Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Evaluation of Remote Sensing Indices for Estimating Organic Carbon Content of Rangeland Plant Biomass in Lashgardar Protected Area

Behnaz Ataeian[1], Farzaneh Sadeghi DehEbrahimi[*2], Soheila Sadat Hashemi[3]

1. Corresponding author; Assistant Prof., Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environments, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: attaeian94@gmail.com
2. MSc. in Range Management, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environments, Malayer University, Malayer, Iran.
3. Assistant Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 17, Issue 4

Article history:
Received: 08.07.2023
Revised: 22.0109.2023
Accepted: 04.11.2023

Keywords:
Plant Biomass,
Remote Sensing,
Vegetation Index,
Organic Carbon.

Abstract

Background and objectives: Determining the organic carbon content of rangeland vegetation is essential for monitoring rangeland condition and facilitating reclamation efforts. Satellite data provides a valuable tool for conducting extensive vegetation studies. This research aimed to estimate the organic carbon content of vegetation using field assessments and remote sensing indices in the rangelands of Lashgardar protected area, Malayer. Leveraging Landsat time series images, this study utilized Landsat 8 data from the Operational Land Imager (OLI) sensor.

Methodology: Field sampling was conducted in the rangelands of Lashgardar protected area on May 28, 2016. The dominant growth form in these rangelands is herbaceous-shrub, with Asteraceae family species being the most abundant. Forty points were randomly selected as the centers of sampling plots for plant biomass. To account for GPS accuracy error, a factor of twice the pixel size was applied, resulting in the selection of 40 plots measuring 30×30 m2 for field sampling. Subplots measuring 1×1 m2 were utilized to collect composite aboveground biomass samples from the central point and the four corners of each main plot. Samples were processed in the Rangeland Science Laboratory at Malayer University following coding for laboratory procedures. The organic carbon content of vegetation was determined using the loss on ignition (LOI) method after air-drying. Vegetation indices were extracted from Landsat 8 satellite images captured by OLI sensors, including digital bands 1 to 7 with a spatial resolution of 30 meters. Various vegetation indices such as Greenness, RVI, NDVI, IPVI, DVI, WDVI, ARVI, SAVI, TSAVI, BI, OSAVI, GEMI, EVI, LAI, and GARI were derived from Landsat images.

Results: Comparative analysis of estimated organic carbon data with measured organic carbon content revealed that only the Green Atmospherically Resistant Vegetation Index (GARI) could effectively estimate the organic carbon content of vegetation. The best model was achieved using the GARI index for organic carbon estimation, represented as OC = 5.4 + 1.38 GARI, with an explanatory coefficient (R2) of 0.13 and Root Mean Square Error (RMSE) of 0.7. These findings suggest that remote sensing indices can serve as complementary methods in vegetation studies.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

Conclusion: The GARI index demonstrated promising results for estimating organic carbon content in vegetation within the study area and is recommended as a suitable indicator for similar areas. However, the efficacy of each index may vary depending on specific area characteristics and vegetation types. It is advisable to conduct time-series studies with larger sample sizes tailored to the unique conditions of the study area to identify the most appropriate indices.

Cite this article: Ataeian, B., F.S. DehEbrahimi, S. Sadat Hashemi, 2024. Evaluation of Remote Sensing Indices for Estimating Organic Carbon Content of Rangeland Plant Biomass in Lashgardar Protected Area. Journal of Rangeland, 17(4): 587-601.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

ارزیابی شاخص‌های سنجش از دور در برآورد میزان کربن آلی زی‌توده گیاهان مرتعی منطقه حفاظت‌شده لشگردر

بهناز عطائیان[۱]، فرزانه صادقی ده‌آبراهیمی[۲]، سهیلا سادات هاشمی[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: attaeian94@gmail.com

۲. کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۳. استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۲؛ جلد ۱۷، شماره ۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۴/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

واژه‌های کلیدی:
زیتوده گیاهی،
سنجش از دور،
شاخص پوشش گیاهی،
کربن آلی.

چکیده

سابقه و هدف: تعیین میزان ماده آلی ذخیره شده پوشش گیاهی مراتع برای پایش وضعیت مرتع و اصلاح و توسعه مراتع ضروری است. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد. در این تحقیق سعی شده است، برآوردی از کربن آلی پوشش گیاهی بر اساس ارزیابی‌های میدانی و شاخص‌های سنجش از دور در مراتع منطقه حفاظت شده لشگردر، ملایر صورت گیرد. به‌علت سهولت دسترسی سری‌های زمانی داده ماهواره لندست در این تحقیق سعی شد تخمین کربن آلی پوشش گیاهی با استفاده از داده ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI صورت گیرد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری صحرایی در ۸ خرداد ماه سال ۱۳۹۵ از مراتع حفاظت شده منطقه لشگردر صورت گرفت. فرم رویشی غالب این مراتع علفی–بوته‌ای بوده و گونه‌های خانواده *Asteraceae* بیشترین فراوانی را در این منطقه حفاظت شده دارند. مختصات ۴۰ نقطه بطور تصادفی به‌عنوان مرکز پلات‌های نمونه‌برداری از زیتوده گیاهی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند. به منظور حذف خطای ناشی از دقت GPS، ضریب دو برابر اندازه پیکسل اعمال شد و پلات‌های ۳۰×۳۰ متر مربعی برای نمونه‌برداری میدانی انتخاب شدند. مختصات نقاط مورد نظر، به عنوان مراکز پلات‌ها درنظرگرفته شدند و سپس از زیر پلات‌های ۱×۱ متر مربع استفاده شد. با نشانه‌گذاری در مرکز پلات، نمونه‌های مرکب زیتوده هوایی از نقطه مرکزی و چهار گوشه پلات اصلی تهیه شدند. نمونه‌ها پس از کدگذاری جهت انجام مراحل آزمایشگاهی به آزمایشگاه علوم مرتع، دانشگاه ملایر منتقل شدند. میزان کربن آلی پوشش گیاهی پس از هوا خشک شدن نمونه‌ها ، به روش سوزاندن در کوره (LOI) اندازه‌گیری شد. شاخص‌های پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ سنجنده OLI (براساس سیستم جهانی WGS84 در گذر۱۶۶و ردیف ۳۶) که شامل اطلاعات رقومی باندهای۱ تا ۷ با قدرت تفکیک مکانی۳۰ است، استفاده شد و شاخص‌های سبزینگی و RVI, NDVI, IPVI, DVI, WDVI, ARVI, SAVI, TSAVI, BI, OSAVI, GEMI, EVI, LAI, GARI از تصاویر لندست استخراج شدند.

