

بررسی روند تغییرات فضای سبز در سه دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور

(مطالعه موردی: شهر یزد)

علیرضا خوانینزاده (استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد، ایران)

a.r.khavaninzadeh@ardakan.ac.ir

محمد سرباز (دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه اردکان، یزد، ایران، نویسنده مسئول)

msn.sarbaz@gmail.com

شادی احمدیان (دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه اردکان، یزد، ایران)

shadiahmadian30@gmail.com

تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۲

صص ۹۹-۱۱۵

چکیده

اهمیت و نقش فضای سبز در حیات و توسعه شهرها تا حدی است که به عنوان یکی از شاخص های توسعه پایدار معرفی می شود. تأثیرات فیزیکی و طبیعی این فضاها در سیستم شهری و بازدهی های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی آنها در ساختار جوامع انکارناپذیر است. در این پژوهش جهت نمایش میزان تغییرات فضای سبز شهر یزد از اطلاعات باندهای ماهواره لندست سنجنده های ETM و TM در سال های ۱۳۶۶، ۱۳۷۸ و ۱۳۹۴ استفاده و میزان شاخص NDVI برای سال های مذکور در مناطق سه گانه شهر یزد محاسبه شد. نتایج نشان داد میزان مساحت فضای سبز شهری و تغییرات کاربری و تبدیل باغات به مناطق مسکونی و سایر کاربری های شهری در طی ۳۰ سال گذشته ۲۷۱/۷۱ هکتار کاهش داشته است، در حالی که جمعیت شهر یزد در طول این دوره ۳۳۲۱۲۴ نفر افزایش داشته است. بیشترین میزان کاهش فضای سبز در طی این سال ها برابر با ۲۰۵ هکتار و مربوط به منطقه دو شهری است. با توجه به نتایج به دست آمده، میزان فضای سبز مناطق ۱ و ۲ در سال های مذکور روندی نزولی داشته است. این در حالی است که توسعه فضاهای سبز در منطقه یک نسبت به سال ۱۳۸۵ از روند رو به رشدی برخوردار بوده است. بنابراین، لازم است علاوه بر افزایش میزان سطح فضای سبز به توزیع مناسب و برنامه ریزی های توسعه ای در راستای حفظ باغات و افزایش سرانه فضای سبز به ویژه در مناطق در حال توسعه یک و سه اقدام کرد.

کلیدواژه ها: داده های ماهواره، سنجش از دور، شاخص NDVI، شهر یزد، فضای سبز

۱. مقدمه

وضعیت فعلی درختان و فضای سبز شهری ایران در حد مطلوب نیست که مهم‌ترین دلیل آن را می‌توان، نبود مدیریت صحیح فضای سبز شهری دانست. در زمان حاضر که آلودگی‌های زیست‌محیطی در اکثر شهرها در حال افزایش است، گسترش هماهنگ متعادل پارک‌های سبز شهری برای ایجاد پایداری زیستی شهرها نقش مهمی را ایفا می‌کند. ایجاد پارک، باغ و فضای سبز در شهرها و حومه آن‌ها تأثیر بسزایی در فعالیت‌های اجتماعی و تأمین اقتصاد سالم کشور و افزایش توان کار و فعالیت‌های مردم داشته و شکل جدید و رضایت‌بخشی بر زندگی شهرنشینان می‌دهد (سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری استان اصفهان، ۱۳۸۸). به‌طور کلی، فضای سبز شهری به آن بخش از فضای سبز که در محدوده شهر طراحی و بنا شده اطلاق می‌شود. فضای سبز شهری همواره به‌عنوان یکی از عناصر مهم و حیاتی شهرها مطرح بوده است و کاربرد فضای سبز از جمله پارک‌ها، مقوله‌ای است که امروزه در برنامه‌های شهری توجه خاصی به آن می‌شود (رفیعیان و خدایی، ۱۳۸۸، صص. ۲۴۸-۲۲۷). کشور ایران با مساحتی قریب به ۱,۶۵ میلیون کیلومتر مربع در منطقه خشک و نیمه‌خشک کره زمین قرار گرفته است. بخش عمده‌ای از این مساحت را نواحی بیابانی و کویری تشکیل می‌دهد (یمانی و مزیدی، ۱۳۸۷، صص. ۱۲-۱). استان یزد به‌عنوان چهارمین استان پهناور کشور با وسعت ۷۴۴۹۳ کیلومتر مربع (طرح آمایش استان یزد، ۱۳۹۰) با مشکل فضای سبز شهری مواجه است. استاندارد

۱.۱. طرح مسئله

رشد و توسعه روزافزون شهرنشینی با گسترش کالبدی شهرها رابطه مستقیم دارد و توسعه فیزیکی شهرها موجب دوری از طبیعت و قطع رابطه انسان با محیط‌زیست می‌شود. فضای سبز که بخشی از سیمای شهر را تشکیل می‌دهد به‌عنوان یکی از پدیده‌های واقعی از نخستین مسائلی است که انسان همیشه با آن در تماس است. افزایش روزافزون جمعیت سبب گسترده‌تر شدن شهرها و تراکم بیش از حد جمعیت شده و فشار برای افزایش کاربری‌های خدماتی به‌ویژه فضای سبز را شدت بخشیده است (سعیدی‌نیا، ۱۳۸۳). امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز مؤثر در اشکال گوناگون آن دیگر قابل تصور نیست. پیامدهای توسعه شهری و پیچیدگی معضلات زیست‌محیطی آن‌ها، موجودیت فضای سبز و گسترش آن‌ها را برای همیشه اجتناب‌ناپذیر کرده است (دومیری گنجی، بابایی، متاجی و رشیدی، ۱۳۸۹، صص. ۲۴-۱۳). پوشش گیاهی از زیست‌بوم‌های اصلی زمین است و نقش غیرقابل جای‌گزینی در تنظیم و حفاظت از هواسپهر، آب و خاک، کاهش غلظت گازهای گل‌خانه‌ای و افزایش حفظ و ثبات آب و هوا دارد. در نتیجه، هرگونه تغییر در پوشش گیاهی، تأثیر بزرگی بر محیط‌زیست طبیعی خواهد داشت (وی‌ای شو، ژانگ هوی، شو یو گوانگ، ها ای دونگ، نا ای فینگ، ۲۰۱۱، صص. ۲۴۴۴-۲۴۳۸).

مای ستریود، گایلارد، تیوچر و استین سین^۲، ۲۰۰۵). بر همین اساس، محققان زیادی به منظور بررسی پوشش گیاهی از داده‌های سنجنش از دور استفاده کرده و این تکنیک را مناسب این گونه مطالعات ارزیابی کرده‌اند (هوئیت^۳، ۲۰۰۴). در واقع، دیدگاه رایج جدید در زمینه بررسی و پایش پوشش‌های گیاهی استفاده از شاخص‌های سنجنش از دور پوشش گیاهی است (درایس دل و میترنی چت، ۲۰۰۳). در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد (علوی پناه، رفیعی امام، حسینی و بیگلو، ۱۳۸۶، صص. ۹۷-۸۱). در میان شاخص‌های متنوع و متعدد پوشش گیاهی شاخص NDVI^۴ از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی است که برای آماده‌کردن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود (ماتاس یوشیتا، وی ای، جین، وی یو وی چی و گوانگ^۵، ۲۰۰۷). این شاخص بر پایه این حقیقت که کلروفیل موجود در ساختار گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس سازد، استوار است که با استفاده از نسبت نرمال شده محدود مادون قرمز نزدیک و قرمز محاسبه شده و مقدار آن بین اعداد +۱ تا -۱ تغییر می‌کند (آدام چوک، پارک و اس چی پیرس^۶، ۲۰۰۴). پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی که بیانگر پوشش هستند، به‌عنوان معیاری برای بررسی تغییرات

