

بررسی تطبیقی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین پایه الگوهای توسعه شهری کلان شهر تبریز، ارومیه و شهر مراغه

حسن محمودزاده^۱

فاطمه زینی گلدر^۲

زینت محمدپور سنگانی^۳

چکیده

امروزه مفهوم شهرها بدون در نظر گرفتن رشد در شکل‌های گوناگون قابل تصور نمی‌باشد، در واقع حیات شهری و تأثیرات فیزیکی و طبیعی آن یکی از مباحث مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت کلان در نظر گرفته می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین برای کلان شهر تبریز، ارومیه و شهر مراغه می‌باشد که با استفاده از فن آوری سنجش از دور که در سال‌های اخیر به خوبی توانسته برای تعیین الگوی تغییرات کاربری و تولید اطلاعات لازم به کار رود، مورد بررسی قرار گرفته است. برای توصیف پویایی تغییرات زمانی ۳۵ ساله علاوه بر متریک هاز شاخص توسعه چشم انداز هم استفاده شده است تا توسعه شهر را برای مرکز، حاشیه و پیرامون نشان دهد. در ادامه با نرم افزار اکگنیشن، شش کلاس ساخت و ساز، باغات و فضای سبز، پوشش گیاهی، آب، مراتع و بایر برای سه شهر طبقه بندی شد. نتایج پژوهش، بیانگر افزایش اراضی ساخت و ساز و کاهش مراتع در دوره زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ برای این سه شهر می‌باشد.

واژگان کلیدی: بررسی تطبیقی، لندست، اکگنیشن، شاخص توسعه چشم انداز

مقدمه

شهر را پدیده‌ای پویا در نظر می‌گیرند که در گذر زمان در حال تغییر است. مجموعه عناصر انسانی و عوامل مصنوعی در ایجاد این پویایی و تحول مؤثرند (روشنی و همکاران، ۵۵۵۵: ۲۲) شهرنشینی با ایجاد گسترده ترین دستکاری‌های بشری در چهره طبیعی زمین شرایط زندگی ساکنان شهری را در معرض تهدید و نابودی قرار داده است. این تأثیرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان بالا، تأثیر بر زهکشی‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب است (محمودزاده و همکاران، ۶۶۶۶: ۲۸۸) در واقع مناظر شهری ترکیبی از اجزای طبیعی و انسانی است که در چند دهه گذشته، گسترش شهرها با رشد بی سابقه‌ای در شهرهای سراسر جهان رخ داده است. نگرانی عمده این توسعه سریع، تأثیرات عمیق آن بر اکوسیستم‌های شهری و تنوع زیستی به علت تکه تکه شدن است. این امر موجب افزایش علاقه بین محققان اکولوژی، به بررسی ساختار مناظر شهری و پیامدهای زیست محیطی و به تبع آن توسعه فیزیکی شهرها شده است (Fan et al., 2017). درک الگوی سیمای سرزمین، تغییرات و تعاملات بین فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی برای مدیریت زمین و بهبود تصمیم‌گیری‌ها امری ضروری می‌باشد (Kammer et al., 2015). تعیین تغییرات سیمای سرزمین و اثرات گسترش شهری، نیازمند آنالیز تغییرات سطح زمین و شناسایی الگوریتم‌های مناسب

^۱ دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

Email : hassan.mahmoudzadeh@gmail.com-Tel: 09143149252

^۲ کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

^۳ کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

می‌باشد (مجیدی و همکاران، ۱۷۷۷: ۰۰) و نمی‌توان از این مساله چشم پوشی کرد که روش‌های سنتی برای بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی و پوشش اراضی مانند نقشه برداری زمینی، عموماً وقت گیر و پرهزینه بوده هستند و به مهارت‌های خاص نیاز دارد (نظرنژاد و همکاران، ۷۷۷۷: ۴۴) در همین راستا ظهور تکنیک‌های سنجش از دور^۱ و سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ محققان و برنامه ریزان و مدیران شهری را قادر ساخته است که با هزینه کم‌تر دید جامعی نسبت به زمین و تغییرات کاربری زمین در طول زمان داشته باشند (Aryana et al., 2010) هر سیمای سرزمینی از سه جزء اصلی: بستر یا ماتریس، لکه و کریدور تشکیل شده که عناصر ساختار سیمای سرزمین را تشکیل می‌دهند و ماهیت اصلی آن را تعریف می‌کنند (Borrel et al., 2010). باتوجه به این مسائل هدف این پژوهش بررسی تغییرات کاربری در بازه زمانی ۳۵ ساله در کلان شهر تبریز، ارومیه و شهر مراغه می‌باشد. برای دستیابی به این هدف علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازه زمانی ۵۵ ساله، متریک سیمای سرزمین^۳ و شاخص توسعه چشم انداز سرزمین^۴ استفاده شده است.

مبانی نظری

رشد شهرها در چند سال اخیر بی سابقه بوده است پیوستگی فرآیند رشد (Teian, 2011) و تغییر و تحولاتی که در آن روی داده است، گسترش نامتوازن شهرها را امری اجتناب ناپذیری کرده است (Guite, 2018: 2) نیاز روز افزون به زمین (Vuilleumier et al., 2002 باعث تغییر کاربری، غیرشهری به شهری شده است (محمدیاری و همکاران، ۷۷۷۷: ۶۶۶) افزایش کاربری شهری باعث کاهش فضای سبز (فیضی زاده و همکاران، ۸۸۸۸)، تغییر الگوی فیزیکی شهر (موسوی و همکاران، ۶۶۶۶)، ناهمگونی (Matsu et al., 2006، تکه تکه شدن (Zali, 2015)، تغییر پوشش گیاهی (Chao et al., 2017) و همچنین هزینه‌ای گزاف بر هوشمندانه شدن شهرها را در پی (فردوسی، ۴۴۴۴) داشته است. بررسی این تغییرات و آشکارسازی آن (Deng et al., 2009) از دیر باز مورد توجه محققین علوم مختلف بوده و دیدگاه‌های زیادی در این زمینه مطرح کرده است. اکولوژی سیمای سرزمین یکی از علومی است که به ترکیب، ساختار و کارکرد شهر پرداخته اسس بررسی و تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین (مردادی فرد و همکاران، ۱۱۱) و کمی کردن آن می‌تواند بیانگر افزایش یا کاهش تعداد لکه‌ها (Liew et al., 2011)، تخریب (فتحی زاده و همکاران، ۱۲۲۲) و یا مشکلات زیست محیطی و به تبع آن دیگر مشکلات را در پی داشته (Yang et al., 2011) باشد. تصاویر ماهواره‌ای به طور گسترده در شناسایی تغییرات فیزیکی و کالبدی شهر و همچنین اثراتی که در آینده بر الگوی سرزمین خواهد گذاشت مساله‌ای مهم بوده است. فناوری سنجش از دور با داشتن قابلیت‌هایی مانند ارائه اطلاعات به روز و دقیق از کمیت و کیفیت مناطق طبیعی و شهری، پردازش رقمی تصاویر، فراهم کردن امکان مقایسه زمانی و مکانی پدیده‌ها و عوارض ابزاری قدرتمند در راستای افزایش کارایی مدیریت شهری محسوب می‌شود (ابراهیمی و همکاران، ۶۶۶۶). فناوری سنجش از دور در سراسر جهان به شکل گسترده‌ای، مورد توجه برنامه ریزان شهری می‌باشد (Arsanjani et al., 2013).

استفاده از شاخص توسعه چشم انداز (Yogeo et al., 2017) در مطالعات شهری روشی ارزشمند است که با اطلاعاتی که در اختیار برنامه ریزان و سیاستمداران قرار می‌دهد توصیفی متعادل از وضعیت شهر و محیط را فراهم می‌آورد. با این حال این ابزارها در کنار ترکیبی از متریک‌های سیمای سرزمین و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطرح شد تا نتایج مطلوب تر و دقیق تری را ارائه دهد.

