بررسی امکان ارزیابی تغییرات مکانی پوشش گیاهی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی)

محمدعلی زارع چاهوکی*[۱]، سپیده دوستی[۲] و حسین آذرنیوند[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۹/۰۲

چکیده

پوشش سرزمین در منطقه طالقان به علت شرایط طبیعی و فرهنگی، دارا بودن مرز ساحلی، سیر ساخت و ساز، نرخ بالای مسافران فصلی و دائمی و تعدد واحدهای صنعتی، در سالیان اخیر با سرعت در حال تغییر است. هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده از شاخص‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین در تفکیک شکل زمین و جوامع گیاهی به‌منظور بررسی تغییرات در منطقه مورد مطالعه در طالقان میانی است. داشتن اطلاعات لازم در مورد این تغییرات برای مدیریت و برقراری نظم طبیعی پایدار اکوسیستم‌ها ضروری است، برای این منظور نیاز به تهیه نقشه‌های مرفولوژی زمین و پوشش گیاهی است. سنجه‌های سیمای سرزمین ابزارهای کمی‌ساز وضعیت سیمای سرزمین هستند. در این تحقیق شش سنجه در سطح کلاس و یک سنجه در سطح سیمای سرزمین برای مطالعه منطقه کمی شدند و با استفاده از تابع الحاقی Patch analyst در محیط ArcGIS محاسبه شد. سپس با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی سنجه‌های مهم برای تفکیک جوامع گیاهی تعیین شدند. نتایج حاصل از این تحقیق برای تفکیک طبقات اراضی نقشه واحدهای مرفولوژی زمین در منطقه نشان داد که تمام سنجه‌ها تأثیر یکسانی بر تفکیک طبقات اراضی دارند، نتایج تفکیک طبقات جوامع گیاهی در نقشه پوشش گیاهی این منطقه نشان داد سنجه‌های شاخص پیچ‌خوردگی لکه و میانگین شکل لکه مهم‌ترین سنجه‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مراتع طالقان میانی، ساختار سیمای سرزمین، سنجه‌های سیمای سرزمین، پوشش گیاهی.

[۱]- استاد گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*: نویسنده مسئول: mazare@ut.ac.ir

[۲]- دانش آموخته مرتعداری، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

مقدمه

پایش[1] تغییرات سیمای سرزمین اقدامی مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع سرزمین است. در روند توسعه پایدار برای استفاده بهینه از منابع طبیعی نیاز به شناسایی منابع بوم‌شناختی در کوتاه‌ترین زمان و کمترین هزینه ممکن احساس می‌شود. باتوجه به اینکه شناخت منابع بوم‌شناختی، اولین گام در ارزیابی سرزمین محسوب می‌شود؛ اقلیم، ژئومرفولوژی و پوشش گیاهی از اساسی‌ترین منابع بوم‌شناختی هستند که بدون شک طبیعت، انسان و رابطه آنها در سطح گسترده‌ای متأثر از شرایط اقلیمی، توپوگرافی و پوشش گیاهی است (۱). سیمای سرزمین مناطق جغرافیایی هستند که توسط تعامل میان لکه‌ها یا اکوسیستم‌ها و فعالیت‌های انسانی درون آنها شناسایی شده‌اند (۱۹). اخیراً ضرورت و تثبیت یک چارچوب مفهومی که سیمای سرزمین را به‌عنوان یک واحد بوم‌شناختی به رسمیت بشناسد لازم به نظر می‌رسد. ضبط و درک ساختارهای سیمای سرزمین و همچنین مدلسازی و پیش بینی تغییرات آن مدت طولانی است که نگرانی‌های اولیه کمی سازی بوم‌شناسی سیمای سرزمین هستند. پیشرفت در سنجش از دور و تکنیک‌های اطلاعات جغرافیایی چارچوب امیدوارکننده‌ای برای نظارت بر تغییرات زمین ارائه کرده است (۸ و ۲۲). تصاویر ماهواره‌ای بدلیل ارائه اطلاعات به هنگام، رقومی بودن و امکان پردازش در تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش از اهمیت بالایی برخوردارند.