نتایج: با توجه به نتایج حاصله از مقایسه داده‌های کربن آلی برآوردی پوشش گیاهی با کربن آلی محاسباتی پوشش گیاهی، تنها شاخص GARI می‌تواند کربن آلی پوشش گیاهی را برآورد کند. بهترین مدل ارائه شده با استفاده از شاخص GARI برای کربن آلی پوشش گیاهی به‌صورت ۱/۳۸ GARI + ۵/۴

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

= OC با ضریب تبیین ۰/۱۳= R^2 و ۰/۷= RMSE به‌دست‌آمد. از این نتایج می‌توان چنین استنتاج کرد که شاخص‌های سنجش از دور می‌توانند، به‌عنوان مکمل روش‌های میدانی در مطالعات پوشش گیاهی به کار گرفته شوند. در انتخاب مناسب‌ترین روش نوع سنجنده، خصوصیات و شرایط منطقه مورد مطالعه و آگاهی از نوع و میزان پوشش گیاهی و نوع کاربری‌های منطقه باید مورد توجه قرار گیرد. براساس نتایج حاصل کاربرد نسبت‌های باندی، اطلاعات بهتری را نسبت به مطالعه تک‌باندها در اختیار قرار می‌دهد. همچنین برای این مناطق کاربرد همزمان چندین شاخص نتایج بهتری در تشخیص و تفکیک میزان پوشش گیاهی ارائه می‌دهند. با این حال انتخاب مناسب‌ترین روش باید با دقت بالا و با توجه به خصوصیات منطقه بر اساس بالاترین میزان همبستگی صورت پذیرد تا بتوان با استفاده از کاراترین شاخص‌ها و آنالیزهای به‌دست آمده و ارائه مدل‌های مناسب به پایش و مطالعه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و مناطق با خصوصیات مشابه پرداخت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که شاخص GARI در مورد برآورد میزان کربن آلی پوشش گیاهی منطقه نتایج بهتری را ارائه داده است و می‌توان آن را به‌عنوان شاخص مناسب جهت برآورد کربن پوشش گیاهی در مناطق مشابه توصیه نمود. هر شاخصی ممکن است برای یک منطقه و یا یک نوع پوشش به‌خصوص جواب دهد. تکرار زمانی مطالعات و افزایش حجم نمونه با توجه به خصوصیات و شرایط منطقه مورد مطالعه، آگاهی از نوع و میزان پوشش گیاهی در تعیین شاخص‌های مناسب پیشنهاد می‌شود.

استناد: عطائیان، ب.، ف. صادقی ده آبراهیمی، س.س. هاشمی، ۱۴۰۲. ارزیابی شاخص‌های سنجش از دور در برآورد میزان کربن آلی زی‌توده گیاهان مرتعی منطقه حفاظت شده لشگردر. مرتع، ۱۷(۴): ۵۸۷-۶۰۱.

DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

مقدمه

ذخیره کربن آلی در اکوسیستم‌های طبیعی به‌علت تجزیه‌پذیری سریع کربن آلی فعال و مدیریت نامناسب اکوسیستم‌ها روند کاهشی دارد. تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت بشر نیز با افزایش گازهای گلخانه‌ای از جمله N_2O، CH_4، CO_2 از انتشار تشعشعات خورشیدی منعکس‌شده از سطح زمین جلوگیری می‌کند (۱۴) و منجر به تسریع چرخه کربن خاک می‌گردد. شناخت ویژگی‌های پوشش‌گیاهی و روابط موجود در بین گونه‌های گیاهی و نیز عوامل‌محیطی همواره مورد توجه بوم‌شناسان بوده است (۲۶). دلیل این توجه، اهمیت زیاد پوشش گیاهی از نظر زیستگاهی، تولید انرژی و دیگر خصوصیات مهم گیاهان بر روی کره زمین است که به‌مرور زمان در اثر عوامل طبیعی یا انسانی دچار تغییر شرایط شده و اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین پیش‌بینی چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است (۳۰). به‌منظور بررسی و پایش پوشش گیاهی در مقیاس جهانی و ناحیه‌ای دسترسی به داده‌های میدانی یا صحرایی معمولاً دشوار و محدود است. امروزه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از کم‌هزینه‌ترین و سریع‌ترین روش‌های ارزیابی مراتع مورد توجه است (۱۵). سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به‌کار برد (۱). تصاویر ماهواره‌ای دارای قابلیت‌های متمایزی نظیر پوشش تکراری، چند طیفی بودن، دید وسیع و تنوع فرم اطلاعاتی می‌باشند، که می‌توان به عنوان یک منبع جایگزین در تهیه اطلاعات در زمینه‌های مختلف مطرح گردد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که سنجش از دور یک تکنولوژی رایج در برآورد کربن اکوسیستم‌های جنگلی است (۴۳). هم‌چنین شاخص‌های گیاهی گرفته شده از داده‌های سنجش از دور در برآورد کربن پوشش گیاهی مراتع مؤثر هستند (۲). شاخص‌های پوشش گیاهی به طور گسترده به‌عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی و فاکتورهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۲). شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند، که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چندطیفی طراحی شده‌اند. اساس کار این شاخص‌ها بر روی اختلاف باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می‌باشد، دلیل این امر خاصیت جذب نور قرمز توسط رنگدانه‌های موجود در کلروفیل که باعث می‌شود، گیاهان انعکاس کمتری در این باند و انعکاس شدید در باند مادون قرمز نزدیک داشته باشند (۹). در تحقیقی با مقایسه توانایی شاخص‌های گیاهی RVI، NDVI، EVI، ARVI، SAVI، MSAVI و OSAVI در بارزسازی پوشش گیاهی در دشت سیلاخور- بروجرد به این نتیجه دست یافتند که شاخص‌های SAVI و NDVI دارای بهترین عملکرد بودند؛ اما شاخص‌های OSAVI و ARVI حتی نتوانستند، مناطق پوشش گیاهی را آشکارسازی کنند. شاخص SAVI به دلیل کاهش اثر خاک پس‌زمینه برای مناطق با پوشش ضعیف بهتر از NDVI عمل کرد (۱۲). در پژوهشی دیگر در بر آورد ماده آلی خاک در منطقه سمیرم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به این نتیجه رسیدند که همبستگی معنی‌دار بالاتر از ۷۰ درصد بین شاخص‌های گیاهی و میزان ماده آلی خاک برقرار بود. به‌نظر می‌رسد که استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند بر محدودیت‌های ناشی از روش‌های سنتی غلبه کرده و به عنوان یک جایگزین مناسب پایش کیفیت خاک با امکان نمایش نتایج در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف به خصوص برای مناطق وسیع‌تر استفاده شود (۸). در تجزیه و تحلیل NDVI و NDWI به دست آمده از پنج سال تصاویر سنجنده مودیس برای ارزیابی خشکسالی در چمنزاز دشت بزرگ آمریکا نشان داده شد که بین NDVI و NDWI و شرایط خشکسالی رابطه محکمی وجود دارد (۴۲). در تحقیقی دیگر در کویر سیاهکوه یزد تغییرات سطح و پوشش گیاهی را با استفاده از تصاویر TM و +ETM و پنج شاخص NDVI، RVI، NRVI، PVI و SAVI بررسی نمودند. نتایج نشان داد که شاخص NDVI بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی است (۴۱). محققین در حوضه آبریز نیمه‌خشکی در اردن، سه روش رگرسیونی مختلف به منظور بررسی و برآورد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