سرانه فضای سبز در جهان برابر با ۲۵-۲۰ مترمربع و در کشور ایران معادل ۱۲-۷ مترمربع است (معمدی، شورای، دهقانان، حداد حسن ابادی، ۱۳۹۱). میزان سرانه فضای سبز شهر یزد حدود ۱۳ متر مربع است. (سالنامه آماری، ۱۳۹۳). علاوه بر اهمیت داشتن اطلاعات به‌روز از پوشش اراضی، آگاهی از تغییرات آن در طول یک دوره زمانی نیز برای برنامه‌ریزان و مدیران حائز اهمیت است. از آن‌جا که مطالعه و بررسی پوشش گیاهی، نیازمند انجام عملیات تفصیلی میدانی است و گاهی محدودیت‌هایی از قبیل هزینه، زمان و امکانات و تجهیزات را نیز در پی دارد. بنابراین، مناسب‌ترین روش، استفاده از سنجنش از دور و تکنیک‌های کارآمد آن در ارزیابی فضاهای شهری از جمله فضای سبز است. استفاده از فناوری سنجنش از دور اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت شده و روزبه‌روز بر اهمیت این فناوری در راستای توسعه پایدار افزوده می‌شود^۱ (یانگ و لونگ، ۱۹۹۵). در طول سه دهه گذشته کاربرد نسبت‌های مختلف طیفی باندهای انعکاسی در مطالعه منابع طبیعی به‌ویژه پایش پوشش گیاهی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی و محلی به‌طور گسترده‌ای افزایش یافته است (سپهری و متقی، ۱۳۸۱، صص. ۱۴-۱). این شاخص‌ها با تراکم پوشش گیاهی همبستگی خوبی را نشان می‌دهند. برخی از پدیده‌ها و عوارض سطح زمین نظیر پوشش گیاهی، به علل مختلف در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی به مرور زمان دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پیترویلی، ویک،

2. Pettorelli, Vik, Mysterud, Gaillard, Tucker and Stenseth.

3. Huete, A.

4. Normalized Difference Vegetation Index

5. Matsushita, Wei, Jin, Yuyichi and Guoyn.

6. Adamchuk, Perk and Schepers.

1. Yuan and Long

رشد و توسعه کند فضای سبز شهر نسبت به روند افزایشی توسعه شهری بوده است.

احمدی ندوشن، سفایان و خواجه‌الدین (۱۳۹۳)، در این مطالعه برای بررسی تغییرات پوشش اراضی شهر اراک و حومه آن طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۵۱، تصویر سنجنده TM سال ۱۳۶۹، تصویر سنجنده LISS-III ماهواره IRS-P6 سال ۱۳۸۵ و روش آشکارسازی تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شده است. در ابتدا، تصحیح هندسی بر روی کلیه عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و روش نمونه‌گیری مجدد نزدیک‌ترین همسایه اعمال شده و میزان خطای میانگین مربعات برای همه عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای کمتر از یک پیکسل برآورد شده است. پس از زمین مرجع کردن، کلیه عکس‌ها موزاییک شده و با استفاده از تفسیر چشمی عکس‌های هوایی، نقشه پوشش اراضی با ۴ طبقه شهر، اراضی بایر، پوشش گیاهی و کوه ایجاد شده است. پس از تصحیح هندسی و توپوگرافی تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی بر روی تصاویر اعمال شدند. نقشه‌های پوشش اراضی در ۴ طبقه مشابه با طبقات پوشش اراضی در عکس‌های هوایی و با صحت کلی بالاتر از ۹۰ درصد ایجاد شدند. برای آشکارسازی تغییرات طی ۴ بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵، نقشه‌های پوشش اراضی دو به دو با هم مقایسه شده و نقشه‌ها و جداول تغییرات به دست آمدند. نتایج بررسی روند کلی تغییرات نشان‌دهنده افزایش قابل توجه مساحت شهر، کاهش پوشش گیاهی و اراضی بایر و

مکانی بعضی از شاخص‌های محیطی استفاده می‌شوند (زرینه، نادری خوراسگانی و اسدی بروجنی، ۱۳۹۱، صص. ۱۳۰-۱۱۷). هدف از این پژوهش بررسی میزان تغییرات فضای سبز شهر یزد با استفاده از اطلاعات باندهای ماهواره لندست سنجنده‌های ETM و TM در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۸ و ۱۳۹۴ و میزان شاخص NDVI برای سال‌های مذکور در مناطق سه‌گانه شهر یزد است. در این پژوهش فرض بر آن است که در مناطق سه‌گانه شهر یزد فضای سبز دارای روند نزولی و کاهشی بوده است و همچنین، به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که آیا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان میزان تغییرات کاربری اراضی را در ۳۰ سال گذشته نشان داد؟

۱.۲. پیشینه پژوهش و مبانی نظری

سرحدی، سلطانی و مدرس (۱۳۸۷) در مطالعه اخیر به منظور مشخص کردن روند تغییرات فضای سبز شهر جیرفت به موازات پیشرفت و گسترش محدوده شهری از تکنیک‌های سنجش و GIS استفاده کرده‌اند. به این منظور، به بررسی روند تغییرات توسعه شهر جیرفت و فضای سبز آن با استفاده از داده‌های TM, ETM, IRS بین سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۵ پرداخته‌اند و پس از تصحیحات هندسی و رادیومتریک و فیوژن کردن اطلاعات، نقشه کاربری اراضی محدوده شهری با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده در تاریخ‌های مذکور استخراج شده است. سپس، به منظور بررسی تغییرات از روش cross tab استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده

مقایسه شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری بیانگر امکان ساخت نقشه پوشش گیاهی با ضرایب تبیین تصحیح شده ۹۳/۳ و ۹۰/۷ برای سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۷۹ بود. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد به دست آمدن نقشه پوشش گیاهی با دقت قابل قبول می‌تواند صحت مدل آماری مورد نظر را به اثبات برساند. از دیگر مطالعات در این زمینه می‌توان به خواجه‌الدین و پورمنافی (۱۳۸۶)؛ لطیفی و اولادی، ساروئی و جلیلونند (۱۳۸۶)؛ فرزادمهر، ارزانی، درویش‌صفت و جعفری (۱۳۸۳) و شتایی و عبدی (۱۳۸۶) اشاره کرد. فضاهای سبز شهری بخشی از فضاهای وسیع یا محدود موجود در محدوده عملکردی شهر است که به منظور ایجاد تنوع و زیبایی، افزایش کیفیت زیستی، تأمین رفاه انسانی و ارائه خدمات ویژه به شهروندان انتخاب شده و با انواع پوشش‌های گیاهی بومی و غیر بومی، تحت نظارت و مدیریت انسان شهری قرار دارد (ضرابی و تبریزی، ۱۳۸۵، صص. ۱۵۴-۱۳۵). از دیدگاه شهرسازی، فضای سبز شهری عبارت است از بخشی از استخوان‌بندی و مورفولوژی شهر؛ به بیان دیگر، فضای سبز در کنار اسکلت فیزیکی شهر، تعیین‌کننده اندام و به‌طور کلی، سیمای شهر است. از این‌رو هرگاه طراحی شهر به‌درستی انجام گیرد و به‌درستی اجرا شود، منطبق طراحی حکم می‌کند که میان این دو عامل؛ یعنی بخش بی‌جان و جان‌دار مورفولوژی شهری به‌گونه‌ای تعادل برقرار شود (حسین‌زاده دلیر، ۱۳۷۰، صص. ۱۹-۱۲). منظور از فضاهای سبز شهری، نوعی کاربری زمین شهری با پوشش گیاهی انسان‌ساخت است که هم واجد «بازدهی اجتماعی» و

ثابت ماندن طبقه کوه بین سال‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۸۵ بوده است.

