



## پایش تغییرات فضای سبز شهری به کمک سامانه Google Earth Engine (مطالعه موردی: کلان شهر مشهد)

مریم رضاعلی زاده<sup>۱</sup>، مسعود مینائی<sup>۲\*</sup>، زهرا کریمیان<sup>۳</sup>، روح الله اسدی<sup>۴</sup>، مجید حمزه‌ئی<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد، آزمایشگاه علم / سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (GISSRS: Lab)

۲- دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد، آزمایشگاه علم / سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (GISSRS: Lab)

۳- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد

۵- رئیس اداره GIS سازمان فناوری و اطلاعات شهرداری مشهد

### چکیده

فضاهای سبز شهری، به عنوان یکی از منابع زیست محیطی حیاتی در اکوسیستم شهری، دارای اهمیت بسیاری هستند. این کاربری هم به لحاظ اجتماعی و هم به لحاظ اکولوژیکی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و خدمات اکوسیستمی که ارائه می‌دهند، سبب شده است که بررسی تغییرات آن‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار باشد. هدف تحقیق حاضر نیز، بررسی تغییرات مکانی-زمانی پوشش فضای سبز کلان‌شهر مشهد در یک بازه زمانی ۲۰ ساله از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۲۲ می‌باشد. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به ماهواره Landsat و سامانه متن باز Google Earth Engine برای تولید شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و EVI استفاده شده است. سپس با استفاده از روش آستانه‌گذاری، فضای سبز شهری از مناطق بدون پوشش متمایز شده است. در نهایت به منظور بهبود نتایج، پیکسل‌هایی که هر دو شاخص به عنوان پوشش فضای سبز تشخیص داده‌اند، در محاسبات استفاده شده است. نتایج نشان داد که وسعت فضای سبز در کلان‌شهر مشهد، از ۳۷/۱۴ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۲ به ۶۲/۰۵ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. با این وجود، با توجه به تغییرات چشمگیر جمعیتی، رشد فیزیکی شهر و آلودگی‌های محیطی، افزایش وسعت فضای سبز چندان چشمگیر نیست. بنابراین، مدیریت و برنامه‌ریزی مداوم توسط مسئولان مربوطه برای ارائه خدمات بهینه اکوسیستمی توسط فضای‌های سبز شهری بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

**کلمات کلیدی:** فضای سبز شهری، شاخص پوشش گیاهی، سنجش از دور، Google Earth Engine، کلان‌شهر مشهد



## ۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین منابع زیست‌محیطی در اکوسیستم شهری، فضاهای سبز<sup>۱</sup> هستند (Vargas-Hernández et al., 2023). منظور از فضای سبز در شهرها، سطوحی از کاربری زمین می‌باشد که با پوشش گیاهی انسان‌ساخت پوشانده شده است (Kronenberg et al., 2020). این کاربری هم به لحاظ اجتماعی و هم به لحاظ اکولوژیکی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و به عنوان عنصری کلیدی در توسعه پایدار شناخته می‌شود (Wey et al., 2022). در حقیقت فضاهای سبز شهری به عنوان جزء ضروری و جدایی‌ناپذیر از پیکره شهر، در متابولیسم شهر نقش اساسی را ایفا کرده و کمبود آن اختلالات جدی در حیات شهری به وجود می‌آورد (Dahar et al., 2022). خدمات اکوسیستمی فضای سبز اثرات تنظیمی بر روی میکرو اقلیم شهر خواهد داشت (Luo & Patuano, 2023). حفظ و تعادل محیط‌زیست شهری (Lucchi & Buda, 2022)، تعدیل و کاهش آلودگی هوا (Ramon et al., 2023) و همچنین پرورش روحی و جسمی ساکنان شهر (Ngulani & Shackleton, 2019)، نیز از دیگر مواردی هستند که مستقیماً با سرانه فضای سبز ارتباط دارند. در دهه‌های اخیر عواملی همچون رشد شهری<sup>۲</sup> و تغییرات کاربری / پوشش اراضی<sup>۳</sup> سبب شده است که اکثر شهرها با کمبود سرانه فضای سبز مواجه شوند (Dinda et al., 2021). در این راستا شناخت تغییرات مکانی-زمانی فضای سبز شهری پیش‌نیازی اساسی برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار فضای سبز شهری به شمار می‌رود (Moulaii et al., 2023). از این رو داشتن اطلاعات به هنگام و صحیح از این کاربری‌ها برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Ren et al., 2018).

