کاربرد روش‌های محاسباتی مختلف در برآورد میزان کربن ترسیبی خاک (مطالعه موردی: مراتع ییلاقی چهارباغ، استان گلستان)

اسماعیل شیدای کرکج*[۱]، عیسی جعفری فوتمی[۲] و سمیرا ساسانی‌فر[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

چکیده

این مطالعه با دو هدف مطالعه نقش مدیریت‌های مختلف مرتع بر ترسیب کربن و بررسی تفاوت بین نتایج استفاده از رویکردهای مختلف محاسبه‌ای در گزارش میزان کربن خاک انجام شده است. رویکردهای مختلف محاسبه و ارائه کربن شامل استفاده از روش برآورد پارامتر غلظت کربن (گرم کربن در کیلوگرم خاک)، کربن توده‌ای بر اساس عمق ثابت (تن کربن در هکتار) و پارامتر کربن توده‌ای بر اساس عمق معادل (تن کربن در هکتار) است. با این حال برخی دلایل علمی نشان می‌دهد؛ در رویکرد تعیین پارامتر کربن توده‌ای عمق معادل، نوسان عمق محاسبه‌ای ناشی از اثر نقش جرم مخصوص ظاهری خاک بوده که با اعمال نقش آن می‌توان به برآورد واقعی از کربن خاک در عمق معادل دست یافت. بنابراین به‌منظور محَک این امر، میزان کربن طبق رویکردهای فوق با نمونه‌برداری از خاک سطحی در پنج نوع مدیریت و بهره‌برداری از مراتع منطقه چهارباغ استان گلستان (شامل آغل، حریم روستا، منطقه قرق، منطقه کلید (با چرای متوسط) و منطقه حریم آبشخور، محاسبه و هر پارامتر مورد آزمون آماری قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای هر یک از پارامترهای مربوط به رویکردها نشان داد که بر اساس رویکرد اول (پارامتر غلظت کربن) مناطق آغل و قرق و کلید با میزان ۳۷/۸۰، ۲۷/۳۰ و ۲۲/۹۲ گرم کربن در کیلوگرم خاک به‌ترتیب دارای بیشترین کربن می‌باشند حال آنکه نتایج متناقضی بر اساس رویکرد کربن توده‌ای عمق ثابت به‌دست آمد. برای رفع این تناقض رایج در مطالعات متعدد، پارامتر کربن عمق معادل برای سایت‌های مورد مطالعه محاسبه گردید و نتیجه آن نشان داد سایت آغل با میزان کربن ۱۰۸/۶۴ تن کربن در هکتار برای عمق معادل بالاترین میزان کربن را داراست. به‌طورکلی در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد؛ روش‌های مرسومی که برای محاسبه ذخیره ماده آلی استفاده می‌شوند به‌دلیل توده‌های نابرابر خاک به‌طور دقیق بیان‌کننده تفاوت‌ها در توده خاک نیستند و برای ارزیابی قابل اعتماد مدیریت ذخیره ماده آلی خاک و سایر مواد غذایی؛ باید توده‌های خاک مورد مقایسه، معادل باشند. از این‌رو پیشنهاد می‌شود میزان صحتِ یافتهٔ مطالعه حاضر، در مکان‌های دیگر نیز به‌منظور دستیابی به نتیجه کاربردی مورد آزمون واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن خاک، غلظت کربن، کربن توده‌ای، کربن عمق معادل، مدیریت مرتع.

۱- دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*: نویسنده مسئول: esmaeil_sheidayi@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه ارومیه

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

مقدمه

کشور ایران با داشتن ۸۶/۱ میلیون هکتار مرتع پتانسیل بالایی در ترسیب کربن دارد و با پذیرش معاهده بین‌المللی تغییر اقلیم سازمان ملل متحد[1] موظف است که اقدامات جدی مدیریتی در جهت افزایش پتانسیل ترسیب کربن خاک این عرصه‌ها انجام دهد (۱۵،۱۲ و ۲۱). اما مسئله‌ای که وجود دارد آن است که اطلاعات نامدون در مورد مقدار و توزیع ذخایر کربن در این مراتع، مخصوصاً پتانسیل افزایش ترسیب کربن بر اثر اقدامات مدیریتی موجود است و به احتمال زیاد در آینده نه چندان دور کشورهای مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی و تولیدکننده دی‌اکسیدکربن، موظف به ارائه آمار و ارقام از کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و یا اقدامات انجام شده در جهت ترسیب کربن به مجامع داخلی و بین‌المللی خواهند شد. به‌طوریکه رسیدن به این امر و اطمینان از نتایج گزارش حاصله با انجام مطالعات و مشخص‌شدن پتانسیل اقدامات مدیریتی مراتع و بررسی رویکردها و روش‌های مختلف اندازه‌گیری و ارائه میزان ذخیره کربن خاک و شناخت همه جانبه و کاستی‌های روش‌های جاری میسر خواهد بود (۳۴).

