

محیط شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۶۰، زمستان ۹۰، صفحه ۷۹-۸۸

بررسی کمی کردن سنج‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)

آرش کرمی^{۱*}، جهانگیر فقهی^۲

۱- کارشناسی ارشد جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

jfeghi@ut.ac.ir

۲- دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳۰

چکیده

امروزه گسترش جوامع انسانی و تسلط بیشتر بر محیط زیست، سبب شده تا تغییرات محیطی سریع‌تر و گسترده‌تر از قبل به وقوع بپیوندد. بنابراین داشتن اطلاعات لازم در مورد این تغییرات برای مدیریت و برقراری نظم طبیعی پایدار اکوسیستم‌ها ضروری است، سنج‌های سیمای سرزمین ابزارهای کمی‌ساز وضعیت سیمای سرزمین هستند، که تنوع و گوناگونی آنها موجب کاربرد وسیع آنها در برنامه‌ریزی‌های مرتبط با مطالعات زمین شده است. این سنج‌ها قادرند در مدت زمان کوتاهی اطلاعات زیادی در مورد ساختار و تغییرات اجزای تشکیل‌دهنده سیمای سرزمین به ما بدهند. در این تحقیق از سنج‌های توزیع مکانی و ترکیب‌بندی لکه‌ها در سطح کلاس و سیمای سرزمین استفاده شد. این تحقیق با توجه به اهداف آن برای بررسی ساختار اولیه سیمای سرزمین و روند تغییرات آن در آینده و همچنین اهمیت ناحیه روبشی زاگرس، در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هرچه درصد و تراکم مناطق مسکونی در منطقه بیشتر باشد: (۱) تراکم لکه افزایش می‌یابد، (۲) سنج شکل لکه‌ها افزایش می‌یابد. (۳) اندازه لکه کاهش می‌یابد. (۴) اتصال و پیوستگی سیمای سرزمین هم کاهش می‌یابد. همچنین سنج درصد پوشش اراضی نشان داد که بیشترین درصد کاربری‌ها به ترتیب مربوط به کاربری‌های جنگلی، مرتعی و کشاورزی است. نتایج سنج‌های توزیع و پراکنش مکانی، الگوی پراکنش لکه‌ها را در این استان کپه‌ای نشان می‌دهد. همچنین شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون، فراوانی و تنوع بالای انواع کاربری‌ها را برای این استان نشان می‌دهند.

کلید واژه

اکولوژی سیمای سرزمین، کاربری اراضی، تجزیه و تحلیل مکانی، FRAGSTATS، سنج‌ها

سر آغاز

است (Sudhira, Ramachandra, Jagadish, Wegener, 1994) عدم توجه به ملاحظات و نگرش‌های محیطی در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی سرزمین و ساده‌سازی الگوهای طبیعت در نهایت آسیب‌های جدی به سامانه‌های طبیعی‌شان وارد می‌کند. Amsalu و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی مسئله تغییرات کاربری اراضی در حوضه‌های آبخیز در ارتفاعات اتیوپی پرداختند و کاهش سطح طبیعی رستنی‌ها را ناشی از تبدیل اراضی به کشاورزی با تغییر سیاست‌های اقتصادی اجتماعی می‌دانند که در طول یک دوره ۴۰ ساله به بررسی پرداختند. نتیجه طرح حاکی از کاهش سطح جنگل و تبدیل آن به اراضی کشاورزی بود. طبق اصل مدیریتی که می‌گوید "آنچه قابل کمی شدن نباشد، قابل مدیریت نیست" تلاش‌های زیادی طی سالهای اخیر به منظور توسعه روشها و فرایندهای مناسب برای کمی کردن انجام گرفته است. کمی کردن

سیمای سرزمین و کاربری‌های مناطق مختلف به واسطه رشد شهرنشینی و افزایش جمعیت، سرعت در حال تغییرند. این پدیده پیامدهای اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی متعددی را در پی دارد. گسترش شهرنشینی و کاربری‌های انسان‌ساخت در طبیعت موجب تغییرات زیر بنایی در ساختار و کارکرد اکولوژیکی سیمای سرزمین و تغییر تدریجی ساختار مکانی و الگوی سیمای سرزمین می‌شود. (Forman, Godron, 1986) تحلیل خصوصیات مکانی و ساختاری لکه‌های تشکیل دهنده سیمای سرزمین در تفسیر و مدل‌سازی تغییرات مکانی-زمانی از موضوعات مهم روز است. (Herzog, Lausch., 2001, Wegener, 1994). این مطالعات با توسعه رشته‌هایی مانند سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و اکولوژی سیمای سرزمین بیشتر گسترش یافته

اکولوژی است به منظور حفاظت از کاربری‌های پایدار سرزمین و کاهش ناپایداری آنها مورد بررسی قرار گیرد، تا از تخریب و ساده شدن (تکه تکه شدن) این الگوهای پیچیده طبیعی جلوگیری شود.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

با توجه به اهمیت اقتصادی - اجتماعی ناحیه رویشی زاگرس و خصوصاً جنگل‌های منطقه و گسترش زیاد این اکوسیستم‌ها در نوار غربی کشور، همراه با وابستگی زندگی و معیشت مردم منطقه به این اکوسیستم‌ها، لازم بود برای شناخت بیشتر منطقه و مقایسه کاربری‌های مختلف آن، این تحقیق در این منطقه صورت گیرد. این مطالعه در استان کهگیلویه و بویراحمد در جنوب زاگرس انجام گرفت، استان کهگیلویه و بویراحمد با مساحت ۱۶۲۶۴ کیلومتر مربع و حدود ۱٪ از مساحت کشور در جنوب زاگرس و در جنوب غرب ایران و در موقعیت جغرافیایی بین مدارهای ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۱ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و نصف النهارهای ۴۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی قرار دارد. کهگیلویه و بویراحمد از شمال با چهارمحال بختیاری، از شمال شرق با استان اصفهان، از شرق با استان فارس، از غرب با استان خوزستان و از جنوب با استان بوشهر همجوار است. این استان یکی از استان‌های زیبای کشور است که به سرزمین چهار فصل شهرت یافته است. پوشش گیاهی استان به دلیل نوع آب و هوای گرمسیری و سردسیری متنوع است. به علت آب فراوان، پوشش گیاهی نسبتاً انبوه، متراکم و جنگلی دارد. در شکل شماره (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به ایران و ناحیه رویشی زاگرس مشخص شده است.