امروزه علم سنجش‌ازدور به واسطه قابلیت‌های بالقوه‌ای که در زمینه پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای در اختیار کاربران قرار می‌دهد توجه اندیشمندان را در ارتباط با موضوع مورد بحث به خود جلب کرده است (Shahtahmassebi et al., 2021). روش‌های مبتنی بر سنجش‌ازدور در دسترس تر و بسیار ارزان‌تر از روش‌های سنتی همچون نقشه‌برداری زمینی و اندازه‌گیری میدانی هستند (Cai et al., 2019). از این رو در مطالعات زیادی از روش‌های دورسنجی برای پایش فضای سبز شهری استفاده شده است که در ادامه به مواردی از آن‌ها اشاره شده است؛ (Bhaskar, 2012)، با بهره‌مندی از تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره Landsat تغییرات پوشش گیاهی شهر Pune در هندوستان را در بازه‌ی زمانی بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ مورد ارزیابی قرار داد. ایشان دریافت که هم‌زمان با رشد اراضی شهری در این منطقه سطح پوشش گیاهی کاهش یافته است. همسو با این مطالعه (Yu et al., 2017)، در تحقیق خود از شاخص پوشش گیاهی<sup>۴</sup> (NDVI) و داده‌های چند زمانه ماهواره‌ای برای پایش تغییرات پوشش گیاهی در اراضی شهری شمال چین استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که در نتیجه خشکسالی‌های پیاپی پوشش گیاهی این منطقه با کاهش قابل توجهی مواجه شده است. در همین راستا (Cao et al., 2023)، نیز با تکیه بر شاخص NDVI تغییرات

<sup>1</sup> Green Space

<sup>2</sup> Urban Growth

<sup>3</sup> Land Use Land Cover

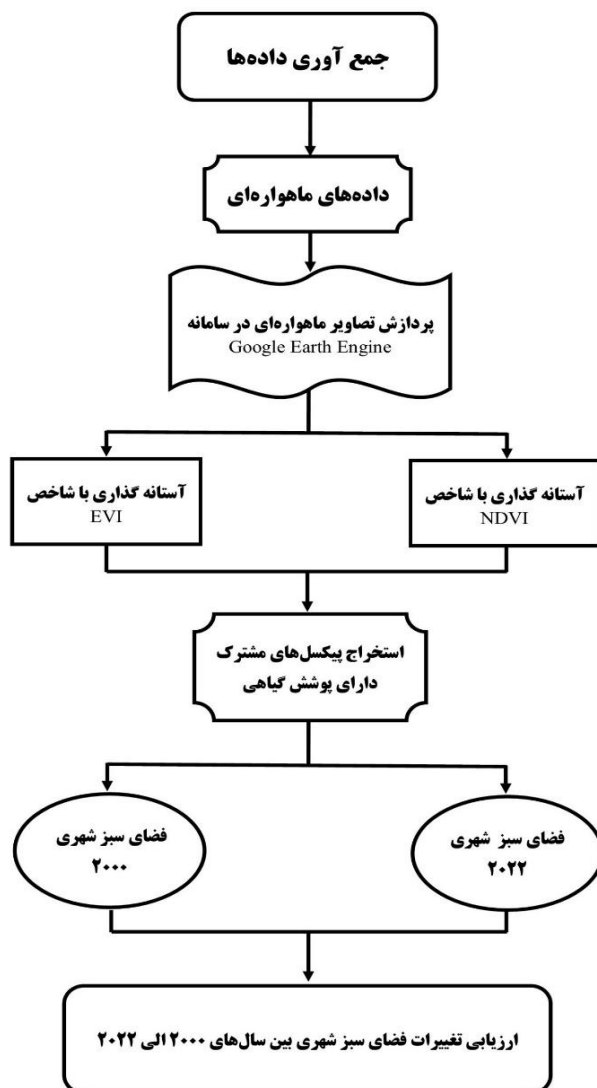
<sup>4</sup> Normalized Difference Vegetation Index



مکانی\_ زمانی فضای سبز شهر Beijing را مورد واکاوی قرار دادند. آن ها دریافتند که در بازه زمانی مورد مطالعه (۱۹۹۰ الی ۲۰۲۰) حدوداً ۱۵۳ کیلومتر مربع از فضای سبز این شهر کاسته شده و به اراضی انسان ساخت اختصاص یافته است. در ایران نیز مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است؛ پژوهش فیضی زاده و همکاران (۱۳۸۷)، نمونه‌ای از مطالعات این‌چنینی است که در آن از داده‌های ماهواره‌های Landsat و Spot-5 برای پایش تغییرات فضای سبز کلان‌شهر تبریز بهره جستند. نتایج این پژوهش نشان داد که در طی یک دوره ۱۶ ساله بیش از ۴۶ درصد فضای سبز این کلان‌شهر کاهش یافته است. به طوری که مساحت فضاهای سبز از حدود ۱۴ مترمربع در سال ۱۳۶۸ به ۷/۵ مترمربع در سال ۱۳۸۴ کاهش یافته است. در پژوهشی دیگر غفاری گیلانده و همکاران (۱۴۰۰)، به منظور پایش تغییرات فضای سبز شهر اردبیل از تصاویر ماهواره‌ای Landsat و شاخص طیفی NDVI بهره جستند. نتایج حاکی از آن بود که در ۲۷ سال گذشته، ۱۵۰۷ هکتار از فضاهای سبز منطقه به اراضی انسان ساخت تبدیل شده است و هم‌اکنون تنها ۸ درصد از وسعت شهر را فضاهای سبز پوشش می‌دهند. در همین ارتباط اخیراً نیز صفری و همکاران (۱۴۰۱)، با بهره‌مندی از روش‌های مبتنی بر دور سنجی و به کمک شاخص‌های طیفی پوشش گیاهی تغییرات فضای سبز کلان‌شهر تهران را در حدفواصل زمانی بین سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۹ را مورد ارزیابی قرار داده و دریافتند که در اثنای این مدت تغییراتی در وسعت این کاربری‌های ایجاد شده و همین امر سبب شده است که سرانه فضای سبز در بعضی از مناطق این کلان‌شهر با کاهش روبه‌رو باشد. مرور پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که روش‌های مبتنی بر سنجش از دور در زمینه مورد بحث، بسیار کارآمد هستند. در این مطالعه نیز سعی شده است که با تکیه بر همین روش‌ها، تغییرات فضای سبز کلان‌شهر مشهد مورد بررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است که در مطالعه کنونی تغییرات دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI در سطح کلان‌شهر مشهد مبنای محاسبات بوده است. به منظور تهیه هر کدام از این شاخص‌ها از سامانه متن باز Google Earth Engine (GEE) استفاده است. این سامانه برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای نیاز به سخت افزارهای پیشرفته و گران‌قیمت ندارد و تصاویر تصحیح شده را به صورت بازتاب زمینی در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

