



ارزیابی تغییرات مکانی پوشش گیاهی مراتع مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین (مطالعه موردی: مراتع پشتکوه استان یزد)

محمدعلی زارع چاهوکی^۱، نیکو طاهری محمد آبادی^۲، حسین آذرنیوند^۱

۱. استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری مرتعداری دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: mazare@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۵

چکیده

بوم‌شناسی سیمای سرزمین یکی از جوان‌ترین شاخه‌های علم بوم‌شناسی می‌باشد و به مطالعه مناظر به‌ویژه ترکیب، ساختار و عملکرد آنها می‌پردازد. هدف این پژوهش، کمی‌سازی الگوهای سیمای سرزمین و بررسی امکان تفکیک تیپ‌های گیاهی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین بوده است. سنجه‌هایی که در این تحقیق استفاده شدند سنجه تعداد لکه، نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین، میانگین اندازه لکه، تراکم حاشیه، میانگین شکل لکه، شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه و اثر حاشیه در سطح کلاس و شاخص تنوع شانون در سطح سیمای سرزمین بودند. سنجه‌های ذکر شده برای نقشه‌های تیپ گیاهی و واحدهای شکل زمین در مراتع پشتکوه یزد با استفاده از تابع الحاقی تحلیل‌گر لکه با استفاده از نرم افزار *ArcGIS10.1* محاسبه شدند. سپس با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی سنجه‌های مهم برای تفکیک تیپ‌های گیاهی تعیین شدند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تفکیک طبقات نقشه واحدهای شکل زمین نشان داد که سنجه تراکم حاشیه بیشترین تاثیر را بر تفکیک طبقات دارد، اما در مورد نقشه تیپ‌های گیاهی سنجه‌های سیمای سرزمین به یک اندازه اهمیت داشتند و سنجه مهمتری مشخص نشد و نسبت به تفکیک واحدهای شکل زمین قدرت تفکیک کمتری داشتند. در نهایت با انجام آنالیز تشخیص، تابع تفکیک و سنجه‌هایی که بین تیپ‌های گیاهی و طبقات شکل زمین، تفکیک ایجاد کردند، مشخص شد. نتایج آنالیز تشخیص نشان داد که سنجه‌های تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه‌های سیمای سرزمین می‌توانند واحدهای تیپ گیاهی و شکل زمین را از یکدیگر تفکیک کنند.

واژگان کلیدی: بوم‌شناسی سیمای سرزمین؛ پوشش گیاهی؛ شکل زمین؛ مراتع پشتکوه یزد

■ مقدمه

کرد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Amsalu, 2006 و Herzog et al., 2001).

از دیدگاه بوم‌شناسی سیمای سرزمین، مجموعه‌ای از ساختارهای بنیادین که شامل لکه‌ها، کریدورها^۸ و ماتریس^۹ (بستر) به همراه مرز^{۱۰} و محدوده یا اکوتون‌ها^{۱۱} هستند را یک واحد منظر^{۱۲} می‌نامند (Amsalu et al., 2006). سنجه‌های^{۱۳} سیمای سرزمین در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی براساس نظریه تئوری اطلاعات ارائه شد (Apan et al., 2002). سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی لکه‌ها، کلاس‌ها یا موزایک‌های کل سیمای سرزمین می‌باشند. سنجه‌ها بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین است. این سنجه‌ها می‌توانند به‌عنوان اساس مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین یا شناخت تغییرات وضعیت سیمای سرزمین در طی زمان باشند. طبق اصل مدیریتی که می‌گوید: آنچه قابل کمی شدن نباشد، قابل مدیریت نیست، تلاش‌های زیادی در طی سال‌های اخیر به‌منظور توسعه روش‌ها و فرآیندهای مناسب برای کمی کردن انجام گرفته است. کمی کردن ساختار و تغییرات سیمای سرزمین در تمام زمینه‌ها جز برنامه‌های راهبردی هر کشوری به‌شمار می‌آید. اکوسیستم‌های طبیعی، دارای ویژگی‌های متفاوت و متمایزی نسبت به هم هستند و بر همین اساس تفاوت‌هایی بعضاً اساسی در عملکرد خود دارا می‌باشند (اباذری، ۱۳۸۶ و زارع چاهوکی، ۱۳۸۵). تحلیل خصوصیات مکانی و ساختاری لکه‌های تشکیل دهنده سیمای سرزمین در تفسیر و مدلسازی تغییرات مکانی-زمانی از موضوعات مهم روز می‌باشد (Farina, 1998 و Sudhira et al., 2004). این مطالعات با توسعه رشته‌هایی مانند: سنجش از دور، سیستم‌های

