مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1**

پایش توزیع مکانی ترسیب کربن خاک طی چهار دهه تغییرات وضعیت پوشش اراضی مرتعی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نوررود استان مازندران)

نعمت‌اله کوهستانی[۱]، شفق رستگار*[۲]، قدرت‌اله حیدری[۳]، شعبان شتایی جویباری[۴] و حمید امیرنژاد[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴

چکیده

پایش ذخایر کربن آلی خاک در وضعیت‌های مختلف پوشش گیاهان مرتعی برای مطالعه چرخه جهانی کربن ضروری به نظر می‌رسد. به این منظور وضعیت پوشش گیاهی مرتعی سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست تهیه شد. میزان ترسیب کربن در هر یک از وضعیت‌های پوشش اراضی مرتعی با استفاده از روش نمونه‌برداری میدانی و برای سایر کاربری‌ها از داده‌های پیش‌فرض کمیته بین‌المللی تغییر اقلیم (IPCC) استفاده گردید. مکان‌های نمونه‌برداری روی نقشه‌ها مشخص و با نمونه‌گیری سیستماتیک-تصادفی، تعداد ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری در هر منطقه استقرار و بر روی هر ترانسکت پلات مستقر شد. در هر پلات، درصد پوشش و بیوماس گیاهی برآورد گردید. برای اندازه‌گیری کربن خاک در هر مکان از نمونه‌گیری، یک پروفیل حفر و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌های خاک تهیه و جهت تعیین ترسیب کربن به روش والکی –بلاک به آزمایشگاه منتقل شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار IDRISI Terrset میزان ترسیب کربن برحسب تن در هر سال به همراه نقشه توزیع مکانی آن محاسبه گردید. نتایج نشان داد طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ مساحت مراتع درجه یک ۱۰۳۷۴ هکتار و مساحت مراتع درجه سه، ۱۰۲۵۳ هکتار کاهش داشته است. سطح مراتع درجه دو، به میزان ۱۰۷۵۸ هکتار افزایش داشته است. همچنین، مقدار کربن در وضعیت مراتع خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب ۱۱۲/۴۵، ۸۱/۶۳ و ۵۰/۳۹ تن در هکتار است. همچنین در تمام دهه‌های مورد مطالعه میزان ترسیب کربن روند کاهشی داشته است. به‌طوری‌که میزان آن از ۹۹۰۵۷۲۹ تن در کل حوزه در سال ۱۳۶۷ به ۸۸۶۰۸۰۳ تن در سال ۱۳۹۷ کاهش یافت. ضمناً بیشترین میزان کاهش آن مربوط به سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷ به میزان ۵۶۲۱۲۵ تن بوده است.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، تصاویر ماهواره‌ای، اراضی مرتعی، حوزه آبخیز نوررود،IPCC.

[۱] - دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
[۲] - استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
*: نویسنده مسئول: sh.rastgar@sanru.ac.ir
[۳] - دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
[۴]- استاد گروه جنگلداری، دانشکده جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
[۵]- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

مقدمه

از میان زیست‌بوم‌های طبیعی، اکوسیستم‌های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند و در مقیاس جهانی مراتع حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن را در سال ترسیب می‌کنند (۳). از آنجا که جوامع مرتعی وسیع‌ترین نوع پوشش‌گیاهی در اراضی کوهستانی کشور ایران بوده و جوامع محلی همواره وابستگی شدیدی به قابلیت چراگاهی و سایر کارکردهای این مراتع داشته‌اند هدف از این مطالعه درک ارتباط بین وضعیت پوشش گیاهی مراتع و میزان تاثیر آن بر میزان ذخیره کربن خاک در حوزه آبخیز مورد مطالعه بوده است.

نوع کاربری اراضی و مدیریت آن‌ها مهم‌ترین عامل در توان ترسیب کربن خاک اکوسیستم می‌باشد (۲۳) و حتی نوع پوشش اراضی تأثیرات قابل‌توجهی در میزان کربن خاک دارد (۱۰). لذا هرگونه تغییر کاربری یا پوشش اراضی سبب تغییر میزان ذخیرهٔ کربن خاک خواهد شد. پارک و اوگا[1] (۲۰۰۴)، نیز در مطالعه‌ای، شرایط اقلیمی، نوع گونه‌های گیاهی و قابلیت اراضی را از عوامل تاثیرگذار بر روی ترسیب کربن اعلام کردند. نتایج مطالعات سینگ[2] و همکاران (۲۰۰۳) هم در هند نشان داد که کربن آلی خاک با پوشش گیاهی همبستگی مثبت داشت. در ایران نیز مطالعاتی دراین خصوص صورت گرفته است که نتایج حاصل از بررسی جوادی‌طبالوندانی و همکاران (۲۰۱۰) بر نقش کاربری‌های مختلف در میزان ترسیب کربن خاک در حوزه آبخیز نومه‌رود شهرستان نور نشان داد که در واحد سطح، جنگل‌های انبوه و مراتع به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ترسیب کربن را به خود اختصاص دادند. مطالعه مرفع و همکاران (۲۰۱۳) در سه رویشگاه مرتعی (علفزار، بوته‌زار و علفزار-بوته زار) منطقه بلده نور نشان داد که در رویشگاه علفزار، ماده آلی نسبت به دو رویشگاه دیگر بیشتر بوده است.

در زمینه میزان ذخیره کربن در خاک یا پوشش گیاهی، ظرفیت ذخیره کربن انواع پوشش گیاهی درکشور نیز مطالعات متعددی صورت گرفته است که در این ارتباط، جعفرزاده و همکاران (۲۰۲۰) در ارزش‌گذاری برخی از خدمات اکوسیستم مراتع زاگرسی در استان ایلام، میزان ترسیب کربن هر هکتار از مراتع را ۴۸/۳۱ تن برآورد نمودند. عبدی و همکاران (۲۰۰۸) ظرفیت ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی را ۳۲/۹۵ تن در هکتار محاسبه نموده وبه این نتیجه رسیدند که ۸۷/۴۳ درصد از کل ترسیب کربن را کربن آلی خاک تشکیل می‌دهد. جنیدی جعفری (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای در رویشگاه‌های درمنه دشتی در استان سمنان، توان ترسیب در درمنه‌زار را به‌طور متوسط ۲۵/۵ تن در هکتار برآورد نمودند که دراین تحقیق نیز خاک بیشترین سهم (۸۷ درصد) از کل کربن ترسیب شده را دارا بود. نتایج تحقیق جنیدی‌جعفری و همکاران (۲۰۱۶) در منطقه حفاظت‌شده بیجار در استان کردستان در خصوص توزیع کربن نیز نشان داد که بیش از ۹۸ درصد از کل ترسیب کربن را کربن آلی خاک تشکیل داد و همچنین ذخیره کربن در زی‌توده زیرزمینی، بیش از زی‌توده هوایی بود. براساس مطالعه نقی پور و همکاران (۲۰۰۹) در مراتع سیساب بجنورد، ذخیره کربن در زی‌توده زیرزمینی بیش از زی‌توده هوایی بود. نتایج مطالعه شیدای کرکج و همکاران (۲۰۱۷) در مراتع استان آذربایجان شرقی نشان داد که فاکتورهای رس، سیلت، رطوبت، اسیدیته و هدایت الکتریکی بر میزان کربن تاثیرگذار است و حدود ۵۷ درصد از تغییرات آن را تبیین می‌نماید. بنابراین مدیریت صحیح مراتع از طریق حفاظت خاک از فرسایش سبب حفظ پتانسیل ذخیره ای کربن در اکوسیستم های مرتعی خواهد شد.