## ۲. مواد و روش‌ها

در پژوهش کنونی، به منظور ارزیابی تغییرات فضای سبز کلان‌شهر مشهد در بازه‌ی زمانی ۲۰ ساله بین سال‌های ۲۰۰۲ الی ۲۰۲۲، ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای مربوط به ماهواره Landsat دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI تهیه شده و در ادامه به کمک روش آستانه‌گذاری، فضای سبز کلان‌شهر مشهد از مناطق بدون پوشش تفکیک شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش در راستای بهبود نتایج، پیکسل‌های که توسط هر دو شاخص به عنوان پوشش فضای سبز شهری شناخته شده‌اند مبنای محاسبات قرار گرفته‌اند.

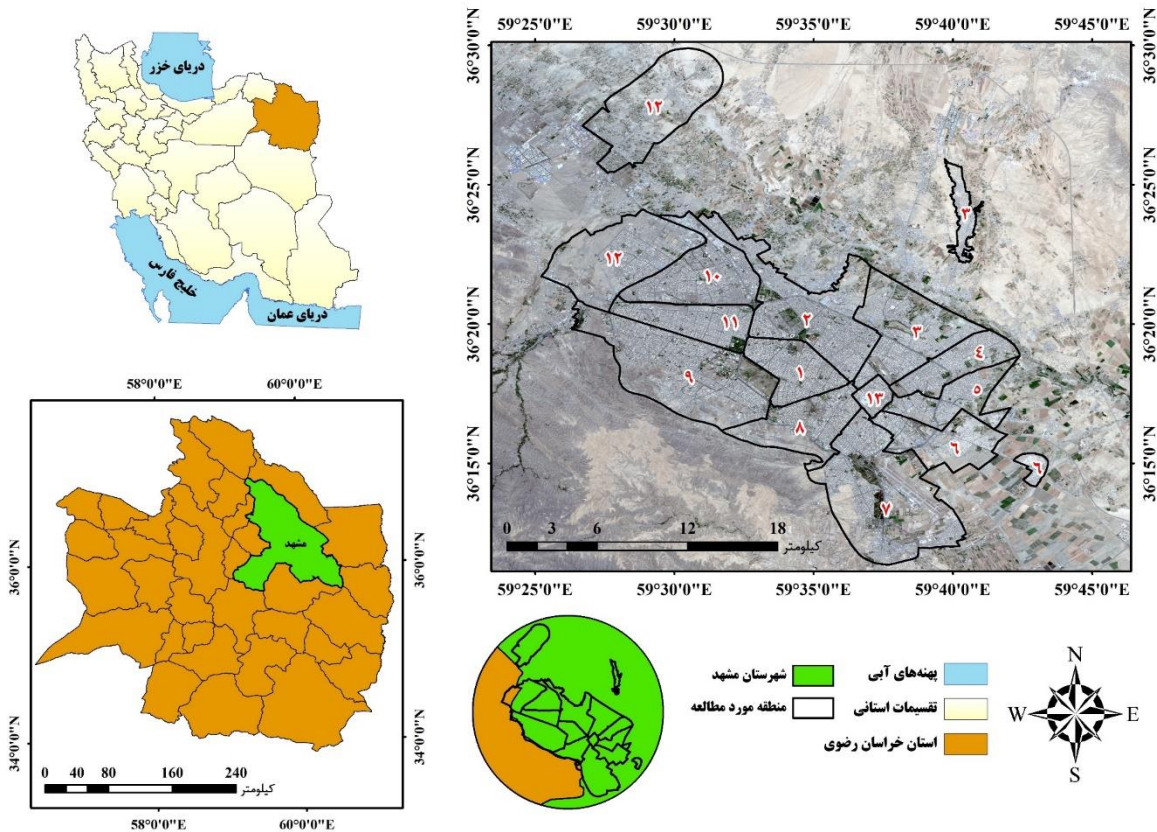


شکل ۱- فرایند انجام پژوهش

## ۲-۱. منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی این پژوهش در برگرفته مناطق ۱۳ گانه شهرداری کلان‌شهر مشهد می‌باشد (شهرداری مشهد). این کلان‌شهر با وسعتی بالغ بر ۳۰۰ کیلومترمربع در مرکز استان خراسان رضوی واقع شده است (شکل ۲). بر مبنای آخرین سرشماری انجام شده، این کلان‌شهر با جمعیتی بالغ بر ۳ میلیون نفر به عنوان دومین کلان‌شهر رسمی کشور ایران شناخته می‌شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). مهاجرت و گردشگری مذهبی از اصلی‌ترین عوامل جذب جمعیت در این کلان‌شهر به شمار می‌روند (شیروانی مقدم و سعیدی مفرد، ۱۳۹۷). توپوگرافی این منطقه نیز دربرگیرنده یک دشت آبرفتی وسیع با حداکثر ارتفاع ۱۵۶۳ متر است که از غرب به ارتفاعات بینالود و از امتداد شمال غرب تا جنوب شرق به رشته کوه‌های هزار مسجد منتهی می‌شود (دشتی و همکاران، ۱۴۰۰). لازم به ذکر است که این منطقه به لحاظ اقلیمی دارای آب‌وهوای معتدل و متمایل به سرد و خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و

مرطوب بوده و میانگین دما و بارش سالانه در آن به ترتیب ۱۴/۴ درجه سلسیوس و ۲۸۶/۸ میلی‌متر گزارش شده است (اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی، ۱۴۰۲).



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه

## ۲-۲. شاخص‌های پوشش گیاهی

شاخص‌های پوشش گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات بانندی هستند که به منظور ارزیابی تغییرات فضای سبز یک منطقه شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند (de la Iglesia Martinez & Labib, 2023).

