

ارزیابی روند تغییرات پوشش فضای سبز شهری با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین (نمونه موردی: شهر قزوین)

- ❖ سهیل قشلاق پور؛ دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ❖ معصومه مقبل*؛ استادیار گروه جغرافیای طبیعی (اقلیم‌شناسی)، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

فرآیند توسعه شهری و تغییر کاربری‌های اراضی، باعث از بین رفتن بسیاری از سطوح طبیعی و جایگزینی آن با پوشش‌های انسان ساخت می‌شود. بوم‌شناسی سیمای سرزمین و متریک‌های آن از جمله روش‌های ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به ویژه فضاهای سبز در محیط‌های شهری محسوب می‌شوند. در پژوهش حاضر نیز با هدف ارزیابی روند تغییرات پوشش فضای سبز در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۱۹، از داده‌های سنجنش از دور (لندست ۸) با پوشش ابر کمتر از ده درصد، برای تعیین کاربری اراضی و روند تغییرات آن در ۷ سال گذشته استفاده شد. نقشه‌های کاربری اراضی، در برنامه ENVI 5.3 در قالب سه کلاس فضاهای سبز، اراضی انسان ساخت (شامل تمامی کاربری‌های انسان ساخت به جز فضاهای سبز و پوشش‌های گیاهی) و اراضی بایر تولید شد و برای طبقه بندی این نقشه‌ها از روش حداکثر احتمال استفاده گردید. در ادامه، از سنج‌های سیمای سرزمین شامل سنج مساحت لکه‌ها (CA)، متوسط اندازه لکه‌ها (MPS)، تراکم لکه‌ها (PD) و متوسط فاصله همسایگی (MMNND) برای تعیین حضور، پایداری، توزیع و به طور کلی نحوه تغییر اراضی سبز در شهر قزوین (شامل ۳ منطقه) در طی دوره مطالعاتی استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در طی دوره مطالعاتی، بیشترین تغییر فضای سبز در منطقه ۱ قزوین (جنوب شهر) و کمترین آن در منطقه ۳ این شهر (شمال شهر) رخ داده است. علاوه-براین، براساس سنج‌های سیمای سرزمین مشخص شد که مساحت لکه‌های سبز و تراکم آنها به ترتیب به میزان ۷۳/۷۱ هکتار و ۰/۸۰۷۵ در هر ۱۰۰ هکتار کاهش یافته و از طرفی متوسط اندازه و فاصله همسایگی این اراضی به میزان ۰/۱۰۶۱ هکتار و ۵/۲۸۴۶ متر افزایش داشته است. این نتایج نشان از تبدیل لکه‌های ریزدانه به درشت‌دانه‌تر و افزایش پایداری آنها با وجود کاهش میزان حضور پذیری این اراضی است. بنابراین، برای کاهش اثرات توسعه شهری، بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفظ زیرساخت‌های سبز، برنامه ریزی و مدیریت این اراضی به صورت متعادل و گسترش آنها با ایجاد فضاهای سبز بیشتر در شهر قزوین ضروری است.

واژگان کلیدی: بوم‌شناسی سیمای سرزمین، پایداری زیست محیطی، زیرساخت‌های سبز شهری، شهر قزوین.

۱. مقدمه

باز فضا‌های سبز به عنوان یکی از عوامل موثر بر محیط زیست طبیعی زمین محسوب می‌شود که می‌تواند در تعدیل دما و کنترل رطوبت، جذب انرژی و بازتاب آن در تلطیف هوا و کنترل آلودگی‌های آن نقش تعیین کننده‌ای ایفا کند. با این وجود، رشد بی رویه شهرها و افزایش جمعیت نیاز به تغییر کاربری اراضی در این مناطق را افزایش داده به گونه‌ای که در مسیر این توسعه بسیاری از پوشش‌های طبیعی سطح زمین از بین رفته و توسط پوشش‌ها یا کاربری‌های انسانی جایگزین شده اند. با توجه به این روند رو به رشد شهرنشینی، پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰، ۶۶٪ از جمعیت جهانی (۵ میلیارد نفر) در مناطق شهری زندگی کنند [۱۹]. این افزایش در میزان شهرنشینی در حالی که با مزایای اقتصادی و اجتماعی همراه است، باعث از بین رفتن تنوع زیستی و زیستگاه‌های حیات وحش، کاهش پوشش گیاهی و جایگزینی سطوح و مصالح مصنوعی و انسان ساخت می‌شود [۳۲، ۳۴]. علاوه بر این، روند شهرنشینی موجود، آلودگی‌ها را افزایش داده و بر سلامتی و رفاه انسان تأثیر منفی به همراه دارد [۴۸، ۱۸]. در نتیجه با توجه به اثرات نامطلوب گسترش شهرنشینی بر محیط زیست و به منظور جبران عوارض ناشی از کاهش پوشش‌های طبیعی و گیاهی در نواحی شهری، امروزه استفاده از زیرساخت‌های سبز^۱ و توسعه فضای سبز شهری به عنوان موضوعی در حوزه‌های برنامه‌ریزی شهری، مدیریت اکوسیستم و تغییرات آب و هوایی، طراحی و زیباسازی شهری مطرح شده است که می‌تواند بسیاری از معضلات زیست محیطی ناشی از توسعه شهری و از بین رفتن پوشش‌های گیاهی در گذر زمان را کاهش دهد [۳، ۴۸، ۵۳].

اصطلاح زیرساخت‌های سبز به شبکه برنامه‌ریزی شده مناطق طبیعی و نیمه طبیعی با سایر ویژگی‌های طراحی

و مدیریت زیست محیطی با طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم در مناطق شهری اطلاق می‌گردد [۴۰، ۱۳]. این زیرساخت‌ها می‌توانند مشکلات ناشی از شهرنشینی سریع را بهبود بخشیده، موجب احیا زیستگاه، ترویج تنوع زیستی، کاهش آلودگی‌ها، افزایش سلامت و رفاه در بین شهروندان و افزایش تاب‌آوری در برابر تغییر اقلیم شوند [۴۱، ۳۳، ۲۸]. این در حالی است که در مسیر توسعه شهر، به دلیل مزایای اقتصادی بالاتر سایر کاربری‌ها، زیرساخت‌های سبز با وجود منافع زیاد و متنوع در اولویت توجه قرار نمی‌گیرند [۱، ۱۰]. همین دلیل است که تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به زیرساخت‌های مصنوعی و از بین رفتن آنها به یک معضل اساسی در مناطق شهری تبدیل شده، به طوری که برنامه‌ریزان را برای مدیریت مسائل مربوط به سیستم‌های شهری با چالش‌های فراوانی مواجه کرده است. با تداوم این شرایط در دهه‌های اخیر و افزایش مشکلات و معضلات زیست محیطی در مناطق شهری، توجه به نقش بوم‌شناختی و عملکرد اکوسیستم‌ها در پایداری فضا‌های سبز به عنوان بخش اساسی زیرساخت‌های سبز که بر رفاه انسان تأثیر دارد [۵۷، ۵۸] افزایش یافته است [۲۴].

