

بررسی تغییرات فضای سبز با مدل مارکوف و شاخص NDVI و تبیین راهبردها

با مدل SWOT، مطالعه موردی: مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران

The investigation of changes in green space by using Markov and NDVI index model and Explaining the Strategies by SWOT model Case study: Zone 18, 19, & 21 in Tehran

سید علی جوزی^۱، یاسمن نیکورازم^{۲*}

Seyed Ali Jozi³, Yasaman Nikourazm⁴

Accepted: 05/01/2015

Received: 23/06/2015

پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲

دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

Abstract

Over the past 30 years, Tehran has had extensive physical growth in the marginal areas especially in the west. Accordingly, Zones 18, 19, and 19- West and South zones- were selected as a case study to investigate the quantitative and qualitative characteristics of green space. In this study, green density maps were extracted using NDVI index on Landsat 5 satellite images and Remote sensing technique in the years 1991, 2000 and 2010 and also Markov chain model was used to predict the future trends. The results showed that the greatest changes in land uses were related to the conversion of green space to urban areas. From the comparison of the results of probability of changes in land uses with NDVI divisions, it revealed that 12.5 hectares were added to the urban lands. Additionally, in order to manage green space in the areas under study, strategic management techniques were employed. SWOT matrix was also utilized to evaluate influential internal and external factors. According to the scores obtained from the internal (2.89) and external (3.23) factors, it can be concluded that the green space under study is in an offensive condition. As a result, this study suggests that Zones should adopt the strategy of "power-opportunity". This paper also proposes a revision of the detailed plan as well as providing more regulatory requirements in this regard

طی ۳۰ سال گذشته شهر تهران رشد فیزیکی گسترده‌ای در نواحی حاشیه‌ای به خصوص کرانه‌های غربی داشته است. بر همین اساس پهنه غرب تا جنوب، مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران با هدف بررسی خصوصیات کمی و کیفی فضای سبز به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده اند. در این تحقیق با استفاده از شاخص NDVI و فن آوری سنجش از دور بر روی تصاویر ماهواره لندست ۵ در سال‌های ۱۳۶۹، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸ نقشه تراکم فضای سبز و برای پیش بینی روند تغییرات در آینده از مدل زنجیره‌ای مارکوف استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند بیش‌ترین تغییر کاربری‌ها مربوط به تبدیل فضای سبز به اراضی شهری بوده است. از مقایسه نتایج احتمال تغییر کاربری‌ها با تقسیم بندی NDVI مشخص می‌شود که ۱۲/۵ هکتار به وسعت اراضی شهری اضافه شده است. همچنین جهت مدیریت فضای سبز مناطق مورد مطالعه از فنون مدیریت استراتژیک و برای ارزیابی عوامل داخلی و خارجی تاثیرگذار از ماتریس SWOT استفاده شد. براساس امتیاز به دست آمده از عوامل داخلی (۲/۸۹) و خارجی (۳/۲۳) می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت فضای سبز مناطق مطالعاتی در حالت تهاج می‌قرار دارد. در نتیجه مناطق می‌بایست راهبردهای "قدرت _ فرصت" را در پیش بگیرند. بازنگری در طرح تفصیلی و ارائه الزامات قانونی سختگیرانه تر از جمله راهبردهای پیشنهادی در این تحقیق است.

Keywords: Remote sensing, NDVI, SWOT Strategies, Green space, Chain Model of Markov, Zone 18, 19 and 21 in Tehran.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، NDVI، راهبردهای SWOT، فضای

سبز، مدل زنجیره‌ای مارکوف، شهرداری مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهر تهران.

1. Associate Professor, Department of Environment, Islamic Azad University, North Tehran Branch.

2. *MA, Environmental Management & Marine Science & Technology Faculty, Islamic Azad university, North Tehran Branch (nikourazm6392@gmail.com)

۱. دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۲. کارشناس ارشد مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران

شمال (نویسنده مسئول). (nikourazm6392@gmail.com)

مقدمه

در نگاه امروز شهر به عنوان یک "کل" موجودیتی کلان و هوشیار است که دگرگونی در هر بخش آن بر سایر بخش‌ها نیز تاثیر می‌گذارد. در این راستا افزایش بی‌رویه جمعیت، شهرنشینی و فعالیت‌های ناشی از آن پیامدهایی به همراه داشته است که این پیامدها همیشه خوشایند و مطلوب انسان و محیط زیست وی نبوده است. یکی از این پیامدهای منفی توسعه صنعتی و گسترش بی‌رویه شهرها بوده است.

میزان شهرنشینی در ایران براساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، ۷۱/۴ درصد بوده است که این مقدار در مقایسه با رشد سالانه جمعیت کشور که ۱/۲۹ بوده است رشد فزاینده‌ای را نشان می‌دهد. در نتیجه افزایش بی‌رویه جمعیت و ساخت و ساز بی‌رویه کاهش فضای سبز را به همراه داشته است.

براساس اطلاعات موجود در طرح تفصیلی شهر تهران که به عنوان اسناد بالادستی در این مطالعه استفاده شده است. سرانه فضای سبز شهر تهران ۸/۵ مترمربع اعلام شده است. اصولاً فضای سبز شهری به عنوان بخشی از کلیت شهری جایگاه ویژه‌ای در مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست شهری دارد تا جایی که توسعه شهرها و تمرکز فضاهای داخلی اهمیت و نقش اکولوژیک فضای سبز را بیش‌تر نمایان می‌کند. شایان ذکر است که نقش و اهمیت فضای سبز باتوجه به کارکردهای آن در ارتقاء محیط زیست و کیفیت زندگی انسان از اهمیت بسیاری برخوردار است. به همین جهت در اکثر کشورها فضای سبز جزء لاینفک تصمیمات و برنامه‌ریزی زمین به شمار می‌رود.

فضای سبز به عنوان یکی از اجزاء مهم محیط زیست شهری نقش مهمی را در کاهش آسیب‌پذیری در برابر خطرات و تهدیدهایی که زندگی صنعتی ایجاد کرده است ایفاء می‌کند. متأسفانه طرح‌های شهری نه تنها به توسعه و فضای سبز کمکی نکرده است بلکه موجب تخریب بخشی از فضای سبز طبیعی شهر نیز شده است. براین اساس تغییر

کاربری‌ها در پی فراهم‌سازی فضای مورد نیاز برای اسکان جمعیت در حال رشد، تغییرات کمی فضای را به همراه داشته است. هم‌چنین تغییر ترکیب گونه‌ای و کاهش تراکم فضای سبز و افت کیفیت رشد گیاهان، از هم‌گسیختگی و از بین رفتن ارتباط و اتصال فضای سبز نشان‌گر تغییرات کیفی فضای سبز است که این تغییرات در پی آلودگی شهرها، آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی نیز ایجاد شده است. براین اساس طی سال‌های گذشته روش‌های بسیاری برای بررسی وضعیت پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفته است. با این وجود می‌توان ادعا کرد که سنجش از دور و پردازش تصاویر ماهواره‌ای با هدف محاسبه بیومس و ظرفیت فوتوسنتتیک گیاهان سبز مهم‌ترین، با دقت‌ترین و کم هزینه‌ترین منبع جهت بررسی تغییرات فضای سبز است (Garbulsky, 2011:281-297).

به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی می‌توان حداقل دو باند را ترکیب کرده و شاخص مرکبی به نام شاخص پوشش گیاهی^۵ ایجاد نمود (Alavi Panah, 2003:171).

شاخص گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشند و از میان آن‌ها شاخص NDVI^۶ پرکاربردترین شاخص است که به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی و تعیین سبزیگی یک منطقه طی دوران مختلف استفاده می‌شود.

پیشینه تحقیق

از میان مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی تغییرات پوشش گیاهی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

شتی و سوماشکار^۷ در سال ۲۰۱۴، با هدف ارزیابی پوشش گیاهی به وسیله شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده

5. Vegetation Index

6. Normalized difference vegetation

7. Shetty & Somashekar

تحلیل خشک سالی های استان اصفهان پرداختند. هدف آنها در این پژوهش ارائه مدلی جایگزین برای شاخص اقلیمی جهت تحلیل و پیش بینی خشک سالی ها بود (Ba Aqideh and et al, 1388).

محمدی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۹، با هدف بررسی میزان تغییرات کلروفیل اراضی جنگلی در مناطق مرکزی استان گیلان؛ مطالعه ای را انجام دادند. آنها برای تعیین تغییرات فضای سبز از داده های سنجنده های MMS ۱۹۷۴، ATM+ سال ۱۹۹۹ و IRS سال ۱۹۷۹، طی چهار دوره زمانی استفاده کردند (Mohammadi and et al, 1388).

رنگزن و همکاران در سال ۱۳۸۸ در تحقیقی با هدف تلفیق شاخص NDVI و باند ترمال تصویر ماهواره ای برای استخراج نقشه تراکم فضای سبز به بررسی فضای سبز حوضه آبریز ترکمنستان پرداختند (Rangzan and et al.2009).

هاشمی و همکاران در سال ۱۳۸۸، با هدف تجزیه و تحلیل روند تغییرات فضای سبز به مطالعه فضای سبز منطقه ۲ شهرداری تهران پرداختند. آنها در این تحقیق اثرات شهرنشینی و توسعه شهری بر فضای سبز را به صورت کمی در سال های ۱۹۸۹ و ۲۰۰۲، با استفاده از تفسیر بصری عکس های هوایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند (Hashemi and et al, 2009).

همچنین عبداللهی و همکاران در سال ۱۳۸۵ در مطالعه ای با استفاده از شاخص NDVI تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در شهر اردکان، تفت، طبس و مهریز طی سال های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱ بررسی کردند (Abdollahi and et al, 2006).

محدوده مورد مطالعه

با توجه به رشد و گسترش شهرها و پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و کالبدی طی ۳۰ سال گذشته، شهر تهران شاهد روند کاهشی جمعیت به هسته مرکزی شهر بوده است. اما در عین حال در این برهه از زمان رشد فیزیکی و افزایش جمعیت در نواحی حاشیه ای به خصوص کرانه های غربی

به بررسی فضای سبز شهر بنگلور در هندوستان پرداختند. آنها در این تحقیق پراکندگی پوشش گیاهی را در ۸ منطقه که بورهات بنگلور ماهانگلور پالیک نام داشت، ارزیابی کردند (Shety & Somashekar, 2014).