در خصوص پیش‌بینی میزان ترسیب کربن در اکوسیستم‌ها مطالعات مختلفی صورت گرفت تا اثرات تغییرات اقلیمی و عواقب تخریب و حتی احیاء در آینده مشخص گردد تا بتوان در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت از آن‌ها استفاده کرد. هرناندز گوزمان[2] و همکاران (۲۰۱۹) تغییرات کاربری /پوشش اراضی را در منطقه غربی و مرکزی مکزیک را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی نقشه‌های موضوعی در سال‌های ۲۰۰۱،۱۹۸۶ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست تهیه و با استفاده زنجیره مارکوف تغییرات پوشش/کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۳۳ و ۲۰۵۰ پیش‌بینی گردید. ضمناً برای تخمین ذخیره و

[1]- Park & Ohga

[2] - Hernández-Guzmán

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

ترسیب کربن از مدل inVEST استفاده شد. در مطالعه دیگری، مینمین[1] و همکاران (۲۰۱۹) به منظور بررسی اثرات اقدامات اکولوژیکی بر ترسیب کربن در مناطق نیمه‌خشک شمال غربی چین، تغییرات کاربری /پوشش اراضی را با استفاده از زنجیره مارکوف از سال ۲۰۱۵ بررسی و میزان آن را در سال ۲۰۲۹ پیش‌بینی نمودند. در این ارتباط، پچانک[2] و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقی میزان ترسیب کربن را در اثر تغییرات کاربری اراضی در جمهوری چک، پیش‌بینی نموده و سپس با استفاده از مدل Land Change Modeller و بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۲ میزان تغییرات کربن را به کمک نرم‌افزار inVEST در سه دوره زمانی بدست آوردند. گوپتا[3] و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی میزان ترسیب کربن در حوضه‌های کوچک آبخیز در استان اتارخند[4] هند به‌عنوان شاخصی برای کاهش غلظت کربن اتمسفر، کاهش تخریب خاک و متعاقباً افزایش حاصلخیزی خاک پرداختند. این محققین شرایط فعلی را با یک سناریوی محتمل آتی به کمک نرم‌افزار کاربردی InVEST مقایسه و به این نتیجه رسیدند که با توجه به روند تغییرات کاربری اراضی، شاهد کاهش ۱۷/۷ درصدی کربن کل موجود در خاک در این منطقه خواهیم بود. در ایران، اسداللهی و سلمان‌ماهینی (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای در حوزه آبخیز گرگان رود به بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر ترسیب و ذخیره کربن به این نتیجه رسیدند که روند تغییر کاربری (از ۵۰ درصد پوشش جنگلی موجود در سال ۱۳۸۴ به ۲۰ درصد در سال ۲۰۳۶) با کاهش ذخیره کربن خاک همراه خواهد بود.

با توجه به نقش فعالیت‌های انسانی و ایجاد در تغییر کاربری در اکوسیستم‌های طبیعی کشور، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر مقدار ذخیره کربن و ارائه یک روش بهینه و کارآمد جهت برآورد، پایش و پیش‌بینی میزان ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز نوررود در جنوب غربی استان مازندران در منطقه مرتفع کوهستانی شمال کشور ایران و در طول جغرافیایی ″۲۳/۱۲ ′ ۲۶ °۵۱ تا ″۸/۴۹ ′ ۱۸ °۵۲ شرقی و عرض ″۵۳/۹۰ ′ ۰ °۳۶ تا ″۲۹/۲۷ ′ ۱۶ °۳۶ شمالی قرار دارد. مساحت کل حوزه ۱۲۸۶۷۸ هکتار بوده و حداکثر ارتفاع حوضه ۴۳۳۳ متر و حداقل ارتفاع آن ۷۲۱ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه ۵۰۴ میلی‌متر است. اقلیم منطقه مورد مطالعه، با استفاده از روش دومارتن گسترش یافته در طبقه ارتفاعی بالا از نوع نیمه‌خشک سرد و در طبقات ارتفاعی پایین از نوع نیمه مرطوب معتدل است. بیشترین سطح حوزه مربوط به کاربری/پوشش مرتع (بیش از ۹۰ درصد سطح حوزه) می‌باشد که دارای انواع وضعیت پوشش گیاهی (خوب، متوسط، ضعیف) می‌باشد.