بوم‌شناسی سیمای سرزمین^۲ که توسط ترول در سال ۱۹۳۹ بیان شد [۱۵، ۲۳، ۵۶] یک روش بین رشته‌ای است که به سرعت در حال توسعه بوده و سیمای مناظر و مؤلفه‌های آنها را مد نظر قرار می‌دهد [۱۶، ۲۶، ۴۶، ۶۰]. این روش، عمدتاً به تجزیه و تحلیل ساختار مناظر بخصوص پیامدهای مکانی فرآیندهای زیست محیطی در این مناظر و تغییراتی که در آنها رخ می‌دهد متمرکز است [۱۶، ۵، ۱۱، ۱۷]. بوم‌شناسی سیمای سرزمین با تمرکز بر وسعت مکانی بیشتر، خود را از مطالعات بوم‌شناسی سنتی متمایز کرده و به صراحت به اهمیت ترکیب و پیکربندی فضایی لکه‌های سکونتگاهی با فرآیندهای

1 Green Infrastructure

2 Landscape Ecology

استفاده از مدل لکه-کریدور استخراج و تحلیل آن با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. در نتیجه نیز مناطق با ارزش اکولوژیک و مناطق کلیدی برای حفاظت و بازسازی شناسایی شده و روشی برای ادغام زیرساخت‌های سبز در فرایندهای برنامه ریزی کاربری زمین ارائه شده است [۷]. تغییرات فضای سبز در پارک طبیعی مونکایو اسپانیا با استفاده از فناوری سنجش از دور، سیستم اطلاعاتی جغرافیایی و سنجش‌های سیمای سرزمین در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۷ بررسی شده که اطلاعات بدست آمده از تحلیل سنجش‌های سیمای سرزمین نشان از خردشدگی زیاد و در نتیجه افزایش تنوع فضایی در سطح سیمای سرزمین دارد [۸]. در مطالعه ای نیز به بررسی تأثیر شکل شهری (ساختار فضاهای سبز شهری) در ۲۶۲ شهر چین بر اساس داده‌های سنجش از دور و تحلیل رگرسیون با متریک‌های منظر زمین به عنوان متغیرهای پاسخ و پیش بینی پرداخته شده است. نتایج نشان داده است که سه نسبت مساحت، تراکم و شاخص پیچیدگی زمین همه با متریک‌های منتخب فضای سبز ارتباط معنی داری دارند بطوریکه شهرهای دارای تراکم بیشتر همچون شهرهایی که دارای مرزهای پیچیده هستند از مساحت فضای سبز کمتر و در نتیجه خردتر برخوردار هستند [۲۲]. پژوهشی نیز در شهر جینان چین، طی سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۰۴، به تعیین کمیت و تغییرات در الگوهای فضای سبز پرداخته و نتایج آن نشان داده است که الگوی فضای سبز به‌طور قابل توجهی بر اثر شهرنشینی و سیاست‌های دولت تغییر یافته است [۲۷].

در ایران نیز در رابطه با فضاهای سبز شهری و تغییرات آن تحقیقاتی به انجام رسیده است. برای مثال تحقیقی به جهت بررسی توزیع فضایی و ترکیب پارک‌ها و فضای سبز در کلانشهر تبریز با کمک متریک‌های سیمای سرزمین (شامل مساحت کلاس، تراکم لکه، متوسط اندازه لکه، بزرگترین لکه کلاس، شاخص شکل چشم انداز، متوسط نزدیکترین فاصله از همسایگی و ...) انجام شده که نتایج

زیست‌محیطی اشاره می‌کند [۴۳، ۵۴]. بنابراین، رویکرد مورد بحث در ادغام مقیاس‌های گوناگون تنوع زیستی نقش مهمی دارد [۴۹]. با وجود گستردگی در موضوع و مقیاس فضایی مطالعات زیرساخت‌های سبز، همه آنها با هدف برنامه ریزی و مدیریت پایدار زمین انجام می‌شوند و برنامه‌ریزی برای آنها کاملاً به مفاهیم بوم‌شناسی سیمای سرزمین مانند ساختار، کارکرد و پیوستگی و پویایی وابسته است [۳۵]. به عبارت دیگر، بوم‌شناسی سیمای سرزمین به‌عنوان یک سیستم عمل می‌کند که راهی برای تجزیه و تحلیل و مطالعه سیمای منظر از نظر ساختار (نوع، شکل، اندازه قطعه زمین و ارتباطات بین لکه‌ها)، عملکرد (پویایی جانداران و زیستگاه‌ها، غذا و جریان آب هوا) و تغییرات (اختلالات و تعارضات، تغییر اقلیم و خرد شدن زیستگاه‌ها) را فراهم می‌کند [۱۴، ۳۶]. در این راستا، سنجش‌های سیمای سرزمین ابزارهای مفیدی جهت اندازه‌گیری، کمی‌سازی و بیان وجهه‌های مختلف از الگوی سیمای سرزمین در یک لحظه از زمان هستند [۲۰، ۴۴].

مرور پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که ارزیابی و برنامه‌ریزی زیرساخت‌های سبز شهری یا بطور خاص فضاهای سبز و استفاده از رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین در برنامه ریزی شهری، در سایر نقاط دنیا نیز انجام شده است. برای مثال، در مطالعه ای زیرساخت‌های سبز در ایالت متحده مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این پژوهش زیرساخت‌های سبز با روش تحلیل الگوی فضایی مورفولوژیک نقشه‌سازی شده و اطلاعات مربوط به تغییرات پوشش زمین در فاصله زمانی ۲۰۰۱-۱۹۹۲ استخراج شده است [۶۲]. در پژوهشی که در شهر هنگ‌کنگ انجام شد مدل‌سازی شاخص تکه تکه شدگی فضاهای سبز، بر پایه سنجش‌های سیمای سرزمین و تحلیل مولفه‌های اصلی انجام و نقشه آشفته‌گی مکانی فضای سبز تهیه شد، بطوریکه ۸ معیار آنها در روش تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) مورد تایید قرار گرفت [۵۹]. همچنین در مطالعه ای دیگر، ابتدا الگو کلی سیمای سرزمین با

نارسایی آنها با در نظر گرفتن توزیع فضایی عوامل مخرب مناطق ۲۲ گانه شهر تهران انجام شده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که پایداری لکه‌های سبز در همه مناطق کاهش یافته و لکه‌های سبز درشت دانه به لکه‌های ریزدانه و منقطع تبدیل شده که خرددانی آنها را در پی داشته است [۶۴]. در پژوهشی دیگر محققان به ارائه وضعیت آشفستگی مکانی در منطقه حفاظت شده سرولات پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده نشان دهنده آشفستگی بسیار زیاد در نواحی کوهستانی و مراتع بیلاقی است [۱۲].

پوشش زمین و کاربری اراضی شهر قزوین به دلایل مختلف از جمله قرار گرفتن در مسیر ارتباطی شرق به غرب و جنوب به شمال کشور، نزدیکی به تهران و کرج، دارا بودن چندین شهرک صنعتی و سیر عظیم ساخت و سازها در طول سال‌های اخیر با سرعت در حال تغییر است. از طرفی شهر قزوین از دیرباز دارای باغات فراوان در اطراف خود بوده است که فرآیند توسعه شهری باعث از بین رفتن و تخریب باغات سنتی، فضای سبز و طبیعی و جایگزینی آنها با کاربری‌های انسانی شده است. از آنجاییکه یکی از مهمترین عوامل موثر بر کیفیت زندگی شهروندان در هر شهری دسترسی به فضاهای سبز و طبیعی و سرانه فضای سبز است و نیز با توجه به تاثیر انکارناپذیر پوشش‌های طبیعی در کاهش اثرات ناشی از توسعه شهری و انواع آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از آن، مطالعه، کمی‌سازی و تفسیر و تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی و فضاهای سبز این شهر در طول سالیان گذشته امری ضروری به نظر می‌رسد. این نوع مطالعات می‌تواند در زمینه افزایش آگاهی مسئولین و برنامه‌ریزان شهری در خصوص برنامه‌ریزی با هدف حفظ، احیا و یا توسعه فضاهای سبز در این شهر مفید واقع شود. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تحلیل پایداری فضاهای سبز این شهر به عنوان بخش اساسی زیرساخت‌های سبز در یک دوره ۷ ساله (۲۰۱۹-۲۰۱۳) با استفاده از مزیت‌های سنجه‌های سیمای سرزمین انجام شده است.

