

بررسی الگوی توزیع مکانی پارک‌ها و فضای سبز شهر خمین با استفاده از رویکرد سیمای سرزمین و تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲

امیر انصاری^۲

مهشاد باقری^۱

محمود بیات^۴

آزاده کاظمی^۳

سحر حیدری مستعلی^۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۵/۲۷

چکیده

با توجه به رشد سریع شهرنشینی در کشور، الگوهای ساختاری در محیط‌های شهری به شدت دستخوش تغییر است و فضای سبز شهری نیز مصون از چنین تغییراتی نیست. بنابراین مطالعه در زمینه الگوی فضایی و پراکنش فضاهای سبز به منظور شناسایی ضعف‌ها و کمبودها امری ضروری محسوب می‌شود. در این مطالعه به منظور بررسی الگوی توزیع مکانی پارک‌ها و فضای سبز رویکرد سیمای سرزمین و سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده شد. از این رو ابتدا با استفاده از تصاویر سنتینل ۲ نقشه کاربری سرزمین در چهار کلاس شامل: اراضی بایر، سکونتگاه، پارک شهری و اراضی کشاورزی تهیه و لایه پارک شهری استخراج و بالای نواحی ۸ گانه شهر خمین تلفیق و سپس سنجه‌های سیمای سرزمین شامل سنجه ENN، LSI، PARA، NP، MPS، Shapeindex و LPI با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه و تعیین شد. نتایج نشان داد ناحیه ۳ در جنوب شرقی شهر، دارای کمترین میزان سنجه تعداد لکه، کمترین میزان سنجه شکل و بیشترین عدد سنجه میانگین فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها هم در این ناحیه دیده می‌شود؛ لذا این ناحیه دارای توزیع نامناسب و نامتوازن فضای سبز می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار سنجه تعداد لکه و شاخص نسبت محیط به مساحت مربوط به ناحیه ۱ شهری بود. به طور کلی نتایج حاصل از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نشان داد که شهر خمین، از لحاظ وسعت، پیوستگی، ماهیت، ترکیب و توزیع فضای سبز دچار عدم تناسب شدیدی می‌باشد. نتایج این بررسی منعکس‌کننده سیاست غلط برنامه‌ریزان شهری برای مکانیابی و احداث پوشش‌های فضای سبز در محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز شهری، سنجه‌های سیمای سرزمین، شهر خمین، نرم‌افزار FRAGSTATS

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران Mbaghery_ni@yahoo.com

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران. a-ansari@araku.ac.ir

۳- استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران a-kazemi@araku.ac.ir

۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) Mbayat@riff-ac.ir

۵- دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران Saharheidari@ut.ac.ir

۱- مقدمه

بوده است. همچنین، به بحث‌های مربوط به مکان‌یابی فضای سبز در برخی شهرهای ایران پرداخته شده است، بدون توجه به این نکته که در منطقه‌ای با وجود یک پارک وسیع و سرانه فضای سبز بالا، می‌توان شاهد فقر پارک در آن منطقه بود. در حالی که با وجود تعداد زیادی پارک اما در مقیاس‌های کوچک‌تر حتی با وجود سرانه فضای سبز پایین‌تر این حالت پیش نخواهد آمد. این امر لزوم بررسی سنجه‌های گوناگون و عدم توجه صرف به سرانه و سطح را در مطالعات مربوط به فضای سبز و جنگل‌داری شهری بیان می‌دارد (Botequilha and Ahren, 2002) در زمینه ارزیابی فضای سبز، پارک‌ها و جنگل‌های طبیعی یکی از مهمترین رویکردها، رویکرد سنجش از دور است (Bourque and Bayat, 2015). در خصوص استفاده از رویکرد سیمای سرزمین در شهرها مطالعات کمی صورت گرفته است. فاضلی عطار و همکاران (۱۳۸۶) به ارزیابی فضای سبز شهری با استفاده از اکولوژی سیمای سرزمین پرداختند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های سنجنده استر^۱ نقشه به روزی از فضای سبز موجود در شهر اصفهان تهیه گردید. سپس با اعمال آنالیز و تجزیه تحلیل‌های مربوط به اکولوژی سیمای سرزمین بر روی نقشه حاصله به مطالعه و بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین فضای سبز شهری در مناطق مختلف پرداخته شد. حاتمی و همکاران (۱۳۹۶) تحلیل ترکیب و پراکنش فضاهای سبز شهری در مناطق نیمه خشک با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین در شهر مشهد انجام دادند. حسن پور و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی در منطقه ۲۲ شهر تهران طی چندین سال به این نتیجه رسیدند که لکه‌های سبز منطقه در سال ۲۰۱۸ در مقایسه با سال ۱۹۹۶ از نظر پیوستگی و اندازه و شکل دچار تغییرات عمده شده و در وضعیت مطلوبی قرار ندارند. لایقی و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی در شهرکرد وضعیت کمی و کیفی فضای سبز شهری را با استفاده از تصویر کوئیک برد انجام داده و به این نتیجه رسیدند که سرانه کل فضای سبز عمومی و غیرعمومی و نیز سرانه

فضاهای سبز شهری بخش جدایی‌ناپذیر از هر منطقه شهری بوده و اهمیت زیادی در حفظ کیفیت و پایداری محیط زیست (Kshama et al., 2012) و نیز خدمات اکولوژیکی فراوان مانند ترسیب کربن و جذب گازهای گلخانه‌ای، کاهش اثرهای تغییر اقلیم، تولید اکسیژن، کاهش آلودگی صوتی، جلوگیری از فرسایش خاک دارند (Senanayake et al., 2013). فضاهای سبز شهری همچنین می‌توانند مزایای اجتماعی قابل ملاحظه‌ای مانند، ایجاد محیط‌های آرام برای فراغت و کاهش استرس‌های کار به انسان ارائه دهند (Gobster and Westphal, 1998). پراکنش مناسب انواع فضاهای سبز در سطح شهر، از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی شهری و بویژه مدیریت فضاهای سبز شهری محسوب می‌شود. گسترش فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن محیط‌های طبیعی پیرامونی و زمین‌های زراعی شده و همچنین منجر به تغییرات زیربنایی در ساختار و کارکرد اکولوژیکی سیمای سرزمین، تغییر تدریجی ساختار مکانی و الگوی سیمای سرزمین می‌شود (Wang et al., 2008).