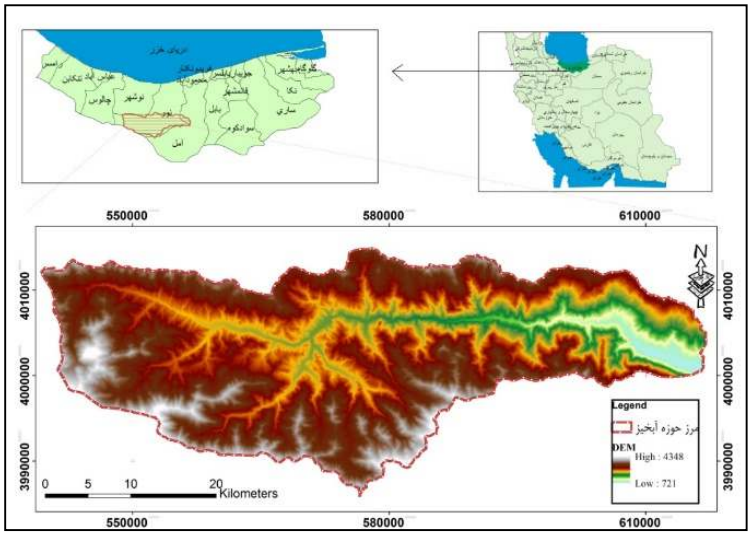
روش تحقیق

جهت انجام پژوهش و تعیین میزان کربن ذخیره‌شده در هریک از تیپ‌ها و جوامع گیاهی حوزه آبخیز موردمطالعه، ابتدا با تصاویر ماهواره‌ای لندست از سایت USGS تهیه شد. سپس با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر گوگل‌ارث و داده‌های کنترل زمینی، طبقه‌بندی تصاویر به روش الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) در نرم افزار ENVI انجام شد. تعداد داده‌های تعلیمی مورد استفاده برای هر یک از سال‌ها برابر با ۲۱۰ نمونه بوده است. ۷۰درصد داده‌ها برای مرحله واسنجی و ۳۰ درصد برای اعتبارسنجی مدل استفاده شد. نقشه کاربری اراضی و وضعیت پوشش گیاهی حوزه آبخیز نوررود تهیه شد. به منظور تعیین وضعیت مراتع از روش شش فاکتوره که در شمال کشور کاربرد دارد استفاده شد (۲۲). همچنین شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) و با روش الگوریتم حداکثر احتمال در نرم افزار ENVI تهیه گردید (۱۸). نقشه وضعیت مراتع بر بنای طبقه‌بندی وضعیت مرتع در روش

[1] Minmin
[2] Pechanec
[3] Gupta
[4] Uttarakhand

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

شش فاکتوره تنها از فاکتور درصد تاج پوشش گیاهی استفاده شد و در آن درصد تاج پوشش کمتر از ۳۷/۵ درصد جزء مراتع ضعیف، ۳۷/۵ تا ۶۲/۵ درصد جزء مراتع متوسط و بیش از ۶۲/۵ درصد جزء مراتع خوب تعیین شد (۲۵).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان مازندران

اندازه‌گیری ترسیب کربن

پس از تیپ‌بندی پوشش گیاهی، انتخاب واحدهای کاری و تعیین جوامع گیاهی (تیپ‌های مرتعی با ۴ جامعه گیاهی گراسلند، بالشتکی، بالشتکی- گراسلند و درمنه‌زار)، اقدام به روش نمونه‌گیری با سیستماتیک- تصادفی گردید. به‌طوری‌که با انتخاب سایت‌های مورد مطالعه در هر ۱۲ تیپ گیاهی شناسایی شده تعداد ۳ ترانسکت با طول ثابت ۱۰۰ متر و روی هر ترانسکت به فاصله هر ۱۰ متر پلات‌گذاری (مجموعاً ۱۰ پلات در هر ترانسکت) گردید (جدول ۴). در هر پلات، درصد پوشش‌تاجی و تولید برآورد و نمونه‌گیری از خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین میزان کربن آلی صورت پذیرفت (۳۵ ، ۲۸ و ۴۱). مجموعاً تعداد ۴۵۰ پلات محدوده مورد مطالعه جهت اندازه‌گیری پوشش گیاهی و خاک نمونه‌برداری شد. نمونه‌برداری در خرداد تا تیرماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. جهت برآورد کربن سایر کاربری‌ها (جنگل، کشاورزی، اراضی سنگلاخی و خاک لخت) از برآوردهای گزارش IPCC2006[1] استفاده شد. در هر پلات، تمام گونه‌های گیاهی از سطح یک سانتی‌متری سطح خاک قطع و همچنین لاشبرگ از سطح پلات‌ها به‌طور کامل جمع‌آوری گردید. سپس نمونه‌های گیاهی برداشت شد در هوای آزاد خشک و درنهایت به آزمایشگاه منتقل و درصد کربن آلی آن‌ها بـه روش احتـراق در کـوره الکتریکی با درجه حرارت ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، تعیین شد (۱۴). با تعیین وزن خاکستر و با توجه به وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطهٔ OC=0.5*OM که در آن OC، کربن آلی خاک و OM مادهٔ آلی خاک می‌باشد، میزان کربن آلی در هر نمونه، جداگانه محاسبه شد (۲۶). برای اندازه‌گیری کربن خاک در هر پلات یک پروفیل حفر و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌ها تهیه (۶ و ۲۹)، در هوای آزاد خشک و جهت تعیین ترسیب کربن با روش والکی –بلاک به آزمایشگاه منتقل گردید. برای محاسبه میزان کل ترسیب کربن ترسیب شده خاک در هر هکتار از رابطهٔ زیر استفاده گردید:

$$CC = 10000 \times E \times C\,(\%) \times Bd$$

[1]- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

که در این رابطه، CC میزان کربن ترسیب شده، در سطح ۱ مترمربع (گرم)، C: درصد تراکم کربن در عمق معینی از خاک، Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E: ضخامت عمق خاک برحسب سانتی‌متر است (۱۳ و ۳۵)


الف


ب


ج

شکل ۲: تصاویری از وضعیت‌های مختلف مراتع منطقه (الف-مرتع خوب ب-مرتع متوسط ج-مرتع ضعیف)

تحلیل آماری داده‌ها

در ابتدا به کمک آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. سپس جهت تعیین میزان کربن در وضعیت‌های مراتع از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و در صورت معنی‌داری از آزمون توکی جهت مقایسه میانگین استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری ترسیب کربن از نرم‌افزار IDRISI Terrset استفاده شد و با واردکردن نقشه‌های کاربری/پوشش در بخش Ecosystem services modeler و قسمت Carbon storage و همچنین جدول میزان کربن آلی در نرم‌افزار، میزان ترسیب کربن برحسب تن در هرسال به همراه نقشه توزیع مکانی آن در سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۷ محاسبه گردید.

نتایج

سطح کاربری و پوشش اراضی

بر اساس جدول (۱)، مرتع بیشترین مساحت و اصلی‌ترین نوع کاربری زمین را در حوزه آبخیز نورود دارا است و کمترین مساحت مربوط به کاربری کشاورزی می‌باشد. نتایج طبقه‌بندی نشان می‌دهد که نواحی جنگل از ۲۹۳۶/۹۸ هکتار در سال ۱۳۶۷ به ۲۳۰۵/۸ هکتار در سال ۱۳۹۷ کاهش‌یافته است.