ربیعی، رضائیان و علی محمدی (۱۳۸۴) تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان را با کمک تصاویر سنجنده TM بررسی کردند و پس از آن آشکارسازی تغییرات با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی انجام گرفته است. شفیع و حسینی (۱۳۹۱)، بررسی پوشش گیاهی به کمک داده‌های ماهواره‌ای در منطقه سیستان را مطالعه کردند و روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد سطح پوشش گیاهی برای سال ۱۹۹۰ معادل ۱۰۱۲۴۷ هکتار است که برای سال ۲۰۰۶ به ۲۶۴۷۵ هکتار کاهش یافته است. دراویش و فائور^۱ (۲۰۰۸) در تحقیق خود علل تخریب مراتع در لبنان را با شاخص NDVI بررسی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که مناطق کشاورزی از ۹۳۲ هکتار به ۴۸۷۸ هکتار افزایش یافته و میزان مراتع از ۲۹۵۸۱ هکتار به ۲۵۰۰۰ هکتار کاهش یافته است. عبدالهی، رحیمیان و ثوابی (۱۳۸۶) با به‌کارگیری تلفیقی داده‌های ماهواره‌ای، شاخص‌های مختلف گیاهی و خاک، فاکتورهای محیطی و اطلاعات صحرائی، به تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه ندوشن واقع در استان یزد اقدام کردند. جهت ایجاد رابطه مناسب بین متغیرهای مستقل و میزان پوشش گیاهی، از روش رگرسیون خطی چندمتغیره استفاده شد. این کار برای دو سال مختلف از نظر میزان بارندگی (۱۳۷۹ به‌عنوان یک سال کم‌باران و ۱۳۸۱ به‌عنوان سال پر باران) انجام شد و نتایج به‌دست آمده

هم واجد «بازدهی اکولوژیکی» است. منظور از بازدهی اکولوژیکی عبارت است از: زیباسازی بخش‌های شهری، کاهش دمای محیط، تولید اکسیژن، افزایش نفوذپذیری خاک در مقابل انواع بارش و غیره. از دیدگاه حفاظت محیط زیست، فضای سبز شهری بخش جان‌دار ساخت کالبدی شهر را تشکیل می‌دهد (سعیدی‌نیا، ۱۳۷۹). فضاهای سبز شهری نه تنها به دلیل اهمیت تفریحی آن مورد توجه است؛ بلکه به دلیل نقشی که در حفظ و تعادل محیط زیست شهری و تعدیل آلودگی هوا، پرورش روحی و جسمی ساکنان شهر ایفا می‌کند، ارزشمند است. اهمیت فضای سبز بر کسی پوشیده نیست، به ویژه اهمیتی که از نظر تفریحی و تفرجی دارد (لقائی و محمدزاده تیتکانلو، ۱۳۷۸، صص. ۴۳-۳۲). دسترسی همگانی به خدمات شهری و عدالت اجتماعی حکم می‌کند که همه طبقات شهری بتوانند به طور یکسان از فضاهای سبز و پارک‌های شهری و مکان‌های گذران اوقات فراغت بهره‌مند شوند (زنگی آبادی و رخشانی نسب، ۱۳۸۸، صص. ۱۱۶-۱۰۵). تاکنون در مناطق مختلف این شهرستان تحقیقی مبنی بر بررسی روند تغییرات فضای سبز شهری به روش سنجش از دور صورت نگرفته است. بنابراین، ضرورت انجام آن را بیش از پیش آشکار می‌کند. شهر یزد یکی از شهرهایی است که طی چند دهه گذشته تغییرات بسیاری داشته است. در این مطالعه به بررسی تغییرات پوشش گیاهی و سرانه فضای سبز با استفاده از داده‌های ماهواره لندست و سنجنده TM طی سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۸ و سال ۱۳۹۴ پرداخته شده است.

۲. روش شناسی پژوهش

۲.۱. روش پژوهش

این تحقیق بر پایه نقشه‌های تغییرات پوشش گیاهی شهر یزد انجام شده است. برای تهیه این نقشه‌ها از تصاویر ماهواره لندست استفاده شد (جدول ۱). همچنین، از منابع کتاب‌خانه‌ای نظیر طرح جامع استان، طرح تفصیلی استان، سال‌نامه‌های آماری شهر یزد و طرح آمایش استان یزد استفاده شد. جهت آنالیز دقت تعداد ۵ پارک به نام‌های پارک بزرگ شهر، پارک غدیر، پارک دانشجو، پارک هفت تیر و پارک آزادگان به‌عنوان داده‌های زمینی به‌صورت نقطه‌ای (چهار گوشه پارک و مرکز پارک) و به صورت محدوده‌ای (محدوده پارک) جهت نمونه‌گیری انتخاب شدند. برای این منظور از GPS مدل Garmin eTrex 10 به‌منظور تعیین مختصات چهار نقطه و همچنین با استفاده از ترکیب نقاط و مشخص کردن سطح پارک‌های پنج‌گانه فوق به‌عنوان داده‌های زمینی جهت ارزیابی دقت تصویر طبقه‌بندی شده استفاده شد. جهت پیاده‌سازی نمونه‌های زمینی بر روی تصاویر، ابتدا لایه نمونه‌برداری شده به‌صورت وکتوری به نرم‌افزار ENVI معرفی و سپس جهت انجام سایر مراحل به فرمت ROI^۱ تبدیل شده و استفاده شد.

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده

| ردیف | تاریخ میلادی | تاریخ هجری شمسی | ماهواره | سنجنده | اندازه پیکسل | تعداد باند |
|------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|------------|
| ۱ | ۱۹۸۷/۵/۹ | ۱۳۶۶/۵/۱۸ | Landsat-5 | TM | ۳۰ | ۷ |
| ۲ | ۱۹۹۹/۵/۸ | ۱۳۷۸/۵/۱۷ | Landsat-7 | +ETM | ۳۰ | ۷ |
| ۳ | ۲۰۱۵//۲۳ | ۱۳۹۴/۶/۱ | Landsat-8 | OLI | ۳۰ | ۱۱ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

۲.۱.۱. تصحیح رادیومتریک

تصحیحات رادیومتریک شامل آن دسته از تصحیحات است که تنها بر روی درجات خاکستری اعمال شده و فقط با تغییر مقادیر آن‌ها به صورت مجزا (به صورت پیکسل به پیکسل)، سعی در جبران بعضی خطاهای موجود دارند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱). تصحیح سه تصویر سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۸ و ۱۳۹۴ به دلیل عدم وجود پدیده آب مناسب جهت تصحیح، با استفاده از پدیده سایه به روش کاهش پیکسل‌های تاریک (DOS)^۱ اجرا شد. سپس دو پدیده خاک و پوشش گیاهی انتخاب و رفتار طیفی آن‌ها در تاریخ‌ها و حالات مختلف با رفتار طیفی استاندارد پدیده‌های مورد نظر بررسی شد. براساس روند تغییرات مناسب رفتار طیفی پدیده‌های مذکور پس از تصحیح روش مناسب انتخاب و اعمال شد.