میرزایی و همکاران (۲۰۱۳) به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییر خصوصیات مکانی در کارکرد بوم‌شناختی منطقه تأثیرگذار است و باید در برنامه‌ریزی سرزمین مورد توجه قرار گیرد. زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه بر روی مراتع خشک و نیمه خشک شهرستان یزد به منظور بررسی تأثیر الگوهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین بر پراکنش جوامع گیاهی در این مناطق، در نهایت با انجام آنالیز تشخیص، تابع تفکیک و محاسبه سنجه‌هایی که بین جوامع گیاهی و طبقات اراضی تفکیک ایجاد کردند نشان داد که سنجه‌های تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص پیچ‌خوردگی لکه‌های سیمای سرزمین می‌توانند جوامع گیاهی و طبقات موجود در نقشه را از یکدیگر تفکیک نمایند. اسفوگاریس و همکاران (۲۰۱۴) با هدف شناسایی سنجه‌های مناسب سیمای سرزمین به این نتیجه رسیدند که سنجه‌های تراکم حاشیه و شاخص پیچ‌خوردگی لکه برای توصیف الگوهای سیمای سرزمین صرف نظر از مقیاس، مناسب می‌باشند. اشنایدلر و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی عملکرد روش‌ها برای مجموعه‌ای از سه سنجه سیمای سرزمین جهت استفاده در مدلسازی غنای گونه‌ای که در شش گروه از موجودات زنده آزمون شدند (گیاهان چوبی، ارکیده، راست بالان، دوزیستان، خزندگان و پرندگان کوچک زمینی) پرداختند و غنای گونه کلی در سیمای سرزمین جنگل مدیترانه را اندازه‌گیری کردند. مواد و روش‌های آزمون‌شده شامل دانش تخصصی، تجزیه و تحلیل مسیر تصمیم‌گیری، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون مؤلفه‌های اصلی است. در نهایت به این نتیجه رسیدند که روند انتخاب مناسب‌ترین سنجه‌های سیمای سرزمین برای مدل سازی تنوع زیستی بی اهمیت نیست و کلیدهای میانبر به ارزیابی نظام‌مند سنجه‌ها برای شناسایی شاخص‌های مناسب انتظار نمی‌روند.

در منطقه طالقان میانی به‌علت شرایط طبیعی و فرهنگی، دارا بودن مرز ساحلی، سیر ساخت و ساز، نرخ بالای مسافران فصلی و دائمی و نیز تعدد واحدهای صنعتی در طول سال‌های اخیر، پوشش سرزمین با سرعت در حال تغییر است. هر چه سیما به سوی تغییر و تحول پیش می‌رود، کمی‌سازی و تفسیر سیمای سرزمین ضرورت بیشتری پیدا خواهد کرد. بنابراین استفاده از ابزارهای مکانی جهت پایش، برنامه‌ریزی و مدیریت تغییرات در این منطقه می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب جهت آگاهی از وضعیت موجود و به حداقل رساندن آسیب‌های زیست محیطی قلمداد شود. در مطالعه حاضر هدف تحلیل تغییرات سیمای سرزمین و وضعیت تخریب سیمای طبیعی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تعیین مؤثرترین عامل ساختار سیمای سرزمین بر پراکنش پوشش گیاهی است و به این منظور منطقه طالقان میانی با توجه به تغییرات کاربری اراضی/ پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجا که پوشش گیاهی یکی از کارکردهای مهم و مؤثر در اکوسیستم مرتع بوده و هدف مدیریت مرتع، بهره‌برداری پایدار از این پوشش گیاهی است، لازم است

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

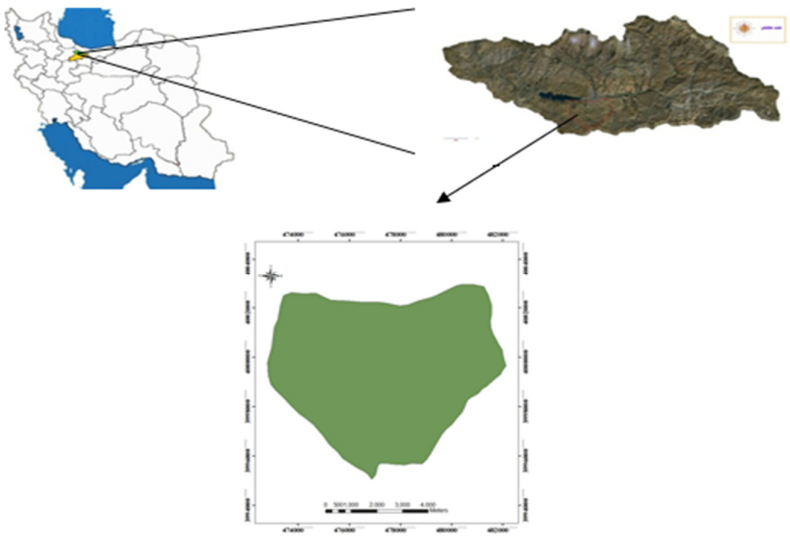
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

دلیل شکل‌گیری آن مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات زمانی و مکانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. جهت دستیابی به این هدف از مزیت‌های سنجه‌های سیمای سرزمین در بررسی تغییرات منطقه در سطح کلاس و سیما استفاده شده است. از این‌رو ضرورت دارد علاوه بر بررسی جوامع گیاهی، عوامل مرفولوژیکی نیز مورد بررسی قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۳۷۹۷۷/۱۲ هکتار و در موقعیت جغرافیایی '۴۰ °۴۷ تا '۲۰ °۴۸ طول شرقی و '۹۶ °۳۹ تا '۰۲ °۴۰ عرض شمالی در بخش میانی حوزه آبخیز طالقان واقع شده است (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه از حوزه آبخیز طالقان در مجموع منطقه‌ای کوهستانی دارای کوه‌های متعدد با شیب‌های تند است. مرتفع‌ترین نقطه منطقه با ارتفاع ۳۰۰۰ متر در مرز شمالی و پایین‌ترین سطح ارتفاعی در بخش غربی (خروجی حوزه) با ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارش سالانه ۵۰۰ میلی‌متر است. تعداد روزهای برفی ۲۱ تا ۳۴ روز در سال متغیر است که معمولاً از آبان ماه شروع شده و تا نیمه اردیبهشت ادامه می‌یابد. رژیم دمایی در منطقه مورد مطالعه قانون‌مند و تابع ارتفاع است (۹). به دلیل وجود اختلاف ارتفاع زیاد و همچنین شرایط توپوگرافی متنوع، گونه‌های گیاهی بومی منطقه از الگوی متنوعی تبعیت می‌کنند. به طور کلی گونه‌های گون (*Astagalus gossypinus*) و *Agropyron tauri* در تمامی سطح منطقه مورد مطالعه وجود دارد.



