

## تحلیل تغییرات فضای سبز شهر گرگان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین

بی بی سارا داز<sup>۱</sup>

عطا غفاری گیلانده<sup>۲\*</sup>

[atagafari@gmail.com](mailto:atagafari@gmail.com)

علی عزیزی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** شهرنشینی سریع به همراه تغییرات زیاد در پوشش اراضی، باعث اختلال در ساختار و عملکردهای زیست‌محیطی مرتبط با فضاهای سبز شهری شده است. شناسایی و درک این تغییرات برای بهبود وضعیت در هر مکانی امری لازم و اجتناب ناپذیرمی‌باشد. بر همین اساس هدف از این مطالعه بررسی تغییرات فضای سبز شهر گرگان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین و به‌کارگیری تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

**روش بررسی:** در این پژوهش جهت تهیه نقشه‌های کاربری/پوشش اراضی شهر گرگان از تصاویر سنجنده‌های ماهواره‌های لندست متعلق به سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ استفاده شده است. به طوری که پس از انجام عملیات پیش‌پردازش، طبقه‌بندی تصاویر به روش طبقه بندی نظارت شده با به‌کارگیری الگوریتم حداکثر احتمال انجام گرفت و نقشه‌های مورد نظر در سه کلاس اراضی ساخته شده، فضای سبز و سایر کاربری‌ها تهیه گردید. سپس جهت بررسی روند تغییرات لکه‌های سبز شهری از متریک‌های مساحت طبقه، تعداد لکه، میانگین اندازه لکه، میانگین شکل لکه و تراکم حاشیه استفاده شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های حاصل از بررسی تغییرات زمانی فضای سبز شهر گرگان نشان داد که بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ مقدار زیادی از اراضی سبز به ویژه اراضی کشاورزی و جنگلی کاهش یافته و بر میزان اراضی ساخته شده اضافه شده است. به طوری که طی این ۲۷ سال اراضی ساخته شده با میزان ۱۵/۸۶ کیلومترمربع روند افزایشی و در مقابل فضای سبز با مقدار ۶/۵۳ کیلومتر مربع روند کاهشی را داشته‌اند. همچنین بررسی و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین نیز حاکی از کاهش تعداد و اندازه لکه‌های سبز همراه با تکه تکه شدن و از هم گسیختگی آن‌ها می‌باشد.

۱- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گرایش محیط زیست شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. \* (مسوول مکاتبات)

۳- استادیار مؤسسه مطالعات و مدیریت جامع و تخصصی جمعیت کشور، تهران، ایران.

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات پوشش اراضی طی ۲۷ سال نشان داد که فضاهای سبز به میزان قابل توجهی همراه با تکه‌تکه شدن، روند کاهشی را داشته است. بنابراین به کارگیری رویکردهای جدید اکولوژیک در کنار سایر روش‌های مطالعات فضاهای سبز در برنامه‌ریزی‌های شهری ضروری می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اکولوژی سیمای سرزمین، سنجش از دور، شهر گرگان، فضای سبز شهری، متریک‌های سیمای سرزمین.

## **Analyzing of Urban Green Space Changes in Gorgan City Using Landscape Metrics**

**Bibisara Daz<sup>1</sup>**  
**Ata Ghaffari Gilandeh<sup>2\*</sup>**  
[atagafari@gmail.com](mailto:atagafari@gmail.com)  
**Ali Azizi<sup>3</sup>**

Admission Date: February 14,2018

Date Received: October 19, 2016

### **Abstract**

**Background and Objective:** Rapid urbanization and vast changes in land cover have disrupted the urban green patches environmental structure and functions. Identifying and understanding these changes is necessary to improve the urban green patches situation in any place. Accordingly, the aim of this study is to evaluate the changes of green patches of Gorgan City using landscape metrics, remote sensing and geographical information system techniques.

**Method:** In this research, Landsat satellite images for 1987, 2001, and 2014 have been used to provide land use/cover maps of Gorgan City. After conducting the preprocessing, classification of the images was done using the supervised method and the maximum likelihood algorithm. Then the maps were reclassified in three classes namely built-up areas, green patches and other land uses. Afterwards, in order to investigate the changes in urban green patches, landscape metrics including Class Area, Number of Patch, Mean Patch Size, Mean Size Index and Edge Density was used.

**Findings:** Findings show that from 1987 to 2014, green patches, especially agricultural and forest lands, has been decreased and built-up areas has been increased. During these 27 years, built-up areas have increased approximately 15/86 km<sup>2</sup> and green patches have decreased approximately 6/53 Km<sup>2</sup>. Also, the analysis of landscape metrics shows a decrease in the number and size of green patches due to fragmentation and disintegration.

**Discussion and Conclusion:** The results of 27 years' green patches dynamic in Gorgan City show that the green patch of the city has been significantly reduced and fragmented. Therefore, studying urban green patch changes using new ecological approaches and methods, is necessary in any urban planning.

**Keywords:** Landscape Ecology, Remote Sensing, Gorgan City, Urban Green Patch, Landscape Metrics.

---

1- M.A., Geography and Urban Panning - Urban Environment, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Associate Prof., Department of Geography, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.\*(Corresponding Author)

3- Assistant Prof., National Population Studies and Comprehensives Management Institute, Tehran, Iran

## مقدمه

فضاهای سبز شهری می‌تواند به‌عنوان فضاهای باز با مقدار قابل توجهی از پوشش گیاهی تعریف شود که عمدتاً به‌عنوان مناطق نیمه-طبیعی وجود دارند (۱ و ۲). این فضاها در شهرها به صورت مناطق نیمه طبیعی، پارک‌ها و باغ‌های طراحی شده و تحت مدیریت و نیز پوشش‌های گیاهی کوچک جدا از هم که در ارتباط با جاده‌ها و سایر مناطق باز شهری ایجاد شده‌اند، می‌باشند (۳). فضاهای سبز به عنوان یک جزء حیاتی از اکوسیستم‌های شهری علاوه بر ارزش زیبانشناختی، زیستگاه-هایی را برای بسیاری از گونه‌ها فراهم کرده (۴)، همچنین می‌توانند منافع اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی از جمله آرایه مکان‌های تفریحی مناسب، کاهش استرس‌های ناشی از خستگی‌های کاری و افزایش ارزش مالکیت داشته باشند (۲). در مجموع فضاهای سبز شهری به‌ویژه پارک‌ها، جنگل‌ها و مزارع که سه نوع اصلی از فضای سبز شهری هستند به‌عنوان بخش مهمی از اکوسیستم پیچیده شهری، دارای کارکردهای اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی می‌باشند (۵).