با واردشدن در جزئیات این موضوع و مرور مطالعات متعدد انجام شده، مشخص می‌شود؛ بهره‌برداری و شدت چرایی که از قسمت‌های مختلف مرتع می‌تواند صورت بگیرد روی قابلیت ترسیب کربن در سایت‌های مختلف مرتعی تاثیر دارد. در ایران تشخیص تأثیر چرای دام بر ذخیره کربن خاک بسیار مهم است، زیرا تقریباً ۵۳ درصد سطح کشور را مراتع پوشانده (۸۶/۱ میلیون هکتار) و چرا در مراتع یکی از مهم‌ترین کاربری اراضی طبیعی محسوب می‌شود (۱۲، ۳و ۲۸). علاوه بر این مقایسه بین میزان ترسیب کربن اراضی با چرای متوسط و بدون چرا و چرای زیاد نتایج متناقض دارد. گزارش مطالعات در نقاط مختلف جهان نشان می‌دهد که چرا می‌تواند هر دو اثر مثبت و منفی را روی ترسیب کربن داشته باشد و این به مشخصات اکولوژیکی، مدیریتی و آب وهوای منطقه وابسته است (۳۷ و ۴۳). از این‌رو آگاهی از روش‌های مدیریتی مرتع جهت بهبود ترسیب کربن خاک مرتع برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی صحیح مرتع ضروری است. در این میان محمدی و همکاران (۲۰۰۱) مراتع سبزکوه واقع در چهارمحال‌بختیاری را از نظر میزان ماده آلی در دو منطقه چرا شده و قرق مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان ماده آلی در دو منطقه قرق و چرا شده تقریباً برابر می‌باشد (۲۴). میلچوناس و لائیروت (۱۹۹۳) در یک مروری از ۳۴ مطالعه شامل مکان‌های چرا شده و چرانشده در برخی نقاط جهان متوجه شدند ۴۰ درصد آنها کاهش و ۶۰ درصد آنها افزایش کربن خاک را در نتیجه چرا گزارش داده‌اند (۲۳). در مطالعه‌ای دیگر اسکومن و همکاران (۱۹۹۹)، اشاره کردند که رفت و آمد حیوانات در طول چرا ممکن است شکستن مواد آلی را افزایش دهد و تبدیل آنها به هوموس خاک را تسهیل نماید که این فرآیند بخشی از عمل تجزیه لاشبرگ است (۳۳). آنها در مقایسه مناطق چرا شده به مدت ۱۲ سال بعد از بیشتر از ۴۰ سال محدودیت چرا، متوجه شدند که میزان کل کربن و نیتروژن کمتری در خاک‌های محوطه چرا نشده وجود دارد. منزس و همکاران (۲۰۰۱)، گزارش دادند، در مدت چهار سال هیچ تفاوت معنی‌داری بین فاکتورهای اسیدیته، کربن و نیتروژن کل خاک بین دو منطقه قرق و تحت چرا وجود ندارد (۲۲). ژای و ویتینگ (۲۰۰۴) و پای و همکاران (۲۰۰۸) با افزایش شدت چرا کاهش در ماده آلی را گزارش داده‌اند (۴۴ و ۲۹). بنکلی (۲۰۰۳) عدم تغییر و استفن و همکاران (۲۰۰۸) افزایش ماده آلی خاک عنوان کرده‌اند (۴ و ۳۹). رابطه بین کاهش ذخیره کربن آلی خاک با فرسودگی پوشش گیاهی (۷)، با افزایش مسیرهای فرسایش خاک افزایش می یابد (۸). مراتع نقش مهمی در چرخه کربن دارند. اگرچه توانایی آنها در جذب کربن از اتمسفر می‌تواند در جبران کردن تاثیر بشر در تغییر اقلیم کمک کند منافع اکولوژیک دیگری نیز با ترسیب کربن در مرتع به‌دست می‌آید (۹). مدیریت مراتع می‌تواند منجربه به افزایش ذخیره کربن در خاک شود که سبب بهبود کیفیت خاک می‌شود. سطح بالای ماده آلی خاک و سیستم ریشه سالم برای نفوذ بهتر آب به خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود (۳۰و ۵). تمام این منافع اکولوژیکی سبب افزایش

1-UNFCC

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

سلامت سرزمین می‌شود که ممکن است به بهبود بهره‌وری اقتصادی از عملیات دامداری منجر شود (۲۶ و ۲۰).

مرور مطالعات اخیر نشان می‌دهد که به‌طورکلی تاثیر روش‌های مدیریتی مرتع بر ماده‌آلی خاک به طور نسبتاً زیاد مستند شده است، اما نقش روش‌های موجود استفاده شده، در محاسبه مقدار ذخیره ماده آلی خاک به همان اندازه مهم هستند ولی به اندازه کافی بررسی نشده‌اند (۱۱). روش‌های متعدد و متنوعی جهت محاسبه ذخیره کربن آلی خاک استفاده می‌شوند و مشکلاتی جهت انتخاب روش مناسب محاسبه کربن آلی خاک وجود دارد. بنابراین، برای جلوگیری از تناقض در ارائه گزارش نیاز به اطلاعات بیشتری از روش‌های متداول تخمین کربن آلی خاک که در اراضی چرایی استفاده می‌شوند، وجود دارد. لذا در مقاله حاضر کوشیده شده است در کنار مقایسه تغییرات ترسیب کربن بر اثر مدیریت‌های مختلف مرتع با استفاده از داده‌های واقعی، به اهمیت دقت در انتخاب روش‌های مختلف یا واحدهای مختلف گزارش میزان کربن اشاره شود. ذکر این نکته ضروری است که؛ روش‌های متنوعی برای محاسبه ماده آلی، کربن و نیتروژن و یا سایر عناصر خاک استفاده می‌شود. قبل از دهه ۱۹۷۰ در بیشتر مقالات مقدار ماده آلی یا کربن به سادگی و فقط به عنوان غلظت کربن (گرم کربن در میلی گرم خاک) ذکر می‌شدند (۲، ۲۷ و ۶). اگرچه ذخیره‌سازی ماده آلی خاک، غلظت آن را نیز افزایش می‌دهد، در بیشتر مطالعاتی که امروزه انجام می‌شود، محاسبات بر اساس ذخیره ماده‌آلی و مواد غذایی خاک در واحد سطح، حجم، غلظت و همچنین وزن مخصوص ظاهری و ضخامت خاک می‌باشد. با توجه به وابستگی ذخیره‌سازی مواد آلی به ضخامت و چگالی ظاهری خاک، بیشتر محاسبات ذخیره ماده آلی و مواد غذایی خاک بر اساس غلظت، وزن مخصوص ظاهری خاک و ضخامت خاک است (۲۵). این روش محاسبه، اگرچه به‌طور گسترده استفاده می‌شود، اما برای محاسبه ذخیره ماده آلی خاک ناکافی است.

در یک جمع‌بندی کلی همانطور که اشاره شد؛ کربن آلی خاک از مهم‌ترین عواملی است که نشان‌دهنده تاثیر مدیریت در سایت‌های مختلف مرتعی و شدت‌های مختلف چرا می‌باشد به همین دلیل از این پارامتر خاک به‌طور گسترده در علوم مرتع استفاده می‌شود. هدف از این تحقیق استفاده از روش‌های گوناگون محاسبه کربن‌آلی خاک، شناسایی شکاف بین روش‌های مختلف محاسبه کربن آلی و ایجاد زمینه‌ای برای اندازه‌گیری‌های آینده ماده‌آلی خاک در اراضی است. به‌طوریکه در تحقیق حاضر؛ این نکته که چگونه جرم مخصوص ظاهری خاک مورد بررسی، ممکن است؛ تفسیر داده‌های مقایسه شده آماری را تحت تاثیر قرار دهد؛ با ارائه نتایجی از مراتع چهارباغ استان گلستان در سایت‌هایی با مدیریت و بهره‌برداری مختلف ارائه و بحث می‌شود.