در طی سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی توسعه و مدیریت نادرست الگوها و فرایندهای سیمای سرزمین را به شدت تغییر داده است. از آنجا که فرایندهای اکوسیستم تابع ساختار آن است، سنجه‌های سیمای سرزمین ابزار بسیار مناسبی برای بیان ساختار فضاهای سبز شهری و تغییرات آن در ارتباط با فرایندهای شهرنشینی و تحت اثر بشر بوده است (Hessburg et al., 2013). این سنجه‌ها در جهت نزدیک کردن زبان برنامه‌ریزان شهری و اکولوژیست‌ها حایز اهمیت هستند. با استفاده از این سنجه‌ها می‌توان اثر فرایندهای مذکور را بر ویژگی‌های اکولوژیکی محیط زیست تفسیر نمود و یک اساس‌بندی اولیه از سیمای سرزمین را به دست آورد و از آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با رشد شهر، توزیع کاربری‌ها و برنامه‌ریزی توسعه فضای سبز شهری بهره برد (جعفری و طیبیان، ۱۳۸۷). بحث سرانه فضای سبز و یا تغییرات سطح فضای سبز طی زمان و مکان همواره مطرح

آوردن تغییرات در الگوی فضای سبز شهری در ناحیه مورد مطالعه در شهر جینان چین در طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ ارائه می‌دهند که توسط GIS و سنجش از دور پوشش داده می‌شود. روشی که شامل تعیین کمیت فضای سبز نواحی محلی به وسیله فن «پنجره متحرک» (استفاده از fragstats) و یک آنالیز تغییرات شامل نمونه‌برداری از مرکز شهر به سمت حاشیه است. Kong و همکاران (۲۰۰۷) کاربرد مدل قیمت هدونیک را برای ارزیابی سازگاری فضای سبز شهری در سرزمین چین پیشنهاد دادند که سنجه‌های سیمای سرزمین و GIS در تعیین متغیرهای مدل‌های قیمت هدونیک استفاده شده‌اند. همچنین Zhou و Wang نیز در سال ۲۰۱۱، (Zhou and Wang, 2011) در مطالعه‌ای تغییرات مکانی - زمانی فضاهای سبز شهری در پاسخ به سیاست‌های شهرنشینی را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه در دو دوره زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۲ و ۲۰۰۹-۲۰۰۰ انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد رشد شهرنشینی اثرات منفی بر فضاهای سبز داشته و بیشترین تغییرات در بین لکه‌های سبز مربوط به اراضی کشاورزی است. اگر فضاهای سبز به عنوان ساختارهای اکولوژیک با توجه به جمعیت، عملکرد اکولوژیک و نوع کاربری هر یک از مناطق شهری، دارای ترکیب و توزیع فضایی متناسب باشند، می‌توانند عملکردهای اکولوژیکی مهمی، داشته باشند. با توجه به اینکه اکثر مطالعات و برنامه‌ریزی‌های مربوط به فضای سبز شهری در مورد مکانیابی، سرانه و معرفی گونه‌های مناسب برای فضای سبز صورت گرفته، بنابراین مطالعه در مورد نحوه توزیع و پراکنش مکانی انواع فضای سبز شهری امری ضروری به نظر می‌رسد؛ لذا هدف اصلی تحقیق حاضر، بررسی الگوی مکانی و نحوه توزیع فضاهای سبز عمومی شهر خمین است که این امر با استفاده از رویکرد سیمای سرزمین صورت می‌گیرد. از آنجا که این رویکرد و نیز استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای در بررسی سرانه و پراکنش فضای سبز از جمله روش‌های مؤثر و کاربردی و با صحت مناسب می‌باشد و با توجه به لزوم بررسی و ارزیابی و توجه به

پارک برای هر نفر به ترتیب برابر با ۸۷/۱۳ و ۱۸/۱۲ است. طاهری و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در تحلیل گرادیان فضاهای سبز شهری در منطقه سه شهر کرج پرداختند. برق جلوه و همکاران (۱۳۹۷) در هر ناحیه از منطقه یک شهری تهران به تحلیل برخی از عناصر بوم‌شناسی سیمای سرزمین شامل الگوی پراکنش، بافت و چیرگی لکه پرداختند و نتیجه گرفتند که در این منطقه هرچه از بخش‌های شمالی به سمت قسمت‌های مرکزی، جنوب و جنوب‌غربی پیش می‌رویم ضمن افزایش جدایی و انزوای فضای سبز به شدت از وسعت آن کاسته شده و ریزدانه‌تر گردیده است. گومه و همکاران (۱۳۹۳) با رویکرد سنجش از دور و سیمای سرزمین به بررسی روند تغییرات فضای سبز شهر کرج پرداختند که نتایج نشان از عدم توزیع یکنواخت فضای سبز در مناطق ۱۱ گانه این شهر داشت. نری موسی و سلطانیان (۱۳۹۷) وضعیت فضای سبز شهر امیدیه را براساس سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی کردند. فاضلی عطار و همکاران (۱۳۸۶) به ارزیابی فضای سبز شهری با استفاده از اکولوژی سیمای سرزمین پرداختند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های سنجنده استر نقشه به روزی از فضای سبز موجود در شهر اصفهان تهیه گردید. سپس با اعمال آنالیز و تجزیه تحلیل‌های مربوط به اکولوژی سیمای سرزمین بر روی نقشه حاصله به مطالعه و بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین فضای سبز شهری در مناطق مختلف پرداخته شد. سلیمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی الگوی مکانی پارک‌های شهر تهران پرداختند. در این پژوهش نحوه توزیع و پراکنش مکانی انواع پارک‌ها در هر یک از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در سه سطح لکه، کلاس و سیمای سرزمین مورد بررسی قرار گرفت. Liu و همکاران (۲۰۱۵) فضای سبز و شبکه جاده‌ها را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین مورد بررسی قرار داده و نتایج نشان داد که فضای سبز در حال تکه‌تکه شدن می‌باشد. Kong و Nakagoshi در سال ۲۰۰۶ (Kong and Nakagoshi, 2006) یک روش برای بیان کمیت و به دست



نگاره ۱: موقعیت شهر خمین در کشور

فضای سبز استان مرکزی به دلیل سرانه فضای سبز پایین این استان، این پژوهش دارای ضرورت کافی و نوآوری در این زمینه به عنوان نخستین پژوهش جامع بررسی فضای سبز شهرستان خمین می باشد. واحدهای مطالعاتی این تحقیق، نواحی ۴ گانه شهر خمین می باشد (نگاره ۲) که الگوی پراکنش فضای سبز در این نواحی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهر خمین می باشد. این شهر مرکز شهرستان خمین و از توابع استان مرکزی می باشد که بر روی دشت بلندی به ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر قرار گرفته و در تقسیمات نواحی طبیعی ایران، این دشت جزء دشت های غربی مرکزی محسوب می شود. شهر خمین از شمال شرقی، غرب و قسمتی از جنوب به زمین های کشاورزی و باغات

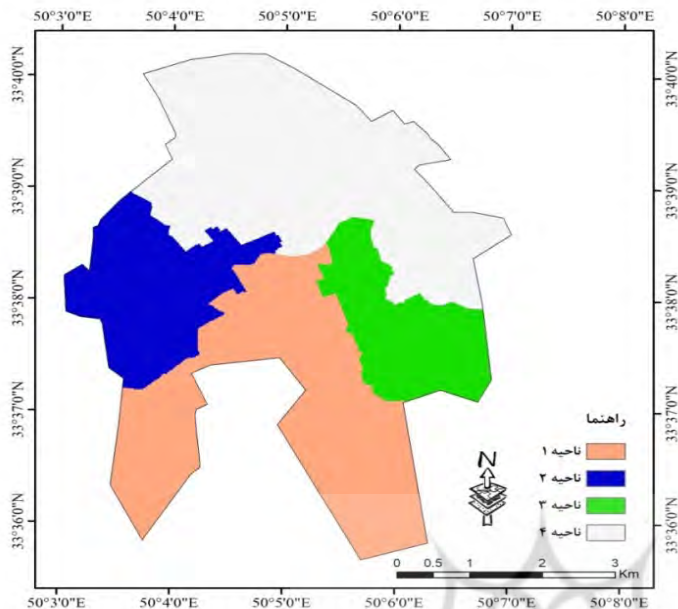
۲-۲- روش تحقیق پیشنهادی

قبل از بیان روش باید متدولوژی بطور کامل بیان شده و فلوجارت آن ترسیم شود.