باجوکا و همکارانش^۸ در سال ۲۰۱۲، با استفاده از شاخص پوشش گیاهی به خصوص NDVI مطالعاتی را در خصوص روند تغییرات و سلامت پوشش گیاهی انجام دادند (Bajocco and et al, 2012).

سویی^۹ در سال ۲۰۱۱، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود در دانشگاه "ولز جنوبی جدید" با استفاده از سنجنش از دور به بررسی ارتباط فضایی بین پراکندگی فضای سبز شهری و وضعیت اجتماعی و اقتصادی مردم در شهر کانبرا^{۱۰} پایتخت استرالیا جهت درک بهتر تعامل انسان و طبیعت پرداخته است (Cui, 2011).

گاربولسکی و همکارانش در سال ۲۰۱۱، نیز به بررسی پوشش گیاهی پرداختند. هدف آنها در این پژوهش محاسبه بیومس و ظرفیت فوتوسنتتیک گیاهان سبز بود (Garbulsky and et al, 1388).

همچنین ازبکیر و بناری^{۱۱} در سال ۲۰۱۱، در مطالعه ای دیگر به بررسی کیفیت فضای سبز پرداختند (Ozbakir and Bannari, 1388).

در داخل ایران سرودی و جوزی در سال ۱۳۹۲، در منطقه یک شهرداری تهران و همچنین کرم و حجه فروش نیا نیز در مطالعاتی به صورت جداگانه به بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از سنجنش از دور و شاخص پوشش گیاهی پرداختند (Soroudi & Jozi, 2013) و (Hajjehfroushnyia & Karam, 2013).

در تحقیق دیگری در سال ۱۳۹۰، باعقیده و همکاران به بررسی امکان استفاده از شاخص پوشش گیاهی برای

8. Bajocco & etal

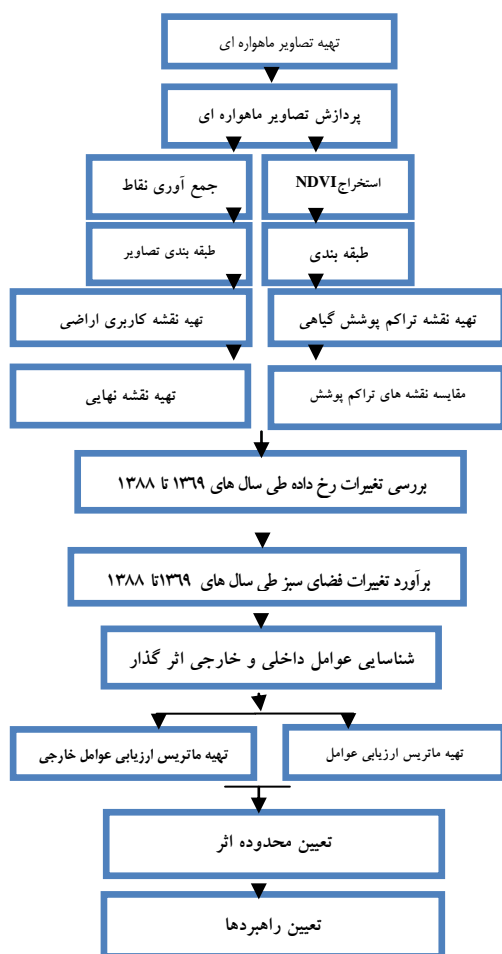
9. Cui

10. Canberra

11. Ozbakir and Bannari

تفکیک مکانی ۳۰ متر طی سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰، استفاده شده است.

تمامی پردازش‌های انجام شده بر روی باندهای ۳ و ۴ انجام شده است. همچنین در این تحقیق سعی شده است تصاویر مورد استفاده مربوط به ماه آگوست (مرداد) یا تصاویر بدون ابر سنجنده باشد، زیرا در این زمان پوشش گیاهی منطقه به رشد تقریبی حداکثر خود رسیده است (Soroudi & Jozi, 2013).

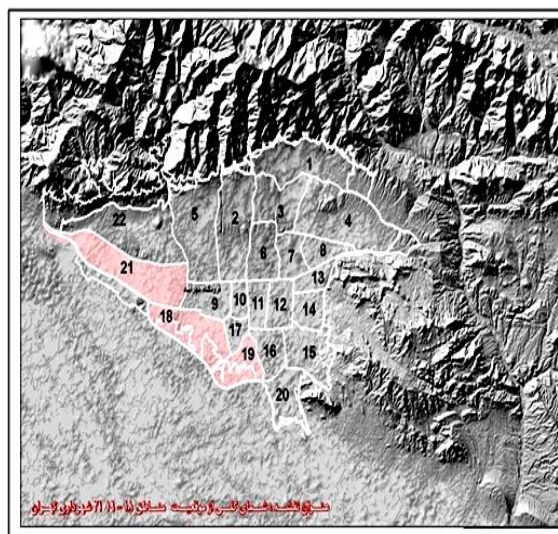


نمودار ۱. فرآیند تحقیق

پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای

زمین مرجع کردن، تصحیح هندسی و تصحیح رادیومتریک و تصحیح اتمسفریک از جمله فرآیندهای پیش پردازش در مطالعات سنجنش از دور است. با توجه به این که تصاویر

را نیز به همراه داشته است. در حالی که این پهنه، پهنه فضای سبز حاشیه‌ای شهر تهران را به خود اختصاص داده بود که به تدریج از وسعت اراضی سبز و زمین‌های کشاورزی حاشیه‌ای کاسته شده است. بر همین اساس در این تحقیق پهنه غرب تا جنوب شهر تهران، مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده‌اند. وسعت این محدوده ۱۸۲۴۴ هکتار و در امتداد ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه و ۲۳ ثانیه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران

منبع: سایت شهرداری تهران

روش تحقیق

داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مرتبط مانند شهرداری مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران، سازمان پارک‌ها و فضای سبز و سایت زمین شناسی امریکا^{۱۲} گردآوری شده‌اند (نمودار ۱).

آماده‌سازی تصاویر ماهواره‌ای جهت استخراج شاخص

NDVI

برای پایش تغییرات فضای سبز در منطقه مطالعاتی از تصاویر سنجنده «تی‌ام» ماهواره لندست ۵، با قدرت

طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای برای رسیدن به نقشه

کاربری و تفکیک عوارض و آشکار سازی تغییرات

تصاویر ماهواره‌ای بعد از انجام عملیات پیش پردازش جهت رسیدن به نقشه پوشش زمین و کاربری طبقه بندی می شوند. روش طبقه بندی نیز بر اساس استفاده از تصاویر چند بانندی و داده‌های چند منبعی استوار است. بنابراین طبیعی است که روش‌های طبقه بندی به عنوان روش‌هایی با ضریب اطمینان بالا، نسبت به روش‌های دیگر استخراج اطلاعات استفاده شوند (Fatemi Nasrabadi, 2006: 135).

بنابراین جهت آشکار سازی تغییرات کلاس‌های فضای سبز و بررسی روند افزایشی یا کاهش تغییرات در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ از روش طبقه بندی نظارت شده استفاده شده است.

طبقه بندی نظارت شده

این روش طبقه بندی، بر پایه معرفی دقیق طبقات و پدیده‌های مدنظر، در سامانه تجزیه و تحلیل استوار می‌باشد. به این مفهوم که مجموعه‌های کوچکی از پیکسل‌ها به عنوان نمونه‌هایی از طبقات مورد نظر بر روی تصویر تعیین می‌گردند. در مطالعه صورت گرفته با توجه به نتایج به دست آمده از اعمال طبقه بندی نظارت نشده، بازدید میدانی و جمع آوری نمونه‌های تعلیمی با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی^{۱۴} اقدام به اجرای طبقه بندی نظارت شده با به کارگیری روش "حداکثر احتمال"^{۱۵} گردید (Zobeyri & Majd, 2006: 65).

در این روش که دقیق‌ترین روش جهت طبقه بندی تصاویر شناخته شده است، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف، برای مناطق نمونه محاسبه شده و از همین خاصیت برای ارتباط هر پیکسل به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های تعلیمی تعیین شده استفاده شد. به بیان دیگر، برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و

مورد استفاده از سایت زمین شناسی امریکا استخراج شده‌اند؛ عملیات تصحیح هندسی و زمین مرجع کردن تصاویر از قبل انجام شده بود.

تصحیح رادیومتریک

از آن جایی که تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف هستند و دارای زاویه ارتفاعی مختلف نیز می‌باشند، نیاز است تصحیحات رادیومتریک و جوی بر روی تصاویر صورت گیرد. براین اساس خطای موجود در ارزش عدد راقومی^{۱۳} ثبت شده از یک پیکسل معین که در سال‌های مختلف، تحت تاثیر زاویه دید، موقعیت و زاویه خورشید و شرایط اتمسفری ایجاد شده بود، برطرف گردید.

تصحیح اتمسفریک

طی فرآیند مطالعه مقادیر ثبت شده به عنوان ارزش پیکسلی در تصاویر سنجش از دور تحت اثرات اتمسفری قرار گرفته و با مقادیر واقعی بازتاب عوارض به خصوص در باند اول تفاوت دارد؛ در نتیجه لازم است که تصحیحات اتمسفریک روی تصاویر انجام شود. در این مطالعه تصحیح اتمسفری با استفاده از رابطه ۱، انجام شده است (Alavi Panah, 2003: 135).

$$CV_{R2} = \frac{CV_{R2} - L\uparrow}{z\pi} - \frac{1-z}{z} L \downarrow \quad (1)$$

CV_{R2} = ارزش سلولی تصحیح شده اتمسفری به صورت رادیانس

$$CV_{R1} = \text{ارزش سلولی رادیانس باند ۱}$$

$$L \uparrow = \text{کم ترین مقدار ارزش سلولی}$$

$$L \downarrow = \text{بالاترین مقدار ارزش سلولی}$$

$$\varepsilon = \text{ضریب گسل انرژی است}$$

جهت تکمیل فرآیندهای پیش پردازش تصاویر، تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری در نرم افزار (NV) انجام شدند.