روش تحقیق

در این تحقیق به عنوان داده‌های پایه از نقشه‌های کاربری اراضی که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در سال ۱۳۸۸ برای کل استان‌های ایران به تفکیک تهیه شده استفاده شد. نقشه کاربری اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد که در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده است بستر این مطالعه را تشکیل می‌دهد. شایان ذکر است که این نقشه بر اساس اهداف تحقیق دوباره طبقه‌بندی شده و در شش طبقه جنگل، مرتع، اراضی کشاورزی، اراضی بدون پوشش و لخت، مناطق مسکونی و سطوح آبی بر اساس جدول شماره (۱) مرتب شد. به منظور بررسی ساختار مکانی و تجزیه و تحلیل فضایی سنجه‌های مختلف لکه‌های کاربری اراضی از نرم افزار Fragstats برای کمی کردن سنجه‌ها استفاده شد. قبل از

ساختار و تغییرات سیمای سرزمین در تمام زمینه‌ها جزء برنامه‌های راهبردی هر کشوری به شمار می‌آید. اکوسیستم‌های طبیعی، دارای ویژگی‌های متفاوت و متمایزی نسبت به هم هستند و بر همین اساس گاهی تفاوت‌هایی اساسی در عملکرد خود دارند (دلفان‌اباذری، ۱۳۸۶).

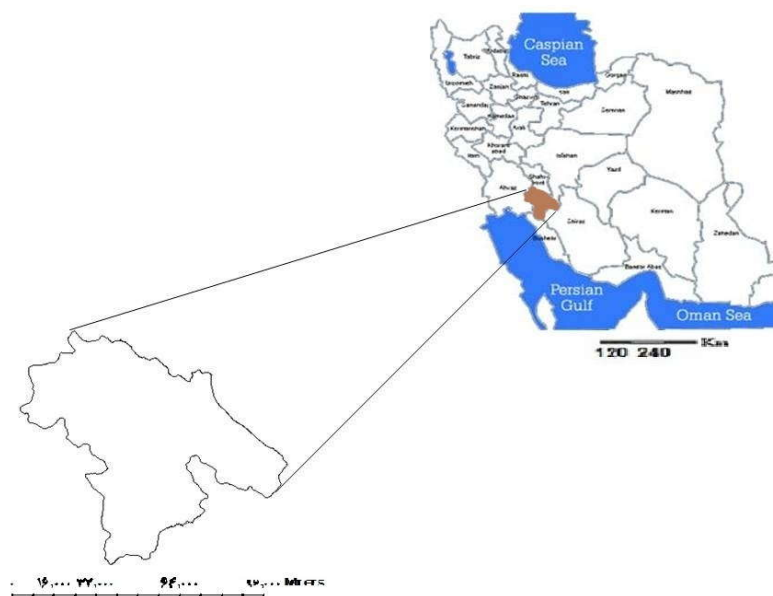
سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی لکه‌ها، کلاس‌ها، یا موزایک‌های کل سیمای سرزمین هستند. سنجه‌ها بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین‌های مختلف است. سنجه‌های سیمای سرزمین به شاخص‌های توسعه یافته برای یافتن الگوی نقشه‌های طبقه‌بندی شده هستند (McGarigal, Cushman, and Neel, Ene, 2002). این سنجه‌ها می‌توانند به عنوان اساس مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین، یا شناخت تغییرات وضعیت سیمای سرزمین در طی زمان باشند. سنجه‌ها ابزار مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین هستند (Botequila Leitao, Jozeph, and Ahern, 2006).

مطالعه ساختار سیمای سرزمین بر اساس اصول اکولوژی و سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان اجزای تشکیل دهنده آن ابزاری مناسب برای نقشه‌سازی و کمی کردن خصوصیات مکانی هر کاربری محسوب می‌شوند.

اصول اکولوژی سیمای سرزمین می‌تواند به عنوان رهیافتی همه‌جانبه‌نگر در طراحی سیمای سرزمین استفاده شود. این رهیافت نه فقط مباحث اکولوژیک و زیستی را در طراحی سیمای سرزمین مطرح می‌کند بلکه به مباحث اقتصادی و جامعه‌شناسی نیز می‌پردازد و می‌تواند در طراحی سیماهایی که از نظر زیست محیطی پایدارتر و از لحاظ زیبایی‌شناختی و فرهنگی مناسب‌ترند، کمک کند. اصول اکولوژی سیمای سرزمین می‌تواند انواع سیمای سرزمین را ارزیابی کند و راهبرد مدیریتی مناسب‌تری ارائه دهد (Makhzoumi, 2000). روشهای مختلفی برای کمی کردن این سنجه‌ها وجود دارد ولی روش تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین در مقایسه با دیگر روشها به منظور تفسیر ساختار مکانی لکه‌ها در مقیاس‌های مختلف و در زمان‌های مختلف از اهمیت بیشتری برخوردار است. موضوع کمی کردن الگوی پراکنش لکه‌های کاربری و تجزیه و تحلیل‌های مکانی مربوط به آن برای درک تغییر و تحولات سیمای سرزمین در آینده می‌تواند خیلی راهگشا باشد. بر همین اساس در این مقاله سعی شده است، تا کارکرد این علم که از جوان‌ترین شاخه‌های علم