سیمای سرزمین^۱ به‌عنوان یک سرزمین ناهمگن^۲ شناخته می‌شود که از مجموعه اکوسیستم‌هایی با کنش‌های متقابل تشکیل شده است که به یک شکل مشابه تکرار می‌شوند و از دیدگاه انسانی سیمای سرزمین منطقه‌ای است با مقیاس گسترده که از چیدمانی^۳ از لکه‌ها^۴ یا زیستگاه‌ها با عناصر فیزیکی، بیولوژیکی و فرهنگی تشکیل شده است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲). ساختار سیمای سرزمین به ارتباط فضایی^۵ بین توزیع انرژی، مواد و گونه در ارتباط با اندازه، تعداد و شکل اکوسیستم‌ها مرتبط است و این ساختار در عملکرد اکوسیستم بسیار تأثیرگذار است (Forman & Godron, 1986). اغلب این سیمها تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته و چیدمان سیمای محیط، ترکیبی از لکه‌های طبیعی و مناطق تحت مدیریت انسانی است که در همه آنها اندازه، شکل و ترکیب متغیر است (شیرانی و کریمی، ۱۳۹۱). واحدهای سیمای سرزمین در نتیجه تغییرات مکانی و زمانی ایجاد شده، شکل می‌گیرند. تجزیه و تحلیل اجزای سیمای سرزمین یکی از موارد مهم و اساسی برای تحلیل الگوها و فرآیندهای بوم‌شناختی است. در بوم‌شناسی سیمای سرزمین داده‌های مکانی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند در ضمن اهمیت مقیاس داده‌ها نیز مورد توجه است.

بوم‌شناسی سیمای سرزمین^۶ یکی از جوان‌ترین شاخه‌های علم بوم‌شناسی^۷ می‌باشد. این علم پس از جنگ جهانی دوم در کشورهای اروپای مرکزی و شرقی شکل گرفت و در دهه اخیر به‌عنوان علمی منحصر به فرد، پویا، جامع و کامل گسترش پیدا کرده است و ریشه‌های آن را باید در علوم نظیر جغرافیا، گیاه‌شناسی، زمین‌شناسی و مدیریت زمین جستجو

⁸ - Corridor

⁹ - Matrix

¹⁰ - Edge

¹¹ - Ecoton

¹² - Landscape Unit

¹³ - Metric

¹ - Landscape

² - Heterogeneous

³ - Configuration

⁴ - Patch

⁵ - Spatial

⁶ - Landscape ecology

⁷ - Ecology

داد که می توان با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین و محیط GIS، الگوها و تغییرات سیمای سرزمین را تجزیه و تحلیل کرد.

از آنجا که پوشش گیاهی یکی از کارکردهای مهم اکوسیستم مرتع بوده و هدف مدیریت مرتع بهره‌برداری پایدار از این پوشش گیاهی است، لازم است دلیل شکل‌گیری آن مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات مکانی و زمانی آن نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. به نظر می‌رسد استفاده از شاخص‌های کمی بوم‌شناسی سیمای سرزمین بتواند در انتخاب واحد نمونه‌برداری و طبقه‌بندی پوشش گیاهی در گروه گونه‌های بوم‌شناسی در جهت ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی مفید باشد. از این رو تحقیق حاضر با هدف امکان‌سنجی ارزیابی تغییرات مکانی پوشش گیاهی با استفاده از سنج‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین در مراتع پشتکوه استان یزد انجام شد.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل مراتع پشتکوه بوده که در جنوب غربی استان یزد قرار دارد. این منطقه از ارتفاعات شیرکوه شروع شده و در جنوب به کویر چاه بیکی منتهی می‌شود. عرصه دارای مساحتی حدود ۱۷۰۰۰۰ هکتار است که در بین عرض‌های شمالی ۳۱° ۳۳' ۱۱" الی ۳۱° ۰۴' ۲۷" و طول‌های شرقی ۴۰° ۰۶' ۴۰" الی ۵۳° ۱۹' ۱۵" قرار گرفته است (زارع چاهوکی، ۱۳۸۵).

روش تحقیق

به منظور بررسی تأثیر الگوها و سنج‌های سیمای سرزمین بر پراکنش و تفکیک تیپ‌های گیاهی، ابزار مورد نیاز شامل تصاویر ماهواره‌ای، نقشه مدل رقومی ارتفاع، زمین‌شناسی و تیپ‌های گیاهی در مقیاس

