi, Kh., 2008. Effects of crop intensity, plantation density and exploition periods on carbon sequestration in Atriplex lentiformis pastures of Isfahan Ardestan. Ph.D thesis on Range management. Islamic Azad University of Tehran. Science and investigations unit. 128pp.
- Mahmoudi Taleghani, E.A., Zahedi Amiri, GH, Adeli, E., and Sagheb Talebi, KH. 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layer of managed forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 15(29), 241-252.
- Mesdaghi, M., 2003. Range management in Iran. Astan Ghods Razavi publications. 333.
- Mir Senjeri, M., 2004. Environmental valuation in the rangelands. Range and forest. 64,56-62.
- Mortenson, M., Schuman, G., 2002. Carbon sequestration in rangeland interseeded with yellow-flowering alfalfa (*Medicago Sativa Spp. Falcata*) USDA Symposium on Natural Resource Management to Offset Greenhouse Gas Emission in University of Wyoming.
- Nosetto, M.D., Jobbagy, E.G., Paruelo, J.M., 2006. Carbon Sequestration in Semi-Arid Rangelands Arid Environments 67, 142–156.
- Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K.K., Meena, R.L., 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. Indian Forester 129(7), 859- 864.
- Tavakoli, H.E, Filehkesh. H., Ahmadinejad. Aliabadi. M., 2008. How can contribute to carbon Sequestration and biodiversity in arid regions? The 3rd International conference on water resources and arid environments. 69-73.
- UNDP. 2000. Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based Management, program coordination, 1-7.
- Woomer, D .L, Toure. A., 2004. Carbon stocks in Senegal‘s Sahel transition zone. Journal of Arid Environments, 59: 499-510.
- Yong Zhong Su., 2007. Soil Carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china, Journal of Soil and Tillage Research 92, 181-189.
- Zarinkafsh, M., 1993. Applied Soil Science, Soil Survey and Sanity Analysis of Soil- Water- Plant, Tehran University Publications, 342pp.

Investigation of Carbon Storage Potential of *Artemisia aucheri, Agropyron elongatum, Stipa barbata*, in Semi-arid Rangelands of Iran (Case study: Peshert Region, Kiasar)

Z. Jafarian*[1], L. Tayefeh Seyyed Alikhani[2] and R. Tamartash[3]

[1] Assistant Professor, College of Natural Resources, Sari Agriculture Science and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran

[2] MSc. Student, College of Natural Resources, Sari Agriculture Science and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran

[3] Instructor, College of Natural Resources, Sari Agriculture Science and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran

(Received: 2011/May/01, Accepted: 2012/May/08)

Abstract

Carbon sequestration potential of three species including *Agropyron elengatum, Stipa barbata* and *Artemisia aucheri* was evaluated in parts of a semi-arid rangeland in this study. After determination and selecting key areas as study sites, sampling from vegetation and soil, based on randomized systematic method, was done and 90 plant and 45 soil samples were taken, respectively. Shooting and rooting organs of the species were separated from each other after transfer to the laboratory and carbon sequestration coefficient of plant organs was determined with combustion method.Then carbon sequestration coefficient of different species, organs and soil under these species were analyzed. The results showed that carbon sequestration rate between studied three species, had significantly statistical difference (p<%5) while *Artemisia aucheri* had the highest carbon sequestration rate in the region. Also carbon sequestration between organs (roots, stems and leaves) of three species showed significantly statistical difference (p<%5)**.** Investigation of soil carbon storage showed that *Artemisia aucher* stores 29.445 t/ha carbon in the soil which is higher than other studied species.

Keywords: Carbon sequestration, *Artemisia aucheri*, *Agropyron elongatum*, *Stipa barbata*, Peshert of Kiasar

*Corresponding author: Tel: +98 911 1575586 Fax: +98 152 4222982 E-mail: Z.Jafarian@sanru.ac.ir