مواد و روش

1. Remote Sensing

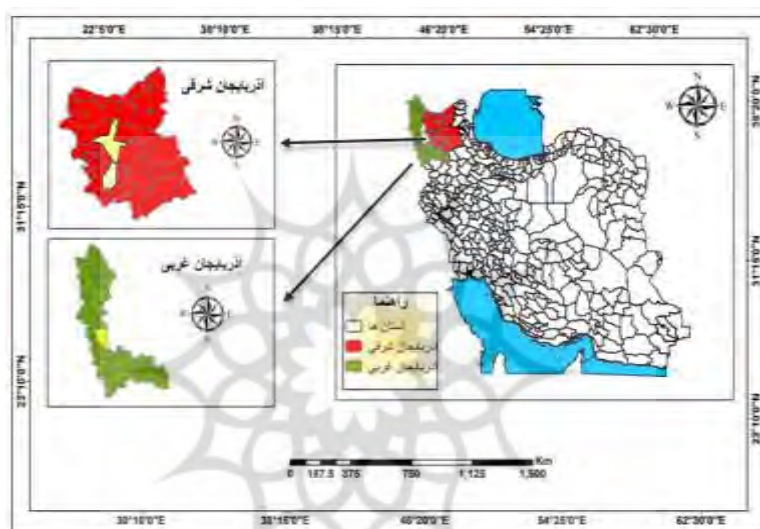
2. Geographic Information System

3. Landscape Metrics

4. landscape expansion Index

موقعیت منطقه مورد مطالعه

کلان شهرهای تبریز، ارومیه و شهر مراغه در شمال غرب ایران واقع شده است. شهر تبریز واقع در مختصات جغرافیایی $38^{\circ}04'40''$ عرض شمالی و $46^{\circ}16'00''$ طول شرقی و $37^{\circ}23'00''$ عرض شمالی و $46^{\circ}16'00''$ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۵۵۵۵ متر می‌باشد. این شهر در $37^{\circ}23'00''$ عرض شمالی و $46^{\circ}16'00''$ طول شرقی واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۵۵۵۵ متر می‌باشد و در ضلع جنوب غربی کوه سهند در کنار رودخانه صوفی چای واقع شده که از شمال به کوه‌های قشلاق و آشان، از جنوب به باغات و جوی و از شرق به باغات و از غرب به کوه معروف رصد محدود است (مروارید، ۳۳: ۱۲۲۲). شهر ارومیه در ارتفاع ۱۳۱۳ متر، مرکز شهرستان ارومیه و مرکز استان آذربایجان غربی است. این شهر در فاصله ۱۸ کیلومتری دریاچه ارومیه و در مختصات جغرافیایی $37^{\circ}31'37''$ عرض شمالی و $45^{\circ}19'00''$ طول شرقی واقع شده است. این شهر از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به نقده از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز ترکیه محدود می‌شود.



شکل شماره (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل شماره (۲) محدوده مورد مطالعه

بررسی و تحلیل شهرها از لحاظ توسعه و گسترش بعنوان مبنایی برای برنامه‌ریزان دارای اهمیت بسزایی است. تفاوت رشد و گسترش در شهرستان‌های مختلف در یک ناحیه و ارتباط بین شاخص توسعه مورد نظراست ضرورت این پژوهش آشکار می‌کند. تصاویر ماهواره‌ای لندست با قدرت تفکیک ۰۰ متری از سنجنده TM و OLI برای سالهای ۴۴۴۴، ۰۰۰۰، ۸۸۸۸ و ۹۹۹۹ آماده شد. سپس عملیات مربوط به پیش پردازش و پردازش اعمال شد. در مرحله بعد تصاویر در نرم افزار eCognition با استفاده از الگوریتم نزدیکترین همسایه طبقه بندی شدند. طبقه بندی تصاویر یکی از روش‌های کاربردی برای استخراج اطلاعات اراضی سطح زمین است. جدیدترین روش این طبقه بندی، شی گرا^۱ است که مبتنی بر قطعه بندی^۲ می‌باشد. برای استخراج نقشه پوشش اراضی و آشکار سازی تغییرات تصاویر حاصل از طبقه بندی، تصاویر در 6 طبقه (ساخت و ساز، باغات و فضای سبز، آب، پوشش گیاهی، بایر و مراتع) دسته بندی شده و نقشه‌های تولید شده جهت اندازه گیری متریک‌های سیمای سرزمین وارد نرم‌افزار فراق استیت^۳ گردیدند. این نرم‌افزار متریک‌ها را در سه سطح لکه، کلاس اراضی و سیمای سرزمین بدست می‌آورد (Marx, 1995: 23) که مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای سرزمین است و محدودیتی در مقیاس ندارد. برای تجزیه و تحلیل الگوی مکانی و سنجه‌های مختلف لکه‌های تشکیل دهنده سیمای سرزمین در محیط‌های ناهمگن و متفاوت مناسب است. در ادامه براساس منابع علمی و باتوجه به تناسب متریک‌ها با هدف مطالعه، مجموعه‌ای از سنجه‌های سیمای سرزمین در راستای انجام تحقیق حاضر انتخاب گردیدند (مختاری، ۳۳: ۴۶۶۶)

جدول (۱) انواع متریک‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در پژوهش

نام متریک (سنجه)	مشخصه	واحد	محدوده تغییرات	تعریف
تعداد لکه	NP	ندارد	NP>0	مجموع تعداد لکه‌ها در هر کاربری
مساحت کلاس	CA	هکتار	CA>0	مجموع مساحت لکه‌ها از یک نوع
درصد کلاس	PLAND	درصد	0<PLAND<100	درصد هر کدام از کلاس‌های هم‌نوع
شاخص بزرگترین لکه	LPI	درصد	0<PLAND<100	درصدی از منطقه با بزرگترین لکه‌ها
تراکم حاشیه	ED	هکتار / متر	ED>0	مجموع طول تمامی لبه‌ها تقسیم بر مساحت کل سیما
شاخص شکل سیما	LSI	ندارد	LSI>=1	شکل لکه‌های مربوط به هر کاربری

منبع: (مختاری و سیاح‌نیا، ۱۳۹۶)

یکی از مزیت‌های ارزیابی به کمک متریک‌های سیمای سرزمین، آگاهی از میزان گسترش و توسعه و یا تکه تکه شدن محدوده مورد مطالعه در کوتاه‌ترین زمان ممکن با داده رقومی است که قابل مقایسه با تکرار مطالعه در آینده است.

یافته‌های تحقیق

تحلیل تغییرات با استفاده از نقشه کاربری اراضی

با آگاهی از روند تغییرات سیمای سرزمین و جهات توسعه شهر، می‌توان راهکارهای اساسی را جهت بهبود وضع موجود و کنترل رشد شهر ارائه نمود. با در نظر گرفتن ۶ کلاس برای مناطق مورد مطالعه برای سال‌های 1984, 2000, 2018, 2019 نقشه‌های کاربری اراضی زیر بدست آمد.

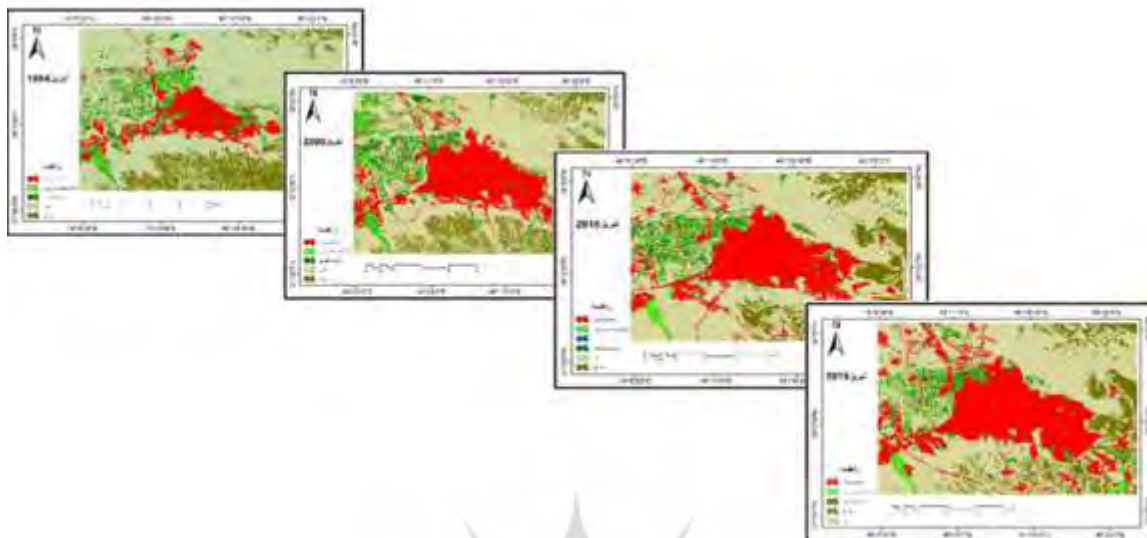
باتوجه به شکل شماره (۳) که برای بازه ۳۵ ساله تهیه شده است، اراضی مربوط به ساخت و ساز در این بازه زمانی برای کلان شهر تبریز به دلیل افزایش جمعیت و تقاضا برای زمین در نتیجه رشد شهرنشینی در دهه‌های اخیر بیشترین تغییرات مساحت را داشته است. به طوریکه مساحت این اراضی از ۹ درصد در سال ۱۹۸۴ به ۲۶ درصد در سال ۲۰۱۹ رسیده است و این نشان دهنده رشد ۱۷ درصدی