امروزه رشد سریع شهرنشینی، به‌طور مداوم باعث تبدیل مقدار زیادی از سطوح سبز به سطوح نفوذ ناپذیر در سراسر جهان شده که اثرات مخربی را بر محیط زیست تحمیل کرده است. در طی فرآیند شهرنشینی نیاز به زیرساخت‌های بیش‌تر هم‌چون شبکه‌های حمل و نقل شهری و مکان‌هایی برای ایجاد مسکن و محل کسب و کار، باعث می‌شود که اراضی طبیعی، کشاورزی، فضاهای باز و حریم رودخانه‌ها مورد استفاده زیاد قرار گرفته که در نهایت منجر به کاهش میزان قابل توجهی از اراضی باز و سبز در مناطق شهری می‌شود. این روند به ویژه در کشورهای در حال توسعه بیش‌تر از کشورهای توسعه یافته قابل مشاهده می‌باشد (۶).

شهر گرگان به عنوان مرکز استان گلستان و یکی از بزرگ-ترین شهرهای مناطق شمالی، مانند سایر شهرهای ایران در دهه‌های اخیر به ویژه بعد از کسب مرکزیت استان دچار رشد سریع و گسترش فیزیکی و کالبدی نامتعادل شده است. این-گونه رشد باعث تغییرات کاربری اراضی، به ویژه تغییرات کمی و کیفی فضای سبز شده که در نتیجه با کاهش عملکرد

و خدمات اکولوژیکی آن به یک مسأله اساسی تبدیل شده است. پرداختن به مسأله مذکور به منظور حصول حداکثر پایداری و نیز حفظ و بهبود عملکرد فضاهای سبز به‌عنوان ساختارهای اکولوژیک شهری در کنار حفظ، گسترش و توزیع مناسب فضای سبز در سطح شهر، در وهله نخست نیازمند شناسایی روندها و الگوهای موجود با استفاده از ابزارها و نگرش‌های جدید می‌باشد.

از آنجایی که فضاهای سبز نقش مهمی را در تغییرات اکولوژیک و محیط زیستی ایفا کرده و به عنوان عنصر کلیدی در توسعه پایدار به شمار می‌رود (۷). بنابراین لازم است تا سیستم فضای سبز شهری به گونه‌ای مدیریت و برنامه‌ریزی شود که هم انسان و نیازهای زندگی شهری و هم طبیعت و نیازهای اکولوژیکی آن در نظر گرفته شود. بر این اساس و همچنین با توجه به تأثیراتی که یک برنامه‌ریزی اشتباه می‌تواند بر تخریب ساختارهای اکولوژیک طبیعی همانند پوشش گیاهی (جنگل‌ها و مراتع) و شبه طبیعی (اراضی کشاورزی و باغ‌ها) در درون و مجاورت شهرها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی و پایداری فرآیندهای اکولوژیک یک منطقه داشته باشد لزوم توجه به اصول اکولوژیک در برنامه‌ریزی کاربری اراضی امری ضروری می‌باشد (۸).

امروزه نگرش‌ها و رویکردهای اکولوژیک یکی از مهم‌ترین مباحث روز دنیا در برنامه‌ریزی کاربری اراضی به‌ویژه برنامه‌ریزی شهری به‌شمار می‌رود (۹). مطابق نظر بوث (۱۰) یک برنامه‌ریزی شهری کارآمد نمی‌تواند بدون توجه به اصول اکولوژی صورت گیرد. در همین راستا اکولوژی سیمای سرزمین<sup>۱</sup>، به‌عنوان علم مطالعه سیمای سرزمین به ویژه با تأکید بر ساختار و کارکرد آن‌ها می‌باشد که شهرها به‌عنوان یک سیمای سرزمین ناهمگن می‌توانند از دیدگاه این علم مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند (۱۰). با توجه به مباحث مذکور و اهمیت مسأله و این‌که تا کنون مطالعه‌ای با این رویکرد برای شهر گرگان صورت نگرفته است، در این پژوهش با استفاده از رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین و بکارگیری متریک‌های آن، به بررسی وضعیت فضای

1- Both

2- Landscape Ecology

فضاهای سبز و اراضی نیمهطبیعی شهرها، ترکیب و توزیع فضایی مناسب لکه‌های فضای سبز از دیدگاه سیمای سرزمین مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۱).

درک الگوی فضای سبز شهری و بررسی پویایی فضایی و زمانی آن اطلاعات با ارزشی را جهت برنامه‌ریزی شهری به دست می‌دهد. در این راستا اکولوژی سیمای سرزمین راه‌ها و روش‌هایی را برای درک پویایی فضاهای سبز شهری فراهم می‌آورد (۱۳) و متریک‌های سیمای سرزمین به‌عنوان یک ابزار تحلیلی مؤثر در سال‌های اخیر عموماً جهت تحلیل ساختار فضایی و عملکردی فضاهای سبز به ویژه جهت انجام ارزیابی کیفیت اکولوژیکی به کار گرفته شده است (۱۴). این متریک‌ها ابزار بسیار مناسبی برای بیان الگوی موزاییک فضاهای سبز شهری و تغییرات آن در ارتباط با فرآیندهای شهرنشینی و تحت اثر بشر می‌باشد که با استفاده از آن‌ها می‌توان اثر فرآیندهای مذکور را بر ویژگی‌های اکولوژیکی محیط زیست تفسیر نمود (۱۵).

#### سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در

##### مطالعات فضای سبز شهری

به دنبال توسعه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>۷</sup> و در دسترس قرار گرفتن تصاویر ماهواره‌ای، پیشرفت‌های زیادی در کمی سازی محیط‌زیست از نظر معیارهای سیمای سرزمین صورت گرفته است (۱۶). پیشرفت در تکنولوژی سنجش از دور موجب پیشرفت در تولید نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش اراضی شده است که این نقشه‌ها در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین نقش بسیار مهمی دارد (۱۱). امروزه با توجه به کیفیت نامطلوب محیط زیست شهری و تلاش به سمت توسعه پایدار، داشتن اطلاعات به روز در ارتباط با تحولات فضای سبز شهری لازم و ضروری می‌باشد؛ بنابراین سنجش از دور به دلیل بهره‌گیری از تصاویری با امکان پوشش مکرر از مناطق، کیفیت تصویری مناسب و هزینه کم به عنوان یکی از توسعه یافته‌ترین ابزار تشخیص تغییرات، به منظور نقشه‌برداری شهری توسعه یافته است (۱۷).

سبز شهر گرگان پرداخته شده است. به طوری که نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند نقطه آغاز و گامی مؤثر جهت به کارگیری این رویکرد و استفاده از مؤلفه‌های آن در برنامه‌ریزی، مدیریت و طراحی فضاهای سبز شهر گرگان باشد.

