

تحلیل اثرات نوع کاربری اراضی بر ترسیب کربن خاک

(مطالعه موردی: حوزه آبخیز واز شهرستان نور)

- ❖ **میثم علی زاده***: کارشناس ارشد باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور.
- ❖ **بهروز ملک پور**: استاد پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- ❖ **حمید آریا**: کارشناس ارشد باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور.
- ❖ **سمانه وردیان**: دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

چکیده

در آینده تغییرات درجه حرارت کره زمین، قابل ملاحظه خواهد بود. این پدیده ناشی از تمرکز گازهای گلخانه‌ای در جو کره زمین است. بنابراین جلوگیری از وقوع آن ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های بیولوژیک شامل زیتوده گیاهی و خاک تحت آن به عنوان بهترین و عملی‌ترین راهکار، پیشنهاد شده است. حوزه‌های آبخیز به عنوان بزرگترین واحدهای فیزیکی و ژئومورفولوژیکی در برگیرنده دو عنصر مهم خاک و گیاه بوده به طوری که روند کنونی تغییرات آب‌وهوایی به عنوان یکی از چالش‌های مضاعف و تهدیدی در پایداری آبخیزها محسوب می‌شود. ترسیب کربن در خاک و پوشش گیاهی فرآیندی مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست است که می‌تواند از طریق شیوه‌های مدیریت اراضی با نوع صحیح استفاده از اراضی، فراهم گردد. با عنایت به این موضوع، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر نوع اراضی بر مقدار ترسیب کربن خاک و تعیین بهترین نوع کاربری در این خصوص در سطح حوزه آبخیز واز در شهرستان نور انجام شده است. نمونه‌برداری در کاربری‌های تعیین شده در دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری انجام و کربن آلی خاک محاسبه گردید. نتایج نشان داد که جنگل‌ها دارای بیشترین مقادیر ذخیره کربن در هر دو عمق مورد مطالعه و پس از آن اراضی زراعی و باغات، مراتع و در نهایت مناطق روستایی دارای کمترین مقدار بوده است. در مجموع نیز مقدار ذخیره کربن تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک در حوزه آبخیز واز، ۷۴۱۶۶۶ تن برآورد گردید.

کلید واژگان: ترسیب کربن خاک، حوزه آبخیز واز، ذخیره کربن، کاربری اراضی، گازهای گلخانه‌ای.

۱. مقدمه

در طی قرن گذشته رشد سریع و پیشرفت‌های تکنولوژی در جوامع صنعتی به طور معنی‌داری سهم مداخلات بشری را در تغییرات آب و هوایی افزایش داده است [۱۸]. در طول چند دهه اخیر، تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش تراکم دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی، اثرات عمیقی بر سیستم‌های بیولوژیکی و اجتماعی کره زمین داشته است [۸]. استفاده از روش‌های بیولوژیک شامل زیتوده گیاهی و خاک تحت آن به عنوان بهترین و عملی‌ترین راهکار به منظور کاستن و ذخیره طولانی مدت میزان دی‌اکسیدکربن، پیشنهاد شده است [۶]. به طوری که در مقیاس جهانی، خاک‌ها مخازن اصلی ذخیره کربن محسوب می‌شوند و هر گونه ایجاد تغییر در آن ممکن است بر کاهش یا افزایش این ذخایر مؤثر باشد [۱]. میزان ذخیره کربن خاک در اکوسیستم‌های گوناگون، متفاوت است. به طوری که اندوخته کربن آلی خاک نسب به مدیریت و کاربری زمین فوق‌العاده حساس است [۲۴]. تفاوت در محتوای کربن موجود در اکوسیستم‌های مختلف، تا حدود زیادی وابسته به زیتوده اکوسیستم‌ها عوامل خاک و اقلیم است. به طوری که نوع کاربری اراضی و مدیریت آن‌ها مهم‌ترین عامل در توان ترسیب کربن خاک اکوسیستم به حساب می‌آید [۱۵]. درک پویایی کربن در خاک برای بررسی آسیب‌پذیری مواد آلی خاک در مقابل تغییر کاربری اراضی ضروری است [۱۳]. کاربری اراضی در مقیاس جهانی به طور قابل توجهی در دهه‌های اخیر تغییر یافته است. به ویژه در کشورهای در حال توسعه، سرعت تولید محصولات کشاورزی همراه با رشد جمعیت و مراکز شهری بوده است. به طوری که توسعه منجر به تحول وحشتناک در زمینه استفاده از زمین و پوشش زمین شده است. تغییر کاربری اراضی اغلب باعث ایجاد آشفستگی در اکوسیستم‌ها می‌شود و بدین ترتیب ویژگی‌های خاک را تغییر می‌دهد. با این حال میزان و روند تغییرات ویژگی‌های خاک بستگی به شدت آشفستگی،