ندارد و برای تجزیه و تحلیل الگوی مکانی و سنجه‌های مختلف لکه‌های تشکیل‌دهنده سیمای سرزمین در محیط‌های ناهمگن و شرایط متفاوت مناسب است، همچنین سنجه‌های محاسبه شده را براساس هکتار یا متر بیان می‌کند. لازم به توضیح است که در این بخش باید به صورت خیلی خلاصه چگونگی ورود نقشه‌ها به نرم‌افزار Fragstats توضیح داده شود. برای ورود نقشه‌های آماده شده (رستری) به نرم‌افزار Fragstats ابتدا بر روی نرم‌افزار مربوط دو بار کلیک کرده تا صفحه اصلی نمایان شود، در مرحله بعد با کلیک بر روی گزینه Fragstats از منوی اصلی نرم‌افزار و انتخاب *Set Run parameres* و تیک زدن نوع فرمت نقشه ورودی که در این تحقیق رستری انتخاب شد، نقشه مورد نظر را فرا خوانده شد و در مراحل بعدی با انتخاب هر یک از گزینه‌های مربوط به آنالیزهای آماری، نقشه کاربری اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به ازای هر ورودی در نرم‌افزار Fragstats، ۳ فایل خروجی ایجاد می‌شود. فایل *Class Patch* و *Land* تمامی فایل‌ها به صورت فایل متنی و قابل مشاهده است. این ابزار برای تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی خصوصاً در مدل‌سازی زیستگاه، حفاظت حیات وحش و مدیریت جنگل کاربرد دارد. سنجه‌های سیمای سرزمین در تحقیق حاضر به صورت زیر تعریف می‌شوند:

انجام تجزیه و تحلیل سیمای سرزمین، بایستی داده‌ها آماده‌سازی شوند، در این مطالعه قبل از ورود داده‌ها به نرم‌افزار Fragstats عملیات مورد نیاز آماده‌سازی داده، در محیط نرم‌افزار Idrisi با توجه به کیفیت رستری بودن داده‌ها بر روی نقشه‌های کاربری اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت. همان‌طور که گفته شد نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان وکتوری (بردارای) بوده و در این تحقیق به دلیل حساسیت و دقت آنالیز بر روی نقشه مذکور و در نهایت استخراج داده‌ها و ارقام آماری دقیق از آن، ابتدا عملیات تبدیل به رستر بر روی نقشه کاربری اراضی انجام شد و در نهایت نقشه رستری کاربری اراضی وارد عملیات تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شد، لازم به ذکر است که نقشه‌های رستر بخاطر دقت در نشان دادن جزئیات بیشتر نقشه، به خصوص در محل تفکیک مرز دو کاربری و غیره از دقت زیادی در مطالعات آنالیزهای فضایی-مکانی دارند. در این راستا همچنین طبقه‌بندی نقشه‌های سازمان براساس نوع کاربری‌های مورد نظر در این تحقیق، دوباره انجام گرفت. برای نمونه در مورد نوع کاربری اراضی مربوط به جنگل که نقشه‌های سازمان دارای طبقه‌بندی‌های جنگل درجه ۱، ۲ و ۳ بود، به صورت طبقه‌ای مجزا در هم ادغام شدند. Fragstats عنوان برنامه‌ای است که برای کمی‌کردن ساختار و الگوی سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای سرزمین است. این برنامه محدودیتی در مقیاس (پهنه یا بزرگنمایی)



شکل شماره (۱): منطقه مورد مطالعه

جدول شماره (۱): طبقه بندی نهایی نقشه کاربری اراضی

توضیحات	حرف اختصاری	طبقه بندی انواع لکه
انواع جنگل، درجه ۱،۲،۳	F	جنگل
انواع مراتع درجه ۱،۲،۳	R	مرتع
اراضی کشاورزی اراضی آیش باغها و تاکستانها	DF و IF	اراضی کشاورزی
اراضی شور بیرون زدگی های لخت	BL	اراضی بدون پوشش و لخت
مناطق مسکونی تاسیسات صنایع مناطق در حال ساخت و ساز مراکز خدماتی (بیمارستان و...) مناطق تاریخی فرهنگی	URB	مناطق مسکونی
سطوح آبی، بستر رودخانه، نيزار	L	سطوح آبی

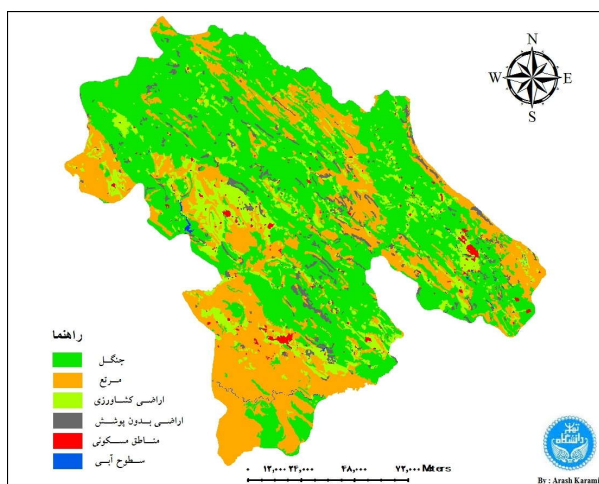
جدول شماره (۲): سنجه های مورد استفاده در این مطالعه

محدوده تغییرات	واحد	علامت اختصاری	سنجه های سیمای سرزمین
NP>0	واحد ندارد	NP	تعداد لکه ها
0<PLAND<100	درصد (%)	PLAND	درصد پوشش هر کلاس
PD>0	متر در ۱۰۰ هکتار	PD	تراکم لکه
ED>0	متر در هکتار	ED	تراکم حاشیه
SHDI≥1	واحد ندارد	SHDI	سنجه تنوع شانون
0 ≤ SIDI ≤ 1	واحد ندارد	SIDI	شاخص تنوع سیمپسون
0<LPI<100	درصد	LPI	سنجه بزرگترین لکه
LSI≥1	واحد ندارد	LSI	سنجه شکل سیمای سرزمین
MNN>0	متر	MNN	میانگین فواصل نزدیک ترین همسایه
NNSD>0	متر	NNSD	انحراف معیار فواصل نزدیک ترین همسایه
TE ≥ 0	متر	TE	کل حاشیه
0 ≤ SHEI ≤ 1	واحد ندارد	SHEI	شاخص یکنواختی سیمپسون
0 ≤ SIEI ≤ 1	واحد ندارد	SIEI	شاخص یکنواختی سیمپسون
CA > 0	هکتار	CA	مساحت هر طبقه کاربری