14. Global Positioning System

15. Maximum Likelihood

13. Digital Number

تهیه نقشه تراکم پوشش گیاهی با استفاده از شاخص

NDVI

امروزه جهت شناسایی تغییرات پوشش گیاهی در بازه‌های زمانی متفاوت از شاخص‌های پوشش گیاهی استفاده می‌شود. بنابراین جهت بررسی تغییرات و استخراج درصد تاج پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شده است. این شاخص بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در رابطه ۲، بیان می‌شود (Mather, 1999):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (2)$$

NDVI = شاخص پوشش گیاهی نرمال شده

NIR = بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک

RED = بازتاب در باند قرمز

بر همین اساس NIR بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک (بیشترین جذب در مادون قرمز نزدیک، باند ۴) و RED بازتاب در باند قرمز مرئی (بیشترین بازتاب در باند قرمز، باند ۳) است. دلیل استفاده از باندهای مذکور در محاسبه این شاخص، کاهش میزان انرژی انعکاسی در طیف قرمز با رشد و توسعه گیاه به علت جذب انرژی الکترو مغناطیس توسط کلروفیل برگ گیاه طی عمل فتوسنتز و افزایش میزان انرژی انعکاسی در طیف مادون قرمز نزدیک به علت ساختار سلولی مزوفیل برگ است (Alavi Panah, 1382: 215).

با توجه به این که تصاویر استفاده شده از ماهواره لندست استخراج شده‌اند نحوه محاسبات تصاویر به شرح رابطه ۳، می‌باشد:

$$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3) \quad (3)$$

Band4 = بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک

Band3 = بازتاب در باند قرمز

احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه، از ماتریس واریانس و بردار میانگین، که خود، واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده شده است. در این تحقیق به منظور ارزیابی دقت نقشه‌های کاربری به دست آمده، ۱۰۰ نقطه به صورت تصادفی با انجام عملیات صحرایی جمع آوری و نتایج در نرم افزار Envi5 مورد بررسی قرار گرفت.

ارزیابی صحت و دقت طبقه بندی

به منظور بیان صحت یک نقشه به صورت کمی؛ می‌توان آن را به صورت پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه نمود و آن را به دو صورت ضریب کاپا و صحت کلی که به درصد بیان می‌شود و میزان توافق و هم‌خوانی تصویر حاصل از طبقه بندی را با واقعیت زمینی نشان می‌دهد. در محاسبه ضریب کاپا، نیز علاوه بر پیکسل‌هایی که درست طبقه بندی شده‌اند، پیکسل‌هایی که نادرست طبقه بندی شده‌اند نیز دخالت داده می‌شوند (Makhdoum, 2011: 67). در این مطالعه برای ارزیابی دقت نقشه‌های کاربری به دست آمده ۱۰۰ نقطه به صورت تصادفی با انجام عملیات صحرایی جمع آوری شدند و نتایج ارزیابی دقت نقشه کاربری اراضی مورد بررسی قرار گرفت.

عملیات پس پردازش طبقه بندی

پس از اتمام طبقه بندی تصاویر معمولاً نتایج به صورت خام وجود دارند و با کمی پردازش می‌توان دقت نتایج را بالا برد (Fatemi & Rezaei, 2005:191). بر همین اساس پس از انجام طبقه بندی، پردازش‌های مختلفی روی نتیجه طبقه بندی اعمال می‌شود. این پردازش‌ها متنوع هستند و از برآورد دقت تا حذف پیکسل‌های منفرد را شامل می‌شود. کلیه فرآیندهای پس پردازش در نرم افزار NV انجام شده‌اند و از میان توابع موجود از تابع Confusion Matrix برای ایجاد ماتریس خطا از طریق Using Ground Truth ROIs در نواحی انتخابی جهت ارزیابی استفاده شده است.

بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی

برای گویاتر شدن مقادیر NDVI، بازه های ۱- تا ۰/۷ در نرم افزار ENVI به ۴ کلاس به شرح جدول ۱، تقسیم بندی شدند.

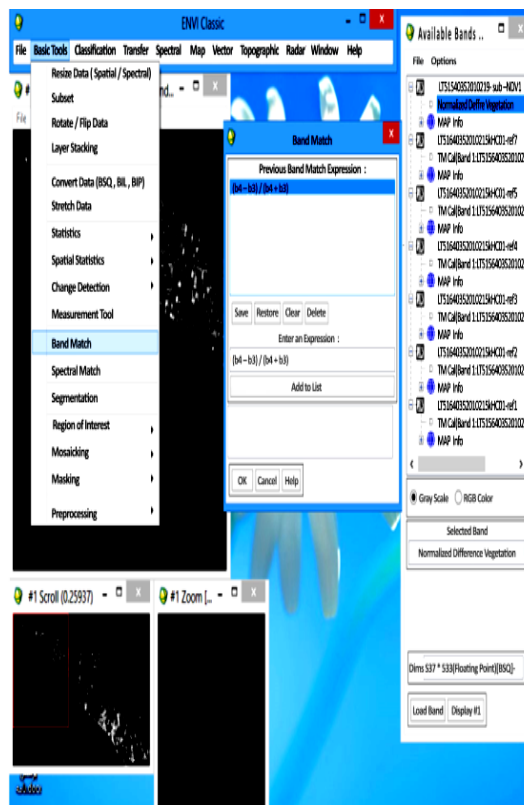
جدول ۱. دامنه تغییرات شاخص گیاهی تفاضلی نرمال

مقادیر NDVI	پوشش گیاهی
-۱	فاقد پوشش گیاهی
۰/۰۵ - ۰/۱	پوشش گیاهی تنک
۰/۱ - ۰/۵	پوشش گیاهی معمولی
۰/۵ > NDVI > +۱	پوشش گیاهی بسیار متراکم و غنی

پیش بینی تغییرات فضای سبز تا افق ۱۴۲۳ و اجرای مدل مارکوف

همان طور که توضیح داده شد، برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی در گذشته از شاخص NDVI استفاده شده است. به این ترتیب نقشه پوشش گیاهی مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران با تاکید بر درجات مختلف سرسبزی ایجاد شد و از مقایسه این کلاس ها میزان کاهش یا افزایش پوشش گیاهی در سال های گذشته به دست آمد. در کنار شاخص NDVI، مدل مارکوف با مقایسه نقشه های کاربری اراضی در دوره های زمانی متفاوت به پیش بینی تغییرات فضای سبز در افق سال ۱۴۲۳ برای مناطق مورد مطالعه می پردازد. زنجیره های مارکوف کاربردهای گسترده ای در مدل کردن تغییرات کاربری و پوشش اراضی برای مناطق شهری و غیرشهری دارند. مدل مارکوف مدلی است که می تواند از یک حالت به حالت دیگر در مرحله زمانی بعد مطابق با احتمالات ثابت انتقال یابد. از این مدل برای پیش بینی تغییرات در آینده بهره گرفته می شود. در مرحله بعد با توجه به این ماتریس و فاصله زمانی مورد نظر نقشه پوشش اراضی سال های آتی قابل پیش بینی خواهد بود.

در نتیجه با اعمال رابطه فوق و برای پایش تغییرات فضای سبز در محدوده مطالعاتی نقشه پوشش گیاهی با در نظر گرفتن طبقه های سرسبزی تهیه شد (شکل ۲).



شکل ۲. اعمال شاخص NDVI در نرم افزار Envi5

بررسی تغییرات کمی فضای سبز

همان طور که ذکر شد جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی مناطق مطالعاتی میزان شاخص NDVI برای هر یک از دوره های زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸) محاسبه شد و سپس مساحت پوشش گیاهی در هر یک از سال های مورد مطالعه محاسبه و مقادیر آنها با هم مورد مقایسه قرار گرفت. با استفاده از این شاخص مقادیر عددی بین +۱ تا -۱ برای هر پیکسل به دست آمد اعداد +۱ بیانگر پوشش گیاهی قوی و متراکم هستند و با نزدیک شدن به عدد -۱، از تراکم پوشش گیاهی کاهش یافته و پوشش گیاهی ضعیف جایگزین می شود.

برای تحلیل و بررسی راهبردها در مناطق مورد مطالعه تکنیک‌های متعددی وجود دارد. پیشنهاد می‌شود جهت بررسی و تحلیل فرآیندها در برنامه‌ریزی فضای سبز از تحلیل SWOT استفاده شود. با استفاده از این مدل مدیران قادر خواهند بود عوامل داخلی (فرصت‌ها و تهدیدها) و عوامل خارجی (قوت‌ها و ضعف‌ها) را شناسایی کرده و از مقایسه عوامل با هم مناسب‌ترین راهبردها را جهت کاهش اثر تهدیدها و نقاط ضعف برای مدیریت بهتر فضای سبز انتخاب کنند.

مراحل انجام تجزیه و تحلیل SWOT

این کار در ۸ گام صورت می‌پذیرد.

۱. تشکیل جلسه تجزیه و تحلیل SWOT

۲. توضیح اجمالی هدف جلسه و مراحل انجام کار

هدف از این گام ارزیابی ساختار و عملکرد اداره‌های فضای سبز مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱، شهرداری تهران و رسیدن به نقاط قوت و ضعف بوده است.

۳. شناسایی عوامل داخلی و خارجی

نقاط ضعف داخلی از جمله فعالیت‌هایی است که شهرداری‌های مناطق مطالعاتی و در مرحله بعد اداره‌های فضای سبز مناطق آن را به شیوه‌ای بسیار ضعیف انجام می‌دهند و در مقابل نقاط قوت داخلی فعالیت‌های قابل کنترلی است که مناطق نامبرده به خوبی و به شکل عالی آن را انجام می‌دهند. مواردی که در این ارزیابی مورد بررسی قرار گرفت عبارت بودند از: امور پرسنلی، امور مالی، واحدهای فیزیکی، تجهیزات، کاربرد فناوری، موقعیت، مدیریت و برنامه‌ریزی‌ها.