اطلاعات جغرافیایی و بوم‌شناسی سیمای سرزمین بیشتر گسترش یافته است (Simova & Gdulova, 2012 و Sudhira et al., 2004). Gdulova و Simova (2012) وضعیت شاخص‌های سیمای سرزمین برای کمی‌سازی و نیز ارزیابی اثرات تغییر در مقیاس‌های مکانی بر روی این شاخص‌ها برای ارزیابی سیمای سرزمین را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شاخص‌های قابل تفسیر ساده با واکنش قابل پیش‌بینی به تغییرات در مقیاس مثل: تعداد لکه‌ها^۱، تراکم لکه^۲، تراکم حاشیه^۳، غنای لکه^۴ و اندازه متوسط لکه^۵، مهمترین شاخص‌ها برای ارزیابی ساختار سیمای سرزمین هستند. Sfougaris و همکاران (۲۰۱۴) با هدف شناسایی سنج‌های مناسب سیمای سرزمین به این نتیجه رسیدند که تراکم حاشیه و میانگین شاخص پیچ‌خوردگی لکه^۶ برای توصیف الگوهای سیمای سرزمین صرفنظر از مقیاس مناسب می‌باشد. میرزایی و همکاران (۱۳۹۲) به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی^۷ از سنج‌های 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. Herold و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی نقش سنج‌های فضایی سیمای سرزمین در تجزیه و تحلیل و مدلسازی تغییر کاربری اراضی پرداختند و از ترکیب سنجش از دور و سنج‌های فضایی به‌عنوان رویکردی نوین و مناسب در مدل‌سازی استفاده کردند. شیرانی و کریمی (۱۳۹۱) استفاده از سنجش از دور در مطالعات الگوهای سیمای سرزمین را بررسی کردند. آنها بیان کردند که با استفاده از تابع الحاقی^۸ تحلیل گر لکه^۹ بررسی روند تغییرات الگوی سیمای سرزمین و کمی‌کردن الگوهای سیمای سرزمین امکان‌پذیر می‌باشد. نتایج مطالعات آنها نشان

⁶ - Mean Patch Fractal Dimension

⁷ - Land use

⁸ - Extension

⁹ - Patch analyst

¹ - Number of patch

² - Patch density

³ - Edge density

⁴ - Patch richness

⁵ - Mean patch size

■ نتایج

در شکل (۱) نقشه واحدهای شکل زمین ارائه شده است. با توجه به این نقشه، منطقه شامل دشت، تپه‌ماهور و پلایاست. همچنین در شکل (۲) نقشه تپه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

تعیین مهمترین سنجه‌های سیمای سرزمین مؤثر در

تفکیک واحدهای شکل زمین

جدول (۱) مقادیر ویژه مربوط به واریانس مؤلفه‌ها و جدول (۲)، مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های سیمای سرزمین را برای نقشه واحدهای شکل زمین در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۱)، ۹۶ درصد تغییرات به مؤلفه اول بستگی دارد و در واقع بیشترین تغییرات را در بر دارد. همچنین، با توجه به جدول (۲) و اینکه بیشترین تغییرات به مؤلفه اول بستگی دارد، در نتیجه بیشترین همبستگی با این مؤلفه را سنجه تراکم حاشیه دارد و در واقع این سنجه سهم بیشتری برای تفکیک واحدهای شکل زمین در منطقه مورد مطالعه دارد.

تعیین مهمترین سنجه‌های سیمای سرزمین مؤثر در

تفکیک تپه‌های گیاهی

جدول (۳)، مقادیر ویژه مربوط به واریانس مؤلفه‌ها و جدول (۴)، مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های سیمای سرزمین مؤثر در تفکیک تپه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۳)، ۹۳ درصد تغییرات به سه مؤلفه اول بستگی دارد، بطوریکه مؤلفه اول ۴۳/۵۶ درصد، مؤلفه دوم ۲۷/۸۴ درصد و مؤلفه سوم ۲۱/۸۴ درصد تغییرات را در بردارد. همچنین با توجه به جدول (۴)، مؤلفه اول شامل تعداد لکه، تراکم حاشیه و اثر حاشیه است. مؤلفه دوم شامل شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه و میانگین شکل لکه است. مؤلفه سوم هم شامل نسبت

۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد. در ابتدا نقشه کاربری اراضی برای مشخص شدن نوع کاربری‌های منطقه با توجه به تصاویر ماهواره‌ای، *Google Earths* و کنترل میدانی تهیه شد. همچنین از نقشه تپه‌های گیاهی تهیه شده توسط زارع چاهوکی (۱۳۸۵) استفاده شد. سپس با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار *Google Earths* و با توجه به کاربری اراضی، نقشه طبقه‌بندی شده منطقه بر اساس واحدهای شکل زمین بدست آمد. نقشه واحدهای شکل زمین به این دلیل تهیه شد تا بتوان بین تفکیک تپه‌های گیاهی در نقشه پوشش گیاهی و نیز تفکیک واحدهای شکل زمین در منطقه مقایسه‌ای از نظر بهتر بودن تفکیک‌ها انجام داد. تمامی نقشه‌های بدست آمده مجدداً از نظر میزان دقت با استفاده از ابزار مختلفی نظیر داده‌های سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای و *Google Earths* بررسی شدند. بعد از انجام این مرحله سنجه‌های مورد نیاز برای نقشه‌های واحدهای تپه گیاهی و شکل زمین با استفاده از تابع الحاقی تحلیل گر لکه که روی نرم‌افزار *Arc GIS 9.3* نصب شد، بدست آمد.