اکولوژیکی آن بسرعت در حال رشد است (Gulink, (Mugica, De Lucio, and Atauri, 2001, الگوی مکانی یعنی نشان دادن خصوصیات مکانی تک تک لکه ها. موقعیت مکانی لکه ها نسبت به هم به روشنی قابل نشان دادن نیست (McGarigal, Cushman, and Neel, Ene, 2002). روشهای کمی کردن الگو که فرایندهای اکولوژیک و الگوهای مکانی را در مقیاس های وسیع زمانی و مکانی به هم پیوند می دهد در مطالعات اکولوژیکی و همچنین در حل مسائل کاربردی زیست محیطی استفاده می شود (Turner, and Gardner, 1994) به همین دلیل روشهایی برای کمی کردن الگو

طبق اصل مدیریتی که می گوید "آنچه قابل کمی شدن نباشد، قابل مدیریت نیست" تلاش های زیادی طی سالهای اخیر به منظور توسعه روشها و فرایندهای مناسب در کمی کردن الگوی سیمای سرزمین انجام شده است. موضوع کمی کردن ناهمگنی مکانی سیمای سرزمین مدت زمان طولانی است که به عنوان موضوعی در اکولوژی مطرح است (Patil, Pielou, and Waters, 1971). تلاش ها برای توسعه روشهایی برای کمی کردن ناهمگنی مکانی سیمای سرزمین ها از خیلی پیش آغاز شده است و تقاضا برای اندازه گیری و پایش الگوهای سیمای سرزمین و فرایندهای

کهگیلویه و بویراحمد، تقریباً در سرتاسر این استان پراکنش دارند. با توجه به شکل شماره (۲) به‌طور کلی لکه‌های با کاربری جنگلی پراکنش بهتری در سطح استان دارند و از تعداد لکه‌های بیشتری تشکیل شده‌اند.



شکل شماره (۲): نقشه کاربری اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد

تجزیه و تحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس

تجزیه و تحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس با محاسبه سنجه‌های درصد کاربری اراضی، تراکم لکه، میانگین اندازه لکه، بزرگترین اندازه لکه، سنجه شکل سیمای سرزمین و میانگین شکل لکه انجام گرفت. همان‌طور که در جدول شماره (۳) ملاحظه می‌شود، تراکم لکه کاربری‌های جنگلی، مرتعی، و اراضی بدون پوشش به ترتیب در مراحل بعدی قرار می‌گیرند.

با توجه به این نمودار و مساحت زیاد کاربری‌های جنگلی در این استان نسبت به کاربری کشاورزی، مشاهده می‌شود که به دلیل بیشتر بودن لکه‌های با کاربری کشاورزی نسبت به کاربری جنگلی، این مقدار برای این کاربری بیشتر از کاربری جنگلی است. همان‌طور که گفته شد نتایج حاصل از سنجه تعداد لکه بیشترین تعداد لکه‌ها را برای کاربری‌های کشاورزی و جنگلی نشان می‌دهد و دیگر کاربری‌ها در مراحل بعدی قرار دارند، در این جدول، تعداد لکه شهری (مناطق مسکونی) نسبت به سطح استان مشاهده می‌شود که این موضوع با توجه به مساحت کم استان می‌تواند آثار جامعه و ارتباط بیشتر آنها با طبیعت را نشان دهد.

و کشف این ارتباطات مورد نیاز است. مثال‌های عملی زیادی وجود دارد که در آنها شناخت الگو و کمیت آن اهمیت زیادی دارد. به‌طور مثال برای درک و شناخت تغییر سیمای سرزمین در طول زمان، کمی کردن سیمای سرزمین لازم است، یا اینکه برای مقایسه دو یا تعداد بیشتری سیمای سرزمین مختلف و برای مشخص کردن شباهت‌ها و عدم شباهت بین آنها می‌توان از این روش استفاده کرد. سومین مورد ضرورت کمی کردن، انتخاب مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت زمین است.

در نهایت این که جنبه‌های متفاوت الگوی مکانی سیمای سرزمین برای بررسی فرایندهایی نظیر جابه‌جایی الگوهای موجودات زنده و توزیع مواد مغذی یا پراکنش طبیعی اهمیت دارد. کمی کردن الگوی سیمای سرزمین نقش مهمی در فهم اساس سیمای سرزمین و تغییرات ممکن در آینده دارد.

این ابزار شاخص‌ها و راهبردهای مهم برای پایش و مدل‌سازی بسیاری از جنبه‌های تغییر محیط زیست فراهم می‌کند (Green, 1993). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تهیه اطلاعات لازم و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در تجزیه و تحلیل‌های سیمای سرزمین استفاده می‌شود.

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ArcGIS توانایی ذخیره، تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی داده‌ها را دارند. بسیاری از اکولوژیست‌ها داده‌های سیمای سرزمین را برای مدیریت و نمایش بهتر در ArcGIS ذخیره می‌کنند. برای انجام تجزیه و تحلیل بهتر بر روی داده‌ها بایستی آنها را به فرمت رستری تبدیل کرد، بدین منظور سیمای سرزمین به صورت شبکه‌ای درمی‌آید که در آن شبکه پدیده‌های مشابه، شناسه یکسان می‌گیرند.