در ارتباط با عوامل خارجی، تغییرات و روندهای محیطی پیرامون فضای سبز و پوشش گیاهی مناطق مطالعاتی مورد ارزیابی قرار گرفت که ممکن است اثرات چشمگیری را در سال‌های آینده در این مناطق داشته باشد،

در این مطالعه با توجه به مراحل انجام تحقیق از نقشه پوشش اراضی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸، برای تولید نقشه پوشش اراضی افق سال ۱۴۲۳ استفاده شده است که طبقه‌های فضای سبز مناطق مطالعاتی به عنوان حالت‌های زنجیره استفاده شده‌اند (Ali Mohammadi and etal, 1388: 8) بر این اساس دو نقشه کاربری اراضی مربوط به دو دوره زمانی به صورت ماتریسی با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین یک محدوده زمانی ۳۵ ساله برای پیش‌بینی نیز در مدل اعمال شده است به طوری که براساس حداکثر احتمال پیش‌بینی شده است که هر پیکسل در هر طبقه با چه احتمالی در همان طبقه مانده و یا به طبقه‌های دیگر تبدیل شده است.

نحوه محاسبات تبدیل وضعیت هر پیکسل در رابطه ۴، بیان شده است:

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^r P_{ik} P_{kj} \quad (4)$$

در این رابطه: P_{ij} احتمال تبدیل وضعیت از حالت i ام به حالت j ام را پس از n گام بیان می‌کند. n : مدت زمان مورد مطالعه، P_i : احتمال وضعیت حالت i ام، P_j : احتمال وضعیت حالت j ام است.

مراحل اجرای برنامه‌ریزی راهبردی فضای سبز برای مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران

برنامه‌ریزی راهبردی قبل از آن‌که یک تکنیک و فن باشد، یک نحوه تلقی و باور است که مدیران را به تفکر درازمدت و آینده‌نگری و پیش‌بینی افق‌های دور دست ترغیب می‌کند. برنامه‌ریزی راهبردی چون چتری بر سازمان و عملیات و اقدامات آن سایه می‌گستراند و مدیران و مسئولان امور را در انجام فعالیت‌هایشان هدایت می‌کند، به این واسطه مدیران با الهام از راهبردهای تعیین شده و با توجه به اهداف کلی سازمان به برنامه‌ریزی‌های عملیاتی می‌پردازند و اهداف جزئی شده در واحد خود در حوزه فضای سبز را تحقق خواهند بخشید.

۴. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی^{۱۶}

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط تیم خبرگان مجموعه‌ای از عوامل راهبردی داخلی^{۱۷} اثرگذار شناسایی شد. به این طریق عوامل استراتژیک شناسایی شده از طریق ماتریس ارزیابی عوامل داخلی ارزیابی و امتیازبندی شدند تا وضعیت کلی سازمان از نقطه نظر برخورداری از قوت‌ها و ضعف‌های داخلی مشخص شوند.

گام‌های تهیه ماتریس ارزیابی عوامل داخلی

➤ عوامل استراتژیک در قالب فرصت‌ها و تهدیدها فهرست شد.

➤ از تیم خبرگان خواسته شد تا با توجه به میزان اهمیت و حساسیت هر عامل با مقایسه بین عوامل با همدیگر ضریب اهمیتی بین (۰ تا ۱) به آن عامل اختصاص دهند.

"ضریب وزنی ۰، بی‌اهمیت و ضریب وزنی ۱، بسیار مهم است".

➤ از تیم خبرگان خواسته شد با توجه به کلیدی یا عادی بودن، رتبه (۱ تا ۴) را برحسب میزان تطابق سازمان با فرصت‌ها و تهدیدها به هر یک از عوامل اختصاص دهند.

➤ ضرایب اهمیت و رتبه‌ها در هم ضرب شدند و امتیاز عوامل (نقاط قوت و ضعف) مشخص شدند.

۵. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی^{۱۸}

همان طور که در ماتریس ارزیابی عوامل داخلی بیان شد، پس از تکمیل پرسشنامه‌های ارائه شده به تیم خبرگان فهرستی از عوامل راهبردی خارجی^{۱۹} (فرصت‌ها و تهدیدهای موجود) شناسایی شده، به دست آمد. بر همین

مواردی که در عوامل اقتصادی، عوامل اجتماعی و فرهنگی، عوامل تکنولوژیکی، سیاسی و حقوقی و رقابتی موجود.

در نتیجه جهت شناسایی و ارزیابی عوامل داخلی و خارجی یک تیم خبرگان تشکیل شد و با توجه به پرسشنامه‌های ارائه شده نقاط قوت - ضعف و فرصت‌ها - تهدیدها شناسایی شدند.

تشکیل تیم خبرگان جهت بررسی عوامل داخلی و خارجی

بر اساس اولویت‌ها به شرح زیر تیم خبرگان جهت تعیین و تجزیه تحلیل عوامل داخلی و خارجی معین گردید:

الف. تیم بررسی عوامل داخلی:

- سابقه فعالیت در اداره فضای سبز شهرداری‌های مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران
- تحصیلات (میزان تحصیلات و داشتن تحصیلات مرتبط)

ب. تیم بررسی عوامل خارجی:

- شهروند مستقر در مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران
- سابقه سکونت در محل
- تحصیلات (میزان تحصیلات و داشتن تحصیلات مرتبط)

- جنسیت و سن اعضای تیم

در این مرحله به منظور شناسایی عوامل استراتژیک از اعضای تیم خبرگان خواسته شد تمامی نقاط قوت و ضعف - فرصت‌ها و تهدیدهایی که در حال حاضر در بخش و یا اداره خود و در نهایت در منطقه سکونت خود با آن رو به رو هستند را شناسایی و بیان کنند.

16. Internal Factors Evaluation Matrix

17. Internal Strategic Factors

18. External Factor Evaluation Matrix

19. External Strategic Factors

با توجه به مجموعه اطلاعات گردآوری شده می‌توان ادعا کرد که ماتریس عوامل داخلی و خارجی، مجموعه دارایی‌های سازمان (مناطق ۱۸، ۹ و ۲۱ شهرداری تهران) هستند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که با تفسیر امتیاز عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) نوع و ماهیت راهبردهای اتخاذی مشخص می‌شوند.

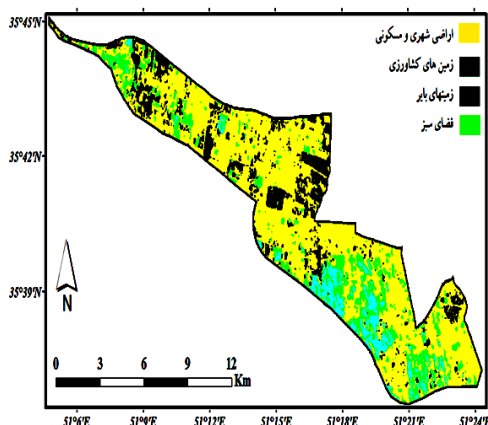
۸. تعیین اقدامات مورد نیاز برای انجام راهبردهای

تعیین شده

در این مرحله پرداختن به ماموریت‌های شهرداری تهران در حوزه فضای سبز همزمان با راهبردها و بررسی اطلاعات داخلی و خارجی فضای سبز شهرداری تهران مبنایی برای شناسایی و ارزیابی راهبردهای پیشنهادی ایجاد خواهد کرد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از طبقه‌بندی به روش نظارت شده در مطالعه انجام شده خروجی حاصل از اعمال طبقه‌بندی نظارت شده تنها برای شناسایی بصری بهتر کاربری‌های موجود مناطق مطالعاتی استفاده شده است. نتایج به دست آمده در شکل ۳ تا ۵، قابل نمایش است.



شکل ۳. طبقه‌بندی با روش حداکثر احتمال، سال ۱۳۶۸

استراتژی WT یا (weakness-threat) استراتژی مبتنی بر نقاط ضعف و تهدیدها

اساس برای بار دوم از تیم خبرگان خواسته شد تا جهت ارزیابی وضعیت کلی سازمان از نقطه نظر مواجهه با فرصت‌ها و تهدیدهای در پیش رو، عوامل خارجی، ارزیابی و امتیاز بندی نمایند. به این ترتیب که:

➤ پس از شناسایی عوامل استراتژیک خارجی فهرستی از فرصت‌ها و تهدیدها تهیه شد.

➤ از تیم خبرگان خواسته شد با توجه به میزان اهمیت و حساسیت به هر یک از عوامل ضریب اهمیتی بین (۰ تا ۱) به عوامل اختصاص دهند؛ به گونه‌ای بود که مجموع ضرایب تمام عوامل بیش‌تر از ۱ نباشد.

➤ با توجه به کلیدی یا عادی بودن فرصت‌ها و تهدیدها از اعضای تیم خواسته شد تا به هر یک از عوامل رتبه‌ای بین (۱ تا ۴) اختصاص دهند.

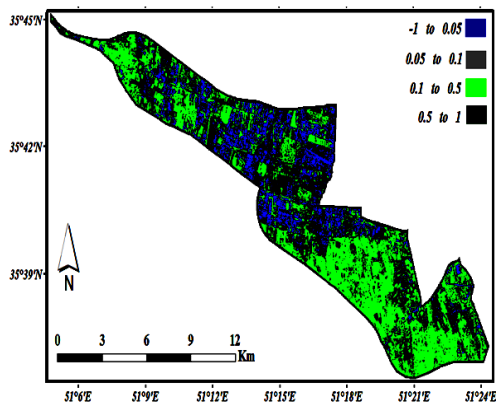
۶. تعیین محدوده اثر

در این مرحله از تحقیق نتایج به دست آمده از جمع امتیازهای وزن دار از ماتریس‌های عوامل داخلی و خارجی تفسیر شدند. در صورتی که جمع امتیاز ماتریس عوامل داخلی بالاتر از ۲/۵ باشد سازمان با نقاط قوت رو به رو است و در غیر این صورت میزان نقاط ضعف موجود در سازمان بیش‌تر از نقاط قوت می‌باشد. هم چنین در صورتی که جمع امتیاز ماتریس عوامل خارجی بیش‌تر از ۲/۵ باشد بیانگر مواجهه سازمان با فرصت‌های بسیاری در پیش رو است. اگر کم‌تر از ۲/۵ باشد حاکی از آن است که سازمان مورد نظر با تهدیدهای بی‌شماری روبه رو می‌باشد.