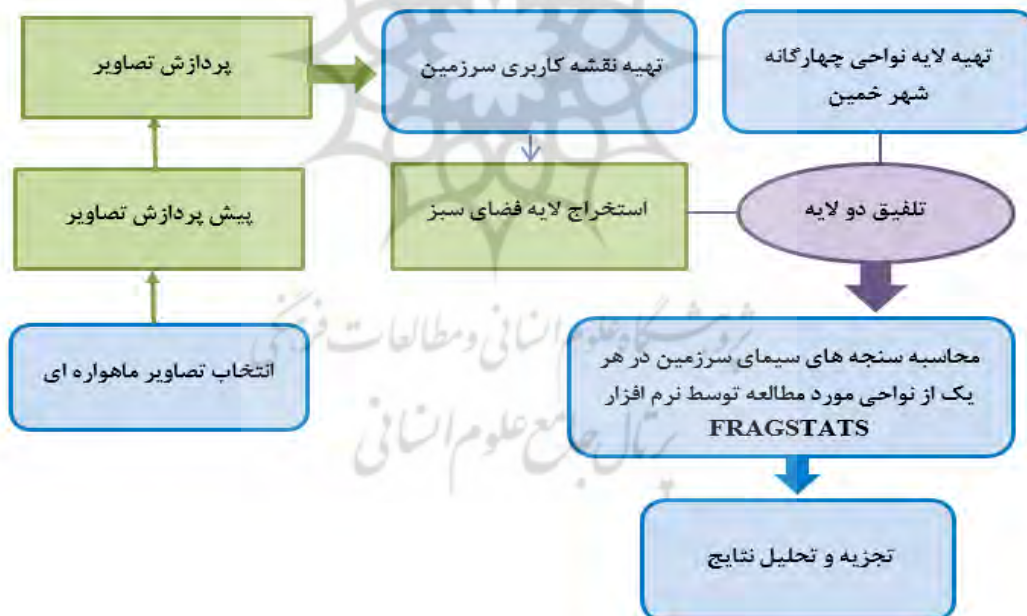
۲-۲-۱- تهیه لایه پارک شهری

در این پژوهش از تصاویر سنتینل ۲ استفاده شده است.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)
 بررسی الگوی توزیع مکانی پارک‌ها و فضای سبز ... / ۲۰۷



نگاره ۲: نقشه نواحی ۴ گانه شهر خمین



نگاره ۳: نمودار مراحل انجام پژوهش

پس از پردازش تصاویر ماهواره‌ای مربوطه، نخستین گام از روش نظارت شده، با لحاظ کردن داده‌های تعلیمی، طبقه‌بندی، برای استخراج عوارض از تصاویر ماهواره‌ای است. براین اساس، ابتدا شاخص‌های گوناگونی برای هر کدام از قطعات تصویر تعریف شد و سپس با استفاده از روش نظارت شده، با لحاظ کردن داده‌های تعلیمی، طبقه‌بندی تصاویر انجام گرفت. پس از طبقه‌بندی تصاویر در چهار کلاس اصلی شامل اراضی کشاورزی، اراضی بایر، پارک شهری و سکونتگاه به منظور بهبود نتایج طبقه‌بندی

با مجموع طول لبه کلاس مربوطه تقسیم بر حداقل طول لبه کلاس‌ها. محاسبه این سنجه مطابق رابطه ۱ به انجام می‌رسد. در رابطه ۱، ei : مجموع طول لبه‌های کلاس i ام و $minei$: حداقل مجموع طول لبه‌های کلاس i ام است.

$$LSI = \frac{ei}{minei}$$

رابطه ۱)

شاخص بزرگترین لکه^۵: این سنجه برابر است با مساحت بزرگترین لکه در یک کلاس تقسیم بر مجموع مساحت سیمای سرزمین (ضربدر صد برای تبدیل به درصد). به عبارت دیگر این شاخص برابر است با درصد سیمای سرزمین که توسط بزرگترین لکه اشغال شده است. محاسبه این سنجه مطابق رابطه ۲ به انجام می‌رسد. در رابطه ۲، aij : مساحت لکه ij و A : مجموع مساحت سیمای سرزمین است.

$$LPI = \frac{\max(aij)}{A} (100)$$

رابطه ۲)

میانگین فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها در سطح کلاس^۶: این شاخص برابر است با میانگین فاصله بین لکه‌ها در یک کلاس که واحد آن متر می‌باشد. محاسبه این سنجه مطابق رابطه ۳ به انجام رسید. در رابطه ۳، X_{ij} : مجموع فاصله بین لکه‌ها در یک کلاس و n_j : تعداد کل لکه‌ها در یک کلاس است.

$$ENN = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n_j}$$

رابطه ۳)

شاخص نسبت محیط به مساحت^۷: برابر است با نسبت محیط لکه (m) به مساحت (m^2). این سنجه بدون واحد است و محدوده آن عبارت است از: $PARA > 0$ و بدون محدودیت. نسبت محیط به مساحت یک اندازه‌گیری ساده از پیچیدگی شکل است، اما بدون استاندارد شدن به یک شکل ساده اقلیدسی (مثلاً مربع). یک مشکل این سنجه به عنوان شاخص شکل، این است که آن با اندازه لکه تغییر می‌کند. برای مثال، با ثابت نگه داشتن شکل، افزایش در

از روش بصری استفاده شد. در این روش سعی شد تا با مروری بر نتایج طبقه‌بندی و انطباق آن‌ها با تصاویر، خطاهای احتمالی اصلاح شود. برای ارزیابی دقت نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از نرم‌افزار گوگل ارث استفاده شد. پس از تهیه این نقشه که نقشه اصلی و اساس آنالیزهای مطالعه حاضر می‌باشد، لایه پارک شهری با لایه نواحی چهارگانه شهر خمین، تلفیق شد. نکته بسیار مهمی که ذکر آن در اینجا بسیار حائز اهمیت است، این است که در مطالعه حاضر فقط پارک‌های شهری که توسط شهرداری و به منظور استفاده عمومی شهروندان در نظر گرفته شده به عنوان فضای سبز شهری تلقی شده و سایر فضاهای سبز مانند کمربندهای سبز اطراف شهر و یا باغ‌های خصوصی و غیره در این طبقه‌بندی لحاظ نشده‌اند. در نهایت و پس از تلفیق لایه پارک شهری و لایه نواحی چهارگانه شهر، مساحت پارک شهری در هر ناحیه به دست آمد.