۲.۲. متغیرها و شاخص‌های پژوهش

۲.۲.۱. شاخص نرمال شده اختلاف پوشش

گیاهی (NDVI)^۲

کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی با سنجش از دور از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین، جهت کاهش عوامل ناخواسته روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به آن،

می‌توان حداقل دو باند ایجاد کرد (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). در این مطالعه جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی از شاخص گیاهی اختلاف نرمال (NDVI) استفاده شد. این شاخص گیاهی با استفاده از فرمول $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ محاسبه می‌شود. در این روش جهت NIR از باند ۴ و RED از باند ۳ در سنجنده‌های TM یا +ETM در لندست ۷ و باند ۵ جهت NIR و باند ۴ جهت RED در لندست ۸ استفاده شد. در این شاخص مقدار عددی پیکسل‌ها بین +۱ تا -۱ متغیر بود. مقدار ۰/۱ و کمتر از آن برای مناطق غیرگیاهی و بیشتر از ۰/۱ برای پوشش گیاهی اعمال شد. پس از تهیه شاخص NDVI بر روی تصاویر، به دو صورت بدون در نظر گرفتن باغات و با در نظر گرفتن باغات، میزان مساحت فضای سبز شهر یزد محاسبه شد. به منظور شناسایی و جداسازی باغات، با استفاده از نقشه منطقه بندی شهر یزد و همچنین بنا بر قرار دادن تصویر سال ۱۳۶۶، مناطق با کاربری باغ در هر منطقه شناسایی و سپس به کمک Google Earth محدوده باغات در هر سه منطقه مشخص و جداسازی شد.

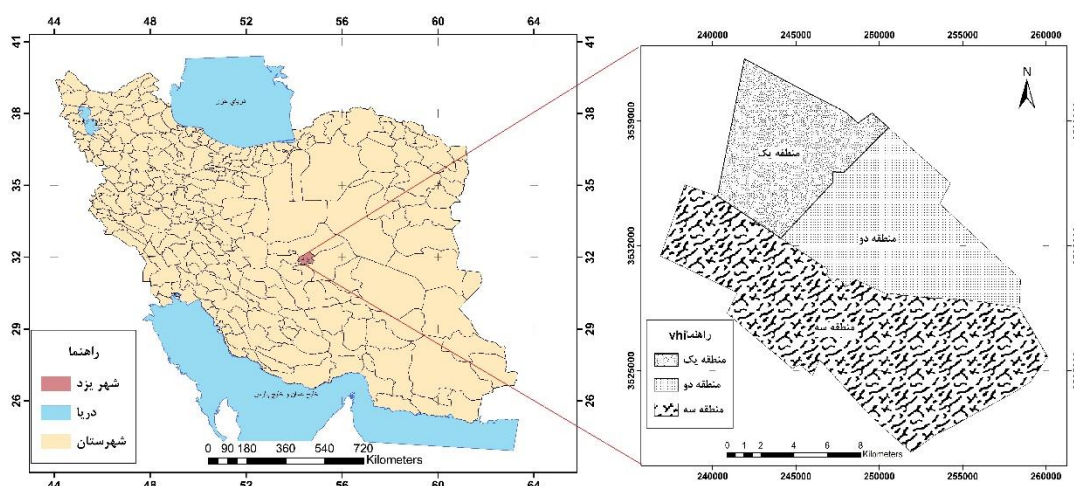
۲.۳. قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهر یزد با مساحت ۲۴۶۲ هزار کیلومتر مربع در ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۴ درجه و ۵۱ دقیقه طول

1. Dark Object Subtract
2. Normalized Difference Vegetation Index

اشتغال دارند (خاتمی نژاد، فرهودی، محمدپور و جابری، ۱۳۸۷، صص. ۷۱-۸۵). یزد به علت دارا بودن جاذبه‌های شغلی، رفاهی، تمرکز اداری و نظایر آن پرجمعیت‌ترین شهر استان یزد محسوب می‌شود؛ به طوری که جمعیت این شهر حدود ۸ برابر جمعیت دومین شهر استان (شهر اردکان) است (اسمعیل‌پور، ایرجی و دشتا، ۱۳۹۱). این شهر شامل ۳ منطقه شهری، ۸ ناحیه شهری و ۴۵ محله است (صبانی‌مهر، ۱۳۸۹). شکل (۱) تقسیمات کالبدی شهر یزد را نشان می‌دهد.

شرقی و ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. شهر یزد با جمعیتی معادل ۵۸۲۶۸۲ نفر دارای مساحت فضای سبز شهری برابر با ۷۷۴/۵ هکتار است (سال‌نامه آماری استان، ۱۳۹۳)؛ به عبارتی، سرانه فضا سبز شهر یزد در سال ۱۳۹۳ معادل ۱۳,۳ است (سال‌نامه آماری، ۱۳۹۳). این شهر طی چند دهه اخیر به سوی صنعتی شدن رشد شتابان داشته است؛ به طوری که آمارها نشان می‌دهند بیش از ۴۲/۸ درصد جمعیت نیروی انسانی در بخش صنعت و ۳/۱ در بخش کشاورزی و حدود ۵۴ درصد در بخش خدمات



شکل ۱. نقشه کالبدی شهر یزد

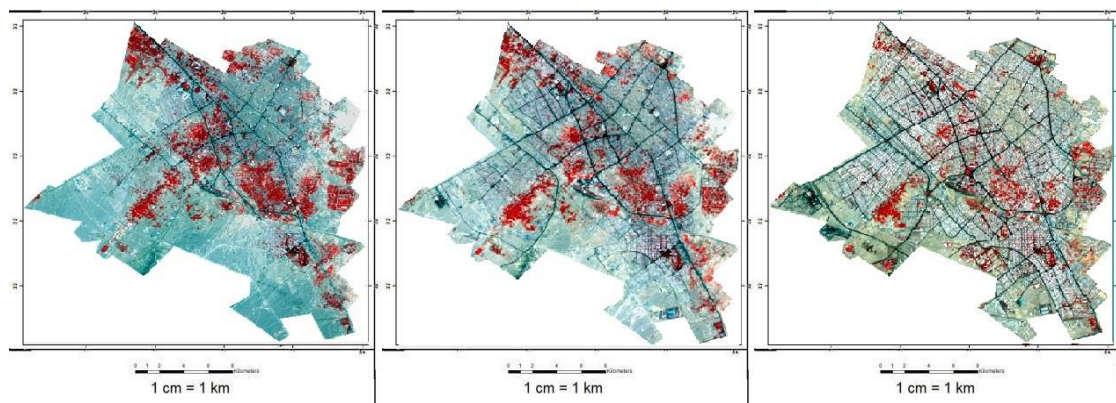
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

نشان داد میزان همبستگی پس از اعمال روش‌های تصحیح بر روی تصاویر تغییر معنی داری نکرده است و بیشترین میزان همبستگی تصاویر بین سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۹۴ مشاهده شد. به منظور تفسیر و ارزیابی بصری میزان تغییرات پوشش گیاهی از گذشته تا کنون در منطقه از ترکیب کاذب رنگی باندهای ۵۴۳ در لندست هشت و ۴۳۲ در لندست هفت استفاده

۳. یافته‌های پژوهش

پس از انتخاب یک رخساره سنگی به‌عنوان یک عارضه ثابت برای بررسی میزان اختلاف ارزش‌های رقومی با پدیده در تاریخ‌های مختلف بر روی تصاویر، میزان همبستگی آن در باندهای RED و NIR در سال‌های مورد مطالعه بررسی شد که نتایج

شد که در شکل (۲ و ۳) این تغییرات نمایش داده شده است.