¹ . Object Oriented

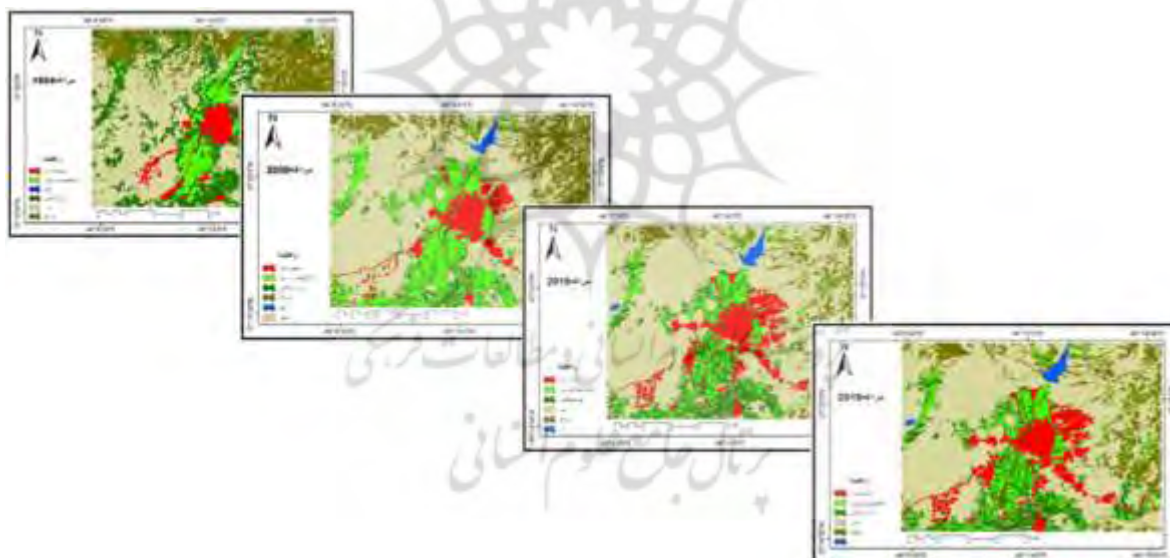
² .Segmentation

³ .Fragstats

مساحت اراضی این کاربری در طی این بازه زمانی می‌باشد، باغات و فضای سبز روند افزایشی ۱ درصدی را داشته است و اراضی مربوط به کاربری مراتع با ۹ درصد کاهش با روندی کاهش روبه رو بوده است.



شکل شماره (۳) کاربری اراضی شهر تبریز



شکل شماره (۴) کاربری اراضی شهر مراغه

باتوجه به نقشه کاربری شهر مراغه که برای بازه زمانی ۵۵ ساله تهیه شده است. مساحت اراضی مربوط به کاربری ساخت و ساز از ۳۳ درصد در سال ۴۴۴۴ به ۴۴ درصد در سال ۹۹۹۹ رسیده است که این روند افزایش این کاربری را نشان می‌دهد. باغات و فضای سبز نیز روندی افزایشی داشته است، کاربری پوشش گیاهی، آب و مراتع با روند کاهش مساحت روبه رو بوده است به طوری که مساحت کاربری آب از ۱۱ درصد در سال ۴۴۴۴ به ۱۱ درصد در سال ۱۱۱۱ رسیده است، اراضی بایر روندی افزایشی داشته است.



شکل شماره (۵) کاربری اراضی شهر ارومیه

باتوجه به نقشه کاربری اراضی که طی بازه زمانی ۵۵ ساله برای کلان شهر ارومیه تهیه شده است، کاربری‌های مختلف دچار تغییراتی شده‌اند. به طوریکه مساحت اراضی مربوط به کاربری ساخت و ساز از ۷ درصد در سال ۴۴۴۴ به ۴۴ درصد در سال ۹۹۹۹ رسیده است و این نشان دهنده روند افزایشی این اراضی این کاربری در طی این سالها می‌باشد. اراضی مربوط به کاربری فضای سبز و باغات روندی افزایشی داشته است. مساحت اراضی مربوط به کاربری‌های پوشش گیاهی، مراتع روند کاهشی داشته است.

متریک‌های سیمای سرزمین

متریک‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی خاص لکه‌ها، کلاس‌ها و یا کل سیمای سرزمین هستند. مطالعات گذشته روشن ساخته‌اند که متریک‌های سیمای سرزمین ابزاری مناسب برای تجزیه و تحلیل ساختار و ترکیب سیمای سرزمین است. انتخاب متریک‌های مناسب به هدف مطالعه و خصوصیات سیمای سرزمین و ویژگی فرآیندهای اکولوژیکی وابسته می‌باشد. مناطق مختلف وضعیت ساختاری گوناگونی دارند که در نتیجه متریک‌های مناسب برای بررسی آن‌ها متفاوت می‌باشد و تغییر می‌کند، از طرفی نقشه‌هایی که برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرد از لحاظ مقیاس، نوع طبقه بندی و درجه وضوح متفاوت است. مطالعات نشان داده است که اغلب متریک‌های سیمای سرزمین بر روی نقشه‌های طبقه بندی شده کاربری زمین محاسبه شده است (بی همتای طوسی، ۱۱۱۱: ۵۵).

تحلیل روند تغییرات با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین

مبنای محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین، نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی، در سطح کلاس به وسیله نرم افزار Fragstats می‌باشد. برای آنالیز و درک متریک‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس توصیه می‌شود؛ به آنالیز تنها یک شاخص اتکا نشود، بلکه به تجزیه و تحلیل دسته‌ای از متریک‌ها برای درک بهتر و توصیف پویایی اکوسیستم‌ها و ساختار چشم انداز اقدام شود (فتحی زاده، ۹۳: ۱۳۹۲).

متریک‌های مورد مطالعه

متریک CA^۱: این متریک نسبت مساحت طبقه را در سیمای سرزمین محاسبه می‌کند. نشان می‌دهند که چه مقدار از سیمای سرزمین از یک نوع کاربری خاص تشکیل شده است همچنین برای تشخیص ماتریکس سیمای سرزمین و تشخیص بزرگترین لکه‌ها در سیمای سرزمین استفاده می‌شود.

^۱. Class Area

متریک NP^۱: با استفاده از آن می توان تعداد لکه ها را در سیمای سرزمین و یا کل تعداد لکه ها را برای طبقه ای خاص محاسبه کرد.

متریک LPI^۲: شاخص بزرگی لکه و مساحت بزرگترین لکه نسبت به مساحت کل سیمای سرزمین را نشان می دهد. این متریک، حاصل تقسیم بزرگترین لکه بر مساحت همه لکه های مربوط به یک کلاس کاربری است.

متریک ED^۳: این متریک، برای محاسبه تراکم حاشیه لکه ها می باشد همچنین برای اندازه گیری میزان اتصال و پیوستگی کاربری ها از این سنجده نیز استفاده می شود.

متریک LSI^۴: شاخص شکل سیمای سرزمین می باشد. نشان دهنده اندازه استاندارد شده از مجموع لبه یا تراکم لبه می باشد و زمانی که یک کاربری تا حد ممکن در یک لکه فشرده شده باشد، بالاترین تجمع اتفاق می افتد. در نتیجه هرچه کاربری مورد نظر پراکنش بیشتری داشته باشد، مقدار سنجده افزایش بیشتری دارد.