#### مبانی نظری

##### اکولوژی سیمای سرزمین و فضای سبز شهری

اکولوژی سیمای سرزمین زیرمجموعه‌ای از اکولوژی و جغرافیا است که نشان می‌دهد چگونه تغییر مکانی سیمای سرزمین فرآیندهای اکولوژیکی مانند توزیع و جریان انرژی و پراکنش مواد و افراد در محیط را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱) اکولوژی سیمای سرزمین مطابق با تعاریف فورمن و گودرون (۱۹۸۶) مطالعه ساختار<sup>۱</sup>، عملکرد<sup>۲</sup> و تغییر<sup>۳</sup> در منطقه‌ای ناهمگن با اکوسیستم‌هایی که در تعامل باهم هستند (۱۲). از آن‌جا که اکولوژی سیمای سرزمین با مفهوم توسعه پایدار ارتباط بسیار نزدیکی دارد، تئوری‌های مربوط به اکولوژی سیمای سرزمین درهای تازه‌ای را به روی برنامه‌ریزی و طراحی منظر گشوده است و علاقه فزاینده به مباحث آن در قرن حاضر در سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری نیز بازتاب داشته است (۷).

از دیدگاه اکولوژی سیمای سرزمین، شهرها موزاییک‌های<sup>۴</sup> ویژه‌ای هستند که برای مقاصد مسکونی، تجاری، صنعتی و زیربنایی در ترکیب با فضای سبز ساخته شده‌اند. فضای سبز شهری متنوع بوده که شامل فضاهای سبز طراحی شده<sup>۵</sup> همانند پارک‌ها، باغ‌ها و مناطق تفریحی و همچنین فضاهای سبز نیمه طبیعی، انواع پوشش گیاهی بومی و نیز زیستگاه‌های خاص شهری مانند سایت‌های صنعتی متروک<sup>۶</sup> و باغ‌ها می‌باشد. این موزاییک از زیستگاه می‌تواند به‌طور مفید توسط اکولوژی سیمای سرزمین مورد مطالعه قرار گرفته و درک شود (۱۳). به طوری که در سال‌های اخیر با رشد شهرنشینی و از بین رفتن

- 1- Structure
- 2- Function
- 3- Change
- 4- Mosaics
- 5- Formal green spaces
- 6- Derelict industrial sites

آن‌ها حاکی از مشکلات مهم از جمله کاهش تنوع در سیمای سرزمین و خردشدگی فضای سبز می‌باشد (۱۹). تانگ و ژانگ<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) نیز در شهر شین‌یانگ<sup>۶</sup> به آنالیز الگوی فضای سبز شهری بر مبنای داده‌های تصاویر ماهواره پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داده است که تغییر قابل توجه الگوی فضای سبز شهری می‌تواند با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین در هر نقطه محلی کمی شوند (۲۰). دنک و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و متریک‌های فضایی به بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری زمین و الگوی سیمای سرزمین طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۶ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها نشان داده که روند شهرنشینی اثرات قابل توجهی را در تغییر الگوی سیمای سرزمین داشته است (۲۱).

در ایران نیز طاهری و همکاران (۱۳۹۴) جهت بررسی توزیع فضای سبز شهر کرج از تحلیل گرادیان و متریک‌های سیمای سرزمین استفاده کردند. نتایج این بررسی منعکس کننده این واقعیت بود که نحوه‌ی ترکیب و توزیع فضایی فضای سبز به دلیل سیاست‌های اشتباه برنامه ریزان در مکان‌یابی و احداث پوشش فضای سبز، در شرایط مطلوبی نمی‌باشد (۲۲). اولاد غفاری و منوری (۱۳۹۱) به مطالعه روند تغییرات الگوی فضایی شهر تبریز براساس اصول اکولوژی سیمای سرزمین، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و متریک‌های منظر بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۶ پرداخته‌اند که نتایج بررسی و آنالیز، حاکی از عدم وجود تعادل بین سطوح ساخته شده و فضای سبز در سطح شهر بود (۲۳). رفیعی و همکاران (۲۰۰۹) به انجام مطالعه‌ی پژوهشی با هدف بررسی میزان تغییرات در وسعت و الگوهای فضای سبز شهر مشهد طی دهه‌های گذشته و تجزیه و تحلیل عملکرد آن با استفاده از اصول اکولوژی سیمای سرزمین پرداختند (۲۴).

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

شهرگران مرکز استان گلستان و از شهرهای مهم اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان و منطقه شمالی کشور می‌باشد که

همچنین سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تهیه اطلاعات لازم و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در آنالیزهای سیمای سرزمین به کار گرفته می‌شود. به طوری که پس از استخراج اطلاعات از داده‌های سنجنش از دور، این لایه‌ها با یکدیگر ترکیب و برخی از آنالیزهای سیمای سرزمین روی کاربری اراضی و پوشش زمین توسط GIS صورت گرفته و در پایگاه داده ذخیره می‌شوند. الگوهای سیمای سرزمین را می‌توان بوسیله‌ی نرم‌افزار GIS و نرم‌افزارهای آنالیز سیمای سرزمین شناسایی کرد. در این بین الحاقیه<sup>۱</sup> Patch Analyst در Arc View و Arc GIS آنالیز مکانی لکه‌های سیمای سرزمین را امکان‌پذیر می‌سازد. این الحاقیه در دو نسخه Patch Analyst و Patch grid موجود است که نسخه Patch Analyst برای آنالیز لایه‌های وکتوری و نسخه Patch grid برای آنالیز لایه‌های رستری می‌باشد. (۱۱). بنابراین تصاویر سنجنش از دور به همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند یک ابزار ارزشمند جهت ارزیابی ساختارهای فضای سبز و نیز ابزاری مؤثر جهت حفظ و نظارت بر فضاهای سبز و باز شهری باشد. ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی با دیگر منابع برای داده‌ها مثل تصاویر سنجنش از دور و عکس‌های هوایی، به ارایه راه‌حل‌های خلاقانه و جایگزین در مدیریت و نظارت سبزینگی شهری<sup>۲</sup> می‌پردازند که می‌تواند به‌طور گسترده‌ای در برنامه‌ریزی سیمای سرزمین شهری پذیرفته شده و درک بهتری از الگوی مکانی و تغییرات کاربری زمین در منطقه ارائه دهد (۱۸).