جدول ۱: سطح کاربری و پوشش اراضی حوزه آبخیز نورود

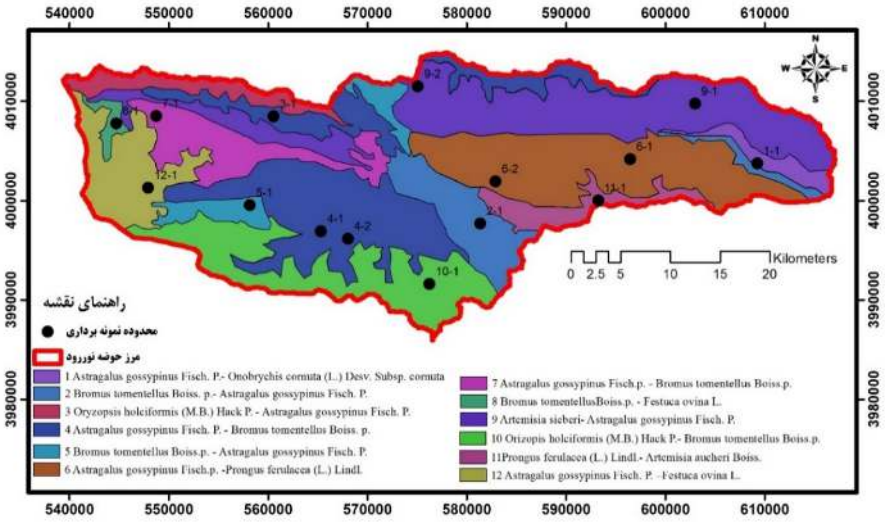
ردیف	طبقه پوشش	۱۳۶۷	۱۳۷۷	۱۳۸۷	۱۳۹۷
		مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)	مساحت (هکتار)
۱	جنگل	۲۹۳۶/۹۸	۲۶۱۹/۱۳	۲۶۲۶	۲۳۰۵/۸
۲	خاک لخت و سنگریزه	۷۶۹۹/۵	۹۸۴۱/۲۲	۱۱۵۳۰	۱۷۸۵۴/۵
۳	کشاورزی	۱۸۳۶/۶۴	۱۵۰۱/۴۴	۲۶۲۲/۹	۲۱۷۸/۴
۴	مرتع درجه ۱	۳۰۸۰۱/۴۷	۲۴۲۴۱/۸۴	۲۴۲۲۴/۵	۲۰۴۲۷/۱
۵	مرتع درجه ۲	۳۸۳۴۵/۴۷	۴۶۷۹۹/۶۱	۴۶۶۷۶/۸	۴۹۱۰۳/۵
۶	مرتع درجه ۳	۴۷۰۵۹/۲۱	۴۳۶۷۴/۹	۴۰۹۹۳/۲	۳۶۸۰۵/۶
	جمع کل	۱۲۸۶۷۹	۱۲۸۶۷۸	۱۲۸۶۷۳	۱۲۸۶۷۴

میزان ترسیب کربن

میزان کربن خاک، لاشبرگ و بیوماس روزمینی گیاه در مراتع درجه (۱، ۲ و ۳) از طریق نمونه‌گیری محاسبه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

گردید و برای برآورد بیوماس زیرزمینی و سایر کاربری‌ها از مطالعات IPCC استفاده گردید.



شکل ۳: مناطق معرف نمونه‌گیری بروی نقشه تیب پوشش گیاهی

نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها نشان داد که مقادیر این آزمون برای درصد کربن آلی در مراتع مختلف معنی‌دار نیست که نشان‌دهنده توزیع نرمال داده‌هاست (جدول ۲).

جدول ۲: آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن درصد کربن

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	Z کولموگروف اسمیرنوف	مقدار P
مرتع درجه ۱	۲/۵۳۱۱	۱/۱۴۳۹۷	۱/۳۲۶	۰/۰۵۹
مرتع درجه ۲	۱/۶۶۵۷	۰/۵۰۰۵۵	۱/۲۷۸	۰/۰۷۶
مرتع درجه ۳	۱/۰۵۶۶	۰/۳۹۱۱۸	۱/۰۲۷	۰/۲۴۲

نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) نشان داد که اثر معنی‌داری به واسطه نوع مرتع بر میزان کربن آلی خاک وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین به روش توکی نشان داد که مرتع درجه ۱ بیشترین کربن آلی را داشته و با سایر مراتع اختلاف معنی‌داری داشته است. کمترین میزان کربن آلی در مرتع درجه ۳ ثبت شده است (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آنالیز واریانس درصد کربن آلی در مراتع نورود

متغیر	میانگین	آماره F	مقدار P
درصد کربن در مرتع درجه ۱	^{a}۲/۵۳۱۱	۱۱۹/۵۲	$p<$۰/۰۰۱
درصد کربن در مرتع درجه ۲	^{b}۱/۶۶۵۷		
درصد کربن در مرتع درجه ۳	^{c}۱/۰۵۶۶		

(حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است.)

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده و برآورد شده از میزان کربن جوامع گیاهی و وضعیت‌های مختلف مرتعی در جداول (۴، ۵ و ۶) مشخص شده است. بیشترین درصد کربن آلی خاک در بین جوامع گیاهی موردمطالعه متعلق به جامعه گیاهی گراسلند (۹۵/۹۴ تن در هکتار) و کمترین آن مربوط به جامعه گیاهی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

درمنه‌زار (۷۹/۶۶ تن در هکتار) می‌باشد. در بین ۱۲ تیپ اصلی و یا واحد کاری تیپ گیاهی دو تیپ گیاهی *Bromus tomentellus - Festuca ovina* و *Astragalus gossypinus* - *Bromus tomentellus* - دارای بیشترین میزان ترسیب کربن (۱۱۴/۰۵ تن در هکتار) می‌باشد. ضمناً بیشترین میزان کربن آلی موجود در بیومس هوایی مربوط به جامعه گراسلند (۳۱۷/۰۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار متعلق به جامعه درمنه‌زار (۲۶۹/۳۴ کیلوگرم در هکتار) است.