مواد و روش‌ها

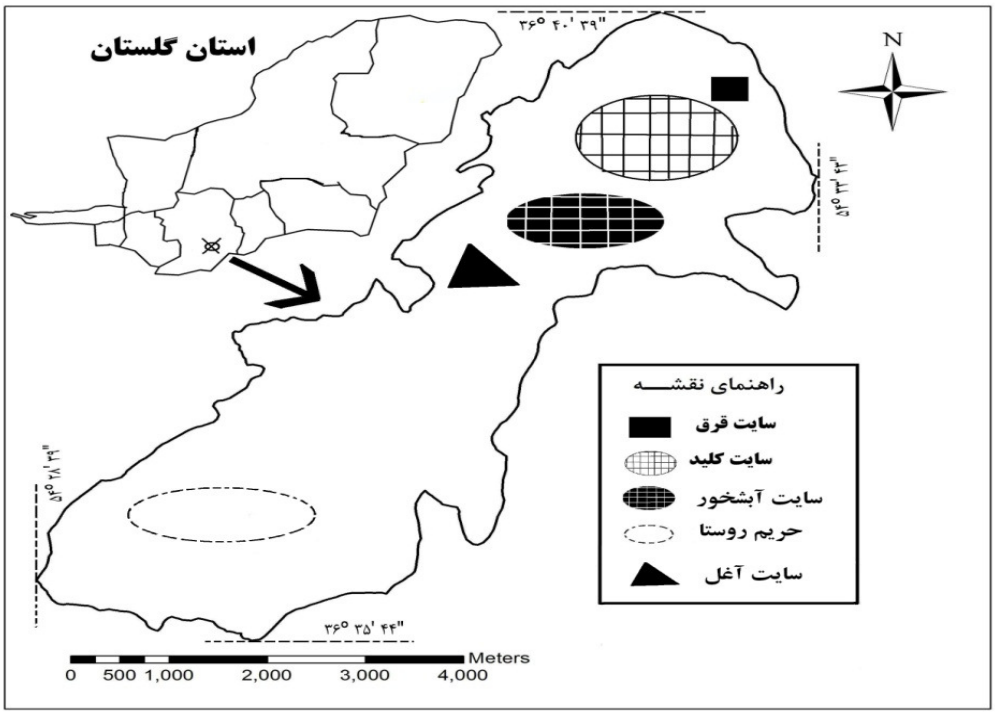
منطقه مورد مطالعه

منطقه چهارباغ در رشته‌کوه البرز بخشی از مراتع ییلاقی واقع درحوزه آبخیز نکارود بوده که در عرض جغرافیایی"۴۴ '۳۵ °۳۶ تا"۳۹ '۴۰ °۳۶ و بین طول جغرافیایی"۳۹ '۲۸ °۵۴ تا "۴۳ '۳۳ °۵۴ در منطقه‌ای کوهستانی واقع شده است. تغییرات ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۱۲۰ تا ۲۳۶۰ متر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در ناحیه رویشی ایران و تورانی کوهستانی قرار دارد. موقعیت عمومی منطقه و محل قرارگیری سایت‌های پنج‌گانه در شکل ۱ نشان داده شده است. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، اقلیم ارتفاعات سرد و متوسط بارندگی سالانه ۳۰۵ میلی‌متر است که بیشتر نزولات در فصل زمستان و به‌شکل برف می‌باشد. نوع دام موجود در این مراتع انواع نژاد گوسفند شامل نژاد زل، دالاق، افشاری و آمیخته و همچنین بز نژاد بومی و پاکستانی می‌باشد که سالانه از اوایل تابستان تا اواسط پاییز در مرتع حضور دارند. جدول ۱ لیست گونه‌های گیاهی همراه در هر یک از سایت‌ها آورده شده است. تیپ غالب پوشش گیاهی مراتع مورد مطالعه را *Agropyron trichophorum*، *Festuca ovina*، *Acanthophyllum microcephalum*، تشکیل می‌دهد و در منطقه چرای شدید گیاهان مهاجم شامل *Cousinia commutate*، *Euphorbia falcata* ، *Gallium verum* حضور دارند (۳۶). در این منطقه پنج سایت مطالعاتی قرق، منطقه

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

کلید، منطقه اطراف آبشخور دام، حریم روستا و منطقه اطراف آغل دام‌ها جهت نمونه‌برداری خاک انتخاب گردید. سایت قرق به مساحت ۱۲ هکتار است که بیش از ده سال قدمت دارد. نقشه‌های موضوعی موجود از منطقه و کم بودن مساحت منطقه (۲۴۰۰ هکتار) بیانگر تغییرات به نسبت جزئی عوامل محیطی (توپوگرافی، خاک، آب و هوا) در بین پنج سایت انتخابی بوده است لذا این سایت‌ها به طور عمده در عامل میزان چرا و لگدکوبی با هم تفاوت داشتند. در جدول ۲ برخی ویژگی‌های اکولوژیکی سایت‌های مورد مطالعه آورده شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مرتع چهارباغ و پنج سایت نمونه‌برداری

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی موجود درسایت‌های مختلف منطقه

نام علمی گونه	سایت	فرم رویشی	فرم زیستی
Stipa barbata	V, P	G	Ch
Artimisia aucheri	V	Sh	Ch
Cousinia commutate	K,C,W,V,P	F	He
Peganum harmala	V	F	Ch
Stachys inflata	V	Sh	Ch
Acanthophyllum	K,W,V,P	Sh	Ch
Noea macronata	V P	Sh	Ch
Cerasus sp	V P	Sh	Ph
Bromus tomentolus	K,C,W,V,P	G	He
Astragalus gossinpinus	K,C,W,V,P	Sh	Ch
Bromus tectorum	V	G	Tr
Taraxcum officinale	K,C,W,P	F	He
Poa bulbosa	K,C,W,P	G	He
Salvia macrosiphon	P	Sh	Ch
Malva parviflora	W,P	Sh	Ch
Chenopodium botrys	P	F	Tr
Ephorbia falcata	K,C,W,P	F	He
Achillea albicaulis.	C,P	F	He
Astraglu seffesus	K,W	Sh	Ch
Centaura montana	K,C	Sh	Ch
Galioum verum	C	F	Ch
Onorichysis cornota	K,C	Sh	Ch
Thymus koteschianus	K	Sh	Ch