شکل ۱: موقعیت منطقه طالقان در استان و ایران

روش تحقیق

به‌منظور بررسی تأثیر الگوها و سنجه‌های سیمای سرزمین بر پراکنش و تفکیک جوامع گیاهی، ابزارهای مورد نیاز شامل تصاویر ماهواره‌ای، نقشه مدل رقومی ارتفاع، نقشه‌های شیب و زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد. سپس نقشه کاربری اراضی با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و با استفاده از نرم‌افزار Google Earth برای مشخص شدن نوع کاربری‌ها در منطقه تهیه شد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و Google Earth و با توجه به کاربری اراضی، نقشه طبقه‌بندی شده منطقه بر اساس واحدهای مرفولوژی زمین به‌دست آمد. نقشه واحدهای مرفولوژی زمین به این دلیل تهیه شد که بتوان بین تفکیک جوامع گیاهی در نقشه پوشش گیاهی و نیز تفکیک واحدهای مرفولوژی زمین در منطقه کوهستانی مقایسه‌ای از نظر بهتر بودن تفکیک‌ها انجام داد. تمامی نقشه‌ها مجدداً از نظر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

میزان دقت با استفاده از ابزار مختلفی نظیر داده‌های سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار Google Earth بررسی شد. بعد از انجام این مرحله، سنجه‌های مورد نیاز برای نقشه‌های پوشش گیاهی و نقشه واحدهای مرفولوژی منطقه با استفاده از تابع الحاقی تحلیل‌گر لکه که بر روی نرم‌افزار ArcGIS9.3 نصب شد، به‌دست آمد. پس از کمی‌سازی سنجه‌ها، تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای تعیین مهم‌ترین سنجه‌ها انجام شد و نتایج آن در انتها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سنجه‌هایی که به‌دست آمده‌اند شامل: تعداد لکه[۲]، نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین[۳]، تراکم حاشیه[۴]، میانگین اندازه لکه[۵]، شاخص پیچ‌خوردگی لکه[۶]، شاخص میانگین شکل لکه[۷] و اثر حاشیه[۸] که در سطح کلاس هستند و شاخص تنوع شانون[۹] که در سطح سیمای سرزمین هستند، می‌باشند. در جدول (۱) دامنه تغییرات و واحد سنجه‌ها بیان شده است.

جدول ۱: دامنه تغییرات و واحد سنجه‌های به‌کار رفته در تحقیق

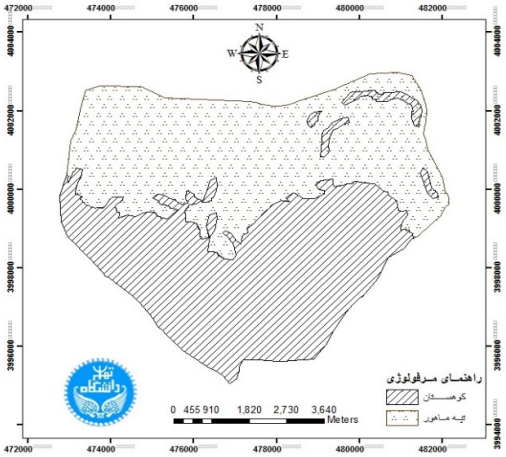
نوع سنجه	واحد	دامنه تغییرات
تعداد لکه	تعداد	≥۱
نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین	هکتار	>۰
تراکم حاشیه	متر بر هکتار	≥۰
میانگین اندازه لکه	هکتار	>۰
شاخص پیچ خوردگی لکه	واحد ندارد	۱≤ ≤۲
میانگین شکل لکه	واحد ندارد	≥۱
اثر حاشیه	متر	≥۰
شاخص تنوع شانون	واحد ندارد	≥۰

بعد از اضافه کردن لایه در محیط ArcGIS و انتخاب لایه مورد نظر در Patch analyst تمام سنجه‌های سیمای سرزمین در دو سطح کلاس (طبقه) و سیمای سرزمین محاسبه شدند و پس از آن با انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار PC-ORD5 سنجه‌های مهم برای تفکیک جوامع گیاهی و واحدهای مرفولوژی به‌دست آمد. روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) هم‌اکنون به‌عنوان یکی از فنون رسته‌بندی مطرح است و برای تعیین سهم هر یک از عوامل محیطی در تشریح تغییرات پوشش گیاهی از این روش استفاده شد.

