



امکان‌سنجی آشکارسازی باغ‌های شهری متروکه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست منطقه مورد مطالعه: شهر همدان

رضا شاه‌حسینی^۲

مسلم درویشی^۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۶/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۱۳

چکیده

با گسترش محدوده شهرها برخی زمین‌هایی که پیش‌ازین سال‌ها با کاربری باغ مورد استفاده قرار می‌گرفتند درون حریم شهرها واقع شده‌اند. اختلاف ارزش زمین با کاربری باغ نسبت به کاربری شهری نظیر مسکونی و تجاری صاحبان باغ‌ها را به سمت تغییر کاربری ترغیب می‌کند. متولیان امور شهری با اعمال قوانین سخت‌گیرانه سعی دارند مانع از تغییر کاربری شوند. بررسی میزان موفقیت این گونه برنامه‌ریزی‌ها، نیازمند بررسی تغییر کاربری زمین‌های قرار گرفته در محدوده شهر در یک بازه زمانی بلندمدت است. در این تحقیق هدف اصلی آشکارسازی باغ‌های شهری متروکه با استفاده از تصاویر چندزمانه ماهواره لندست است. هدف دوم تعیین میزان تغییرات باغ‌های شهری منطقه مورد مطالعه طی ۳۰ سال گذشته است. در این تحقیق بر پایه تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۲۰۱۸ و ۱۹۸۸ برای دامنه شمالی کوهستان الوند در استان همدان و محدوده شهر همدان شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی (NDVI) در کنار دمای سطحی زمین (LST) در ۹ مقطع زمانی در هر سال استخراج شد. به‌طور کلی نتایج تحقیق افزایش دمای سطحی ۴/۷۵ سانتی‌گراد برای منطقه طی ۳۰ سال را نشان می‌دهد، همچنین رابطه معکوس دمای سطحی با شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی مورد تأیید است. بر مبنای تفکیک باغ‌های شهری یک مقایسه بین سال‌های ۲۰۱۸ و ۱۹۸۸ صورت پذیرفت که نتایج حاکی از کاهش ۱۷۵ هکتاری باغ‌های شهری در منطقه مورد مطالعه، معادل کاهش ۴۹ درصدی باغ‌های شهری است. در بخش اصلی تحقیق بر مبنای رفتارسنجی باغ‌های شهری در این دو ویژگی یک شاخص تفکیک برای باغ‌های فعال از متروکه ارائه شده است که پس از بررسی نتایج بر مبنای داده‌های واقعیت زمینی شامل ۲۵ باغ فعال و ۲۵ باغ متروکه، روش پیشنهادی دارای دقت کلی ۸۲٪ و ضریب کاپا ۰/۶۴ است.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، باغ‌های شهری، شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی، دمای سطحی زمین، ماهواره لندست

۱- دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران darvishim@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول) rshahosseini@ut.ac.ir

۱- مقدمه

عدم سودآوری کافی عموماً موجب رها شدن زمین‌ها با کاربری‌های کشاورزی می‌شود (Hatna et al., 2011 & Li et al., 2017). تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها به سایر کاربری‌های غیرطبیعی منجر به تأثیر جدی در تنوع زیستی شده و تغییرات زیست‌محیطی را به همراه خواهد داشت (Isbell et al., 2019 & Munroe et al., 2013).

بررسی میزان متروکه شدن و یا تغییر کاربری‌های مرتبط با کشاورزی و منابع طبیعی توجه محققان بسیاری را به خود جلب کرده که باتوجه به قابلیت ارزیابی مناطق وسیع توسط پردازش تصاویر ماهواره‌ای و بر مبنای روش‌های سنجش از دوری عموماً بر پایه تحلیل تغییرات شاخص تفاضلی پوشش گیاه (NDVI)^۱ صورت پذیرفته است (Yin et al., 2020 & Balew et al., 2020 & Das et al., 2020). تغییر کاربری طبیعی زمین نظیر اراضی کشاورزی، باغ‌ها و جنگل‌ها به محدوده شهری و ایجاد ساختمان تحت عنوان کاربری جدید و تبعات ناشی از آن، مانند تغییر درجه حرارت محیط، دامن‌گیر بسیاری از مناطق مختلف دنیا است (Das et al., 2020 & Xian et al., 2005 & Pal et al., 2017). تغییر کاربری زمین و توسعه شهر برای شهر شیراز از کشور ایران در یک بازه زمانی ۲۰ ساله با ارائه روش جدید به منظور کشف تغییرات و مقایسه با روش‌های مرسوم موجود، موضوع تحقیق دیگری بوده است (Mohammadzade et al., 2017). تغییر کاربری منابع طبیعی به شهر موجب ایجاد تغییرات در دمای سطحی زمین (LST)^۲ و پدیده‌هایی نظیر جزایر حرارتی شهری خواهد شد (Das et al., 2020 & Li et al., 2009). تغییر کاربری تالاب کیاکلا در شهرستان لنگرود از استان گیلان با استفاده از سه شاخص گیاهان، آب و ساختمان در یک بازه ۲۴ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده کاهش کاربری گیاهان و آب در منطقه و در مقابل افزایش شاخص ساختمان بوده است (Pourramezan Gabiyeh et al., 2020).

تحقیق‌های صورت‌پذیرفته ارتباط مستقیم بین دمای سطحی زمین و شاخص تفاضلی نرمال‌شده ساخت‌وساز شهری (NDBI)^۳ را نشان می‌دهند (Das et al., 2020 & Weng et al., 2004). همچنین ارتباط معکوس بین دمای سطحی زمین و شاخص تفاضلی پوشش گیاهی مورد تأیید است (Das et al., 2018 & Madanian et al., 2018 & Peng et al., 2018). به بیان دیگر هرچقدر کاربری طبیعی زمین تغییر کرده و وسعت مناطق شهری افزایش یافته دمای سطحی محیط نیز افزایش داشته است (Das et al., 2020). سری ماهواره‌های لندست باتوجه به دوره طولانی تصویربرداری از زمین توسط سنجنده‌های چندطیفی و حرارتی یکی از مهم‌ترین منابع داده برای پایش زمین در زمینه تغییرات کاربری بر مبنای تغییرات دمای سطحی و شاخص‌های نرمال‌شده پوشش گیاهان و توسعه شهری بوده‌اند (Das et al., 2020 & Wang et al., 2018 & Zha et al., 2003).

کشف تغییرات و برنامه‌ریزی برای مدیریت وضع موجود برای جلوگیری از وارد آمدن آسیب‌های بیشتر به طبیعت و تهدید سلامت گونه‌های مختلف جانوری و کاهش کیفیت زندگی انسان‌ها موضوع تحقیق‌های مختلفی قرار گرفته است (Tao et al., 2012 & Nink et al., 2019). ارائه روشی نوین برای کشف تغییرات بر پایه ترکیب چند تابع هزینه مختلف موجب بهبود دقت در حدود ۲ تا ۱۱ درصد نسبت به روش‌های مرسوم در کشف تغییرات دریاچه‌ای در منطقه آلاسکا شده است (Khanbani et al., 2020). روش‌های سنجش از دوری پردازش تصاویر ماهواره‌ای علاوه بر استخراج محدوده مناطق پوشیده شده توسط درختان می‌توانند در بسیاری از مسائل جزئی‌تر نظیر تعیین سن درختان، نوع محصولات و تنش‌های موجود در رابطه با سلامت درختان نیز کاربرد داشته باشند (Chen et al., 2018 & Beckschäfer, 2017 & Chen et al., 2019).

شناسایی درختان شهری بر پایه رفتار سبزی‌نگی آن‌ها در دوره شروع جوانه‌زدن تا برگ‌ریزان با تولید نمودار شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی مورد مطالعه پژوهش‌های متعدد بوده است. در یک کار پژوهشی با استفاده از سری

1- Normalized Difference Vegetation Index

2- Land Surface Temperature

3- Normalized Difference Built-up Index

مدیران شهری را متقاعد به تغییر کاربری کنند، مشخص کنیم. نوآوری این پژوهش ارائه یک شاخص به‌منظور تفکیک باغ‌های متروکه از باغ‌های فعال بر مبنای رفتار سالیانه شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی است. هدف دیگر و به‌نوعی هدف فرعی این تحقیق پایش تغییرات منطقه مورد مطالعه طی یک بازه زمانی ۳۰ ساله از نظر تغییر کاربری از باغ به فضای شهری است که در همه موارد از تصاویر سنجنده‌های مختلف سری ماهواره لندست استفاده شده است. ضمناً در نتایج این تحقیق تغییر الگوی رفتاری دمای سطحی زمین با توجه به تغییر کاربری نیز مورد بررسی قرار گرفته است و با نگاه به روند تغییرات شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی در کنار دمای سطحی زمین موضوع تأثیر تغییر کاربری بر تغییرات دمای سطحی مورد بررسی قرار گرفت.