G: گراس، F: فورب، Sh: بوته؛ Ch: کاموفیت، He: همی کریپتوفیت، Ph: فانروفیت، Tr: تروفیت؛ K: کلید، C: قرق، W: آبشخور، V: حریم روستا، P: حریم آغل

جدول ۲- برخی ویژگی‌های اکولوژیکی سایت‌های مورد مطالعه

ویژگی	حریم روستا	اطراف آغل	اطراف آبشخوار	سایت کلید	قرق
اسیدیته خاک	۷/۷	۷/۶۹	۷/۸	۷/۷۹	۷/۵
هدایت الکتریکی خاک (میکروموس بر سانتی‌متر)	۶۲۷/۸	۱۳۳۰/۵۵	۵۹۹/۳۷	۵۸۹/۸۲	۶۶۷/۶۷
شن (درصد)	۲۸/۶	۲۳	۳۵	۲۶/۲	۲۰/۶
رس (درصد)	۲۹/۵	۳۸/۵	۲۵/۵	۳۰/۳	۳۵/۱
سیلت (درصد)	۴۱/۹	۳۸/۵	۳۹/۵	۴۳/۵	۴۴/۳
بافت خاک	clay loam	clay loam	loam	clay loam	clay loam
شیب (درصد)	۱۰-۰	۱۰-۷	۹-۷	۱۲-۸	۹/۶
ارتفاع (متر)	۲۳۴۰-۲۳۰۰	۲۳۵۰-۲۳۶۰	۲۳۴۰-۲۳۲۰	۲۳۶۰-۲۳۲۰	۲۳۵۰-۲۳۴۰
جهت	جنوبی-جنوب غربی	جنوبی	جنوبی	جنوب	جنوب غرب

رویکردهای ارائه میزان کربن آلی خاک

در روش اکسیداسیون تر[1] میزان کربن آلی بر حسب درصد کربن آلی (OC٪) به‌دست می‌آید. برای برآورد میزان کربن بر اساس رویکرد غلظت کربن در خاک (گرم کربن در کیلوگرم خاک)، از رابطه ۱ استفاده می‌شود (۱۹).

رابطه ۱:

$$OC\ (grC/Kg\ Soil) = OC\%*10$$

که در آن OC (grC/Kg Soil): میزان غلظت کربن آلی در خاک برحسب گرم کربن در کیلوگرم خاک؛ OC%: کربن آلی خاک بر حسب درصد می‌باشد.

با داشتن مقدار وزن کربن آلی در واحد وزن خاک grC/Kg Soil و وزن مخصوص ظاهری و عمق مربوطه، از

[1] - wet oxidation

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

طریق رابطه ۲ مقدار کربن آلی توده‌ای در واحد سطح و عمق ثابت بدست می‌آید (۱۹).

رابطه ۲:

$$SC = e * \rho * OC\ (grC/Kg\ Soil)*10$$

که در آن SC: مقدار کربن بر حسب تن در هکتار در عمق خاص؛ OC: میزان توده کربن آلی در خاک بر حسب گرم کربن در کیلوگرم خاک؛ ρ: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و e: عمق خاک به متر است. برای برآورد کربن عمق معادل ابتدا، عمق معادل برای سایت‌هایی که دارای وزن مخصوص ظاهری کمتر هستند بایستی از رابطه ۳ محاسبه گردد و در نهایت این میزان عمق معادل در رابطه ۲ جای‌گذاری می‌گردد تا کربن توده‌ای مربوط به عمق معادل تعیین گردد. شایان ذکر است رابطه ۳ بر اساس فرمول منطقی تساوی وزن خاک در دو سایت در واحد سطح ولی عمق‌های نامساوی ساده‌سازی شده است.

رابطه 3:

$$e_1 = (e_2 * \rho_2)/\rho_1$$

که در آن e_1: عمق خاک با وزن مخصوص ظاهری بیشتر بر حسب متر؛ e_2: عمق خاک با وزن مخصوص ظاهری کمتر بر حسب متر؛ ρ_1: وزن مخصوص ظاهری خاک سایت کم چگال‌تر بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و ρ_2: وزن مخصوص ظاهری خاک سایت پر چگال‌تر بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

نمونه‌برداری و روش‌های آزمایشگاهی بر اساس توجه به رویکردهای مختلف

نمونه‌های خاکی به‌منظور محاسبه کربن با استفاده از رویکردهای متفاوت محاسبه غلظت کربن و کربن توده‌ای در عمق ثابت و عمق معادل در هر سایت با استقرار ترانسکت‌های ۵۰ متری به روش تصادفی- سیستماتیک در اواخر فصل چرای منطقه (پاییز) و از عمق سطحی برداشت گردید. تعداد تکرار برای هر سایت پنج نمونه مرکب می‌باشد. وزن مخصوص ظاهری خاک توسط سیلندرهای با حجم مشخص تعیین شد (۱۶). پس اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری در آزمایشگاه با مراجعه دوباره در حداقل زمان ممکن از همان نقاط دوباره نمونه‌گیری خاک برای محاسبه کربن عمق معادل صورت پذیرفت. خاطر نشان می‌شود پس از آنکه عمق‌های معادل بر اساس وزن مخصوص ظاهری در سایت‌های مختلف محاسبه شد برای محاسبه کربن عمق معادل نمونه خاک از این عمق‌ها برداشت شد. نمونه‌های خاک پس از حمل به آزمایشگاه و خشک شدن کامل در هوای آزاد با الک نیم میلی‌متر الک شدند. سپس خاک الک‌شده جهت تعیین کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک بر پایه اکسیداسیون تر توسط دی‌کرومات پتاسیم و تیتراسیون آن با سولفات آهن استفاده شد (۱۶و ۲۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

قبل از انجام تجزیه و تحلیل، نرمال بودن داده‌ها، توسط آزمون آندرسون دارلینگ مورد بررسی قرار گرفت. برای مشخص شدن اثر چرا و بهره‌برداری از مرتع بر میزان کربن در سایت‌های مورد مطالعه از آنالیز واریانس یک طرفه، و برای مقایسه میانگین پارامترها در سایت‌های پنج‌گانه از آزمون دانکن استفاده شد ($p<0.01$). تجزیه تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار $SPSS_{16}$ انجام شد.