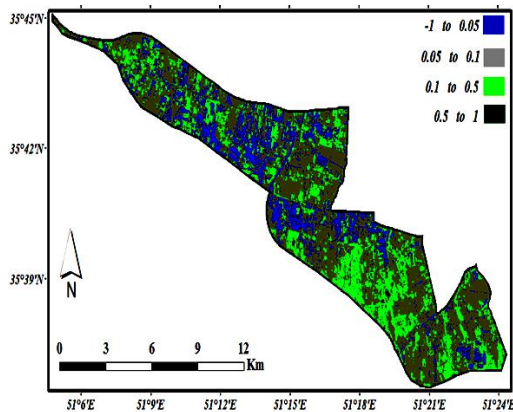
۷. مقایسه عوامل داخلی و خارجی و تعیین

راهبردهای SO-WO-ST-WT^{۲۰}

۲۰. استراتژی SO (strength-opportunity) = استراتژی مبتنی بر نقاط قوت و فرصت‌ها- استراتژی WO (weakness- opportunity) = استراتژی مبتنی بر نقاط ضعف و فرصت‌ها- استراتژی ST (strength-threat) = استراتژی مبتنی بر نقاط قوت و تهدیدها-



شکل ۷. تقسیم بندی NDVI براساس جدول ۱، سال ۱۳۷۸

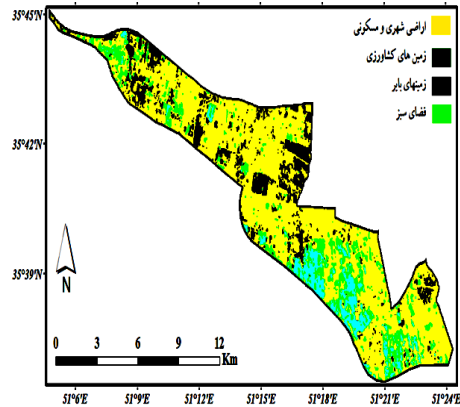


شکل ۸. تقسیم بندی NDVI براساس جدول ۱، سال ۱۳۸۸

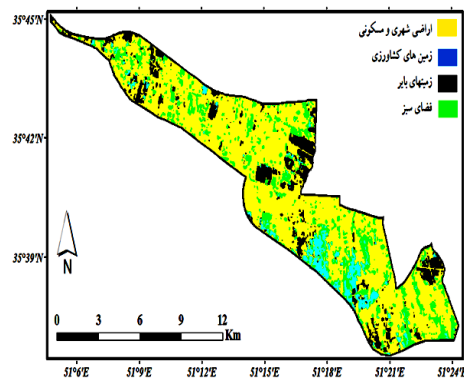
دقت کلی طبقه‌های به دست آمده (۷۵ درصد) و مقدار ضریب کاپا (۶۲ درصد) بیانگر دقیق و قابل اطمینان بودن طبقه بندی طبقه‌ها است. پس از تقسیم بندی دامنه تغییرات شاخص NDVI، از هریک از سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸، مساحت هریک از طبقات چهارگانه در جدول زیر به دست آمدند. با توجه به روند توسعه شهر تهران طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸، از وسعت فضای سبز کاسته شده، به اراضی شهری و مسکونی اضافه شده است.

جدول ۲. مساحت (کیلومتر مربع) هر یک از تقسیم بندی‌های NDVI

سال ۱۳۸۸	سال ۱۳۷۸	سال ۱۳۶۸	توضیحات	طبقات
۱۴/۵۱	۲۳/۳۳	۱۵/۱۲	فاقد پوشش گیاهی	-۱ - ۰/۰۵
۶۸/۸۷	۵۳/۱۷	۵۰/۹۱	پوشش گیاهی تنک	۰/۰۵ - ۰/۱
۲۴/۶۲	۳۰/۹۲	۴۱/۹۰	پوشش گیاهی معمولی	۰/۱ - ۰/۵
۰/۸۹	۰/۱۰۳	۱/۰۵	پوشش گیاهی بسیار متراکم و غنی	۰/۵ - ۱



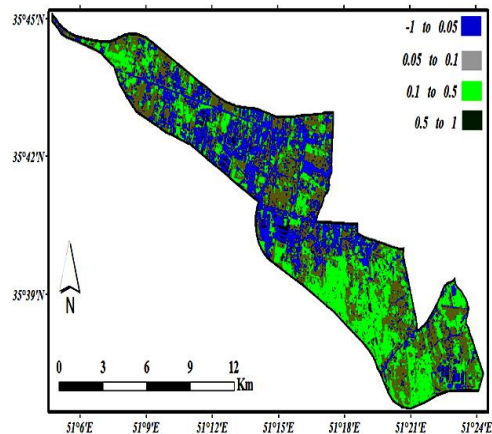
شکل ۴. طبقه بندی با روش حداکثر احتمال، سال ۱۳۷۸



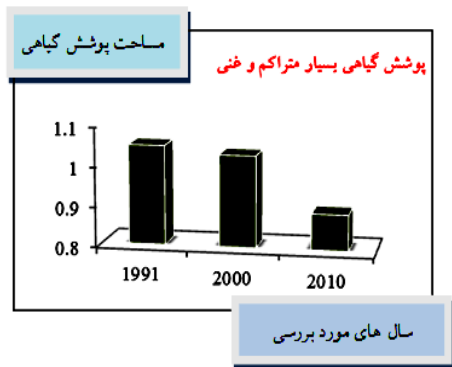
شکل ۵. طبقه بندی با روش حداکثر احتمال، سال ۱۳۸۸

نتایج حاصل از شاخص NDVI

همان طور که شرح داده شد برای بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی از شاخص NDVI بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است. نتایج استخراج شده برای تصاویر ماهواره‌ای طی سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸، در شکل‌های ۶ تا ۸، نشان داده شده است.



شکل ۶. تقسیم بندی NDVI براساس جدول ۱، سال ۱۳۸۸



نمودار ۵. تغییرات مساحت (کیلومتر مربع) پهنه‌ی پوشش گیاهی مترمترم و غنی در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸

نتایج حاصل از مدل مارکوف

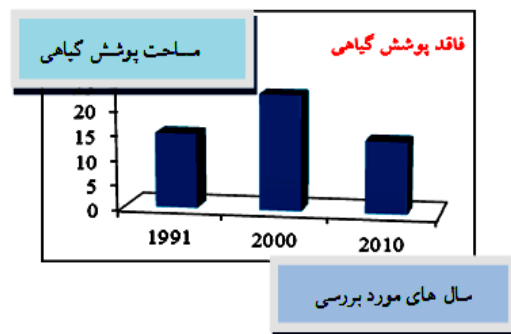
در مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی دوره‌های گذشته با یکدیگر؛ نتایج به دست آمده از مدل زنجیره‌ای مارکوف جهت نمایش احتمال تغییر کاربری‌های اراضی شهری، خدماتی، اراضی بایر و تبدیل آن‌ها به طبقه فضای سبز در شکل ۹، نشان داده شده است.

Module Results				
Given :	Probability of changing to :			
	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4
Class 1 :	0/2176	0/6477	0/0863	0/0484
Class 2 :	0/0103	0/9597	0/0249	0/0051
Class 3 :	0/0529	0/05851	0/2055	0/1565
Class 4 :	0/1191	0/4622	0/1374	0/2813

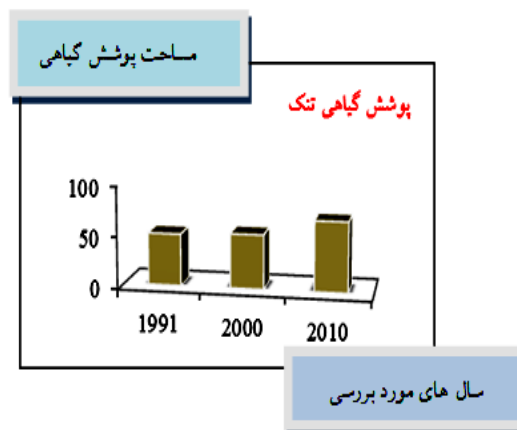
شکل ۹. نتایج حاصل از پیش‌بینی تغییرات (مدل مارکوف)

در شکل فوق C مخفف کامه Class یا طبقه و به معنای کاربری اراضی است و اعداد ۱ تا ۴ بیانگر اراضی بایر، بلا استفاده، اراضی شهری و مسکونی، اراضی زراعی و کشاورزی و در آخر اراضی سبز شهری است. جداول ۳ تا ۶، احتمال پیش‌بینی هر یک از کلاس‌های فضای سبز را به یکدیگر بیان می‌کنند.

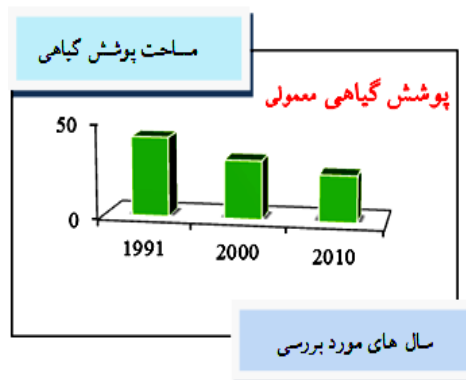
هم‌چنین نتیجه مقایسه مساحت فضای سبز در هر یک از سال‌های مورد مطالعه در نمودارهای ۲ تا ۵، قابل بررسی است.



نمودار ۲. تغییرات مساحت (کیلومتر مربع) پهنه فاقد پوشش گیاهی در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸



نمودار ۳. تغییرات مساحت (کیلومتر مربع) پهنه پوشش گیاهی تنگ در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸



نمودار ۴. تغییرات مساحت (کیلومتر مربع) پهنه پوشش گیاهی معمولی در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۸

کشاورزی شده است و کمترین احتمال در رابطه با تغییر سایر کاربری‌ها بوده است.

از مقایسه نتایج احتمال تغییر کاربری‌ها با نتایج حاصل از تقسیم‌بندی NDVI مشخص می‌شود که طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸ به شکل مداوم مناطق مسکونی و شهری داخل فضای سبز موجود و اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه توسعه یافته است که این امر باعث کاهش اراضی کشاورزی و فضای سبز مناطق مورد مطالعه شده است و در ۳۰ سال آینده نیز بسیار تشدید خواهد یافت. بدین صورت که چنانچه با احتمال ۵۸ و ۴۸ درصد پهنه‌های فضای سبز و زمین‌های کشاورزی به اراضی شهری و مسکونی تغییر کاربری دهد؛ بنابراین کاهش چشم‌گیر و حتی تخریب فضای سبز شهری و اراضی کشاورزی در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نخواهد بود.