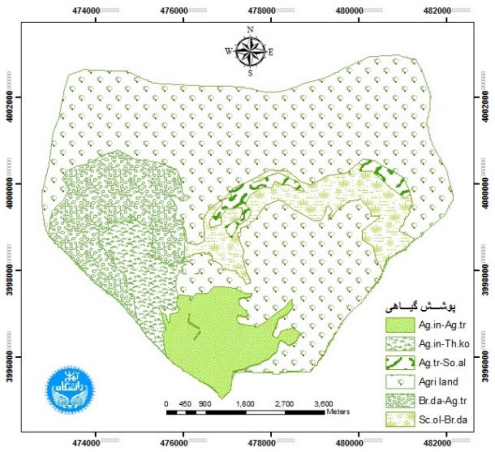
موضوع کمی‌کردن ناهمگنی مکانی سیمای سرزمین مدت زمان طولانی است که به‌عنوان موضوعی در بوم‌شناسی مطرح است (۱۴). تلاش‌ها برای توسعه روش‌هایی برای کمی کردن ناهمگنی مکانی سیمای سرزمین‌ها از خیلی پیش آغاز شده است و تقاضا برای اندازه‌گیری و پایش الگوهای سیمای سرزمین و فرآیندهای بوم‌شناختی آن بسرعت در حال رشد است (۷). روش‌های کمی کردن الگو که فرآیندهای بوم‌شناختی و الگوهای مکانی را در مقیاس‌های وسیع زمانی و مکانی به هم پیوند می‌دهد در مطالعات بوم‌شناختی و هم چنین در حل مسائل کاربردی زیست محیطی استفاده می‌شود (۲۰). به همین دلیل روش‌هایی برای کمی کردن الگو و کشف این ارتباطات مورد نیاز است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]



شکل ۲: نقشه واحدهای مرفولوژی منطقه مورد مطالعه در طالقان



شکل ۳: نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در طالقان

نتایج

سنجه‌های محاسبه شده برای نقشه واحدهای مرفولوژی زمین در سطح کلاس (جدول ۲) نشان می‌دهد که در مجموع ۶ لکه وجود دارد و بیشترین تعداد لکه مربوط به واحد کوهستان است که با توجه به کوهستانی بودن منطقه چنین نتیجه‌ای انتظار می‌رود. با توجه به نتایج حاصل از سنجه نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین، بزرگترین مساحت در این نقشه مربوط به تپه ماهور می‌باشد که ۵۰/۶۲ درصد منطقه را در بر گرفته است و شامل اراضی کشاورزی، باغ و مسکونی است و بعد از آن کوهستان قرار دارد. قابل ذکر است سیمای سرزمین با میانگین اندازه لکه کوچک‌تر، تخریب شده‌تر تلقی می‌شود که نتایج این سنجه در تحقیق نشان داد بزرگترین اندازه لکه مربوط به لکه تپه‌ماهور است و ۸۳ درصد منطقه را دربر گرفته است و میانگین اندازه لکه کوچک‌تر مربوط به واحد کوهستان است که نشان‌دهنده تفکیک این لکه به واحدهای کوچکتر و در نتیجه تخریب بیشتر آن است. بیشترین تراکم حاشیه به‌ترتیب مربوط به کوهستان و سپس تپه ماهور است. سنجه‌های میانگین شکل لکه و شاخص پیچ‌خوردگی لکه میانگین ابعاد فشردگی لکه و پیچیدگی شکل لکه‌ها را نشان می‌دهند و با افزایش بی‌نظمی در شکل، مقدار این سنجه‌ها افزایش پیدا می‌کند. از آنجایی‌که اعداد به‌دست آمده برای این شاخص‌ها به یک نزدیک‌تر است بیان‌کننده یکنواختی بیشتر در لکه‌ها است و نشان می‌دهد لکه‌های این نقشه اشکال ساده و یکنواخت دارند و دارای پیچ‌خوردگی نیستند. مقادیر سنجه اثر حاشیه نشان داد که بیشترین میزان اثر حاشیه مربوط به کوهستان است و تپه ماهور کمتر تحت تأثیر اثر حاشیه قرار دارد.

سنجه‌های محاسبه‌شده در سطح کلاس برای نقشه پوشش گیاهی منطقه در جدول (۳) نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، مجموع تعداد لکه‌ها ۲۲ به‌دست آمد که ۱۷ لکه مربوط به اراضی کشاورزی است و باقی لکه‌ها یعنی ۵ لکه مربوط به جوامع گیاهی است. از آنجایی‌که در این شاخص اگر تعداد لکه زیاد باشد، آن طبقه یا نوع لکه خیلی خرد شده است و وقتی این مقدار برابر یک است که سیمای سرزمین فقط از یک کلاس یک لکه‌ای تشکیل شده باشد، باتوجه به مقادیر سنجه‌ها اراضی کشاورزی نسبت به سایر لکه‌ها به قطعات بیشتری تفکیک شده است. نتایج حاصل از سنجه نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین نشان داد اراضی کشاورزی و پس از آن تیپ‌های گیاهی بزرگترین لکه با بیشترین مساحت هستند، اراضی کشاورزی در این منطقه ۶۲ درصد منطقه را دربر گرفته است. نتایج حاصل از سنجه میانگین اندازه لکه نشان داد که بزرگترین اندازه لکه مربوط به لکه تیپ گیاهی *Bromus dantoniae - Agropyron trichophorum* است، که ۲۹ درصد منطقه را دربر گرفته است، اما با توجه به اینکه لکه‌های تیپ‌های گیاهی در تعداد بیشتر و در جوامع گیاهی به‌صورت جداگانه قرار دارند. در نتیجه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