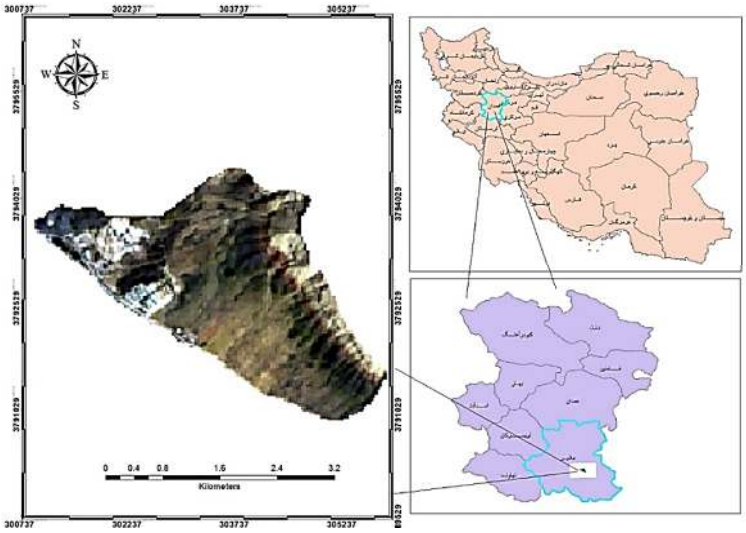
میزان کربن آلی خاک مورد مقایسه قرار دادند. به‌همین منظور ابتدا داده‌های میدانی به روش Box-Cox نرمال شده و سپس از سنجنده TM ماهواره لندست، تجزیه به مولفه‌های اصلی و الگوریتم حداکثر احتمال به‌منظور تهیه نقشه کربن آلی خاک استفاده گردید. نتایج نشان داد که شیوه رگرسیون توزین شده محلی، به منظور آنالیز داده‌های فضایی و همچنین سنجنده TM برای بررسی کربن آلی خاک نتایج مناسب‌تری ارائه می‌کند (۲۰). در مطالعه مروری ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی خاک با استفاده از تکنیک سنجش از دور و بازتابش امواج مادون قرمز مورد قرار دادند، برخی از خصوصیات خاک شامل شوری، کربن آلی، رطوبت خاک و فلزات سنگین را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارزیابی و با نتایج آزمایشگاهی مقایسه شد. نتایج نشان داد استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یک ابزار سریع برای نقشه‌برداری خواص خاک است که به‌جهت توانایی بالقوه در تجزیه و تحلیل و ارزیابی کیفیت خاک توصیه شده است (۲۸). در مطالعه‌ای اظهار داشتند که تصاویر ماهواره‌ای لندست با صحت و دقت بالایی طبقات پوشش اراضی را تفکیک نموده است و به‌خوبی تغییرات را طی دوره پایش نمایان می‌کند (۱۰). پژوهشگران در پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از GIS و RS در مراتع چهارباغ استان گلستان نیز به این نتیجه رسیدند که سنجش از دور توانایی آشکارسازی تغییرات جزئی طبقات پوشش گیاهی را تحت عوامل محیطی و مدیرتی را در طول زمان دارد (۳۸). در مطالعه‌ای با عنوان بررسی داده‌های سنجش از دور به منظور پیش‌بینی کربن آلی خاک با استفاده از روش‌های آماری به این نتایج رسیدند که کمترین میزان خطا در مرحله آموزش (۰/۰۰۱) مربوط به رگرسیون خطی و بیشترین خطا (۰/۰۳۶) مربوط به تعداد ثابت پارامترهای ورودی است (۳۴). در نتیجه استفاده همزمان از شاخص‌های سنجش از دور به شناسایی بهترین شاخص‌ها به‌منظور بیان خصوصیات پوشش گیاهی و وضوح پدیده‌های موجود در منطقه با استفاده از روش‌های آماری، از قبیل تعیین ضریب تبیین پیشنهاد می‌گردد. منطقه لشگردر، یکی از زیست‌بوم‌های حفاظت شده استان همدان است که به‌دلیل چرای مفرط و زودهنگام، فعالیت‌های معدنی، خشکسالی و اجرای پروژه‌های زیر بنایی با تهدیدات جدی مواجه است. لذا پایش خصوصیات پوشش گیاهی منطقه به‌منظور اقدام‌های مدیریتی مناسب و به موقع ضروری بنظر می‌رسد. مطالعه حاضر با هدف برآورد غیرمستقیم کربن آلی پوشش گیاهی منطقه به‌عنوان یکی از پارامترهای مهم تولید اولیه و حاصلخیزی خاک به بررسی ۱۵ شاخص سنجش از دور و انتخاب بهترین شاخص گیاهی پرداخته است.

مواد و روش‌ها

مراتع مورد مطالعه با حدود ۸۵۳ هکتار وسعت واقع در دامنه جنوبی کوه سرده در فاصله ۱۰ کیلومتری شهرستان ملایر بخشی از منطقه حفاظت شده لشگردر (۱۵۵۴۲ هکتار) است، که در شرق و جنوب شرق ملایر و در محدوده جغرافیایی "۳۰ '۵۱ °۴۸ الی "۰ '۲ °۴۹ طول شرقی "۰ '۹ °۳۴ الی "۰ '۲۰ °۳۴ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). سیمای منطقه کوهستانی زاگرس با تغییرات ارتفاعی ۱۷۵۰ تا ۲۹۲۸ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی سالیانه حدود ۳۱۶ میلی‌متر و میانگین سالیانه دما ۱۳/۴۰ درجه سانتی‌گراد است. تیپ اقلیمی منطقه طبق روش آمبرژه خشک سرد تعیین شده است. از لحاظ خصوصیات زمین‌شناسی از آهک، شیست و سیلیس تشکیل شده است و از لحاظ خاکشناسی بافت خاک سنگریزه‌دار سبک تا متوسط و کم‌عمق تا نیمه‌عمیق است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]



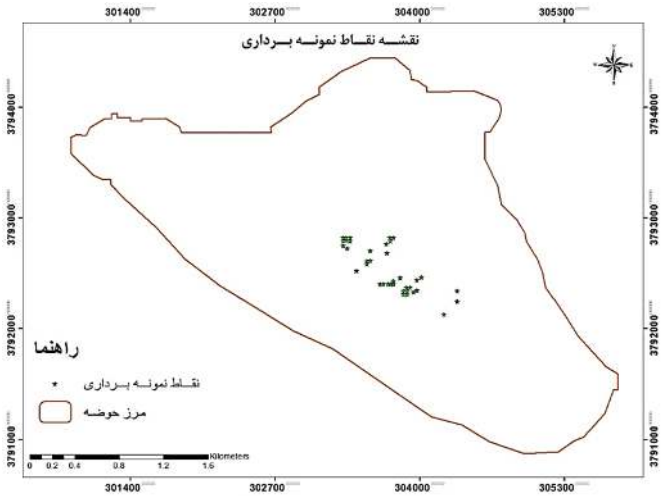
شکل ۱: موقعیت منطقه حفاظت شده لشگردر در استان همدان و کشور

