

بررسی تغییرات فضای سبز شهر الیگودرز در سالهای ۱۳۶۵ الی ۱۴۰۱ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست

میثم داودآبادی فراهانی^۱، مجید مهدوی زاده^۲

^۱ استادیار گروه سنجش از دور موسسه آموزش عالی حکمت قم.

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته سنجش از دور موسسه آموزش عالی حکمت قم.

نام نویسنده مسئول:

مجید مهدوی زاده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

چکیده

امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز در اشکال گوناگون آن دیگر قابل تصور نیست. شهرها به عنوان کانون‌های تمرکز فعالیت و زندگی انسان‌ها، برای اینکه بتوانند پایداری خود را تضمین کنند چاره‌ای جز پذیرش ساختار و کارکردی متأثر از سیستم‌های طبیعی ندارند. در این میان فضای سبز به عنوان عنصر ضروری و لاینفک پیکره شهرها، در متابولیسم آنها نقش اساسی دارند. سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش بسزایی در مطالعات محیطی، از جمله مکانیابی فضای سبز شهری دارد. از طرف دیگر بهسازی و داشتن اطلاعات جامع در مورد فضاهای سبز لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا مدیران و پژوهشگران مربوطه سعی بر آن دارند تا با استفاده از فناوری GIS، سنجش از دور، نقشه برداری زمینی و سیستم تعیین موقعیت جهانی در نگهداری، مدیریت و برنامه‌ریزی فضای سبز تصمیمات صحیح‌تری را اتخاذ نمایند. مقاله حاضر جهت بررسی موضوع بررسی تغییرات فضای سبز شهر الیگودرز مابین سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۴۰۱ با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و تهیه نقشه کاربری فضای سبز در دوره‌های مختلف بعنوان یک روش مناسب و کم هزینه صورت پذیرفت. نتایج بررسی‌ها نشان داد که سطح پوشش گیاهی غنی در سال ۲۰۲۲، ۱۳ برابر سال ۱۹۸۶ می باشد که توسعه پارک‌ها و درختان کاشته شده در پارک‌های جنگلی و همچنین در کنار خیابان‌ها و بلوارها در تصویر سال ۲۰۲۲ نشان دهنده این امر می باشد. همچنین تصاویر شاخص NDVI استخراج شده‌ی مربوط به سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۰-۲۰۲۲ محدوده مورد مطالعه نشان داد که ارزش Max شاخص NDVI در سال ۲۰۲۲ بالاتر از سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۰ است.

واژگان کلیدی: فضای سبز، سنجش از دور، لندست، الیگودرز، شاخص NDVI.

مقدمه

امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز در اشکال گوناگون آن دیگر قابل تصور نیست. شهرها به عنوان کانون‌های تمرکز فعالیت و زندگی انسان‌ها، برای اینکه بتوانند پایداری خود را تضمین کنند چاره‌ای جز پذیرش ساختار و کارکردی متأثر از سیستم‌های طبیعی ندارند. در این میان فضای سبز به عنوان عنصر ضروری و لاینفک پیکره شهرها، در متابولیسم آنها نقش اساسی دارند (مجنونیان، ۱۳۷۴).

فضاهای سبز پیش از این بیشتر نقش‌های تزیینی (زیباسازی سیمای شهری) و تفریحی (تفرجگاهی) بر عهده داشتند اما با توسعه روز افزون مناطق شهری در دهه‌های اخیر و پیشی گرفتن شهرنشینی بر شهرسازی که با معضلات عدیده‌ای مانند افزایش بی‌رویه جمعیت، توسعه غیرهدفمند کالبدی شهرها و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی همراه بوده است. اکنون فضای سبز شهری، نقش مهمی در حفظ و تعادل محیط‌زیست شهری و تعدیل آلودگی هوا پیدا کرده است (محمدی، ۱۳۸۰). علاوه بر عملکرد زیست‌محیطی، فضای سبز عملکردهای دیگری مانند ساخت و هدایت توسعه کالبدی شهر و همچنین عملکرد اجتماعی-روانی دارد (بخشی، ۱۳۸۰).