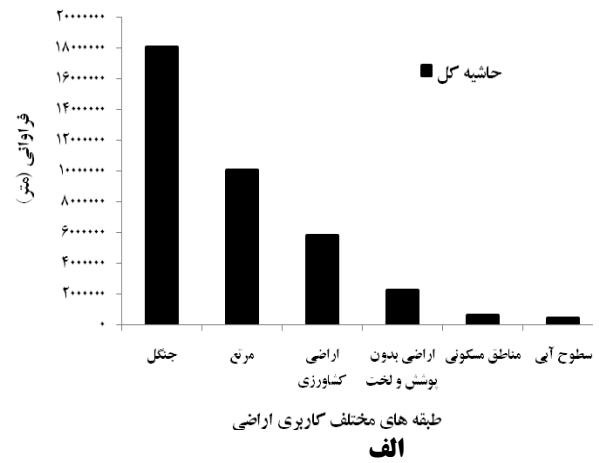
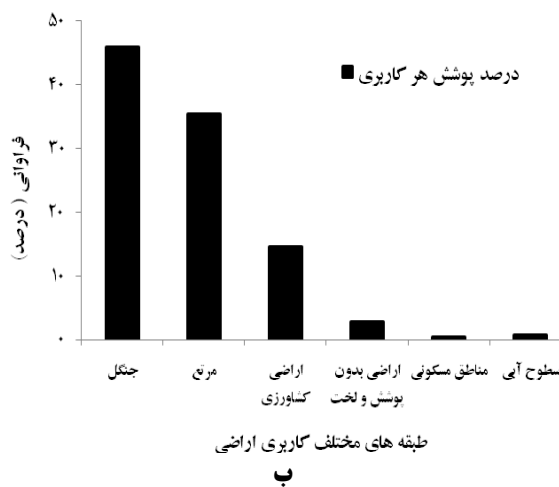
در این حالت با انجام تجزیه و تحلیل‌های مربوطه می‌توان پارامترهای مختلف سیمای سرزمین را تعیین کرد (Farina, 2000). الگوهای سیمای سرزمین را می‌توان با نرم‌افزار ArcGIS در ترکیب با نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل سیمای سرزمین شناسایی کرد.

نتایج

در این بخش از تحقیق، نتایج مراحل مختلف را که در روند انجام تحقیق حاصل شد، ارائه می‌شود. ابتدا نتایج تجزیه و تحلیل‌ها در سطح کلاس و بعد در سطح سیمای سرزمین ذکر شده است. نقشه‌های توزیع و پراکنش کاربری‌های مختلف مطابق شکل شماره (۲) تهیه شد، لکه‌های جنگل در نقشه کاربری اراضی استان

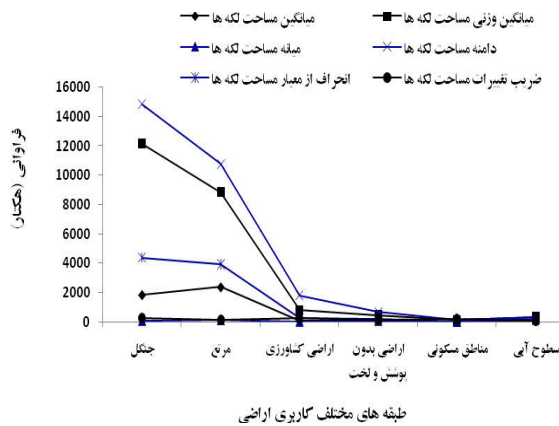
جدول شماره (۳): نتایج تجزیه و تحلیل سنجها در سطح کلاس در استان کهگیلویه و بویراحمد

سنجه شکل سیمای سرزمین	تراکم حاشیه	بزرگترین اندازه لکه	تراکم هر کاربری	تعداد هر کاربری	مساحت هر کاربری	سنجه‌ها نوع کاربری اراضی
۶/۷۵	۹/۱۲	۳۶/۸۹	۰/۰۲	۷۳۵	۸۷۳۱۴۵/۲	جنگل
۸/۹۷	۱۰/۶۵	۲۶/۷۵	۰/۰۱	۵۴۹	۴۷۸۷۹۴/۱	مرتع
۱۰/۲۰	۷/۷۶	۴/۵	۰/۱۳	۱۱۳۹	۱۴۴۲۸۰/۲۹	اراضی کشاورزی
۶/۲۶	۲/۰۹	۱/۶۵	۰/۰۱	۳۴۰	۴۰۴۲۶/۵۲	اراضی بدون پوشش و لخت
۲/۷۹	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۰۱	۳۲۲	۱۰۱۱۱/۰۶	مناطق مسکونی
۳/۸۶	۰/۷۱	۰/۸۱	۰/۰۰۵	۱۵	۳۹۶۵	سطوح آبی



نمودار شماره (۱): تجزیه و تحلیل سنجهای درصد پوشش هر کاربری (الف) و حاشیه کل (ب) در سطح کلاس در استان کهگیلویه و بویراحمد

فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها نشان می‌دهد که برای لکه‌های با کاربری اراضی سطوح آبی، مناطق مسکونی و اراضی مرتعی به ترتیب دارای بیشترین فراوانی میانگین، میانگین وزنی، میانه فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها از یکدیگرند.

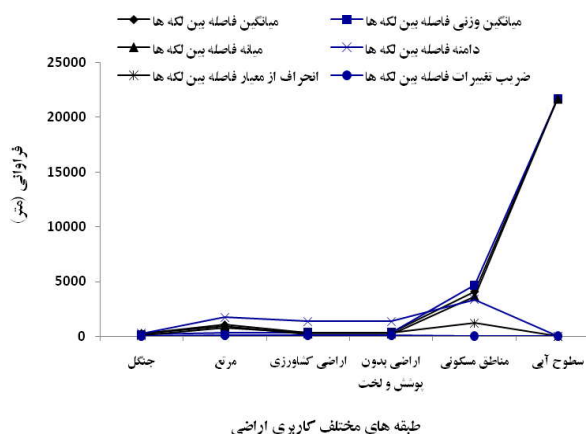


نمودار شماره (۲): نتایج تجزیه و تحلیل مشخصه‌های آماری سنج مساحت در سطح کلاس در استان کهگیلویه و بویراحمد

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سنجهای درصد پوشش اراضی (الف) و حاشیه کل (ب) برای کاربری‌های مختلف در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان می‌دهد که، درصد پوشش اراضی مربوط به هر کدام از کاربری‌های، جنگل، مرتع اراضی کشاورزی در استان کهگیلویه و بویراحمد بیشتر از سایر کاربری‌هاست. همان‌طور که در نمودار شماره (۲) مشاهده می‌شود، مشخصه‌های آماری سنج مساحت نشان می‌دهد که، میانگین مساحت لکه‌ها به ترتیب برای لکه‌های با کاربری‌های جنگل، مرتعی و کشاورزی بیشتر از سایر کاربری‌های استان است.