### ۲-۲-۱. شاخص طیفی (EVI)

شاخص گیاهی بهبودیافته (EVI) یک شاخص گیاهی است که به هدف افزایش سیگنال گیاهی، به خصوص در مناطق با بیومس بالا و کاهش تأثیرات جوی و خاکی طراحی شده است (Roy, 2021).

EVI با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$EVI = G * ((NIR - R) / (NIR + C1 * R - C2 * B + L))$$



در این رابطه:

**NIR**: نشان دهنده بازتاب در باند مادون قرمز، **R**: معرف بازتاب باند قرمز، **B**: نشان دهنده بازتاب در باند آبی و **G**: یک ضریب اسکالینگ است که معمولاً ۲/۵ در نظر گرفته می‌شود.

در ادامه نیز:

**C1** و **C2**: ضریب‌های عامل مقاومت در برابر آئروسول هستند که با استفاده از باند آبی، تأثیرات آئروسول را در باند قرمز اصلاح می‌کنند. **L**: یک ترم تنظیم پس‌زمینه پوشش گیاهی است که به تطبیق غیرخطی و انتقال نور مختلف در بین مادون قرمز و قرمز درون یک پوشش گیاهی می‌پردازد. معمولاً به مقدار ۱ تنظیم می‌شود. دلیل انتخاب این شاخص در مطالعه کنونی این است که شاخص مذکور نسبت به سایر شاخص‌های پوشش گیاهی حساسیت بیشتری در مناطق با بیومس گیاهی بالا ارائه می‌دهد (Alexandridis et al., 2020). از طرفی، این شاخص شرایط جوی مانند آئروسول‌ها را نیز اصلاح می‌کند (Halos & Abed, 2019). با این حال، نسبت به شاخص پوشش گیاهی **NDVI**، نیاز به ورودی‌های اضافی، به خصوص باند آبی، دارد (Benedetti et al., 2023).

## ۲-۲-۲. شاخص طیفی (NDVI)

شاخصی دیگری که در این پژوهش برای استخراج فضای سبز شهری به کار رفته است، شاخص **NDVI** است. این شاخص که برای اندازه‌گیری و بررسی پوشش گیاهی استفاده می‌شود، تفاوت در جذب نور بین دو باند طول موجی، باند قرمز و باند نزدیک به مادون قرمز را نمایش می‌دهد (Chu et al., 2019). فرمول محاسبه شاخص **NDVI** به صورت زیر است:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

در این فرمول، **NIR** نشان‌دهنده شدت نور ماهواره در باند نزدیک به مادون قرمز و **Red** نشان‌دهنده شدت نور در باند قرمز است. مقادیر شاخص **NDVI** بین -۱ تا +۱ قرار می‌گیرد که مقادیر نزدیک به -۱ نشان‌دهنده مناطق بدون گیاهان یا مناطق با پوشش گیاهی کم و مقادیر نزدیک به +۱ نشان‌دهنده مناطق با پوشش گیاهی غنی و سالم است. مقادیر صفر نیز نشان‌دهنده مناطق بدون پوشش مانند آب، برف، صخره‌ها و خاک بدون پوشش هستند (Naser et al., 2020).