از طرفی فضای سبز به عنوان یکی از اجزای مهم محیط زیست شهری نقش مهمی را در کاهش آسب پذیری در برابر خطرات و تهدیدهایی که زندگی صنعتی ایجاد کرده است ایفا می‌کند. متأسفانه طرح‌های شهری نه تنها به توسعه و فضای سبز کمکی نکرده است بلکه موج تخریب بخشی از فضای سبز طبیعی شهر نیز شده است. براین اساس تغییر کاربری‌ها در پی فراهم سازی فضای مورد نیاز برای اسکان جمعیت در حال رشد، تغییرات کمی فضایی را به همراه داشته است. هم چنین تغییر ترکیب گونه ای و کاهش تراکم فضای سبز و افت کیفیت رشد گیاهان، از هم گسیختگی و از بین رفتن ارتباط و اتصال فضای سبز نشان گر 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). سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش بسزایی در مطالعات محیطی، از جمله مکانیابی فضای سبز شهری دارد. از طرف دیگر بهسازی و داشتن اطلاعات جامع در مورد فضاهای سبز لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا مدیران و پژوهشگران مربوطه سعی بر آن دارند تا با استفاده از فناوری GIS، سنجش از دور، نقشه برداری زمینی و سیستم تعیین موقعیت جهانی در نگهداری، مدیریت و برنامه‌ریزی فضای سبز تصمیمات صحیح‌تری را اتخاذ نمایند (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۶). لذا این تحقیق جهت بررسی موضوع مورد اشاره در شهر الیگودرز و مابین سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۴۰۱ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و تهیه نقشه کاربری فضای سبز در دوره‌های مختلف بعنوان یک روش مناسب و کم هزینه صورت می‌پذیرد.

پیشینه تحقیق

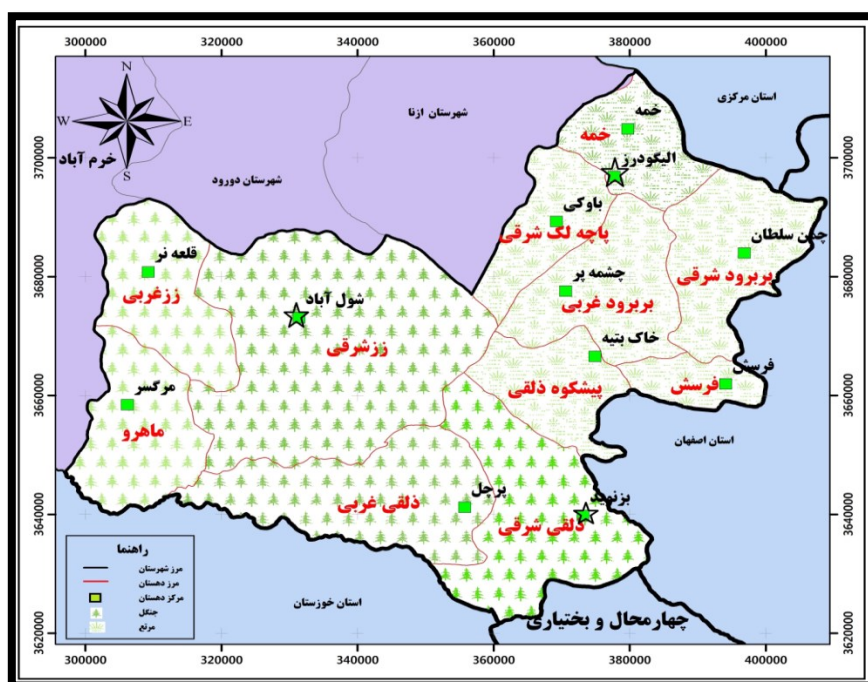
فکور و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی وضعیت کمی فضای سبز درختی مناطق شهری مشهد و امکان توسعه آن با روش WLC و GIS پرداختند نتایج نشان داد کاربری‌های بایر و کشاورزی به دلیل سهولت تبدیل به پارک جنگلی شهری و مناطق نزدیکتر به هسته شهری، به دلیل همجواری با کاربری‌های مختلف مسکونی، آموزشی، گردشگری و تفریحی و همچنین قابلیت ایجاد مرز و حریم و بهبود کیفیت مناطق شهری و نزدیکی به منابع آلودگی هوا و آلودگی صوتی شایستگی بالایی برای ایجاد پارک جنگلی شهری دارند. رحیمی (۱۳۹۹) در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی تغییرات فضاهای سبز شهری تبریز از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پیش بینی تغییرات با شبکه‌های عصبی مصنوعی با استفاده از تصاویر و اعمال تصحیحات و از طریق طبقه بندی نظارت شده، کلاس مربوط به پوشش فضای سبز محدوده ۲۵ هکتاری شهر تبریز طبقه بندی گردید و نتایج نشانگر این است که در بین سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ آهنگ تغییرات فضای سبز تا حدودی آهسته بوده ولی بعد از سال ۱۳۸۵ آهنگ تغییرات به سرعت و با شدت بیشتری صورت گرفت. Dong و همکاران ۲۰۱۸، به بررسی تنوع فضایی و زمانی پوشش سبز شهر چانگچون واقع در چین از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ پرداختند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که در طی ۱۰ سال پوشش سبز