نتایج

بر اساس استفاده از رویکردهای سه‌گانه ذکر شده، میزان کربن آلی خاک برای سایت‌های مورد مطالعه محاسبه گردید و هر یک از پارامترهای سه‌گانه بدست آمده به صورت جداگانه مورد آزمون تجزیه واریانس یک طرفه واقع شد و آزمون دانکن برای مقایسه پارامتر مشخص در پنج سایت صورت پذیرفت. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در پارامترهای مورد بررسی بین تیمارهای مختلف در منطقه چهارباغ تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بیشترین مقدار کربن در هر سه روش مورد استفاده مربوط به تیمار آغل می‌باشد ولی از نظر پارمتر غلظت کربن (OC)، کمترین مقدار مربوط به تیمار حریم روستا، از نظر کربن توده‌ای عمق ثابت کمترین میزان کربن مربوط به تیمار آبشخور و این در حالیست که از نظر کربن محاسبه شده بر اساس عمق معادل، کمترین میزان کربن که با در نظر گرفتن عمق اضافی بدست آمده بر اساس رابطه ۳ تعیین شد، حریم روستا می‌باشد. از نظر وزن مخصوص ظاهری بیشترین

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

مقدار وزن مخصوص مربوط به تیمار حریم روستا با ۱/۸۸ گرم بر سانتی متر مکعب و کمترین مقدار مربوط به تیمار قرق (۱/۰۷ سانتی متر مکعب) است.

جدول ۳- نتایج آزمون دانکن مقایسه کربن آلی خاک در خاک سطحی سایت‌های مختلف

پارامتر	قرق	کلید	آبشخور	آغل	حریم روستا	F
غلظت کربن(oc) (gr C/kg soil)	۲۷/۳۰^{b}±۹/۰۳۵	۲۲/۹۲^{bc}±۱/۹۵۳	۱۴/۹۲^{c}±۰/۰۴۱^{c}	۳۷/۸۰±۱/۳۷۵^{a}	۱۶/۱۴ ^{c}±۳/۷۷	۱۲/۶۰۸**
کربن توده ای عمق ثابت (ton C/ ha)	۵۸/۹۶^{b}±۶/۳۴۸	۶۰/۹۶^{b}±۲/۰۴۶	۴۶/۸۶^{b}±۱/۵۴۶^{b}	۱۰۷/۳۵^{a}±۱/۵۴۶	۵۳/۲۴ ^{b}±۰/۳۶۰	۹/۳۴۷**
کربن بر اساس عمق معادل (ton C/ ha)	۸۷/۳۱^{b}±۲/۴۶۷	۸۹/۹۲^{b}±۱/۹۵۳	۶۸/۳۰^{c}±۱/۵۶۴	۱۰۸/۶۴^{a}±۰/۴۷۲	۵۳/۲۴ ^{c}±۱/۲۵۳	۱۲/۹۴۵**
میزان عمق خاک اضافه شده (cm)	۹/۶۷	۹/۴۱	۹/۱۵	۹/۳۰	۰	-
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۰۷ ^{c}±۳/۳۲۷	۱/۳۳ ^{bc}±۰/۷۹۳	۱/۵۷ ^{b}±۰/۷۶۴	۱/۴۲ ^{bc}±۲/۶۳	۱/۸۸^{a}±۰/۷۶۴	۱۵/۵۷۴**

a,b,c حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار و حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین سایت‌ها است. ** بیانگر تفاوت در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد است.

بحث و نتیجه‌گیری

کمّی‌کردن ذخیره کربن آلی خاک در عمق نمونه‌برداری ثابت نمی‌تواند برای توده‌های مختلف خاک، صورت پذیرفته و تغییرات کربن آلی خاک را با دقت ارزیابی کند. در نهایت نیز نتیجه واقعی از میزان کربن در مدیریت‌های مختلف را ارائه نمی‌دهد (۱۱، ۲۰ و ۲۳). از همین‌رو در رویکرد برآورد کربن عمق معادل، به‌منظور جلوگیری از اثرگذاری مقدار وزن‌های مخصوص ظاهری متفاوت بر میزان کربن محاسبه شده، نقش وزن مخصوص از محاسبه کربن خاک حذف می‌گردد و میزان کربن ترسیب شده خالص در توده برابر خاک در هر تیمار تعیین می‌شود (۱۱). بنابراین به‌همین دلیل، از نتایج حاصل از محاسبه کربن عمق معادل جهت تفسیر تاثیر مدیریت‌های مختلف بر کربن آلی خاک استفاده شد و نتایج آن نشان داد سایت آغل بیشترین و سایت حریم روستا کمترین کربن ذخیره شده را داراست. بنابراین چرای در حد شدت متوسط مرتع در مقایسه با قرق می‌تواند ترسیب کربن را بیشتر افزایش دهد و در صوریتکه مرتع شدت چرای زیادی داشته باشد از توان ترسیب کربن آن کاسته می‌شود. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد؛ میزان کربن‌آلی خاک در تیمار آغل بسیار بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد که آن هم به علت داشتن شرایط استثنایی و انباشته شدن حجم زیاد فضولات دامی است (۳۵). کمترین میزان ماده‌آلی مربوط به منطقه اطراف آبشخور می‌شود که از مهم‌ترین دلایل آن رفت و آمد زیاد دام است که سبب فشرده شدن خاک و از بین رفتن ماده آلی بر اثر فرسایش شده است. در منطقه کلید و قرق بیشتر از مناطق بحرانی است، در منطقه قرق شده مقدار پوشش گیاهی و همچنین حجم زیاد ریشه در خاک سبب افزایش ماده آلی در این سایت نسبت به تیمار آبشخور و حریم روستا گردیده است. این موارد با نتایج (۱، ۱۱، ۳۹، ۱۸ و ۴۲) مطابقت دارد. در تایید این امر خاک‌هایی که در منطقه قرق شده دارای پوشش متراکم هستند، نسبت به خاک‌های منطقه چرا شده که پوشش بسیار کمی دارند، دارای ماده آلی بیشتر و به تبع آن آب قابل استفاده بیشتر و ریشه‌های گیاهی متراکم‌تر و تهویه مناسب‌تری هستند (۳۱). علاوه بر این، کاهش بسیار زیاد ماده آلی در مکان‌هایی که پوشش آنها از بین رفته است، به‌دلیل عدم بازگشت بقایای گیاهی به خاک و افزایش دمای خاک در طول فصل گرم می‌باشد (۵). پوشش گیاهی از لحاظ نوع و تراکم، از طریق ریشه فراوان بر مقدار نیتروژن خاک موثر بوده و سبب افزایش موادآلی و ازت می‌شود (۳۲)، چرای سنگین با کاهش بیش از اندازه پوشش گیاهی باعث کاهش ورود بقایای گیاهی به خاک می‌شود که این کاهش، دینامیک ماده‌آلی خاک را که یکی از مهم‌ترین منابع تأمین کننده ازت، فسفر و گوگرد در خاک مراتع طبیعی به شمار می‌آید را تحت تأثیر قرار می‌دهد و هر