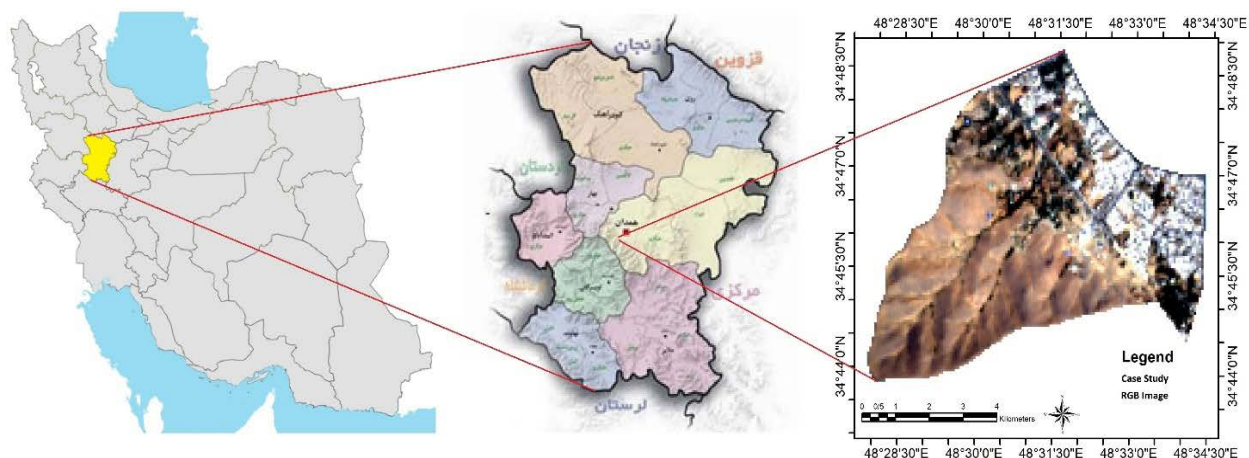
۲- منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

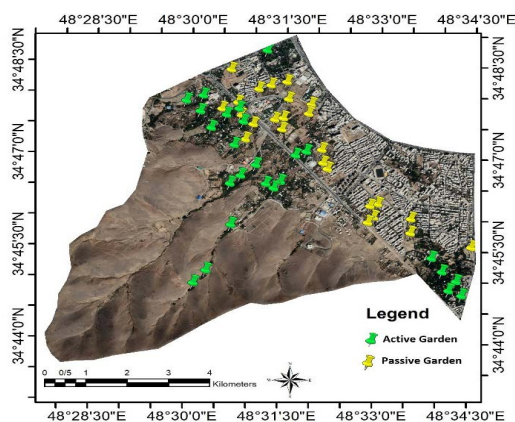
منطقه مورد مطالعه بخشی از دامنه شمالی کوهستان الوند را شامل می‌شود که به بخش جنوبی شهر همدان محدود شده است. این منطقه محدود به عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی است. نگاره (۱) موقعیت منطقه مورد نظر را نمایش می‌دهد.

زمانی تصاویر ماهواره‌ای سنتینل شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی برای درختان شهری در یک بازه یک‌ساله استخراج شده است و براساس بیشینه مقدار این شاخص در بازه روزهای ۱۵۰ تا ۲۰۰ به تفکیک و شناسایی درختان شهری پرداخته‌اند (Granero-Belinchon et al., 2020). در تحقیق دیگر محققان با مدل‌سازی شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی برای درختان جنگلی ناحیه‌ای از کشور ایتالیا در بازه زمانی ۱۸ ماهه باتکیه بر وقوع بیشینه این شاخص در بازه زمانی روزهای ۲۰۰ تا ۲۵۰ به نقشه‌برداری از درختان جنگلی پرداخته‌اند (Spadoni et al., 2020). بررسی بیشینه سالیانه شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی و زمان وقوع آن برای شناسایی محصولات کشاورزی متعدد موضوع تحقیق دیگری بوده که براساس حد آستانه‌گذاری متناسب با محصولات مختلف به تفکیک محصولات کشاورزی پرداخته شده است (Huang et al., 2019).

در تحقیق حاضر به‌عنوان هدف اصلی به دنبال این هستیم که بر پایه تحلیل سالانه شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی و همچنین تغییرات دمای سطحی زمین یک شاخص برای تفکیک باغ‌های فعال شهری از باغ‌های متروکه ارائه دهیم تا بتوان باغ‌هایی که با هدف تغییر کاربری به‌صورت عمدی در محدوده‌های شهری مورد عدم رسیدگی قرار می‌گیرند در طی یک محدوده زمانی بلندمدت درختان از بین رفته و



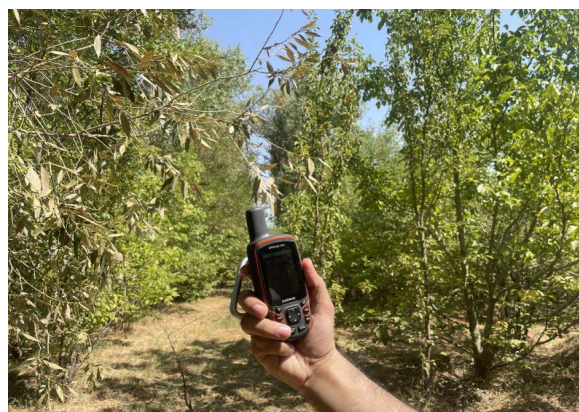
نگاره ۱: منطقه مورد مطالعه



نگاره ۲: موقعیت داده‌های واقعیت زمینی



ب



الف

نگاره ۳: الف: یک نمونه باغ فعال، ب: یک نمونه باغ متروکه

به حال خود رها شده است و آبیاری منظمی برای آن صورت نمی‌پذیرد تحت عنوان باغ متروکه و باغ‌هایی که با هدف دستیابی به محصول مورد استفاده قرار گرفته‌اند و به صورت منظم آبیاری شده و نگهداری می‌شوند باغ‌های فعال نامیده می‌شود. منطقه مورد مطالعه با توجه به قرارگیری در محدوده شهر و قیمت بسیار بالای زمین در این مناطق با کاربری مسکونی و تجاری از دیرباز مورد بی‌مهری باغ‌داران برای خشک کردن باغ‌های فعال با هدف تغییر کاربری در بلندمدت بوده است.

داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش مربوط به داده‌های سری زمانی سنجنده‌های ^۲OLI و ^۳TIRS

به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم ارائه شده تعداد ۲۵ باغ فعال و ۲۵ باغ متروکه در منطقه بر مبنای روش‌های میدانی استخراج شده است که نگاره (۲) موقعیت داده‌های واقعیت زمینی در منطقه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

داده‌های واقعیت زمینی شامل ۲۵ باغ فعال و ۲۵ باغ متروکه به صورت بازدید میدانی و با استفاده از GPS^۱ دستی گارمین مدل 62S مورد برداشت قرار گرفت به گونه‌ای که با حضور در موقعیت باغ‌های متروکه و فعال برداشت مختصات صورت پذیرفت. نگاره (۳) نمونه‌ای از باغ‌های فعال و متروکه را نمایش می‌دهد. در این تحقیق باغی که

2- Operational Land Imager

3- Thermal Infrared Sensor

1- Global Positioning System

آن بوده است. این منطقه باتوجه به ارزش بالای زمین‌های آن از نظر گسترش شهر و تمایل به تغییر کاربری از باغ به مسکونی و تجاری در سال‌های متمادی مورد توجه مدیران شهری بوده است و همواره از روش‌های سنتی برای جلوگیری از ساخت‌وساز در محدوده باغ‌های این منطقه استفاده شده است ولی در عمل عدم‌کارایی روش‌های سنتی در پایش و جلوگیری از تغییر کاربری ثابت شده است و امروزه شاهد تغییرات بسیار عمده در کاربری آن هستیم که نتایج این پژوهش نیز تغییرات کاربری گسترده طی ۳۰ سال گذشته را اثبات می‌کند.