در شهر چانگچون کاهش قابل ملاحظه ای داشته و در سال ۲۰۱۱ به حداقل رسیده است. علاوه بر این NDVI با کاهش ۴۳.۲۷٪ در صدی رو به رو بوده است.

Kumar و Jain، ۲۰۲۰، در شهر هاریدوار با استفاده از داده های چند زمانی لندست طی سال های ۱۹۹۶، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ به بررسی تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش در منطقه با استفاده از تکنیک های سنجش از دوری پرداختند. نتایج آنها نشان داد که سطح باغات در محدوده ی مورد مطالعه ۷۲.۱۷ کاهش یافته است و از ۱۶۳۵۷.۸۶ هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۴۵۵۱.۲۱ هکتار در سال ۲۰۱۷ تنزل داشته است که رشد جمعیت و صنعتی شدن از عوامل اصلی کاهش این باغات و تغییر کاربری به مناطق شهری و زمین های کشاورزی طی سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ بود.

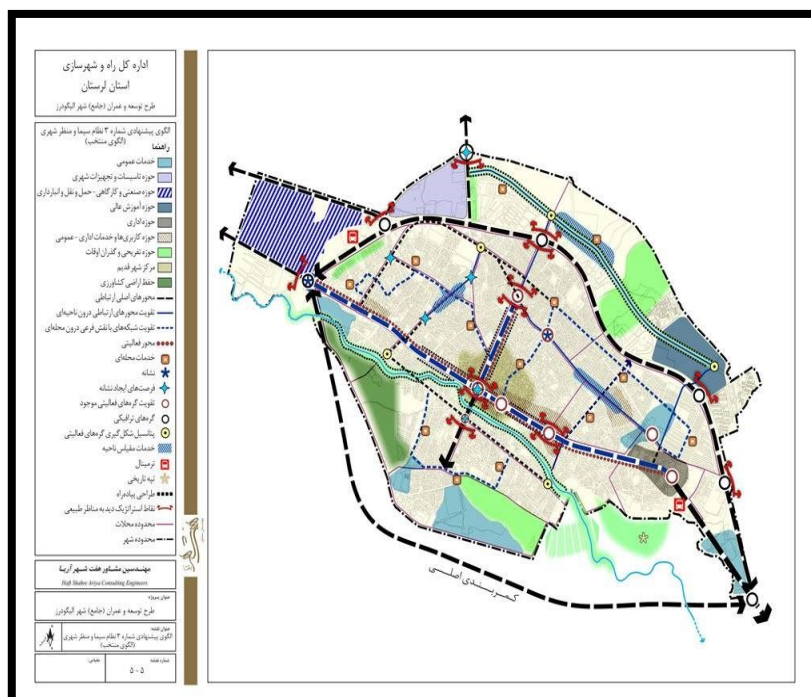
روش تحقیق

در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست استفاده می شود، در ابتدا نسبت به تهیه تصاویر ماهواره ای محدوده شهر الیگودرز در ۳ مقطع زمانی (۱۹۸۶-۲۰۰۰-۲۰۲۲ برابر ۱۳۶۵-۱۳۷۹-۱۴۰۱) خرداد ماه اقدام و از طریق سایت مربوط به USGS دانلود می گردد، سپس نسبت به زمین مرجع نمودن تصاویر با استفاده از نقاط کنترلی برداشت شده اقدام می شود، در مرحله بعد با استفاده از شاخص NDVI و در نرم افزار TerrSet2020 و از طریق طبقه بندی نظارت نشده، کلاس مربوط به پوشش فضای سبز محدوده شهر الیگودرز طبقه بندی می گردد و در نهایت با استفاده از تفسیر بصری تغییرات فضای سبز سالیان گذشته محدوده شهر الیگودرز مورد ارزیابی قرار می گیرد. شهرستان الیگودرز با وسعت ۵۴۴۴ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیائی ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱-۱ و ۲-۱). شهرستان الیگودرز دارای ۱۲ دهستان و ۳۶۲ روستا با جمعیتی بیش از ۱۳۷۵۳۴ نفر است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان الیگودرز