## ۳. یافته‌های پژوهش

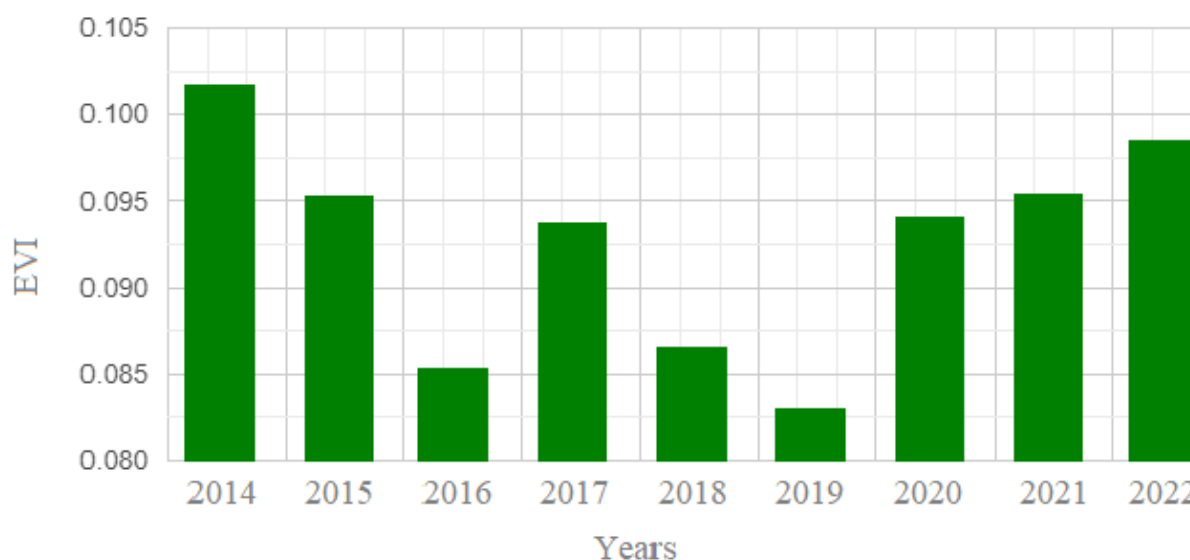
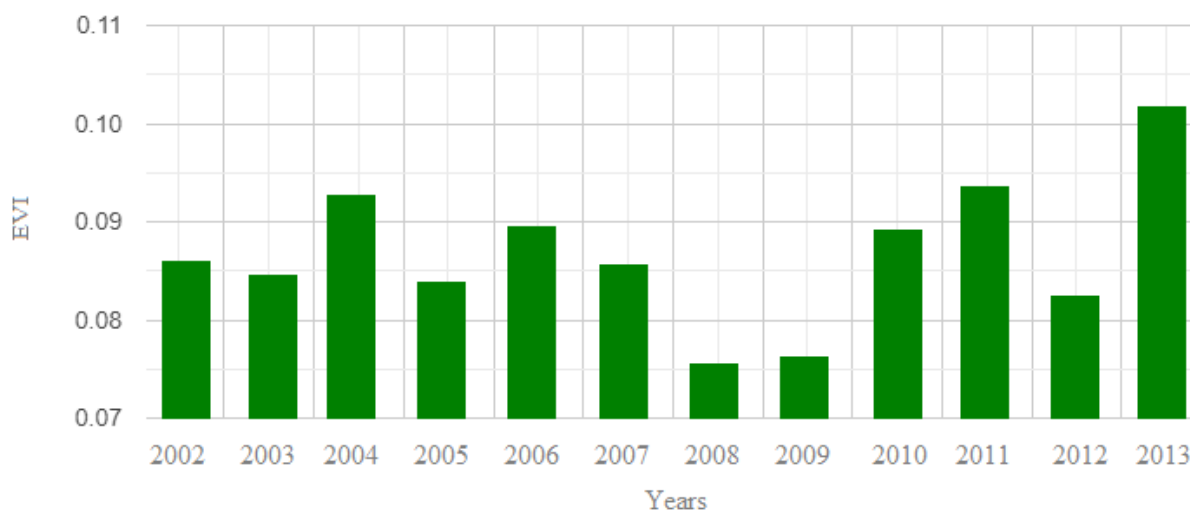
در این قسمت از پژوهش به کمک تصاویر سنجنده **ETM+** ماهواره **Landsat 7** و سنجنده **OLI** ماهواره **Landsat 8** میانگین شاخص‌های **NDVI** و **EVI** در بازه‌ی زمانی بین سال‌های ۲۰۰۲ الی ۲۰۲۲، برای ماه‌های **May** و **Jun** که بیشترین سبزی‌نگی را نشان می‌دهند، استخراج شدند. روند تغییرات این شاخص‌ها در محیط سامانه **GEE** مورد بررسی