سنجه‌های بدست آمده در این تحقیق شامل تعداد لکه، نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین^۱، تراکم حاشیه، میانگین اندازه لکه، شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه، میانگین شکل لکه، اثر حاشیه^۲ و شاخص تنوع شانون^۳ بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

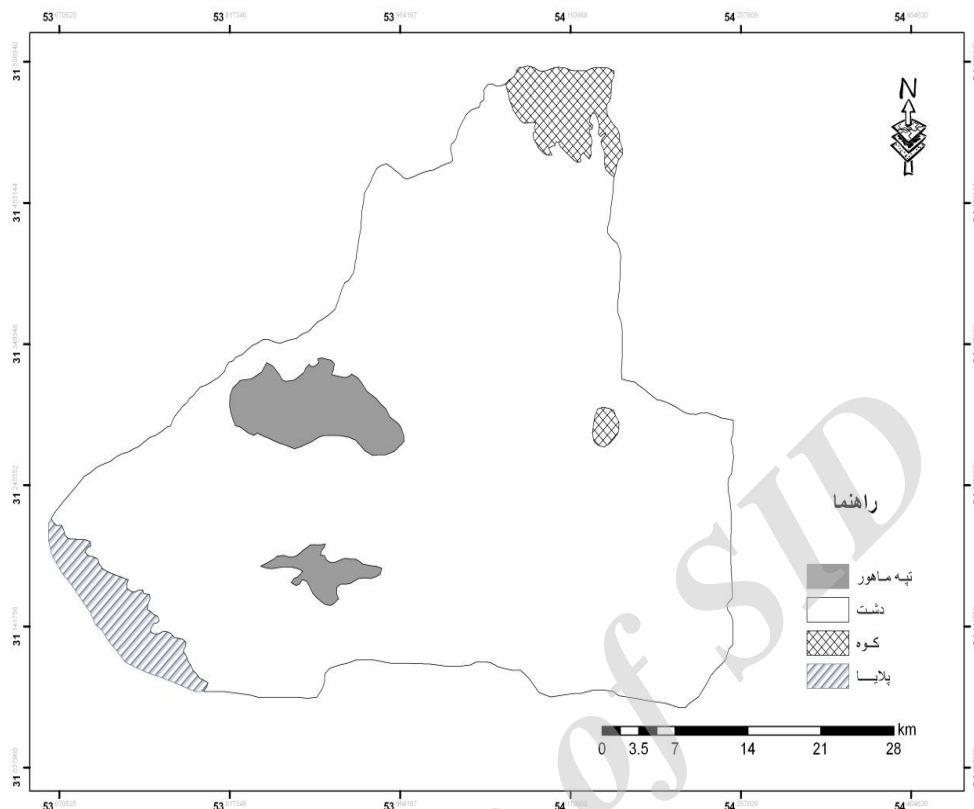
بعد از بدست آوردن سنجه‌های مورد نظر در هر یک از نقشه‌های تپه گیاهی و واحدهای شکل زمین، با انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار *PC-ORD5* مهمترین سنجه‌ها برای تفکیک تپه‌های گیاهی مشخص شد. در نهایت، با نرم‌افزار *SPSS17* و انجام آنالیز تشخیص، تابع تفکیک کننده واحدهای شکل زمین و تپه‌های گیاهی بر اساس سنجه‌های مورد بررسی بدست آمد.

³ - *Shanon diversity Index*

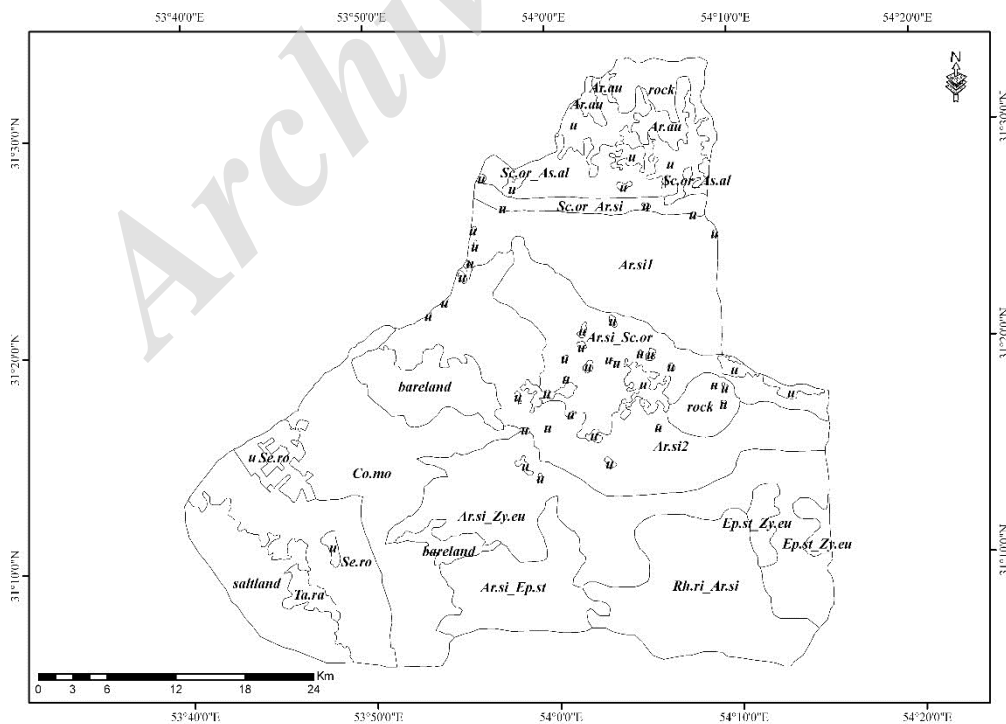
¹ - *Class area proportion*

² - *Total edge*

مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین و میانگین اندازه لکه است.