شهر الیگودرز در شمال شرقی شهرستان واقع گردیده و چهار جاده ارتباطی در این شهرستان وجود دارد که هر کدام از آن ها به شهرهای اصفهان، دورود، شهر داران و دوراهی خرم آباد - بروجرد منتهی می شوند فاصله الیگودرز تا خرم آباد ۱۵۳ کیلومتر است. فاصله این شهر تا اصفهان هم ۲۴۰ کیلومتر است.



شکل ۲. طرح جامع شهر الیگودرز

نتایج

گزینش و انتخاب نوع سنجنده، بستگی به هدف مطالعه و مشخصات منطقه دارد، با توجه به هدف مورد مطالعه که ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی طی دو دوره زمانی مختلف بود، از تصاویر ماهواره Land sat سنجنده ETM+ در سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۲ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده نمودیم. پیش پردازش‌های لازم از قبیل تصحیحات رادیومتریک و هندسی بر روی تصاویر مورد نظر با استفاده از نرم افزار TerrSet2020 صورت گرفت. در ادامه با استفاده از این نرم افزار شاخص NDVI مورد نظر استخراج و محاسبات آماری لازم و نقشه‌های خروجی مورد نظر در نرم افزار Arc Map 10.3 تهیه گردیدند. شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) از معروفترین شاخص‌های گیاهی است. که برحسب دو باند قرمز (IR) و مادون قرمز نزدیک (NIR) به صورت زیر تعریف می شود (Mather, 1999).