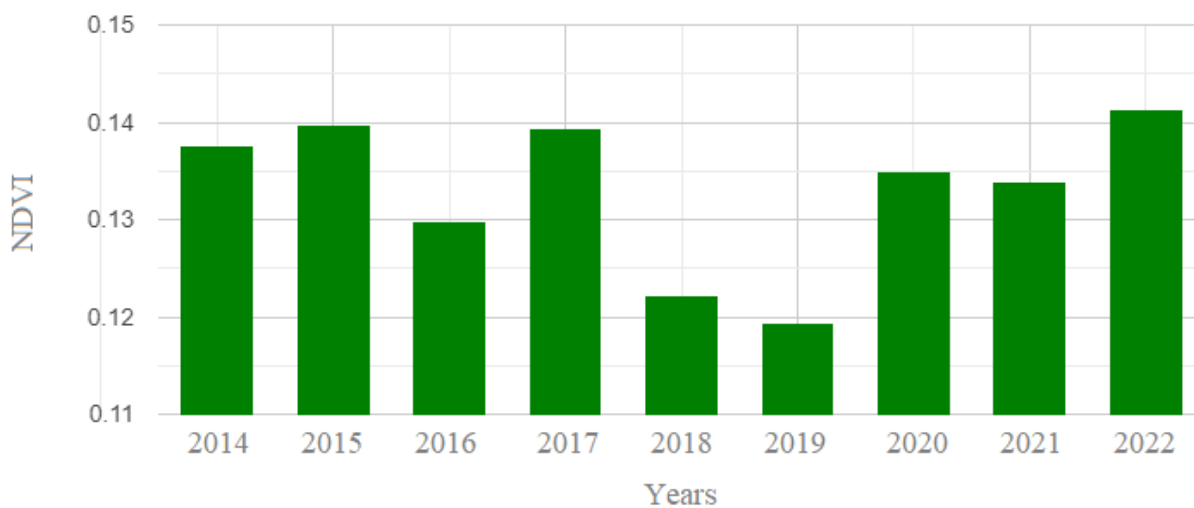
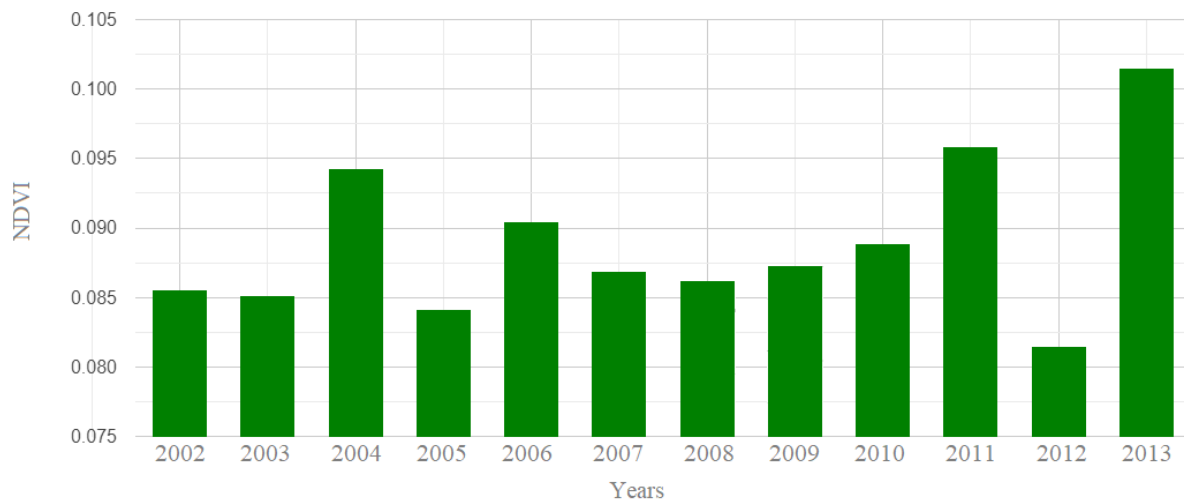


# کنفرانس ملی مدیریت سبز پسماند



قرا گرفته است (شکل ۳). بررسی نتایج نشان می‌دهد که از نظر هر دو شاخص سال ۲۰۱۳ بیشترین میزان سبزینگی را داشته است. در طرف مقابل سال های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ نیز مقدار سبزینگی کمی را به خود اختصاص داده است. از نکات دیگری که در این نمودارها به چشم می‌آید نوسانات بسیار است که این امر الزام مدیریت اراضی دارای پوشش را در سطح کلانشهر مشهد بیش از پیش آشکار می‌سازد.