نشان‌دهنده خردشدگی و تفکیک این طبقه در سطح سیمای سرزمین است. تراکم حاشیه برای اراضی کشاورزی، از بقیه لکه‌ها بیشتر است و این نشان می‌دهد که این سیما به تیپ‌های زیادی تجزیه شده است. سنجه میانگین شکل لکه نشان داد که شکل لکه‌های موجود در این نقشه تقریباً ساده هستند و دارای پیچیدگی نیستند اما تیپ‌های گیاهی *Agropyron trichophorum - Sophora alupecroides - Bromus dantoniae* و *Scabiosa oliveri* نسبت به سایر لکه‌ها اندکی غیریکنواخت هستند. با توجه به نتایج حاصل از شاخص پیچ‌خوردگی لکه، مشخص شد که تمام لکه‌های این نقشه یکنواخت هستند و اشکال ساده‌ای دارند. مقادیر سنجه اثر حاشیه نشان داد که بیشترین میزان اثر حاشیه در نقشه پوشش گیاهی مربوط به اراضی کشاورزی است.

شاخص تنوع شانون، جزء سنجه‌هایی است که در سطح سیمای سرزمین محاسبه شد. برای ارزیابی تغییرات در سیما همواره میزان این شاخص بزرگتر یا مساوی صفر است و با افزایش تعداد لکه‌های ناهمگون این سنجه میزان بزرگتری را نمایش می‌دهد. برای نقشه پوشش گیاهی در سطح سیمای سرزمین در منطقه مورد مطالعه شاخص تنوع شانون ۱/۲۲ به‌دست آمد که نشان‌دهنده تنوع متوسط جوامع گیاهی و دیگر پوشش‌هاست.

جدول ۲: مقادیر سنجه‌ها در سطح کلاس برای نقشه واحدهای مرفولوژی زمین

طبقه	تعداد لکه	نسبت مساحت هرطبقه	میانگین اندازه لکه	تراکم حاشیه	میانگین شکل لکه	شاخص پیچ خوردگی لکه	اثر حاشیه
تپه ماهور	۱	۲۵۷۹۷۲۸۷/۰۱	۲۵۷۹۷۲۸۷/۰۱	۰/۰۰۰۷۴	۲/۰۹	۱/۲۳	۳۷۷۶۱/۵۸
کوهستان	۵	۲۵۱۶۱۴۵۹/۷۶	۵۰۳۲۲۹۱/۹۵	۰/۰۰۰۹۳	۱/۷۹	۱/۲۸	۴۷۶۰۰/۷۷

جدول ۳: مقادیر سنجه‌ها در سطح کلاس برای نقشه پوشش گیاهی

طبقه	تعداد لکه	نسبت مساحت هر طبقه	میانگین اندازه لکه	تراکم حاشیه	میانگین شکل لکه	شاخص پیچ خوردگی لکه	اثر حاشیه
اراضی کشاورزی	۱۷	۳۱۲۸/۱۱	۱۸۴/۰۰۷	۴۰/۷۵	۲/۴۸	۱/۳۰۹	۲۰۳۸۷۹/۹۲
Ag.tr-So.al	۱	۱۱۲/۲۶	۱۱۲/۲۶	۲/۲۷	۳/۰۳	۱/۳۴	۱۱۳۸۶/۰۱
Sc.ol-Br.da	۱	۴۵۴/۶۳	۴۵۴/۶۳	۵/۴۶	۳/۶۱	۱/۳۳	۲۷۳۵۷/۷۰
Ag.in-Ag.tr	۱	۴۲۵/۳۹	۴۲۵/۳۹	۳/۸۲	۲/۶۱	۱/۲۹	۱۹۱۱۸/۴۸
Br.da-Ag.tr	۱	۶۱۳/۵۹	۶۱۳/۵۹	۴/۳۶	۲/۴۸	۱/۲۷	۲۱۸۲۱/۹۱
Ag.in-Th.ko	۱	۲۶۹/۲۵	۲۶۹/۲۵	۲/۲۹	۱/۹۷	۱/۲۶	۱۱۴۶۰/۷۲

نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی به منظور تعیین مهم‌ترین سنجه‌های سیمای سرزمین برای تفکیک واحدهای مرفولوژی زمین به صورت جدول مقادیر ویژه مربوط به واریانس مؤلفه‌ها (جدول ۴) و جدول مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های سیمای سرزمین (جدول ۵) به‌دست آمد.