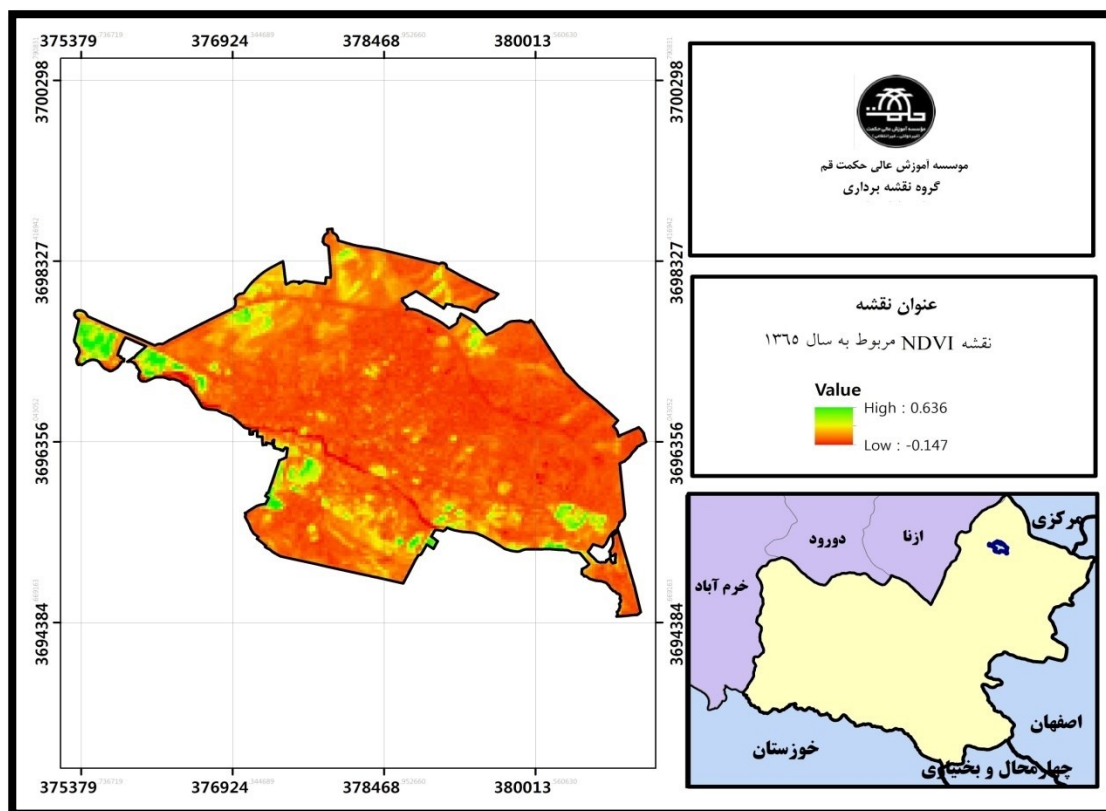
$$\frac{NIR-R}{NIR+R} = NDVI$$

این شاخص دارای مقادیر نرمال در دامنه ۱- و ۱+ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی امکان پذیر می‌سازد. مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش‌های مختلف می باشند، که (جدول ۱) نشان‌دهنده‌ی مقادیر و پوشش‌های مورد نظر می‌باشد (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۹).

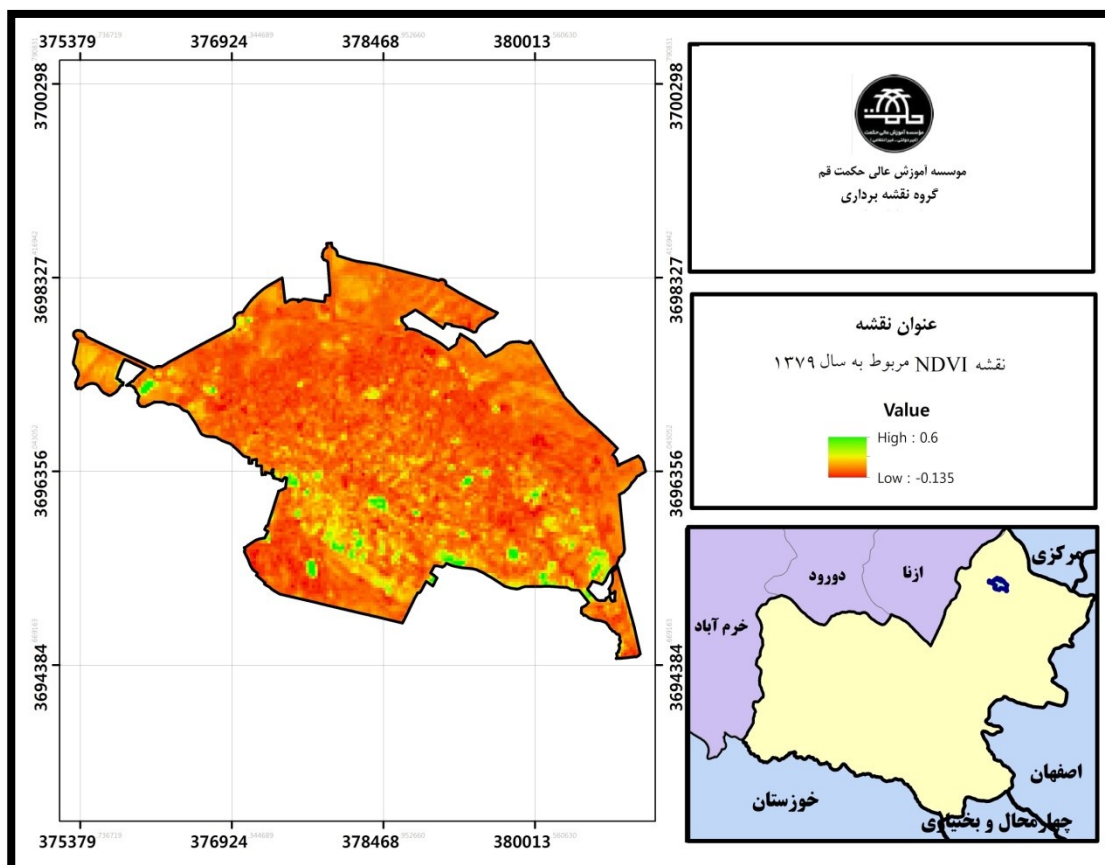
(جدول ۱). رابطه ارزش NDVI و نوع پوشش سطح زمین.