آن نمایانگر بهتر بودن الگوی توزیع پارک‌های محله ای و فضای سبز در مقایسه با سایر کلاس‌ها است و در مقابل، نتایج کمی از معیارهای محاسبه شده برای پارک‌های منطقه ای، وضعیت نامطلوب فضایی را برای این دسته از پارک‌ها در میان سه طبقه مورد مطالعه در شهر تبریز نشان می‌دهد [۴۰]. در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از تجزیه و تحلیل ساختار سیمای سرزمین و با تاکید بر شبکه موزائیک لکه‌های باقی مانده، پیشنهادهایی جهت بهبود کیفیت محیط زیست شهری برای شهر تهران ارائه شده است. نتایج این پژوهش نشان داده است که شمال تهران به دلیل حضور رود دره در یک موزائیک ناهمگن لکه‌های سبز درشت دانه و از لحاظ هزینه بازگردانی، در اولویت قرار دارد. جنگلداری در جنوب شهر نیز اولویت بعدی برای بازگردانی موزائیک لکه‌های سبز و باز باقیمانده است [۶۳]. همچنین، پژوهشی با هدف بررسی برنامه پایداری شبکه سبز راه‌ها در نمونه مطالعاتی سیمای سرزمین تهران انجام شده است. این مطالعه، از طریق مقایسه شاخص‌های پایداری رویکردهای مختلف بوم‌شناختی، شاخص‌های جدیدی برای برنامه ریزی شبکه سبز راه‌های شهری پیشنهاد شده است. نتایج نشان داده است که علاوه بر حفاظت از شبکه فضای سبز موجود و گسترش فضای سبز جدید و ایجاد ارتباط دالانی بین نواحی سبز پراکنده، پایداری استعلایی شبکه‌ی جمعیتی گونه‌ها و هماهنگی فضایی شبکه زیستگاهی نیز باید به‌عنوان مهمترین سیاست‌های توسعه سیمای سرزمین تهران در نظر گرفته شود [۶]. مطالعه دیگری با هدف بهبود وضعیت فضاهای سبز و تلفیق آن با توسعه پایدار، ترکیب و توزیع فضاهای سبز در شهر جیرفت با کمک متریک‌های سیمای سرزمین انجام شده است. نتایج این تحقیق نشانگر این موضوع است که فضاهای سبز از لحاظ ترکیب و توزیع در بخش‌های زیادی از شهر دارای شرایط مطلوب نیستند و شبکه موزائیک آن از وسعت و پیوستگی لازم برخوردار نیست [۳۱]. علاوه بر این، تحقیقی مبنی بر شناسایی و تشریح زیرساخت‌های سبز، سپس تعیین

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. محدوده مورد مطالعه

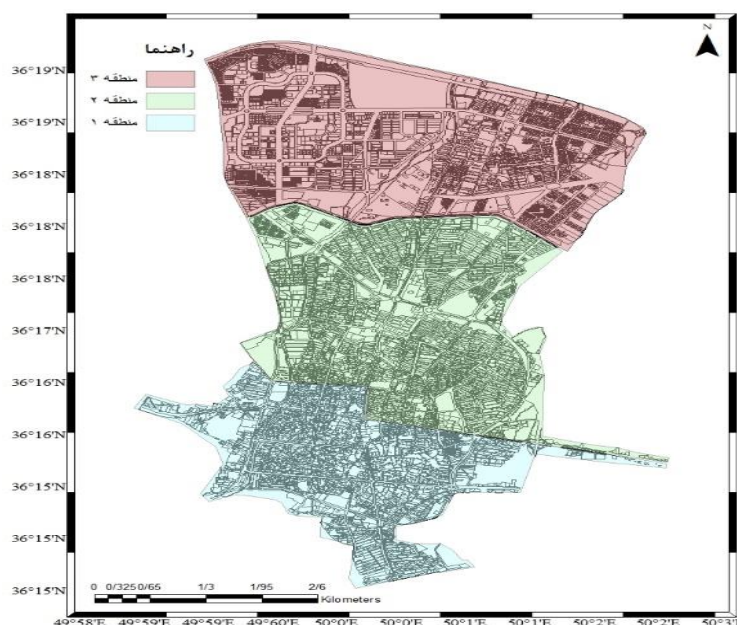
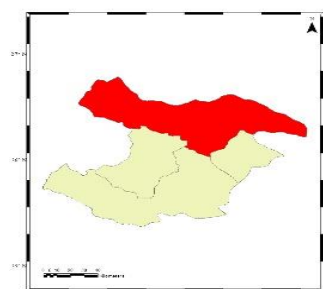
شهر قزوین به عنوان مرکز استان قزوین، از سمت شمال به لاهیجان، از جنوب به شهر صنعتی لیا، از شرق به بیدستان و محمدیه و از غرب به محمودآباد نمونه راه پیدا می‌کند و طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیتی معادل ۵۹۶,۹۳۲ نفر را در خود جای داده است. توسعه

ناموزن شهری در قزوین نیز همچون سایر شهرهای بزرگ کشور، خسارت‌های جبران‌ناپذیری به پوشش‌های گیاهی منطقه و پیکره فضای سبز وارد کرده است [۴]. از نظر تقسیمات شهری، این شهر از ۳ منطقه (منطقه ۱ جنوب شهر، منطقه ۲ مرکز شهر و منطقه ۳ شمال شهر) تشکیل شده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و مناطق مختلف شهر قزوین را نمایش می‌دهد.

محدوده استان قزوین



محدوده شهرستان قزوین



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲.۲. داده‌ها و روش شناسی پژوهش

داده‌های سنجنش از دور با وضوح بالا برای اندازه‌گیری الگوی مکانی فضاهای سبز مفید و کاربردی هستند [۶۵]، [۶۶] بدین ترتیب برای استخراج کاربری اراضی و توزیع

فضاهای سبز در شهر قزوین از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ برای روزهایی با میزان ابرناکی کمتر از ده درصد استفاده شد. مشخصات این تصاویر و زمان دریافت آنها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های تصاویر ماهواره لندست ۸

منبع	مبنا Datum	UTM Zone	گذر path	قدرت تفکیک	ردیف row	تاریخ Acquisition data	سنجنده sensor	ماهواره
USGS	WGS84	۳۹	۱۶۴	۳۰ متر	۳۵	۲۰۱۳/۰۹/۰۷	OLI	لندست ۸
						۲۰۱۹/۰۹/۲۴		