جمع‌آوری داده‌های زمینی

به‌منظور تعیین میزان کربن آلی گیاه در عملیات میدانی، ۴۰ نقطه تصادفی در کل منطقه مورد مطالعه جهت برداشت زی‌توده گیاهی انتخاب شد (شکل ۲). فرم رویشی غالب مراتع مورد مطالعه علفی– بوته‌ای بوده و تک-درختچه‌هایی نیز در ارتفاعات میانی منطقه بصورت پراکنده دیده می‌شوند که عمدتاً گونه‌های زالزالک، انجیر، بنه، سماق، زرشک و بادام کوهی را شامل می‌شوند. در میان گونه‌های بوته‌ای و علفی منطقه،گونه‌های خانواده *Asteraceae* بیشترین فراوانی را در این منطقه حفاظت شده دارند و سپس خانواده‌های *Lamiaceae*، *Apiaceae*، *Brassicaceae*، *Poaceae*، *Caryophyllaceae*، *Papilionaceae*و *Ranunculaceae* خانواده‌های بزرگ منطقه محسوب می‌شوند. نمونه‌گیری با توجه به کامل بودن پوشش گیاهی و طول فصل رویش در مراتع منطقه (عموماً از نیمه خردادماه زردی برگ‌ها تسریع می‌گردد) در تاریخ ۸ خردادماه ۱۳۹۵ انجام شد. در برداشت میدانی، به‌منظور حذف خطای ناشی از دقت GPS ضریب دو برابر اندازه پیکسل انتخاب و اندازه۳۰×۳۰ متر مربعی برای پلات‌های میدانی انتخاب شد و مختصات نقاط مورد نظر، به‌عنوان مراکز پلات‌های تصادفی جهت نمونه‌برداری تصادفی-سیستماتیک درنظرگرفته شدند. به‌منظور اندازه‌گیری کربن آلی اندام هوایی در هر پلات۳۰×۳۰ مترمربعی از ۵ زیرنمونه ۱×۱ متر مربعی (مرکز و چهارگوشه پلات) استفاده شد که اندام هوایی به‌طورکامل قطع و برداشت شد. نمونه‌های مرکب حاصله از تلفیق ۵ زیرنمونه پس ازکد گذاری جهت انجام مراحل آزمایشگاهی به آزمایشگاه منتقل شدند. میزان کربن آلی پوشش گیاهی پس از اینکه در معرض هوا خشک شدند، به روش سوزاندن در کوره الکتریکی (LOI) اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقادیر ۱۰ گرم از هر نمونه مرکب گیاهی در بوته چینی ریخته شدند و به مدت ۲/۵ ساعت در دمای۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی قرارگرفت. وزن خاکستر نمونه‌ها پس از سرد شدن در دسیکاتور اندازه‌گیری شد. در این روش کاهش وزن حاصل از احتراق، مقدار ماده آلی را نشان می‌دهد که معمولاً ۰/۵۸ آن به‌عنوان کربن در نظر گرفته می‌شود. جهت بررسی میزان همبستگی کربن آلی با شاخص‌های پوشش گیاهی مجموع مقادیر اندازه‌گیری شده کربن آلی بر حسب کیلوگرم در هر پلات ۹۰۰ متر مربعی استفاده شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]



شکل ۲: نقشه نقاط نمونه‌برداری شده در منطقه مورد مطالعه

تصاویر سنجش از دوری مورد استفاده

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز داده‌ها و تکنیک‌های دورسنجی و مشاهدات میدانی است. یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر است (۲۷). جهت دستیابی به اهداف مراحل زیر طی گردید؛ بدین‌گونه که پس از تعیین حدود منطقه، ابتدا تصویر ماهواره‌ای منطقه از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا جمع‌آوری گردید. تصویر مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سنجنده OLI لندست ۸ بود که شامل اطلاعات رقومی باندهای ۱تا۷ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و مسیر ۱۶۶ ردیف ۳۶ مربوط تاریخ ۱ می ۲۰۱۶ است. سپس پیش‌پردازش‌های انجام شده بر روی تصویر نظیر تصحیح خطاهای هندسی و رادیومتریک با روش رفلکتنس انجام گرفت. در مرحله بعد شاخص‌های مختلف گیاهی مطابق جدول (۱) ایجاد گردیدند. جهت پردازش تصویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ENVI استفاده شده است.

جدول ۱: شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این پژوهش

کد	شاخص گیاهی	فرمول	منبع
RVI	Ratio Vegetation Index	NIR/R	جردن، ۱۹۶۹
NDVI	Infrared Percentage Vegetation Index	NIR/NIR+R	روس و همکاران،۱۹۷۳
IPVI	Infrared Percentage Vegetation Index	NIR/NIR+R	کریپین، ۱۹۹۰
DVI	Divergence Vegetation Index	NIR-R	لیلسند و کیفر ۱۹۸۷
WDVI	Weighted Divergence Vegetation Index	NIR-s.R	کلورز، ۱۹۸۸
ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index	NIR-R/NIR+RD RD= R-(B-R)	کافمن و تانره، ۱۹۶۹
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index	NIR-R/NIR+R+L(1+l)	هوت، ۱۹۸۸
TSAVI	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index	s.(NIR-s*R-a)/(a.NIR+R-A*S+X*(1+S*S))	بارت و گایوت،۱۹۹۱
BI	Brightness Index	باند روشنایی حاصل از تبدیل تسلدکپ	بهتی و همکاران،۱۹۹۱
OSAVI	Optimized Soil Adjusted Vegetation Index	NIR –R/NIR +R+0.16	روناکس و همکاران، ۱۹۹۶
GEMI	Global Environmental Monitoring Index	n(1-0.25n)-R-0.125/1-R n=(2*(NIR^2-R^2)+1.5*NIR+0.5*R)/(NIR+R+0.5)	پینتی و ورستریت،۱۹۹۲
EVI	Enhanced Vegetation Index	2.5*((NIR –RED)/(1+NIR+6*RED-7.5*BLUE)	هوت و همکاران،۱۹۹۷
LAI	Leaf Area Index	-(Ln(0.69-savi/0.59)/0.91	واترز و همکاران، ۲۰۰۲
GARI	Green atmospherically resistant vegetation index	NIR-(GREEN- (BLUE-RED))/NIR- (GREEN+(BLUE-RED))	کافمن، ۱۹۹۲
شاخص سبزینگی	Greenness Index	مؤلفه سبزینگی حاصل از تبدیل تسلدکپ	بهتی و همکاران، ۱۹۹۱

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

تجزیه و تحلیل‌های آماری

در این مرحله میانگین عدد رقومی (DN) مربوط به پیکسل‌های هر واحد نمونه‌برداری از روی باندهای اصلی و شاخص‌های گیاهی استخراج گردید و این اعداد وارد نرم‌افزار SAS گردید. سپس آنالیز همبستگی و رگرسیون خطی بین داده‌های کربن آلی پوشش گیاهی و اعداد استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای انجام و مدل برآورد تعیین شد (اعداد کربن آلی به‌عنوان متغیر وابسته Y و اعداد استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان متغیر مستقل X وارد مدل گردیدند). نتایج حاصل از تست نرمالیتی و همگنی واریانس‌ها بیانگر برقراری شرایط مذکور برای شاخص‌های گیاهی و کربن آلی پوشش گیاهی است.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیزهای آماری بین اطلاعات زمینی و تصاویر در جداول زیر ارائه گردیده است. جدول (۲) نتایج مشخصه‌های آماری مقدار کربن آلی پوشش گیاهی بر حسب کیلوگرم در پلات (۹۰۰ مترمربعی) و شاخص‌های گیاهی در هر یک از واحدهای نمونه‌برداری منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. جدول (۳) درصد همبستگی بین شاخص‌های گیاهی که همبستگی آنها با میزان کربن آلی را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول همبستگی بین شاخص GARI و میزان کربن آلی برای این منطقه در این سطح معنی‌دار است. سایر شاخص‌های پوشش گیاهی با میزان کربن آلی گیاه همبستگی معنی‌داری نشان ندادند.