شکل ۱- نقشه واحدهای شکل زمین منطقه پشتکوه یزد



شکل ۲- نقشه تپهای گیاهی مراتع پشتکوه استان یزد

جدول ۱- مقادیر ویژه واریانس مؤلفه‌ها برای تعیین سنجه‌های مؤثر در تفکیک واحدهای شکل زمین

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	مقدار ویژه عسای شکسته
۱	۳۳۱/۶۵	۹۶/۶۶	۹۶/۶۶	۱۲۷/۰۸
۲	۱۰/۹۱	۳/۱۸	۹۹/۸۴	۷۸/۰۷
۳	۰/۵۲	۰/۱۵	۹۹/۹۹	۵۳/۵۶
۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۱۰۰	۳۷/۲۲
۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۰۰	۲۴/۹۷

جدول ۲- مقادیر بردار ویژه سنجه‌های مؤثر در تفکیک واحدهای شکل زمین

سنجه	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم
تعداد لکه	-۰/۱۱۰۰	-۰/۷۲۶۰	۰/۶۶۸۴	۰/۱۱۶۰	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۲۲
نسبت مساحت هر طبقه	-۰/۰۰۷۷	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۰۲	-۰/۰۵۷۱	۰/۱۲۳۳	-۰/۷۴۲۶
تراکم حاشیه	-۰/۹۶۴۴	۰/۱۹۸۵	۰/۰۵۸۸	-۰/۰۰۸۰	-۰/۱۶۳۹	-۰/۰۰۱۸
میانگین اندازه لکه	-۰/۰۰۷۷	۰/۰۱۴۱	-۰/۰۰۲۸	-۰/۰۷۴۰	۰/۱۱۴۱	-۰/۶۶۹۵
شاخص پیچ خوردگی شکل لکه	-۰/۰۸۵۳	-۰/۳۷۶۳	-۰/۲۶۷۳	-۰/۸۷۹۷	-۰/۰۱۲۶	-۰/۰۰۶۹
میانگین شکل لکه	-۰/۱۵۷۶	-۰/۵۳۸۹	-۰/۶۹۱۶	۰/۴۵۱۶	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۱۸
اثر حاشیه	-۰/۱۶۰۰	۰/۰۳۳۰	۰/۰۰۹۹	-۰/۰۰۱۲	۰/۹۷۱۹	۰/۰۱۵۲

جدول ۳- مقادیر ویژه واریانس مؤلفه‌ها برای تعیین سنجه‌های مؤثر در تفکیک واحدهای تپ گیاهی

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	مقدار ویژه عسای شکسته
۱	۳/۰۴	۴۳/۵۶	۴۳/۵۶	۲/۵۹
۲	۱/۹۴	۲۷/۸۴	۷۱/۴۱	۱/۵۹
۳	۱/۵۲	۲۱/۸۴	۹۳/۲۵	۱/۰۹
۴	۰/۴۳	۶/۱۶	۹۹/۴۲	۰/۷۶
۵	۰/۰۳	۰/۴۶	۹۹/۸۸	۰/۵۱
۶	۰/۰۰۸	۰/۱۱	۱۰۰	۰/۳۱

جدول ۴- مقادیر بردارهای ویژه سنجه‌های مؤثر در تفکیک واحدهای تپ گیاهی

سنجه	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم	مؤلفه ششم
تعداد لکه	-۰/۴۳۰۶	۰/۳۱۲۹	۰/۳۸۰۹	۰/۱۹۹۷	-۰/۰۹۵۸	-۰/۷۲۱۹
نسبت مساحت هر طبقه	-۰/۲۶۳۵	۰/۱۱۴۶	-۰/۶۵۵۹	-۰/۴۷۹۱	۰/۳۹۱۳	-۰/۳۲۳۰
تراکم حاشیه	-۰/۵۶۴۳	۰/۱۱۸۶	۰/۰۰۸۰	-۰/۰۱۶۳	-۰/۰۹۲۹	۰/۳۶۳۷
میانگین اندازه لکه	۰/۰۹۲۱	۰/۴۰۸۵	-۰/۵۱۷۸	۰/۷۴۳۸	۰/۰۲۷۳	۰/۰۵۰۸
شاخص پیچ خوردگی شکل لکه	-۰/۲۵۶۲	-۰/۶۰۰۳	۰/۰۹۳۷	۰/۴۰۵۵	۰/۶۳۲۴	-۰/۰۲۹۹
میانگین شکل لکه	-۰/۱۸۴۷	-۰/۵۷۷۸	-۰/۳۸۴۳	۰/۱۱۲۰	-۰/۶۴۸۸	-۰/۲۲۵۳
اثر حاشیه	-۰/۵۶۴۴	۰/۱۱۷۵	۰/۰۰۶۲	-۰/۰۱۱۸	-۰/۰۸۶۹	۰/۴۳۳۶

تابع تفکیک‌کننده واحدهای تیپ گیاهی و واحدهای شکل زمین

در این تحقیق برای تفکیک تیپ‌های گیاهی بر اساس سنجه‌های مورد بررسی، آنالیز تشخیص با روش گام به گام انجام شد. با توجه به جدول (۵) متغیرها در سه مرحله وارد آنالیز شدند. در مرحله اول متغیر تعداد لکه، در مرحله دوم متغیر تراکم حاشیه و در مرحله سوم متغیر پیچ‌خوردگی شکل لکه وارد آنالیز شدند.