جدول ۴: میزان ترسیب کربن گیاهی تیپ‌های گیاهی منطقه موردمطالعه

ردیف	نام تیپ گیاهی	نام جامعه گیاهی	کل کربن ترسیب شده (تن در هکتار)
۱	*Bromus tomentellus - Festuca ovina*	گراسلند	۱۱۴/۰۵
۲	*Orizopis holciformis - Bromus tomentellus*		۸۰/۳۸
۳	*Prongus ferulacea - Artemisia aucheri*	درمنه زار	۸۰/۷۹
۴	*Artemisia sieberi- Astragalus gossypinus*		۸۰/۵۹
۵	*Oryzopsis holciformis -Astragalus gossypinus*		۵۶/۳۴
۶	*Astragalus gossypinus - Bromus tomentellus*	بالشتکی- گراسلند	۱۰۶/۹۶
۷	*Bromus tomentellus - Astragalus gossypinus*		۸۲/۱۱
۸	*Bromus tomentellus - Astragalus gossypinus*		۸۹/۳۹
۹	*Astragalus gossypinus–Festuca ovina*		۸۲/۰۳
۱۰	*Astragalus gossypinus- Bromus tomentellus*		۹۵/۱۷
۱۱	*Astragalus gossypinus- Onobrychis cornuta*	بالشتکی	۸۰/۶۷
۱۲	*Astragalus gossypinus -Prongus ferulacea*		۹۸

جدول ۵: میزان کربن آلی موجود در منابع چهارگانه ذخیره کربن در جوامع گیاهی موردمطالعه

ردیف	نام جامعه گیاهی	کربن ترسیب شده خاک (تن در هکتار)	کربن روزمینی (کیلوگرم در هکتار)	کربن لاشبرگ (کیلوگرم/هکتار)	کربن زیرزمینی کیلوگرم/هکتار)	کل کربن آلی زی‌توده گیاه (تن/هکتار)	کل کربن ترسیب شده (تن در هکتار)
۱	بالشتکی	۸۹/۲۷	۲۹۹/۷۱	۱۹/۳۵	۸۳۹/۱۹	۱/۱۶	۹۰/۴۳
۲	بالشتکی- گراسلند	۸۳/۸۵	۲۹۰/۷۴	۱۸/۴۳	۸۱۴/۰۷	۱/۱۲	۸۴/۹۷
۳	گراسلند	۹۵/۹۴	۳۱۷/۰۶	۲۰/۶۳	۸۸۷/۷۷	۱/۲۳	۹۷/۱۷
۴	درمنه زار	۷۹/۶۶	۲۶۹/۳۴	۱۶/۹۱	۷۵۴/۱۵	۱/۰۴	۸۰/۷

بر اساس مندرجات جدول (۶)، میزان کربن ترسیب شده در هر هکتار از مراتع خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب ۱۱۲/۴۵، ۸۱/۶۳ و ۵۰/۳۹ تن در هکتار و میزان کربن موجود در بیومس هوایی در مراتع خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب ۲۵۳/۵، ۲۵۰/۱۸ و ۲۳۳/۳۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

میزان کربن آلی موجود در لاشبرگ در مراتع خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب ۲۱/۶۸، ۱۹/۲ و ۱۶/۷۶ کیلوگرم در هکتار و میزان کربن آلی موجود در زی‌توده ریشه در مراتع خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب ۷۰۹/۸، ۷۰۰/۵ و ۶۵۳/۴۶ کیلوگرم در هکتار بوده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

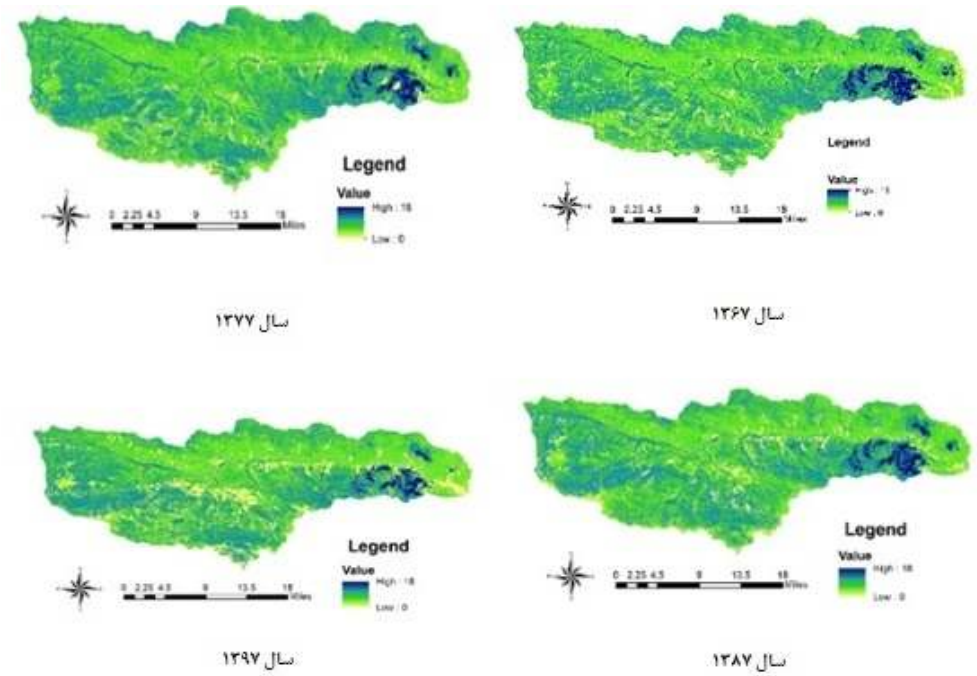
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

جدول ۶: میزان کربن آلی موجود در وضعیت‌های مختلف پوشش اراضی مرتعی

ردیف	نام کاربری /پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	ترسیب کربن خاک (تن در هکتار)	میزان کربن روزمینی (کیلوگرم در هکتار)	میزان کربن آلی لاشبرگ (کیلوگرم/هکتار)	میزان کربن زیرزمینی (کیلوگرم در هکتار)	ترسیب کربن (تن در هکتار)
۱	جنگل	۲۳۰۵/۸	۱۳۰	۶۱۱۰۰	۲۷۹	۱۴۰۵۳	۲۰۵/۴۳
۲	اراضی سنگلاخی و لخت	۱۷۸۵۴/۲	۰	۰	۰	۰	۰
۳	کشاورزی	۲۱۷۸/۴	۱۰۰	۵۰۰۰	۰	۸۱۴۰	۱۱۳/۱۴
۴	مرتع درجه ۱	۲۰۴۲۷/۱	۱۱۱/۴۷	۲۵۳/۵	۲۱/۶۸	۷۰۹/۸	۱۱۲/۴۵
۵	مرتع درجه ۲	۴۹۱۰۳/۵	۸۰/۶۶	۲۵۰/۱۸	۱۹/۲	۷۰۰/۵	۸۱/۶۳
۶	مرتع درجه ۳	۳۶۸۰۵/۶	۴۹/۴۹	۲۳۳/۳۸	۱۶/۷۶	۶۵۳/۴۶	۵۰/۳۹

پایش توزیع مکانی ترسیب کربن

توزیع مکانی ترسیب کربن در سال‌های مختلف در شکل ۴ نشان می‌دهد که در تمام دهه‌های موردمطالعه میزان ترسیب کربن روند کاهشی را داشته است. به‌طوری‌که میزان آن از ۹۹۰۵۷۲۹ تن درکل حوزه در سال ۱۳۶۷ به ۸۸۶۰۸۰۳ تن در سال ۱۳۹۷ کاهش یافت. ضمناً بیشترین میزان کاهش آن در دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷ (۵۶۲۱۲۵ تن) رخ داده است.