دامنه تغییرات مساحت لکه‌های با کاربری‌های مرتعی و جنگلی نسبت به کاربری‌های دیگر در اطراف میانگین بیشتر است. این موضوع نشان می‌دهد که لکه‌های با کاربری مرتعی و جنگلی از سطوح متغیری تشکیل شده است و دست‌خوردگی و دخالت انسان در این کاربری‌ها در طول زمان زیاد بوده است. همان‌طور که در نمودار شماره (۳) ملاحظه می‌شود، مقادیر مشخصه‌های آماری سنج

در اطراف میانگین نمایش می‌دهد، بیشتر از بقیه سنجه‌ها دیده می‌شود که نشان دهنده فاصله متغیر انواع کاربرها از هم است سنجه‌های سیمپسون و شانون از مهمترین سنجه‌های تنوع برای مطالعه تنوع اجزای تشکیل دهنده سیمای سرزمین هستند. سنجه سیمپسون بیشتر نسبت به فراوان ترین لکه‌ها و سنجه شانون نسبت به نادرترین لکه‌ها حساس است. منظور از سنجه‌های یکنواختی سیمپسون و شانون، فراوانی نسبی انواع لکه‌هاست.



نمودار شماره (۳): نتایج تجزیه و تحلیل مشخصه‌های آماری سنجه فاصله اقلیدسی نزدیکترین همسایه در سطح کلاس در استان کهگیلویه و بویراحمد

جدول شماره (۴): نتایج سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در استان کهگیلویه و بویراحمد

سنجه شکل سیمای سرزمین	تراکم حاشیه	بزرگترین اندازه لکه	تراکم کل هر کاربری	تعداد کل هر کاربری	مساحت کل استان (Ha)	سنجه‌ها استان
۸/۳۴	۱۶/۶۴	۳۶/۸۹	۰/۲۱	۳۱۰۰	۱۵۵۰۷۲۲	کهگیلویه و بویراحمد

جدول شماره (۵): نتایج سنجه‌ها و مشخصه‌های آماری لکه‌های کاربری اراضی در استان کهگیلویه و بویراحمد در سطح سیمای سرزمین

کهگیلویه و بویراحمد	استان
۳۲۲۷۸۱۴۵/۱۳	سنجه‌ها
۶	حاشیه کل
۰/۰۱	غنای لکه
۱۰۰	تراکم غنای لکه
۸۸۴۵/۷۴	غنای نسبی لکه
۱۴۸۲۸/۲۷	میانگین وزنی مساحت لکه‌ها
۴۶۲/۳۴	دامنه مساحت لکه‌ها
۳۶/۹۵	میانگین مساحت لکه‌ها
۱۹۶۵/۷۵	میانگین مساحت لکه‌ها
۴۲۵/۸۲	انحراف از معیار مساحت لکه‌ها
	ضریب تغییرات مساحت لکه‌ها

با بررسی و تجزیه و تحلیل مشخصه آماری انحراف از معیار و ضریب تغییرات، فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها مشاهده می‌شود که مقادیر این مشخصه‌ها برای لکه‌های با کاربری مناطق مسکونی و اراضی مرتعی بالاترین حد خود را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین

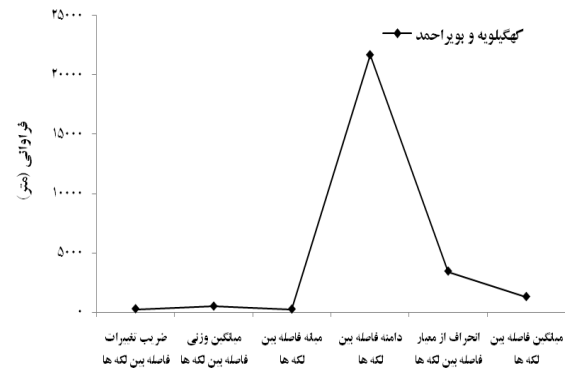
در این تجزیه و تحلیل کل پهنه استان به عنوان سیمایی یکپارچه ارزیابی می‌شود. همان‌طور که در جدول شماره (۴) ملاحظه می‌شود، تفاوت در مقادیر سنجه‌های ترکیبی و توزیع مکانی بین کاربری اراضی استان مشهود است. سنجه مساحت کل، تعداد کل هر کاربری، تراکم کل هر کاربری، سنجه بزرگترین اندازه لکه‌های تشکیل دهنده هر کاربری، تراکم حاشیه و سنجه شکل لکه در این استان نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول شماره (۵) مشاهده می‌شود، نتایج سنجه‌های مختلف لکه‌های کاربری اراضی در سطح سیمای سرزمین نشان داده شده است. با توجه به جدول و نتایج مشخصه‌های آماری این سنجه‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اکثر لکه‌های کاربری اراضی سطح استان از لکه‌های کوچکی تشکیل شده‌اند. نمودار شماره (۴) نتایج مشخصه آماری فاصله بین لکه‌ها برای تمام لکه‌های کاربری اراضی در سطح استان را نشان می‌دهد، مشخصه آماری دامنه تغییرات که دامنه پراکندگی داده‌ها را

سیمای سرزمین ضروری است. مناطق مختلف زمین بر اثر شرایط اکولوژیکی، اقلیمی و پروسه‌های اقتصادی-اجتماعی ناشی از فعالیت‌های خاص آن منطقه الگوی کاربری اراضی متغیری دارند. برای مثال از بین بردن لکه‌های بزرگ کشاورزی باعث تکه‌تکه شدگی بالای زیستگاه و افزایش تراکم لکه‌های انسان‌ساخت می‌شود که این پدیده بر روی چرخه زیست-زمین-شیمیایی تاثیرگذار است. بنابراین برای فهم اکوسیستم‌ها، بویژه اکوسیستم‌های طبیعی، باید الگوی آنها کمی شود.

درک تغییرات مکانی و زمانی الگوی سیمای سرزمین برای پیش‌بینی پروژه‌هایی با اهداف مختلف مانند آمایش سرزمین، مدیریت منابع و حفاظت تنوع زیستی لازم است (Veldkamp, and Lambin, 2001).

استفاده از مفاهیم اکولوژی سیمای سرزمین در رشته‌ها و موضوعات بسیاری مانند طراحی سیمای سرزمین، ارزیابی آثار زیست محیطی، مدیریت اکوسیستم، توسعه روستایی قابل کاربرد است. مفاهیم و سنجه‌های سیمای سرزمین در آمایش سرزمین برای توصیف و تبیین مدل ارتباطات فرایند-الگو لازم است. (Foresman, Pikket, and Zipperer, 1997) (Gulink, Mugica, De Lucio, and Aauri, 2001).