در ادامه، با استفاده از این تصاویر نقشه کاربری‌های اراضی شهر قزوین در برنامه ENVI 5.3 و در قالب سه کلاس فضاهای سبز، اراضی انسان ساخت (شامل تمامی کاربری‌های انسان ساخت به جز فضاهای سبز و پوشش‌های گیاهی) و اراضی بایر تولید شد. برای طبقه بندی این نقشه‌ها از روش حداکثر احتمال استفاده گردید. روش حداکثر احتمال (بیشترین شباهت) از شناخته شده و پرکاربردترین روش‌های طبقه بندی اطلاعات در گروه روش‌های طبقه بندی نظارت شده می‌باشد. در این روش احتمال اینکه یک پیکسل به تمامی کلاس‌ها تعلق داشته باشد محاسبه شده و به کلاس با بیشترین احتمال تعلق می‌گیرد. برای انجام این روش ابتدا بایستی تمامی مراحل پیش پردازش انجام شده و نمونه برداری از منطقه نیز انجام شده باشد سپس نمونه‌های تعلیمی بر روی تصاویر انتخاب و روش حداکثر

احتمال به کار برده شود [۵۲]. پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز به تطابق داده‌های آشکارسازی شده با نقشه گوگل ارث مربوط به زمان مورد برداشت و در نتیجه بررسی صحت طبقه بندی با ضریب کاپا و صحت کلی پرداخته شد (رابطه ۱). لازم به ذکر است که در این مرحله در صورتی که ضریب کاپا بالای ۰.۸۵ و صحت کلی نیز بالای ۰.۹۰ را نشان دهد می‌توان دقت نقشه تولید شده را قابل قبول دانست [۲۵] علاوه بر این، جدول ۲ بازه‌های ضریب کاپا و میزان مقبولیت آن را نشان می‌دهد [۹].

$$OA = \frac{1}{n} \sum p_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که p_{ij} تعداد نقاط صحیح آشکارسازی شده در تطابق با نقشه گوگل ارث و n تعداد کل نقاط برداشت شده است.

جدول ۲. بازه‌های مقبولیت ضریب کاپا

ضریب کاپا (%)	کمتر از ۰	۲۰-۰	۴۰-۲۱	۶۰-۴۱	۸۰-۶۱	۱۰۰-۸۱
میزان مقبولیت	ضعیف	کم	متوسط	مناسب	قابل قبول	عالی

قسمت قبل و به وسیله نرم افزار Fragstats 4.2.1 برای هر منطقه از شهر قزوین حاصل می‌گردد، استفاده شد [۱۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۵۹]. این سنجه‌ها نشانگر حضور (مساحت کلاس)، پایداری (متوسط اندازه لکه MPS)، توزیع (تراکم لکه PD، میانگین فاصله همسایگی MNND) فضاهای سبز هستند [۶۴] و علاوه بر ویژگی‌های فوق دارای ۳ خصوصیت مشترک زیر نیز می‌باشند:

(الف) اهمیت آنها در نظریه و عمل [۲۹، ۴۵، ۶۶]،
(ب) راحتی در محاسبه و قدرت تفسیر بالای آنها [۳۰، ۶۶].

۳.۲. ارزیابی فضاهای سبز

برای ارزیابی روند تغییرات فضای سبز شهر قزوین طبق جدول ۳ از سنجه‌های سیمای سرزمین که عبارت‌اند از: مساحت کلاس^۱ (کلیه لکه‌های مربوط به یک نوع کلاس)، متوسط اندازه لکه^۲ (تابعی از تعداد لکه‌های موجود در کلاس)، تراکم لکه^۳ (تعداد پیکسل‌های مربوط به کلاس مورد نظر تقسیم بر مساحت کل سطح منظر) و متوسط فاصله همسایگی^۴ (میانگین فاصله از نزدیکترین لکه مشابه) که داده‌های آنها از نقشه‌های تولید شده در

1 Class Area

2 Mean Patch Size

3 Patch Density

4 Mean Nearest neighbourhood

الذکر استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

ج) ایجاد کمترین حشو در مقدار داده‌ها [۳۰، ۶۶، ۴۷]. در نهایت، روند تغییرات پوشش‌های سبز شهر قزوین در طی هفت سال گذشته با استفاده از روش‌های فوق

جدول ۳. سنج‌های مورد استفاده جهت بررسی فضاهای سبز

سنج‌ها	اختصار	واحد	فرمول
مساحت کلاس	CA	هکتار	$\sum_{ij=1}^n a_{ij} (1/10000)$ - مساحت هر لکه بر حسب مترمربع (a _{ij})
تراکم لکه	PD	تعداد در هر ۱۰۰ هکتار	$\frac{ni}{A} (10000)(100)$ - تعداد لکه‌های کلاس مورد نظر (n _i) - مساحت کل منظر (مترمربع) (A)
متوسط اندازه لکه	MPS	هکتار	$\frac{\sum_{ij=1}^n h}{n}$ - اندازه هر لکه مربوط به کلاس مورد نظر (h) - تعداد لکه‌های کلاس مورد نظر (n)
میانگین فاصله همسایگی	MNND	متر	$\frac{\sum_{ij=1}^n h}{n}$ - فاصله از نزدیکترین لکه هم نوع از کلاس مورد نظر (h) - تعداد لکه‌های کلاس مورد نظر (n)

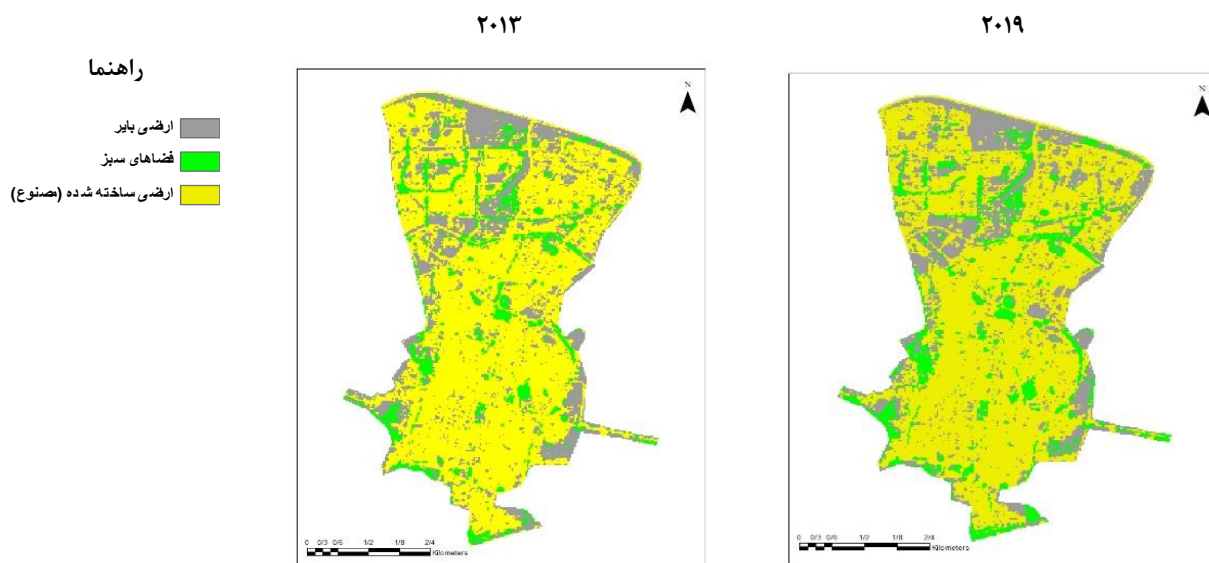
۳. بحث و یافته‌ها

۱.۳. بررسی تغییرات کاربری‌های تعریف شده

(۲۰۱۳-۲۰۱۹)

براساس نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده

مشخص شد که نقشه‌های پوشش زمین شهر قزوین مطابق با ضرایب کاپا و صحت کلی از دقت مناسبی برخوردار هستند. به طوریکه ضریب کاپا و صحت کلی به ترتیب ۸۷/۵، ۹۱/۶۶ درصد برای سال ۲۰۱۳ و ۸۹/۰۶، ۹۲/۸۵ درصد برای سال ۲۰۱۹ به دست آمده است (شکل ۲).