نوع پوشش	آب، برف و یخ، سنگی	خاک لخت	پوشش گیاهی تنک	پوشش گیاهی معمولی	پوشش غنی
ارزش	$X < 0$	$0 < X < 0.05$	$0.05 < X < 0.1$	$0.1 < X < 0.5$	$X > 0.5$
کلاس	۱	۲	۳	۴	۵

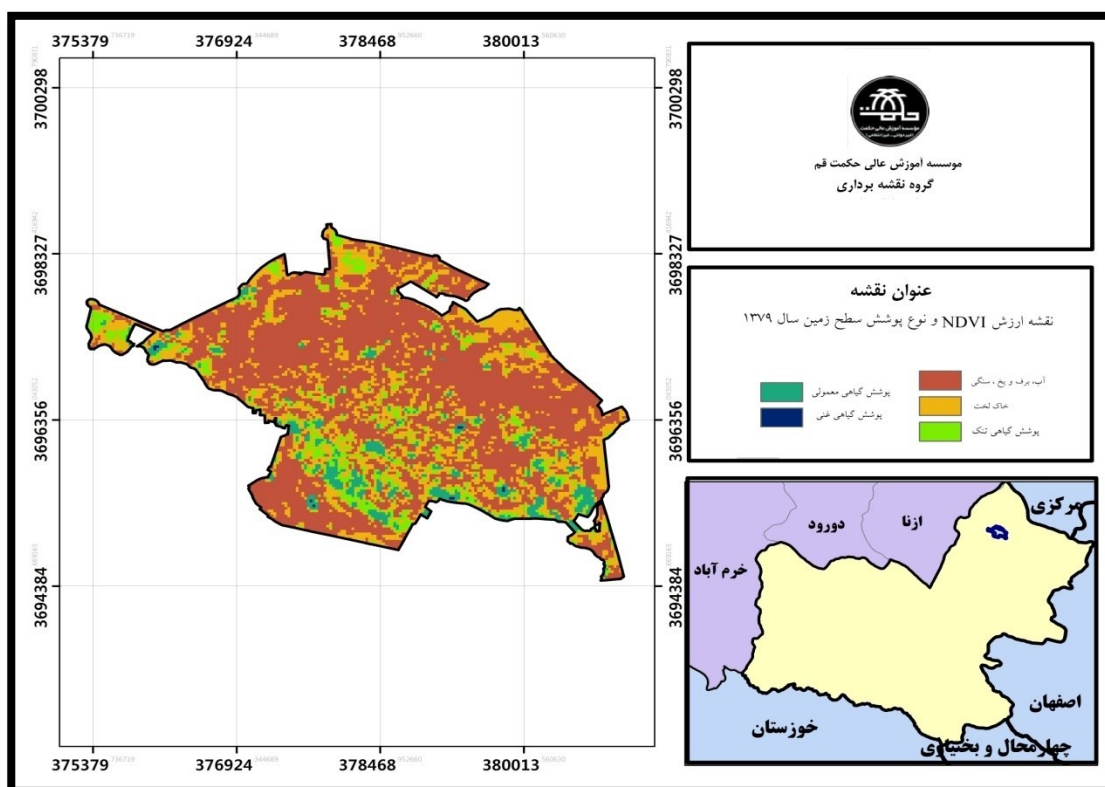
نتایج بررسی رابطه ارزش NDVI و نوع پوشش سطح زمین در سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۰-۲۰۲۲ در (اشکال ۳-۴-۵) نشان داده شده و همچنین (جدول ۲) تغییرات کلاس‌های پوشش در این سال‌ها در مقایسه با یکدیگر را بر اساس مساحت نمایش می‌دهد.



شکل ۳. نقشه NDVI مربوط به سال ۱۳۶۵



شکل ۴. نقشه NDVI مربوط به سال ۱۳۷۹



شکل ۵. نقشه ارزش NDVI و نوع پوشش سطح زمین سال ۱۳۷۹

(جدول ۲). بررسی تغییرات مساحت (متر مربع) پوشش‌ها بر اساس NDVI طی سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۰۰-۲۰۲۲

کاربری سال	آب، برف و یخ، سنگی	خاک لخت	پوشش گیاهی تنک	پوشش گیاهی معمولی	پوشش گیاهی غنی
۱۹۸۶	6735458	2193941	1025038	1578761	29578
۲۰۰۰	6988240	2953580	944519	666400	8488
۲۰۲۲	1425620	4062180	3765190	1890350	416595