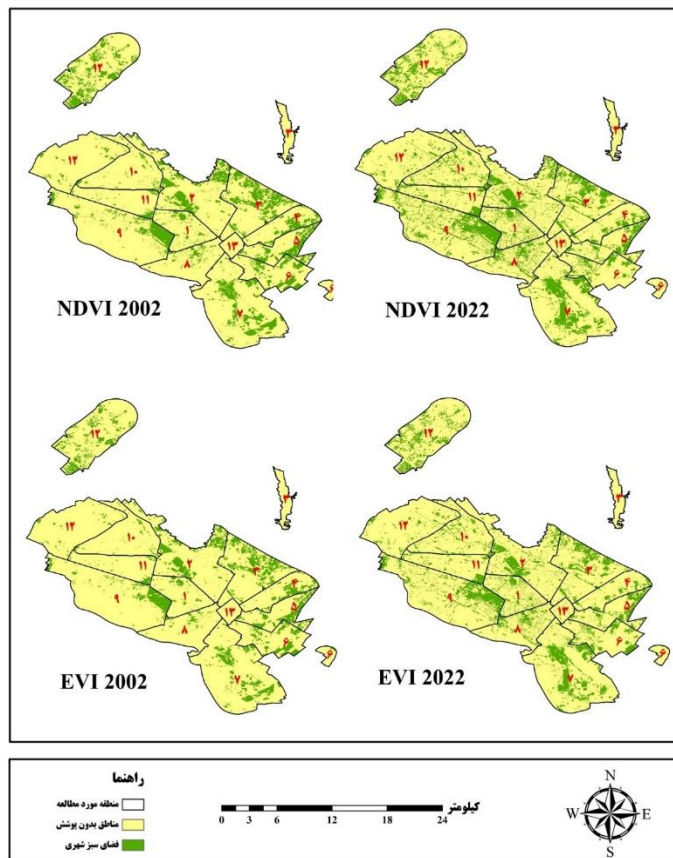




شکل ۳- روند تغییرات شاخص‌های NDVI و EVI در بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲

در ادامه آستانه ۰/۲، به عنوان آستانه مناسب برای تفکیک فضای سبز شهری انتخاب شده و تغییرات مساحت فضای سبز شهری در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۱). نتایج حاصل از اشتراک پیکسل‌ها نشان می‌دهد که وسعت فضای سبز شهری در کلان‌شهر مشهد از ۳۷/۱۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۶۲/۰۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است.





شکل ۴- فضاهای سبز شهری در کلان شهر مشهد

جدول ۱- مساحت فضایی سبز شهری به تفکیک نوع شاخص طیفی مورد استفاده

ردیف	سال	شاخص	پوشش	مساحت (km <sup>2</sup> )
۱	۲۰۰۲	NDVI	فضای سبز	۵۵/۴۵
			بدون پوشش گیاهی	۲۹۰/۵۳
۲	۲۰۲۲	EVI	فضای سبز	۳۷/۹۳
			بدون پوشش گیاهی	۳۰۷/۰۲
۳	۲۰۰۲	NDVI	فضای سبز	۷۰/۱۹
			بدون پوشش گیاهی	۲۷۵/۷۹
۳	۲۰۲۲	EVI	فضای سبز	۶۲/۵۴
			بدون پوشش گیاهی	۲۸۳/۴۴
۳	۲۰۰۲	ادغام دو شاخص (پیکسل‌های مشترک)	فضای سبز	۳۷/۱۴
				۶۲/۰۵



## ۴. نتیجه گیری

فضاهای سبز شهری در زمره مهم ترین منابع زیست محیطی در اکوسیستم شهری، قرار دارند. خدمات اکوسیستمی که این پوشش ها ارائه می دهند سبب شده است که مطالعه تغییرات آن ها بسیار حائز اهمیت باشد. در همین راستا تمرکز پژوهش حاضر بر روی بررسی تغییرات مکانی-زمانی فضای سبز کلان شهر مشهد در بازه زمانی ۲۰ ساله بین سال های ۲۰۰۲ الی ۲۰۲۲ می باشد. در راستای نیل به هدف فوق در این تحقیق ابتدا به کمک تصاویر ماهواره ای مربوط به ماهواره Landsat دو شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI تولید شده و در ادامه به کمک روش آستانه گذاری، فضای سبز کلان شهر مشهد از مناطق بدون پوشش تفکیک شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش در راستای بهبود نتایج، پیکسل های که توسط هر دو شاخص به عنوان پوشش فضای سبز شهری شناخته شده اند مبنای محاسبات قرار گرفته اند. نتایج گوپای آن است که وسعت فضای سبز شهری در کلان شهر مشهد از ۳۷/۱۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۲ به ۶۲/۰۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. اگرچه نتایج نشان می دهد که در ۲۰ سال وسعت فضای سبز کلان شهر مشهد حدود ۲ برابر افزایش یافته است؛ با این وجود با توجه به تغییرات چشمگیر جمعیتی، رشد فیزیکی شهر و همچنین افزایش آلودگی های محیطی این رقم چندان چشمگیر نیست. لذا به منظور ارائه خدمات بهینه اکوسیستمی توسط فضاهای سبز شهری، مدیران مربوطه باید این پوشش ها را به طور مداوم زیر نظر داشته باشند.