جدول (۶)، ماتریس ساختار را نشان می‌دهد. ماتریس ساختار که آن را همبستگی ساختار نیز می‌گویند در تفسیر نتایج حاصل از آنالیز تشخیص مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقادیر ماتریس ساختار نشان‌دهنده میزان همبستگی خطی بین هر متغیر مستقل و تابع تشخیص

است. در ماتریس ساختار مشخص شد که توابع اول تا سوم بر اساس کدام متغیرها شکل گرفته‌اند. در این جدول همچنین میزان مفید بودن هر متغیر در تابع تشخیص تعیین می‌شود. متغیری که علامت ستاره در بالای آن گذارده شده است، در شکل‌گیری آن تابع نقش دارد و علامت مثبت و منفی متغیر، اثر مستقیم و معکوس آن را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۶) مشخص شد که سنجه‌های تعداد لکه (NP)، میانگین اندازه لکه (ED) و نسبت مساحت هر طبقه در سیمای سرزمین ($MPFD$) بیشترین سهم و بیشترین اهمیت را در تابع اول دارند. در جدول (۷)، ضرایب استاندارد نشده تابع‌ها ارائه شده است. با توجه به مقادیر ضرایب این جدول تابع تشخیص به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$F = 1/124 NP - 0/277 ED - 3/1844 MPFD - 1/160$$

جدول ۵- متغیرهای وارد شده به تابع تشخیص

مرحله	سنجه‌های وارد شده	لامبدای ویلکس			مقدار تابع		
		درجه ۱	درجه ۲	درجه ۳	درجه ۱	درجه ۲	سطح معنی‌داری
۱	تعداد لکه	۱	۵	۱۵	۱۰۶۸/۴۵۹	۵	۰/۰۰۰
۲	تراکم حاشیه	۲	۵	۱۵	۲۱۱/۲۰۲	۱۰	۰/۰۰۰
۳	شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه	۳	۵	۱۵			

جدول ۶- ماتریس ساختار

سنجه	۱	۲	۳
تعداد لکه	۰/۹۹۲*	۰/۱۱۹	۰/۰۳۶
میانگین اندازه لکه	-۰/۳۵۶*	-۰/۲۲۶	۰/۰۹۴
نسبت مساحت هر طبقه	-۰/۲۶۳*	-۰/۲۴۴	۰/۲۰۳
میانگین شکل لکه	-۰/۳۰۱	۰/۵۶۵*	۰/۵۵۳
شاخص پیچ‌خوردگی شکل لکه	۰/۰۱۱	۰/۰۸۴	۰/۹۹۶*
تراکم حاشیه	-۰/۰۲۸	۰/۴۹۲	-۰/۱۷۰*
اثر حاشیه	-۰/۱۸۵	۰/۰۹۹	۰/۵۸۸*

جدول ۷- ماتریس ساختار

تابع			
۳	۲	۱	سنجه
-۰/۰۱۲	۰/۰۷۷	۱/۷۲۴	تعداد لکه
۰/۱۹۳	۲/۲۴۸	-۰/۲۷۷	تراکم حاشیه
۱۵/۵۷۳	۲۷/۳۰۶	-۳/۸۴۴	شاخص پیچ خوردگی شکل لکه
-۱۸/۶۹۳	-۳۵/۵۲۸	-۱/۱۶۰	مقدار ثابت

■ بحث و نتیجه‌گیری

اول با در بر داشتن ۸۵/۵ درصد از تغییرات، تابع بهتری بود. همچنین سنجه‌های تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص پیچ خوردگی شکل لکه در سه مرحله وارد این تابع شدند. نتایج نشان داد که این سه سنجه می‌توانند تیپ‌های گیاهی و واحدهای شکل زمین را از یکدیگر تفکیک کنند.

میرزایی و همکاران (۱۳۹۲) به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییر در خصوصیات مکانی منطقه در کارکرد بوم‌شناختی منطقه تاثیرگذار است و باید در برنامه‌ریزی سیمای سرزمین مورد توجه قرار گیرد، که با نتایج این تحقیق از این نظر که تغییر در خصوصیات پوشش گیاهی نظیر تعداد لکه‌های تیپ گیاهی و اشکال ساده و یکنواخت آنها در منطقه مورد مطالعه می‌تواند بر روی میزان دقت تابع تفکیک کننده و نیز مقدار واریانس مؤلفه‌ها در تعیین سنجه‌های مهم در تفکیک تیپ‌های گیاهی مؤثر باشد و باید در مدیریت پوشش گیاهی و انتخاب واحد نمونه‌برداری مورد توجه قرار گیرد، مطابقت نشان داد.