شکل ۲. نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های مورد مطالعه

سال‌های مورد مطالعه نیز نتایج حاصل از نقشه‌های کاربری اراضی نشان داد که در ۳ منطقه شهر قزوین اراضی بایر به ترتیب به میزان ۳۹/۲۴، ۷۴/۲۵ و ۱۱۷/۷۲ هکتار تغییرات داشته‌اند که بصورت کلی و در مجموع اراضی بایر در کل این شهر به میزان ۲۳۱/۲۱ هکتار به کاربری دیگری تغییر یافته‌اند (جدول ۴). در مجموع، نتایج حاصل از ارزیابی تغییر کاربری اراضی طی دوره ۷ ساله مورد مطالعه (۲۰۱۳-۲۰۱۹) حکایت از تغییر چشمگیر هر سه کاربری مورد مطالعه دارد. به طور کلی، در شهر قزوین، بیشترین تغییرات در بین کاربری‌ها با مقدار ۲۳۱/۲۱ هکتار مربوط به اراضی بایر بوده است.

با توجه به بازه زمانی پژوهش حاضر، کاربری‌های تعریف شده تغییراتی را در طی دوره مطالعاتی نشان می‌دهند. بدین صورت که فضاهای سبز و پوشش گیاهی به میزان ۱۳۷/۲۵ هکتار تغییر یافته‌اند که این میزان تغییر به ترتیب با مقدار ۴۹/۳۲، ۴۶/۴۴ و ۴۱/۴۹ هکتار در مناطق ۱، ۲ و ۳ قابل مشاهده است. به عبارت دیگر، بیشترین تغییر فضاهای سبز و پوشش گیاهی شهری مربوط به منطقه ۱ قزوین (جنوب شهر) و کمترین آن در منطقه ۳ قزوین (شمال شهر) رخ داده است. اراضی ساخته شده در مجموع ۱۸۴/۶۸ هکتار تغییر داشته و این تغییرات برای مناطق ۱ تا ۳ به ترتیب ۳۸/۷۹، ۵۰/۴۹ و ۹۵/۴ هکتار بوده است. درخصوص تغییر اراضی بایر بین

جدول ۴. تغییرات کاربری‌های تعریف شده (هکتار) در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۱۹

اراضی بایر	اراضی ساخته شده	فضای سبز	۲۰۱۳	
			۲۰۱۹	۲۰۱۳
۳۵/۴۶	۲۷/۹۹	۲۵۶/۵	۲۵۶/۵	فضای سبز
۱۹۵/۷۵	۱۸۶۲/۵۵	۶۵/۵۲	۶۵/۵۲	اراضی ساخته شده
۵۱۹/۸۴	۱۵۶/۶۹	۷۱/۷۳	۷۱/۷۳	اراضی بایر
۲۳۱/۲۱	۱۸۴/۶۸	۱۳۷/۲۵	۱۳۷/۲۵	میزان تغییر به کاربری دیگر

مناسبترین توزیع این لکه‌ها در منطقه ۳ بوده است. علاوه براین، کمترین حضور آن (۷۶/۲۳) در منطقه ۱ بوده ولی این منطقه دارای بیشترین پایداری (۰/۷۹۹۳) اراضی سبز می‌باشد که در برابر منطقه ۲ با کمترین میزان پایداری (۰/۷۵۸۶) قرار می‌گیرد. جدول ۵، وضعیت فضاهای سبز شهر قزوین بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۹ را نمایش می‌دهد.

به طور کلی، بررسی فضاهای سبز شهر قزوین بین سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۹، نشان داد که روند تغییرات تمامی متریک‌های لکه‌های سبز در مناطق سه گانه شهر قزوین متفاوت بوده است. متریک مساحت لکه‌ها که نسبت مساحت هر پوشش یا کاربری خاص (در اینجا فضای سبز) را در سیمای سرزمین نمایش می‌دهد در این

۲.۳. تحلیل ساختاری اراضی سبز شهر قزوین

(۲۰۱۳-۲۰۱۹)

در خصوص وضعیت فضاهای سبز شهر قزوین براساس سنجه‌های سیمای سرزمین، می‌توان گفت در سال ۲۰۱۳ منطقه ۱ کمترین میزان حضور (۱۱۴/۳) و پایداری (۰/۵۹۵۵) اراضی سبز را داشته ولی به لحاظ توزیع این اراضی، مناسبتر از مناطق دیگر بوده است. در حالیکه، مناطق ۲ و ۳ بیشترین حضور لکه‌های سبز (به ترتیب ۱۴۴/۹ و ۱۳۴/۵۵) و بیشترین پایداری (به ترتیب ۰/۷۱۳۸ و ۰/۹۰۹۱) این لکه‌ها را دارا بوده‌اند. در مقابل، بررسی وضعیت ساختار فضاهای سبز شهری در سال ۲۰۱۹ نشان داد که بیشترین حضور (۱۳۰/۳۲) و

حالیکه این متریک برای مناطق ۲ و ۳ به ترتیب با مقادیر ۳۱/۴۱ و ۴/۲۳ هکتار روند کاهشی را نمایش می‌دهد.

شهر و مقایسه وضعیت مساحت لکه‌های سبز، نشان داد که منطقه ۱، با ۳۸/۰۷ هکتار کاهش در مساحت این اراضی بیشترین تغییر را به خود اختصاص می‌دهد. در

جدول ۵. تغییرات سنج‌های زیرساخت‌های سبز

سال	متریک	مساحت GI (CA)	متوسط اندازه GI (MPS)	تراکم GI (PD)	متوسط نزدیکترین فاصله همسایگی GI (MNND)
۲۰۱۳	منطقه ۱	۱۱۴/۳	۰/۵۹۵۵	۵/۷۴۱۲	۷۷/۵۸۳۰
	منطقه ۲	۱۴۴/۹	۰/۷۱۳۸	۸/۲۰۲۸	۸۲/۸۳۵۱
	منطقه ۳	۱۳۴/۵۵	۰/۹۰۹۱	۷/۸۶۴۴	۹۲/۴۷۵۸
۲۰۱۹	منطقه ۱	۷۶/۲۳	۰/۷۹۹۳	۵/۱۳۹	۸۷/۱۸۸۹
	منطقه ۲	۱۱۳/۴۹	۰/۷۵۸۶	۶/۸۲۸۵	۸۸/۸۸۰۸
	منطقه ۳	۱۳۰/۳۲	۰/۷۶۶۶	۹/۰۳۳۴	۸۲/۱۰۸۸
تغییرات	منطقه ۱	-۳۸/۰۷	+۰/۲۰۳۸	-۰/۶۰۲۲	+۹/۶۰۵۹
	منطقه ۲	-۳۱/۴۱	+۰/۰۴۴۸	-۱/۳۷۴۳	+۶/۰۴۵۷
	منطقه ۳	-۴/۲۳	-۰/۱۴۲۵	+۱/۱۶۹	-۱۰/۳۶۷
	کل شهر	-۷۳/۷۱	+۰/۱۰۶۱	-۰/۸۰۷۵	+۵/۲۸۴۶