نتایج حاکی از آن است که طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸، ۱۲/۵ هکتار به وسعت اراضی شهری اضافه شده است. بر همین اساس ۱۶/۲ هکتار از وسعت اراضی سبز کاسته شده است. به عبارت دیگر مناطق مسکونی و شهری در داخل فضای سبز رشد چشم‌گیری داشته‌اند. بنابراین شهر تهران به دلیل تغییرات عظیم و گسترده و توسعه وسیعی که در حاشیه شهر بیش‌تر به چشم می‌خورد؛ تهدیدها و عواقب ناخوشایندی را به همراه داشته است که مهم‌ترین آن‌ها در حوزه فضای سبز؛ ایجاد تغییرات در کمیت و کیفیت فضای آن بوده است. بر همین اساس با افزایش جمعیت، رشد و گسترش محدوده شهر به تدریج جهت تامین فضا برای ایجاد مناطق مسکونی، کاربری‌های فضای سبز جای خود را به کاربری‌های مسکونی و تجاری داده‌اند. در نتیجه فضای سبز شهر تهران از نقطه نظر ویژگی‌های کمی سیر نزولی داشته است.

هم‌چنین با توجه به دامنه تغییرات فضای سبز و تعیین طبقه‌های سرسبزی در فاصله سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸، اراضی با پوشش گیاهی تنک و اراضی با پوشش گیاهی معمولی بیش‌ترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳. احتمال تبدیل طبقه‌ها به کاربری شهری و مسکونی

احتمالات	تبدیل طبقه‌ها به کاربری اراضی شهری و مسکونی
۰/۶۴۷۷	اراضی بایر
۰/۵۸۵۱	فضای سبز
۰/۴۶۲۲	اراضی زراعی و کشاورزی

جدول ۴. احتمال تبدیل طبقه‌ها به کاربری فضای سبز

احتمالات	تبدیل طبقه‌ها به کاربری فضای سبز
۰/۰۸۶۳	اراضی بایر
۰/۰۲۴۹	اراضی شهری و مسکونی
۰/۱۳۷۴	اراضی زراعی و کشاورزی

جدول ۵. احتمال تبدیل طبقه‌ها به کاربری زراعی و کشاورزی

احتمالات	تبدیل طبقه‌ها به کاربری اراضی زراعی و کشاورزی
۰/۰۴۸۴	اراضی بایر
۰/۰۰۵۱	اراضی شهری و مسکونی
۰/۱۵۶۵	اراضی زراعی و کشاورزی

جدول ۶. احتمال تبدیل طبقه‌ها به کاربری اراضی بایر

احتمالات	تبدیل طبقه‌ها به کاربری اراضی بایر و بی‌استفاده
۰/۰۱۰۳	اراضی بایر
۰/۰۵۲۹	اراضی شهری و مسکونی
۰/۱۱۹۱	اراضی زراعی و کشاورزی

با توجه به جدول ۶، مشخص می‌شود که بیش‌ترین احتمال تغییر کاربری‌ها مربوط به تغییر کاربری فضای سبز به اراضی شهری و مسکونی بوده است. بنابراین می‌توان چنین ادعا کرد که رشد و توسعه شهرنشینی در محدوده مطالعاتی منجر به از بین رفتن فضای سبز و اراضی

نتایج حاصل از بررسی مدیریت راهبردی و عوامل داخلی و خارجی (ماتریس SWOT)

همان طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، برای شناسایی عوامل داخلی و خارجی موثر بر فضای سبز مناطق مطالعاتی از هر یک از اعضای تیم خبرگاه خواسته شد، تمامی نقاط قوت و ضعف - فرصت‌ها و تهدیدهایی را که با آن رو به رو هستند، را معرفی کنند. در نتیجه فهرست جامعی از نقاط قوت - ضعف و فرصت‌ها - تهدیدها به به دست آمد که در جدول ۷، قابل مشاهده است.

بنابراین چنین استنباط می‌شود که مناطق مورد مطالعه در رابطه با ویژگی‌های کیفی فضای سبز در محدوده زمانی یاد شده نیز یک سیر نزولی را طی کرده است. پس با توجه به وضع موجود شهر تهران به خصوص در مناطق مورد مطالعه؛ یک برنامه‌ریزی جامع تنها راه حل برای حفظ و گسترش فضای سبز شهر تهران است. در همین رابطه برنامه‌ریزی راهبردی به دلیل توانمندی‌ها و ویژگی‌های منحصر به فرد آن در ایجاد یک فرآیند ساده و مدون در راستای تحقق یک مدیریت استراتژیک مناسب‌ترین گزینه جهت مدیریت فضای سبز در ارگان‌ها و سازمان‌های درگیر با ساماندهی و مدیریت فضای سبز می‌باشد.

جدول ۷. عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)

نقاط قوت	نقاط ضعف
<ol style="list-style-type: none"> وجود نیروی متخصص امکان دستیابی پرسنل به تکنولوژی روز در فضای سبز وجود آمار و اطلاعات کافی از وضعیت فضای سبز وجود برنامه‌های سازمانی میان مدت و بلند مدت جهت اجرای طرحها و پروژه ها راه اندازی سیستمهای اطلاعاتی مانند GIS و نقشه‌های آب و خاک اختصاص اعتبارات ریالی جهت انجام پروژه‌های عمرانی و طرح‌های تحقیقاتی سازمان از سوی شهرداری ها وجود مراکز تخصصی فضای سبز مانند: کلینیک گیاه پزشکی و... مهیا بودن بسترهای تولید گونه‌های گیاهی توسعه کمی فضای سبز شهری ارتباط مستمر با اداره تاسیسات و موال شهرداری در ارتباط با بازدید فنی چاه‌های آب شناسنامه دار شدن منابع آبی موجود 	<ol style="list-style-type: none"> عدم ثبت دانش فنی نبود نیروهای متخصص در راستای رسیدن به اهداف سازمان عدم استفاده از اعتبارات دولتی جهت اجرای برنامه ها عدم وجود استانداردهای مربوط به فضای سبز جهت ارائه به ارگان‌های دیگر کلی بودن قوانین مرتبط با فضای سبز به کارگیری تانکرهای آب جهت آبیاری عدم وجود نیروی متخصص در بخش آب و منابع آبی ناتمام ماندن نقشه ساماندهی و آمایش چاه ها قرارگرفتن اولویت تامین منابع آب فضای سبز پس از اجرای پروژه عدم تطبیق استقرار پارک‌های موجود با طرح تفصیلی
فرصت‌ها	تهدیدها
<ol style="list-style-type: none"> امکان احیا و بازسازی باغ‌های قدیمی افزایش تقاضای عمو می نسبت به توسعه فضای سبز و مشارکت عمومی وجود عرصه‌های مناسب جهت توسعه فضای سبز در اختیار سایر ارگان‌های دولتی وجود اعتبارات ملی و دولتی درخصوص فضای سبز اختصاص اعتبارات در خصوص مقابله با خشکسالی وجود مناطق خوش آب و هوا در شهرهای اطراف جهت تولید و تکثیر گونه‌های گیاهی مورد نیاز تمایل بخش خصوصی به مشارکت در تولید گونه‌های گیاهی مورد نیاز تعامل با سازمان‌های مربوطه مانند: آب و فاضلاب وجود رابطه خواهرخواندگی با شهرهای مختلف و استفاده از تجربه و دستاوردهای آن ها 	<ol style="list-style-type: none"> آلودگی‌های زیست محیطی به ویژه در امتداد غرب تا جنوب تهران به سبب وجود منابع آلاینده آفات و بیماری‌های گیاهی ورود فاضلاب‌های خانگی، تجاری و صنعتی به فضای سبز و خشک شدن باغات و از بین رفتن فضاها ی سبز عدم وجود عرصه‌های مناسب جهت توسعه فضای سبز در اختیار شهرداری ها محدود بودن گونه‌های گیاهی سازگار با اقلیم شهر تهران نبود نیروی متخصص در تولید گونه‌های گیاهی مورد نیاز تقلیل سطح آب‌های زیرزمینی عدم صدور مجوز حفاری و بهره برداری چاه‌های جدید عدم تدوین طرح جامع فضای سبز عدم انطباق طرح تفصیلی با استانداردهای فضای سبز تغییر کاربری اراضی عدم نظارت بر حسن اجرای قوانین و مقررات کم رنگ بودن مشارکت مردم

و اثرگذار فضای سبز مناطق مطالعاتی گردآوری شدند. بر همین اساس عوامل شناسایی شده از طریق ماتریس ارزیابی عوامل داخلی ارزیابی و امتیاز بندی شدند (جدول ۸).