جدول ۲: نتایج مشخصه‌های آماری شاخص‌های پوشش گیاهی، و کربن آلی گیاه

متغیر	میانگین	انحراف معیار	مجموع	حداقل	حداکثر
کربن پوشش گیاهی	۰/۷۱۳۴۰	۰/۲۱۹۵۱	۲۸/۵۳۶۰۰	۰/۴۰۶۰۰	۱/۲۹۳۴۰
ARVI	۰/۳۵۲۸۷	۰/۰۱۷۴۶	۱۰/۱۱۴۷۴	۰/۲۲۰۳۵	۰/۲۸۸۷۶
GEMI	۰/۴۰۹۵۶	۰/۰۱۹۶۸	۱۶/۳۸۲۳۳	۰/۳۷۱۲۱	۰/۴۴۱۶۸
GREENNESS	-۰/۱۱۲۳۱	۰/۰۰۱۵۰	-۴/۴۹۲۳۲	-۰/۱۱۶۰۳	-۰/۱۱۰۰۱
GARI	-۱/۶۴۵۷۰	۰/۱۹۵۲۰	-۶۵/۸۲۷۸۹	-۰/۹۲۹۴۰	-۰/۲۲۹۵۵
EVI	۰/۱۴۷۳۰	۰/۰۰۷۶۷	۵/۸۹۱۸۵	۰/۱۲۱۰۷	۰/۱۵۸۲۶
LAI	۰/۷۴۱۸۱	۰/۱۳۹۰۲	۲۹/۶۷۲۳۴	۰/۵۱۰۷۹	۱/۰۵۹۴۴
RVI	۱/۷۴۲۵۱	۰/۰۶۲۸۴	۶۹/۷۰۰۵۸	۱/۶۳۰۲۷	۱/۸۷۹۱۴
SAVI	۱/۰۲۰۳۷	۰/۰۱۶۵۵	۴۰/۸۱۴۹۳	۰/۹۸۹۶۲	۱/۰۵۵۳۵
TSAVI	۰/۱۵۴۴۳	۰/۰۲۲۰۷	۶/۲۵۷۳۵	۰/۱۲۰۰۳	۰/۱۹۹۸۳
OSAVI	۰/۴۳۰۳۷	۰/۰۱۶۵۵	۱۷/۲۱۴۸۹	۰/۳۹۹۶۲	۰/۴۶۵۳۵
WDVI	۰/۱۷۱۳۷	۰/۰۰۴۶۳	۶/۸۵۴۸۱	۰/۱۵۸۹۵	۰/۱۸۱۸۰
NDVI	۰/۲۷۰۳۶	۰/۰۱۶۵۵	۱۰/۸۱۴۵۹	۰/۲۳۹۶۲	۰/۳۰۵۳۵
DVI	۰/۱۱۳۲۰	۰/۰۰۵۳۵	۴/۵۲۸۰۰	۰/۱۰۲۵۲	۰/۱۲۵۵۳
IPVI	۰/۶۳۴۵۱	۰/۰۰۷۹۳	۲۵/۳۸۰۴۴	۰/۶۱۹۸۱	۰/۶۵۲۶۷
BI	۰/۳۰۷۵۳	۰/۰۰۸۶۹	۱۲/۳۰۱۱۵	۰/۲۹۲۴۶	۰/۳۲۵۵۹

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

جدول ۳: نتایج همبستگی بین شاخص‌های پوشش گیاهی، و کربن آلی گیاهی

منابع	کربن آلی	
	P-value	مقدار ضریب همبستگی (r)
GARI	۰/۰۲	۰/۳۵*
EVI	۰/۵	۰/۰۸
LAI	۰/۶	-۰/۰۸
ARVI	۰/۵	-۰/۱۰
GEMI	۰/۵	-۰/۰۹
RVI	۰/۵	-/۱۰
SAVI	۰/۵	-۰/۰۹
TSAVI	۰/۵	-۰/۱۰
OSAVI	۰/۵	-۰/۱۰
WDVI	۰/۹	-۰/۰۱۸
NDVI	۰/۵	-۰/۰۹
DVI	۰/۶	-۰/۰۸
IPVI	۰/۸	-۰/۰۳
BI	۰/۶	۰/۰۷
شاخص سبزینگی	۰/۳	-۰/۱۶

*معنی‌داری در سطح ۵ درصد

برای بررسی امکان برآورد کربن آلی به کمک شاخص‌های گیاهی مقدار ضریب تشخیص معادلات رگرسیون مورد توجه قرار گرفت. ضریب تبیین به‌عنوان معیاری از کیفیت روابط در تعیین مشخصه‌های کمی گیاهان با استفاده از روش‌های رگرسیون پیشنهاد شده است (۱۱ و ۱۴). بررسی اولیه نمودار پراکنش مقادیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای شاخص GARI در مقابل کربن آلی پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده، وجود رابطه خطی بین این متغیرها را تأیید کرد. در تجزیه و تحلیل برازش نمونه‌های کربن آلی اندازه‌گیری شده در مقابل ارزش طیفی شاخص پوشش گیاهی GARI ضریب تبیین R^2 =۰/۱۳ به‌دست آمده که رابطه خطی مثبت و معنی‌داری را بین این متغیرها نشان می‌دهد (شکل۳).

معادله رگرسیون این شاخص‌در جدول (۴) درج شده است. بهترین مدل ارائه شده با استفاده از شاخص GARI برای کربن آلی پوشش گیاهی به‌صورت OC = ۵/۴ + ۱/۳۸ GARI بوده که R^2 = ۰/۱۳ و RMSE = ۰/۷ به دست‌آمده است. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود دو فرض اساسی رگرسیون یعنی نرمال بودن باقیمانده‌ها و ثابت بودن واریانس تائید شده است. که بیانگر صحت مدل است. در شکل (۴) نیز مقادیر کربن آلی پوشش گیاهی که در عملیات میدانی اندازه‌گیری شده است با مقادیری که توسط مدل و بر اساس برازش خطی پیش‌بینی‌شده است، ملاحظه می‌شود. مقدار خطای باقی‌مانده (RMSE) در این مدل برابر با ۰/۷ محاسبه‌شده است که بنابراین مقدار خطای باقی‌مانده حاصل قابل‌قبول است.

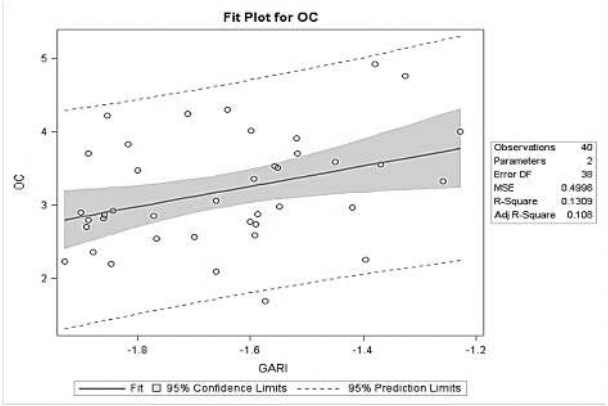
جدول ۴: معادله رگرسیون مدل ایجاد شده با استفاده از شاخص گیاهی GARI

شاخص گیاهی	رابطه رگرسیونی	R-Square	خطای جذر میانگین مربعات	Pr
GARI	OC =۵/۱+۴/۳۸ GARI	۰/۱۳*	۰/۷	۰/۰۲

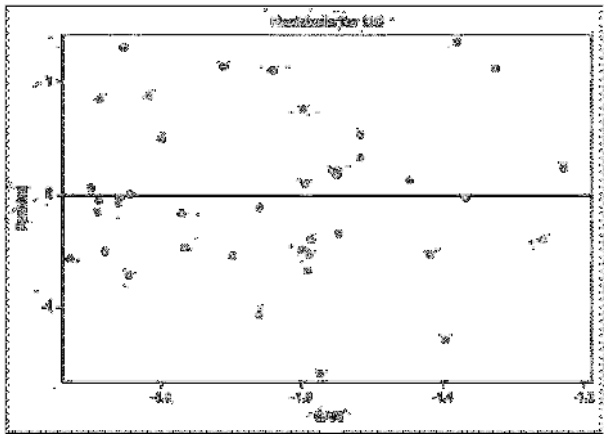
* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