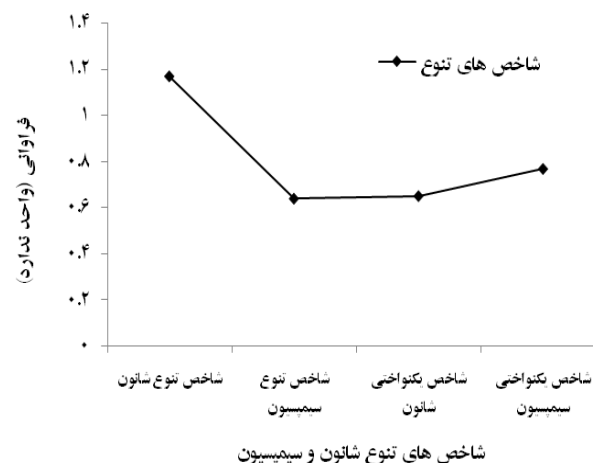
به‌طور مثال می‌توان از اصول اکولوژی سیمای سرزمین برای طراحی مناسب‌تر کاربری‌های مختلف استفاده کرد. اگر لکه‌های طبیعی و خصوصاً منابع جنگلی به‌عنوان ساختارهای اکولوژیک در مناطق شهری با ترکیب و توزیع فضایی مناسب وجود داشته باشند، می‌توانند عملکردهای اکولوژیکی مهمی، بویژه در تعدیل آب و هوای این مناطق داشته باشند. همان‌طور که نتایج سنجه‌های درصد پوشش هر یک از کاربری‌ها، تراکم لکه، میانگین اندازه لکه و سنجه بزرگ‌ترین اندازه و غیره نشان می‌دهد، تراکم لکه‌های کاربری مناطق مسکونی در سطح استان، درصد بالایی را به خود اختصاص داده است، که علت این موضوع تا حدودی می‌تواند بعلافت گسترش شبکه‌ی جاده‌ای باشد. تراکم لکه‌های کاربری کشاورزی، جنگلی اراضی بدون پوشش و سطوح آبی نیز چشمگیر است. این در حالی است که تراکم اراضی مرتعی در سطح استان کمتر است. در مطالعه‌ای که ونگ بر روی بررسی آثار توسعه شهری بر روی الگوی سیمای سرزمین شهر دیسکانتی، با عنوان بررسی ترکیب انواع کاربری‌ها و تکه‌تکه شدگی سیما انجام داد به این نتیجه رسید که، گسترش شهری چگونه انواع کاربری‌ها را تغییر می‌دهد. این



مشخصه های آماری فاصله بین لکه ها

نمودار شماره (۴): نتایج مشخصه‌های آماری سنجه فاصله اقلیدسی بین لکه‌های کاربری در استان کهگیلویه و بویراحمد در سطح سیمای سرزمین

وقتی مقدار همگنی عدد یک باشد، یعنی سیمای سرزمین بسیار متنوع است و وقتی به سمت صفر میل کند تنوع سیمای سرزمین کاهش می‌یابد. هرچه میزان سنجه‌های تنوع به یک نزدیک شود، میزان تنوع افزایش می‌یابد. هرچه این مقدار به صفر نزدیک شود از میزان تنوع کاهش می‌یابد. بنابراین همان‌طور که در نمودار شماره (۵) مشاهده می‌شود، مقادیر مربوط به تنوع لکه‌ها در سطح استان نزدیک یک و بالاتر از آن است، که تنوع و فراوانی بالا را در این استان نشان می‌دهند.



نمودار شماره (۵): نتایج شاخص‌های تنوع بین لکه‌های کاربری اراضی در کهگیلویه و بویراحمد در سطح سیمای سرزمین بحث و نتیجه‌گیری

برای شناخت و فهم نتایج اکولوژیک و اقتصادی-اجتماعی حاصل از تغییرات کاربری اراضی، کمی کردن الگوهای مکانی

۱) آشیان اکولوژیک گونه‌های جانوری و گیاهی محدود شده و گونه‌ها دچار تنش می‌گردند،

۲) اثرپذیری آثار نامطلوب جوی (رعد و برق، توفان، آتش سوزی در مورد جنگل‌ها و غیره) بر روی کاربری‌ها بیشتر می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که، استان کهگیلویه و بویراحمد از موزایک‌های ناهمگنی شامل، لکه‌های طبیعی، نیمه‌طبیعی و انسان‌ساخت تشکیل شده است.

لکه‌های طبیعی شامل رودخانه‌ها، اراضی لخت و بدون پوشش، اراضی جنگلی و مرتعی است. لکه‌های نیمه‌طبیعی و نیمه‌مصنوعی مانند زمین‌های کشاورزی و لکه‌های انسان‌ساخت شامل، مناطق مسکونی است. دامنه تغییرات مساحت لکه‌های کشاورزی، مرتعی و جنگلی در سطح استان تغییرات زیادی دارد. اما پراکنش این لکه‌ها در محدوده استان، نسبتاً مناسب و درکل استان پراکنش دارند. در استان کهگیلویه و بویراحمد با وجود تراکم بالای اراضی جنگلی و لکه‌های طبیعی، از نظر لکه‌های با کاربری مصنوعی و انسان‌ساخت نیز قابل توجه است و با باید به این نکته توجه داشت که با توجه به سطح خوب اراضی طبیعی (جنگل، مرتع) در این استان از آثار نامطلوب کاربری‌های انسان‌ساخت (جلوگیری از گسترش مناطق مسکونی و کشاورزی) بر روی این مناطق پیشگیری کرد (رنجبر نایینی، ۱۳۸۷).