جدول شماره (۲) مساحت و درصد کاربری ها برای کلان شهر تبریز طی دوره های ۲۰۱۹-۱۹۸۴

CA	PLAND	NP	LPI	ED	LSI	کاربری	سال	شهر
۴۹۱۹.۴	۹۳۹۸۵	۱۹۶	۶.۲۴۳۳	۱۲.۴۵۵۷	۲۳.۲۴۷۹	ساخت و ساز	۱۹۸۴	تبریز
۱۰۶۹.۵۶	۲۰۴۳۴	۵۰۵	۰.۳۲۵	۷.۴۳۶۶	۲۹.۷۰۳۲	باغات و فضای سبز		
۳۷۸۰.۲۷	۷.۲۲۲۲	۱۲۴۱	۰.۷۰۶۵	۲۸.۲۹۶۴	۶۰.۴۰۹۸	پوشش گیاهی		
						آب		
۹۹۹۶.۱۲	۱۹.۰۹۷۶	۴۴۷	۱۳.۶۱۰۷	۳۱.۱۳۸۹	۴۱.۵۲۰۲	مراتع		
۳۲۵۷۶.۹۴	۶۲.۲۳۸۳	۱۸۴۴	۵۴.۲۸۰۷	۵۶.۱۲۹۲	۴۱.۴۱۴۵	بایر		
۹۳۹۱.۲۳	۱۷.۹۴۲	۳۴۲	۱۴.۶۳۱۳	۱۸.۱۸۷۸	۲۴.۵۷۰۳	ساخت و ساز	۲۰۰۰	
۱۸۱۸.۱۸	۳.۴۷۳۶	۱۲۹۹	۰.۲۵۲۶	۱۳.۹۴۴۷	۴۲.۹۰۵۳	باغات و فضای سبز		
۵۰۶۳۸۵	۹.۶۷۴۵	۲۲۰۳	۰.۷۴۲۸	۴۳.۳۱۵۳	۷۹.۹۷۰۵	پوشش گیاهی		
						آب		
۶۵۵۷.۹۴	۱۲.۵۲۹	۱۳۷۷	۲.۵۶۲۸	۳۷.۷۰۸۷	۶۱.۵۶۱۱	مراتع		
۲۹۵۱۱.۰۹	۵۶.۳۸۱	۲۳۵۶	۴۷.۳۶۶۷	۷۳.۶۸۰۲	۵۶.۸۸۲۲	بایر		
۱۱۱۱۷.۲۵	۲۱.۲۳۹۵	۳۴۸	۱۵.۲۵۲۴	۱۹.۷۸۷۴	۲۴.۷۳۹۷	ساخت و ساز	۲۰۱۸	
۱۴۱۳.۲۷	۲.۷۰۰۱	۹۱۱	۰.۴۵۶	۱۰.۸۱۹۴	۳۷.۶۸۵۳	باغات و فضای سبز		
۳۶۹۲.۷	۷.۰۵۴۹	۱۲۶۴	۰.۶۸۸۵	۲۶.۶۵۳۸	۵۷.۴۰۶۴	پوشش گیاهی		
۱۰.۷۱	۰.۰۲۰۵	۱	۰.۰۲۰۵	۰.۰۳۴۴	۱.۳۶۳۶	آب		
۶۴۱۹.۹۷	۱۲.۲۶۵۴	۲۳۲	۲.۰۰۷۸	۱۴.۲۳۱۹	۲۳.۸۹۳۵	مراتع		
۲۹۶۸۸.۳۹	۵۶.۷۱۹۷	۸۱۰	۴۵.۲۶۶۶	۴۶.۹۷۵۴	۳۶.۵۱۶۱	بایر		
۱۴۱۲۰.۸۲	۲۶.۹۷۷۸	۴۷۱	۱۹.۴۸۷۷	۲۳.۷۴۶۲	۲۶.۲۷۶۲	ساخت و ساز	۲۰۱۹	
۱۸۰۹.۱۸	۳.۴۵۶۴	۱۳۹۵	۰.۲۹۶۶	۱۴.۴۶۸	۴۴.۶۳۳۸	باغات و فضای سبز		
۳۵۵۶.۹۸	۶.۷۹۵۶	۲۲۸۲	۰.۶۴۶۷	۳۲.۸۰۰۸	۷۲.۰۹۵۵	پوشش گیاهی		
						آب		
۴۸۰۵۰.۱	۹.۱۸	۵۸۳	۱.۷۷۷۴	۱۷.۸۹۷۲	۳۴.۳۶۵	مراتع		
۲۸۰۵۰.۳	۵۳.۵۹۰۱	۱۱۴۸	۲۲.۹۶۵۲	۵۱.۵۲۵۶	۴۱.۱۳۳۴	بایر		

¹ . Number of Patches

² . Largest Patch Index

³ . Edge Density

⁴ . Landscape Shape Index

باتوجه به جدول شماره (۲) متریک CA و PLAND برای شهر تبریز برای لکه‌های ساخت و ساز در طول این ۵۵ سال، به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است و کاربری‌های باغات و فضای سبز روند افزایشی داشته است. سایر کاربری‌ها نیز کاهش یافته‌اند. متریک NP برای شهر تبریز برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و این نشان دهنده این است که کاربری‌ها با گذشت زمان تکه تکه شده و یکپارچگی خود را از دست داده‌اند. متریک LPI برای کاربری ساخت و ساز برای شهر تبریز برای سال ۱۴۴۴ کمترین مقدار را داشته است و در دوره‌های بعد روندی افزایشی داشته است. متریک ED برای تبریز برای همه کاربری‌ها روند افزایشی داشته است در سال ۸۸۸۸ کاهش داشته ولی برای سالهای بعد روند این متریک افزایشی بوده است و این نشان دهنده تجزیه و تخریب سیمای سرزمین می‌باشد. متریک LSI برای کاربر ساخت و ساز، باغات و فضای سبز روندی افزایشی داشته است و نشان دهند این است که شکل سیمای سرزمین در شهر تبریز پیچیده‌تر و از نظر هندسی نامنظم‌تر شده است.