۲-۲-۲- برآورد سنجه‌های سیمای سرزمین

به منظور بررسی الگوی توزیع مکانی فضای سبز در منطقه، سنجه‌های سیمای سرزمین در هر یک از نواحی چهارگانه محاسبه، بررسی و تجزیه و تحلیل شد. سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ و برنامه تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین^۳ از جمله ابزار محاسبه و اندازه‌گیری سنجه‌های سیمای سرزمین در این مطالعه بود. این برنامه، برنامه‌ای است که برای کمی کردن ساختار و الگوی سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این برنامه مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای سرزمین را دربرمی‌گیرد. پس از محاسبه سنجه‌های مذکور با این نرم افزار، نتایج مورد تجزیه تحلیل و بررسی قرار گرفت. در این مطالعه در سطح کلاس تعدادی از سنجه‌ها محاسبه شدند که به اختصار معرفی می‌شود:

شاخص شکل سیمای سرزمین^۴: این شاخص برابر است

1 - Google Earth

2 - GIS

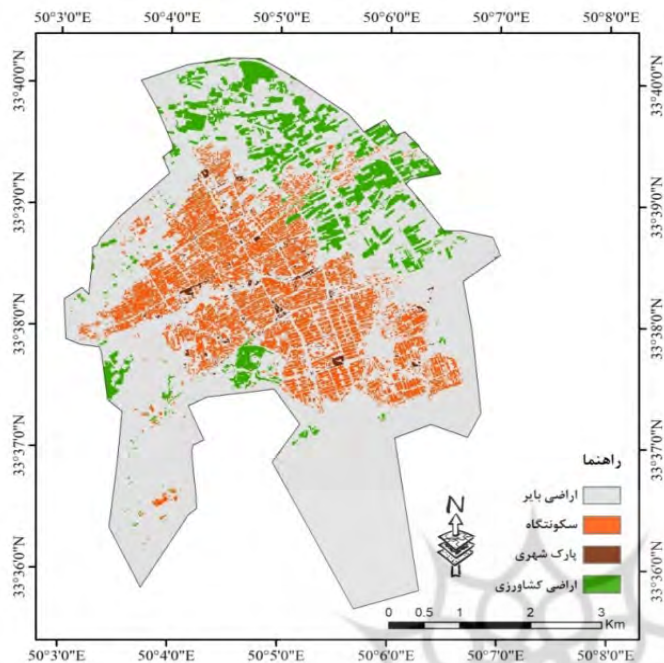
3 - FRAGSTATS

4 - Landscape Shape Index (LSI)

5- Largest Patch Index (LPI)

6- Euclidean Nearest Neighbor distance (ENN)

7- Perimeter-Area Ratio (PARA)



نگاره ۴: نقشه کاربری اراضی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای

تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۲ را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که صحت کلی ۸۹/۸۰٪ و ضریب کاپا ۰/۸۴ بود. نتایج محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین در هر کدام از نواحی مورد مطالعه در جدول ۱ به نمایش گذاشته شده است. نگاره‌های ۵ و ۶ نیز میزان سنجه‌های سیمای سرزمین مورد بررسی را در نواحی چهارگانه به خوبی نشان داده است. سنجه میانگین فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها (ENN): بیشترین عدد این سنجه، مربوط به ناحیه ۳ است و کمترین عدد را هم ناحیه ۱ به خود اختصاص داده است. سنجه شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI): برای این سنجه ناحیه ۲ بیشترین عدد را به خود اختصاص داده است و کمترین عدد این سنجه نیز مربوط به ناحیه ۳ می‌باشد. سنجه میانگین اندازه لکه (MPS): ناحیه ۲ با عدد ۶۹۷ بزرگترین میانگین اندازه لکه فضای سبز را در بین سایر نواحی دارد و ناحیه ۱ با عدد ۵۶۴ کمترین میانگین اندازه لکه را دارا می‌باشد.

سنجه شکل سیمای سرزمین (LSI): این سنجه، که پیچیدگی و وضعیت شکل لکه را در هر ناحیه نشان می‌دهد، همان

اندازه لکه باعث کاهش نسبت محیط به مساحت خواهد شد. این پارامتر برای هر لکه به سادگی طبق رابطه ۴ قابل محاسبه است: که در این رابطه، L محیط و S مساحت است.

$$PARA = \frac{L}{S}$$

رابطه ۴)

شاخص تعداد لکه: این شاخص تعداد لکه را از هر کلاس کاربری در هر واحد نشان می‌دهد.

شاخص میانگین شکل: جمع محیط لکه‌ها تقسیم بر ریشه مربع مساحت لکه (هکتار) برای هر کلاس (سطح کلاس) و یا تمام لکه (سطح سیمای سرزمین)، و تنظیم برای استاندارد دایره (چندضلعی)، و یا استاندارد مربع (شبه‌ک)، تقسیم بر تعداد لکه‌ها شاخص میانگین اندازه لکه: میانگین اندازه یک لکه در سیمای سرزمین.

۳- نتایج و بحث

نگاره ۴ نقشه کاربری اراضی بدست آمده از پردازش

1 - Number of Patches (NP)

2- Shape Index

3- Mean Patch Size (MPS)

جدول ۱: سنج‌های سیمای سرزمین محاسبه شده در نواحی مورد مطالعه

LSI	ENN	Perimeter to area (PARA)	Shape index	MPS	LPI	NP	
۱۳/۱۲	۳۹/۲۴	۳۲۴۸	۱/۱۸	۵۶۴	۲۹۱	۱۴۰	ناحیه ۱
۹/۰۲	۵۴/۴۸	۳۱۹۱	۱/۱۳	۶۹۷	۳۹۹	۷۴	ناحیه ۲
۶/۶۴	۶۶/۶۱	۳۱۳۸	۱/۱۷	۶۱۳	۹۳	۳۸	ناحیه ۳
۱۱/۷۴	۵۹/۶۲	۳۰۸۱	۱/۱۷	۶۴۵	۱۶۹	۱۱۰	ناحیه ۴
۱۰/۱۳	۵۴/۹۸	۳۱۶۴/۵	۱/۱۶۲	۶۲۹/۷۵	۲۳۸	۹۰/۵	مجموع

دیگر پارک‌ها نزدیک به هم قرار دارند؛ یعنی در ناحیه ۱ پارک‌های شهری زیادتر و به فواصل کمتر است که نسبت به سایر نواحی وضعیت مطلوبتری را از این حیث نشان داد و بدترین وضعیت را هم از این لحاظ، ناحیه ۳ دارد که دارای چندین لکه محدود پارک شهری و با فواصل بسیار دور از هم می‌باشد. سنجه شاخص بزرگترین لکه در ناحیه ۲ بیشترین مقدار و کمترین عدد این سنجه نیز مربوط به ناحیه ۳ می‌باشد که نشان‌دهنده این مطلب است که بزرگترین لکه پارک شهری در این ناحیه، بسیار کوچک‌تر از سایر نواحی می‌باشد و همچنان نشان از وضعیت بد و نامناسب پارک شهری از لحاظ اندازه و وسعت در این ناحیه دارد. سایر نواحی از این حیث، وضعیت بینابینی و نسبتاً قابل قبول‌تری داشتند. در ارتباط با شاخص شکل سیمای سرزمین نیز می‌توان گفت، ارزش این شاخص زمانی افزایش می‌یابد که شکل سیمای سرزمین ناهمگن‌تر شود، یا این که طول لبه‌ها در یک کلاس کاربری خاص افزایش یابد.