۳- روش‌شناسی

۳-۱- مدل مفهومی روش پیشنهادی

در این بخش به تشریح فلوچارت روش پیشنهادی (نگاره ۴) و مبانی تحلیلی آن پرداخته خواهد شد.

بر مبنای فلوچارت روش پیشنهادی شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی و دمای سطحی زمین برای همه مقاطع تصاویر ماهواره‌ای در سال ۲۰۱۸ و ۱۹۸۸ استخراج می‌شود، از این جا به بعد دو هدف مجزا پیگیری می‌شود:

۱. ارائه یک شاخص برای تفکیک باغ‌های شهری فعال از متروکه

۲. مقایسه سطح باغ‌های فعال در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ مطابق با روش پیشنهادی، به‌منظور تحقق هدف اول و تفکیک باغ‌های فعال از متروکه در سال ۲۰۱۸ در نُه مقطع زمانی دمای سطحی زمین و شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی محاسبه می‌شود و الگوی رفتاری این دو مؤلفه در طول سال برای باغ‌های فعال و متروکه مورد بررسی قرار می‌گیرد و بر مبنای رفتار شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی در طول سال یک شاخص نهایی برای تفکیک باغ‌های فعال از متروکه ارائه می‌شود، این موضوع در بخش ۳-۴ تشریح خواهد شد. برای دستیابی به هدف دوم و تهیه نقشه تغییرات ۳۰ ساله باغ‌های فعال منطقه مورد مطالعه سری زمانی شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش

ماهواره لندست ۸ برای سال ۲۰۱۸ و سنجنده TM^۲ ماهواره لندست ۵ برای سال ۱۹۸۸ است. باتوجه به قدرت تفکیک زمانی ۱۶ روزه هر دو ماهواره دوره مطالعه موردنظر از میانه اسفند تا میانه مهر سال بعد در نظر گرفته شد که در سال ۲۰۱۸ سیزده مقطع زمانی قابل دریافت بود. چهار مقطع به دلیل پوشش ابر بسیار بالای منطقه مورد مطالعه حذف شده و پردازش‌ها بر روی نُه مقطع زمانی باقیمانده صورت پذیرفت. نُه مقطع زمانی معادل در سال ۱۹۸۸ نیز مورد استفاده قرار گرفت، ضمناً یا توجه به موقعیت کوهستانی منطقه و وضعیت آب‌وهوایی در پنج ماه از سال درختان عاری از برگ و سبزی‌نگی بوده و عملاً بازه مورد استفاده مربوط به شروع جوانه‌زدن برگ درختان در اواخر زمستان تا برگ‌ریزان درختان در اوایل پاییز است.

جدول ۱: تاریخ اخذ داده‌های ماهواره‌ای

سال	۱۳۹۷	۱۳۶۷
ماهواره	لندست ۸	لندست ۵
سنجنده	OLI & TIRS	TM
تاریخ اخذ تصویر	۲۹ اسفند ۱۳۹۶	۲۷ اسفند ۱۳۶۶
	۱۶ فروردین ۱۳۹۷	۱۳ فروردین ۱۳۶۷
	۱۸ خرداد ۱۳۹۷	۱۴ اردیبهشت ۱۳۶۷
	۳ تیر ۱۳۹۷	۱۵ خرداد ۱۳۶۷
	۱۹ تیر ۱۳۹۷	۳۱ خرداد ۱۳۶۷
	۲۰ مرداد ۱۳۹۷	۱۶ تیر ۱۳۶۷
	۵ شهریور ۱۳۹۷	۱ مرداد ۱۳۶۷
	۲۱ شهریور ۱۳۹۷	۱۷ مرداد ۱۳۶۷
	۶ مهر ۱۳۹۷	۲ شهریور ۱۳۶۷

جدول (۱) تاریخ اخذ داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در سال‌های ۲۰۱۸ (۱۳۹۷ هجری شمسی) و ۱۹۸۸ (۱۳۶۷ هجری شمسی) را نمایش می‌دهد.

لازم به ذکر است که انتخاب منطقه مورد مطالعه باتوجه به دانش قبلی از وضعیت آن و تغییر کاربری بسیار گسترده در

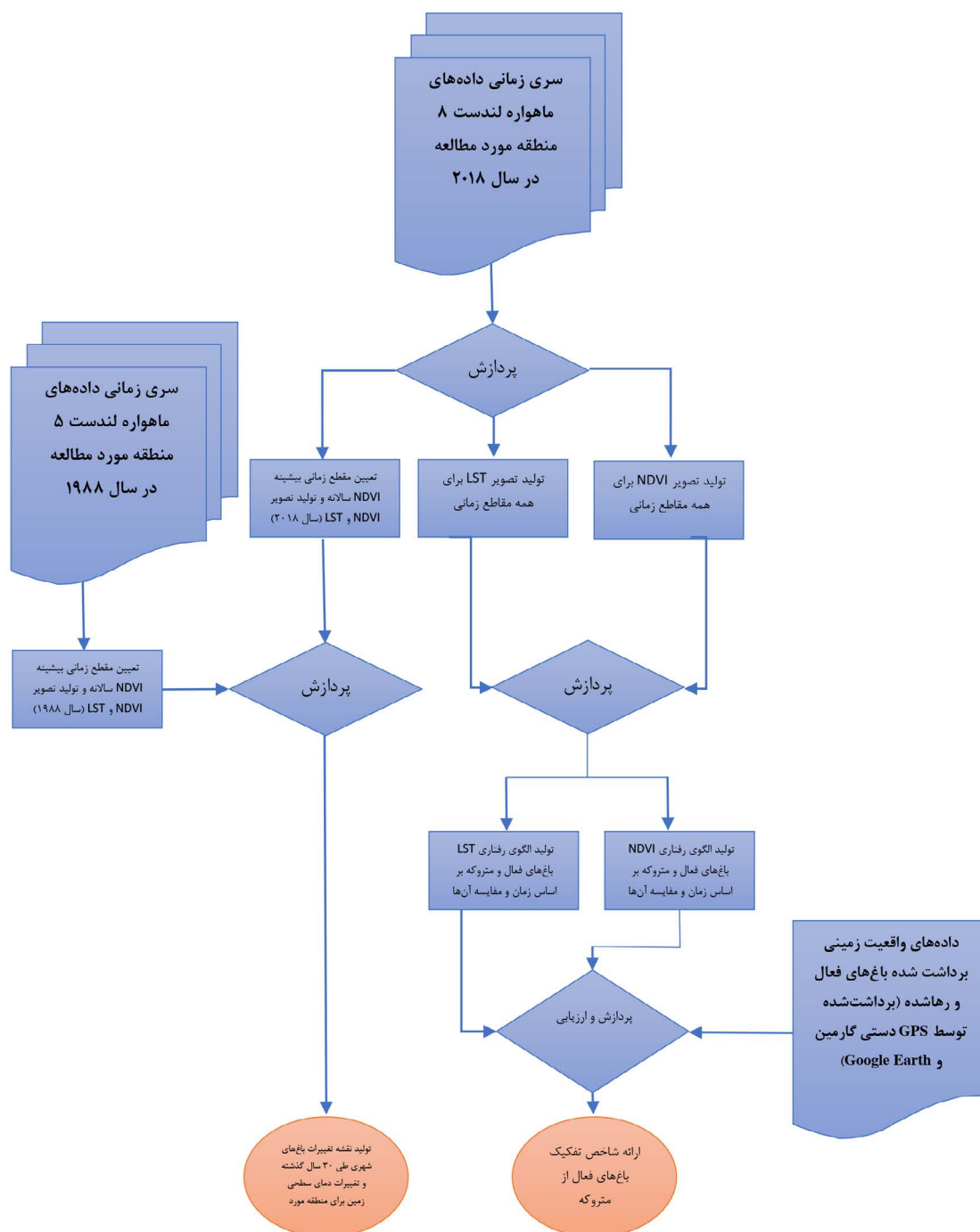
1- Landsat 8

2- Thematic Mapper

3- Landsat 5

گیاهی برای هر سال در نه مقطع زمانی مورد ارزیابی قرار گرفته و نقشه باغ‌ها در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ استخراج می‌شود و با مقایسه آن‌ها میزان تغییر مساحت و درصد تغییرات در کلاس باغ‌ها به دست می‌آید.