#### پیشینه پژوهش

مطالعات و پژوهش‌های متعددی طی سال‌های اخیر در ارتباط با تغییرات کاربری و پوشش اراضی به‌ویژه فضاهای باز و سبز شهری با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین و متریک‌های آن انجام شده است؛ از جمله وو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۵) به بررسی تغییرات الگوی سیمای سرزمین و فضای سبز با استفاده از تکنیک‌های سنجنش از دور، جی‌آی‌اس و شاخص‌های سیمای سرزمین، در شهرک هیورون تاوون شیپ<sup>۴</sup> مبادرت نمودند. نتایج مطالعات

1- Extension

2-Urban greenness

3- Wu et al

4- Huron township

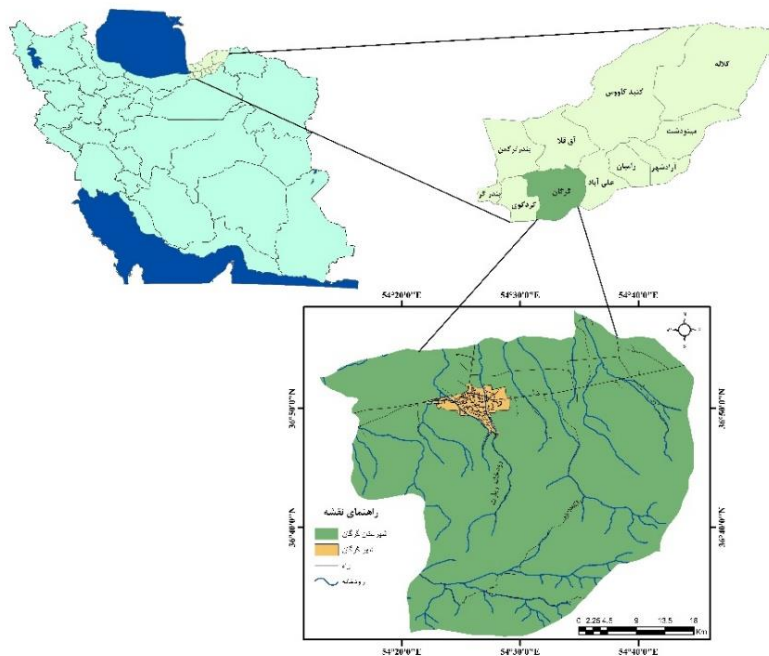
5-Tang and Zhang

6-Shinyang City

7- Deng et al

آموزشی، باغ - مسکونی و فضاهای سبز حفاظتی می‌باشد و در حال حاضر گرگان علاوه بر پارک جنگلی نهار خوران و پارک جنگلی هزار پیچ، دارای یک پارک شهر و ۲۷ پارک محله‌ای می‌باشد. همچنین مسیل‌های رودخانه‌ی زیارت و انجیرآب، از مهم‌ترین رودخانه‌های واقع در حریم شهر گرگان می‌باشد که در محدوده شهر گرگان قرار دارند.

در ارتفاع متوسط ۱۵۵ متری از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است. این شهر بر روی مخروطه‌افکنه رودخانه زیارت که جزو حاصلخیزترین زمین‌های استان می‌باشد گسترش یافته است. همچنین به دلیل فرارگیری بین دشت وسیع و حاصلخیز و کوه‌های پوشیده از جنگل از موقعیت جغرافیای و اقلیمی ممتازی برخوردار می‌باشد. شکل ۱ موقعیت شهر گرگان در کشور و استان را نشان می‌دهد. براساس مطالعات طرح جامع گرگان (۲۵) کاربری فضای سبز شهر گرگان شامل پارک و فضای سبز عمومی، اراضی کشاورزی و باغات، محوطه‌های اداری و



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1. Location of the study area

#### داده‌های مورد استفاده در پژوهش

آمریکا (USGS)<sup>۱</sup> به شماره گذر ۱۶۳ و ردیف ۳۴ محدوده‌ی مورد مطالعه بعد از انجام عملیات ترکیب باندی جهت انجام مراحل بعدی تحقیق جدا گردید.

به منظور درک تغییرات زمانی- مکانی فضای سبز شهر گرگان، در این پژوهش، داده‌های سنجنش از دور شامل تصاویر سنجنده‌های ماهواره‌های لندست مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). انتخاب این تصاویر به دلیل داشتن مزیت‌هایی از جمله دسترسی رایگان، دید وسیع و یکپارچه، چند طیفی بودن تصاویر و نیز پوشش تکراری تصاویر در دوره‌های زمانی مختلف می‌باشد. بعد از اخذ تصاویر مورد نظر از سایت زمین شناسی

1-United States Geological Survey

## جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره لندست مورد استفاده در مطالعه

Table 1. Characteristics of Landsat satellite images used in the study

تعداد باند	اندازه پیکسل	تاریخ تصویربرداری		سنجنده	تصاویر ماهواره‌ای
		شمسی	میلادی		
۸	۳۰	۱۳۶۶/۰۳/۲۴	۱۹۸۷/۰۶/۱۴	TM	Landsat 5
۸	۳۰	۱۳۸۰/۰۵/۰۸	۲۰۰۱/۰۷/۳۰	ETM <sup>+</sup>	Landsat 7
۱۱	۳۰	۱۳۹۳/۰۳/۱۸	۲۰۱۴/۰۶/۰۸	OLI	Landsat8

## جدول ۲- نام طبقات و توصیف آن‌ها

Table 2. The names of the classes and their descriptions

توصیف	طبقه کاربری/پوشش
مناطق مسکونی، تجاری، آموزشی، راه‌ها و ...	مناطق ساخته شده
زمین‌های کشاورزی، باغات، پارک‌ها و ...	فضاهای سبز
زمین‌های بایر، اراضی با پوشش گیاهی ضعیف و ...	سایر کاربری‌ها

جهت انجام طبقه‌بندی از روش نظارت شده تحت الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد؛ و به منظور تهیه نقاط آموزشی، از تصاویر گوگل ارث، روش تفسیر چشمی و نیز اطلاعات نگارندگان از کاربری‌های منطقه و ایجاد ترکیب باندی کاذب در تصاویر (ترکیب باندی ۴، ۳ و ۲ برای تصاویر سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱، ترکیب باندی ۴، ۵ و ۳ برای تصویر سال ۲۰۱۴)، استفاده گردید.

در ادامه به منظور بررسی و درک وضعیت ساختاری فضای سبز از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده گردید. از آنجا که متریک‌های سیمای سرزمین بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین طی زمان و ابزار مناسبی برای یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری‌های مختلف سیمای سرزمین می‌باشد (۲۷)؛ بنابراین در این تحقیق جهت بررسی تغییرات مکانی فضاهای سبز از ۵ متریک مساحت طبقه<sup>۲</sup>، تعداد لکه<sup>۳</sup>، میانگین اندازه لکه<sup>۴</sup>، میانگین شکل لکه<sup>۵</sup> و تراکم حاشیه<sup>۶</sup>

## روش پژوهش

در این پژوهش جهت تصحیح هندسی، از تصاویر گوگل ارث به منظور انتخاب نقاط کنترلی از تصویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۱۴ استفاده شد؛ و عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه انجام شد. تصحیح هندسی تصاویر سال‌های ۲۰۰۱ و ۱۹۸۷ نیز با استفاده از روش تصویر به تصویر و با مبنای قرار دادن تصویر سال ۲۰۱۴ و حذف نقاط کنترلی با خطای زیاد در نرم‌افزار ENVI5 انجام شد. به این ترتیب مقدار ریشه متوسط مربع خطای قابل قبول (کمتر از ۰/۵ پیکسل) برای هر کدام از تصاویر به دست آمد. همچنین جهت افزایش توان برای تفسیر بصری در مرحله طبقه‌بندی از بین روش‌های بارسازی تصاویر از روش بسط خطی<sup>۱</sup> استفاده گردید.