جدول شماره (۳) مساحت و درصد کاربری‌ها برای شهر مراغه طی دوره‌های ۲۰۱۹-۱۹۸۴

شهر	سال	کاربری	LSI	ED	LPI	NP	PLAND	CA
مراغه	۱۹۸۴	ساخت و ساز	۷.۹۴۶۱	۳.۸۷۵۸	۲.۲۰۲۵	۳۰	۳.۷۲۰۶	۹۳۳.۶۶
		باغات و فضای سبز	۱۱.۸۶۷۵	۷.۰۴۳۸	۲.۴۶۷۱	۱۰۰	۵.۵۴۱۸	۱۳۹۰.۶۸
		پوشش گیاهی	۲۷.۸۴۵۵	۳۲.۱۱۰۹	۶.۲۰۳۹	۴۲۰	۲۱.۶۹۱۴	۵۴۴۳.۲۹
		آب	۶.۱۲	۰.۷۲۸۱	۰.۰۲۶۵	۳۳	۲۱.۶۹۱۴	۵۵.۳۵
		مراتع	۱۵.۷۲۳۹	۱۹.۱۶۴۹	۲۰.۰۸۳۹	۱۱۱	۲۵.۹۲۰۲	۶۵۰۴.۴۸
		بایر	۲۱.۶۷۰۵	۳۵.۰۴۹۵	۲۳.۰۱۹۱	۴۶۵	۴۲.۹۰۵۴	۱۰۷۶۶.۷۹
	۲۰۰۰	ساخت و ساز	۱۵.۳۱۴	۹.۴۲۷۷	۳.۴۹۸۳	۱۳۱	۵.۹۵	۱۴۹۳.۱
		باغات و فضای سبز	۳۲.۷۵۳۲	۲۹.۸۸۸۵	۳۰.۰۴۸	۵۱۵	۱۳.۲۶۶۴	۳۳۲۹.۱
		پوشش گیاهی	۵۹.۶۹۵	۴۵.۱۶۴۵	۱۰.۷۰۲	۱۶۰۱	۹.۰۳۷۹	۲۲۶۸
		آب	۲.۶۴۷۱	۰.۵۳۸	۰.۶۳۴۴	۲	۰.۶۳۵۲	۱۵۹.۳۹
		مراتع	۲۶.۸۲۹۶	۲۷.۶۶۳۷	۱۱.۹۳۴	۲۳۲	۱۷.۸۲۷۷	۴۴۷۳.۷۲
		بایر	۲۸.۸۰۲۹	۵۲.۰۰۸۷	۴۵.۹۲۴۵	۶۷۸	۵۳.۲۸۲۹	۱۳۳۷۰.۹۴
	۲۰۱۸	ساخت و ساز	۱۸.۵۰۱۶	۱۳.۶۶۶۹	۴.۵۱۶۸	۷۴	۸.۵۵۸۸	۲۱۴۷.۷۶
		باغات و فضای سبز	۳۸.۶۲۱	۲۸.۸۳۵۳	۰.۸۷۶۹	۶۳۱	۸.۸۱۵۶	۲۲۱۲.۲
		پوشش گیاهی	۴۷.۹۰۵	۴۳.۱۱۳۱	۴.۹۳۲۵	۸۸۵	۱۲.۸۳۶	۳۲۲۱.۱
		آب	۲.۹۱۱۸	۰.۷۰۶۵	۰.۸۱۲	۵	۰.۹۱۸۱	۲۳۰.۴
		مراتع	۳۲.۲۰۴۷	۲۵.۷۰۹۱	۱.۳۱۵۲	۳۱۹	۱۰.۴۴۰۲	۲۶۱۹.۹
		بایر	۲۶.۶۳۳۴	۵۰.۰۰۱۵	۵۴.۲۰۳۹	۷۰۶	۵۸.۴۳۱۳	۱۴۶۶۲.۸۹
	۲۰۱۹	ساخت و ساز	۱۸.۷۷۹۵	۱۴.۴۲۷۲	۴.۶۴۲	۷۷	۹.۲۶۰۳	۲۳۲۳.۸
		باغات و فضای سبز	۳۸.۶۲۱	۲۸.۸۳۵۳	۰.۸۷۶۹	۶۳۱	۸.۸۱۵۶	۲۲۱۲.۲
		پوشش گیاهی	۴۷.۹۰۵	۴۳.۱۱۳۱	۴.۹۳۲۵	۸۸۵	۱۲.۸۳۶	۳۲۲۱.۱
آب		۲.۹۱۱۸	۰.۷۰۶۵	۰.۸۱۲	۵	۰.۹۱۸۱	۲۳۰.۴	
مراتع		۳۳.۰۶۹۴	۲۶.۷۰۸۵	۱.۳۱۵۲	۳۳۳	۱۰.۷۳	۲۶۹۲.۶۲	
بایر		۲۷.۰۶۷۴	۵۰.۴۴۱۴	۵۲.۷۴۷۸	۷۳۴	۵۷.۴۴	۱۴۴۱۴.۱۳	

باتوجه به جدول (۳) مقدار متریک CA و PLAND برای لکه ساخت و ساز برای شهر مراغه روندی افزایشی داشته است و برای سایر کاربری‌ها کاهش پیدا کرده است. متریک NP برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و این نشان دهنده کاربری‌های شهر مراغه با گذشت زمان از هم گسیخته تر شده و انسجام خود را از دست داده‌اند. متریک LPI برای کاربری ساخت و ساز و بایر افزایش داشته ولی برای سایر کاربری‌ها کاهش داشته است. متریک ED برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و این نشان

دهنده تجزیه فضاها و کوچکتر شدن کاربری‌ها در سطح سیمای سرزمین می‌باشد. متریک LSI برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و کاربری‌ها با گذشت زمان تراکم و فشردگی خود را از دست داده‌اند.

جدول شماره (۴) مساحت و درصد کاربری‌ها برای کلان شهر ارومیه طی دوره‌های ۲۰۱۹-۱۹۸۴

شهر	سال	کاربری	LSI	ED	LPI	NP	PLAND	CA	
ارومیه	۴۴۴۴	ساخت‌وساز	... ۵۵۵	.. ۱۱۱۱	.. ۶۶۶۶	.. ۰۰	.. ۸۸۸۸	..... ..
		باغات و فضای سبز	... ۶۶۶۶	... ۵۵۵۵	.. ۴۴۴۴	۸۸۸	.. ۱۱۱۱	..... .
		پوشش گیاهی	... ۹۹۹۹	... ۱۱۱۱	.. ۲۲۲۲	۵۵۵	... ۵۵۵۵	۶۶۶۶۶۶۸۸	
		آب							
		مراتع	.. ۶۶۶۶	.. ۸۸۸۸	... ۷۷۷۷	۱۱	۲.. ۴۴۴۴	..... ..
		بایر	... ۴۴۴۴	... ۹۹۹۹	... ۵۵۵۵	۱۱۱	... ۲۲۲۲	۵۵۵۵۵۵۲	
	ارومیه	۰۰۰۰	ساخت‌وساز	... ۱۱۱۱	... ۵۵۵	... ۱۱۱۱	۶۶۶	... ۹۹۹۹	..... ..
			باغات و فضای سبز	... ۳۳۳۳	... ۹۹۹۹	.. ۱۱۱۱	۴۴۴۴	... ۷۷۷۷	..... ..
			پوشش گیاهی	... ۴۴۴۴	... ۱۱۱۱	.. ۸۸۸۸	۱۱۱۱	... ۴۴۴۴	..... ..
			آب	۳.۶۶۶۶	.. ۱۱۱۱	.. ۸۸۸۸	۰۰	.. ۳۳۳۳	.. ۹۹
			مراتع	... ۹۹۹	... ۷۷۷۷	... ۷۷۷	۱۱	... ۹۹۹۹	..... ..
			بایر	... ۲۲۲۲	... ۲۲۲۲	... ۷۷۷۷	۶۶۶	... ۸۸۸۸	۱۱۱۱۱۱۱۱
ارومیه		۸۸۸۸	ساخت‌وساز	... ۴۴۴۴	... ۲۲۲۲	... ۱۱۱۱	۱۱۱	... ۴۴۴۴	..... ..
			باغات و فضای سبز	... ۶۶۶۶	... ۷۷۷۷	.. ۶۶۶۶	۴۴۴	.. ۴۴۴۴	۳۳۳.. ۹۹
			پوشش گیاهی	... ۸۸۸۸	... ۶۶۶۶	... ۵۵۵۵	۸۸۸	... ۸۸۸۸	..... ..
			آب	.. ۴۴۴۴	.. ۷۷۷	.. ۹۹۹۹	۲	.. ۷۷۷۷	.. ۲۲
			مراتع	... ۹۹۹۹	... ۳۳۳۳	... ۲۲۲۲	۴۴	... ۶۶۶۶	..... ..
			بایر	... ۱۱۱۱	... ۲۲۲۲	... ۶۶۶۶	۲۲۲۲	... ۱۱۱۱	۰۰۰۰۰۰۳۳
	ارومیه	۹۹۹۹	ساخت‌وساز	... ۱۱۱۱	... ۷۷۷۷	... ۳۳۳۳	۶۶۶	... ۵۷۷۷	۸۸۸۸۸۸۴۴
			باغات و فضای سبز	... ۶۶۶۶	... ۹۹۹۹	.. ۱۱۱۱	۷۷۷۷	... ۸۸۸۸	..... ..
			پوشش گیاهی	... ۸۸۸۸	... ۹۹۹۹	... ۶۶۶	۱۱۱۱	... ۵۵۵۵	..... ..
			آب	... ۳۳۳۳	.. ۸۸۸۸	.. ۷۷۷۷	۱۱۱	.. ۱۱۱۱	... ۷۷
			مراتع	... ۵۵۵۵	.. ۸۸۸۸	... ۴۴۴۴	۱۱	... ۴۴۴۴	..... ..
			بایر	... ۸۸۸۸	... ۸۸۸۸	... ۱۳۳۳	۳۳۳۳	... ۵۵۵۵	۷۷۷۷۷۷۸۸

باتوجه به جدول (۴) مقدار متریک CA و PLAND برای لکه ساخت و ساز برای ارومیه روندی افزایشی داشته است و برای سایر کاربری‌ها کاهش پیدا کرده است. متریک NP برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و این نشان دهنده کاربری‌های شهر ارومیه با گذشت زمان از هم گسیخته تر شده و انسجام خود را از دست داده‌اند. متریک LPI برای کاربری ساخت و ساز و بایر افزایش داشته ولی برای سایر کاربری‌ها کاهش داشته است. متریک ED برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و این نشان دهنده تجزیه فضاها و کوچکتر شدن کاربری‌ها در سطح سیمای سرزمین می‌باشد. متریک LSI برای همه کاربری‌ها روندی افزایشی داشته است و کاربری‌ها با گذشت زمان تراکم و فشردگی خود را از دست داده‌اند.