نتایج این تحقیق نشان داد که از بین سنجه‌های سیمای سرزمین برای تفکیک تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه، سنجه‌های تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص پیچ خوردگی شکل لکه می‌توانند تاثیرگذار باشند که با توجه به تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، امکان تفکیک تیپ‌های گیاهی از یکدیگر را فراهم کردند.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان گفت که سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی ساختار سیمای سرزمین و بطور ویژه بررسی مکانی الگوهای سیمای

در این تحقیق کارآیی سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین در تفکیک واحدهای تیپ گیاهی و شکل زمین با استفاده از تابع الحاقی تحلیل‌گر لکه بررسی شد. نتایج نشان داد که سنجه تراکم حاشیه نسبت به سایر سنجه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است و می‌تواند بین واحدهای شکل زمین تمایز ایجاد کند. همچنین در تفکیک واحدهای پوشش گیاهی تمام سنجه‌های سیمای سرزمین به یک میزان اهمیت دارند و نمی‌توان از بین آنها یک یا چند سنجه را به‌عنوان سنجه مهمتر برگزید و نسبت به تفکیک واحدهای شکل زمین در نقشه واحدهای شکل زمین قدرت تفکیک‌کنندگی کمتری داشتند. *Simova* و *Gdulova* (2012) وضعیت شاخص‌های سیمای سرزمین را برای ارزیابی و کمی‌سازی سیمای سرزمین بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سنجه‌های تعداد لکه و تراکم حاشیه، مهمترین سنجه‌ها برای ارزیابی ساختار سیمای سرزمین هستند که با نتایج این تحقیق از این نظر که سنجه تراکم حاشیه برای تفکیک واحدهای شکل زمین سنجه مهمی است، مطابقت نشان داد.

علاوه بر این، *Sfougaris* و همکاران (۲۰۱۴) با هدف شناسایی سنجه‌های مهم سیمای سرزمین به این نتیجه رسیدند که سنجه‌های تراکم حاشیه و شاخص پیچ خوردگی شکل لکه صرفنظر از مقیاس برای توصیف الگوهای سیمای سرزمین مناسب است که با نتایج این تحقیق در تعیین مهمترین سنجه‌ها برای تفکیک واحدهای شکل زمین مطابقت نشان داد.

با انجام آنالیز تشخیص برای تفکیک و تمایز واحدهای شکل زمین و تیپ‌های گیاهی از یکدیگر توسط سنجه‌های سیمای سرزمین، سه تابع مشخص شد که از بین آنها تابع

زمین می‌شوند می‌توانند در انتخاب و تفکیک واحدهای نمونه برداری موثر باشند. همچنین بطور کلی با توجه به نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی و آنالیز تشخیص و اهمیت سنجه‌ها و میزان دقت آنها در تفکیک واحدهای شکل زمین و پوشش گیاهی مشخص شد که سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توانند در مناطق دشتی در تفکیک تیپ‌های گیاهی مفید باشند. همچنین می‌توان گفت که در مناطق کوهستانی با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه با دقت بیشتری نسبت به مناطق دشتی می‌توان از سنجه‌های سیمای سرزمین برای ارزیابی پوشش گیاهی و تفکیک تیپ‌های گیاهی استفاده کرد.

با توجه به اینکه در این تحقیق اهمیت نقش سنجه‌های سیمای سرزمین و کمی‌سازی آنها در بررسی تغییرات شکل زمین و پوشش گیاهی مشخص شد پیشنهاد می‌شود که سنجه‌های سیمای سرزمین از نظر انتخاب واحد نمونه برداری و تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه در مناطق کوهستانی تغییرات پوشش گیاهی و تغییر در سنجه‌ها تابع تغییرات توپوگرافی است، پیشنهاد می‌شود که در این مناطق هم کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین و کارایی آنها تفکیک تیپ‌های گیاهی مورد بررسی قرار گیرد.

سرزمین نقش اساسی دارند، در این مورد نقش ابزارهایی چون سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی هم بسیار مهم است. نتایج حاصل از کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین و همچنین نتایج حاصل از دو روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی و آنالیز تشخیص در بررسی پوشش گیاهی و تفکیک آنها از یکدیگر نشان داد که این سنجه‌ها در سطح کلاس (طبقه) می‌توانند در تفکیک تیپ‌های گیاهی موثر باشند. از آنجا که تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک از یک رویشگاه به رویشگاه دیگر واضح و شدید است در نتیجه سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توانند به خوبی بین آنها تفکیک ایجاد کنند و این موضوع از نظر انتخاب واحد نمونه برداری در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک و بررسی روش‌های مدیریتی مختلف و همچنین پایش و ارزیابی پوشش گیاهی از نظر تغییرات ایجاد شده در آنها و بررسی روند تغییرات بسیار حائز اهمیت است. واحدی که از نظر شرایط ارتفاع، شیب و جهت یکسان باشد، پوشش گیاهی یکسانی هم خواهد داشت و واحد همگن بوم‌شناسی نامیده می‌شود و از آنجا که تغییرات پوشش گیاهی و بررسی آنها در واحدهای همگن بوم‌شناسی صورت می‌گیرد، اگر اساس انتخاب واحد نمونه برداری را شکل در نظر بگیرند، از این نظر سنجه‌ها که باعث تفکیک شکل