نوع اکوسیستم، اقلیم، نوع پوشش گیاهی و خاک دارد [۱۰] و [۲۷]. این تغییرات شدید خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی اکوسیستم‌های خشکی را به طور قابل توجهی تغییر داده است. به طوری که [۲۰] با استفاده از مدل کربن- خاک تأثیر تغییرات اقلیمی را بر میزان کربن آلی خاک با در نظر گرفتن عوامل مختلف بررسی نموده و اعلام کردند مقدار ماده آلی خاک در ارتباط با تغییرات اقلیمی، در اراضی کشاورزی بیشترین کاهش را در سال‌های آتی خواهد داشت. از آنجایی که مواد آلی خاک کلیدی‌ترین عامل در باروری و کیفیت خاک، حفاظت محیط‌زیست، تصفیه آلاینده‌ها و نیز انتقال و ذخیره آب و املاح، سیستم ایمنی خاک و مهم‌ترین نقطه امید برای اصلاح تغییرات اقلیمی و کاهش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین است [۹]، لذا هرگونه تغییر کاربری اراضی سبب تغییر ذخیره کربن خاک خواهد داشت. به طوری که تغییر کاربری اراضی و اعمال مدیریت‌های گوناگون بر خاک می‌تواند بر حاصلخیزی، قدرت بافرو و هم چنین پتانسیل بازسازی شرایط ایده‌آل پایداری خاک تأثیر بگذارد. تبدیل اراضی طبیعی به زمین‌های کشاورزی مؤلفه‌های کیفیت خاک را تغییر می‌دهد و در جهت کاهش کیفیت آن و به تبع آن کاهش قدرت باروری خاک عمل می‌کند. برآورد شاخص‌های ذخیره و مدیریت کربن آلی خاک می‌تواند کاربر را در اعمال مدیریت صحیح بر زمین و هم چنین برآورد میزان تخلیه یا انباشت کربن آلی کمک نماید [۱۶]. نتایج مطالعات [۱۶] با عنوان اثر تغییر کاربری زمین بر اندوخته‌های کربن آلی خاک در اراضی حاشیه دریاچه زریبار مریوان نشان داد، تبدیل اراضی باتلاقی و بکر محدوده دریاچه زریبار به اراضی زراعی گندم و یونجه سبب هدر رفت کربن و کاهش ذخیره آن در خاک گردید. به طوری که پیشنهاد گردید مدیریت درست در حفاظت باتلاق‌ها می‌تواند مانع از انتشار دی‌اکسیدکربن و تغییر اقلیم شود. در هر منطقه، حوزه‌های آبخیز به عنوان بزرگترین واحدهای فیزیکی و ژئومورفولوژیکی مطرح و در برگیرنده دو عنصر مهم خاک و گیاه، هستند. امروزه

کربن خاک و تعیین بهترین نوع کاربری در این خصوص در سطح حوزه آبخیز واز در شهرستان نور، انجام شده است.

۲. روش شناسی

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز واز به عنوان یکی از زیر حوزه‌های رودخانه هراز، در بخش چمستان شهرستان نور در استان مازندران، انتخاب گردید. این حوزه در عرض شمالی $36^{\circ} 14' 26''$ تا $36^{\circ} 25' 05''$ درجه و طول شرقی $52^{\circ} 01' 46''$ تا $52^{\circ} 12' 30''$ درجه واقع و دارای مساحتی برابر با 142 کیلومتر مربع است. حوزه آبخیز مذکور در محدوده ارتفاعی $240-3590$ متر قرار داشته (شکل ۱) و براساس تقسیم بندی اقلیمی دومارتن، دارای شرایط آب و هوایی مرطوب می‌باشد. همچنین بخش اعظم منطقه کوهستانی است به طوری که شیب عمومی بیشتر از 40 درصد می‌باشد. گونه‌های گیاهی موجود در این حوزه شامل گونه‌های درختی، مرتعی و گونه‌های زراعی و باغی است. همچنین خاک‌های منطقه سطحی تا نیمه عمیق با بافت سنگین تا نیمه سبک است.