با توجه به جدول (۴)، ۱۰۰ درصد تغییرات به مؤلفه اول بستگی دارد و در واقع تمام تغییرات را در بر دارد. همچنین، با توجه به جدول (۵)، از آنجاییکه مقادیر بردارهای ویژه مؤلفه اول برای تمامی سنجه‌ها یکسان به‌دست آمده است نشان می‌دهد که همه سنجه‌ها به یک اندازه بر روی آن تأثیر می‌گذارند و میزان همبستگی مؤلفه اول برای تفکیک طبقات در نقشه واحدهای مرفولوژی زمین در منطقه مورد مطالعه با تمامی سنجه‌ها یکسان است بنابراین نمی‌توان برای تفکیک طبقات اراضی از بین آنها یک یا چند سنجه را به‌عنوان سنجه مهم برگزید.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

جدول ۴: مقادیر ویژه واریانس مؤلفه‌ها در روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی نقشه واحدهای مرفولوژی زمین

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	مقدار ویژه عصای شکسته
۱	۷/۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲/۵۹
۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰	۱/۵۹

جدول ۵: مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های سیمای سرزمین در نقشه واحدهای مرفولوژی زمین

سنجه	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم
تعدا لکه	۰/۳۷	۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۲۷	-۰/۷۷
نسبت مساحت هر طبقه	-۰/۳۷	-۰/۱۱	-۰/۲۷	۰/۷۸	-۰/۱۰	۰/۱۲
تراکم حاشیه	۰/۳۷	-۰/۰۰۵	-۰/۲۵	-۰/۱۳	-۰/۸۳	-۰/۰۱
میانگین اندازه لکه	-۰/۳۷	-۰/۱۱	۰/۴۳	۰/۱۶	-۰/۴۴	-۰/۵۱
شاخص پیچ خوردگی لکه	۰/۳۷	-۰/۸۹	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۵
میانگین شکل لکه	-۰/۳۷	-۰/۲۷	۰/۳۷	-۰/۴۰	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۳
اثر حاشیه	۰/۳۷	۰/۲۷	۰/۷۲	۰/۳۵	-۰/۰۶	۰/۳۳

نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای تعیین مهم‌ترین سنجه‌های سیمای سرزمین برای تفکیک جوامع گیاهی منطقه طالقان در جداول (۶) و (۷) آورده شده است.

با توجه به جدول (۶)، ۸۷ درصد متغیرهای مؤثر بر تفکیک واحدها ناشی از متغیرهای موجود در مؤلفه‌های اول و دوم است به‌طوری که مؤلفه اول حدود ۶۰ درصد تغییرات و مؤلفه دوم ۲۷ درصد تغییرات را در بر دارند. همچنین با توجه به جدول (۷)، مؤلفه اول شامل شاخص‌های تراکم حاشیه و اثر حاشیه و مؤلفه دوم شامل شاخص پیچ‌خوردگی لکه و میانگین شکل لکه است. بنابراین سنجه‌های تراکم حاشیه، اثر حاشیه، شاخص پیچ‌خوردگی لکه و میانگین شکل لکه بیشترین تأثیرات را در تفکیک جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه دارند.

جدول ۶: مقادیر ویژه واریانس مؤلفه‌ها در روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی نقشه پوشش گیاهی منطقه

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	مقدار ویژه عصای شکسته
۱	۴/۱۸	۵۹/۸۴	۵۹/۸۴	۲/۵۹
۲	۱/۹۰	۲۷/۲۷	۸۷/۱۱	۱/۵۹
۳	۰/۸۸	۱۲/۵۹	۹۹/۷۱	۱/۰۹
۴	۰/۰۲	۰/۲۹	۱۰۰	۰/۷۶

جدول ۷: مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های سیمای سرزمین در نقشه پوشش گیاهی منطقه

سنجه	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم
تعداد لکه	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	-۰/۴۸	۰/۷۰
نسبت مساحت هر طبقه	۰/۴۷	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۰۷	-۰/۵۰	-۰/۶۶
تراکم حاشیه	۰/۴۸	-۰/۰۰۱	۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۴۰	-۰/۱۵
میانگین اندازه لکه	-۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۸۹	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۱۱
شاخص پیچ‌خوردگی لکه	۰/۰۶	-۰/۷۱	-۰/۰۵	۰/۶۹	۰/۰۷	۰/۰۰
میانگین شکل لکه	-۰/۰۸	-۰/۶۶	۰/۳۵	-۰/۶۴	-۰/۱۱	۰/۰۰
اثر حاشیه	۰/۴۸	۰/۰۰۱	۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۱۵

بحث و نتیجه‌گیری

واحدی که از نظر شرایط ارتفاع، شیب و جهت یکسان باشد و عوامل انسانی نیز در آن تغییراتی ایجاد نکرده باشد، پوشش گیاهی یکسانی هم خواهد داشت و واحد اکولوژیک نامیده می‌شود. از آنجا که تغییرات پوشش گیاهی و بررسی آنها در واحدهای اکولوژیک صورت می‌گیرد، اگر اساس انتخاب واحد نمونه‌برداری را شکل زمین در نظر بگیرند، از این نظر سنجه‌هایی که باعث تفکیک شکل زمین می‌شوند می‌توانند در انتخاب و تفکیک واحدهای نمونه‌برداری مؤثر باشند. تحلیل خصوصیات مکانی و ساختاری لکه‌های