پیشنهادات

بررسی مجموعه‌ای شاخص‌های سیمای سرزمین در طول زمان مفید است. برای کمی‌کردن، توصیف، سنجش و تغییر و تحولات اکوسیستم‌های طبیعی استفاده از برنامه‌های *FRAGSTATS* و *Arc GIS* بسیار کاربردی است. بنابراین برای به‌دست آوردن اطلاعات مربوط به درک و مدیریت اکوسیستم‌ها، توصیه می‌شود. مدیران منابع از شاخص‌های سیمای سرزمین برای تجزیه و تحلیل تغییر و پویایی الگوی لکه‌های زادآوری موجود در اکوسیستم‌های جنگلی در طول زمان با توجه به تأثیر عوامل مختلف و چگونگی فعالیت‌های انسان و تأثیرش بر منطقه استفاده شود.

اطلاعات می‌تواند به‌عنوان اطلاعات کیفی سیمای سرزمین باشد. تکه‌تکه شدگی یعنی این‌که چگونه گسترش شهری منجر به تکه‌تکه شدن لکه‌های بزرگ به لکه‌های کوچکتر می‌شود. این اطلاعات در واقع توصیف‌گرهای کمی سیماست. (Weng, 2007). با توجه به رفتار سنج‌های تراکم لکه، تراکم حاشیه، سنج بزرگترین اندازه لکه و میانگین اندازه لکه در استان کهگیلویه و بویراحمد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سطح و گسترش مناطق مسکونی، در سراسر استان پراکنش داشته و باعث آثار زیادی بر روی کاربری طبیعی و سبب تکه تکه شدن هر بیشتر آنها شده است. اثر تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین با افزایش تراکم لکه، تراکم حاشیه و کاهش میانگین اندازه لکه و بزرگترین اندازه لکه قابل مشاهده است. از کاهش این سنج‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌توان نتیجه گرفت، که گرایش سیمای سرزمین در استان کهگیلویه و بویراحمد به سمت ساختار ریزدانه است. ساختار ریزدانه از تعداد زیادی لکه‌های کوچک تشکیل شده و فوق‌العاده تکه‌تکه شده است. در مقابل ساختار درشت دانه از تعداد کمی لکه‌های بزرگ تشکیل شده است.

در این تحقیق با توجه به نتایج حاصل از سنج‌های تنوع شانون و سیمپسون مشاهده می‌شود که، اگر مقدار این نسبت بیشتر از ۱ باشد، پراکنش کپه‌ای و اگر برابر یک باشد، تصادفی و در صورتی که کمتر از یک باشد به‌صورت یکنواخت توزیع یافته‌اند، بنابراین همان‌گونه که مشاهده شد، این مقدار برای استان کهگیلویه و بویراحمد بیشتر از ۱ محاسبه شده است. نتایج حاصل از مشخصه‌های آماری سنج فاصله اقلیدسی نزدیکترین همسایه در بین کاربری‌های مختلف نشان داد که، هر چه تراکم و تعداد لکه‌های مختلف کاربری بیشتر باشد، میانگین و واریانس فواصل نزدیکترین همسایه کمتر خواهد بود. بنابراین همان‌گونه که محاسبه شد، این مقادیر برای استان کهگیلویه و بویراحمد نسبتاً پایین است، و این موضوع نشان می‌دهد که، الگوی پراکنش کاربری‌های مختلف در استان کهگیلویه و بویراحمد نزدیک به هم است، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود هرچه لکه‌ها در فاصله کمتری از هم قرار گرفته باشند، از لحاظ زیست محیطی نامناسب‌تر است با این تحلیل که،

منابع مورد استفاده

رنجبر نایینی، س. ۱۳۸۷. بارزسازی تغییرات فضای سبز شهر اصفهان با استفاده از GIS و RS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

دلفان ابادری، ب. ۱۳۸۶. بررسی روند رویش قطری و ارتفاعی راش در جنگل‌های طبیعی کلاردشت، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۵ شماره ۴، صفحه ۳۲۸-۳۲۰.

Amsalu, A., L., Stroosnijder, J., Graaff. 2006. Long-term dynamics in land resource use and the driving forces in the Beressa watershed, highlands of Ethiopia. *Journal of Environmental Management*, Vol. 83, Issue 4, Pp. 448-459.

Botequila Leitao, A., M., Jozeph and J., Ahern. 2006. *Measuring landscapes: A planner's handbook*.

Farina, A. 2000. *Landscape ecology in action*, the Netherlands kluwer academic publisher.

Foresman, T. et al. 1997. Methods for spatial and temporal land use and land cover assessment for urban ecosystems and application in the greater Baltimore-Chesapeake region, *Urban Ecosystem*, Vol. 1, pp. 21-216.

Forman, R.T.T., M., Godron. 1986. *Landscape Ecology*, Wiley, New York.

Forman, R.T.T. 2008. *Urban regions ecology and planning beyond the city*, Cambridge university press.

Green, B. 1993. The challenge of landscape conservation: A work plan for IUCN, *Environmental Strategy*, Vol. 7, pp. 11-15.

Gulink, H., et al. 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*, Vol. 55, No. 4, pp. 257-27.

Herzog, F., A., Lausch. 2001. Supplementing land-use statistics with landscape metrics: Some methodological consideration, *Environmental monitoring and assessment*, Vol. 72, No. 1, pp. 37-45.

Makhzoumi, J. 2000. Landscape ecology as a foundation for landscape architecture application in Malta, *Landscape and urban planning*, Vol. 5, pp. 176-177.

McGarigal, K., et al. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

Patil, G. P., E.C., Pielou, and W.E., Waters. 1971. *Spatial patterns and statistical distributions*. University Park (PA): Pennsylvania State University.

Sudhira, H.S., T.V., Ramachandra, K.S., Jagadish. 2004. Urban sprawl: metrics, dynamics and modeling using GIS, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 5, No. 1, pp. 29-39.

Turner, M.G. and R.H., Gardner. 1994. *Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape ecology*, Springer Verlag.

Veldkamp, A., E.F., Lambin. 2001. Predicting land-use change, *Agric. Ecosys. Environ*, Vol. 85, No. 1-3, pp. 1-6.

Wegener, M. 1994. Operational Urban Models: State of the Art, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 6, No. 1, pp. 17-3.

Weng, Y. 2007. Spatial changes of landscape pattern in response to urbanization, *Landscape and urban planning*, Vol. 81, No. 4, pp. 341-3.