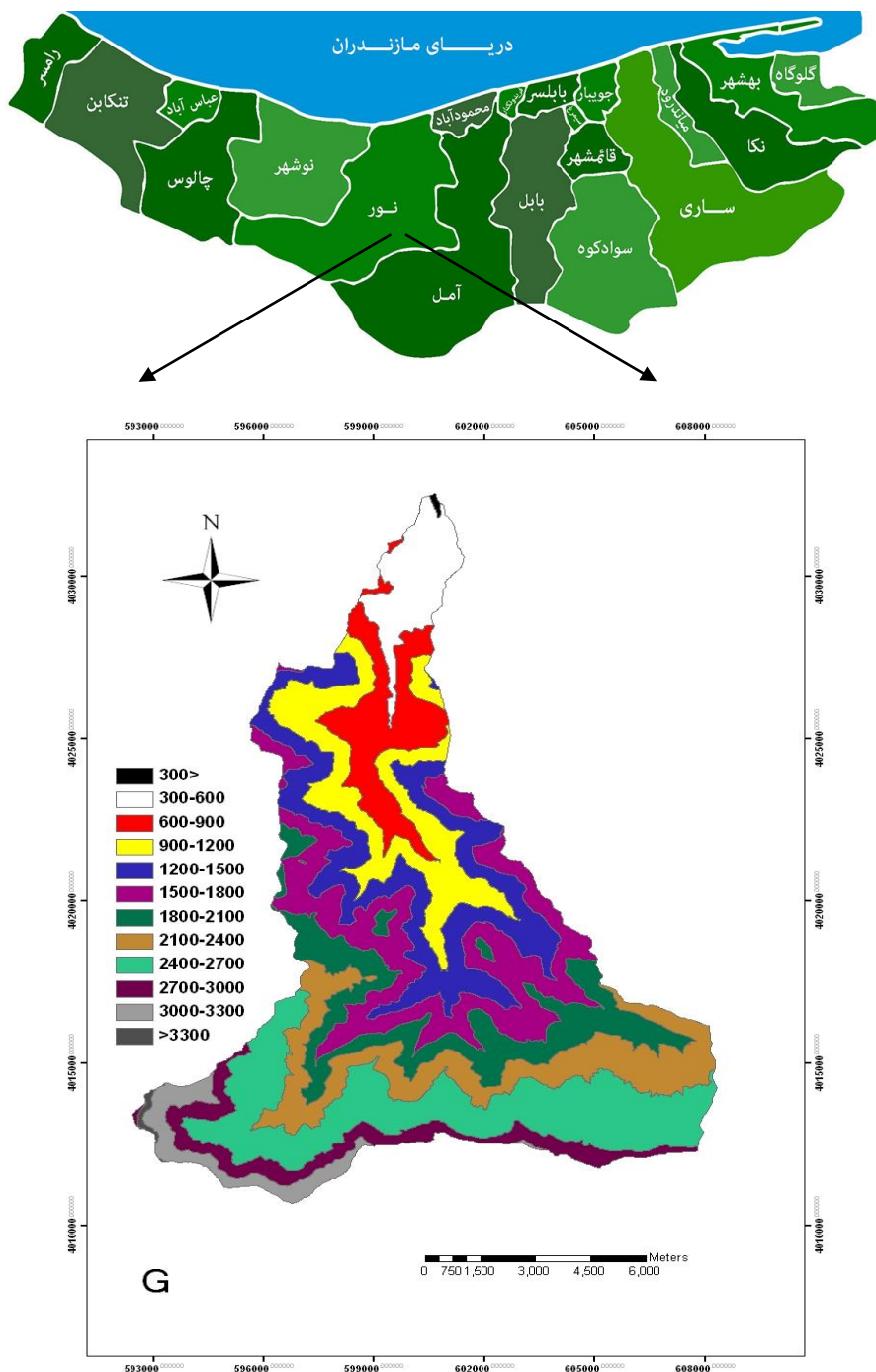
۲.۲. روش کار

در ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی، محدوده حوزه آبخیز مورد مطالعه مشخص و به منظور مطالعه و تعیین نوع کاربری اراضی، بازدید و پایش صحرایی منطقه، انجام شد. سپس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های مورد نظر، استخراج و واحدهای کاری مشخص که با پیمایش عرصه‌ای در منطقه، 4 نوع کاربری اراضی، تفکیک گردید. بخش اعظم این حوزه، شامل مناطق جنگلی و مرتعی و در بقیه سطوح، سایر کاربری‌ها شامل باغات، مناطق مسکونی مشاهده گردید (شکل شماره ۲). با توجه به وضعیت پوشش گیاهی مراتع این حوزه، سه نوع مرتع شامل مراتع با وضعیت خوب، متوسط و فقیر

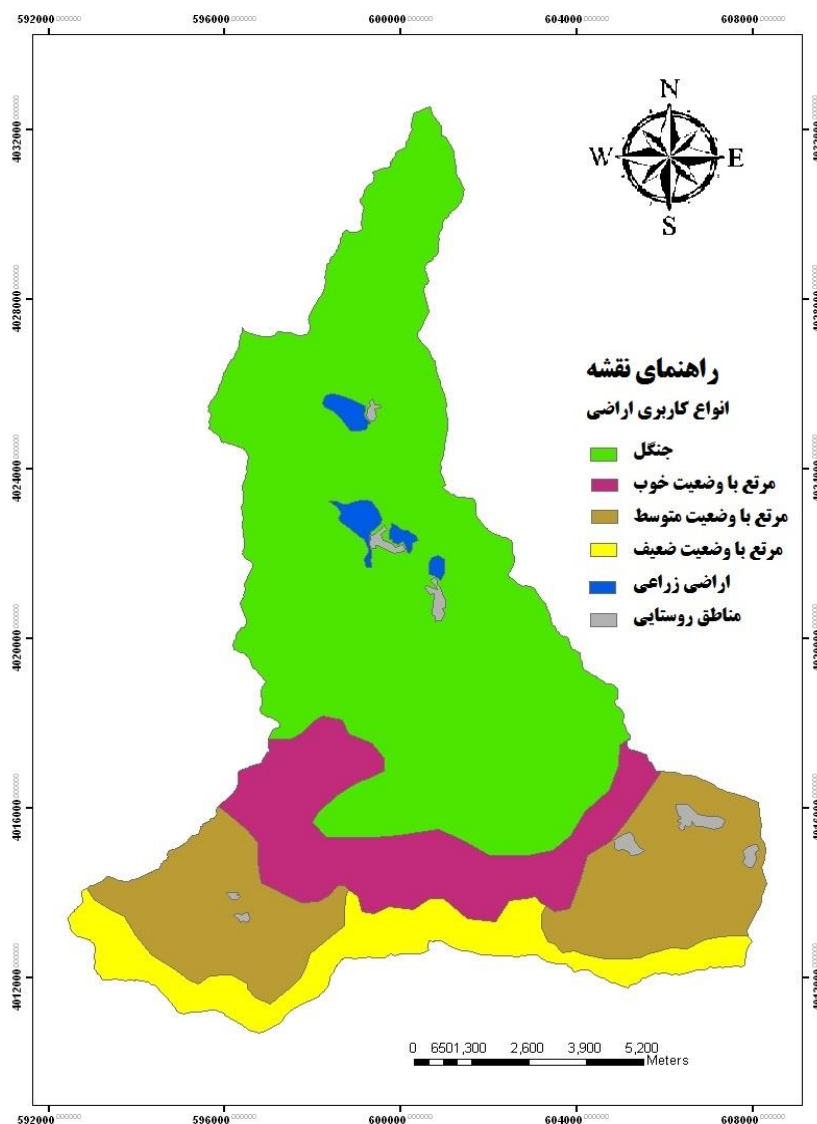
حوزه‌های آبخیز با طیف گسترده‌ای از تنش‌ها و فشارهای خارجی مواجه بوده به طوری که این موضوع به عنوان تهدیدی در کاهش ارزش بیولوژیکی و توانایی در ارائه خدمات اکوسیستم‌ها محسوب می‌گردد. در طول نیم قرن اخیر سیمای آبخیزهای کشور ما نیز همواره دستخوش تحولات و سیعی بوده و این دگرگونی‌ها به طور مستمر در تمامی ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی صورت گرفته که تمامی این تحولات باعث افزایش تراکم جمعیت انسانی و دامی، شده است. از طرفی دیگر روند سریع تغییر کاربری اراضی و همچنین تغییرات آب و هوایی به عنوان چالش‌های مضاعف و تهدیدی در پایداری آبخیزها محسوب شده به طوری که این پدیده سبب آسیب پذیری غیر قابل بازگشت به منابع پایه طبیعی موجود در آن می‌گردد. لذا ترسیب یا به دام انداختن کربن فرآیندی چند منظوره بوده که علاوه بر جلوگیری از وقوع این تغییرات اقلیمی، سبب افزایش زیتوده گیاهی و تولید بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی می‌گردد. ترسیب کربن فرآیندی مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست که می‌تواند از طریق شیوه‌های مدیریت اراضی با نوع صحیح استفاده از آن، فراهم گردد. از آنجایی که کاربری‌های متفاوت اراضی در میزان ذخیره و تصاعد کربن تأثیر زیادی دارند به همین سبب مدیریت صحیح اراضی و انتخاب کاربری متناسب با شرایط هر منطقه برای افزایش میزان ذخیره کربن و کاهش میزان تصاعد بسیار حائز اهمیت است. همچنین به علت کمبود اطلاعات در زمینه ارتباط میان کاربری/پوشش اراضی مختلف با میزان ذخیره کربن در استان مازندران و تغییرات کاربری شدیدی که در این استان به علت جاذبه‌های توریستی، افزایش جمعیت و گسترش اراضی کشاورزی در دهه‌های اخیر رخ داده است، ضرورت انجام تحقیق حاضر در حوزه آبخیز واز شهرستان نور که دارای تنوع کاربری است، احساس می‌شود. لذا با توجه به این موضوعات، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر نوع اراضی بر مقدار ترسیب