از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر سنجنش از دور طبقه‌بندی است که به کاربران امکان تولید انواع نقشه‌ها از جمله نقشه پوششی و تغییرات را می‌دهد. انتخاب سیستم طبقه‌بندی کاربری اراضی به‌خاطر این‌که نتایج و تفسیر بعدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد بسیار مهم می‌باشد (۲۶). در این مطالعه با توجه به وضوح تصاویر و نیز مورد مطالعه که بررسی تغییرات فضای سبز شهری می‌باشد؛ سیستم طبقه‌بندی کاربری/پوشش اراضی شامل طبقات مناطق ساخته شده، فضاهای سبز و سایر کاربری‌ها مطابق با جدول ۲ انتخاب شد.

- 2 -Class Area
- 3 -Number of Patch
- 4- Mean Patch Size
- 5 -Mean Shape Index
- 6 -Edge Density

- 1-Linear Stretch



محاسبه مقادیر این متریک‌ها از الحاقیه Patch Analyst در نرم افزار Arc GIS 10.2 استفاده شد.

استفاده شده است که شرح هر کدام از آن‌ها در جدول ۳ بیان شده است. این متریک‌ها با توجه به مطالعات و پژوهش‌های قبلی که بیش‌تر در زمینه مطالعات شهری و به‌ویژه در مطالعات فضاهای سبز به‌کار گرفته شده است، انتخاب شده‌اند. برای

جدول ۳- شرح متریک‌های مورد استفاده در مطالعه

Table 3. Description of metrics used in the study

دامنه تغییرات	واحد	توصیف	حروف اختصاری	متریک‌های سیمای سرزمین
$CA > 0$ بدون محدودیت	هکتار	حاصل جمع مساحت (مترمربع) لکه‌ها که به عدد ۱۰۰۰۰ جهت تبدیل به هکتار ضرب شده است	CA	مساحت طبقه
$NP \geq 1$	-	تعداد لکه‌ها	NP	تعداد لکه
$MPS > 0$ بدون محدودیت	هکتار	مساحت لکه‌ها که بر تعداد آن‌ها تقسیم شده است.	MPS	میانگین اندازه لکه
$MSI \geq 1$ بدون محدودیت	-	میانگین نسبت محیط به مساحت	MSI	میانگین شکل لکه
$ED \geq 0$ بدون محدودیت	متر در هکتار	مقدار لبه لکه‌ها نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین می‌باشد که از تقسیم محیط هر کلاس بر سطح آن به دست می‌آید.	ED	تراکم حاشیه

#### نتایج

مورد مطالعه جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از ماتریس خطای طبقه‌بندی، صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده از برآورد ماتریس خطا برای هر سه سال در جدول ۴ قابل مشاهده می‌باشد.

#### ارزیابی دقت طبقه بندی نقشه‌ها

به‌منظور ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، نمونه‌های آموزشی به عنوان نقاط واقعیت کنترل زمینی برای هر کلاس به صورت تصادفی از سطح منطقه

جدول ۴- نتایج صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه بندی تصاویر

Table 4. The results of the overall accuracy and Kappa coefficient in images classification

صحت کلی (%)	ضریب کاپا (%)	سال
۸۹/۳۵	۸۳	۱۹۸۷
۹۲/۴۶	۸۵/۲۳	۲۰۰۱
۹۲/۲۹	۹۰	۲۰۱۴

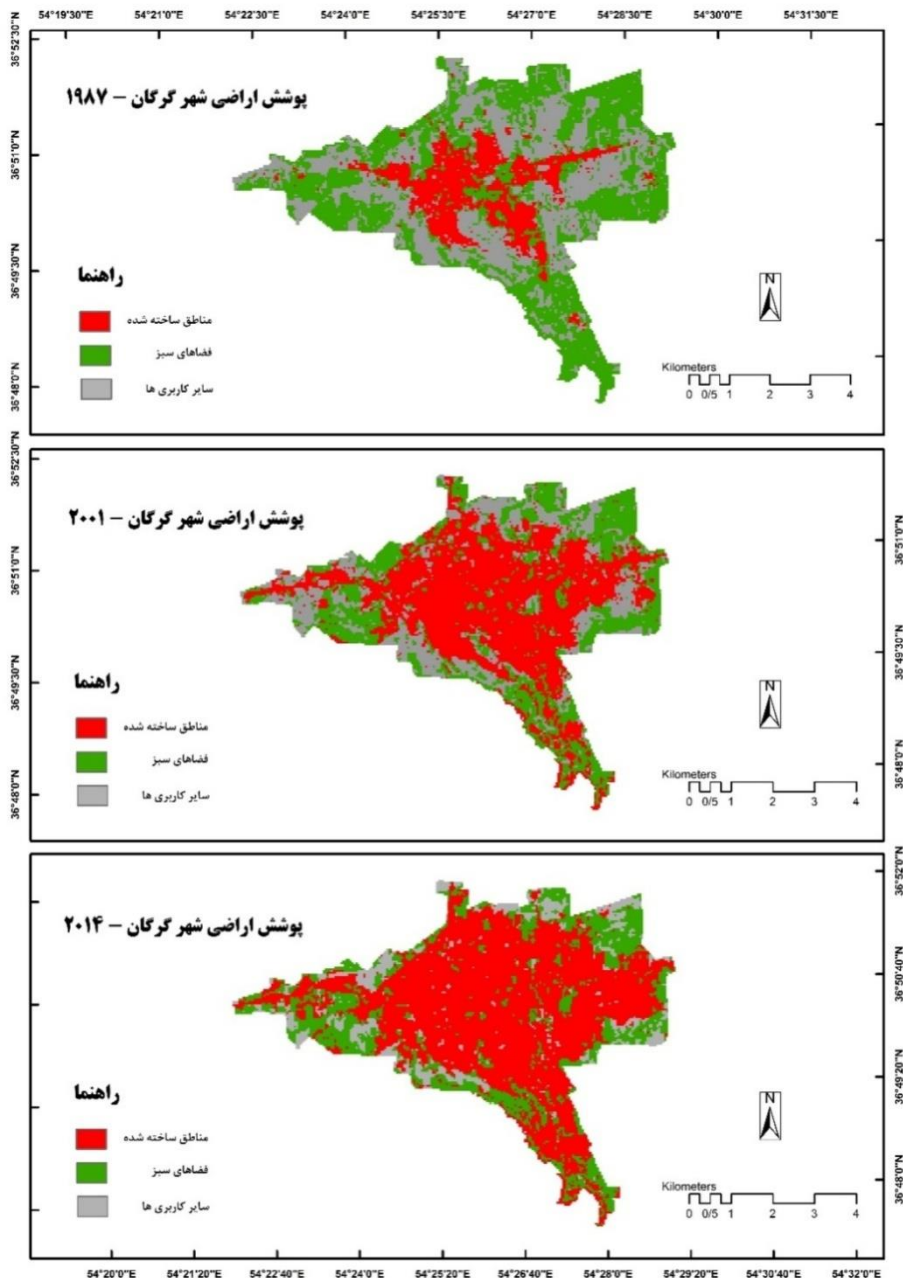
زمینی قابل توجهی از پویایی فضاهای سبز شهر گرگان در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ می‌باشد. نقشه‌های پوشش اراضی به دست آمده از این تصاویر به وضوح چگونگی کاهش فضاهای