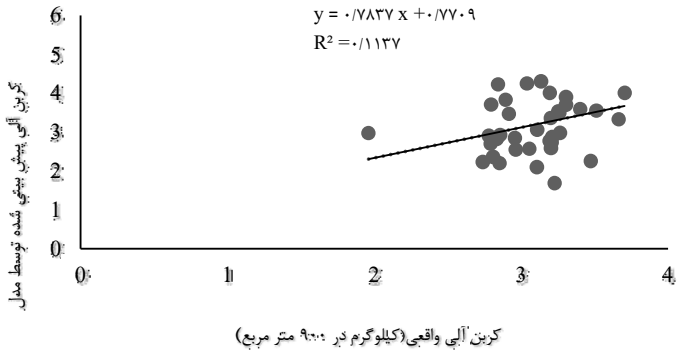
[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]



شکل ۳: ارتباط مقادیر شاخص GARI با کربن آلی پوشش گیاهی (کیلوگرم در ۹۰۰ مترمربع)



شکل ۴: رابطه بین شاخص پوشش گیاهی GARI مقدار خطای باقی‌مانده



شکل ۵: رابطه بین مقادیر پیش‌بینی‌شده کربن آلی پوشش گیاهی و مقادیر مشاهده شده توسط مدل

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شاخص‌های گیاهی می‌توانند با کربن آلی پوشش گیاهی همبستگی داشته و در مدل رگرسیونی برآورد کربن حضور داشته باشند. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه جزء مناطق خشک سرد محسوب می‌شود، انتظار می‌رفت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

شاخص‌هایی که بازتاب خاک را در محاسبات خود لحاظ می‌کنند، همبستگی قوی با کربن آلی پوشـــش گیـــاهی منطقه داشته باشند. با این حال شاخص GARI تنها شاخص معنی‌داری بود که در رابطه رگرسیونی با ضریب تبیین ۰/۱۳ باقی‌ماند. هرچند بر اساس مطالعات بررسی شده شاخص‌های گیاهی در شرایط محلی متفاوت مانند توپوگرافی، فرم رویشی، درصد خاک لخت می‌توانند نتایج متفاوتی را ارائه کنند (۱۸). نتـــایج تحقیقـــات ســـایر محققین نیز بیانگر این مطلب است که تغییرات محلی. تاثیر بسزایی دارند. در مطالعه‌ای جهت مدل‌سازی زیستگاه مطلوب ملخ‌ها در تاغزارهای احیا شده نطنز از شاخص‌های پوشش گیاهی ازجمله EVI و GARI استفاده کردند و شاخص‌های مشتق گرفته از تصاویر ماهواره‌ای را یک‌راه آسان برای نظارت بر زیستگاه ملخ دانستند (۱۶). درحالی‌که در مطالعه‌ای دیگر که از شاخص‌های پوشش گیاهی جهت برآورد درصد پوشش گیاهی استفاده کردند، EVI به دلیل استفاده از ضرایب ثابت کمترین دقت را در برآورد درصد پوشش گیاهی داشت که ممکن است برای منطقه مورد مطالعه بهینه نباشد (۵). در پژوهشی دقت شاخص‌های گیاهی تصاویر ALOS را به‌منظور تخمین زیتوده پوشش گیاهی مناسب ندانسته و بیان داشتند این شاخص‌ها صرفاً ۵۸ درصد تغییرات پوشش گیاهی جنگلی را توضیح دادند، درحالیکه باندهای طیفی همبستگی قوی نشان می‌دهند (۳۷). پژوهشگران میزان زی‌توده هوایی و شاخص سطح برگ در جنگل‌های خزان کننده منطقه وسترن چاتز هند را با استفاده از داده‌های LISS-IV ۶IRS-P بررسی و گزارش کردند که بین داده‌های این سنجنده و شاخص سطح بـرگ و زی‌توده هوایی همبستگی معنی‌داری R^2 = ۰/۶۳ وجود دارد (۲۵). در مطالعه‌ای به مقایسه پتانسیل شاخص‌های گیاهی MSAVI، EVI، ARVI، SAVI، NDVI، RVI و OSAVI در بارزسازی پوشش گیاهی پرداخته‌شد. شاخص SAVI و NDVI در مناطق با پوشش متراکم بهترین عملکرد را داشتند درحالی‌که شاخص ARVI و OSAVI در بارزسازی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه به‌علت کاربری‌های متنوع در دشت سیلاخور عملکرد ضعیفی داشتند (۱۲). درحالی‌که در مطالعه تغییرات پوشش گیاهی حوضه هریسک، بافق (منطقه خشک و نیمه‌خشک) شاخص ARVI بعد از دو شاخص LAI و EVI بهترین عملکرد را در ارزیابی پوشش گیاهی نشان داد (۳۱). در مطالعه مناطق بیابانی تونس با پوشش گیاهی ضعیف (۷) و پوشش‌های جنگلی منطقه چمستان (۱۷) شاخص BI به دلیل قابلیت تفاوت بین خاک زمینه و پوشش گیاهی توانایی برآورد تولید گیاهی و درصد پوشش گیاهی را دارد. در پژوهشی دیگر نیز شاخص BI و PVI جهت بررسی تراکم گیاهی مناسب دانسته نشد (۳۳). نتایج تحقیق اغلب محققان (۴۰، ۳۶، ۴، ۲۳، ۳، ۱۰، ۳۸ و ۳۴) با صراحت به این نکته اشاره دارد که با کم شدن درصد پوشش گیاهی، تأثیرات خاک زمینه افزایش می‌یابد و حساسیت شاخص‌ها در مقابل تغییرات پوشش کمتر می‌شود. به‌هرحال، اگرچه این نکته فرض مسلم است، اما باید توجه داشت که شاخص‌هایی معرفی شده‌اند که این تأثیرات را به حداقل رسانده و امکان برآورد پوشش گیاهی در مقادیر کمتر را فراهم می‌کنند. در مطالعه‌ای به ارزیابی شاخص‌های جایگزین NDVI با مدنظر قرار دادن ترکیب انعکاس طیفی فرم‌های پوشش گیاهی و انواع خاک پرداختند و با مقایسه شش شاخص گیاهی، به این نتیجه رسیدند که شاخص MSAVI بیشترین حساسیت را نسبت به فرم‌های رویشی و تغییرات پوشش گیاهی دارد و بعد از آن شاخص‌های SAVI، TSAVI، OSAVI و بعد از آن شاخص‌های GEMI و NDVI در رده‌های بعدی قرار دارند (۳۲). هم‌چنین محققین گزارش دادند که شاخص‌های PVI، NDVI و SAVI و حتی نسبت‌های ساده بین باندها در مقایسه با بازتاب باندهای سبز، قرمز یا مادون‌قرمز نزدیک برآورد مناسبی از پوشش گیاهی بوته‌ای و مراحل فنولوژیک بوته‌ای‌ها دارند. این شاخص‌ها امکان تشخیص فرم‌های رویشی بوته‌ای و تفکیک بوته‌زارها از علفزارها را دارند (۶). در حالیکه برخی مطالعات عملکرد شاخص NDVI در بارزسازی تغییرات پوشش گیاهی در مراتع مناطق خشک را ضعیف دانستند (۲۹ و ۱۹). دقت شاخص NDVI در بارزسازی تغییرات اکوهیدرولوژیکی مراتع در مناطق خشک ایالت کلرادوی آمریکا نسبت به سایر شاخص‌های خط خاک بیشتر بود (۱۳). در پژوهشی استفاده از شاخص‌های گیاهی سنجنده TM در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

شده جهان‌نما - گرگان با پوشش گیاهی متراکم را در صورتی مناسب دانستند که داده‌های زمینی بر اساس تغییرات پوشش گیاهی طبقه‌بندی شوند (۳۶). در تحقیقی که در مراتع مناطق خشک نیر - یزد انجام شد، تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی از شاخص‌های گیاهی سنجنده TM در شرایطی که پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد است، امکانپذیر است. همچنین نتایج ایشان نشان می‌دهد که شاخص‌های به‌کاررفته برای مناطق خشک و بیابانی اعتبار مناسبی ندارند و باید بر پایه شرایط منطقه به دنبال ابداع و معرفی شاخص‌های مناسب‌تری برای ارزیابی پوشش گیاهی بود. نتایج این تحقیق و تحقیقات محققین دیگر بیانگر این است که استفاده از شاخص‌های گیاهی که دارای اطلاعات طیفی و مکانی خوبی می‌باشند، باعث بهبود نتایج آنالیزهای مربوط به ارزیابی پارامترهای پوشش گیاهی شده که یکی از فاکتورهای مهم در تعیین وضعیت، گرایش و ظرفیت مراتع است، می‌گردد (۲۱).