تجزیه و تحلیل سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین

آگاهی از روند تغییرات شهر و جهات توسعه آن، راه کار مناسبی برای مدیریت و توسعه وضع موجود خواهد بود. پیوستگی یکی از مفاهیم و ویژگی‌های ساختاری سیمای سرزمین است (پودات و همکاران، ۸۲: ۱۳۹۶) این پیوستگی علاوه بر فواید اکولوژیکی می‌تواند به ارائه عملکردهای اجتماعی، فرهنگی و زیبایی شناسی در قالب اتصال مردم و طبیعت و اتصال داخل و حومه شهر منجر شود (صادقی بنیس، ۵۴: ۱۳۹۶). با تهیه نقشه برای سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ به مقایسه روند تغییر و تحولات شهرهای مورد مطالعه پرداخته شد. با کمی سازی متریک‌های سیمای سرزمین در نرم افزار Fragstats این روند به صورت جزئی و دقیق تر بررسی شد.

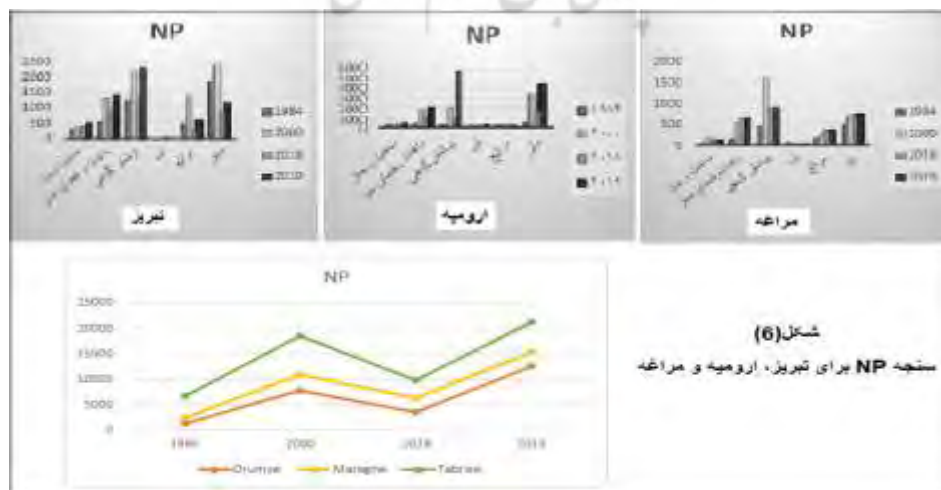
با توجه مقادیر بدست آمده برای سنجه NP در شکل (۶) تعداد لکه‌ها برای تمامی کلاس‌های اراضی برای شهرهای تبریز، ارومیه و مراغه در فاصله بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ افزایش یافته است. با توجه به رشد شهرنشینی و افزایش ساخت‌سازها در دهه‌های اخیر تعداد لکه‌های مربوط به اراضی ساخته شده افزایش داشته و باغها و لکه‌های سبز تکه تکه تر و از هم گسیخته تر شده‌اند.

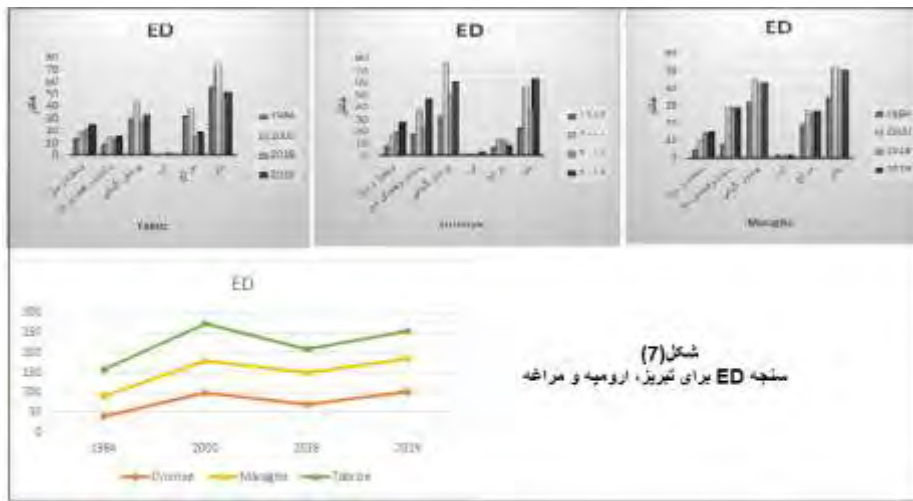
جدول شماره (۵) مساحت و درصد کاربری اراضی برای سه شهر تبریز، ارومیه، مراغه طی دوره ۲۰۱۹-۱۹۸۴

سنجه	شهر	۴۴۴۴	۰۰۰۰	۸۸۸۸	۹۹۹۹
TA	تبریز	۲۲۲۲۲۹۹	۲۲۲۲۲۹۹	۲۲۲۲۲۹۹	۲۲۲۲۲۹۹
	ارومیه	۵۵۵۵	۸۸۸۸	۳۳۳۳	۹۹۹۹۹
	مراغه	۹۹۹۹	۹۹۹۹	۰۰۰۰	۴۴۴۴۴۵۵
NP	تبریز	۳۳۳۳	۷۷۷۷	۶۶۶۶	۹۹۹۹
	ارومیه	۵۵۵۵	۸۸۸۸	۳۳۳۳	۹۹۹۹۹
	مراغه	۹۹۹۹	۹۹۹۹	۰۰۰۰	۵۵۵۵
ED	تبریز	... ۴۴۴۴	... ۳۳۳۳	... ۱۱۱۱	... ۹۹۹۹
	ارومیه	... ۷۷۷۷	... ۳۳۳	... ۵۵۵۵	... ۴۴۴۴
	مراغه	... " " " " "	... ۶۶۶۶	... ۲۲۲۲	... ۶۶۶
LSI	تبریز	... ۳۳۳۳	... ۴۴۴۴	... ۹۹۹۹	... ۹۹۹۹
	ارومیه	... ۲۲۲۲	... ۱۱۱۱	... ۱۱۱۱	... ۴۴۴
	مراغه	... ۹۹۹۹	... ۵۵۵۵	... ۵۵۵۵	... ۷۷۷۷
LPI	تبریز	... ۱۱۱۱	... ۵۵۵۵	... ۹۹۹۹	... ۱۱۱۱
	ارومیه	... ۵۵۵۵	... ۷۷۷۷	... ۶۶۶۶	... ۳۳۳۳
	مراغه	... ۷۷۷۷	... ۷۷۷۷	... ۶۶۶۶	... ۴۴۸۸