در خصوص این سنجه همان‌طور که در نتایج دیده شد، بیشترین مقدار آن در ناحیه ۱ با عدد ۱۳/۱۲ و کمترین آن در ناحیه ۳ با عدد ۶/۶۴ که نشانگر فشرده شدن لکه فضای سبز در این ناحیه می‌باشد؛ به این معنی که شکل لکه‌های فضای سبز در ناحیه ۱ ناهمگن است در حالی که در ناحیه ۳ لکه‌های فضای سبز بسیار ساده و همگن‌تر می‌باشند و دو ناحیه ۲ و ۴ نیز از این لحاظ حالت بینابینی دارند. در مورد سنجه میانگین اندازه لکه هم همان‌گونه که

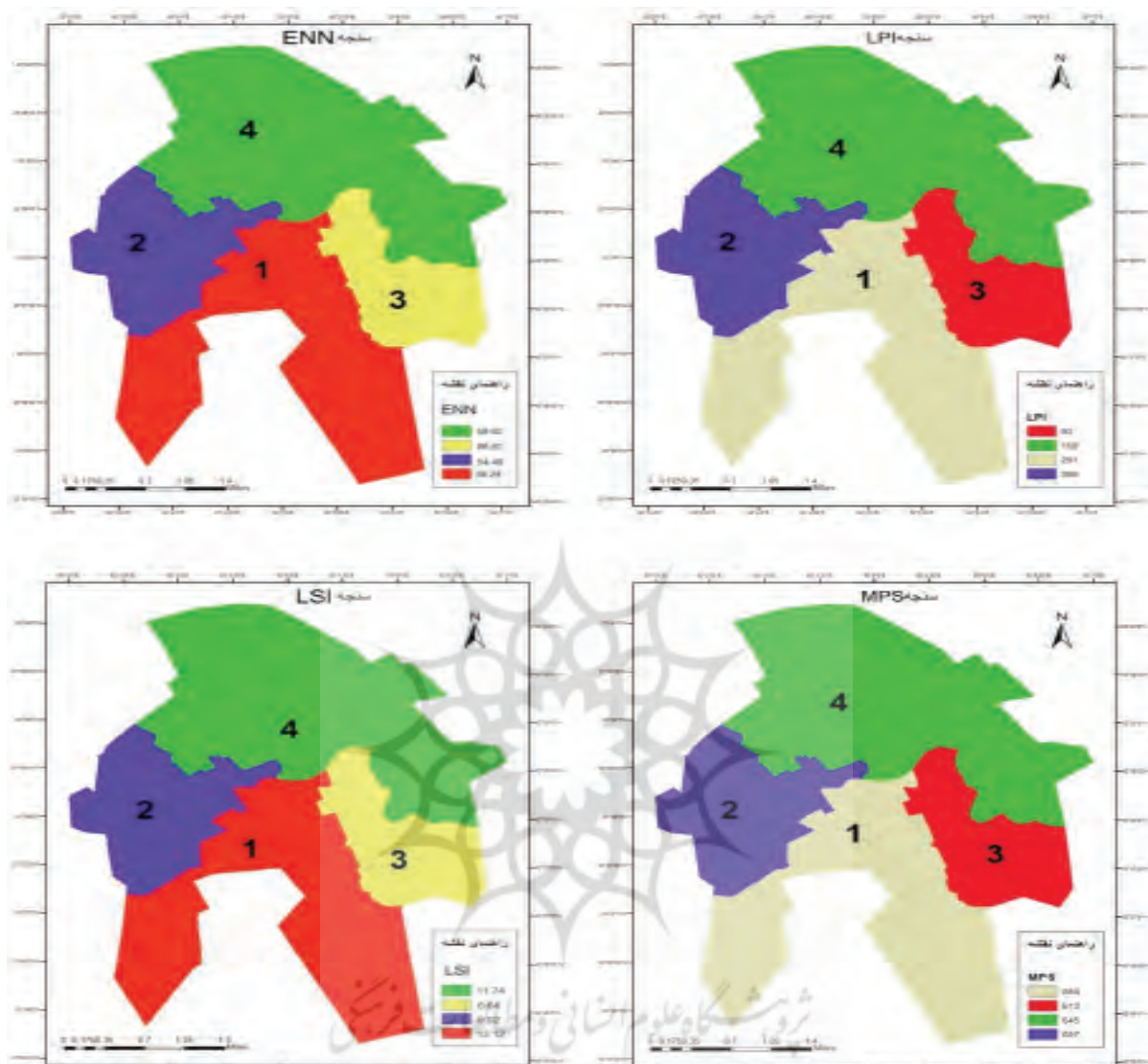
طور که دیده می‌شود بیشترین آن در ناحیه ۱ و کمترین آن در ناحیه ۲ می‌باشد و نواحی ۳ و ۴ هم از نظر این سنجه مشابه‌اند.

سنجه تعداد لکه (NP): در ارتباط با این سنجه، بیشترین تعداد لکه فضای سبز را ناحیه ۱ و کمترین را ناحیه ۳ به خود اختصاص می‌دهد.

سنجه نسبت محیط به مساحت لکه (Perimeter to area (PARA)): بیشترین عدد مربوط به ناحیه ۱ می‌باشد و کمترین آن هم همان‌گونه که مشاهده می‌شود مربوط به ناحیه ۴ است. از این نظر دو ناحیه ۳ و ۲ حالت بینابینی دارند.

شاخص نگاره سیمای سرزمین (Shape index): در مورد این سنجه هم، بیشترین آن در ناحیه ۱ می‌باشد و کمترین آن در ناحیه ۳ و در ناحیه ۳ لکه‌های فضای سبز بسیار ساده و همگن‌تر می‌باشند و دو ناحیه ۲ و ۴ نیز از این لحاظ حالت بینابینی دارند.

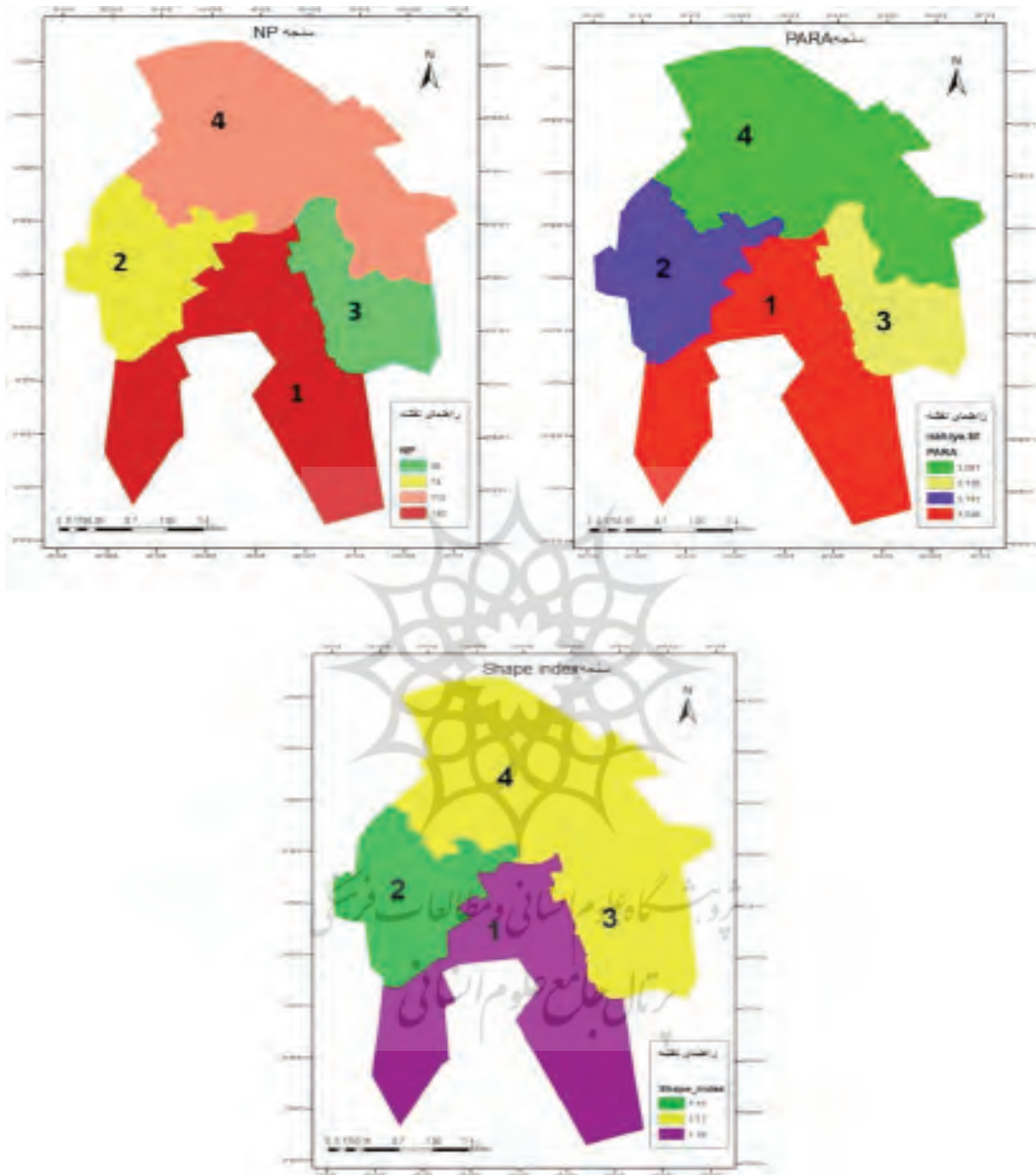
نتایج حاصل از محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین در نواحی چهارگانه مورد مطالعه در شهر خمین، نیز نشان از عدم توزیع مناسب و برابر فضای سبز در بین چهار ناحیه شهری دارد. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، بیشترین عدد سنجه میانگین فاصله بین لکه‌های فضای سبز، مربوط به ناحیه ۳ است و کمترین عدد را هم ناحیه ۱ به خود اختصاص داده است که نشان می‌دهد در این ناحیه لکه‌های فضای سبز شهری فاصله کمتری از هم داشته یا به عبارت