از آنجاکه ارتباط تولید گیاهی با مقدار ماده آلی و در نتیجه کربن آلی امری پذیرفته شده است، در این مطالعه سعی شد، ارتباط برخی شاخص‌های سنجش از دوری که عمدتاً در تخمین تولید گیاهی استفاده می‌شوند با میزان کربن آلی گیاهان منطقه مورد مطالعه سنجیده شود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق بنظر می‌رسد، تخمین کربن گیاهی در مراتع مناطق سرد خشک بر اساس شاخص‌های گیاهی بعلت تأثیر پارامترهای تصادفی غیرقابل پیش‌بینی نیاز به مطالعه و بررسی بیشتری دارد. در این مطالعه مدل‌سازی دقیق تغییرات مکانی کربن آلی گیاهان با استفاده از شاخص‌های گیاهی بعلت کوتاه بودن فصل رویشی منطقه که عمدتاً پوشیده از گیاهان فصلی و یک‌ساله می‌باشد، میسر نشد. زمان نمونه‌برداری عرصه و استخراج تصاویر به‌علت ابری بودن تصاویر و فراهم نبودن شرایط نمونه‌برداری با تأخیر ۲۳ روزه همراه شد که در فصل رویشی کوتاه تطابق زمانی دوره رویشی گیاهان در عرصه و تصاویر را مخدوش کرده است. همچنین، شاخص‌های بیوفیزیکی تحت تأثیر فاکتورهای زیادی نظیر بازتاب طیفی گیاه و خاک (۳۲)، ساختار گیاهی، اثرات متقابل با تاج پوشش گیاهی، ارتفاع گیاه، ترکیب گونه‌ای، سلامتی و شادابی گیاه، ویژگی‌های برگ و تنش گیاه، خاک لخت و خصوصیات آن، توپوگرافی و ارتفاع قرار می‌گیرند (۳۰). بنابراین مطالعات شاخص‌هایی که به عنوان شاخص مطلوب در تخمین کربن آلی معرفی شده‌اند ممکن است در شرایط محیطی متفاوت دارای این قابلیت نباشند. مناسب بودن یک شاخص دلیلی بر قابلیت آشکارسازی پوشش گیاهی در تمامی شرایط نیست و حتی ممکن است سایر شاخص‌هایی که در این مطالعه در مدل تعیین کربن آلی به کار گرفته نشده‌اند، در شرایط محیطی دیگر مناسب باشند. به‌عبارتی، هر شاخص ممکن است برای یک منطقه و یا یک نوع پوشش به‌خصوص جواب دهد. بنابراین نمی‌توان شاخص معینی را برای تمام مناطق پیشنهاد کرد. مصداق این موضوع نیز اختلافات موجود در نتایج مطالعات دیگران است. با توجه به تفاوت در پوشش گیاهی و شرایط خاک، به‌کارگیری یک مدل عمومی برای برآورد در مناطق مختلف امکان‌پذیر نیست. در این مطالعه هرچند برازش خط رگرسیونی شاخص GARI معنی‌دار است ($p = ۰/۰۲$) اما به نظر می‌رسد عوامل تصادفی دیگری در این معادله نقش داشته‌اند. بنابراین در انتخاب مناسب‌ترین شاخص نوع سنجنده، خصوصیات و شرایط منطقه مورد مطالعه، آگاهی از نوع و میزان پوشش گیاهی، زمان نمونه‌برداری و کاربری‌های منطقه باید مورد توجه قرار گیرد تا بتوان با استفاده از کاراترین شاخص‌ها و آنالیزهای به‌دست آمده و ارائه مدل‌های مناسب به پایش و مطالعه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و مناطق با خصوصیات مشابه پرداخت. ازاین‌رو پیشنهاد می‌گردد تا در سایر مناطق به‌خصوص در اراضی مرتعی با شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک که قسمت عمده‌ای از ایران را شامل می‌شود، این شاخص‌ها بررسی و مزایا و معایب احتمالی آن‌ها مطالعه شود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