تصادفی انجام گرفت. به این صورت که نقشه به شبکه‌هایی با وسعت ۱ کیلومتر مربع تقسیم و در هر کدام از این شبکه‌ها به شیوه تصادفی اقدام به نمونه‌برداری گردید.

تفکیک شد. به منظور تعیین وضعیت مرتع از روش شش فاکتوره استفاده [۱۷] که در مجموع، با توجه به تعیین سه نوع مراتع مذکور، شش منطقه برداشت مشخص گردید. در این مطالعه نمونه‌برداری به روش سیستماتیک-



شکل ۱. موقعیت حوزه آبخیز واز در نقشه سیاسی بخش چمستان شهرستان نور و طبقات ارتفاعی آن



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز واز

یک مترمربع، C درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و e ضخامت عمق خاک بر حسب سانتی متر است. داده‌ها در نرم افزار Excel ۲۰۰۳ پردازش و تجزیه و تحلیل آن‌ها در محیط نرم افزاری SPSS ۱۲ انجام خواهند شد. به منظور مقایسه میزان ترسیب کربن خاک در کاربری‌های گوناگون از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و به منظور کلاس‌بندی مقدار میانگین‌ها از

با توجه به مساحت هر کاربری و تعداد شبکه‌های فرضی موجود در هر کاربری (به تعداد ۲۰ نمونه خاک و کمتر) در دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری، برداشت شد. اندازه‌گیری کربن آلی مربوط به نمونه‌های جمع‌آوری شده، به روش والکی-بلاک صورت پذیرفت. به منظور تعیین میزان ترسیب کربن با مقیاس گرم در هر متر مربع از نمایه $Cc = 10000 \times C(\%) \times Bd \times e$ استفاده شد [۲۸]. در این فرمول Cc میزان وزن کربن ترسیب شده در سطح

آزمون دانکن استفاده می‌شود.

۳. نتایج

۱،۳. تعیین انواع کاربری اراضی در حوزه آبخیز

مورد مطالعه

به طور کلی چهار نوع اراضی در حوزه مورد مطالعه

شناسایی گردید که شامل اراضی جنگلی، مراتع، اراضی زراعی و مناطق مسکونی بوده است. همچنین با تعیین وضعیت مراتع تحت بررسی، سه درجه وضعیت مرتع شامل مراتع با وضعیت خوب، متوسط و فقیر در محدوده ارتفاعی مختلف تفکیک گردید (جدول ۱). انواع کاربری اراضی در حوزه آبخیز واز در شکل ۲ آمده است.

جدول ۱. تعیین وضعیت مراتع در حوزه آبخیز مورد مطالعه

فاکتورهای مورد بررسی	محدوده ارتفاعی وقوع مراتع در حوزه (متر)		
	۳۰۰۰<	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰
تاج پوشش	۹	۱۱	۱۴
ترکیب گیاهی	۷	۱۰	۱۳
حفاظت خاک	۹	۱۲	۱۹
تولید از کلیماکس	۷	۸	۱۱
تجدید حیات	۷	۷	۱۰
فراوانی خار و خاشاک	۴	۵	۹
مجموع	۴۳	۵۳	۷۶
وضعیت مرتع	ضعیف	متوسط	خوب

نتایج نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در مقدار کربن ترسیب شده در هر یک از مناطق وجود دارد. به طوری که کلاسه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که جنگل‌ها، اراضی زراعی، باغات و مناطق روستایی هر کدام به طور جداگانه در یک گروه و کلیه مناطق مرتعی در یک گروه مشخص قرار گرفتند (جدول ۴).