خرددانی لکه‌های سبز و در نتیجه کاهش پایداری آنها است. همچنین، تراکم لکه که نشانگر تعداد لکه‌های سبز در واحد سطح از منطقه است بین سالهای ۲۰۱۳ و ۲۰۱۹ در منطقه ۱ و ۲ شهر قزوین به ترتیب با مقدار ۰/۶۰۲۲ و ۱/۳۷۴۳ (تعداد در هر صد هکتار) کاهش داشته و در مقابل در منطقه ۳ شهر قزوین به مقدار ۱/۱۶۹ (تعداد در هر صد هکتار) افزایش یافته است. علاوه بر این، متریک میانگین فاصله لکه‌های سبز تا نزدیک ترین لکه هم‌نوع نشان داد که فاصله فضاهای سبز مناطق ۱ و ۲ شهر قزوین (جنوب و مرکز شهر) به ترتیب ۹/۶۰۵۹ و ۶/۰۴۵۷ متر افزایش داشته. در حالی که این فاصله در منطقه ۳ شهر قزوین (شمال شهر) با مقدار ۱۰/۳۶۷ متر کاهش یافته است. بر این اساس، روند تغییرات متوسط فاصله همسایگی در مناطق شهر قزوین، کاملاً معکوس روند تغییرات تراکم لکه‌های سبز بوده است. به عبارت دیگر، کاهش متوسط فاصله همسایگی در منطقه ۳ که نشانگر افزایش ارتباط نسبی بین لکه‌های سبز است را نمی‌توان مثبت تلقی

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت بطور کلی با کاهش مساحت لکه‌های سبز، حضور این لکه‌ها در سه منطقه روند کاهشی داشته است. از آنجایی که متریک مساحت لکه‌های سبز به تنهایی در خصوص آرایش، ویژگی‌ها و تغییرات فضایی لکه‌های سبز اطلاعاتی ارائه نمی‌کند، با کمک سایر متریک‌ها مانند تراکم لکه‌ها و متوسط اندازه هر لکه می‌توان اطلاعات تفصیلی‌تری نسبت به تغییر فضاهای سبز به دست آورد.

با توجه به اینکه لکه‌ها از اجزای فیزیکی سیمای سرزمین هستند، میانگین اندازه لکه‌ها می‌تواند برای سنجش کارکردهای سیمای سرزمین کاربردی باشد. از این‌رو، بررسی و مقایسه متریک متوسط اندازه لکه‌های سبز بین سالهای ۲۰۱۳ و ۲۰۱۹ نشان داد که این متریک برای منطقه ۱ و ۲ با مقادیر به ترتیب ۰/۲۰۳۸ و ۰/۰۴۴۸ هکتار افزایش داشته در حالی که در منطقه ۳ به مقدار ۰/۱۴۲۵ هکتار روند کاهشی داشته است. این کاهش در میانگین اندازه لکه‌ها در منطقه ۳ شهر قزوین، نشانگر

است به نحوی که پوشش‌های طبیعی در فرایند توسعه شهری توسط کاربری‌ها و پوشش‌های انسان ساخت جایگزین می‌شوند. این امر منجر به شکل‌گیری و توسعه هسته‌های گرمایی تحت عنوان جزایر گرمایی در نواحی شهری می‌شود. در این میان، سنجه‌های سیمای سرزمین علاوه بر تعیین تحوه تغییر کاربری‌های طبیعی در محیط‌های شهری و تبدیل آنها به کاربری‌های انسان ساخت، قادر است ارتباط بین این تغییرات با دمای سطحی و جزایر گرمایی را نیز تبیین کند. به عنوان مثال در مطالعه‌ای که در خصوص بررسی تأثیر کاربری زمین و پوشش گیاهی بر جزایر گرمایی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین انجام گرفته است مشخص شده که برای هر سه کاربری مسکونی جدید، مسکونی قدیمی، و سازمانی سنجه درصد پوشش گیاهی تأثیر منفی در دمای سطح زمین دارد و موجب کاهش دمای سطح زمین می‌شود [۲]. در نهایت، نتایج به دست آمده در این تحقیق از کارایی متریک‌های سیمای سرزمین از جمله مساحت طبقه، تراکم لکه، تعداد لکه، متوسط اندازه لکه، متوسط فاصله همسایگی در بررسی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی در نواحی شهری است.

۴. نتیجه‌گیری

روند افزایش جمعیت و توسعه شهر نشینی در دهه‌های اخیر موجب بروز مشکلات و معضلات متعددی به ویژه در حیطه محیط زیست شهری گردیده است. یکی از مهمترین عوامل موثر در ایجاد این مشکلات تغییر کاربری اراضی و کاهش عناصر و زیرساخت‌های طبیعی در محیط‌های شهری است. از جمله زیرساخت‌های طبیعی و اکولوژیک پر اهمیت در مناطق شهری زیرساخت‌ها و فضاهای سبز هستند که از فواید متعددی بر افزایش کیفیت زندگی شهروندان و حفظ جنبه‌های زیست محیطی شهر برخوردارند. فواید ناشی از وجود و پایداری این زیرساخت‌ها در طی زمان در محیط‌های شهری و در

کرد چرا که با توجه به افزایش تراکم لکه‌های سبز در این منطقه می‌توان نتیجه گرفت لکه‌های درشت دانه به لکه‌های ریزدانه و خرد تبدیل شده‌اند، پس با افزایش تراکم و کاهش متوسط فاصله همسایگی به رغم توزیع مناسب، خردانگی لکه‌های سبز در منطقه ۳ وجود آمده است که این شرایط در مناطق ۱ و ۲ با وجود کاهش حضور اراضی سبز، برقرار نیست. در نهایت، بررسی وضعیت تغییر فضاهای سبز بعنوان بخشی اساسی از زیرساخت‌های سبز در شهر قزوین با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین نشان داد که به طور کلی، این شهر با کاهش ۷۳/۷۱ هکتاری مساحت لکه‌ها (حضور)، افزایش ۰/۱۰۶۱ هکتاری متوسط اندازه آنها (پایداری)، کاهش ۰/۸۰۷۵ تراکم آنها در هر ۱۰۰ هکتار و افزایش متوسط فاصله همسایگی به میزان ۵/۲۸۴۶ متر در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۱۹ روبرو بوده است که این نتایج نشان از تبدیل لکه‌های ریزدانه به درشت‌دانه‌تر و افزایش پایداری آنها با وجود کاهش میزان حضور پذیری این اراضی بوده است. این نتایج با تحقیقات دیگری که تغییرات کاربری اراضی در شهر قزوین را مورد بررسی قرار داده‌اند همخوانی دارد [۲۱] که دلیل این تغییر در کاربری اراضی شهر قزوین را افزایش جمعیت طی سال‌های اخیر ذکر کرده‌اند. در تطبیق با نتایج این پژوهش، مطالعات دیگری نیز نشان داده است که اراضی ساخته شده شهر قزوین بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ افزایش داشته است [۵۱]. علاوه بر این، نتایج پژوهش دیگری نیز حاکی از افزایش اراضی ساخته شده شهر قزوین طی سال‌های اخیر است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۵۵]. بنابراین، سیمای سرزمین توانایی زیادی در تجزیه و تحلیل جنبه‌های مختلف پوشش گیاهی و فضاهای سبز شهری و فواید آن بر رفاه انسانی دارد. پوشش‌های طبیعی در سطح زمین بویژه در مناطق شهری، کمک شایانی در تعدیل خرد اقلیم محلی نقاط شهری دارند. از جمله مهمترین معضلاتی که امروزه در بسیاری از کلانشهرهای دنیا مشهود است، افزایش دمای ناشی از تغییر کاربری اراضی