■ منابع

۱. ابادری، د. (۱۳۸۶). بررسی روند رویش قطری و ارتفاعی راش در جنگل‌های کلاردشت. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۴): ۳۲۰-۳۲۸.
۲. زارع چاهوکی، م. ع. (۱۳۸۵). مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی مراتع خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: مراتع پشتکوه استان یزد). رساله دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۸۰ صفحه.
۳. شیرانی، ن. و کریمی، س. (۱۳۹۱). استفاده از GIS در مطالعات الگوهای سیمای سرزمین شهری. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و محیط زیست، تهران. دانشگاه تهران.
۴. میرزایی، م.، ریاحی بختیاری، ع.، ماهینی، ع. س. و غلامعلی فرد، م. (۱۳۹۲). بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۸۹. مجله اکولوژی کاربردی، ۲(۴): ۳۷-۵۴.
5. Amsalu, A., Stroosnijder, L., & Graaff J. (2006). Long- term dynamics in land resource use and the driving forces in the Beressa watershed, highlands of Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, 83, 448-459.
6. Apan, A.A., Raine S.R., & Paterson, M.S. (2002). Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley catchment, Queensland, Australia. *Journal of Landscape and*

Urban Planning, 59: 43-57.

7. Farina, A. (1998). *Principles and Methods in Landscape Ecology*, London Chapman and Hall.
8. Forman, R.T.T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.
9. Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K.C. (2005). *The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change*. *Journal of Computers, Environmental and urban systems*, 29, 369-399.
10. Herzog F., Lausch, A., Muller, E., Thulke, H.H., Steinhardt, U., & Lehmann, S. (2001). *Landscape Metrics for Assessment of Landscape Destruction and Rehabilitation*, *Journal of Environmental Management*, 27(1), 91-107.
11. Matsushita B., Xu M., & Fukushima, T. (2006). *Characterizing Changes in Landscape Structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset*. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 78, 241-250.
12. Peng J., Wang, Y., Zhang, Y., Wu, J., Li, W., & Li, Y. (2010). *Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns*. *Journal of Ecological Indicators*, 10, 217-223.
13. Sfougaris, A.L., Sofia G.P., & Loannis, P.I. (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.
14. Simova P. & Gdulova, K. (2012). *Landscape indices behavior: A review of scale effects*. *Journal of Applied Geography*, 34, 385-394.
15. Sudhira, H. S., Ramachandra, T.V., & Jagadish, K.S. (2004). *Urban sprawl: metric, dynamics and modeling using GIS*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
16. Wegener, M. (1994). *Operational Urban Models: State of the Art*. *Journal of the American Planning Association*, 6(1), 3-17.

Archive of SID

Evaluation of spatial variability of the vegetation cover in arid and semiarid areas using measures of landscape ecology (Case study: Poshtkooh rangelands of Yazd)

M.A. Zare Chahouki¹, N. Taheri Mohammad Abadi², H. Azarnivand¹

1. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
 2. M.Sc. Degree of Rangeland Management, University of Tehran
- * Corresponding Author, Email: mazare@ut.ac.ir

Received date: 22/10/2015

Accepted date: 26/07/2016

Abstract

Landscape ecology is one of the youngest branches of ecology science, and especially deals on the study of landscape composition, structure and function. Landscape elements are such as patches, corridors, matrix along the border and ecotons. Landscape metrics are algorithms for quantifying the spatial characteristics of patches, classes or entire landscape mosaics, and the best way to compare different landscape requirements. Due to this, the aim of this study was to quantify landscape patterns and the possibility of breakdown of plant communities using landscape metrics. Metrics that were used in this study the number of patch, class area proportion in the landscape, mean patch size, edge density, mean shape index, mean patch fractal dimension and total edge in the class level and Shannon diversity index in the landscape level. Metrics listed for vegetation map and morphology units were calculated using the patch analyst extension for Poshtkooh rangelands of Yazd. Then, using the principal component analysis were determined the important metrics for the separation of plant communities. The results of the principal component analysis for the separation of class in morphology units map showed that edge density metric have the greatest impact but in the vegetation map landscape metrics, were equally important and more importance metric could not be determined and compared to separation the units of land shape in the morphology units map were less separation. Finally, with using of discriminate analysis, was determined the differentiation function and metrics that create separation between the plant communities and land classes. Discriminate analysis showed that the number of patch metric, edge density and mean patch fractal dimension can be separated plant communities and classes in the map, units are less resolution.

Keywords: Landscape Ecology, Vegetation Types, Land fForm, Poshtkooh Rangelands of Yazd