۴،۳. برآورد و مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک

کل در سطح حوزه

با توجه به مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی در حوزه آبخیز واز، مقدار کل ترسیب کربن در جدول ۵ آمده است. مقایسه مقدار ترسیب کربن کل در هر کاربری نیز نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین

۲،۳. برآورد ترسیب کربن در واحد سطح هر

کاربری در حوزه آبخیز مورد مطالعه

نتایج حاصل از برآورد مقدار ترسیب کربن خاک در واحد سطح هر یک از کاربری‌های مورد مطالعه در حوزه آبخیز واز در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد اراضی جنگلی دارای بیشترین مقدار کربن در هر دو عمق مورد بررسی بوده است.

۳،۳. مقایسه ترسیب کربن خاک کاربری‌های

مختلف با یکدیگر

نتایج حاصل از مقایسه ترسیب کربن در کاربری مختلف با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس، در جدول ۳ آمده است.

مناطق وجود دارد (شکل ۳).

جدول ۲. برآورد متوسط ترسیب کربن خاک در واحد سطح هر کاربری در حوزه آبخیز مورد مطالعه

ترسیب کربن (تن/هکتار)	ترسیب کربن (کیلوگرم/مترمربع)	وزن مخصوص ظاهری (گرم/سانتیمتر مکعب)	تراکم کربن (درصد)	عمق خاک (سانتیمتر)	نوع کاربری
۸۴/۴۹	۴/۵۳۷	۱/۴۹	۲/۰۳	۰-۱۵	جنگل
	۳/۹۱۲	۱/۳۸	۱/۸۹	۱۵-۳۰	
۲۳/۲۵	۱/۱۷۸	۱/۵۴	۰/۵۱	۰-۱۵	مرتع با وضعیت خوب
	۱/۱۴۷	۱/۵۳	۰/۵۰	۱۵-۳۰	
۲۲/۲۷	۱/۱۴۴	۱/۵۹	۰/۴۸	۰-۱۵	مرتع با وضعیت متوسط
	۱/۰۸۳	۱/۵۷	۰/۴۶	۱۵-۳۰	
۲۱/۰۷	۱/۰۶۹	۱/۶۲	۰/۴۴	۰-۱۵	مرتع با وضعیت فقیر
	۱/۰۳۸	۱/۶۱	۰/۴۳	۱۵-۳۰	
۲۶/۹۸	۱/۳۷۴	۱/۸۷	۰/۴۹	۰-۱۵	اراضی زراعی و باغات
	۱/۳۲۴	۱/۸۴	۰/۴۸	۱۵-۳۰	
۷/۴۵	۰/۴۰۰	۱/۷۸	۰/۱۵	۰-۱۵	مناطق روستایی
	۰/۳۴۵	۱/۷۷	۰/۱۳	۱۵-۳۰	

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس مقدار ترسیب کربن خاک در هر کاربری در حوزه آبخیز مورد مطالعه

منابع متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
واریانس‌های بین گروهی	۷۴۸۵/۱۴۵	۴	۱۸۷۱/۲۸۶		
واریانس‌های درون گروهی	۱۲۴۷/۸۴۵	۲۰	۶۹/۳۹۲	۲۴/۲۸۴	۰/۰۰۱ *
واریانس کل	۸۷۳۲/۹۹	۲۴			

* بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ می باشد.

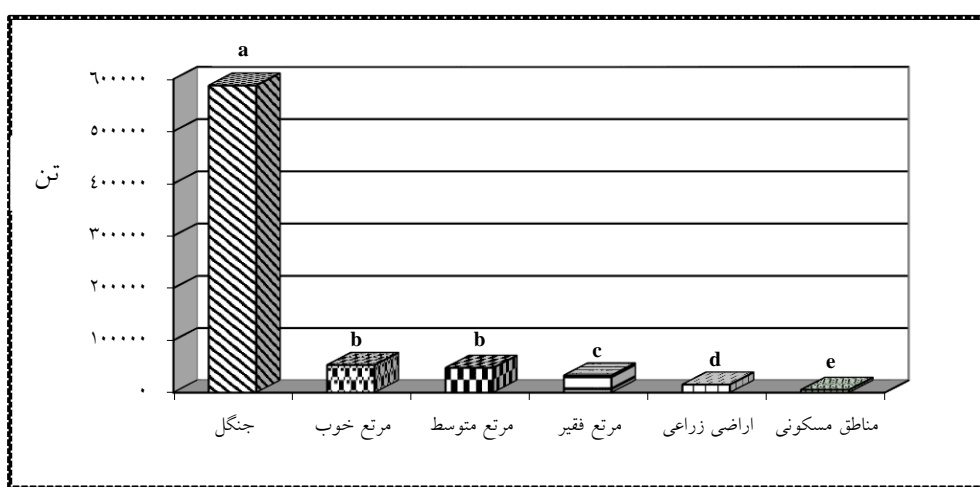
جدول ۴. مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک آزمون دانکن در هر کاربری در حوزه آبخیز مورد مطالعه

معنی دار در سطح ۰/۱				نوع کاربری
گروه چهار	گروه سه	گروه دو	گروه یک	
			۸۴/۴۹a	جنگل
		۲۳/۲۵b		مرتع با وضعیت خوب
		۲۲/۲۷b		مرتع با وضعیت متوسط
		۲۱/۰۷b		مرتع با وضعیت فقیر
	۲۶/۹۸c			اراضی زراعی و باغات
۷/۴۵d				مناطق روستایی

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح ۱ درصد است.