۳-۲- شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی
در میان شاخص‌های شناسایی گیاهی مختلف، شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی پرکاربردترین شاخص در تحلیل پوشش گیاهی و تعیین میزان توزیع آن بر روی سطح



نگاره ۴: مدل مفهومی روش پیشنهادی

باتوجه به اینکه هر پیکسل می‌تواند ترکیبی از چندین ماده مختلف باشد برای محاسبه آن از شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی و نسبت گیاهی^۲ استفاده می‌شود (Jin et al., 2015).

نسبت گیاهی (P_v) از رابطه (۳) قابل محاسبه است.

$$P_v = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه (۳) از بیشینه و کمینه NDVI منطقه استفاده می‌شود. در نهایت می‌توان با استفاده از رابطه (۴) میزان گسیلمندی سطح (۴) را محاسبه نمود (Sobrino et al., 2004).

$$\varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_s, & NDVI < 0.2 \\ \varepsilon_v P_v + \varepsilon_s (1 - P_v) + C_e, & 0.2 \leq NDVI \leq 0.5 \\ \varepsilon_v + C_e, & NDVI > 0.5 \end{cases}$$

رابطه (۴)

در رابطه (۴) ε_s گسیلمندی خاک، ε_v گسیلمندی گیاهان و C_e توزیع هندسی سطح خواهد بود (Sobrino et al., 2004).

۳-۳-۳- محاسبه دمای درخشندگی^۳

دمای درخشندگی یک دمای واقعی است که توسط سنجنده ماهواره‌ای تحت تئوری گسیلمندی مشاهده می‌شود (Chander et al., 2009).

این دما براساس معادله پلانک^۴ مطابق با رابطه (۵) محاسبه می‌شود (Tan et al., 2010).

$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در رابطه (۵) BT دمای درخشندگی، K1 و K2 ثابت‌های کالیبراسیون سنجنده و L_λ رادیانس طیفی است.

۳-۳-۴- تخمین دمای سطحی زمین

با استفاده از رابطه (۶) می‌توان بر مبنای تک باند حرارتی دمای سطحی زمین را تخمین زد (Avdan et al., 2016).

زمین است (Gandhi et al., 2015).

شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی از طریق رابطه (۱)

محاسبه می‌شود (Townshend et al., 1986).

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱) NDVI شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی، NIR معادل بازتابندگی باند مادون‌قرمز نزدیک در تصاویر سنجنده‌های OLI و TM ماهواره‌های لندست ۸ و ۵ است و R معادل بازتابندگی باند قرمز این سنجنده‌ها خواهد بود. این شاخص همواره عددی بین ۰ تا ۱ را ارائه می‌دهد که اعداد نزدیک به ۱ نشان‌دهنده پوشش گیاهی متراکم است.

۳-۳-۲- دمای سطحی زمین

برای محاسبه دمای سطحی زمین در ماهواره لندست ۵ از باند ۶ حرارتی سنجنده TM و در ماهواره لندست ۸ از باند ۱۰ سنجنده TIRS استفاده شده است. به‌منظور محاسبه دمای سطحی زمین از روی درجات روشنایی ثبت شده مراحل زیر طی شده است:

۳-۳-۱- محاسبه رادیانس

بر مبنای رابطه (۲) رادیانس پیکسل‌های تصویر در ماهواره لندست محاسبه شده است (Landsat 8 (L8) Data Users Handbook, 2016).

$$L_\lambda = M_\lambda Q_{cal} + A_\lambda \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۲) L_λ رادیانس و مقادیر M_λ و A_λ در داده همراه با تصویر ارائه شده است و Q_{cal} مقدار درجه روشنایی ثبت شده برای هر پیکسل است.

۳-۳-۲- محاسبه گسیلمندی سطحی زمین^۱

گسیلمندی در واقع نسبت رادیانس تابشی یک جسم به جسم سیاه هم‌دمای خود است که در تصاویر ماهواره‌ای

2- Proportion of Vegetation

3- Brightness Temperature

4- Planck's Equation

1- Emissivity

بررسی در طول دوره یک ساله است، در این رابطه مقادیر بیشینه و کمینه NDVI سالیانه برای تک تک باغ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به بیان دیگر ابتدا بر مبنای رفتار سالیانه NDVI و LST باغ‌های شهری از سایر کلاس‌های موجود در منطقه مورد مطالعه تفکیک شده سپس برای هر پیکسل باغ با استفاده از رابطه (۷) و یک حد آستانه به باغ برچسب فعال یا متروکه زده خواهد شد. این رابطه بر مبنای تحلیل رفتار سالانه NDVI برای باغ‌های فعال و متروکه ارائه شده است و حد آستانه باتوجه به بهترین نتیجه در تفکیک برای داده‌های ارزیاب صورت می‌پذیرد.

با دقت در رفتار NDVI و LST باغ‌های فعال و متروکه تفاوت معناداری بین رفتار LST مشاهده نشد ولی در رابطه با NDVI باغ‌های فعال و غیرفعال رفتار کاملاً متفاوتی را شاهد بودیم. در زمینه دمای سطحی زمین رفتار باغ‌های فعال و متروکه از یک الگوی کاملاً مشابه تبعیت کرده و صرفاً باغ‌های فعال در فصل گرم سال دمایی در حدود ۲ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر از باغ‌های متروکه را تجربه می‌کنند.

در رابطه (۷) حد آستانه پیشنهادی ۰/۲۵ است و باغ‌های با NDGI بزرگ‌تر از حد آستانه به عنوان باغ‌های فعال و در مقابل باغ‌های با NDGI کمتر از ۰/۲۵ به عنوان باغ‌های متروکه برچسب‌گذاری شده‌اند. این حد آستانه با ارزیابی نتایج و اعمال شاخص طراحی شده بر روی داده‌های ارزیاب به دست آمده است. نتایج حاصل از حد آستانه‌گذاری‌های مختلف در جدول (۲) ارائه شده است. مطابق با نتایج ارائه شده در جدول (۲) بهترین تفکیک‌پذیری در حد آستانه ۰/۲۵ صورت می‌پذیرد.

نگاره (۵) رفتار سالانه NDVI باغ‌های فعال و متروکه در سال ۲۰۱۸ را نمایش می‌دهد. نمودار آبی رنگ مربوط به باغ‌های فعال و نمودار نارنجی رنگ مربوط به باغ‌های متروکه است. با دقت در رفتار سالانه این دو گونه باغ مشخص می‌شود که تغییرات بین بیشینه و کمینه NDVI برای باغ‌های متروکه نسبت به باغ‌های فعال بسیار کمتر است.

$$LST = \frac{BT}{1 + \left[\left(\frac{\lambda BT}{\rho} \right) \ln \epsilon \lambda \right]} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در رابطه (۶) اگر λ طول موج مورد استفاده در باند حرارتی بر حسب میکرومتر باشد، BT دمای درخشندگی، ϵ گسیلمندی، دمای سطحی زمین (LST) بر حسب کلون قابل محاسبه است.

۳-۴- شاخص تفاضلی نرمال شده باغ^۱

همان‌طور که در چارت پیشنهادی (نگاره ۴) قابل مشاهده است در هر سال در بازه مناسب بررسی وضعیت باغ‌های منطقه (اواخر زمستان تا اوایل پاییز) در نه مقطع زمانی که منطقه عاری از پوشش ابر بوده، تصویر ماهواره‌ای اخذ شده است. بر مبنای تصاویر سری زمانی نه‌گانه، برای هر دوره بیشینه NDVI و کمینه آن محاسبه شده است، نگاره (۵) رفتار سالیانه NDVI را برای باغ‌های فعال و متروکه در نه مقطع زمانی نمایش می‌دهد. با دقت در این رفتار مشاهده می‌شود که تغییرات NDVI برای باغ‌های فعال نسبت به باغ‌های متروکه در طول سال تغییرات کمتری دارد به بیان دیگر اختلاف بین بیشینه NDVI و کمینه NDVI در طول سال برای باغ‌های فعال نسبت به باغ‌های غیرفعال بسیار بالاتر است. این نکته مبنای طراحی شاخص تفکیک قرار گرفته است؛ لذا بر مبنای مقادیر بیشینه و کمینه شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی منطقه طی یک دوره یک ساله رابطه (۷) برای تفکیک باغ‌های فعال از غیرفعال ارائه می‌شود.

$$NDGI = \frac{NDVI_{max} - NDVI_{min}}{NDVI_{max} + NDVI_{min}} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در رابطه (۷) NDGI شاخص تفاضلی نرمال شده باغ برای تفکیک باغ‌های فعال از باغ‌های متروکه است، $NDVI_{max}$ مقدار بیشینه NDVI برای باغ مورد بررسی در طول دوره یک ساله و $NDVI_{min}$ مقدار کمینه NDVI برای باغ مورد