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتیجه گیری

نتایج بررسی‌ها نشان داد که سطح پوشش گیاهی غنی در سال ۲۰۲۲، ۱۳ برابر سال ۱۹۸۶ می باشد که توسعه پارک‌ها و درختان کاشته شده در پارک‌های جنگلی و همچنین در کنار خیابان‌ها و بلوارها در تصویر سال ۲۰۲۲ نشان دهنده این امر می باشد. هاشمی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی تحت عنوان تجزیه و تحلیل روند تغییرات فضای سبز شهری در منطقه ۲ تهران به بررسی تغییرات فضای سبز در سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۸۱ با استفاده از تفصیر بصری و GIS پرداختند و نتایج نشانگر این است که فضاهای سبز طبیعی کاهش چشمگیری داشته و فضای سبز مصنوعی افزایش داشته و در نیمه شمالی منطقه بیشترین تغییر کاربری‌ها رخ داده است که با نتایج این تحقیق همسو می باشد. همچنین نتایج بررسی رابطه ارزش NDVI و نوع پوشش غنی و پوشش گیاهی معمولی سطح زمین در سال‌های ۱۹۸۶ و تا ۲۰۲۲ در مقایسه با یکدیگر را بر اساس مساحت نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود این تغییرات با استفاده از این شاخص به صورت کمی قابل اندازه گیری است، که با سوابق ارائه شده مبنی بر استفاده از این شاخص در مدیریت وضعیت پوشش در منابع طبیعی همخوانی دارد. نکته حائز اهمیت این است که با داشتن این تصاویر در دوره‌های زمانی کوتاه‌تر و ترکیب با شرایط آب و هوایی و مدیریتی همزمان در منطقه به نتایج بسیار دقیق‌تری در دلایل این گونه تغییرات خواهیم رسید.

رحیمی در سال (۱۳۹۹) نیز در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی تغییرات فضاهای سبز شهری تبریز از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پیش بینی تغییرات با شبکه‌های عصبی مصنوعی با استفاده از تصاویر و اعمال تصحیحات و از طریق طبقه بندی نظارت شده، کلاس مربوط به پوشش فضای سبز محدوده ۲۵ هکتاری شهر تبریز را طبقه بندی نمود و نتایج نشانگر این بود که در بین سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ آهنگ تغییرات فضای سبز تا حدودی آهسته بوده ولی بعد از سال ۱۳۸۵ آهنگ تغییرات به سرعت و با شدت بیشتری صورت گرفت. که در این تحقیق نیز نقشه‌های مستخرج نشان دادند از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ فعالیت‌های صورت گرفته کاشت درختان در پارک‌ها و فضاهای سبز حاشیه بلوارها با شدت بیشتری در تصاویر سال ۲۰۲۲ مشخص می باشد.

در طی دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۲ مهمترین تغییرات پوشش در منطقه شامل موارد زیر بود:

۱. تبدیل اراضی زراعی و باغی به اراضی شهری و ساخت و ساز ساختمانی.
۲. تبدیل اراضی بایر تپه‌ها (بیابان) به پوشش غنی (پارک جنگلی بنفشه) و نمود کامل شاخص پوشش گیاهی با بالاترین ارزش در سال ۲۰۲۲ در پارک مذکور.

مطالعاتی که توسط Xia و همکاران (۲۰۰۴) در دلتای رودخانه PEARL در چین (منطقه پیشگام در توسعه اقتصادی و مراحل شهرنشینی) با استفاده از سنجش از دور و GIS صورت گرفت نتایج مشابهی را در بر دارد. آنها نشان دادند که چگونه فعالیت‌های مدیریتی کاربری زمین می تواند بر روی تغییر واحدهای شکل زمین تاثیر بگذارد.

Kumar و Jain (۲۰۲۰)، در شهرهای دوار با استفاده از داده‌های چند زمانه ی لندست طی سالهای ۱۹۹۶، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷ به بررسی تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش در منطقه با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری پرداختند. نتایج آنها نشان داد که سطح باغات در محدوده ی مورد مطالعه کاهش یافته است و رشد جمعیت و صنعتی شدن از عوامل اصلی کاهش این باغات و تغییر کاربری به مناطق شهری طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ بود. در فضای شهری الیگودرز نیز می توان گفت از

سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۲ بیشتر باغات موجود در سطح محدوده شهری که اکثراً انگور و باغات مو بودند با شهرسازی و ساخت و ساز شهری از بین رفته و مناطق مسکونی و ساختمان سازی جایگزین آنها گردیدند.