نگاره ۵: میزان سنجه ENN، LPI، LSI و MPS در هر یک از نواحی ۴ گانه مورد مطالعه

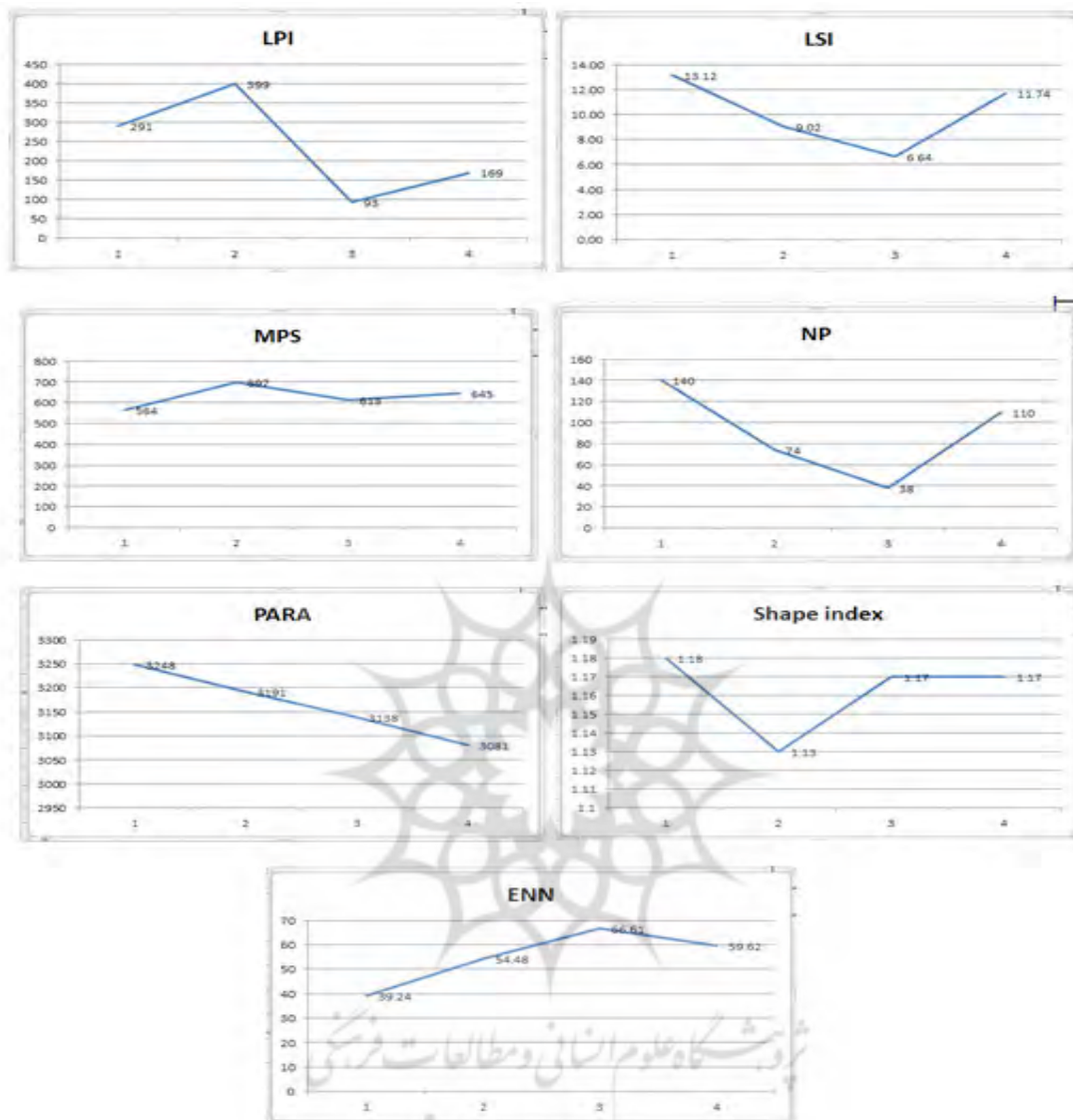
مشاهده شد، ناحیه ۲ با عدد ۶۹۷ بزرگترین میانگین را در بین سایر نواحی دارد و ناحیه ۱ با عدد ۵۶۴ کمترین میانگین اندازه لکه را دارا می‌باشد. که این نتایج مؤید این مطلب است که در ناحیه ۱ لکه‌ها با تراکم بالاتر و فاصله کمتر از هم قرار گرفتند و در نتیجه میانگین اندازه لکه، کوچکتر شده که مراجعه به سایر نقشه‌های مربوط به سنجه‌های دیگر، به خوبی این امر را تصدیق می‌کند. سنجه تعداد لکه، بیشترین عدد را در ناحیه ۱ (۱۴۰) و کمترین را ناحیه ۳ و تنها با ۳۸ لکه به خود اختصاص داد. ناحیه ۲ دارای ۷۴ لکه فضای سبز و ناحیه ۴ نیز ۱۱۰ لکه

دارا می‌باشد. تعداد بالای لکه‌های پارک شهری در ناحیه ۱ و پس از آن ناحیه ۴، نشان‌دهنده غنای بالای فضای سبز شهری در این نواحی و حداقل بودن عدد این سنجه در ناحیه ۳ نشان دهنده کمبود شدید لکه‌های فضای سبز شهری در آن می‌باشد که همچنان تصدیق کننده سایر نتایج سنجه‌های دیگر، در این پژوهش می‌باشد. در ارتباط با سنجه نسبت محیط به مساحت که نسبت محیط به مساحت لکه را نشان می‌دهد، بیشترین عدد مربوط به ناحیه ۱ می‌باشد (۳/۲۴۸) که نشانگر بالا بودن نسبت محیط لکه‌های شهری به مساحت این لکه‌ها در این ناحیه است به عبارتی بالا