1- NDGI: Normalized Difference Garden Index

جدول ۲- تغییرات دقت کلی تفکیک باغ‌ها با انتخاب حد آستانه‌های متفاوت

حد آستانه	۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
دقت کلی	۰/۵	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۶۴	۰/۵۶	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

رابطه (۱۰)

$$F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

رابطه (۱۱)

$$K = \frac{2 * ((TP * TN) - (FN * FP))}{(TP + FP) * (FP + TN) + (TP + FN) * (FN + TN)}$$

رابطه (۱۲)

$$Commission = 1 - Precision$$

رابطه (۱۳)

$$Omission = 1 - Recall$$

رابطه (۱۴)

در روابط ۸ تا ۱۴، P تعداد نمونه‌های کلاس هدف، N تعداد نمونه‌های کلاس زمینه، TP تعداد نمونه‌های کلاس هدف که به درستی برچسب هدف خورده‌اند، FP تعداد نمونه‌های کلاس زمینه که به غلط برچسب هدف خورده‌اند، TN تعداد نمونه‌های کلاس زمینه که به درستی برچسب زمینه خورده‌اند، FN تعداد نمونه‌های کلاس هدف که به غلط برچسب زمینه خورده‌اند و تعداد نمونه‌ها در هر تصویر برابر تعداد پیکسل‌های تصویر است.

روابط (۸) تا (۱۴) دقت کلی^۱، دقت آشکارسازی کلاس هدف^۲ یا دقت کاربر^۳، میزان حساسیت^۴ یا دقت تولیدکننده^۵، امتیاز F1^۶، خطای آمیختن^۷، خطای کامیشتن^۸ و ضریب کاپا^۹ را نشان می‌دهد (He et al., 2013).

1- Overall Accuracy

2- Precision

3- User's Accuracy

4- Recall or Sensitivity

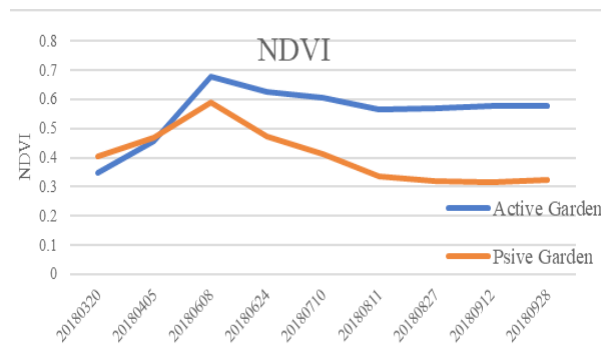
5- Producer's Accuracy

6- F1 Score

7- Omission Error

8- Commission Error

9- Kappa Coefficient



نگاره ۵: رفتار سالانه NDVI باغ‌های فعال و متروکه

۳-۵- شاخص‌های ارزیابی

هرگونه مدل‌سازی و طبقه‌بندی همواره با مقادیر اجتناب‌ناپذیر از خطاها همراه است. به‌منظور ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی برای تفکیک باغ‌های فعال از باغ‌های متروکه نیازمند ارزیابی دقت بر مبنای داده‌های واقعیت زمینی هستیم، همان‌گونه که در بخش ۲ اشاره شد تعداد ۵۰ باغ شامل ۲۵ باغ فعال و ۲۵ باغ متروکه از طریق بازدید میدانی و برداشت مختصات شناسایی شدند و در نهایت با اعمال روش پیشنهادی بر تصاویر ماهواره‌ای برای هر یک از این باغ‌ها برچسب فعال یا متروکه اعمال شد. لذا بر پایه اطلاعات به‌دست‌آمده می‌توان ماتریس خطاها و ابهام را برای کلاس‌های موردنظر تشکیل داده و به ارزیابی دقت روش پیشنهادی پرداخت.

در ادامه مهم‌ترین پارامترهای ارزیابی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند بررسی شده و نتایج ارائه خواهد شد.

$$OA = \frac{TP + TN}{P + N}$$

رابطه (۸)

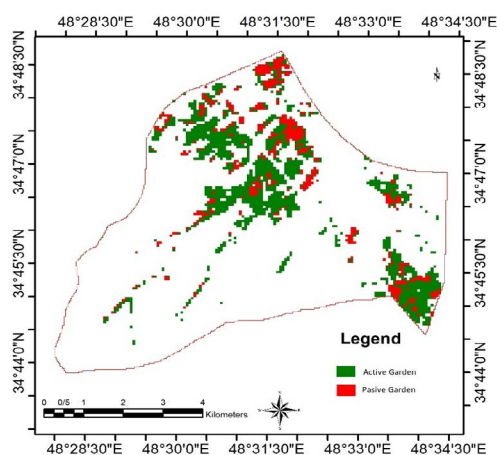
$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

رابطه (۹)

۴- پیاده‌سازی

تعریف شاخص تفکیک باغ‌های فعال از متروکه صرفاً بر مبنای رفتار NDVI سالانه یک شاخص تعریف شده است که در رابطه (۷) ارائه شد. در این رابطه حد آستانه ۰/۲۵ برای تفکیک باغ‌های فعال از متروکه اعمال شده است.

نگاره (۷) نقشه باغ‌های فعال و متروکه بر مبنای روش پیشنهادی را نمایش می‌دهد. در نگاره (۷) باغ‌هایی که توسط شاخص فعال تشخیص داده شده‌اند به رنگ سبز و باغ‌هایی که متروکه تشخیص داده شده‌اند به رنگ قرمز نمایش داده شده است. ارزیابی شاخص پیشنهادی بر مبنای داده‌های واقعیت زمینی در بخش ۵ ارائه می‌شود.



نگاره ۷: تفکیک باغ‌های فعال از متروکه

۴-۲- تغییرات باغ‌های شهری در بازه ۳۰ ساله

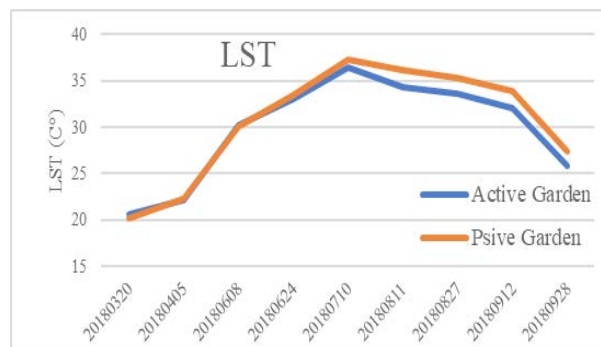
به عنوان هدف دوم و فرعی تحقیق به دنبال تغییر کاربری باغ‌های شهری در منطقه مورد مطالعه طی بازه زمانی ۳۰ ساله از ۱۹۸۸ الی ۲۰۱۸ هستیم، برای این منظور ابتدا بر مبنای رفتار NDVI و LST سالانه در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ به تهیه نقشه باغ‌های شهری در این سال‌ها می‌پردازیم.

نگاره (۸-الف) و نگاره (۸-ب) به ترتیب نقشه باغ‌های شهری در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ را ارائه می‌دهند. نگاره (۹) و (۱۰) به ترتیب نمایش گرافیکی از تغییرات باغ‌های شهری در بازه ۳۰ ساله و نمودار مقایسه تغییرات مساحت باغ‌ها در این بازه را نمایش می‌دهد. در نگاره (۹) پیکسل‌های آبی رنگ تغییر

باتوجه به اهداف تعریف شده برای پژوهش پیش رو، پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی را در دو بخش تفکیک باغ‌های فعال از متروکه و مقایسه مساحت باغ‌های شهری در یک بازه زمانی ۳۰ ساله پیش می‌بریم.