پیشنهادهات

- ۱- با در اختیار داشتن تصاویر در دوره های زمانی مختلف و کوتاه تر محاسبه NDVI و تفاضل این شاخص گیاهی در آن تصاویر می توان روند مثبت یا منفی وضعیت پوشش گیاهی مناطق را تعیین نمود.
- ۲- با استفاده از تصاویر چند باندهای باند پانکروماتیک می توان تفکیک فضایی تصویر را افزایش داده و در مطالعاتی مشابه به نتایج دقیقتری دست یافت.
- ۳- در صورت وجود داده با مقایسه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و شرایط فرسایشی خاک در دوره های مختلف، می توان روند تغییرات در مناطق مختلف و نقش کاربری های را در این تغییرات به صورتی ملموس تر نشان داد.
- ۴- استفاده از روشهای نوین نظیر سیستم های هوشمند، شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی در بررسی نقش تغییرات کاربری بر پدیده فضای سبز شهری.

منابع و مراجع

- [۱] بخشی، شهناز، (۱۳۸۰)، مکانیابی پارکهای شهر کرمانشاه با استفاده از GIS، نشریه شهرنگار، شماره ۲۵ صفحه ۳۹.
- [۲] حسینی، س، ز، ۱۳۸۱. بررسی قابلیت داده های ماهواره ای لندست ETM در تهیه نقشه کاربری اراضی، مطالعه موردی منطقه چمستان مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.
- [۳] خوانین زاده، ع.ر، ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده های ماهواره ای لندست TM در منطقه نیر- یزد، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۰ ص.
- [۴] ریاحی، ر، ۱۳۷۹. تعیین مناسب ترین روش تهیه نقشه پوشش منابع طبیعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با استفاده از داده های ماهواره ای در منطقه دشت ارژن، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.
- [۵] زبیری، م و مجد، ع، ۱۳۷۵. آشنایی با سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۲۰ ص.
- [۶] سفیانیان، علیرضا، ترابی، ندا. کلانتری، اعظم. (۱۳۸۶)، نقشه برداری فضای سبز شهری با استفاده از تصاویر ماهواره ای Quick Bird، همایش ژئوماتیک.
- [۷] طبیبیان، م، ۱۳۷۸. کاربری زمین اثر متقابل اقتصاد، اکولوژی، هیدرولوژی، تالیف اکالاگان، ج، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۴ ص.
- [۸] الممیریان، ح، ۱۳۸۱. اصول و مبانی سنجش از دور و تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره ای، تالیف لیسند. کیفر، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۳۲۰ ص.
- [۹] الممیریان، ح، ۱۳۸۰. ب. پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای، تالیف لیسند. کیفر، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۲۰۵ ص.
- [۱۰] مجنونیان، هنریک. (۱۳۷۴). "مباحثی پیرامون پارکها، فضای سبز، تفرجگاهها". حوزه معاونت خدمات شهری. سازمان پارکها و فضای سبز تهران.
- [۱۱] محمدی، جمال، (۱۳۸۰)، سامانه اطلاعات جغرافیایی در مکان یابی فضای سبز شهری، نشریه شهرداری ها، شماره ۴۴، ص ۱۵.
- [12] 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.
- [13] Bailloeu, Timothée., Duan, Jinghui., Prinnet, Véronique. and Serra, Bruno., (2003). UrbanDigital Map Updating From Satellite High Resolution Images Using GIS Data as A Priori Knowledge. 2nd GRSSnSPRS Joint Workshop on "Data Fusion and Remote Sensing over Urban Areas".
- [14] Cui,J., (2011), Classifying urban green space distribution: Analysing spatial relationships in human and nature interaction by integrating remote sensing and socioeconomic data, A thesis submitted in fulfilment of requirement for the degree of Master of Science, The University of New South Wales.
- [15] Dong L, Jiang H, Yang L. (2018), Spatio-Temporal Change of Vegetation Coverage and Its Driving Forces Based on Landsat Images: A Case Study of Changchun City, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 3, 295-298.