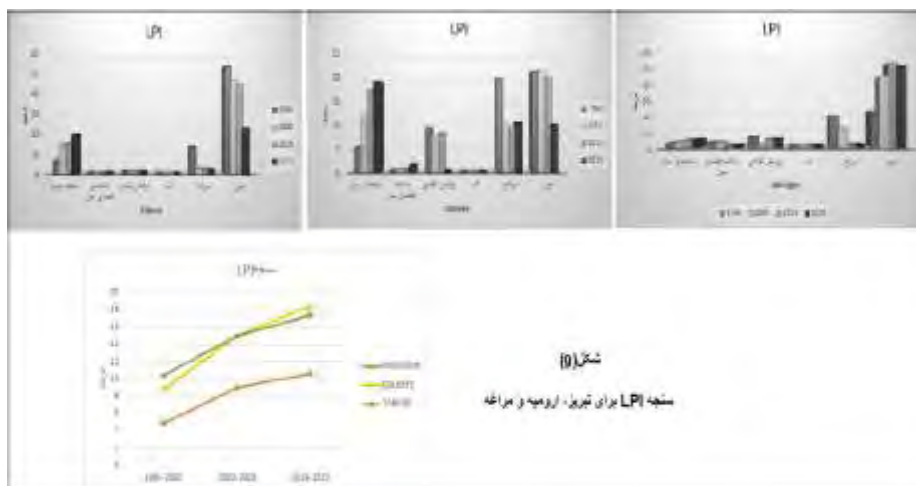
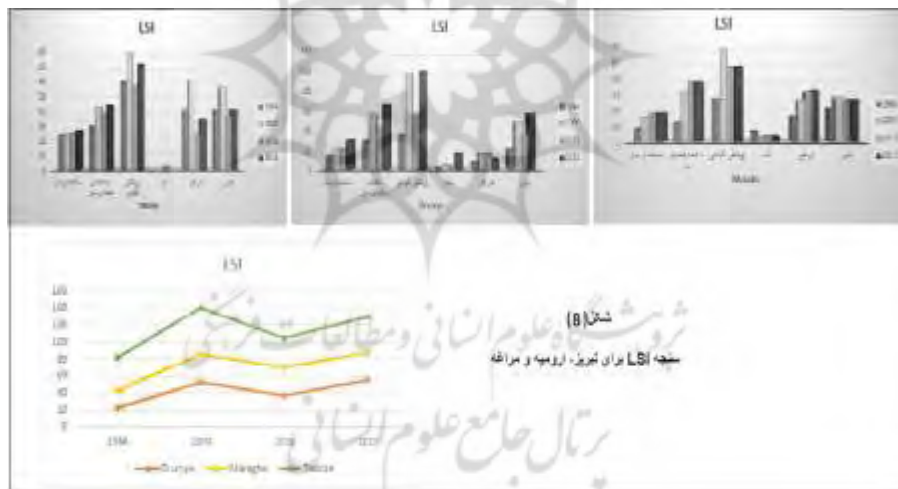
سنجه ED طبق (۷) تراکم حاشیه لکه‌ها را محاسبه می‌کند و برای اندازه‌گیری میزان اتصال و پیوستگی کاربری‌ها به کار برد. افزایش شهرنشینی و مساحت لکه‌های ساخته شده برای بازه زمانی ۳۵ ساله برای هر سه شهر نشانگر افزایش کاربری ساخت و ساز و کاهش و تخریب و گسیختگی مراتع شده است.

سنجه LSI این شاخص نشان دهنده اندازه استاندارد شده از مجموع لبه یا تراکم لبه می‌باشد. طبق شکل (۸) کاربری ساخت و ساز، باغات و فضای سبز برای شهر تبریز و مراغه، کلاس پوشش گیاهی، باغات و فضای سبز و ساخت و ساز برای شهر ارومیه روندی افزایشی داشته است. این بی‌نظمی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ از شدت بیشتری برخوردار بوده است.





سنجه LPI: شاخص بزرگی لکه و مساحت بزرگترین لکه نسبت به مساحت کل سیمای سرزمین را نشان می‌دهد. طبق شکل (۹) این متریک، حاصل تقسیم بزرگترین لکه بر مساحت همه لکه‌های مربوط به یک کلاس کاربری است. مقدار این سنجه برای سه شهر تبریز، ارومیه و مراغه در سال ۱۹۸۴ کمترین میزان را داشته است، ولی در دوره‌های بعد با افزایش مقدار روبه رو بوده است. به طوریکه از ۶.۲۴ درصد در سال ۱۹۸۴ برای شهر تبریز به ۱۹.۴۸ درصد در سال ۲۰۱۹ رسیده است. برای شهر ارومیه از ۵.۲۶ درصد در سال ۱۹۸۴ به ۱۹.۱۳ درصد در سال ۲۰۱۹ و برای مراغه از ۲.۲ درصد در سال ۱۹۸۴ به ۴.۶۴ درصد در سال ۲۰۱۹ رسیده است.



جمع بندی نتیجه گیری

در عصر حاضر تغییر سبک زندگی و تامین نیازهای حیاتی بشر در مناطق مخلف، نیازمند اطلاعات پایه‌ای است که تصاویر ماهواره‌ای با جمع‌آوری اطلاعات از منابع زمینی در یک چهارچوب منظم و سیستماتیک این امر خطیر را برای برنامه ریزان و مدیران فراهم می‌کند. با در دست داشتن داده‌های کمی و تهیه نقشه‌ها که در واقع نمایی از پدیده‌های زیستی و انسانی سطح زمین در گذر زمان هستند یکی از معضلات انسان شهر نشین که مسائل و مشکلات زیست محیطی است برطرف خواهند کرد. می‌توان به یکی از جدیدترین روش‌های کاربردی کردن تصاویر ماهواره‌ای، طبقه بندی شی گرا اشاره کرد که علاوه بر ارزش‌های عددی اطلاعاتی درباره بافت و زمینه در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

مدیریت خوب شهری، علاوه بر درک درست از ماهیت اجزای سیمای سرزمین نیازمند نقشه‌های طبقه بندی شده است. آگاهی از روند تغییرات شهر و جهات توسعه آن نقش موثری در مدیریت وضع موجود خواهد داشت. یافته های بدست آمده برای سه دوره نشان می دهد که در فاصله سالهای ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ ساخت و سازهای شهری بیشترین تغییرات را در سیمای سرزمین کلان شهر تبریز و شهر مراغه داشته که به تبع آن با کاهش مراتع رو به رو بوده است. برای کلان شهر ارومیه علاوه بر ساخت و سازها، تغییر زمین‌های کشاورزی و افزایش باغات را به همراه داشته است. همچنین طبق شاخص توسعه چشم انداز به ترتیب معلوم شد که بیشترین توسعه کلان شهر تبریز و ارومیه از پیرامون و حاشیه شهر می باشد که حاکی از ساخت و سازهای شهرک‌ها و توسعه حاشیه نشینی و از مرکز به سمت حاشیه که گسترش مراکز تجاری و بازسازی مناطق قدیمی یکی از دلایل آن می‌تواند باشد. برای شهر مراغه گسترش از مرکز است که افزایش جمعیت روستایی یا ادغام روستاها درهم و همچنین از منطقه دور به پیرامون که توسعه خانه باغ‌ها و سایر موارد را شامل می شود.