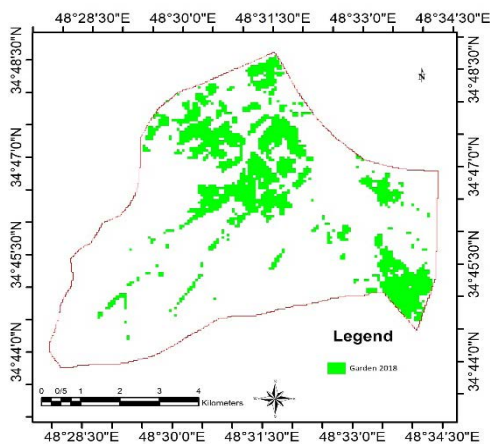
۴-۱- تفکیک باغ‌های فعال از متروکه

همان‌گونه که در بخش قبل توضیح داده شد، هدف اصلی این تحقیق ارائه یک راهکار به منظور تفکیک باغ‌های فعال از متروکه در فضای شهری است. برای حصول به این نتیجه در سال ۲۰۱۸ رفتار NDVI و LST باغ‌های شهری منطقه مورد مطالعه، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت که نگاره (۵) رفتار NDVI و نگاره (۶) رفتار LST باغ‌های فعال و متروکه را نمایش می‌دهد. در این نگاره‌ها نمودار آبی رنگ مربوط به باغ‌های فعال و نمودار نارنجی رنگ مربوط به باغ‌های متروکه است.

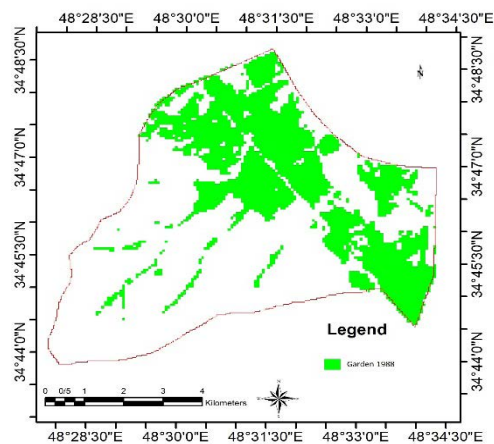


نگاره ۶: رفتار سالانه LST باغ‌های فعال و متروکه

همان‌گونه که از نگاره‌های (۵) و (۶) برمی‌آید، الگوی رفتاری LST باغ‌های فعال و متروکه بسیار به یکدیگر شباهت داشته و صرفاً در فصل‌های گرم سال باغ‌های فعال دمایی در حدود ۲ درجه سانتی‌گراد کمتر نسبت به باغ‌های متروکه دارند. این در حالی است که رفتار NDVI باغ‌های فعال و متروکه از الگوهای کاملاً متفاوتی تبعیت می‌کند. لذا از ویژگی دمایی و سبزی‌نگی باغ‌ها برای طبقه‌بندی و جداسازی اولیه از سایر کلاس‌ها استفاده شده است و برای



ب



الف

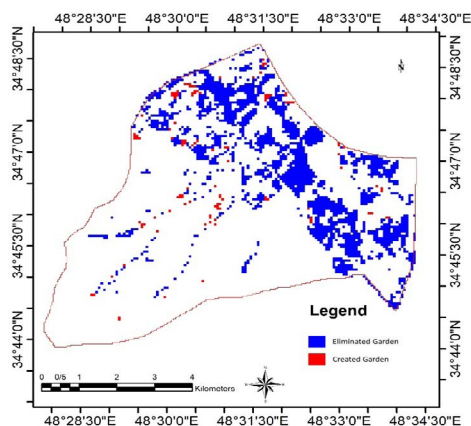
نگاره ۸: نقشه باغ‌های شهری در سال ۱۹۸۸ (الف) و ۲۰۱۸ (ب)

نکته دیگر که از روند تغییرات حرارتی و سبزی‌نگی منطقه مورد مطالعه قابل استخراج است بحث کاهش سبزی‌نگی منطقه و افزایش دما طی ۳۰ سال مورد بحث است. مشاهده می‌شود که میزان شاخص NDVI منطقه طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ با کاهش روبرو بوده، این در حالی است که شاهد افزایش LST منطقه در حدود ۴/۷۵ درجه سانتی‌گراد طی این ۳۰ سال هستیم.

نگاره (۱۰) میانگین NDVI و LST در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ را نمایش می‌دهد و در نگاره (۱۱) روند تغییرات NDVI و LST سالیانه را برای هر یک از سال‌های مورد بحث مشاهده می‌کنیم.

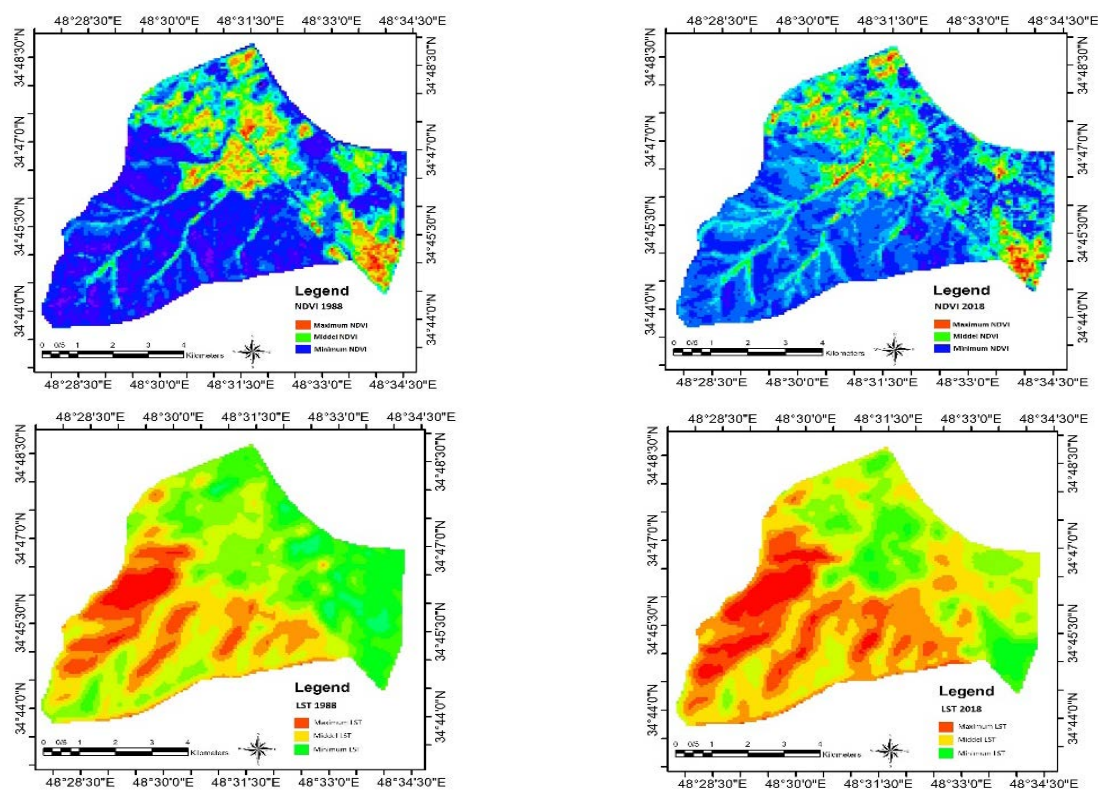
مطابق با طرح اولیه در هر سال در نُه مقطع زمانی مختلف باغ‌ها مورد ارزیابی از نظر شاخص NDVI و LST قرار گرفته‌اند که نتایج به صورت سری زمانی برای هر سال در نگاره (۱۱) ارائه شده است. همان‌گونه که در نگاره (۱۱) ملاحظه می‌شود رفتار باغ‌ها در سال‌های مورد بحث نسبت به یکدیگر متفاوت بوده و شاهد جابه‌جایی دوهفته‌ای وقوع بیشینه NDVI و بیشینه LST هستیم که می‌تواند باتوجه به تغییرات الگوی آب‌هوایی منطقه در دوره بلندمدت ۳۰ ساله مورد بحث، اتفاق افتاده باشد.

از کلاس باغ به غیر باغ از سال ۱۹۸۸ به سال ۲۰۱۸ بوده و پیکسل‌های قرمز رنگ تغییر از کلاس غیر باغ به باغ هستند. مطابق با این نگاره تغییر از کلاس باغ به غیر باغ در بازه زمانی مورد بحث در منطقه مورد مطالعه بسیار محسوس است.