سال ۱۳۶۶

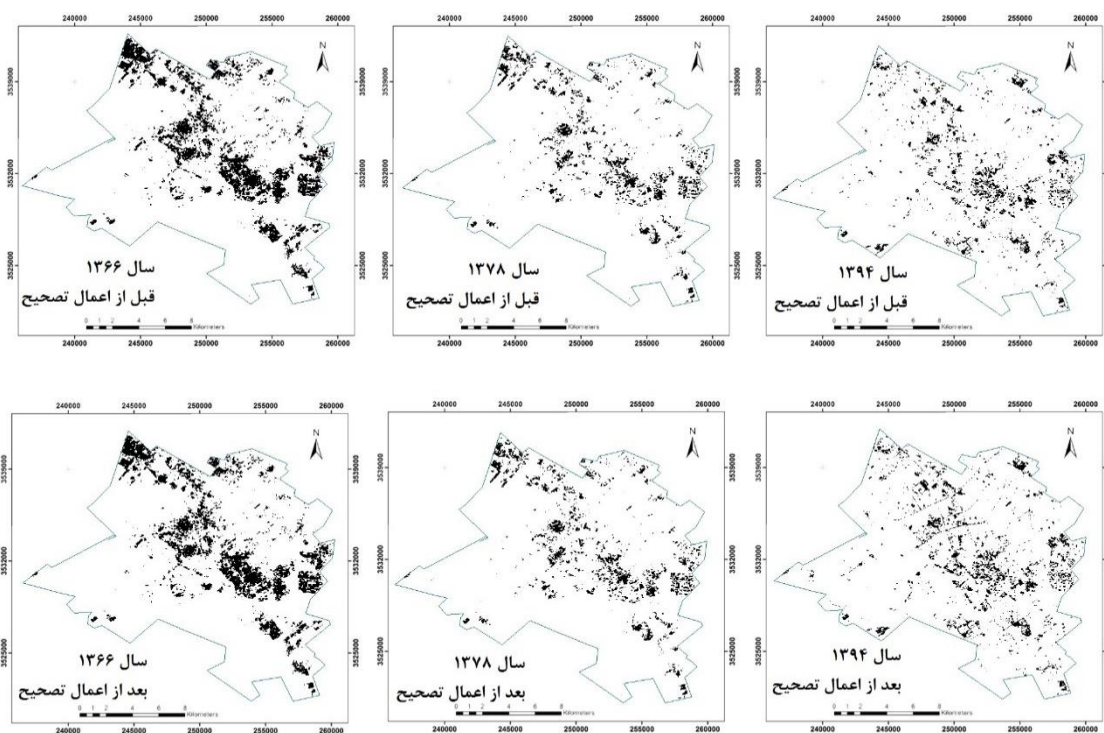
سال ۱۳۷۸

سال ۱۳۹۴

شکل ۲. تغییرات پوشش گیاهی در سالهای مورد مطالعه (ترکیب کاذب رنگی که مناطق دارای پوشش گیاهی با

تن تیره مشخص شده است)

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۳. تغییرات شاخص پوشش گیاهی در سالهای مطالعه شده

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

(درویش صفت، ۱۳۸۸، ص. ۱۶۴)، در همین راستا نقشه‌های موضوعی که از داده‌های دورسنجی استخراج می‌شوند، همواره دارای صحتی بالا و یکسان نخواهند بود. بنابراین، ضروری است که صحت آن‌ها برآورد شود. نتایج ضریب کاپا در جدول (۴)، دقت طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای را نشان می‌دهد که از نظر آماری معنادار است.

پس از تعیین نمونه‌های تعلیمی با استفاده از نقاط و محدوده‌های تعلیمی، جداول خطا، معیارهای صحت کلی، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده و صحت کاربر جهت بررسی دقت شاخص‌های پوشش گیاهی تولیدشده محاسبه شدند که نتایج هر روش در جدول‌های (۲ و ۳ و ۴) آورده شده است. با توجه به این نکته که ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولیدی، به میزان صحت آن بستگی دارد

جدول ۲. ماتریس ارزیابی دقت واقعیت زمینی

| طبقات | استفاده از محدوده پارک‌ها | | استفاده از نقاط پارک‌ها | |
|------------|---------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | درصد دقت | مجموع | درصد دقت | مجموع |
| بدون پوشش | ۷۳/۹۶ | ۹۸/۵۹ | ۶۰ | ۹۹/۸۵ |
| دارای پوشش | ۲۶/۰۴ | ۱/۴۱ | ۴۰ | ۰/۱۵ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۳. ماتریس ارزیابی دقت کاربر و تولیدکننده

| طبقات | دقت تولید کننده (درصد) | | دقت کاربر (درصد) | |
|------------|------------------------|--------------|------------------|--------------|
| | محدوده پارک‌ها | نقاط پارک‌ها | محدوده پارک‌ها | نقاط پارک‌ها |
| بدون پوشش | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵/۹۵ | ۹۹/۷۸ |
| دارای پوشش | ۲۶/۰۴ | ۴۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۴. ماتریس دقت کلی و ضریب کاپا

| نوع نمونه برداری | دقت کلی | ضریب کاپا |
|------------------|---------|-----------|
| محدوده پارک‌ها | ۹۶/۰۰ | ۰/۳۹ |
| نقاط پارک‌ها | ۹۹/۷۸ | ۰/۵۷ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

میزان سرانه فضای سبز شهری را در سال‌های مطالعه شده نشان می‌دهد.

همچنین جهت بررسی و تجزیه و تحلیل میزان تغییرات فضای سبز در هر یک از مناطق سه‌گانه شهر

با توجه به جدول (۵)، مساحت فضای سبز بعد از اعمال تصحیح رادیومتریک، به‌طور میانگین مقدار یک درصد افزایش سطح را نشان می‌دهد. جدول (۶)

یزد، به تفکیک میزان پوشش گیاهی در این مناطق محاسبه شد (جدول ۷). با توجه به جدول (۷)، کمترین مساحت فضای سبز مربوط به منطقه ۳ و بیشترین مقدار آن مربوط به منطقه ۲ در سال ۱۳۶۶ است. بیشترین میزان تخریب فضای سبز در منطقه ۱ و بیشترین میزان تخریب باغات در منطقه ۲ مشاهده می شود. همچنین، با توجه به نتایج، تغییرات فضای سبز در منطقه ۳ مثبت بوده و این افزایش مساحت فضای سبز بیشتر مربوط به فضای سبز شهری است و باغات نقش کمتری دارند

جدول ۵. میزان مساحت فضای سبز شهری (بر حسب هکتار)

| سال مورد مطالعه | | ۱۳۶۶ | ۱۳۷۸ | ۱۳۹۴ |
|-------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| قبل از تصحیح رادیومتریک | بدون باغات | ۱۰۲۷/۳۶ | ۸۲۰/۳۵ | ۷۵۷/۴۴ |
| | به همراه باغات | ۱۲۱۴/۶۴ | ۱۱۱۲/۴ | ۹۴۱/۶۷ |
| بعد از تصحیح رادیومتریک | بدون باغات | ۱۲۲۲/۶۵ | ۱۰۱۷/۰۹ | ۹۵۰/۹۴ |
| | به همراه باغات | ۱۴۲۸/۳۹ | ۱۳۳۷/۱۳ | ۱۱۳۵/۵۳ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۶. سرانه فضای سبز شهری (بر حسب مترمربع)

| سال مورد مطالعه ^۱ | | ۱۳۶۶ | ۱۳۷۸ | ۱۳۹۴ |
|--|----------------|-------|-------|-------|
| سرانه فضای سبز قبل از تصحیح رادیومتریک (مترمربع) | بدون باغات | ۴۱ | ۲۱/۸۸ | ۱۳ |
| | به همراه باغات | ۴۸/۴۷ | ۲۹/۶۸ | ۱۶/۱۶ |
| سرانه فضای سبز بعد از تصحیح رادیومتریک (مترمربع) | بدون باغات | ۷۹/۸۰ | ۲۷/۱۳ | ۱۶/۳۲ |
| | به همراه باغات | ۵۷/۰۱ | ۳۵/۶۷ | ۱۹/۴۸ |