جدول ۵. مقدار ترسیب کربن کل در سطح حوزه آبخیز

نوع کاربری	مساحت (هکتار)	ترسیب کربن در هر هکتار (تن)	ترسیب کربن کل (تن)
جنگل	۶۹۵۸	۸۴/۴۹	۵۸۷۸۸۱/۴۲
مرتع با وضعیت خوب	۲۲۷۲	۲۳/۲۵	۵۲۸۲۴
مرتع با وضعیت متوسط	۲۱۳۰	۲۲/۲۷	۴۷۴۳۵/۱
مرتع با وضعیت فقیر	۱۵۶۲	۲۱/۰۷	۳۲۹۱۱/۳۴
اراضی زراعی و باغات	۵۶۸	۲۶/۹۸	۱۵۳۲۴/۶۴
مناطق روستایی	۷۱۰	۷/۴۵	۵۲۸۹/۵
مجموع ترسیب کربن در سطح حوزه آبخیز	۱۴۲۰۰		۷۴۱۶۶۶



شکل ۱. مقدار ترسیب کربن کل در سطح حوزه آبخیز واز

۴. بحث و نتیجه گیری

کاربری اراضی در طول چند دهه گذشته در مقیاس جهانی و محلی به طور قابل توجهی تغییر یافته است، به طوری که اهمیت اکوسیستم زمینی به عنوان مخزن کربن با تأکید بر اثر جهانی تغییر کاربری اراضی، برجسته شده است [۲۱]. تغییرات کاربری اراضی و مدیریت، باعث شده است که کربن آلی خاک به عنوان یک شاخص مناسب برای پایش تخریب اراضی در اثر تغییرات کاربری و مدیریت باشد. شناسایی تأثیر عوامل طبیعی مانند ویژگی‌های توپوگرافی و مدیریت‌های گوناگون در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی بر تغییرات کربن آلی خاک، به منظور مدیریت و حفظ کربن آلی خاک در

محدوده‌ای قابل قبول و در نهایت جلوگیری از تخریب اراضی، لازمه استفاده پایدار از اراضی است. استفاده از اراضی باید به نحوی باشد که حداقل آسیب به اراضی وارد شود و با مدیریت مناسب، وضعیت اراضی در حد قابل قبولی نگه داشته شود [۷]. نتایج این تحقیق نیز نشان داد خاک‌ها منابع عظیم ذخایر کربن به شمار می‌روند، به طوری که حوزه آبخیز واز محتوی ۷۴۱۶۶۶ تن کربن تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک است. با بررسی‌های میدانی، در مجموع چهار نوع کاربری در حوزه آبخیز واز مشخص گردید. در این بررسی، روند بهره‌برداری و تغییر در نوع استفاده از اراضی و به طور چشمگیر تخریب منابع طبیعی (اعم از جنگل و مرتع) در ادوار گذشته با انگیزه‌های مختلف، کاملاً مشهود بوده است. برآوردها از میزان

تحت بررسی، لایه‌های سطحی خاک دارای مقادیر بیشتری از کربن آلی بوده است. این نتیجه ناشی از وجود گونه‌های گیاهی و اندام‌های مرده آن‌ها (لاشبرگ) در نزدیکی سطح زمین بوده به طوری که حتی در مناطق مسکونی با توجه به عدم حضور رستنی‌ها، این یافته بیانگر وجود پوشش گیاهی و فعال بودن این اکوسیستم در گذشته، در این منطقه بوده است. لیکن بررسی اثرات کاربری زمین و مدیریت بر کیفیت مواد آلی به علت سرشت ناهمگون آن‌ها، نیازمند رسیدگی همزمان کمی و کیفی مواد آلی در بخش‌های مختلف می‌باشد [۱۱]. در مراتع این حوزه، آنچنان که مشاهده گردید، پوشش علفی و بوته‌ای طی سالیان متمادی مورد تعلیف دام‌های بومی منطقه قرار گرفته و چرای دام یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پوشش سطح و خاک لخت در این منطقه بوده است. نتایج حاصل از تعیین وضعیت این مراتع نیز درجات متفاوتی از سلامت مراتع را نشان داد، به طوری که مقدار ترسیب کربن خاک در مراتع خوب بیشتر از مراتع با وضعیت متوسط و آن هم بیشتر از مراتع فقیر بوده است. این نتیجه نیز حاکی از تأثیر مستقیم مقدار پوشش سطح با ذخیره کربن خاک می‌باشد. این یافته با نتایج [۲۲ و ۲۳] تشابه دارد. در اراضی زراعی و باغات نیز به دلیل وجود پوشش گیاهی به نسبت بیشتر از سایر کاربری‌ها (به جز جنگل)، مقدار ترسیب کربن خاک قابل ملاحظه بوده است. البته ساختار خاک در این اراضی با توجه به عملیات خاکورزی، دستخوش تغییرات اساسی گردیده لیکن این عامل بر روی کاهش ذخیره کربن نسبت به اراضی جنگلی، مؤثر بوده است. نتایج مطالعات [۵] نیز نشان داد که تبدیل اراضی طبیعی به اراضی زراعی در مناطق کوهستانی مدیترانه، اثرات زیانبار جدی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک داشته است. همچنین نتایج مطالعات [۳ و ۲۵] نشان داد، خاک‌ورزی اراضی بکر می‌تواند با شکستن خاکدانه‌های درشت و تهویه مناسب‌تر شرایط را برای تجزیه کربن آلی در اندازه‌شن یا ذره‌ای فراهم نموده و باعث کاهش مقدار کربن آلی