شکل ۴: نقشه توزیع مکانی ترسیب کربن در سال‌های (۱۳۶۷،۱۳۷۷،۱۳۸۷،۱۳۹۷)

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تغییرات اقلیمی و لزوم کاهش دی‌اکسید کربن، باید بیش‌ازپیش اهمیت ترسیب کربن در سطح ملی و منطقه‌ای مشخص شود تا مدیران و تصمیم‌گیران مدیریت جامع و مطلوبی را برای حفظ و بهره‌برداری از مراتع منطقه برنامه‌ریزی نمایند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، میزان ترسیب کربن اراضی مرتعی، با میزان برآورد شده آن در بعضی از مطالعات از جمله تمرتاش و همکاران (۲۰۱۴)، حسن‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴)، جنیدی و همکاران (۲۰۱۶) و مرادی و طهماسبی (۲۰۱۵)، یانگ و همکاران (۲۰۱۸) و جعفرزاده و همکاران (۲۰۲۰) تفاوت چندانی نداشته است؛ اما با بعضی از برآوردها از جمله علیزاده و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

همکاران و صارمی و همکاران (۲۰۱۵) تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای دارد که بیشتر مربوط به روش و یا زمان انجام کار بوده است. شیدای‌کرکج و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که مدیریت صحیح مراتع از طریق حفاظت خاک از فرسایش ذرات ریز و توجه به میزان زهکشی خاک‌ها و جلوگیری از شورشدن آن سبب حفظ پتانسیل ذخیره‌ای کربن در اکوسیستم مرتعی خواهد شد. نتایج مطالعه ذخیره کربن در مناطق اقلیمی مختلف توسط فرجی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تغییر اقلیم (خشک‌تر شدن اقلیم) سبب کاهش ذخیره کربن خاک خواهد شد. در تحقیق حاضر بیشترین سهم از ترسیب کربن در تیپ درمنه‌زار به خاک تعلق داشته و به دنبال آن لاشبرگ و زی‌توده را شامل شده است که با نتایج مطالعه آذرنیوند و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشته است که سهم خاک ۸۷ درصد، زی‌توده گیاهی و لاشبرگ به‌ترتیب ۱۲/۹ و ۰/۰۱بوده است.

ضمناً بر اساس نتایج حاصله، توان ترسیب کربن نسبت به وضعیت‌های مختلف مرتع متفاوت می‌باشد. به‌طوری‌که تغییر وضعیت مرتع از خوب به ضعیف باعث ورود ده‌ها تن کربن (حدود ۶۲ تن به ازای هر هکتار تبدیل مرتع خوب به ضعیف) به جو خواهد شد. لازم به ذکر است که میزان ترسیب کربن در مراتع با وضعیت مختلف، متفاوت می‌باشد به‌طوری‌که میزان ترسیب در مراتع درجه دو، ۶۲ درصد بیش از مراتع درجه سه و در مراتع درجه یک، ۳۸ درصد بیش از مراتع درجه دو می‌باشد.

میزان سهم خاک در ترسیب کربن در منطقه مورد مطالعه بیش از ۹۷ درصد برآورد شده است که با مطالعات دیانتی‌تیلکی و همکاران (۲۰۱۰)، جنیدی‌جعفری و همکاران (۲۰۱۶)، غلامی و همکاران (۲۰۱۴) و پرویزی و همکاران (۲۰۱۸) که سهم خاک را به‌ترتیب ۹۸، ۹۷، ۹۸ و ۹۳ درصد برآورد نمودند مطابقت دارد. بر اساس نتایج حاصله، رابطه معنی‌دار و مستقیمی بین میزان بیومس روزمینی و میزان وزن لاشبرگ و میزان کربن آلی موجود در لاشبرگ وجود دارد. بطوریکه با افزایش بیومس روزمینی شاهد افزایش میزان لاشبرگ و کربن آلی آن هستیم. ضمناً با توجه به نتایج حاصله، میزان ترسیب کربن در جامعه گیاهی گراسلند بیشتر از سایر جوامع گیاهی بوده است که دلیل اصلی آن وضعیت بهتر مراتع در این جامعه گیاهی و درنتیجه تراکم بیشتر پوشش گیاهی می‌باشد که این با نتایج مرادی و طهماسبی (۲۰۱۵) و جنیدی و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر بیشترین میزان ترسیب کربن در دو تیپ گون-بروموس و فستوکا-بروموس ثبت شده است. نتایج مطالعه مهدوی و همکاران (۲۰۱۵) روی اثر عوامل فیزیوگرافی بر ترسیب کربن دو گونه گون سفید و گون زرد نشان داد که گون زرد (*Astragalus parrowianus*) توان ترسیب کربن بیشتری نسبت به گون سفید (*A. gossypinus*) دارد. این توانایی به این علت است که گون زرد میزان پوشش، بیوماس هوایی و بیوماس ریشه‌ای بیشتری نسبت به گون سفید دارد که باعث به تله انداختن و ترسیب بیشتر کربن آلی خاک شده است. کمترین میزان ترسیب کربن در تحقیق حاضر به تیپ درمنه‌زار تعلق داشته است. تمرتاش و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر قرق بر میزان ترسیب کربن گونه درمنه کوهی در استان سمنان دریافتند که میزان ضریب تبدیل کربن آلی ریشه بیشتر از سایر اندام‌ها می‌باشد. همچنین در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین ترسیب کربن اندام‌های مختلف درمنه کوهی و بخش لاشبرگ در منطقه قرق با اندام‌های نظیر آنها در منطقه چراشده وجود دارد. در تحقیق جعفریان و همکاران (۲۰۱۲) ترسیب کربن بین سه گونه درمنه، *Stipa barbata* و *Agropyrun elangetum* بررسی شد که نتایج نشان داد که بیشترین میزان ترسیب به تیپ درمنه‌زار تعلق داشته و نرخی برابر با ۲۹/۴۴۵ تن در هکتار داشته است که در تحقیق حاضر این مقدار برابر با ۷۹/۶۶ تن در هکتار اندازه‌گیری شد.