نگاره ۶: میزان سنجه NP، PARA و Shape index در هر یک از نواحی ۴ گانه مورد مطالعه

بودن تعداد و تراکم لکه‌های فضای سبز شهری در این ناحیه سبب این امر شده است. کمترین آن هم همان‌گونه که مشاهده می‌شود مربوط به ناحیه ۴ است (۳/۰۶۱) که نشان‌دهنده تعداد و تراکم کمتر لکه‌ها در این ناحیه است یا به عبارت دیگر پیوستگی لکه‌ها در این ناحیه بیشتر است و در نهایت سنجه شاخص شکل پیچیدگی و وضعیت شکل لکه را در هر ناحیه نشان می‌دهد. که همان‌طور که در نتایج دیده شد، بیشترین آن در ناحیه ۱ می‌باشد با عدد ۱/۱۸ و



میزان سنج‌های سیمای سرزمین

نواحی چهارگانه شهر خمین

نگاره ۷: روند تغییرات سنج‌های سیمای سرزمین در نواحی ۴گانه شهر خمین

امیدیه را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که فضای سبز شهری از توزیع مناسبی در شهر برخوردار نبوده و نیاز به اقدامات تکمیلی در تبدیل زمین‌های خالی و تغییر تعدادی از کاربری‌های غیر سبز به فضای سبز وجود دارد. همچنین نتایج گومه و همکاران (۱۳۹۶) که با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین روند تغییرات فضای سبز شهر کرج را بررسی کردند همسو با یافته‌های پژوهش حاضر است چنان‌که آن‌ها نیز چنین نتیجه گرفتند که با توجه

کمترین آن در ناحیه ۲ با عدد ۱/۱۳ که نشانگر فشرده شدن لکه فضای سبز در این ناحیه می‌باشد. نواحی ۳ و ۴ هم از نظر این سنج مشابه و دارای عدد ۱/۱۷ بوده‌اند. نگاره ۷ هم روند تغییرات سنج‌های سیمای سرزمین را در نواحی چهارگانه نشان می‌دهد.

نتایج این پژوهش همسو با یافته‌های پژوهش نری موسی و سلطانیان (۱۳۹۷) می‌باشد که با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین وضعیت فضای سبز شهر

و دوم اینکه در اغلب مناطق مورد بررسی در کشور، توزیع فضای سبز غیریکنواخت و پراکنده و از سرانه پایینی نسبت به استانداردها برخوردار است که این امر لزوم توجه جدی و برنامه‌ریزی در راستای حل این مشکل را می‌طلبد.

۴- نتیجه‌گیری

به کارگیری یک روشی نسبتاً سریع، با دقت مناسب و نسبتاً ارزان و در دسترس، مانند سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای در منابع طبیعی (Bourque et al., 2019; Bayat et al., 2019) که به الگوی گسترش شهر و اثرات آن بر سیمای سرزمین پردازد برای برنامه‌ریزان شهری و سیمای سرزمین از اهمیت زیادی برخوردار است. پایش و پیش‌بینی تغییرات ساختاری سیمای سرزمین در اثر گسترش شهری با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین رهیافتی مناسب به منظور بررسی اثرات محیط زیستی توسعه شهری می‌باشد (چهرآذر و همکاران، ۱۳۹۶). در شهر خمین، به شکل خاص تاکنون به جز چندین طرح پراکنده و مقالات کلی، مطالعه جامع و قابل‌اتکایی در خصوص بررسی فضای سبز صورت نگرفته و پژوهش حاضر از این حیث منحصر به فرد می‌باشد.

به طور کلی تفسیر و بررسی نتایج حاصل از محاسبه سنجش‌های سیمای سرزمین در نواحی چهارگانه شهر خمین، نشان از بررسی لکه‌های پارک شهری در نواحی ۴ گانه شهر نشان می‌دهد در ناحیه ۱، که در قسمت جنوبی شهر واقع شده نسبت به سایر نواحی به لحاظ سنجش‌هایی مانند نسبت محیط به مساحت، یا فشردگی و پیوستگی شکل، غنای لکه‌ای، میانگین فاصله بین لکه‌ها، مطلوب‌ترین وضعیت را دارد. ناحیه ۳ که در قسمت جنوب‌شرقی شهر قرار دارد به لحاظ سنجش‌های نام برده شده در بالا، بدترین و نامناسب‌ترین وضعیت را در بین سایر نواحی دارد و این امر نشان می‌دهد لازم است تا در آینده‌ای نزدیک یک تحلیل کامل و جامع از فضای سبز این منطقه و دلایل کمبود آن ارائه شود. همچنین لزوم توجه اساسی به فضای سبز آن احساس می‌شود و نیاز است تا پروژه‌های مکان‌یابی فضای

به تجزیه و تحلیل سنجش‌های سیمای سرزمین فضای سبز شهری در مناطق ۱۱ گانه شهر کرج به طور یکنواخت توزیع نشده است. همچنین برق جلوه و همکاران (۱۳۹۷) هم در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که در مورد فضای سبز منطقه یک شهر تهران هرچه از بخش‌های شمالی به سمت قسمت‌های مرکزی، جنوب و جنوب‌غربی پیش می‌رویم ضمن افزایش جدایی و انزوای فضای سبز به شدت از وسعت آن کاسته شده و ریزدانه‌تر گردیده است و توزیع فضای سبز در این نواحی یکنواخت نمی‌باشد. از جمله پژوهش‌های دیگر همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان به پژوهش طاهری و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد که چنین نتیجه گرفتند که فضاهای سبز در منطقه سه شهر کرج از نظر نحوه ترکیب و توزیع فضایی شرایط مطلوبی ندارند و در طول جهت‌های مختلف از لحاظ وسعت، پیوستگی، ماهیت، ترکیب و توزیع فضایی دچار نوسانات شدیدی می‌باشند و نیز پژوهش حاتمی و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با بررسی فضای سبز شهر مشهد با رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین که نتایج آن‌ها نیز نشان داد در طی دوره مورد مطالعه تخریب شدیدی از نظر وسعت و ترکیب و توزیع مکانی فضاهای سبز در این شهر رخ داده است. همچنین لایقی و همکاران (۱۳۹۸) و کرم و حجه فروش نیا (۱۳۹۱) به ترتیب در منطقه یک شهری شهرکرد و منطقه شش شهر اصفهان برای بررسی کمی و کیفی فضای سبز شهری از تصاویر ماهواره‌ای کوئیک برد استفاده کردند که در مطالعه اول صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۹۱٪ و ۸۵٪ بود که اندکی از صحت و ضریب کاپای بدست آمده از تصاویر سنتینل در این تحقیق بالاتر می‌باشد اما هر دو مطالعه به کارایی سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای در تفکیک و بررسی فضای سبز شهری اذعان داشته‌اند.

دو نتیجه مهم که از تمام این پژوهش‌های ذکر شده می‌توان دریافت کرد نخست اینکه رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین و بررسی توزیع و الگوی پراکنش فضای سبز با استفاده از سنجش‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین، رهیافت مناسبی بوده

(مطالعه موردی: شهر مشهد)، فصلنامه خشک‌بوم، ۷(۲):
۱-۸.

۵. حسن پور، پ. سیاح نیا، ر. و اسماعیل زاده، ح. ۱۳۹۹.
ارزیابی ساختار اکولوژیکی فضای سبز شهری با رویکرد
سیمای سرزمین مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران. علوم
محیطی، ۱: ۱۸۷-۲۰۲.