نتایج حاصل از انجام تجزیه و تحلیل SWOT برای تبیین راهبردهای مدیریت فضای سبز در فرآیند بررسی عوامل داخلی پس از تکمیل پرسشنامه توسط تیم خبرگان مجموعه ای از عوامل راهبردی داخلی

جدول ۸. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی

نمره	رتبه	ضریب اهمیت	عوامل داخلی	
۰/۱۶	۳	۰/۰۵	وجود نیروی متخصص	نقطه قوت
۰/۱۵	۴	۰/۰۴	امکان دستیابی پرسنل به تکنولوژی روز در فضای سبز	
۰/۱۳	۳	۰/۰۴	وجود آمار و اطلاعات کافی از وضعیت فضای سبز	
۰/۱۴	۵	۰/۰۳	وجود برنامه های سازمانی میان مدت و بلند مدت جهت اجرای طرح ها و پروژه ها	
۰/۱۱	۳	۰/۰۴	راه اندازی سیستم های اطلاعاتی مانند GIS و نقشه های آب و خاک	
۰/۳۱	۵	۰/۰۶	اختصاص اعتبارات ریالی جهت انجام پروژه های عمرانی و طرح های تحقیقاتی سازمان از سوی	
۰/۱۴	۳	۰/۰۵	وجود مراکز تخصصی فضای سبز مانند: کلینیک گیاه پزشکی و...	
۰/۱۷	۳	۰/۰۶	مهیا بودن بسترهای تولید گونه های گیاهی	
۰/۳۳	۵	۰/۰۷	توسعه کمی فضای سبز شهری	
۰/۱۱	۳	۰/۰۴	ارتباط مستمر با اداره تاسیسات و اموال شهرداری در ارتباط با بازدید فنی چاه های آب	
۰/۰۷	۲	۰/۰۳	شناسنامه دار شدن منابع آبی موجود	نقطه ضعف
۰/۰۸	۴	۰/۰۲	عدم ثبت دانش فنی	
۰/۰۹	۳	۰/۰۳	نبود نیروهای متخصص در راستای رسیدن به اهداف سازمان	
۰/۱۱	۳	۰/۰۴	عدم استفاده از اعتبارات دولتی جهت اجرای برنامه ها	
۰/۱۲	۲	۰/۰۶	عدم وجود استانداردهای مربوط به فضای سبز جهت ارائه به ارگان های دیگر	
۰/۰۷	۱	۰/۰۷	کلی بودن قوانین مرتبط با فضای سبز	
۰/۰۸	۳	۰/۰۳	به کارگیری تانکرهای آب جهت آبیاری	
۰/۱۰	۳	۰/۰۳	عدم وجود نیروی متخصص در بخش آب و منابع آبی	
۰/۲۲	۴	۰/۰۵	ناتمام ماندن نقشه ساماندهی و آمایش چاه ها	
۰/۰۹	۲	۰/۰۴	قرارگرفتن اولویت تامین منابع آب فضای سبز پس از اجرای پروژه	
۰/۱۲	۱	۰/۱۲	عدم تطبیق استقرار پارک های موجود با طرح تفصیلی	
۲/۷۴		۱		

در حیطه فضای سبز بر نقطه ضعف های آن ها غلبه دارد. هم چنین در خصوص عوامل خارجی نیز پس از تکمیل پرسشنامه ها توسط تیم خبرگان مجموعه ای از عوامل راهبردی خارجی اثرگذار در فضای سبز مناطق مطالعاتی به دست آمد. بر همین عوامل راهبردی شناسایی شده از طریق ماتریس ارزیابی عوامل راهبردی شناسایی شده از

با توجه به نتایج به دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، حاصل جمع نمره هر یک از شاخص ها که توسط تیم خبرگان امتیاز داده شد، برابر با ۲/۷۴ است. بر همین اساس به دلیل اینکه مقدار عددی به دست آمده " $2/5 <$ " شده است؛ بیانگر این مطلب است که قوت های در پیش روی شهرداری های مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران

توسط تیم خبرگان امتیاز داده شده برابر با ۳/۴۱ است. بر همین اساس به دلیل این که مقدار عددی به دست آمده < "۲/۵" شده است بیانگر این مطلب است که فرصت‌های در پیش روی شهرداری‌های مناطق مورد مطالعه در حیطه فضای سبز بر تهدیدها غلبه دارد(جدول ۹).

طریق ماتریس ارزیابی عوامل خارجی ارزیابی و رتبه‌بندی شدند. جدول ۹، نتایج به دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی را ارائه و نشان می‌دهد.

با توجه به نتیجه به دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، حاصل جمع نمره هریک از شاخص‌هایی که

جدول ۹. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی

نمره	رتبه	ضریب اهمیت	عوامل خارجی	
۰/۲۹	۴	۰/۰۷	امکان احیا و بازسازی باغ‌های قدیمی	فرصت‌ها
۰/۰۶	۳	۰/۰۲	افزایش تقاضای عمومی نسبت به توسعه فضای سبز و مشارکت عمومی	
۰/۴۸	۵	۰/۱۰	وجود عرصه‌های مناسب جهت توسعه فضای سبز در اختیار سایر ارگان‌های دولتی	
۰/۳۴	۵	۰/۰۷	وجود اعتبارات ملی و دولتی در خصوص فضای سبز	
۰/۳۱	۴	۰/۰۸	اختصاص اعتبارات درخصوص مقابله با خشکسالی	
۰/۱۶	۳	۰/۰۵	وجود مناطق خوش آب و هوا در شهرهای اطراف جهت تولید و تکثیر گونه‌های گیاهی مورد نیاز	
۰/۰۵	۲	۰/۰۳	مایل بخش خصوصی به مشارکت در تولید گونه‌های گیاهی مورد نیاز	
۰/۰۷	۲	۰/۰۴	تعامل با سازمان‌های مربوطه مانند: آب و فاضلاب	
۰/۲۳	۴	۰/۰۶	وجود رابطه خواهر خواندگی با شهرهای مختلف و استفاده از تجربه و دستاوردهای آن‌ها	
۰/۱۲	۳	۰/۰۴	آلودگی‌های زیست محیطی به ویژه در امتداد غرب تا جنوب تهران به سبب وجود منابع آلاینده	تهدیدها
۰/۱۰	۳	۰/۰۳	آفات و بیماری‌های گیاهی	
۰/۱۱	۴	۰/۰۳	ورود فاضلاب‌های خانگی، تجاری و صنعتی به فضای سبز و خشک شدن باغات و از بین رفتن فضاهای سبز	
۰/۱۷	۴	۰/۰۴	عدم وجود عرصه‌های مناسب جهت توسعه فضای سبز در اختیار شهرداری‌ها	
۰/۰۸	۴	۰/۰۲	محدود بودن گونه‌های گیاهی سازگار با اقلیم شهر تهران	
۰/۰۵	۴	۰/۰۱	نبود نیروی متخصص در تولید گونه‌های گیاهی مورد نیاز	
۰/۰۵	۲	۰/۰۲	تقلیل سطح آب‌های زیرزمینی	
۰/۰۶	۴	۰/۰۲	عدم صدور مجوز حفاری و بهره برداری چاه‌های جدید	
۰/۱۱	۲	۰/۰۶	عدم تدوین طرح جامع فضای سبز	
۰/۱۳	۲	۰/۰۶	عدم انطباق طرح تفصیلی با استانداردهای فضای سبز	
۰/۰۶	۱	۰/۰۶	تغییر کاربری اراضی	
۰/۱۶	۳	۰/۰۵	عدم نظارت بر حسن اجرای قوانین و مقررات	
۰/۲۳	۵	۰/۰۵	کم رنگ بودن مشارکت مردمی	
۳/۴۱		۱		

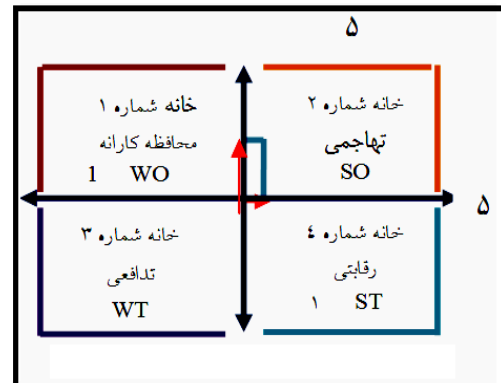
بحث و نتیجه گیری

با توجه به مراحل این تحقیق جهت بررسی تغییرات کیفی پوشش گیاهی در دوره های مختلف از شاخص NDVI و برای بررسی و پیش بینی تغییرات کمی فضای سبز از مدل مارکوف استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که طی سال های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰، ۱۲/۵ هکتار به وسعت اراضی شهری اضافه شده است. بر همین اساس ۱۶/۲ هکتار از وسعت اراضی سبز کاسته شده است. به عبارت دیگر مناطق مسکونی و شهری در داخل فضای سبز رشد چشم گیری داشته اند.

بنابراین می توان ادعا کرد که شهر تهران به دلیل تغییرات عظیم و گسترده و توسعه وسیعی که در حاشیه شهر بیش تر به چشم می خورد تهدیدها و عواقب ناخوشایندی را به همراه داشته است که مهم ترین آن ها در حوزه فضای سبز تغییرات در کمیت و کیفیت فضای سبز بوده است. بر همین اساس با افزایش جمعیت، رشد و گسترش محدوده شهر به تدریج جهت تامین فضا برای ایجاد مناطق مسکونی کاربری های فضای سبز جای خود را به کاربری های مسکونی و تجاری داده اند. در همین رابطه نتایج حاکی از آن است که فضای سبز شهر تهران از نقطه نظر ویژگی های کمی سیر نزولی داشته است. هم چنین با توجه به دامنه تغییرات فضای سبز و تعیین طبقه های سرسبزی در فاصله سال های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۸، اراضی پوشش گیاهی تنک و اراضی با پوشش گیاهی معمولی بیش ترین مساحت را به خود اختصاص داده اند. در نتیجه چنین استنباط می شود که مناطق مورد مطالعه در رابطه با ویژگی های کیفی فضای سبز در محدوده زمانی یاد شده نیز یک سیر نزولی را طی کرده است. با توجه به وضع موجود شهر تهران به خصوص در مناطق مورد مطالعه برنامه ریزی جامع تنها راه حل برای حفظ و گسترش فضای سبز شهر تهران می باشد و در این تحقیق تلاش شده است تا با استفاده از قابلیت های مدل SWOT راهبردهای مورد نیاز مدیریت

یافته های مربوط به تعیین محدوده اثر

همان طور که در شکل ۱۰، نشان داده شده است، نتایج به دست آمده از حال جمع امتیازهای وزن دار ماتریس عوامل داخلی (۲/۷۴) و ماتریس عوامل خارجی (۳/۴۱) بیانگر این مطلب است که وضع موجود مدیریت فضای سبز مناطق مطالعاتی در حالت تهاجمی قرار دارد.



شکل ۱۰. نمودار ماتریس داخلی و خارجی

تعیین راهبردهای مناسب

در این قسمت با توجه به ماتریس SWOT و با توجه به منطقه قرارگیری وضعیت فضای سبز مناطق مورد مطالعه در مرحله تعیین اثر، آن دسته از راهبردهایی انتخاب می شوند که مربوط به منطقه تعیین شده در مرحله تعیین اثر باشد. بر این اساس می توان نتیجه گرفت که با تفسیر امتیازهای عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت ها و تهدیدها) نوع و ماهیت راهبردهای اتخاذی مشخص شوند.