با توجه نقشه توزیع مکانی ترسیب کربن در شکل شماره ۴، روند تغییرات ترسیب کربن کاملاً مشهود است و توزیع مکانی آن به‌خصوص در مناطقی که تخریب و یا تبدیل کاربری‌ها (ازجمله معدن‌کاوی و یا ساخت‌وساز مسکونی) بیشتر بوده است، تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای دارد. پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که میزان روند کاهش ذخیره کربن در مناطق پایین‌دست و اطراف شهرها و روستاها شدت بیشتری دارد و حتی در قسمتی از حوزه، لکه‌های جنگلی موجود تخریب‌شده و مراتع در بعضی از قسمت‌ها تبدیل به مناطق فاقد پوشش شد که اهمیت مدیریت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

پوشش گیاهی را در این مناطق دوچندان می‌کند. از طرف دیگر در اطراف شهر بلده و همچنین اطراف روستاهای موجود به دلیل افزایش مناطق مسکونی و تبدیل کاربری‌های کشاورزی و مراتع، تغییرات کاهشی ترسیب کربن زیاد بوده است. در واقع عوامل مختلفی از جمله تغییرات کاربری، تغییرات اقلیمی، چرای غیراصولی دام، معدن‌کاوی‌ها و... در کاهش میزان ترسیب کربن موثر هستند اما در مناطق پایین دست با توجه به اینکه عوامل تخریب بیشتر بوده است لذا میزان کاهش ترسیب کربن، شدت بیشتری داشته است. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات کاربری/پوشش‌ها و پیش‌بینی صورت گرفته بیانگر ادامه روند کاهشی سطح جنگل‌ها و مراتع منطقه است و ضرورت اجرای طرح‌های حفاظتی و احیا را دوچندان می‌سازد. همچنین بررسی وضعیت کاربری اراضی حوزه آبخیز نوررود در سی سال گذشته نشان می‌دهد که در طی این سال‌ها علی‌رغم اقدامات جنگل‌کاری توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، از مساحت جنگل‌های طبیعی منطقه کاسته شده و به دیگر کاربری‌ها ازجمله مرتع مشجر تبدیل شده است.

انجام این تحقیق نه‌تنها موضوع ضرورت توجه بیشتر به مراتع از لحاظ ترسیب کربن و کاهش گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد بلکه همچنین با ارائه میزان ترسیب کربن و نحوه توزیع مکانی آن که به‌صورت نقشه ارائه می‌گردد لزوم برنامه‌ریزی برای حفظ و احیاء مراتع را مشخص می‌کند.

References

1. Abdi, N., H. Maddah & GH. Zahedi Amiri, 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. (In Persian)
2. Alizade, M., M. Mahdavi & KH. Mahdavi, 2011. Estimates of soil carbon sequestration in steppe rangelands (Case study: Saveh Rudshur steppe grasslands). Rangeland, 2: 170-163. (In Persian)
3. 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 Intergovernmental Panelon Climate Change, 131–158.
4. Asadolahi, Z. & A. Mahini., 2017. Assessing the impact of land use change on ecosystem services supply (sequestration). Environmental Researches, 8(15): 203-214. (In Persian)
5. Azarnivand, H., H. Joneidy Jafari, M.A. Zarechahooki, M. Jafari & SH. Nikoo, 2009. Investigation of livestock grazing on carbon sequestration and nitrogen reserve in rangeland with *Artemisia sieberi* in Semnan province. Rangeland, 3: 590-610. (In Persian)
6. Bahramid, B., R. Erfanzadeh & J. Motamedi, 2013. Effect of Slope and Vegetation on Carbon Sequestration in a Semi-Dry Rangeland of Western Iran, Case Study: Khanghah Sorkh, Urmia. Journal of Water and Soil. 27(4): 703-711. (In Persian)
7. Dianati Tilaki, GH.A., A.A. Naghipour Borj, H. Tavakoli, M. Haidarian Aghakhani & M.R.S. Afkham Shoara, 2010. Influence of Exclosure on Carbon Sequestration of soil and Plant Biomas in semi-arid rangelands of North Khorasan Province. Rangeland, 3(4): 668-679. (In Persian)
8. Faraji, A., H. Joneidi Jafari & R. Omidipour, 2019. Investigation of carbon storage in different climate regions and the factors effecting in the Kurdestan province. Journal of plant ecosystems conservation, 6(13): 215-232. (In Persian)
9. Frazoa, L.A., N.C Picolo, B.J. Feigle, C.C. Cerri & C.E. Cerri, 2010. Inorganic nitrogen, microbial biomass and microbial activity of a sandy Brazilian Cerrado soil under different land uses. Agriculture, Ecosystems and Environment, 135: 161-167.
10. Gholami, H., H. Azarnivand & M. Biniaz, 2014. Study and comparison of the carbon sequestration by *Atriplex canescens* and *Hulthemia persica* in Nowdahak range research station, Qazvin province. Journal of Environmental erosion research, 4(2): 40-52. (In Persian)
11. Gupta, S., A. Nainwa, S. Anand & S. Singh, 2017. Valuation of carbon sequestrtion in bidhalna microwateshed, Uttarakhand India using INVEST model. International Journal of Advancement in Earth and Environmental Sciences, 5(1): 10- 15.
12. Hassannejad, M., R. Tamartash & M.R. Tatian, 2014. Comparison of Carbon Sequestration of *Astragalus gossypinus* and *Dactylis glomerata* species in Hezarjarib mountainous rangelands, Behshahr. Journal of Environmental Studies, 40(1): 29-38. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