مأخذ: (نگارندگان)

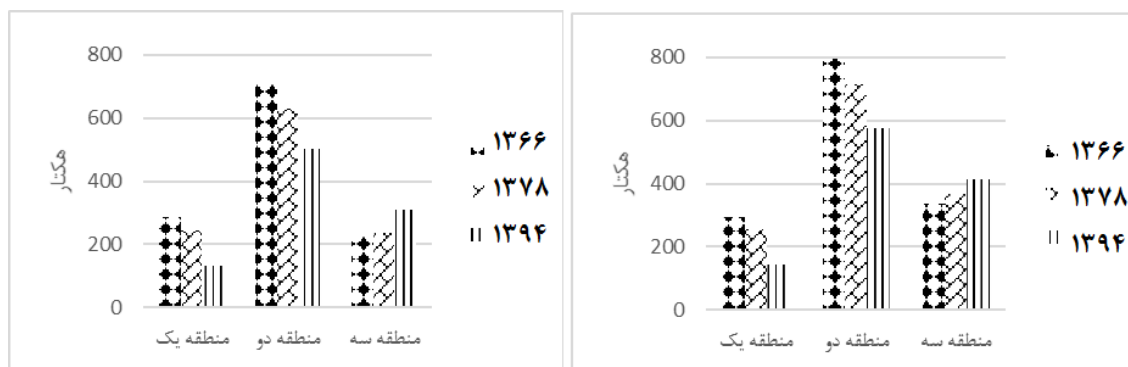
جدول ۷. میزان مساحت فضای سبز شهری استخراج شده هر منطقه از داده های ماهواره (بر حسب هکتار)

| | سال های مورد مطالعه | منطقه یک | منطقه دو | منطقه سه |
|------------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|
| بدون باغات | ۱۳۶۶ | ۲۸۷/۱۹ | ۷۰۵/۸۷ | ۲۲۹/۴۱ |
| | ۱۳۷۸ | ۲۴۴/۶۲ | ۶۳۱/۲۶ | ۲۳۶/۶۱ |
| | ۱۳۹۴ | ۱۳۳/۴۷ | ۵۰۰/۹۴ | ۳۰۷/۹۸ |
| میزان تغییرات از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴* | | ۱۵۳/۷۲- | ۹۵/۰۷- | ۷۸/۵۷+ |
| به همراه باغات | ۱۳۶۶ | ۲۹۵/۶۵ | ۷۹۷/۳۱ | ۳۳۵/۴۳ |
| | ۱۳۷۸ | ۲۵۴/۵۲ | ۷۱۶/۵۸ | ۳۶۶/۱۲ |
| | ۱۳۹۴ | ۱۴۳/۶۴ | ۵۷۷/۱۷ | ۴۱۵/۶۲ |
| میزان تغییرات از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ | | ۱۵۲/۰۱- | ۲۲۰/۱۴- | ۸۰/۱۹+ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

۱. جمعیت شهر یزد در سال ۱۳۶۶ برابر با ۲۵۰۵۵۸ نفر، در سال ۱۳۷۸ برابر با ۳۷۴۷۸۱ نفر و در سال ۱۳۹۴ برابر با ۵۸۲۶۸۲ نفر بوده است.

۲. *علامت (+) و (-) به ترتیب نشان دهنده روند صعودی و نزولی تغییرات است.



شکل ۴. تغییرات فضای سبز به همراه باغات شکل ۵. تغییرات فضای سبز بدون باغات

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

است که از سال ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۹۴ مقدار ۴ درصد کاهش باغات و تغییرات کاربری اراضی باغی به مسکونی و غیره را شاهد بوده‌ایم.

میزان تغییرات باغات در هر منطقه در سال‌های مختلف بررسی شد (جدول ۸). با توجه به جدول (۸)، از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۸ میزان تغییرات باغات در حدود ۳ درصد افزایش یافته است. این در حالی

جدول ۸. میزان مساحت باغات

| سال مطالعه | ۱۳۹۴ | ۱۳۷۸ | ۱۳۶۶ |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| مساحت باغات (هکتار) | ۱۹۳/۹۵ | ۲۲۴/۵۵ | ۲۰۵/۸۳ |
| مساحت باغات نسبت به فضای سبز (درصد) | ۱۴ | ۱۷ | ۱۸ |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

نتایج نشان داد در طول دوره ۳۰ سال گذشته میزان مساحت فضای سبز شهری و تغییرات کاربری و تبدیل باغات به مناطق مسکونی و غیره، ۲۷۱/۷۱ هکتار کاهش داشته است که با نتایج سرکارگر در سال ۱۳۹۳ مطابقت دارد. این در حالی است که جمعیت شهر یزد در طول این دوره ۳۳۲۱۲۴ نفر افزایش داشته است. با توجه به آمار دریافت شده از سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری یزد، علی‌رغم تخریب بخشی از باغات و اراضی کشاورزی جهت توسعه سکونت‌گاه‌ها، روند افزایشی فضای سبز در شهر یزد بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲، افزایش

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مسئله فضای سبز از الزامات زندگی شهری به شمار می‌رود؛ زیرا علاوه بر ارزش‌های جانشین‌نشدنی زیستی مثل تلطیف هوا و تعدیل دما در زیباسازی شهر و حفظ و آرامش و شادابی شهروندان تأثیر مستقیم دارد. در سال‌های اخیر به علت رشد سریع شهرنشینی، کاربری‌های خدمات شهری به طور عام و کاربری فضای سبز به صورت خاص با مشکلات متعددی همچون کمبود سرانه فضای سبز، توزیع نامناسب و ناموزون، مکان‌گزینی نامتناسب و عدم پیش‌بینی چنین فضاها در سطح شهرها مواجه شدند.

چشم‌گیری در حدود ۲۴۳ هکتار داشته است (سرکارگر اردکانی، تقیه و شریف جعفری، ۱۳۹۳).

توجه به مدیریت و رشد فضای سبز در توسعه شهری، امری ممکن بوده که نیاز به آن در سطح کشور کاملاً محسوس است. مدیریت مناسب فضای سبز و توسعه آن همگام با رشد شهرسازی، علاوه بر حفظ محیط‌زیست و ایجاد چشم‌اندازهای مناسب در سطح شهرها، کمک شایانی به جلوگیری از افزایش آلودگی و انتشار ریزگردها نیز می‌کند.

مقایسه جدول‌های (۲، ۳ و ۴) نشان داد، آنالیز دقت به صورت نقطه‌ای (۹۹ درصد) اگرچه نسبت به محدوده‌ای (۹۶ درصد) دارای دقت بالایی است؛ اما از صحت کمتری برخوردار است. بنابراین، در نظر گرفتن نقاط برای آنالیز دقت، اگرچه دارای دقت بالایی است، از واقعیت دورتر است.