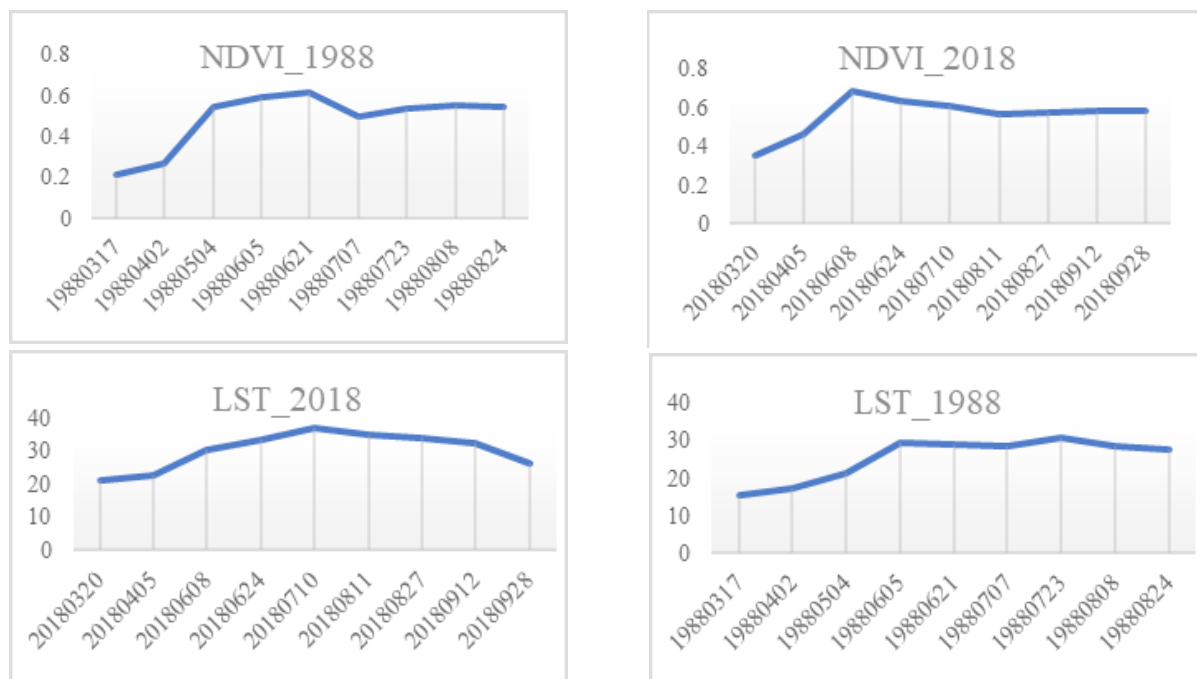


نگاره ۹: نقشه تغییرات باغ‌های شهری

براساس نقشه تغییرات طی ۳۰ سال ۱۸۶ هکتار از باغ‌های شهری به کاربری‌های دیگر تغییر یافته و ۱۱ هکتار نیز از کاربری‌های دیگر به باغ تغییر وضعیت داشته‌ایم که در مجموع در طول سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ به میزان ۱۷۵ هکتار از باغ‌های شهری از بین رفته‌اند که معادل ۴۹٪ کل باغ‌های منطقه مورد مطالعه است. به بیان دیگر سرعت تخریب باغ‌های شهری در حدود ۶ هکتار بر سال تخمین زده می‌شود.



نگاره ۱۰: تغییرات میانگین NDVI و LST



نگاره ۱۱: تغییرات سالانه NDVI و LST

۵- ارزیابی نتایج

بر مبنای شاخص‌های ارزیابی ارائه شده در بخش ۳-۵ برای منطقه مورد مطالعه انواع معیارهای ارزیابی محاسبه شد که جدول (۳) نتایج ارزیابی دقت برای کلاس‌های مختلف و برای کل طبقه‌بندی را ارائه می‌دهد.

جدول ۳: معیارهای ارزیابی

معیار ارزیابی	باغ‌های فعال	باغ‌های متروکه
دقت تولیدکننده	۰/۸۸	۰/۷۶
دقت کاربر	۰/۷۹	۰/۸۶
خطای آمیشن	۰/۱۲	۰/۲۴
خطای کامیشن	۰/۲۱	۰/۱۴
امتیاز FI	۰/۸۳	۰/۸۱
دقت کلی	۰/۸۲	
ضریب کاپا	۰/۶۴	

باتوجه به اینکه هدف اصلی از این تحقیق مشخص کردن باغ‌های متروکه در فضای شهری است. بنابراین دو معیار ارزیابی دقت کاربر و خطای کامیشن در کلاس باغ‌های متروکه بسیار اهمیت دارند. به بیان دیگر در این مسئله تعداد باغ‌هایی که به درستی در کلاس باغ‌های متروکه تقسیم‌بندی شده‌اند اهمیت دارد که روش پیشنهادی دقت ۰/۸۶ را فراهم کرده است. موضوع مهم‌تر تعداد باغ‌های متروکه‌ای است که روش پیشنهادی به اشتباه برچسب باغ فعال زده است و در این روش معادل ۰/۱۴ است، هر دو دقت‌های ارائه شده قابل قبول ارزیابی می‌شوند.

در رابطه (۱۱) UA دقت کاربر و PA دقت تولیدکننده است که دقت کاربر معادل نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به مجموع پیکسل‌های یک کلاس و دقت تولیدکننده بیانگر دقت طبقه‌بندی پیکسل‌های مربوط به یک کلاس خاص در نقشه واقعیت زمینی است. امتیاز FI دارای دامنه تغییرات ۰ تا ۱ است که هرچه این عدد به ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده کیفیت بهتر طبقه‌بندی‌کننده است. دقت کلی روش پیشنهادی نیز ۰/۸۲ برآورد شده است که دقت قابل قبولی بوده و نشان از کارایی روش پیشنهادی دارد.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

کاهش محدوده جنگل‌ها و باغ‌های یکی از مشکلاتی است که جوامع بشری در حال حاضر به شدت با آن درگیر هستند. باتوجه به نقش درختان در کیفیت زندگی انسان‌ها، حراست و مواظبت از آن‌ها یکی از وظایف ذاتی حاکمان تعریف می‌شود. مسائل مختلفی عامل از بین رفتن درختان هستند و یکی از آن‌ها توسعه مناطق شهری است که در همسایگی جنگل‌ها و باغ‌ها قرار دارند. روش‌های سنتی حفاظت از منابع طبیعی و پایش تغییرات آن‌ها در عمل با شکست مواجه شده‌اند، به عنوان نمونه در منطقه مورد مطالعه در طول ۳۰ سال ۰/۴۹ از مناطق پوشیده شده توسط درختان کاهش یافته است. این در حالی است که در سال‌های مورد بحث ممنوع بودن ساخت‌وساز در منطقه مورد نظر همواره مورد تأکید مدیران شهری بوده است ولی در عمل روش‌های به کار گرفته شده ناکارآمدی خود را باتوجه به آمار ارائه شده اثبات می‌کنند. استفاده از روش‌های نوین پایش تغییرات بر مبنای پردازش تصاویر ماهواره‌ای باتوجه به دقت و سرعت بالا و کاهش چشمگیر هزینه‌ها می‌تواند راهکار جایگزین روش‌های سنتی باشد. پیشنهاد می‌شود شاخص مطرح شده برای تفکیک باغ‌های شهری فعال از متروکه در مناطق دیگر که با این مسئله روبه‌رو هستند و با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالاتر مورد ارزیابی قرار گیرد. موضوع دیگر افزایش دمای میانگین منطقه به مقدار ۴/۷۵ درجه سانتی‌گراد است که می‌توان اصلی‌ترین عامل این افزایش دما را کاهش سبزی‌نگی قابل توجه در منطقه دانست، به گونه‌ای که مطابق با یافته‌های تحقیق باغ‌های موجود در منطقه به میزان ۰/۴۹ کاهش یافته و این تغییر کاربری عموماً به سمت ساختمان‌های شهری و زمین‌های بایر بوده است که طبیعتاً در افزایش دمای متوسط منطقه بسیار مؤثر هستند. مسئله بعدی فرایند گرمایش زمین است که عملاً بخشی از این افزایش دمای ۴/۷۵ درجه‌ای حاصل از فرایند کلی گرمایش کره زمین خواهد بود. مسئله آخر موضوع میانگین‌گیری در نُه مقطع زمانی است که ممکن است باتوجه به محدودیت‌ها