به جمعیت منطقه که در شهر قزوین از روند منفی برخوردار بوده است (در حالیکه جمعیت رو به رشد بوده)، وضعیت توزیع فضایی اراضی سبز و گیاهی نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این نظر، مطالعه سنجه تراکم لکه‌ها حاکی از کاهش تراکم لکه‌ها در واحد سطح است در حالیکه بررسی سنجه متوسط فاصله همسایگی در این شهر روند افزایشی را نمایش می‌دهد. بنابراین، هرچند مساحت لکه‌های سبز در طی سالهای اخیر کاهش داشته است، اما بر اساس سایر سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان نتیجه گرفت که پایداری آنها در شهر قزوین افزایش داشته است. در نهایت و با توجه به این روند تغییرات در پوشش گیاهی منطقه و زیرساخت‌های سبز و به منظور حفظ، توسعه و اصلاح سیمای سرزمین شهر قزوین استفاده از مجموعه ای از راهکارهای راهبردی در این زمینه پیشنهاد می‌شود. حفاظت از لکه‌های بزرگ و جلوگیری از ریزدانه شدن و خرد شدگی آنها، استفاده از فضاهای بلا استفاده برای توسعه زیرساخت‌های سبز شهری، توجه به توزیع فضایی مناسب لکه‌های سبز در سطح شهر به منظور دسترسی بهینه و مناسب تمامی شهروندان به این زیرساخت‌ها، حفظ ارتباط و پیوستگی بین فضاهای سبز، نظارت و پایش مناسب بر اصلاح و بازسازی این فضاها را می‌توان از جمله این راهکارها بر شمرد.

فرایند توسعه شهر با روشهای مختلفی قابل ردیابی است. بدین سبب، در پژوهش حاضر، تغییرات پوشش گیاهی و فضاهای سبز شهری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در شهر قزوین و در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج به دست آمده در خصوص تغییر کاربری‌های مورد نظر در شهر قزوین، مشخص شد که هر سه نوع کاربری مورد نظر (ساخته شده، بایر و سبز) در این شهر و در طی دوره مطالعاتی با تغییراتی همراه بوده اند.

افزایش لکه‌های انسان ساخت سبب تخریب سیمای سرزمین می‌شود که به نفوذ بیشتر لکه ساخت و ساز در سایر لکه‌ها و تخریب بیشتر لکه‌های اطراف می‌انجامد. نتایج پژوهش حاضر نیز بر افزایش لکه‌های مصنوع در طول دوره مورد بررسی و رشد فضاهای مصنوع و ساخته شده و از طرفی کاهش مساحت فضاهای سبز تاکید دارد که همین موضوع اثرات اجتماعی زیادی را بر شهر قزوین وارد خواهد کرد. بر همین اساس می‌توان گفت که در مسیر توسعه شهری شهر قزوین در طی سالهای اخیر، خصوصیات ساختاری اراضی سبز و تلاش برای گسترش مساحت فضای سبز در مقیاس‌های خرد و کلان نادیده گرفته شده است.

در زمینه مباحث سیمای سرزمین باید توجه داشت که علاوه بر مسئله مساحت فضای سبز و سرانه آن نسبت

References

- [1] Anderson, E.C. and Minor, E.S. (2017). Vacant lots: an underexplored resource for ecological and social benefits in cities. *Urban For. Urban Green*. 21, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.015>.
- [2] Asadi, Y., Hamzeh, S. and Kiavarz, M. (2020). Investigate the effects of land Use and vegetation on urban heat islands using landscape measurements (Case Study: region 6 of Tehran). *Human Geography Research Quarterly*. Vol2., pp.759-773.
- [3] Benedict, M.A. and McMahon, E.T. (2012). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Island Press.
- [4] Baygani shode dar . (2011). site shahrdari ha. <https://qazvin.ir/>
- [5] Botequilha-Leitão, A., Miller, J., Ahern, J. and Mcgarigal, K. (2006). *Measuring Landscapes. A Planner's Handbook*. Island Press, Washington, DC.

- [6] Bargh jelveh. (2011). Landscape change in Tehran based on the ecological performance indicators of the green road network, *Faslname modoriate shahri*, NO26, pp 144-125
- [7] Chang, Q., Li, S., Wang, Y., Wu, J., and Xie, M. (2012). Spatial process of green infrastructure changes associated with rapid urbanization in Shenzhen, China. *Chinese Geographical Science*, 23: pp. 113-128.
- [8] Castillo, E. M., García-Martin, A., Aladrén, L.A.L. and de Luis, M. (2015). Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain), *Applied Geography*, 62(1): 247-255
- [9] Cunningham, M. (2009). More than just the Kappa coefficient: A program to fully characterize inter-rater reliability between two raters, *SAS Global Forum* 242(1):1-7
- [10] Carter, J.G. (2018). Urban climate change adaptation: exploring the implications of future land cover scenarios. *Cities* 77, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.014>
- [11] DiBari, J. (2007). Evaluation of five landscape-level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: the case of Tucson, Arizona, USA. *Landsc. Urban Plann.* 79, 308–313.
- [12] Darvish sefat, A, A., Bagheri, M., Ghorbani, M. and Zahedi amiri, Gh. (2017). “Modeling the spatial turbulence of the forest using landform measures in the Serulat Protected Area”, *Majale manabe tabie*, NO1, Spring 2018.
- [13] European Commission. (2013). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Green Infrastructure - Enhancing Europe’s Natural Capital. Publications Ofce of the European Union, Brussels page Accessed 20, August. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817_4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF
- [14] Fortin, M.-J., Agrawal, A.A. (2005). Landscape ecology comes of age. *Ecology* 86 (8), 1965–1966
- [15] Fu, B. and Lu, Y. (2006). The progress and perspectives of landscape ecology in China. *Prog. Phys. Geogr.* 30 (2), 232–244.
- [16] Forman, R.T.T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, New York.
- [17] Forman, R.T.T. and Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley, New York
- [18] Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R. and Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built. Environ.* 33 (1), 115–133.
- [19] Güneralp, B. and Seto, K.C. (2013). Futures of global urban expansion: uncertainties and implications for biodiversity conservation. *Environ. Res. Lett.* 8 (1), 014025. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/014025>.
- [20] Herold, M., Goldstein, N.C. and Clarke, K.C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote Sens. Environ.* 86, 286–302.
- [21] Hosseinzade, A., A. and Argani, M. (2018). Modeling urban development and extracting land use changes in Qazvin city using remote sensing and GIS techniques, 6th national conferences of sustainability in Geo Graphy, Urban planing.
- [22] Huang C, Yang J. and Jiang P. (2018). Assessing Impacts of Urban Form on Landscape Structure of Urban Green Spaces in China Using Landsat Images Based on Google Earth Engine, *Remote Sens.* 2018, 10, 1569; doi:10.3390/rs10101569
- [23] Jing, G. (1990). The development and perspective of landscape ecology. *Sci. Geogr. Sin.* 10, 293–302.
- [24] Kattel, G. R., Elkadi, H., and Meikle, H. (2013). Developing a complementary framework for urban ecology. *Urban Forestry and Urban Greening*, 12 (4): pp. 498-508
- [25] Kerle, N., Lucas L.F, Janssen, Huurneman. (2004). *Principles of Remote Sensing*
- [26] Kirchhoff, T., Trepl, L. and Vicenzotti, V. (2013). What is landscape ecology? An analysis and evaluation of six different conceptions. *Landscape Res.* 38 (1), 33–51
- [27] Kong F. and Nakagoshi N. (2005). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China, 2005 Elsevier B.V. All rights reserved. doi:10.1016/j.landurbplan.2005.07.006