شهر یزد شامل سه منطقه شهری بوده که محلات زیادی از منطقه ۱ و ۲ جزء هسته‌های اولیه و قدیمی شهر می‌باشند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جداول (۵ و ۶) میزان فضای سبز مناطق ۱ و ۲ در سال‌های مذکور روندی نزولی داشته است که کمترین میزان آن در سال ۱۳۹۴ است. منطقه ۱ با مساحتی بالغ بر ۴۱۵۸ هکتار (شهرداری منطقه ۱ یزد) ترکیبی از بافت قدیم و جدید (برای مثال، دو محله کوی افشار و کوی فرهنگیان) را شکل می‌دهد و به طور شدیدی با کمبود فضای سبز، فضای آموزشی، تفریحی و فرهنگی روبه‌رو است (پیرنیا، احمدی میل‌سفید، ۱۳۹۳). این در حالی است که توسعه فضاهای سبز در منطقه ۱ نسبت به سال ۱۳۸۵ از روند رو به رشدی برخوردار بوده است؛ ولی نکته

قابل توجه عدم پراکنش مناسب این فضاها در سطح منطقه یک شهر یزد است (تقوایی، حسینی‌خواه و علیزاده اصل، ۱۳۹۳، صص. ۱۴۷-۱۲۹) که نتایج این تحقیق با مطالعات پیرنیا و احمدی میل‌سفید (۱۳۹۳) و تقوایی (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، تغییرات فضای سبز در منطقه ۲ که باغات و فضای سبز آن به دلیل قدمت بالا دارای اهمیت و ارزش زیادی هستند، روند کاهشی داشته که با نتایج مطالعه عزیززی و همکاران که میزان فضای سبز این منطقه را ۵۹۵/۰۱ هکتار در سال ۱۳۸۶ دانسته‌اند، مطابقت دارد.

منطقه ۳ در سال‌های اخیر در پی گسترش و توسعه فیزیکی شهر یزد شکل گرفته است (پیرنیا و احمدی میل‌سفید، ۱۳۹۳). در این منطقه شرایط به‌گونه‌ای متفاوت است. به طوری که برخلاف مناطق ۱ و ۲، در منطقه ۳ روند صعودی فضای سبز را شاهد هستیم و بیشترین میزان افزایش سرانه فضای سبز مربوط به سال ۱۳۹۴ است که این موضوع با توجه به مساحت ۵۴۵۱ هکتاری این منطقه (شهرداری منطقه ۳ یزد) نسبت به دو منطقه دیگر و همچنین محلات جدید و نوساز آن، بیان‌گر اهمیت دادن بیشتر به فضای سبز در منطقه ۳ نسبت به دو منطقه دیگر است. همچنین، هفت مجموعه باغ در منطقه ۳ وجود دارد که مساحتی معادل ۱۰۷/۶۴ هکتار را به خود اختصاص داده‌اند که در این بین باغات منطقه اکبرآباد مساحتی معادل ۲۴/۳۲۲۵ هکتار را در سال ۱۳۹۲ به خود اختصاص داده است (تقوایی، حسینی‌خواه و علیزاده اصل، ۱۳۹۳، صص.

۱۴۷-۱۲۹). در طراحی محلات منطقه ۳، فضاهای مورد نیاز از جمله فضاهای سبز، آموزشی، خدماتی، فرهنگی و تفریحی در نظر گرفته شده است (پیرنیا و احمدی میل سفید، ۱۳۹۳). نتایج این تحقیق با مطالعات پیرنیا و همکاران (۱۳۹۳) و تقوایی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد.

با توجه به اهمیت باغات در ابقای کیفیت محیط زیست (از طریق کاهش آلودگی هوا و غیره)، افزایش منافع اقتصادی، ارتقای ارزش های زیباشناختی (شعبانی، ۱۳۸۵، صص. ۷۶-۶۵)، اثرات روانی-اجتماعی در قالب آرام سازی و نشاط محیط (سعیدی نیا، ۱۳۸۳) و متجلی میراث فرهنگی و نشان دهنده معماری، تمدن و هویت شهری است. امروزه سازوکار مدیریت فضاهای سبز شهری امری بسیار ظریف، مهم و حیاتی است. لازمه حفظ و توسعه فضاهای سبز شهری، داشتن برنامه و خطومشی های صحیح است. به طور کلی، موفقیت سازوکار مدیریت فضاهای سبز شهری مستلزم رعایت اصولی از قبیل ارتقای نقش مردم از طریق آموزش، ارتقای بهره وری اجتماعی فضاهای سبز شهری، ارتقای بهره وری اکولوژیکی فضاهای سبز شهری، بهبود چهارچوب قانونی تصمیم گیری و بهبود چهارچوب مالی است.

پیشنهاد می شود برای احیای باغ ها و اثربخشی مناسب تر آن در سامان دهی منظر شهری، به آزادسازی باغ ها و تدوین ضوابط و بودجه هایی برای نگهداری آنها اقدام شود. همچنین، اهمیت دادن به توزیع عادلانه فضای سبز در سطح منطقه مورد مطالعه، به گونه ای که همه شهروندان بتوانند از فضای سبز در کمترین زمان و با حداقل هزینه استفاده کنند، ضروری است.

توصیه می شود نسبت به معیارهای مکان یابی در برنامه ریزی کاربری اراضی (سازگاری، آسایش، مطلوبیت، سلامتی و استانداردهای ایمنی) توجه شود و از ابزارها و روش های به روز در تجزیه و تحلیل اطلاعات و مکان یابی فضای سبز مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شود. همچنین، پیشنهاد می شود اثرات اجتماعی و روانی فضای سبز شهری و پارک ها بررسی و برای کارشناسان طراحی شهری توجیه و تبیین شود. اقدام جهت تصرف و آماده سازی زمین های باز شهری موجود و احداث پارک در مقیاس محله و ناحیه در محدوده های خارج از نفوذ و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی فضای سبز شهری از دیگر پیشنهاد های ارائه شده است.

کتاب نامه

۱. احمدی ندوشن، م.، سفانیان، ع. و خواجه الدین، س. ج. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات پوشش اراضی شهر اراک با استفاده از سنجش از دور و GIS. علوم و تکنولوژی محیط زیست ۱۶ (۱)، ۳۸۱-۳۹۳.

۲. اسمعیل پور، ن.، ایرجی، س. و دشتا، ف. (۱۳۹۱). سنجش میزان برخورداری نواحی مختلف شهر یزد از خدمات کتابخانه‌های عمومی با استفاده از روش تاکسونومی عددی. *مجموعه مقالات چهارمین همایش برنامه‌ریزی و مدیریت شهری یزد*. مشهد: دانشگاه مشهد.
۳. پیرنیا، م. و احمدی میل سفید، م. (۱۳۹۳). ارزیابی پایداری در مناطق سه‌گانه شهر یزد. *چکیده مقالات اولین همایش ملی عمران، معماری و توسعه پایدار*. یزد: دانشگاه پیام‌نور یزد.
۴. تقوایی، م.، حسینی‌خواه، ح. و علیزاده اصل، ج. (۱۳۹۳). استراتژی توسعه شهری با تأکید بر توانمندسازی محلات شهری (مطالعه موردی: محله اکبرآباد یزد). *آمایش جغرافیایی فضا*، ۶ (۱۵)، ۱۴۷-۱۲۹.
۵. حاتمی‌نژاد، ح.، فرهودی، ر. و محمدپور جابری، م. (۱۳۸۷). تحلیل نابرابری اجتماعی در برخورداری از کاربری‌های خدمات شهری (مورد مطالعه: شهر اسفراین). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۰ (۶۵)، ۷۱-۸۵.
۶. حسین‌زاده دلیر، ک. (۱۳۷۰). کاربری فضای سبز شهری در طرح‌های جامع و اصول طراحی پارک‌ها. *رشد جغرافیا*، ۲۷ (۲۷)، ۱۹-۱۲.
۷. خواجه‌الدین، س. ج.، پورمنافی، س. (۱۳۸۶). تعیین سطح شالیزارهای حاشیه زاینده‌رود در منطقه اصفهان با داده‌های ماهواره IRS. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۳۹ (۳۹)، ۵۱۳-۵۲۷.
۸. درویش صفت، ع. (۱۳۸۸). *درس‌نامه سنجش از دور*. تهران: دانشگاه تهران.
۹. دومیری گنجی، ح.، بابایی، س.، مناجی، س. و رشیدی، ا. (۱۳۸۹). ارزیابی تغییرات فضای سبز منطقه ۲ تهران با استفاده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای. *علوم و فنون منابع طبیعی*، ۵ (۲)، ۲۴-۱۳.
۱۰. ربیعی، ح. ر.، رضائیان، پ. و علی محمدی، ع. (۱۳۸۴). کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *مدرس علوم انسانی*، ۹ (۴)، ۳۲-۱۹.
۱۱. رفیعیان، م.، خدایی، ز. (۱۳۸۸). بررسی شاخص‌ها و معیارهای مؤثر بر رضایتمندی شهروندان از فضاهای عمومی شهری. *نشریه راهبرد*، ۱۸ (۵۳)، ۲۴۸-۲۲۷.
۱۲. زرینه، ا.، نادری خوراسگانی، م. و اسدی بروجنی، ا. (۱۳۹۱). تخمین پوشش مراتع منطقه تنگ صیاد (استان چهار محال و بختیاری) با استفاده از داده‌های ماهواره IRS - P6 LISS- III. *محیط‌شناسی*، ۳۱ (۶۱)، ۱۳۰-۱۱۷.
۱۳. زنگی آبادی، ع. و رخشانی نسب، ح. ر. (۱۳۸۸). تحلیل آماری - فضایی نماگرهای توسعه فضای سبز شهری (مطالعه موردی: مناطق شهر اصفهان). *محیط‌شناسی*، ۳۵ (۴۹)، ۱۱۶-۱۰۵.
۱۴. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان یزد. سالنامه اماری ۱۳۹۳.
۱۵. سپهری، ع. و متقی، و. (۱۳۸۱). کاربرد شاخص‌های گیاهی سنجنده TM در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت‌شده جهان نما گرگان. *منابع طبیعی ایران*، ۵۵ (۲)، ۱۴-۱.
۱۶. سرحدی، ع.، سلطانی، س.، مدرس، ر. (۱۳۸۷). بررسی روند تغییرات توسعه شهر جیرفت و فضای سبز آن با استفاده از داده های TM, IRS, ETM بین سال های ۱۹۸۷-۲۰۰۵. *ویراستاران ادبی (ابوذر دلفار دی، مهدی*