منابع و مأخذ

- 1- Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of sensors*, 2016.
- 2- Balew, A., & Korme, T. (2020). Monitoring land surface temperature in Bahir Dar city and its surrounding using Landsat images. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*.
- 3- Beckschäfer, P. (2017). Obtaining rubber plantation age information from very dense Landsat TM & ETM+ time series data and pixel-based image compositing. *Remote Sensing of Environment*, 196, 89-100.
- 4- Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893-903.
- 5- Chen, B., Jin, Y., & Brown, P. (2019). Automatic mapping of planting year for tree crops with Landsat satellite time series stacks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 151, 176-188.
- 6- Chen, G., Thill, J.-C., Anantsuksomsri, S., Tontisirin, N., & Tao, R. (2018). Stand age estimation of rubber (*Hevea brasiliensis*) plantations using an integrated pixel- and object-based tree growth model and annual Landsat time s
- 7- Das, S., & Angadi, D. P. (2020). Land use-land cover (LULC) transformation and its relation with land surface temperature changes: A case study of Barrackpore Subdivision, West Bengal, India. *Remote Sensing Applications: Society*
- 8- Gandhi, G. M., Parthiban, S., Thummalu, N., & Christy, A. (2015). Ndv: Vegetation change detection using remote sensing and gis—A case study of Vellore District. *Procedia Computer Science*, 57, 1199-1210.
- 9- Granero-Belinchon, C., Adeline, K., Lemonsu, A., & Briottet, X. (2020). Phenological dynamics characterization of alignment trees with Sentinel-2 imagery: a vegetation indices time series reconstruction methodology adapted to ur
- 10- Hatna, E., & Bakker, M. M. (2011). Abandonment and expansion of arable land in Europe. *Ecosystems*,

در انتخاب این نه مقطع زمانی در سال‌های مورد بحث با فاصله ۳۰ ساله عملاً دمای میانگین ارائه شده همراه با مقداری خطا در بیان دمای میانگین سالیانه واقعی منطقه باشد.

در روش پیشنهادی یک شاخص جدید به منظور تفکیک باغ‌های فعال از باغ‌های متروکه در منطقه مورد مطالعه بر مبنای رفتار سالانه شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی ارائه شده است. با دقت در رفتار باغ‌های موجود در این منطقه مشاهده شد که اختلاف کمینه و بیشینه این شاخص در طول مدت زمان مورد بررسی در سال برای باغ‌های فعال و باغ‌های متروکه متفاوت است به گونه‌ای که می‌توان از این تفاوت معنادار برای تفکیک این دو گونه باغ استفاده نمود. اختلاف کمینه و بیشینه شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی برای باغ‌های فعال که به صورت منظم آبیاری و رسیدگی می‌شوند نسبت به باغ‌های رها شده عدد بسیار بالاتری را نشان می‌دهد، لذا یک مدل ریاضی که این اختلاف را به صورت نرمال شده نمایش دهد پیشنهاد شد. به منظور تعیین حد آستانه بهینه برای تفکیک پذیری باغ‌های فعال و متروکه با استفاده از شاخص ارائه شده، در حالت‌های مختلف حد آستانه گذاری دقت کلی روش پیشنهادی بر پایه داده‌های واقعیت زمینی مورد بررسی قرار گرفت که در بهترین حالت هدف مورد نظر به معنای تفکیک باغ‌های فعال از متروکه با دقت کلی ۸۲٪ همراه بود. به بیان دیگر نتایج این تحقیق و تحقیق‌های مشابه باید برای مدیران شهری به منظور جلوگیری از متروکه سازی عمدی باغ‌های شهری و در نهایت تغییر کاربری مورد استفاده قرار گیرد. هدف اصلی این تحقیق روشن کردن زنگ خطر مکان مبنا برای باغ‌های شخصی در محدوده شهری است که توسط مالکین آنها با هدف سود بیشتر حاصل از تغییر کاربری به صورت عمدی به سمت نابودی سوق داده می‌شوند. مطابق با نتایج جدول ۳ روش پیشنهادی در شناسایی باغ‌های متروکه شهری با دقت ۸۶٪ عمل کرده است و شامل خطای ۱۴٪ در شناسایی این نوع از باغ‌هاست که به نظر قابل قبول می‌آید.

Technology, 6(4), 57-74.

21- Munroe, D. K., van Berkel, D. B., Verburg, P. H., & Olson, J. L. (2013). Alternative trajectories of land abandonment: causes, consequences and research challenges. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 471-476.

22- Nink, S., Hill, J., Stoffels, J., Buddenbaum, H., Frantz, D., & Langshausen, J. (2019). Using landsat and Sentinel-2 data for the generation of continuously updated forest type information layers in a cross-border region. *Remote*

23- Pal, S., & Ziaul, S. (2017). Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1), 125-145.

24- Peng, J., Ma, J., Liu, Q., Liu, Y., Li, Y., & Yue, Y. (2018). Spatial-temporal change of land surface temperature across 285 cities in China: An urban-rural contrast perspective. *Science of the Total Environment*, 635, 487-497.

25- Pourramezan Gabiyeh, S., Janalipour, M., Nikfar, M., Abbaszadeh Tehrani, N. (2020). Monitoring Spatio-temporal Changes of Kiakallayeh Wetland in Langeroud for Investigating its Damages using Remote Sensing. *Wetland Ecobiology*, 12 (3), 5-22.

26- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434-440.

27- Spadoni, G. L., Cavalli, A., Congedo, L., & Munafò, M. (2020). Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) multi-temporal series for the production of forest cartography. *Remote Sensing Applications: Society and En*

28- Tan, K. C., San Lim, H., MatJafri, M. Z., & Abdullah, K. (2010). Landsat data to evaluate urban expansion and determine land use/land cover changes in Penang Island, Malaysia. *Environmental Earth Sciences*, 60(7), 1509-1521.

29- Tao, Z., Yan, H., & Zhan, J. (2012). Economic valuation of forest ecosystem services in Heshui watershed using contingent valuation method. *Procedia*

14(5), 720-731.

11- He, H., & Ma, Y. (2013). Imbalanced learning: foundations, algorithms, and applications.

12- Huang, X., Liu, J., Zhu, W., Atzberger, C., & Liu, Q. (2019). The optimal threshold and vegetation index time series for retrieving crop phenology based on a modified dynamic threshold method. *Remote Sensing*, 11(23), 2725.

13- Isbell, F., Tilman, D., Reich, P. B., & Clark, A. T. (2019). Deficits of biodiversity and productivity linger a century after agricultural abandonment. *Nature ecology & evolution*, 3(11), 1533-1538.

14- Jin, M., Li, J., Wang, C., & Shang, R. (2015). A practical split-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat-8 data and a case study of an urban area in China. *Remote Sensing*, 7(4), 4371-4390.

15- Khanbani, S., Mohammadzadeh, A., Janalipour, M. (2020). Unsupervised change detection of remotely sensed images from rural areas based on using the hybrid of improved Thresholding techniques and particle swarm optimization. *Earth Science Informatics*, 13(3), 681-694.

16- Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. (2016). Department of the Interior U.S. Geological Survey, USGS.

17- Li, J.-j., Wang, X.-r., Wang, X.-j., Ma, W.-c., & Zhang, H. (2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity*, 6(4), 413-420.

18- Li, S., & Li, X. (2017). Global understanding of farmland abandonment: A review and prospects. *Journal of Geographical Sciences*, 27(9), 1123-1150.

19- Madanian, M., Soffianian, A. R., Koupai, S. S., Pourmanafi, S., & Momeni, M. (2018). The study of thermal pattern changes using Landsat-derived land surface temperature in the central part of Isfahan province. *Sustainable cities*

20- Mohammadzade, A., Varesi, A., Janalipour, M. (2017). Presentation of a Method for Detecting Urban Growth using Spectral- Spatial Variation Indicators and Remote Sensing Data. *Journal of Geomatics Science and*

Environmental Sciences, 13, 2445-2450.

30- Townshend, J. R., & Justice, C. (1986). Analysis of the dynamics of African vegetation using the normalized difference vegetation index. International journal of remote sensing, 7(11), 1435-1445.

31- Wang, S., Ma, Q., Ding, H., & Liang, H. (2018). Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images. Resources, Conservation and Recycling, 128, 526-534.

32- Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, 89(4), 467-483.

33- Xian, G., & Crane, M. (2005). Evaluation of urbanization influences on urban climate with remote sensing and climate observations. Paper presented at the Proceedings of the ISPRS joint conference 3rd International Symposium Remo

34- Yin, H., Brandão Jr, A., Buchner, J., Helmers, D., Iuliano, B. G., Kimambo, N. E., . . . Rogova, N. (2020). Monitoring cropland abandonment with Landsat time series. Remote Sensing of Environment, 246, 111873.

35- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. International journal of remote sensing, 24(3), 583-594.

COPYRIGHTS

©2023 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons [Attribution-NoDerivs 3.0 Unported \(CC BY-ND 3.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/)