منابع

- بی‌همتای طوسی ندا، (۱۳۹۱). ارزیابی الگوهای مکانی پوشش اراضی در منطقه مرکزی اصفهان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خیرالدین رضا؛ سالاریان فردیس، (۱۳۹۴). الگوسازی گرایش‌های فضایی شهرها با استفاده از الگوی رشد خودکار سلولی جهت امکان‌سنجی و انسجام توسعه فضایی شهر چالوس، نشریه تحقیقات کاربری علوم جغرافیایی، سال پانزدهم، شماره ۳۹، صص ۱۷۶-۱۵۳.
- روشنی پریسا؛ حبیبی کیومرث؛ سعیده‌زرآبادی، (۱۳۹۵). ارائه الگوی مفهومی انسجام بخشی شبکه فضاهای شهری و به‌کارگیری آن در منطقه ۶ شهر تهران، مجله علمی- پژوهشی پژوهشکده هنر، سال چهاردهم، شماره ۴۸، صص ۴۲-۳۱.
- سیاح نیا رومینا؛ مختاری‌زهره، (۱۳۹۶). مبانی مطالعه و کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین، انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران.
- صدرموسوی میرستار؛ کریم‌زاده حسن؛ صبوری رحیمه؛ زادولی فاطمه، (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل اثرات زیست محیطی گسترش پراکندگی شهری مطالعه موردی: شهر هادیشهر، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال هفتم، شماره پیاپی ۲۶، صص ۱۶۷-۱۶.
- فتحی زاده حسن؛ نوحه‌گر احمد؛ فرامرزی مرزبان؛ تازه مهدی، (۱۳۹۲). بررسی تغییرات کاربری اراضی براساس تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور و GIS در منطقه خشک و نیمه خشک دهلران، فصلنامه علمی-پژوهشی آمایش سرزمین، دوره پنجم، شماره اول، صص ۹۹-۷۲.
- فردوسی سجاد؛ شکری فیروز‌جاه پری، (۱۳۹۴). تحلیل فضایی کالبدی نواحی شهری براساس شاخص‌های رشد هوشمند، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، شماره بیست و دوم، صص ۳۲-۱۵.
- فیضی‌زاده بختیار؛ جعفری فیروز؛ نظم‌فر حسین، (۱۳۸۷). کاربری داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری‌های اراضی شهری مطالعه موردی: فضای سبز شهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا، شماره سی و چهارم، صص ۱۳۹-۱۵۱.
- محمودزاده حسن؛ غلام‌نیا خلیل؛ موسوی سید محمد، (۱۳۹۶). رویکرد سناریو محور در مدلسازی توسعه شهری مطالعه موردی: شهرسازی، علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال بیست و دوم، شماره ۶۴، صص ۲۸۷-۲۶۷.
- مختاری زهره؛ سیاح نیا رومینا، (۱۳۹۶). مبانی مطالعه و کمی‌سازی ساختاری سیمای سرزمین به همراه راهنمای نرم افزار Fragstats ۲.۴، انتشارات آوای قلم، تهران.
- مرادی عباس؛ تیموری حسن؛ دژکام صادق، (۱۳۹۴). پایش تغییرات فیزیکی سیمای سرزمین شهر کرج با استفاده از تحلیل سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم، شماره ۱، صص ۱۴۷-۱۲۷.
- مرادی مفرد سمیرا؛ عباسی قمر؛ حسین‌زاده اکبر، (۱۳۹۱). ارزیابی الگوی توسعه فضای سبز شهری با استفاده از GIS مطالعه موردی: شهر زنجان، اندیشه جغرافیایی، شماره یازدهم، صص ۱۳۹-۱۵۱.
- نظم‌فر حسین؛ کاملی‌فر زهره، (۱۳۹۵). ارائه الگوی بهینه فضای سبز شهری باتوجه به شاخص‌های توسعه پایدار شهری مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز، جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای، شماره ۱۸، صص ۱۸۶-۱۶۲.
- وارثی حمیدرضا؛ علی‌نژادطییبی کاووس؛ ورقیومی حسین، (۱۳۹۲). بررسی وضعیت فضای سبز شهر فیروزآباد و مکانیابی آن با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال بیست و هشتم، شماره اول، صص ۱۰۸-۱۱۸.

- Ángela Hernández-Moreno, Sonia Reyes-Paecke, (2018), The effects of urban expansion on green infrastructure along an extended latitudinal gradient (23°S–45°S) in Chile over the last thirty years, *Land Use Policy*, Vol. 79, pp. 725-733.
- Ardiwijaya Vevin S, Soemardi Tresna P, Suganda, Emirhadi and Temenggung Yuswanda A (2014), Bandung Urban Sprawl and Idle Land: Spatial Environmental Perspectives, *APCBEE Procedia* 10 (2014) 208 – 213.
- Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J.G, (2009), Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and urban planning*, 92(3), pp.187-198.
- Fan, Chao, Myint, Soe, (2017), A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation, *Journal, Landscape and Urban Planning*, vol 121, 117–128.
- Ghasemi, M., Karimzadeh, S. & Feizizadeh, B, (2021), Urban classification using preserved information of high dimensional textural features of Sentinel-1 images in Tabriz, Iran. *Earth Sci Inform*, <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00617-2>.
- Herold M, Clarke KC, Scepán J, (2002), Remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land use. *Environ Plan A* 34: 1443–1458.
- Herold, M., Scepán, J., & Clarke, K. C, (2002), The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34(8), 1443e1458.
- Li X, Yeh A, (1998), Principal component analysis of stacked multi temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *Int J Remote Sens* 19: 1501–1518.
- Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X. and Wu, J, (2011), Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 115, No. 12, pp. 3249-3263.
- Li, X, & Yeh, A. G. O, (2004), Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a Fast growing region using remote sensing and GIS *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 335-354.
- Luck, M. a. W., J, (2002), A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA, *Landscape Ecology*, Vol. 17, No, pp. 327-339.
- Matsushita B, Xu M, Fukushima T, (2006), Characterizing the Changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan using a high -quality GIS dataset. *Landscape Urban Plan* 9: 241–250.
- McGarigal, Kevin., Cushman, S.A., Neel, M.C. & Ene, E, (2002), FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps, Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
- Millera, James, Brewer, Tim, (2018), Refining flood estimation in urbanized catchments using landscape metrics, *Journal Landscape and Urban Planning*, vol 175. 34-49.
- Mohammadi, Ayub, Karimzadeh, Sadra, Valizadeh Kamran, Khalila, Matsuoka, Masashi, (2020), Extraction of Land Information, Future Landscape Changes and Seismic Hazard Assessment: A Case Study of Tabriz, Iran, *Sensors*. Vol. 20, No. 24, pp. 7010.
- Myint, S. W., & Okin, G. S, (2009), Modelling land-cover types using multiple endmember spectral mixture analysis in a desert city *Inter National Journal of Remote Sensing*, 30(9), 2237e2257.
- Myint, S. W., & Okin, G. S, (2009), Modelling land-cover types using multiple endmember spectral mixture analysis in a desert city. *International Journal of Remote Sensing*, 30(9), 2237e2257.
- Schneider, A, & Woodcock, C. E, (2008), Compact, dispersed, fragmented, extensive A comparison of urban growth in twenty-five global cities using remotely sensed data, pattern metrics and census information. *Urban Studies*, 45(3), 659e692.
- Shalaby, A., & Tateishi, R, (2007), Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1), 28e41.
- Shrestha, M. K, York, a.M, Boone, C. G. and Zhang, S, (2011), Land fragmentation due to rapid urbanization in the Phoenix Metropolitan Area: Analyzing the spatiotemporal patterns and drivers, *Applied Geography*, Vol. 32, No. 2, pp. 522-531.
- Taubenbock, H, Wegmann, M, Berger, C, Breunig, M, Roth, A. and Mehl, H, (2008), Spatiotemporal analysis of Indian mega cities, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and spatial Information Sciences*, Vol. XXXVII. Part B2. Beijing.

- Ting Liu a, Xiaojun Yang, (2014), Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics, *Applied Geography* 56, 42-54.
- Wilson EH, Hurd J, Civco D, Prisloe MP, Arnold C, (2003), Development of a geospatial model to quantify, describend map urban growth. *Remoteens Environ* 86: 275–285.
- Wu, J, Darrel Jenerette, G, Buyantuyev, A.& Redman, C. L, (2011), Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: the case of the two fastsat griwing. metropolitan regions in the United States. *Ecological compiexity*, 8(1), 1e8.
- Wu, J., Darrel Jenerette, G., Buyantuyev, A., & Redman, C. L, (2011), Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: the case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States. *Ecological Complexity*, 8(1), 1e8.
- Wu, Q, Li, H, Wang, R, Paulussen, J, He, Y, Wang, M, Wang, B, et al, (2006), Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban Planning*, 78(4), 322e333.
- Xia, C et al, (2019), Shape-weighted landscape evolution index, an improved approach for simultaneously analyzing urban land expansion and redevelopment, *Journal of Cleaner Production*, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118836>.
- Xiao, J. Y., Shen, Y. J., Ge, J. F., Tateishi, R., Tang, C. Y., Liang, Y. Q., et al, (2006), Evaluating urban expansion and land use change in Shijiaz huang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, 75(1e2), 69e80.
- Xu C, Liu M, Zhang C, An S, Yu W, Chen JM, (2007), The spatiotemporal dynamics of rapid urban growth in the Nanjing metropolitan region of China. *Landscape Ecol* 22(6): 925–937.
- Yeh AGO, Li X, (1997), An integrated remote sensing-GIS approach in the monitoring and evaluation of rapid urban growth for sustainable development in the Pearl River Delta, China. *Int Plan Studies* 2: 193–210.
- Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C., & Bauer, M. E, (2005), Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98(2e3), 317e328.
- Zhou, W., Huang, G., and Cadenasso, M. L, (2006), Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 102, No.1, pp.54-63.