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

گونه کاهش در ورود مواد آلی به خاک موجب اختلال در فعالیت میکروارگانسیم‌های تجزیه‌کننده و کاهش حاصلخیزی خاک مرتع می‌شود (۱۷). در نهایت اینگونه می‌توان بیان کرد؛ ماده‌آلی سبب دانه‌بندی خاک شده و با افزایش تخلخل و تهویه، ظرفیت نفوذ و فرونشست را زیاد می‌کند (۳۲)، و علت افزایش مواد آلی در سایت قرق شده می‌تواند در نتیجه توسعه پوشش گیاهی در اثر نفوذ آب و تجمع لاشبرگ و بقایای پوشش گیاهی و تجزیه آن باشد. به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر در راستای نتایج تحقیقات ورامش (۲۰۰۹)، سینگ و همکاران (۲۰۰۳)، شیدای کرکج (۲۰۱۱) و شیدای کرکج و همکاران، (۲۰۱۳) بیانگر رابطه ترسیب کربن آلی خاک با درصد پوشش‌گیاهی، نوع گونه‌های گیاهی، مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی، نوع کاربری اراضی مکان و شیوه می‌باشد (۳۴، ۳۵، ۳۸ و ۴۰). بنابراین با شناخت عرصه‌هایی که دارای قابلیت بیشتری جهت ترسیب کربن بوده و همچنین بررسی عوامل مدیریتی که برفرآیند ترسیب کربن تأثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیاء اراضی از منظر شاخص ترسیب کربن را دنبال نمود.

نتایج این مطالعه حاکی از افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک بر اثر چرا و لگدکوبی دام می‌باشد و به‌عبارتی وجود دام در عرصه سبب فشردگی خاک عمق اول شده و حذف دام از عرصه (قرق) سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. قرق مرتع سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری گشته که با یافته‌های (۴۵) مطابقت دارد. برابر بودن وزن مخصوص ظاهری آغل و سایت کلید ناشی از نفوذ ماده‌آلی مواد پلی ساکاریدی و ژل‌مانند به خاک سایت آغل می‌باشد که تا حدودی توانسته است فرایند افزایش وزن مخصوص ظاهری را کند نماید به‌عبارتی انباشته شدن مواد پلی‌ساکاریدی در فضای بین خاکدانه‌ای سبب جلوگیری از فشرده شدن خاکدانه‌ها می‌شود (۳۵). افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌تواند سبب فرسایش و کاهش مواد در خاک، کاهش میزان رطوبت محتوی خاک و اثرگذاری منفی در فرایند تجزیه مواد آلی خاک شود (۴۴). به عبارتی وجود دام در عرصه سبب فشردگی خاک شده است و حذف دام از عرصه (قرق) سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. قرق مرتع سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری گشته که با یافته‌های (۴۵) مطابقت دارد. همچنین پایین بودن وزن مخصوص ظاهری مواد آلی خاک نسبت به ذرات خاک نیز دلیل دیگری است که می‌توان به کاهش نسبی وزن مخصوص ظاهری خاک سایت قرق نسبت داد (۴۱).

همانطور که در ادامه بحث خواهد شد، روش‌های معمول که بدون توجه به بحث عمق معادل مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای محاسبه تاثیر واقعی جرم خاک بر تخمین ماده‌آلی و ذخیره مواد غذایی خاک با شکست مواجه است. طبق نتایج بدست آمده با اضافه شدن وزن مخصوص به فرمول محاسبه کربن‌آلی تغییراتی در میزان کربن‌آلی خاک اتفاق افتاده است. برای مثال تیمارهای قرق، کلید، آبشخور و حریم روستا از کربن آلی خاک با واحد (gr C/kg soil) با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارد و این درحالی است که از نظر کربن آلی خاک در همان سایت‌ها ولی با واحدی متفاوت (ton C/ ha) تفاوت معنی‌داری ندارد (با توجه به کربن آلی بر اساس رویکرد رویکرد اول (gr C/kg soil) بین تیمار قرق با ۲۷/۳۰ و تیمار آبشخور با ۱۴/۹۲ تفاوت معنی‌داری وجود دارد ولی با توجه به کربن آلی بر اساس رویکرد عمق ثابت (ton C/ ha) بین تیمار قرق با ۵۸/۹۶ و تیمار آبشخور با ۴۶/۸۶ تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود)، نتایج بدست آمده از روش‌های محاسباتی متفاوت، نشان‌دهنده اهمیت روش‌های استفاده شده در محاسبه کربن آلی خاک می‌باشد و در نتیجه، تاثیر مدیریت بر ذخیره کربن آلی خاک به اشتباه تعبیر خواهد شد.