در این تحقیق با توجه به کارشناسی انجام شده و امتیاز عوامل داخلی و عوامل خارجی به ترتیب برابر با (۲/۷۴) و (۳/۴۱) می باشد. بنابراین با تکیه بر امتیازهای به دست آمده وضعیت فضای سبز مناطق مطالعاتی در حالت تهاج می قرار دارد و واضح است که در چنین شرایطی مناطق می بایست راهبردهای "قدرت - فرصت" یا به عبارتی "SO" را در پیش بگیرند.

فضای سبز ارائه گردد. نتایج تجزیه و تحلیل مدل سوات در راهکارهای پیشنهادی آمده است.

راهکارها

افزایش جمعیت و مهاجرت به شهر تهران رشد و گسترش فیزیکی شهر را به همراه داشته است و متعاقباً مدیران شهری جهت تامین اراضی مسکونی برای جمعیت ساکن چاره‌ای جز تغییر کاربری و ساخت و ساز در اراضی سبز شهری نداشته‌اند. با توجه به آمار به دست آمده از میزان درآمد شهرداری تهران، ۶۰ درصد از درآمد شهرداری از محل تغییر کاربری و ساخت و ساز شهری است که بزرگ‌ترین تهدید را برای باغات و درختان شهر دارد.

هم‌چنین با در نظر گرفتن سیر صعودی افزایش جمعیت تامین منابع آب به عنوان یک مسئله بسیار مهم توجه بسیاری از مدیران شهری را به خود جلب کرده است. لذا با توجه به افزایش جمعیت، کمبود منابع آب، آلودگی‌های زیست محیطی و تخریب فضای سبز شهری، حفظ و مدیریت این کاربری بسیار مهم که کارکرد اکولوژیکی در مجموعه شهری دارد بسیار مهم و ضروری است. لذا صرف پرداختن به موضوعاتی از قبیل طرح جامع شهری و طرح تفصیلی کمکی به بحران حاضر نخواهد کرد. در همین راستا مدیران شهری می‌بایست با تغییر نگرش به باغ‌ها و فضاهای سبز شهری به عنوان ثروت‌های ملی مانع از ساخت و ساز در آن‌ها و تبدیل منابع به ساختمان‌ها و مراکز تجاری و صنعتی شوند.

هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که از اصول علمی برای مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز استفاده شود. صرف پرداختن به اراضی که در طرح تفصیلی در پهنه فضای سبز قرار گرفته‌اند و یا این که شهرداری‌ها در کدام قسمت از منطقه خود دارای مالکیت عرصه و اعیانی هستند؛ جهت ایجاد پارک کافی نیست. زیرا مباحث مهم خاک شناسی و جنس زمین و میزان نفوذ آب در خاک مورد نظر امری بسیار مهم است که معمولاً توجهی به آن نشده است.

هم‌چنین توصیه می‌شود که جهت توسعه فضای سبز به جای فرم‌هایی از قبیل چمن و گونه‌های زینتی از فرم‌های درختی و گونه‌های سوزنی و پهن‌برگ جهت کاهش آلودگی هوا در تمامی فصول استفاده شود. در این رابطه می‌توان به کمربند سبز جنوب شهر تهران اشاره کرد که در سال ۱۳۵۸ توسط دولت شهید رجایی انجام شد. در آن زمان شهرداری به عنوان مجری مشخص شده بود. اما برای اجرا، تعهدات به سایر وزارتخانه‌ها و نهادها واگذار شد. از جمله تامین نهال توسط وزارت کشاورزی و تامین آب به وزارت نیرو داده شده بود که تاکنون کم‌تر از ۵ درصد کمربند سبز جنوب تهران محقق شده است. لذا پیشنهاد می‌شود با مطالعه جامع نسبت به وضعیت خاک، زمین‌شناسی و آب و توانمندی‌های شهرداری در این رابطه این کمربند امتداد یابد.

بر این اساس راهبردهای SO (قوت‌ها و فرصت‌ها) به دست آمده از پیوند قوت‌های داخلی (S) با فرصت‌های محیطی (O) به شرح زیر می‌باشد:

S_1T_2 - برگزاری کلاس‌ها و دوره‌های آموزشی برای پرسنل جهت تعلیم نیروهای متخصص، برای رسیدن به اهداف استراتژیک، با توجه به اعتبارات ریالی اختصاص سوی شهرداری تهران؛

S_3T_1 - بازنگری فرآیندها و ارتباطات داخلی سازمان از طریق جمع آوری آمار و اطلاعات کافی از وضعیت فضای سبز؛

S_3T_1 - بازنگری فرآیندها و ارتباطات داخلی سازمان از طریق جمع آوری آمار و اطلاعات کافی از وضعیت فضای سبز سوی نهادهای مربوطه مانند سازمان محیط زیست، شورای اسلامی و کمیسیون ماده ۵ و کنترل بهتر از سوی سازمان‌های مربوطه و نظارت بر حسن اجرای قوانین و مقررات می‌باشد؛

O_5T_3 - مقابله با خشکسالی از طریق اعتبارات ریالی اختصاص یافته و صدور مجوز برنامه‌های سازمانی میان مدت و بلند؛

O₈T₇- تدوین برنامه‌های جامع مدیریت آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از برنامه‌های سازمانی میان‌مدت و بلند مدت جهت اجرای طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی و تعامل با سازمان‌های مربوطه مانند آب و فاضلاب و مبارزه با تهدیدهای موجود در خصوص تقلیل سطح آب‌های زیرزمینی با توجه به اختصاص اعتبارات ملی و دولتی در خصوص فضای سبز؛

S₄T₁₂- بازنگری در طرح تفصیلی شهر تهران و ارائه الزامات قانونی سختگیرانه تر در طرح‌های مصوب از سوی نهادهای مربوطه مانند سازمان محیط زیست، شورای اسلامی و کمیسیون ماده ۵ و کنترل بهتر از سوی سازمان‌های مربوطه و نظارت بر حسن اجرای قوانین و مقررات می‌باشد.

O₄T₁₀- بهره گیری از تجارب داخلی و نیز شهرهای دیگر در کشورهای مختلف تحت عنوان رابطه خواهر خواندگی در انطباق طرح‌های تفصیلی با استانداردهای موجود فضای سبز و کاهش آلودگی‌های محیط زیستی و ورود فاضلاب‌های خانگی، تجاری و صنعتی به فضای سبز؛

S₂T₄- شناسایی و تملک کاربری‌های مناسب برای ایجاد فضای سبز که در تملک دیگر ارگان‌ها و سازمان‌ها قرار دارند؛

S₁W₆- ارتقای راندمان آبیاری با راه اندازی سیستم‌های نوین و مناسب مانند آبیاری قطره ای؛

S₁T₂- گسترش روش‌های مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی؛

S₇T₅- شناسایی و استفاده از گونه‌های مقاوم با اکوسیستم و اقلیم شهر مناطق مطالعاتی؛

References

1. Abdollahi, j., Rahimiyan, M., Shadan, M. , Dashthiyan, k. (2006), "Investigatoment of Environmental effects of land use change on vegetation in urban areas using remote sensing technics ", Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 29: 1-6.
2. Alavi Panah K. (2003), Application of Remote Sensing in the Earth Science (soil)", University of Tehran.
3. AliMohammadi, A., Mousivand, A., Shayan, S. (1388), "Anticipated changes in land use and land cover using satellite images and Markov chain model", Journal Spatial Planning, Vol.14: 117-130.
4. Arabi, M. (2012), "The Hand Book Of Strategic Planning", Tehran: Cultural Research Bureau.
5. Ba Aqideh, M., Ali Jani, B., Zeiaeyan, p. (2011), The possibility of using vegetation index NDVI in analysis of droughts in Isfahan Province", Geographical Studies in Arid Zones, Vol.3:1-16.
6. Bajocco , S., and etal , (2012), A satellite-based green index as a proxy for vegetation cover quality in a Mediterranean region , Ecological Research , 23: 578 – 587.
7. Cui,J., (2011), Classifying urban green space distribution: Analysing spatial relationships in human and nature interaction by integrating remote sensingnd socioeconomic data, A thesis submitted in fulfilment of requirement for the degree of Master of Science, The University of New South Wales.
8. Mohammadi, E., Jafari, M., Jafari, E. (1388), "Analysis of the rate of changes in Chlorophyll forest lands with NDVI "Journal of GIS&RS Application in Planning, Vol.2: 7-15.

9. Fatemi Nasrabadi, B. (2006), "A Guide to ENVI(satellite image processing software)", Tehran: National Cartographic center, Vol.1.
10. Fatemi, B., Rezaei, Y. (2005), "Principles of Remote Sensing", Tehran: Azadeh Press, Tehran, Vol.1.
11. Garbulsky, F., and et. al, (2011), The photochemical reflectance index (PRI) and the remote sensing of leaf, canopy and ecosystem radiation use efficiencies: A review and meta-analysis, Remote Sensing of Environment, 115: 281 – 297.
12. Hashemi, E., Kafi, M., Hashemi, M., Khans Sefidi, M. (2009), "Analyzing the changes of urban green space, Case study: Zone 2 of Tehran municipality", Environmental Science, Vol.3: 77-86.
13. Karam, A., Hajjeh Foroushnyia, SH. (2013), "The use of GIS and RS on planning of green space", Geographic and Environmental Studies, Vol.4: 22-32.
14. Makhdom, M. (2011), "Fundamental of Land Use Planning", Tehran: Tehran University Press.
15. Ozbakir, A., Bannari, A. (2009), Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS, 2002 IEEE international, Vol.5.
16. Rangzan, k., Khorshidi, S., Aab shirini, A. (2009), Modulation, "NDVI and thermal band from satellite image to extract vegetation density map using RS and GIS", Geomatics Conference 2009, National Cartographic Centre.
17. Shetty, m and R.K. Somashekar, (2014), Assessment of vegetation cover Trough NDVI, Bangalore India, Industrial Journal of Applied Research, No.4: 176-17.
18. Soroudi, M., jozi, A. (2013), "Remote Sensing and implementation Markov model to study the changes of urban green space(CASE STUDY: Zone 1 of Tehran municipality)", Journal of Environmental Studies, Vol.1: 113-127.
19. Zobayri, M., Majd, E. (2006), "Introduction to Remote Sensing Technology and Application of Natural Resources", University of Tehran Press.