۶. سلیمان‌نژاد، ل. فقهی، ج. مخدوم، م. نمیرانیان، م. ۱۳۹۳.
بررسی الگوی مکانی پارک‌های تهران توسط سنجه‌های
سیمای سرزمین، پژوهش‌های محیط زیست، سال ۵، شماره
۹: ۲۵ - ۳۴.

۷. طاهری سرتشنیزی، ف. فقهی، ج. دانه کار، ا. و بابازاده
خامنه، ص. کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در تحلیل
گرادیان فضاهای سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۳
شهرداری کرج)، نشریه علوم و مهندسی محیط زیست، ۲:
۳۳-۲۳.

۸. عباسی، م. قاضی‌زاهد، ا. شیبانی، م. مهبد، ع. ۱۳۹۶.
بررسی سیر تحول و توسعه میزان و سرانه فضای سبز در
شهر خمین، سومین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری،
شهرسازی و مدیریت شهری.

۹. کرم، ا. و حجه‌فروش، ش. ۱۳۹۱. کاربرد GIS و
سنجش‌ازدور در برنامه‌ریزی فضای سبز شهری (مطالعه
موردی: منطقه ۶ اصفهان). جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱

(۲): ۶۷-۷۸

۱۰. گومه، ز. رنگزن، ک. نظری سامانی، ع. و قدوسی، ج.
۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات کمی فضای سبز کلان‌شهر کرج
با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سنجه‌های سیمای
سرزمین، نشریه محیط زیست طبیعی، ۶۷(۳): ۳۳۱-۳۲۳.

۱۱. لایقی، ز. ریاحی بختیاری، ح. و جعفری، ا. ۱۳۹۸.
بررسی کیفی و کمی فضای سبز شهری با استفاده از تصاویر
ماهواره‌ای Quickbird مجله پژوهش‌های محیط زیست: ۱۰
(۲۰): ۲۴۷-۲۵۸.

۱۲. مرکز بهداشت شهرستان خمین، اطلاعات جمعیتی،
۱۳۹۶.

سبز در صورت امکان به این ناحیه معطوف شده و توجه
مسئولین و تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان فضای سبز به آن
بیشتر شود. نواحی ۲ و ۴ که به ترتیب در غرب و شمال
شهر قرار دارند اگرچه از وضعیت چندان مطلوبی برخوردار
نمی‌باشند اما نسبت به ناحیه ۳ وضعیت مطلوبتری به لحاظ
غنای لکه‌های فضای سبز، انسجام و پیوستگی لکه‌ها،
وسعت لکه‌ها و فاصله بین لکه‌ها دارند. استفاده ترکیبی و
تلفیقی از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای
و سنجه‌های سیمای سرزمین نشان‌دهنده یک روش ابتکاری
برای مطالعه تغییر تدریجی مکانی در فضاهای سبز شهری
است. این مطالعه سعی کرد که بررسی الگوی پراکنش
فضای سبز شهری با سنجه‌های سیمای سرزمین انجام دهد.
نتایج حاصل از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین، حکایت
از توزیع نامتعادل و نامتوازن این کاربری در بین نواحی
۴ گانه مورد مطالعه در این تحقیق دارند.

منابع و مآخذ

۱. برق جلوه، ش. توکلی، م. و صمدی، ر. ۱۳۹۷. راهبردهای
ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری با رویکرد بوم‌شناسی
سیمای سرزمین، مطالعه موردی: منطقه یک شهری تهران،
نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، انتشار آنلاین ۲۸
فروردین ۱۳۹۷.

۲. جعفری، ف. طیبیان، م. ۱۳۸۷. برنامه‌ریزی فضای سبز
شهری و فرار شهری شهر جدید شیرین شهر با استفاده
از اصول اکولوژی سیمای سرزمین، فصلنامه سبزینه، صص
۱۶ - ۳۰.

۳. چهارآذر، ی. جعفری، ح. و چهارآذر، ف. ۱۳۹۶. پایش
مکانی - زمانی شبکه سبز اکولوژیک شهر کرج از منظر
اکولوژی سیمای سرزمین، مجله جغرافیا و مطالعات محیطی،
۶ (۲۴): ۷۴-۶۵.

۴. حاتمی، م. ستوده، ا. مختاری، م. و کیانی، ب. ۱۳۹۶.
تحلیل ترکیب و پراکنش فضاهای سبز شهری در مناطق
نیمه خشک با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین

23. Liu, T., and Yang, X. 2015. Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. *Applied Geography*, 56: 42-54.
24. Senanayake, IP., Welivitiya, WD., and Nadeeka and PM. 2013. Urban green spaces analysis for development planning in Colombo Sri Lanka. Utilizing THEOS satellite imagery a remote sensing and GIS approach. *Urban Forestry and Urban Greening*, 12: 307-314
25. Wang, j., Li, X., and Wang, E. 2008. Potential landscape and flux framework of nonequilibrium networks: Robustness, dissipation, and coherence of biochemical oscillations, *PNAS* August 26, 2008 105 (34) 12271-12276
26. Zhou, X., and Wang, Y. 2011. Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies, *Landscape and Urban Planning* 100 (3): 268-277
۱۳. نری موسی، ز. و سلطانیان، س. ۱۳۹۷. تحلیل وضعیت اکولوژیکی فضای سبز شهر امیدیه براساس متریک‌های سیمای سرزمین، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، انتشار آنلاین، ۴ اردیبهشت ۱۳۹۷.
14. Bayat, M., Thanh Noi, P., Zare, R. Tien Bui, D. 2019. A Semi-empirical Approach Based on Genetic Programming for the Study of Biophysical Controls on Diameter-Growth of *Fagus orientalis* in Northern Iran. *Remote Sens.*, 11: 1680.
15. Bourque, C.P.A., Bayat, M. 2015. Landscape variation in tree species richness in northern Iran forests. *PloS One*, 10(4), e0121172.
16. Botequilha A., Ahern, J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning, *Landscape and Urban Planning* 59(2): 65-93.
17. Bourque, C.P.A., Bayat, M., Zhang, C. 2019. An assessment of height-diameter growth variation in an unmanaged *Fagus orientalis*-dominated forest. *European Journal of Forest Research*, 1-15.
18. Gobster, P.H., Westphal, L.M. (Eds.), 1998. *People and the River: Perception and Use of Chicago Waterways for Recreation*. USDI National Park Service Rivers, Trails, and Conservation Assistance Program, Milwaukee, WI. URL: <http://www.ncrs.fs.fed.us/epubs/chicagoriver/people/>
19. Hessburg, P.F., Reynolds, K.M., Salter, R.B., Dickinson, J.D., Gaines, W.L., and Harrod, R.J., 2013. Landscape evaluation for restoration planning on the OkanoganWenatchee National Forest, USA. *Sustainability* 5, 805-840.
20. Kong, F., and Nakagoshi, N. 2006. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China, *Landscape and Urban Planning* 78(3):147-164 .
21. Kong, F., Yin, H., and Nakagoshi, N. 2007. Using GIS and Landscape Metrics in the Hedonic Price Modelling of the Amenity Value of Urban Green Space, *Landscape and Urban Planning* 79(3-4):240-252.
22. Kshama Gupta, K., Kumar, P., Pathan, S. K., and Sharma, K. P. 2012. Urban Neighborhood Green Index - A measure of green spaces in urban areas, *Landscape and urban planning*, 105(3): 325-335.