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

تشکیل‌دهنده سیمای سرزمین در تفسیر و مدل سازی تغییرات مکانی- زمانی از موضوعات مهم روز است (۸ و ۲۱). این مطالعات با توسعه رشته‌هایی مانند سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و بوم‌شناختی سیمای سرزمین بیشتر گسترش یافته است (۱۷). مطالعهٔ ساختار سیمای سرزمین بر اساس اصول بوم‌شناسی و سنجه‌های سیمای سرزمین به‌عنوان اجزای تشکیل‌دهنده آن ابزاری مناسب برای نقشه‌سازی و کمی کردن خصوصیات مکانی هر کاربری محسوب می‌شوند. نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای نقشه واحدهای مرفولوژی زمین در منطقه طالقان برای تعیین مهم‌ترین سنجه‌های سیمای سرزمین در تفکیک طبقات اراضی از یکدیگر با توجه به میزان واریانس مؤلفه‌ها نشان داد که تمامی سنجه‌ها به یک میزان اهمیت دارند، بدلیل اینکه تغییرپذیری بین سنجه‌ها کم بوده و همه متغیرها در یک عامل قرار گرفته‌اند و میزان همبستگی مؤلفه اول برای تفکیک طبقات در نقشه واحدهای مرفولوژی زمین در منطقه مورد مطالعه با تمامی سنجه‌ها یکسان است، بنابراین نمی‌توان برای تفکیک طبقات اراضی از بین آنها یک یا چند سنجه را به‌عنوان سنجه مهم برگزید.

تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای تفکیک جوامع گیاهی در نقشه پوشش گیاهی در این منطقه نشان داد سنجه‌های تراکم حاشیه، اثر حاشیه، شاخص پیچ‌خوردگی لکه و میانگین شکل لکه مهم‌ترین سنجه‌ها برای تفکیک جوامع گیاهی این منطقه هستند. فنگ و لیو (۲۰۱۵) با مطالعه بر روی بعد فراکتال به‌عنوان یک شاخص برای تعیین اثرات تغییر مقیاس فضایی در سنجه‌های سیمای سرزمین به بررسی و مطالعه شش سنجه پرداختند که در نهایت تمامی سنجه‌ها در مقیاس‌های مختلف اثرات مختلف نشان دادند و در واقع میزان اهمیت آنها برای تفکیک طبقات اراضی یکسان است و امکان تعیین سنجه مهم‌تر وجود نداشت که این امر با نتایج به‌دست آمده برای تفکیک طبقات اراضی در منطقه طالقان مطابقت نشان می‌دهد.

اسفوگاریس و همکاران (۲۰۱۴) با هدف شناسایی سنجه‌های مهم سیمای سرزمین به این نتیجه رسیدند که سنجه‌های تراکم حاشیه و شاخص پیچ‌خوردگی لکه صرفنظر از مقیاس برای توصیف الگوهای سیمای سرزمین مناسب هستند که با نتایج این تحقیق در تعیین مهم‌ترین سنجه‌ها برای تفکیک جوامع گیاهی در نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در طالقان مطابقت نشان داد.

نتایج سنجه‌ها در مورد نقشه پوشش گیاهی منطقه نشان داد که بیشترین درصد منطقه توسط اراضی کشاورزی پوشیده شده است. همچنین مشخص شد که تراکم حاشیه و اثر حاشیه اراضی کشاورزی به‌دلیل وسعت بیشتر آنها، از سایر لکه‌ها بیشتر است. در مورد شکل لکه‌ها شاخص پیچ‌خوردگی لکه و سنجه میانگین شکل لکه نشان دادند که لکه‌های این نقشه یکنواخت و دارای اشکال ساده هستند. در این تحقیق با توجه به نتایج حاصل از سنجه تنوع شانون مشاهده می‌شود که، اگر مقدار این نسبت بیشتر از یک باشد، پراکنش کپه‌ای و اگر برابر یک باشد، تصادفی و در صورتی که کمتر از یک باشد به‌صورت یکنواخت توزیع یافته‌اند، بنابراین همان گونه که مشاهده شد، این مقدار برای شاخص تنوع شانون نشان‌دهنده تنوع جامعه گیاهی در حد متوسط است.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان گفت که سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی ساختار سیمای سرزمین و به‌طور ویژه بررسی مکانی الگوهای سیمای سرزمین نقش اساسی دارند، در این مورد نقش ابزارهایی چون سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بسیار مهم است. نتایج حاصل از کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین و همچنین نتایج حاصل از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی در بررسی جوامع گیاهی و تفکیک آنها از یکدیگر نشان داد که این سنجه‌ها در سطح کلاس (طبقه) می‌توانند در تفکیک جوامع گیاهی مؤثر باشند. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی و اهمیت سنجه‌ها و میزان دقت آنها در تفکیک طبقات و جوامع گیاهی موجود در نقشه‌های واحد مرفولوژی زمین و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت از آنجاییکه تغییرات پوشش گیاهی با تغییرات شکل زمین و خصوصیات محیطی تغییر می‌کند، تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک به‌صورت لکه لکه است برخلاف مناطق کوهستانی که تغییرات تدریجی است و در برخی قسمت‌ها تداخل‌هایی ممکن است دیده شود و نمی‌توان مرز قاطعی برای پوشش گیاهی تعیین کرد، از این‌رو کارایی سنجه‌ها و تعیین تغییرات با استفاده