#### تحلیل میزان تغییرات فضای سبز

استخراج طبقه فضای سبز به‌همراه دیگر طبقات کاربری اراضی از داده‌های تصاویر چندزمانه ماهواره‌ای بیان‌گر واقعیت‌های

۱۳/۰۲ درصد کاهش یافته است. در فاصله زمانی بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ نیز همچنان به دلیل افزایش جمعیت و در نتیجه تغییرات افزایشی مناطق ساخته شده به میزان ۵/۵۶ درصد، از میزان فضاهای سبز کاسته شده، به طوری که از مقدار ۱۱/۸۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۱ به ۹/۸۷ کیلومتر مربع در ۲۰۱۴ رسیده است.

سبز در طی دوره زمانی مورد مطالعه در منطقه را به تصویر می‌کشد (شکل ۲). محاسبه مساحت پوشش اراضی و بررسی تغییرات آن، کاهش فضاهای سبز در طی دوره زمانی ۲۷ ساله را در مقابل مناطق ساخته شده نشان می‌دهد (جدول ۵). با توجه به نتایج محاسبات در سال ۱۹۸۷ فضای سبز شهر گرگان از ۱۶/۴۰ کیلومتر مربع به ۱۱/۸۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۱ رسیده است؛ بنابراین در طی این ۱۴ سال فضای سبز به میزان



شکل ۲- نقشه‌های پوشش اراضی شهر گرگان (۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴)

Figure 2. The land cover maps of Gorgan City (1987, 2001 and 2014)

جدول ۵- مساحت پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه بین سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴

Table 5. Area of land cover in the study area between 1987, 2001 and 2014

۱۹۸۷		۲۰۰۱		۲۰۱۴		طبقه بندی کابری/پوشش زمین
کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	
۶/۰۶	۱۶/۸۵	۱۶/۴۴	۴۶/۱۹	۲۱/۹۲	۶۱/۵۸	مناطق ساخته شده
۱۶/۴۰	۴۶/۳۰	۱۱/۸۵	۳۳/۲۸	۹/۸۷	۲۷/۷۲	فضاهای سبز
۱۳/۱۴	۳۶/۸۵	۷/۳۱	۲۰/۵۳	۳/۸۱	۱۰/۷	سایر کاربری‌ها
۳۵/۶	۱۰۰	۳۵/۶	۱۰۰	۳۵/۶	۱۰۰	کل

## تحلیل تغییرات ساختاری فضای سبز

(جدول ۵). همچنین مقادیر متریک میانگین اندازه لکه در طی این بازه زمانی با توجه به جدول ۶ کاهش یافته است. به طوری که از مقدار ۵/۱ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۳/۹ هکتار در سال ۲۰۱۴ رسیده است. این کاهش در مقدار میانگین اندازه لکه‌های سبز در ارتباط با اثرات گسترش شهری حاکی از افزایش تخریب در پوشش گیاهی می‌باشد. با افزایش مقدار متریک میانگین شاخص شکل به طور نامحدود شکل لکه نامنظم‌تر می‌شود و هر چقدر عدد به دست آمده برای این شاخص کوچک‌تر باشد، نسبت محیط به مساحت کم‌تر بوده که این ویژگی از دیدگاه اکولوژیک وضعیت مطلوب‌تری را نشان می‌دهد. مقادیر این متریک در محدوده مورد مطالعه، بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۱ از ۱/۴۱ به ۲/۷۵ و در سال ۲۰۱۴ به ۲/۳۸ در لکه‌های سبز شهر رسیده است که این افزایش به ویژه در طی بازه اول زمانی حاکی از افزایش مناطق ساخته شده شهری به تبع افزایش جمعیت و نیز گسترش افقی و نامتعادل شهر می‌باشد.

پس از تهیه نقشه‌های پوشش اراضی و محاسبه و تحلیل تغییرات زمانی آن‌ها، مقادیر هر کدام از متریک‌های منتخب در محیط نرم افزاری جی آی اس و با الحاقیه Patch Analyst جهت مقایسه و تحلیل تغییرات ساختاری فضاهای سبز محاسبه شد. جدول ۶ مقادیر متریک‌های فضای سبز و مناطق ساخته شده را که برای هر کدام از سه سال محاسبه شده است نشان می‌دهد.

بررسی تغییرات متریک مساحت طبقه و تعداد لکه نشان می‌دهد که در سال ۱۹۸۷ لکه‌های سبز به تعداد ۳۲۳، مساحتی در حدود ۱۶/۴۰ کیلومتر مربع، در سال ۲۰۰۱ با تعداد ۳۱۹ مساحتی حدود ۱۱/۸۵ کیلومتر مربع را پوشش داده بودند و در سال ۲۰۱۴ با تعداد ۲۸۰، مساحت ۹/۸۷ کیلومتر مربع را پوشانده است (جدول ۶). مقایسه این سه سال نشان می‌دهد که طی بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۱، ۱۳/۰۲ درصد، بین سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴، ۵/۵۶ درصد و در کل بین بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴، ۲/۷۴ درصد از میزان اراضی سبز کاهش یافته است

جدول ۶- تغییرات متریک‌ها برای کلاس فضای سبز و مناطق ساخته شده

Table 6. Changes of metrics for green space and built-up

تراکم حاشیه ED	میانگین شاخص شکل MSI	میانگین اندازه لکه MPS	تعداد لکه NP	مساحت طبقه CA(Km <sup>2</sup> )	متریک سال
فضاهای سبز					
۷۳/۱۷	۱/۴۱	۵/۱	۳۲۳	۱۶/۴۰	۱۹۸۷
۶۱/۶۲	۲/۷۵	۴/۳۱	۳۱۹	۱۱/۸۵	۲۰۰۱
۵۶/۴۳	۲/۳۸	۳/۹	۲۸۰	۹/۸۷	۲۰۱۴

مناطق ساخته شده					
۲۴/۲۴	۱/۳۲	۵/۳۱	۱۱۳	۶/۶	۱۹۸۷
۵۲/۳۲	۱/۳۳	۸/۷۶	۲۰۱	۱۶/۴۴	۲۰۰۱
۵۰/۲۴	۱/۳۴	۱۵/۹۲	۱۴۳	۲۱/۹۲	۲۰۱۴

داده و به طبقه شهر افزوده شده‌اند. به طوری که بین سال‌های ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۱۴ اراضی ساخته شده با میزان ۱۵/۸۶ کیلومتر مربع (۴۵/۷۳ درصد تغییرات مثبت) روند افزایشی و در مقابل فضای سبز با مقدار ۶/۵۳ کیلومتر مربع (۱۸/۵۸ درصد تغییرات منفی) روند کاهشی را داشته‌اند.