ترسیب کربن خاک در اعماق مختلف تعیین شده در این مطالعه نیز گویای این واقعیت بوده است، زیرا تغییر در میزان کربن موجود در خاک بیانگر وقوع دخل و تصرف در این منابع می‌باشد. از آنجایی که ورودی زی‌توده گیاهی همانند لاشبرگ و ریشه‌ها در خاک متفاوت است، در کاربری‌های مختلف، نتیجه مقدار تجمع و کاهش کربن آلی نیز به طور قابل توجهی متفاوت است [۱۴]. در اراضی جنگلی و مناطقی که به طور کامل بکر و دست‌نخورده بوده است، به دلیل عدم تغییر در ساختار خاک، میزان ذخیره کربن بسیار بیشتر از سایر کاربری‌ها بوده است. نتایج مطالعات [۲۶] نشان داد که اثر کاربری اراضی بر کربن آلی خاک در لایه سطحی خاک معنی‌دار است، به طوری که در جنگل تکامل یافته مقدار کربن خاک به مقدار قابل توجهی بیشتر از جنگل نابالغ بوده است. همچنین نتایج مطالعات [۱۲] نیز نشان داد تخریب خاک، به کاهش حاصلخیزی، کاهش مقدار و کیفیت بیوماس برگشتی به خاک و در نتیجه کاهش ذخیره کربن آلی خاک انجامید. همچنین نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داد تغییر کاربری اراضی با تخریب ساختمان خاک و افزایش دسترسی ریزجانداران به ترکیبات آلی می‌تواند منجر به تشدید سرعت تجزیه بقایای آلی شود. با توجه به تفاوت ویژگی‌های گوناگون بخش‌های متفاوت کربن آلی و همچنین ناهمسان بودن دوره بازگشت آن‌ها، انتظار می‌رود که تغییر کاربری زمین نتایج گوناگونی بر بخش‌های کربن آلی داشته باشد. از این میان می‌توان گفت که بخش‌های ناپایدار کربن آلی بیشتر دستخوش تغییرات ناشی از تبدیل اراضی می‌شود. [۲] بیان داشتند تغییر کاربری اراضی به منظور کشاورزی، مواد آلی پایدار اولیه در سطح خاک را ناپایدار می‌کند و شرایط را برای تخلیه خاک از کربن آلی فراهم می‌کند. [۲۹] در تحقیقات خود نشان دادند که میزان کربن آلی خاک در کاربری جنگل و مرتع بیشتر از اراضی کشاورزی است و علت آن را تبدیل پوشش طبیعی به اراضی کشاورزی و تأثیر شخم در نرخ تجزیه مواد آلی بیان نمودند. در تمامی کاربری‌های

اراضی، تعادل شکننده موجود مابین انباشت و آزاد شدن کربن خاک را برهم زده و سبب تشدید تنفس خاک در قیاس با میزان تثبیت کربن شده و در نهایت به هدر رفت خالص کربن ذخیره شده در خاک منجر می‌شود. تغییر کاربری اراضی باعث تغییر پوشش گیاهی شده، بر کمیت و کیفیت ماده آلی خاک تأثیر مؤثر است. تنوع حداکثری گونه‌های گیاهی، ضامن خود پایداری چرخه عناصر و آنتروپی پایین است. جایگزینی پوشش گیاهی جنگلی با پوشش‌های مرتعی و زراعی، این آنتروپی پایین را نابود می‌سازد. بنابراین در رویکرد نوین مدیریت آبخیزها، ترسیب کربن خاک به عنوان شاخص تولیدی عملکرد مثبت این مناطق محسوب شده به طوری که در مباحث کلان می‌تواند ضامن توسعه پایدار این مناطق تلقی گردد.

در این بخش گردد در زمین‌های تغییر کاربری یافته، در اثر کشت و کار و شکستن خاکدانه‌ها، افزایش تهویه و کاهش رطوبت، شرایط مهاجرت کربن آلی به افق زیرین و هم‌چنین اکسیداسیون و معدنی‌شدن آن فراهم و به صورت دی‌اکسید کربن وارد اتمسفر خواهد شد. تغییر کاربری باعث کاهش توانایی ذخیره کربن و هم‌چنین افت شاخص کیفیت خاک به‌خصوص در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر می‌شود [۱۶]. به طور کلی تفاوت در اختلافات موجود در مقدار ترسیب کربن خاک ناشی از تفاوت در نوع اکوسیستم و به بیان دیگر اختلاف در عوامل خاک، گونه‌های گیاهی و اقلیم است [۴] زیرا توان ترسیب کربن بر حسب نوع گونه گیاهی، مکان و شیوه مدیریت متفاوت است [۱۹]. لذا نتایج این تحقیق نشان داد تبدیل کاربری