- [28] Lindley, S.J., Cook, P.A., Dennis, M. and Gilchrist, A. (2018). In: Marselle, M., Bonn, A., Graner, T., Irvine, K., Stadler, J., Korn, H. (Eds.), *Biodiversity, Physical Health and Climate Change: a Synthesis of Recent Evidence*. Biodiversity, Health & Climate Change. Springer
- [29] Li, H.B. and Wu, J.G. (2004). Use and misuse of landscape indices. *Landsc. Ecol.* 19, 389–399.
- [30] Li, X.M., Zhou, W.Q., Ouyang, Z.Y., Xu, W.H. and Zheng, H. (2012). Spatial pattern of greenspace affects land surface temperature: evidence from the heavily urbanized Beijing metropolitan area, China. *Landsc. Ecol.* 27, 887–898
- [31] Larijani, M., Ghesami, F. and Yosefi, E. (2013). Ecological analysis of the green space structure of Jiroft city using land use metrics, *Faslname Amayesh mohit*, NO25
- [32] McDonald, R.I., Kareiva, P. and Forman, R.T. (2008). The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation.
- [33] Mell, I.C. (2016). *Global Green Infrastructure: Lessons for Successful Policy-Making, Investment and Management*. Routledge.
- [34] McKinney, M.L. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation: the impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *Bioscience* 52 (10), 883–890. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2).
- [35] Marcucci, D. J. and Jordan, L. M. (2013). Benefits and challenges of linking green infrastructure and highway planning in the United States. *Environmental Management*, 51: pp. 182 - 197.
- [36] Moss, M.R. (2014). Landscape ecology: the need for a discipline? *Problemy Ekologii Krajobrazu* 6 (6).
- [37] McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS HELP; Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure.
- [38] McGarigal, K. and Marks, B.J. (1995). FRAGSTATS: Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-351.
- [39] McGarigal, K., and Cushman, S. A. (2002). The gradient concept of landscape structure: Or, why are there so many patches. Available at: <http://www.umass.edu/landeco/pubs/pubs.html>
- [40] Majnoui T. and Mofareh M. (2017). Investigation and evaluation of spatial patterns in Tabriz parks using landscape metrics, *Journal of Urban and Environmental Engineering (JUEE)* v.10, n.2, p.263-269, 2016
- [41] Naumann, D. McKenna T. Kaphengst M. Pieterse M. Rayment D. (2011). Implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting. http://ec.europa.eu/environment/enveco/biodiversity/pdf/GI_DICE_FinalReport.pdf.
- [42] Nielsen, A.B., Hedblom, M., Olafsson, A.S. and Wiström, B. (2017). Spatial configurations of urban forest in different landscape and socio-political contexts: identifying patterns for green infrastructure planning. *Urban Ecosyst.* 20 (2), 379–392. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0600-y>.
- [43] Newton, T.J., Woolnough, D.A. and Strayer, D.L. (2008). Using landscape ecology to understand and manage freshwater mussel populations. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 27 (2), 424–439.
- [44] Narumalani, S., D. R. Mishra and R.G. Rothwell. (2004). Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. *Remote Sensing of Environment* 91(3–4): 478–489
- [45] Peng, J., Wang, Y.L., Zhang, Y., Wu, J.S., Li, W.F. and Li, Y. (2010). Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. *Ecol. Indic.* 10, 217–223.
- [46] Risser, P.G. (1984). *Landscape Ecology: Directions and Approaches*, vol. 2. Illinois Natural History Survey
- [47] Riitters, K.H., O'Neill, R.V., Hunsaker, C.T., Wickham, J.D., Yankee, D.H., Timmins, S.P., Jones, K.B. and Jackson, B.L. (1995). A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landsc. Ecol.* 10, 23–39.
- [48] Sinnett, D., Smith, N. and Burgess, S. (2015). *Handbook on Green Infrastructure: Planning, Design and Implementation*. Edward Elgar Publishing.

- [49] Singh, J.S., Roy, P.S., Murthy, M.S.R. and Jha, C.S. (2010). Application of landscape ecology and remote sensing for assessment, monitoring and conservation of biodiversity. *J. Indian Soc. Remote Sens.* 38 (3), 365–385.
- [50] Sazman miras farhangi sanaye dasti v gardeshgari keshvar, baygani shode (2012), daryaft dar 2013.
- [51] Sarvar, R., Mohammadi, S., Sobhani, N. and Esmaelzadeh, A. (2018). Urban development and its consequences in changing the use of suburban lands by using the technique of GIS in Qazvin city, *Faslname Olom v Technology* doi: 10.22034/jest.2018.16058.2453.
- [52] Taghavi Moghadam, E., Bahrami, S.H. and Akbari, E. (2016). Compare the maximum Likelihood and artificial neural networks evaluate the changes using landsat satellite images in Mangrove forests in the gando protected area, Sistan-Baluchistan province, *Journal of wood and forest science and technology*, vol. 23, pp. 23-48.
- [53] Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green
- [54] Turner, M.G., Gardner, R.H. and O'Neill, R.V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Springer-Verlag, New York.
- [55] Teimouri, A., Rabiefar, V., Hadavi, F., Hadavi, M., R. (2013). Assessing and predicting the horizontal expansion of Qazvin; With emphasis on land use changes during the period 1986-2011, *Majale eghtesad v Modoriata shahri*, NO 5, pp 27-15
- [56] Troll, C. (1939). *Luftbildplan und ökologische Bodenforschung (Aerial Photography and ecological studies of the earth)*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin.
- [57] Taylor, L. and Hochuli, D.F. (2017). Defining greenspace: multiple uses across multiple disciplines. *Landsc. Urban Plan.* 158, 25–38.
- [58] Taylor, L. and Hochuli, D.F. (2015). Creating better cities: how biodiversity and ecosystem functioning enhance urban residents' wellbeing. *Reg. Sci. Urban Econ.* 18 (3), 747–762.
- [59] Tian, Y., Jim, C.Y., Tao, Y. and Shi, T. (2011). Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. *Urban Forestry and Urban Greening*, 10(2).
- [60] Urban, D.L., O'Neill, R.V. and Shugart, Jr. (1987). A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. *BioScience* 37 (2), 19–127.
- [61] Wu, J. and Hobbs, R. (2002). Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landsc. Ecol.* 17, 355e365.
- [62] Wickham, J. D., Riitters, K., Wade, T. G. and Vogt, T. (2010). A national assessment of green infrastructure and change for the conterminous United States using morphological image processing. *Landscape and Urban Planning*, 94: pp. 186- 195.
- [63] Yavari, A. R., Sotoudeh, A. and Parivar, P. (2007). Urban environmental quality and landscape structure in arid mountain environment. *International Journal of Environmental Research*, 1(4).
- [64] Yazdan panah, M., Yavari, A. R., Zebardast, L. and Al mohammad, S. (2015). Evaluation of urban green infrastructures as their gradual improvement in the landscape of Tehran, *Mohit shenasi*, NO3, autumn 2015, pp 613-625.
- [65] Zhang, X., Zhong, T., Feng, X. and Wang, K. (2009). Estimation of the relationship between vegetation patches and urban land surface temperature with remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 30(8), 2105–2118.
- [66] Zhou, W., Huang, G., and Cadenasso, M. L. (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 102(1), 54–63.