بررسی و تحلیل نتایج حاصل از محاسبه تغییرات متریک‌ها نیز حاکی از این است که کاهش مساحت اراضی سبز به همراه کاهش تعداد آن‌ها نشان‌دهنده خرد شدن لکه‌های بزرگ سبز به دلیل افزایش ساخت و سازهای شهری با گذشت زمان می‌باشد. همچنین با توجه به کاهش اندازه لکه‌های سبز (متریک میانگین اندازه لکه) و ریز دانه شدن آن‌ها نیز می‌توان گفت که پایداری لکه‌های سبز در طی گذشت زمان کاهش پیدا کرده است. از طرفی کاهش مقدار متریک میانگین شکل لکه در طی بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ نسبت به فاصله زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۱ را نمی‌توان را مثبت تلقی کرد؛ چرا که تفسیر این متریک با در نظر گرفتن متریک‌های دیگر نشان دهنده این موضوع است که در طی زمان نیروهای مؤثر در روند تغییرات ساختار فضاهای سبز باعث شده تا لکه‌های درشت به لکه‌های ریز و منقطع تبدیل شود. این روند تغییر و تبدیل می‌تواند نشان‌دهنده کاهش پیوستگی بین لکه‌های سبز و در نتیجه کاهش عملکرد و پایداری اکولوژیک اراضی سبز محدود مورد مطالعه - باشد. همچنین مقایسه و تحلیل متریک تراکم حاشیه لکه‌های سبز در ارتباط با مناطق ساخته شده شهری حاکی از پیش‌روی تخریب در سیمای سرزمین منطقه می‌باشد.

در مجموع نتایج حاصل از بررسی تغییرات لکه‌های سبز در ارتباط با توسعه ساخت و سازهای شهری نشان می‌دهد که این تغییر و تبدیلات می‌تواند باعث کاهش عملکردها و خدمات فضاهای سبز به عنوان بخشی مهم در اکوسیستم‌های پیچیده شهری شود. از جمله این موارد می‌توان به افزایش جاری شدن سیل و روان‌آب‌های حاصل از بارندگی در سطح شهر و مناطق

برای کلاس مناطق ساخته شده متریک مساحت طبقه ۶/۶، ۱۶/۴۴، ۲۱/۹۲ کیلومتر مربع و تعداد لکه‌ها ۱۱۳، ۲۰۱، ۱۴۳ به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ می‌باشد. افزایش در وسعت و در عین حال افزایش تعداد لکه‌ها بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ می‌تواند حاکی از رشد پراکنده شهری باشد. این امر همچنین با توجه به افزایش زیاد جمعیت و رشد سریع شهرنشینی در این دوره می‌تواند بیان‌گر عدم مدیریت کارآمد کاربری‌ها نیز باشد. متریک میانگین اندازه لکه کاربری ساخته شده نیز نسبت به فضای سبز روند افزایشی داشته است. به طوری که متوسط اندازه لکه‌های مناطق ساخته شده از ۵/۳۱ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۸/۷۶ و ۱۵/۹۲ در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ رسیده است. بر اساس این واقعیت می‌توان گفت که رشد لکه‌های شهری در بین کاربری سبز و فضاهای باز باعث خردشدگی فضاهای سبز شده است. قابل ذکر می‌باشد که مقدار متریک میانگین شکل لکه برای کلاس مناطق ساخته شده بین این بازه زمانی تغییرات زیادی نداشته است.

مقادیر به دست آمده از محاسبه متریک تراکم حاشیه نشان می‌دهد که مقدار تراکم حاشیه در مناطق ساخته شده روند افزایشی را داشته در حالی که برای طبقه فضای سبز این میزان کاهش پیدا کرده است (جدول ۵). با وجود این که این کاهش را می‌توان مثبت تلقی کرد ولی به دلیل گسترش زیاد و پراکنده در وسعت مناطق ساخته شده و در نتیجه پراکندگی و خرد شدگی فضاهای سبز، سیمای سرزمین در طی این دوره زمانی در منطقه مورد مطالعه دچار تجزیه شده است.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

بررسی تغییرات زمانی فضای سبز شهر گرگان نشان داده است که در طی ۲۷ سال اخیر، مقدار زیادی از اراضی سبز به ویژه اراضی کشاورزی و جنگلی در نتیجه سیاست‌ها و برنامه‌های گسترش شهری، به صورت اراضی خالی و رها شده تغییر کاربری

سیمای سرزمین در مدیریت فضای سبز مدنظر قرار گیرد تا بتوان بر اساس نتایج آن برنامه‌ریزی‌های مناسبی صورت گیرد.

۶- این پژوهش به صورت گسترده‌تر و با طبقه‌بندی‌های مختلف، تصاویر با رزولوشن بالا و پیکسل‌های متفاوت، همچنین به‌کارگیری دیگر متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین جهت دست یافتن به نتایج مناسب و کامل‌تر تکرار شود.

۷- با استفاده از مدل‌ها و روش‌های مختلف که امروزه در مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین کاربرد ویژه‌ای دارند، از جمله آنالیز گرادیان و پهنه‌بندی‌ها و نیز نرم‌افزارهای مخصوص، پژوهش‌های مرتبط و در استمرار پژوهش حاضر صورت گیرد.

۸- نتایج این پژوهش با مطالعات کیفی در خصوص فضاهای سبز شهری و در نظر گرفتن عوامل و متغیرهای دیگر از جمله اقتصادی، جمعیتی و ... ادامه یافته و تلفیق شود، و در کل نیروها و عوامل مؤثر بر کیفیت و کمیت فضاهای سبز و نیز باز شهری مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

## Reference

1. Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., Zong, Y., 2010. Urban green space network development for biodiversity conservation Identification based on graph theory and gravity modeling. *Landscape and urban planning*, 95(1):16-27.
2. Kong, F., Nakagoshi, N., 2006. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan China. *Landscape and urban Planning*, 78(3):147-56.
3. M'ikiugu, MM., Kinoshita, I., Tashiro, Y. 2012. Urban green space analysis and identification of its potential expansion areas. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35:449-58.
4. Li, H., Chen, W., He, W., 2015. Planning of Green Space Ecological Network in Urban Areas: An Example of Nanjing, China. *International journal of environmental research and public health*, 12(10):12889-904.