References

- [1] Aradottir, A., Ssavorsdottir, L., Kristian, H., Jonsson, P. and Gudbergson, G. (2000). Carbon accumulation in vegetation and soil by reclamation of degraded areas. *Icelandic Agricultural Sciences*, 13, 99-113.
- [2] Basile-Doelsch, I., Brun, T., Borschneck, D., Masion, A., Marol, C., and Balesdent, J. (2007). Effect of landuse on organic matter stabilized in organomineral complexes: A study combining density fractionation, mineralogy and $\delta^{13}C$. *Geoderma*, 151, 77-86.
- [3] Beheshti, A., Raiesi, F., and Golchin, A. (2012). Soil properties, C fractions and their dynamics in land use conversion from native forests to croplands in northern Iran. *Journal of Agriculture Ecosystem and Environment*, 148, 121-133.
- [4] Burke, I. C., Yonker, C. M., Parton, W. J., Cole, C. V., Flach, K., and Schimel, D. S. (1989). Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in U.S. Grassland Soil. *Journal of Soil Science Society*, 53, 800-805.
- [5] Celik. (2005). Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Journal of Soil and Tillage Research*, 83, 270-277.
- [6] Congressional Budget Office (CBO). (2007). The potential for carbon sequestration in the United States. Congress of the U.S Washington DC, 1-22.
- [7] Eskandari Shahraki, A., Kiani, B., and Iranmanesh, Y. (2016). Effects of different landuse types on soil organic carbon storage, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24 (3), 379-389.
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II. Geneva, Switzerland.
- [9] Izaurralde, R., Williams, C. J. R., Post, W. M., and Thomson, A. M., (2007). Long-term modeling of soil C erosion and sequestration at the small watershed scale. *Climatic Change*, 80(1-2), 73-90.
- [10] Karimi, R., Salehi, M.H., and Mosleh, Z. (2015). Effect of land use change on some carbon components in bulk soil and aggregates in Safashahr area, Fars province, *Iranian journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(1), 145-157.

- [11] Ladd, J. N., Foster, R. C., and Skjemstad, J. O. (1993). Soil structure: carbon and nitrogen metabolism. *Geoderma*, 56,401–434.
- [12] Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, 1-22.
- [13] Lee, S. B., Lee, C. H., Jung, K. Y., Park, K. D., Lee, D., Carolina, P. K., Lisboa, R., Conant, T., Haddix, M. L., Eduardo, C., Cerri, P., and Cerri, C. C. (2009). Soil carbon turnover measurement by physical fractionation at a forest-to-pasture chronosequence in the Brazilian Amazon. *Ecosystems*, 12, 1212–1221.
- [14] Liu, M.Y., Chang, Q.R., Qi, Y.B., Liu, J. and Chen, T. (2014). Aggregation and soil organic carbon fractions under different land uses on the tableland of the Loess Plateau of China. *Catena*, 115, 19-28.
- [15] Mahmoudi Taleghani, E., Zahedi Amiri, Gh., Adeli, E. and Sagheb-Talebi, Kh. (2007). Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3), 241-252.
- [16] Mahmoodzadeh, H., Sheklabadi, M., and Mahbobi, A.A. (2012). Effect of land use change on soil organic carbon storage in lake's border lands of Zaribar Marivan. *Iranian Journal of science and technology of Agricultural and Natural resources (water and soil sciences)*, 68(18), 55- 67.
- [17] Mesdaghi, M. (2005). Range management in Iran, Astan Ghods Razavi press. 333 P.
- [18] Mosavi, M.H., and Hammami, M. (2014). Modeling the effect of carbon dioxide emissions on global warming, *Iranian Journal of Environmental Science and Engineering*, 1(2), 9-21.
- [19] Mortenson, M., and Shuman, G.E. (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.
- [20] Muñoz-Rojas, M., Doro, L., Ledda, L., and Francaviglia, A. (2015). Application of CarboSOIL model to predict the effects of climate change on soil organic carbon stocks in agro-silvo-pastoral Mediterranean management systems. *Journal of Agriculture Ecosystems and Environment*, 202, 8-16.
- [21] Muñoz-Rojas, M., Jordán, A., Zavala, L.M., Rosa, D., Abd-Elmabod, S.K. and Anaya-Romero, M. (2012). Effect of land use and land cover changes on carbon sequestration in vegetation and soils between 1956 and 2007 (Southern Spain). Abstracts of EGU General Assembly, Austria, 22-27 Apr., 435 pp.
- [22] Salardini, A. (1979). Soil and plant relationships. Tehran University Press, 262 P.
- [23] Su, Z.Y., Ha, I.Z., and Tong, H.Z. (2003). Influences of grazing and enclosure on carbon sequestration in degraded sandy grassland, Inner Mongolia, North China, New Zealand. *Journal of Agricultural Research*, 46(4), 321-328.
- [24] Tate, K.R., Ross, D.J., Saggarr, S., Hedley, C.B., Dando, J., Singh, B.K. and Lambie, S.M. (2007). Methane uptake insoils from *Pinus radiate* plantations, a reverting shrubland and adjacent pastures: Effects of landuse change, and soil texture, water and mineral nitrogen. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 1437-1449.
- [25] Vieira, F. C. B., Bayer, C., Zanatta, J. A., Dieckow, J., Mielniczuk, J., and He, Z. L. (2007). Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. *Journal of Soil Tillage Resources*, 96, 195–204.
- [26] Wang, Y., Fu, B., Lü, Y., Song, C. and Luan, Y. (2010). Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. *Quaternary Research*, 73, 70-76.
- [27] Xiong, X., Grunwald, S., Brenton Meyres, D., Wade Ross, C., Harris, W. G., and Comerford, N. B. (2014). Interaction effects of climate and land use/land cover change on soil organic carbon sequestration. *Journal of Science of the Total Environment*, 493, 974-982.
- [28] Zahedi, Gh. (2002). Spatial dependence between soil carbon and nitrogen storage in two forest types. Proceeding of the XII World Forestry Congress in Canada, Quebec, 357-358.
- [29] Zhong B., and Xu Y.J. (2009). Topographic effects on soil organic carbon in Louisiana watersheds. *environmental management*, 43, 664-672.