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

از کمی‌سازی سنجه‌ها در مناطق خشک بهتر از مناطق کوهستانی است و در مناطق دشتی با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه و تراکم پوشش گیاهی، بهتر و با دقت بیشتری نسبت به مناطق کوهستانی می‌توان از سنجه‌های سیمای سرزمین و ابزاری چون سنجش از دور و نرم‌افزار ArcGIS برای ارزیابی پوشش گیاهی و تفکیک جوامع گیاهی استفاده کرد. نتایج تجزیه و تحلیل‌ها در این منطقه نشان می‌دهد که سنجه‌های شاخص پیچ‌خوردگی لکه و میانگین شکل لکه بیشترین قدرت تفکیک کنندگی را دارند.

References

1. Ahmadi, A., K. Javanshir., H. Ahmadi & V. Mozafarian, 2003. Vegetation study in relation to the geomorphological unit in the area Baron Western Azerbaijan, Iran Journal Range and Desert Research, 11(2): 169-191. (In Persian)
2. Blois, S., G. Domon & A. Bouchard, 2002. Landscape issues in plant ecology. A review of Ecography, 25: 244-256.
3. Botequilha, A. & J. Ahern, 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Landscape and Urban Planning, 59(2): 65-93.
4. Burel, F. & J. Baudry, 2003. Landscape Ecology: Concepts, Methods, and Applications: Science Pub. Incorporated. United States of America cover data with an application in the Madrid region (Spain), Landscape and urban planning, 55(4): 257–27.
5. Fathizad, H., A. Nohegar, M. Faramarzi & M. Tazeh, 2013. Review land use change on analysis landscape metrics using remote sensing and GIS in the arid and semi-arid Dehloran region, land use Journal, 5(1): 79-99. (In Persian)
6. Feng, Y. & Y. Liu, 2015. Fractal dimension as an indicator for quantifying the effects of changing spatial scales on landscape metrics, Journal of Ecological Indicators, 53: 18–27.
7. Gulink, H., 2001. A framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data with an application in the Madrid region (Spain), Landscape and urban planning, 55(4): 257–27.
8. Herzog F. & A. Lausch, 2001. Supplementting land use statistics with landscape metrics: some methodological consideration, Environmental monitoring and assessment, 72(1): 37-45.
9. Kamaie, F., 2012. Ecology exploring the possibility of separating areas due to environmental factors (Case study: Taleghan rangelands). Master's Thesis School of Natural Resources, Gorgan University. (In Persian)
10. Karami, A. & J. Feghhi, 2011. Quantitative evaluation of the landscape metrics conservation, sustainable land use pattern (Case Study: Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province). Journal of Environmental Studies, 37(60): 79. (In Persian)
11. Lausch, A., T. Blaschke, D. Haase, F. Herzog, R.U. Syrbe, L. Tischendorf & U. Walz, 2015. Understanding and quantifying landscape structure- A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. Journal of Ecological Modelling, 295: 31–41.
12. Liu, T. & X. Yang, 2015. Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. Journal of Applied Geography, 56 (42-54).
13. Mirzaie, M., A.R. Riahi Bakhtiari, A.R. Salman Mahini & M. Gholamali Fard, 2013. Land cover change detection of Mazandaran province using landscape metrics between the years 1389- 1363. Journal of Applied Ecology landscape 2 (4), 54-37. (In Persian)
14. Patil, G. P., E.C. Pielou & W.E. Waters, 1971. Spatial patterns and statistical distributions. University Park (PA): Pennsylvania State University.
15. Schindler, S., Henrik, V. Wehrden, K. Poirazidies, Wesley M. Hochachka, T. Wrbka & V. Kati, 2015. Performance of methods to select landscape metrics for modelling species richness. Journal of Ecological Modelling, 295: 107–112.
16. Sfougaris, A., L. Sofia, G. Plexida, Loannis & P. Ispikoudis, 2014. Selecting Landscape metrics as indicators of spatial heterogeneity-A Comparison among Greek Landscapes. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 26: 26-35.
17. Sudhira, H.S., T.V. Ramachandra, K.S. Jagadish. 2004. Urban sprawl: metric, dynamics and modelling using GIS, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 5(1): 29-39.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]

18. Talebi Amiri, SH., F. Azari Dehkordi, S.H.R. Sadeghi & S.R. Soofbaf, 2009. Analysis of landscape degradation of Neka watershed using landscape ecology metrics. Journal of Environmental Sciences, 6(3): 133-144. (In Persian)
19. Turner, M.C., R.H. Gardner & R. V. O'Neill, 2001. Landscape ecology in theory and practice. New York: Springer-Verlag.
20. Turner, M.G. & R.H. Gardner, 1994. Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape ecology, Springer Verlag.
21. Wegener, M., 1994. Operational Urban Models: State of the Art, Journal of American Planning Association, 6(1): 3-17.
22. Zare Chahouki M.A., N. Taheri Mohammadabadi & H. Azarnivand, 2017. The effect of landscape ecology patterns on the distribution of plant communities in arid and semi-arid rangelands. Journal of Desert Mangement, 7(4): 46-56. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.2.9]