اطراف محدوده شهری گرگان در طی دهه‌های اخیر اشاره کرد که حاکی از کاهش پایداری عملکرد اکولوژیک فضاهای سبز در ارتباط با مناطق شهری می‌باشد. ادامه روند تغییرات پوشش و کاربری اراضی در شهر به این صورت موجب تخریب اراضی سبز و تغییر در توسعه فضای شهری به شکل ناموزون خواهد شد که توجه مسئولین و مدیران شهری را نسبت به این امر، ضروری می‌سازد. بنابراین جهت بهبود و ارتقاء عملکردهای اکولوژیکی فضاهای سبز شهر گرگان پیشنهادات اجرایی و پژوهشی در راستای مدیریت و برنامه‌ریزی فضاهای سبز شهری، به صورت زیر ارایه شده است.

۱- حفاظت از فضاهای سبز موجود با وسعت زیاد و اتصال این قطعات بزرگ توسط قطعات کوچک‌تر یا کریدورهای طبیعی رودخانه‌ها جهت ایجاد پیوستگی در ماتریس طبیعی شهر. به‌عنوان مثال حفاظت از لکه‌های سبز بزرگ پارک شهر، باغات و محوطه‌های بزرگ اداری که دارای فضاهای باز و سبز وسیع هستند و ... در این خصوص به‌ویژه در خصوص باغات خصوصی می‌توان از سیاست‌های حقوق مشارکتی مانند مشارکت حقوق بهره‌برداری یا انواع دیگر حمایت شهرداری مانند واگذاری بخشی از حقوق برای اطمینان از حفظ باغات و اراضی سبز و باز وسیع در شهر استفاده کرد.

۲- ایجاد (توسعه) فضاهای سبز بزرگ در مناطقی از شهر که لکه‌های سبز با مساحت کم دارند و دارای پتانسیل ایجاد فضاهای سبز جدید هستند. برای این منظور می‌توان از روش ارزیابی تناسب فضایی - مکانی جهت مکان‌یابی مناسب این گونه فضاها استفاده کرد.

۳- ایجاد کمربند سبز جهت اتصال فضاهای باز و سبز درون شهری به ماتریس طبیعی بیرون شهر.

۴- حفاظت و بازسازی کریدورهای رودخانه‌ها از جمله کریدورهای طبیعی رودخانه زیارت و انجیرآب و ایجاد حریم برای آن‌ها با استفاده از پوشش گیاهی بومی و مناسب.

۵- با توجه به قابلیت‌های تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین در بررسی وضعیت فضای سبز، توصیه می‌شود بحث اکولوژی

- between 1989 and 2005. *Landscape ecology*, 28(8):1545-65.
13. Breuste, J., Niemelä, J., Snep, RP., 2008. Applying landscape ecological principles in urban environments. *Landscape Ecology*, 23(10):1139-42.
  14. Xu, H. 2014. Ecological quality assessment of urban green spaces based on landscape metrics: A case of Nanjing, China. *Computer Modelling & New Technologies*. 18(12A):384-391.
  15. Salmannezhad, L., fegghi, J., Makhdoum, M., Namereyan, M., 2014. Spatial Pattern Analyse of Tehran Parks by Using Landscape Metrics, 5(9): 25-34. (In Persian)
  16. Mirzayi, M., Riyahi Bakhtiyari, A., Salman Mahini, A., Gholamalifard, M., 2013. Investigating the Land Cover Changes in Mazandaran Province Using Landscape Ecology's Metrics Between 1984 - 2010. *Applied ecology*, 2(4): 37-55 (In Persian).
  17. Odindi, J., Mhangara, P. 2012. Green spaces trends in the city of Port Elizabeth from 1990 to 2000 using remote sensing. *International Journal of Environmental Research*. 6(3):653-62.
  18. Gupta, K., Kumar, P., Pathan, S., Sharma, K. 2012. Urban Neighborhood Green Index–A measure of green spaces in urban areas. *Landscape and Urban Planning* , 105(3):325-35.
  19. Wu, K.L., Kuo, H.F., Zhang, D. 2015. Monitoring Landscape Changes of Rural Townships in the Cold Region of China Using RS, GIS, and Landscape Metrics. 2nd International Forum on Electrical Engineering and Automation. 368-372.
  5. Li, J., Li, C., Zhu, F., Song, C., Wu, J. 2005. Spatiotemporal pattern of urbanization in Shanghai, China between 1989 and 2005. *Landscape ecology*, 28(8):1545-65.
  6. Byomkesh, T., Nakagoshi, N., Dewan, A.M. 2012. Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. *Landscape and Ecological Engineering*, 8(1):45-58.
  7. Sadeghi Benis, M., Banaei, V., Darayesh, R., 2013. Use of landscape metrics gradient analysis to assessment urban green space (Case study: Tabriz city). *Geography and Urban planning of Zagros Landscape*, 5(16):7-20. (In Persian)
  8. Yusefi, E., 2011. Spatial-local Suitability Evaluation of Urban Green Space Based on Ecologic Principles: Case Study of Birjand local and regional parks. Master's Thesis for Environmental Planning and Management , Tehran University. (In Persian)
  9. Sadeghi Benis, M., 2015. Using Landscape Metrics in Rehabilitation of Urban Ecological Network (Case study: Tabriz city). *Bagh-e Nazar*, 12(32):53-62. (In Persian)
  10. Jafari, A., Tabibian, M., 2006. Urban and suburb planning of the new city of Shirin-Shahr using the principles of landscape ecology. *Sabzineh-e Shargh*, 1(12): 3-11. (In Persian)
  11. Mokhtari, Z., 2010. Quantify of landscape pattern of Isfahan city. Master's Thesis for Environment. Isfahan University of Technology. (In Persian)
  12. Li, J., Li, C., Zhu, F., Song, C., Wu, J. 2005. Spatiotemporal pattern of urbanization in Shanghai, China

24. Rafiee, R., Salman Mahiny, A.B., Khorasani, N. 2009. Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Issue 11. P431-438.
25. Part Consulting Architects and Planners, 2013. Gorgan master plan. Housing Urban Development Golestan (In Persian).
26. Zhu, X., 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.
27. Asghari, A., Jabbarian Amiri, B., Alizadeh Shabani, A., Feghhi, J., 2015. Assessing urban growth pattern in Sari using landscape ecology approach. *Natural Environment (Natural Resources of Iran)*, 68 (1): 95-107. (In Persian)
20. Tang, L., Zhang, G. 2013. The Pattern and Gradient Analysis of Urban Green Space in Shenyang, China. *Communications in Information Science and Management Engineering*, 3(2): 112-122.
21. Deng, JS., Wang, K., Hong, Y., 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):187-98.
22. Taheri Sarteshnizi, F., Feghhi, J., Danehkar, J., Babazade Khamene, A., 2014. Application of landscape metrics in gradient analysis of urban green space (Case study: district 3 of Karaj municipality). 1(2): 23-33 (In Persian).
23. Oladghaffari, P., Monavari, S.M. 2012. Physical development trend and green space destruction in developing cities: A GIS approach. *Environment, development and sustainability*, 15(1):167-75.