- فتحی، ایمان درینی)، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، صفحات (۳۰۱-۳۰۷).
- جزیره کیش: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور.
۱۷. سرکار گر، ع. و تقیه، م. و شریف جعفری، م. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی شهر یزد و تاثیر آن در روند تعدیل دمایی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست. اولین کنفرانس کاربرد مدل‌های پیشرفته آنالیز مکانی در برنامه ریزی کاربری اراضی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
۱۸. سعیدی‌نیا، ا. (۱۳۷۹). *فضای سبز شهری* (کتاب سبز شهرداری). جلد دوم. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.
۱۹. سعیدی‌نیا، ا. (۱۳۸۳). *فضای سبز شهری*. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
۲۰. شتابی، ش.، عبدی، ا. (۱۳۸۶). تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس با استفاده از داده‌های سنجده +ETM، (منطقه مورد مطالعه: حوزه سرخاب خرم آباد لرستان). *علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان*، ۱۴ (۱)، ۶۰-۵۰.
۲۱. شعبانی، ن. (۱۳۸۵). برنامه‌ریزی سبزراه، تلفیق تفرج و حفاظت از منظر شهری (نمونه موردی: رود دره در تهران). *علوم محیطی*، ۳ (۱۱)، ۷۶-۶۵.
۲۲. شفيعی، ح. و حسینی، س. م. (۱۳۹۱). بررسی پوشش گیاهی به کمک داده‌های ماهواره‌ای در منطقه سیستان. *اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۴ (۱۰)، ۹۱-۱۰۵.
۲۳. ضرابی، ا.، رنجبر، ع. ا. (۱۳۹۲). تحلیلی بر کاربرد فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه ۴ شیراز). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲ (۴)، ۱۵۴-۱۳۵.
۲۴. عبداللهی، ج.، رحیمیان، م. ح. و ثوابی، م. ح. (۱۳۸۶). محدودیت ایجاد پوشش گیاهی توسط تصاویر ماهواره‌های لندست +ETM. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۴ (۳)، ۲۸۹-۳۰۱.
۲۵. علوی پناه، س. ک. (۱۳۸۲). *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (خاک)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۶. علوی پناه، س. ک.، رفیعی‌امام، ع.، حسینی، س. و بیگلر، م. (۱۳۸۶). بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجش از دور. *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۸ (۵۸)، ۹۷-۸۱.
۲۷. فاطمی، س. ب.، رضایی، ی. (۱۳۹۱). *مبانی سنجش از دور*. تهران: انتشارات ازاد.
۲۸. فرزاد مهر، ج.، ارزانی، ح.، درویش صفت، ع. ا. و جعفری، م. (۱۳۸۳). بررسی قابلیت داده‌های ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج پوشش و تولید گیاهی (مطالعه موردی: منطقه نیمه‌استپی حنا - سمیرم). *منابع طبیعی ایران*، ۵۷ (۳)، ۳۳۹-۳۵۲.
۲۹. لطیفی، ه.، اولادی، ج.، ساروئی، س. و جلیلود، ح. (۱۳۸۶). ارزیابی قابلیت ماهواره +ETM جهت تهیه نقشه طبقات پوششی اراضی جنگلی، درختچه‌ای و مرتعی (مطالعه موردی: حوزه نکا - ظالم رود مازندران). *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۱ (۲)، ۴۴۷-۴۳۹.
۳۰. لقائی، ح. ع.، محمد زاده تیتکانلو، ح. (۱۳۷۸). مقدمه‌ای بر مفهوم توسعه شهری پایدار و نقش برنامه ریزی شهری. *هنرهای زیبا*، ۶ (۶)، ۴۳-۳۲.

۳۱. معتمدی، م.، شورای، ر.، دهقانان، الف. و حداد حسن آبادی، م. (۱۳۹۱). ارزیابی وضعیت فضای سبز شهری و مقایسه آن با سرانه‌های استاندارد (نمونه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری مشهد)، *مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری*. مشهد: دانشگاه مشهد.
۳۲. یمانی، م. و مزیدی، ا. (۱۳۸۷). بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجنش از دور. *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۴۰ (۶۴)، ۱-۱۲.
33. Adamchuk, V., Perk, R., & Schepers, J. (2004). EC03-702 precision agriculture: Applications of remote sensing in site-specific management. *Historical materials from university of nebraska-lincoln extension*. Retrieved July 20, 2013, from <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/705>.
34. Darwish, T., & Faour, G. (2008). Rangeland degradation in two watersheds of Lebanon. *Lebanese Science Journal*, 9, 71-80.
35. Drysdale, G., & Metternicht, G. (2003). Remote sensing for site – specific management: Evaluating the potential of digital multi – spectral imagery for monitoring crop variability and weeds within paddocks. Paper presented at 14th International Farm Management Congress, Western Australia, Burswood Convention Centre, Perth.
36. Huete, A. (2004). *Remote sensing for natural resources management and environmental monitoring*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
37. Matsushita, B., Wei, Y., Jin, C., Yuyichi, O., & Guoyn, Q. (2007). Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density cypress forest. *Sensors (Basel)*, 7(11), 2636-2651.
38. Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, H. C. J., & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite –derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Journal of Trends in Ecology and Evolution*, 20(9), 503-510.
39. Weishou, S., Ji, D., Zhang H., Shouguang, Y., Haidong, L., & Naifeng, L. (2011). The response relation between climate change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau, World Academy of Science. *Engineering and Technology, International Science Index* 59, 5(11), 2438- 2444.
40. Yuan, J., & Long, L. (1995). *Study on forest vegetation classification with remote sensing*. Shijiazhuang, China: Hebei Normal University.