13. Hernandez-Guzman, R., A. Ruiz-Luna & C. Gonzalez, 2019. Assessing and modeling the impact of land use and changes in land cover related to carbon storage in a western basin in Mexico. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 13: 318-327.
14. Jafari Haghighi, M., 2003. Methods of soil analyze physical and chemical sampling and analysis, published by Nedaye Zoha, 236p. (In Persian)
15. Jafarian, Z., L. Tayefeh seyyed Alikhani & R. Tamartash, 2012. Investigation of carbon storage potential of Artemisia aucheri, Agropyron elongetum, Stipa barbata in semi-arid rangeland of Iran (Case study: Peshret Region, Kiasar). Journal of Range and Watershed Management, 65(2): 191-202. (In Persian)
16. Jafarzadeh, A.A., A. Mahdavi, S.R. Fallah Shamsi & R. Yousefpour, 2020. Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros Forests. Environmental Sciences, 18(1): 137-150. (In Persian)
17. Javadi Tabalvandani, M.R., G.H. Zehtabian, H. Ahmadi, SH. Auobi, M. Jafari & M. Alizadeh, 2010. The role of different land use on the soil carbon sequestration (Case study: Nomeh Rod watershed basin of Noor city). Natural Ecosystems of Iran, 1(2):156-166. (In Persian)
18. Joneidi Jaafari, H., 2009. Investigate the influence of ecological factors and management on carbonsequestration in plain habitat of sagebrush *Artemisia sieberi* (Case study: pastures Semnan). Ph.D. Dissertation, Faculty of Natural Resources, Tehran University. (In Persian).
19. Joneidi Jaafari, H., S. Amani & P. Karami, 2016. Effects of grazing intensities on carbon sequestration and storage in the rangelands of Bijar protected area. Rangelands, 10(1): 67-53 (In Persian)
20. Kohestani, N., SH. Rastgar, GH. Heidari, SH. Shatai & H. Amirnejad, 2020. Monitoring and predicting the trend of changing rangelands using Satelite images and CA-Markov model (Case study: Noor-rood basin, Mazandaran proince), Journal of Rs and GIS for Natural Resources, 11(3): 1-21. (In Persian)
21. Lal, R., 2013. Soil carbon sequestration, for climate, food security and ecosystem services. International conference of Reykjavik. 26- 29 May, Iceland.
22. Mahdavi, S.Kh., M. Souri & A. Choupanian, 2015. Effects of physiographic factors on soil carbon sequestration potential in vegetation types of *Astragalus gossypinus* and *Astragalus parrowianus*. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22(2): 287-297. (In Persian)
23. Mahmoudi Taleghani, E., G. Zahedi Amiri, E. Adeli & KH. Sagheb-Talebi, 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 241-252. (In Persian)
24. Mahmodi, E., M. Mahdavi & M.R. Javadi, 2013. Soil carbon sequestration potential of land use types of the ecosystem (case study: Maydan watershed, Esfarayen, Northern Khorasan). Nathural ecosystem of Iran. 3(3): 100-113. (In Persian)
25. Mesdaghi, M., 2010. Range Management in Iran. University Imam Reza, Mashhad. 333p. (In Persian)
26. Minmin, Z., H. Zhibin, D. Jun, C. Longfei & F. Shu, 2019. Assessing the effects of ecological engineering on carbon storage by linking the CA-Markov and InVEST models. Ecological Indicators, 98: 29-38.
27. Moradi Shahqarieh, M. & P. Tahmasebi., 2015. Investigation of enclosure period on carbon sequestration and soil physical and chemical properties on semi-arid rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari Province. Natural Ecosystems of Iran, 4: 97-109. (In Persian)
28. Moraffa, M., GH.A. Dianati Tilaki & H. Ghelichnia, 2013. Relationship between some of vegetation and soil characteristics in three rangeland habitat grassland, shrubland and grassland- shrubland (Case Study: Rangeland of Baladeh Noor). MSc dissertation, Tarbiat Modares University. (In Persian)
29. Naghipour, A.A., GH.A. Dianati Tilaki, H. Tavakoli & M. Haidarian Aghakhani, 2009. Grazing density impact on soil carbon sequestration and plant biomass in semi arid rangelands (Case study: Sisab rangelands of Bojnord). Iranian journal of Range and Desert Reseach, 16(3): 375- 385. (In Persian)
30. Park, G.S & S. Ohga., 2004. Effects of cutting cycle and spacing on carbon of willow. Journal Fac Agric Kyushu University, 49(1): 13-24.
31. Parvizi, Y., M. Qeytouri, R. Bayat, A. Shadmani & A. Partovi, 2018. Carbon sequestration potential of different range planting practices in different geographical areas of the country. Iranian Journal of Range and Desert Research, 25(2): 310-323. (In Persian)
32. Pechanec, V., J. Purkyt, A. Benc, C. Nwaogu, L. Sterbova & P. Cudlin, 2018. Modelling of the carbon sequestration and its prediction under climate change. Ecological Informatics, 47: 50-54.
33. Rastegar, S., H. Barani, A. Darijani, V. Berdi Sheikh, J. Ghorbani & M. Ghorbani, 2016. Estimating direct economic value of soil conservation function of rangelands vegetation (Case Study: Summer Rangelands of Nour-Rud Watershed Basin). Journal of Watershed Management Research, 7(13): 262-254.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]

34. Saremi, M., Rouhi moghaddam, E. & A. Fakhire., 2015. Pasture management effects on carbon sequestration rates of Astragalus peristerus in Fasham rangelands, Tehran. Journal of Environmental Studies, 41(73): 193 - 199. (In Persian(
35. Sheidai Karkaj, E., E. Jafari & S. Sasanifar, 2016. Application of different computation methods for estimating soil sequestrated carbon (Case Study: Chaharbagh summer rangelands, Golestan province). Rangeland, 9(4): 420-429. (In Persian)
36. Sheidai Karkaj, E. A. Sepehry, H. Barani & J. Motamedi, 2017. Soil organic carbon reserve relationship with some soil properties in East Azerbaijan rangelands. Rangeland, 11(2): 125-137. (In Persian)
37. Singh, G., N. Bala, K.K. Chaudhari & L. Meena, 2003. Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi-arid regions of northwestern India. Indian forester, 129(7): 859-864.
38. Tamartash, R., M. Hasannejad & M.R. Tatian, 2014. The growth of *Thymus serpyllum* on carbon sequestration in rangeland montain of Hezarjarib (Behshahr). *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 2(2): 48-55. (In Persian)
39. Tamartash, R., M. Yousefian, KH. Mahdavi & M. Mahdavi, 2012. Investigation of enclosure effect on *Artemisia* carbon sequestration in the arid zone of Semnan Province. Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, 65(3): 341-352. (In Persian)
40. Yang, S., D. Sheng, J. Adamowski, Y. Gong, J. Zhang & J. Cao, 2018. Effect of land use change on soil carbon storage over the last 40 years in the Shi Yang River Basin, China. Land, 7(1):1-9.
41. Yeghane, H., H. Azarnivand, I. Saleh, H. Arzani & H. Amirnejad, 2015. Estimation of economic value of the gas regulation functions in rangeland ecosystems of Taham watershed basin. Rangeland, 9(2): 106-119. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.14.1]