References

1. Adamchuk, V., R. Perk & J. Schepers, 2004. Application of remote sensing in site- specific management. Institute of agriculture and natural resources. University of Nebraska Cooperative Extension Precision Agriculture EC, 702p.
2. Anderson, G. L., J.d. Hanson & R.H. Hass, 1993. Evaluating landsat thematic mapper deriveed vegetation indices for estimating above grand biomass on semiarid rangelands. Remote Sense. Environ, 45: 165-175.
3. Arzani, H., G. King & B. Foster, 2016. Application of digital information of Landsat TM satellite in estimation of production and vegetation cover. Iranian Journal of Natural Resources, 50(1): 21-3. (In Persian)
4. Boyd, D. S., G.M. Foody, P.L. Curran, R.M. Lucas & M. Honzak, 1996. An assessment of radiance Landsat TM middle and thermal infrared wavebands for the detection of tropical forest regeneration. International Journao of Remote Sensing, (17): 249-261.
5. Darvishzadeh, R., A.A. Metkan, A. Hosseini Asl & M. Ebrahimi Khousfi, 2013. Estimating the percentage of vegetation cover in the dry region of central Iran using satellite images (Case Study: Shitoor Basin, Bafaq). Khush Bom Scientific-Research Quarterly, 2(1): 25-38. (In Persian)
6. Duncan, J., D. Stow, J. Franklin & A. Hope, 1993. Assessing the Relationship between spectRal Vegetation indices and shrub cover in the Yornada Basin, New Mexico. International Journao of Remote sensing, 14: 3395-3416.
7. Escadafal, R., F. Albinet & V. Simonneaux, 2005. Arid Land cover change trend analysis with series of satellite images for desertification monitoring in Northern Africa. In Proc 31st Ints Symp Rem Sens Env, St Petersburg, Russia.
8. Fakheri, M., M. Ahmadi Nadushan & A. Chavoshi, 2018. Estimation of soil organic matter in Semiram region using satellite images. Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 33(4): 511-524. (In Persian)
9. Fatemi, S.B. & Y. Rezaei, 2015. Basics of Remote Sensing. Azadeh Publications, 257 p. (In Persian)
10. Ghaderi, S., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand, A. Tavili & B. Raygani, 2019. Land use Change Prediction using CA-Markov model (Case study: Eshtehard). Journal of Rangeland, 14(1): 147-160. (In Persian)
11. Gong, P., P.U. Ruiliang, S.G. Biging & M.R. Larrieu, 2003. Estimation of forest leaf area index using vegetation indices derived from hyper ion hyper spectral data. I.E.E.E Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 41(6): 350- 367.
12. Gooderzi, A. & M. Zandiyeh, 2013. Comparison of the ability of RVI, NDVI, SAVI, ARVI, EVI, MSAVI and OSAVI indices in characterizing vegetation (Case Study; Silakhor-Boroujerd Plain). The first national conference on geography, tourism, natural resources and sustainable development. (In Persian)
13. Groeneveld, D. P. & W.M. Baugh, 2006. Correcting Satellite data to detect vegetation signal for eco- hydrologic analyses. Journal of Hydrology, 344: 135- 145.
14. Haboudane, D., 2004. Hyper spectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture, Remote Sensing of Environment, 90: 337-352.
15. Hadian, F., R. Jafari, H. Bushari & S. Soltani, 2012. Survey of different groups of remote sensing plant indices in the study of rangeland types (Case Study: Semiram, Isfahan). Journal of Rangeland Science, 5(4):420-429. (In Persian)
16. Hashemi Dare Badami, S., b. Jumazadeh, A. Dervish Balorani & A.H. Khakian, 2015. Modeling the habitat of the mountain grasshopper in Tagh using biophysical indices extracted from Landsat images 8. Remote Sensing and Geographical Information System in Natural Resources, 7(1): 73-87. (In Persian).
17. Hosseini, Z., 2003. The application of digital information of Landest satellite for the preparation of land use and coverage map (case study) in Chamstan region. Master's Thesis of Pastoral Care, Faculty of Natural Resources, Tehran University. 142 p. (In Persian)
18. Hosseini, A., A. Astarai, A. S.H. Sanaeinejad & P. Mir Hosseini Mousavi, 2013. Estimation of leaf area index using IRS satellite data in Neishabur region. Iranian Agricultural Research Journal, 10(3): 577-582. (In Persian)
19. Ishiyama, T., Y. Nakajima, K. Kajiwara & K. Tsuchiya, 1997. Extraction of vegetation cover in an arid area based on satellite data. Advances in Space Research, Calibration and Intercalibration of Satellite Sensors and Early Results of Radarsat, (19): 1375-1378.
20. Jaber, S. M., M. Al-Qinna & I. Arab, 2015. Global and local modeling of soil organic carbon using thematic mapper data in a semi-arid environment. Arabian Journal of Geosciences, 8(5): 3159-3169.
21. Khavaninzadeh, A., 1999. Investigation on application vegetation map with TM satellite Data in Niir-Yazd. M. Se. thesis of Range Management. Faculty of natural resource. Univesity of Technology of Isfahan. (In Persian)
22. Koh, C. N., P.F. Lee & R.S. Lin, 2006. Bird species richness patterns of northern Taiwan: primary productivity, human population density, and habitat heterogeneity. Diversity & Distributions, 12(5): 546–554.
23. Leeuwen, W. & A.R. Huete, 1996. Effects of standing litter on the biophysical interpretation of plant canopies with spectral indices, Remote Sensing of Environment, (55): 123-138.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]

24. Matsushita, B., Y. Wei, C. Jin, O. Yuyichi & Q. Guoyn, 2007. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high- density Cypress Forest. Sensors.
25. Madugundu, R., V. Nizalapur & C.S. Jha, 2008. Estimation of LAI and above-ground biomass in deciduous forests: Western Ghats of Karnataka, India, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10: 211-219.
26. Magee, T. K., P.L. Ringold & M.A. Bollman, 2008. Alien species importance in native vegetation along wadeable streams, John Day River basin, Oregon, USA. Plant Ecology, 195: 287-307.
27. Mahzooni-Kachapi, S.S., P. Tahmasebi, A. Ebrahimi & M. Hassan Jouri, 2023. Evaluation of the ability of different algorithms and visual interpretation of Google Earth images in the separation and classification of plant ecological units. Journal of Rangeland, 16(4): 745-764. (In Persian)
28. Mohamed, E.S., A.M. Saleh, A.B. Belal & A. Gad, 2018. Application of near-infrared reflectance for quantitative assessment of soil properties. Egypt Journal of Remote Sensing, 21: 1–14. (In Persian)
29. Pickup, G., V.H. Chewings & D.J. Nelson, 1993. Estimating changes in vegetation cover over time in arid rangelands using Landsat MSS data. Remote Sensing of Environment, 43: 243-263.
30. Pettorelli, N., O. Vik, A. Mysterud, J.M. Gaillard, C.J. Tucker & N.C. Stenseth, 2005. Using the satellite –derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Journaol of Trends in ecology and evolution, 9(20): 1-12.
31. Rahmani, N., K. Shahidi & M.H. Mir Yaqubzadeh, 2018. Evaluation of vegetation cover indices used in remote sensing (case study; Hrisk basin). Geomatics Conference 90. Tehran. (In Persian)
32. Rondeaux, G., M. Steven & F. Baret, 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices, Remote Sensing of Environment, 55: 98-107.
33. Richardson, A.J. & C.L. Wiegand, 1997. Distinguishing Vegetation from soil background information, PhotogRammetric Engineering and Remote Sensing, 43: 1541-1552.
34. Saedpanah, M. & M. Raisi, 2020. Examining remote sensing data in order to predict soil organic carbon using statistical methods. Journal of Environmental Sciences, 4(6): 4181-4190. (In Persian)
35. Sepehri, A., H. Ejtehadi & H. Banejada, 1998. Evaluating correlation of selected Vegetation Indices Containing Near, Middle and Thermal Infrared Wavebands with Some forest biophysical variable, Acta Botanic Hungarica, 411(4): 259-272. (In Persian)
36. Sepehri, A. & M. Motaghi, 2002. Application of TM vegetation Indices in Estimation of Jahannama- Gorgan Ranges Vegetation Percent. Journal of the Iranian Natural Resource, 55(2): 259-270. (In Persian)
37. Sarker, R. L. & E. Janet, 2011. Improved Forest estimates using ALOS- AVNIR-2 Texture indices, Remote Sensing of Environment, 115: 968-977.
38. Shafie, Kh., A. Tavali & S.A. Javadi, 2020. Monitoring vegetation changes using RS and GIS in Chaharbagh rangelands of Golestan province during a period of 30 years. Journal of Rangeland Science, 15(2): 180-194. (In Persian)
39. Shahzad, K., H. Sintim, F. Ahmad, M. Abid & W. Nasim, 2022. Importance of Carbon Sequestration in the Context of Climate Change. In: Jatoi, W.N., Mubeen, M., Ahmad, A., Cheema, M.A., Lin, Z., Hashmi, M.Z. (eds) Building Climate Resilience in Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79408-8_23https://doi.org/10.1007/978-3-030-79408-8_23. (In Persian)
40. Toby, N. C. & A.R. David, 1997. On relation between NDVI, fractional vegetation Cover, and Leaf Area Index, Remote Sensing of Environment, 62: 241-252.
41. Yamani, M. & A. Meghazi, 2007. Investigating changes in the vegetation level of Siyakoh desert using remote sensing data. Journal of Geographical Research, 64: 1-12. (In Persian)
42. Yingxin, G.U., Y. Brown, J.F. Verdin & B. Wardlow, 2007. A five-years analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great plains of the United States, Geophs. Res. Lett, 34, L06407, doi:10.1029/ 2006GL029127.
43. Zolkos, S. G., S.J. Goetz & R. Dubayah, 2013. Ameta- analysis of terrestrial above grand biomass estimation using lidar remote sensing. Remote Sensing of Environment, 128: 289- 298.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1402.17.4.6.1]