ارزیابی اثر مدیریت بر تغییرات میزان کربن و دیگر عناصر ذخیره شده در خاک، تحت تاثیر روش‌های محاسباتی وضعیت عناصر در خاک، قرار می‌گیرند. به علت اینکه میزان اندازه‌گیری شده به اندازه کافی منعکس کننده توده عنصر در هر واحد سطح یا حجم نیست، مقایسه غلظت عناصر غیر واقعی خواهد بود. نتایج مرسوم از خصوصیات خاک در عمق نمونه‌برداری (محاسبه وزن مخصوص ظاهری، ضخامت و کربن آلی) معمولاً از مقایسه میان توده‌های نابرابر خاک ناشی می‌شوند. به‌دلیل آنکه نمونه‌برداری در عرصه، از توزیع غیرقابل‌اعتماد عناصر

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

خاک است، این مقایسه‌ها معمولاً مورد قبول نیستند. ماده‌آلی خاک ذخیره شده در هر واحد سطح یا حجم مشخص، به توده خاک وابسته هستند. جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق نمونه‌برداری توسط تغییرات اتفاقی در ضخامت خاک و وزن مخصوص ظاهری تغییر می‌کند، در حالی که جرم معادل خاک برای اصلاح تفاوت‌های غیرقابل‌توجیه در توده خاک استفاده شده است. تاثیر مدیریت بر ماده‌آلی و موادغذایی خاک با حذف تفاوت‌های مربوط به توده‌های نابرابر خاک مشخص می‌شوند. ایده‌ای که طبق آن باید توده‌های موادغذایی در جرم خاک برای نشان دادن تفاوت‌ها نرمال شوند، ایده جدیدی نیست (الرت و بتانی، ۱۹۹۵) اما مقالات چاپ شده اخیر گواهی است بر اینکه کمبود جدی عدم آگاهی از تاثیر توده خاک در برآورد ذخیره مواد غذایی خاک وجود دارد (۱۱). تاثیر مدیریت بر ذخیره ماده آلی در منطقه چهارباغ استان گلستان بدلیل تفاوت‌های که در وزن مخصوص ظاهری، ضخامت خاک و متعاقب آن توده خاک بود، مبهم است و تاثیر مدیریت با محاسبه ماده آلی ذخیره شده در جرم معادل خاک مشخص شد. برای مثال طبق محاسبات، ماده آلی خاک منطقه کلید که بر اساس عمق معادل محاسبه شد نسبت به ماده آلی محاسبه شده بر اساس عمق نمونه‌برداری بیشتر بوده. درنتیجه، تخمین ذخیره ماده آلی در خاک حریم روستا پس از محاسبه توده کربن بر اساس عمق معادل به دلیل اضافه نشدن عمق معادل کمتر از سایر تیمارها می‌باشد.

به‌طورکلی در این مطالعه رابطه بین غلظت کربن آلی خاک و وزن مخصوص ظاهری و عمق خاک بررسی شد که نشان دهنده اهمیت عمق نمونه‌برداری و وزن مخصوص در محاسبه ماده آلی خاک می‌باشد. استفاده از رویکرد عمق معادل می‌تواند برای تعیین مجموع کربن آلی خاک به منظور برآوردی دقیق از کربن آلی جهت مقایسه مدیریت‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. ولی با این حال توصیه می‌شود یافته‌های این تحقیق در سایر مطالعات نیز محک زده شود تا زمینه استفاده عمومی در مطالعات مربوطه و ارائه گزارش‌ها آماده گردد.

References

1. Aghasi, M. J., M.A. Bahmanyar & M. Akbarzadeh, 2006. Comparison of the effects grazing and water distribution on rangeland vegetation and soil parameters Kiasar Mazandaran province. Journal of Agriculture and Natural Resources, 13(4):73-84.
2. Always, F.J & R.S. Trumbull, 1910. A contribution to our knowledge of the nitrogen problem under dry farming. Journal Industry Engineer Chemical, 2:135-138.
3. Arzani, H., H. Azarnivand, A.A. Mehrabi A. Nikkhah & F. Amiri, 2007. Minimum level pastures needed for rangeland management in the Semnan province. Pajouhesh & Sazandegi, 74:107-113. (in Persian)
4. Binkley, D., F. Singer, M. Kaye & R. Rochelle, 2003. Influence of elk grazing on soil properties in Rocky Mountain National Park, Journal of Forest Ecological Management, 185 (3): 239-47.
5. Cook, S., A. Ma & R. Brain, 2013. Rangeland carbon sequestration. ENVS Faculty Publications. 52p.
6. Davidson, J.M. F. Gray & D.L. Pinson, 1967. Changes in organic matter and bulk density with depth fewer than two cropping systems. Agronomy Journal, 592: 375-378.
7. Dean, C., S.H. Roxburgh, R.J. Harper, D.J. Eldridge, I.W. Watson & G. W. Wardell-Johnson, 2012a. Accounting for space and time in soil carbon dynamics in timbered rangelands. Ecological Engineering, 38: 51–64.
8. Dean, C., G.W. Wardell-Johnson & R.J. Harper, 2012b. Carbon management of commercial rangelands in Australia: major pools and fluxes. Agriculture Ecosystem Environment, 148: 44–64.
9. Derner, J.D & G.E. Schuman, 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.
10. Dormaar, J.F., S. Smoliak & W.D. Willms, 1989. Vegetation and Soil Responses to Short Duration Grazing on Fescue Grasslands. Journal of Rangeland Management, 42 (3): 252-256.
11. Ellert, D.H & J.R. Bettany, 1995. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes, Journal of soil science, 5:150-162.
12. Eskandari, N., A. Alizadeh & F. Mahdavi, 2007. Iran range management policy. Forest and rangeland organization. 190 p (in Persian).
13. Frank, A. B., D.L. Tanaka, L. Hofmann & R. F. Follett, 1995. Soil carbon and nitrogen of Northern great plain grasslands as influenced by long-term grazing. Journal of Range Management, 48 (5): 470–474.
14. Franzluebbers, A.J., 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Soil Tillage Research, 66: 95–106.
15. Jafari, M., 2005. The effect of climate changes on forest ecosystems. Publications of Research Institute of Forest, Rangeland and Watershed Management. 90 p.
16. Jafari Haghighi, M., 2004. The methods of soil-sampling decomposition and the important of decomposition physical and chemical on Emphasizing the theory and practice. Nedai Zehi publication, 236 p. (In Persian).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]

17. Javadi, S.A., M. Jafari, H. Azarnivand & S.J. Alavi, 2005. An investigation of grazing effect on organic matter and nitrogen in Lar rangeland. Natural resources journal, 1 (1):53-66.
18. Jeddi, K & M. Chaieb, 2010. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia. Flora 205: 184–189.
19. Lemma, B., D.B. Kleja, I. Nilsson & M. Olsson, 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. Geoderma, 136: 886-898.
20. Lee, J., J.W. Hopmans, D.E. Rolston, S.G.Baer & J. Six, 2009. Determining soil carbon stock changes: simple bulk density corrections fail. Agriculture Ecosystem Environment, 134: 251–256.
21. Ma, Z & D.L. Coppock, 2012. Perceptions of Utah ranchers toward carbon sequestration: Policy implications for US rangelands. Journal of Environmental Management, 111: 78-86.
22. Mahdavi, S. KH., 2010. An investigation of Removal intensity, Implant Density and Utilization periods on ration carbon sequestration in Atriplex pastures in Ardestan Esfahan. PhD theses, Islamic Azad University, 73p.
23. Markowitz, D., F. Sartori & C. Craft, 2002 Soil change and carbon storage in longleaf pine stands planted on marginal agricultural lands. Ecological Appliance, 12:1276–1285.
24. Menezes, R.S., C. Elliott, E.T. Valentine & S.A. Williams, 2001. Carbon and nitrogen dynamics in elk winter ranges, Journal of Rangeland management, 54:400-408.
25. Milchunas, D.G & W.K. Lauenroth, 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. Ecological Monogram, 63:327-366.
26. Mohammadi, J., F. Raisi & A. Asadiprojerdi, 2001. Geo-statistical enclosure effect and heavy grazing on Spatial structure of some soil properties. 164-157. Proceedings of the Second National Conference of pasture and rangeland. Tehran University. (In Persian).
27. Nelson, D.W & L.E. Sommers, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbial Properties. 2 nd ed., Agronmy. 9: 539-579.
28. Neff, J.C., R.L. Reynolds, J. Belnap & P. Lamothe, 2005. Multi-decadal impacts of grazing on soil physical and biogeochemical properties in southeast Utah. Ecological Apply, 15: 87–95.
29. Newton, J.D., F.A. Wyatt & A.L. Brown, 1945. Effects of cultivation and cropping on the chemical composition of some western Canada prairie province soils. Part tII. Science Agriculture, 25: 718-737.
30. Pazuki, M., 2001. Rangeland. Tehran university publication. 231 p.
31. Pei, S.H., H. Fu & C. Wan, 2008. Changes in soil properties and vegetation following enclosure and grazing in degraded Alxa desert steppe of Inner Mongolia, China, Agriculture, Ecosystems and Environment, 124: 33-39.
32. Polglase, P.J., A. Reeson, C.S. Hawkins, K.I. Paul, A.W. Siggins, J. Turner, D.F. Crawford, T. Jovanovic, T.J. Hobbs, K. Opie, J. Carwardine & A. Almeida, 2013. Potential for forest carbon plantings to offset greenhouse emissions in Australia: economics and constraints to implementation. Climate Change 121: 161–175.
33. Raesi, A., J. Asasi & F. Mohammadi, 2005, the effect of Long term grazing on dynamic letters in Sabzkooh rangeland ecosystems, Chaharmahalbakhtiyari province. Natural resources science and technology, 9(3): 80-91.
34. Salaredini, A.A., 2005. Plant and soil Relationship. Tehran university publication. 240p (in Persian).
35. Schuman, G.E., J.P. Reeder, J.T. Manley, R.H. Hart & W.A. Manley, 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. Ecological Apply, 9: 65-71.
36. Sheidai Karkaj, A., 2011. Assessment of carbon sequestration potential of the redox species Agropyron elongatum and Atriplex lentiformis (case study: Chapar ghoimeh Gonbad). MSc thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 86 p. (in Persian).
37. Sheidai Karkaj, A., M. Akbarlo & H. Niknahad, 2013a. The effect of grazing management on soils properties amend in Chaharbagh rangeland Golestan province. Pajouhesh & Sazandegi. 99: 74-83. (in Persian)
38. Sheidai Karkaj, E., M. Akbarlo, I. Jafari & E. Shakhsi Khodabakhsh, 2013b. Land use management response on carbon sequestration and soil properties (case study: kalpush plain, Golestan province). International journal of agriculture: research and review, 3 (2): 299-304.
39. Smith, P., D. Martion, Z. Cai, D. Gwary, H.H. Janzen, P. Kumar, B. Mccarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. RICE, R.J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, S. Towprayoon, M. Wattenbach & J.U. Smith, 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 363:789–813.
40. Singh, G., N. Bala, K.K. Chaudhuri & R.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.
41. Steffens, M., A. Kolbl, K.U. Totsche & I. Kogel-Knabner, 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of InnerMongolia (P.R. China). Geoderma, 143: 63-72.
42. Varamesh, S., 2009. Effectuality of forestation on soil carbon sequestration and mitigate climate change. First International Conference of the World Soil Erosion and Conservation.Tara Mountain. Serbia.
43. Vaillant, G.C., Pierzynski, G.M., Ham, J.M. and De. Rouchey, J. 2009. Nutrient accumulation below cattle feedlot pens in Kansas, Journal of Environmental Quality. 38: 909-918.
44. Teaguea, W.R., S.L. Dowhowera, S.A. Bakera, N. Haileb, P.B. DeLaunea & D. M. Conovera, 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. Agriculture, Ecosystems and Environment; 141: 310–322.
45. Tennigkit, T & A. Wilkes, 2008. An Assessment of the potential for carbon finance in rangelands. World Agroforestry Center China Working Paper No. 68. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre. 223 p.
46. Xie, Y & R. Wittig, 2004. The impact of grazing intensity on soil characteristics of Stipa grandis and Stipa bungeana steppe in northern China (autonomous region of Ningxia). Acta Ocelot, 25: 197-204.
47. Zhao, Y., S. Peth, J. Krummelbein, R. Horn, Z. Wang, M. Steffens, C. Hoffmann & X. Peng, 2007. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Ecological Modeling, 205: 241-254.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.4.10.9]