## مراجع

۱. فیضی زاده، بختیار، جعفری، فیروز، و نظم فر، حسین. (۱۳۸۷). کاربرد داده های سنجنش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری های اراضی شهری (مطالعه موردی فضای سبز شهر تبریز). هنرهای زیبا، (۳۴)، ۱۷-۲۴.
۲. غفاری گیلاننده، عطا، پورنصرت، صغری، عزیزی، علی، و ایمانی، بهرام. (۱۴۰۰). ارزیابی پویایی فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک سنجنش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر اردبیل). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۳(۳) (۱۰۶ پیاپی)، ۲۵۳-۲۶۶.
۳. شیروانی مقدم، سوسن، و سعیدی مفرد، ساناز. (۱۳۹۷). سنجنش اثرگذاری توزیع فضایی جمعیت بر تغییر اقلیم شهری با تأکید بر جزایر حرارتی (مطالعه موردی: کلانشهر مشهد). معماری و شهرسازی پایدار، ۱(۶)، ۷۹-۸۸.
۴. دشتی، مجید، میرداودی، حمیدرضا، قاسمی آریان، علیرضا، و عزیزی، نرجس. (۱۴۰۰). اثرات توپوگرافی و متغیرهای خاک بر حضور اسپرس خراسانی در مراتع کارده و کرتیان. مشهد، ایران. علوم مراتع، ۱۱(۳)، ۲۸۳-۳۰۰.
5. Alexandridis, T. K., Ovakoglou, G., & Clevers, J. G. (2020). Relationship between MODIS EVI and LAI across time and space. *Geocarto international*, 35(13), 1385-1399.
6. Benedetti, Y., Callaghan, C. T., Ulbrichová, I., Galanaki, A., Kominos, T., Abou Zeid, F., Ibáñez-Álamo, J. D., Suhonen, J., Díaz, M., & Markó, G. (2023). EVI and NDVI as proxies for multifaceted avian diversity in urban areas. *Ecological Applications*, 33(3), e2808.



7. Bhaskar, P. (2012). Urbanization and changing green spaces in Indian cities (Case study–City of Pune). *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2(2), 148-156.
8. Cai, Y., Chen, Y., & Tong, C. (2019). Spatiotemporal evolution of urban green space and its impact on the urban thermal environment based on remote sensing data: A case study of Fuzhou City, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 41, 333-343.
9. Cao, Y., Li, G., & Huang, Y. (2023). Spatiotemporal evolution of residential exposure to green space in Beijing. *Remote Sensing*, 15(6), 1549.
10. Chu, H., Venevsky, S., Wu, C., & Wang, M. (2019). NDVI-based vegetation dynamics and its response to climate changes at Amur-Heilongjiang River Basin from 1982 to 2015. *Science of the Total Environment*, 650, 2051-2062.
11. Dahar, D., Handayani, B., & Mardikaningsih, R. (2022). Urban Forest: The role of improving the quality of the urban environment. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 1(1), 25-29.
12. de la Iglesia Martinez, A., & Labib, S. (2023). Demystifying normalized difference vegetation index (NDVI) (for greenness exposure assessments and policy interventions in urban greening. *Environmental Research*, 220, 115155.
13. Dinda, S., Chatterjee, N. D., & Ghosh, S. (2021). An integrated simulation approach to the assessment of urban growth pattern and loss in urban green space in Kolkata, India: A GIS-based analysis. *Ecological Indicators*, 121, 107178.
14. Halos, S. H., & Abed, F. G. (2019). Effect of spring vegetation indices NDVI & EVI on dust storms occurrence in Iraq. *AIP conference proceedings*,
15. Kronenberg, J., Haase, A., Łaszkiwicz, E., Antal, A., Baravikova, A., Biernacka, M., Dushkova, D., Filčák, R., Haase, D., & Ignatieva, M. (2020). Environmental justice in the context of urban green space availability, accessibility, and attractiveness in postsocialist cities. *Cities*, 106, 102862.
16. Lucchi, E., & Buda, A. (2022). Urban green rating systems: Insights for balancing sustainable principles and heritage conservation for neighbourhood and cities renovation planning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112324.
17. Luo, S., & Patuano, A. (2023). Multiple ecosystem services of informal green spaces: A literature review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 127849.
18. Moulaii, M., Rezaeirad, H., & Sadeghipour, T. (2023). The role of population changes on the temperature changes of the building surfaces and urban open spaces; case study: Tehran metropolis. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*, 13(2), 40-60.
19. Naser, M. A., Khosla, R., Longchamps, L., & Dahal, S. (2020). Using NDVI to differentiate wheat genotypes productivity under dryland and irrigated conditions. *Remote Sensing*, 12(5), 824.
20. Ngulani, T., & Shackleton, C. (2019). Use of public urban green spaces for spiritual services in Bulawayo, Zimbabwe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 38, 97-104.



# کنفرانس سومین مدیریت سبز پسماند



21. Ramon, M., Ribeiro, A. P., Theophilo, C. Y. S., Moreira, E. G., de Camargo, P. B., de Bragança Pereira, C. A., Saraiva, E. F., dos Reis Tavares, A., Dias, A. G., & Nowak, D. (2023). Assessment of four urban forest as environmental indicator of air quality: A study in a brazilian megacity. *Urban Ecosystems*, 26(1), 197-207.
22. Ren, X.-J., Chen, X.-J., & Ma, Q. (2018). Urban spatial ecological performance based on the data of remote sensing of Guyuan. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 1489-1492.
23. Roy, B. (2021). Optimum machine learning algorithm selection for forecasting vegetation indices: MODIS NDVI & EVI. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100582.
24. Shahtahmassebi, A. R., Li, C., Fan, Y., Wu, Y., Gan, M., Wang, K., Malik, A., & Blackburn, G. A. (2021). Remote sensing of urban green spaces: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 57, 126946.
25. Vargas-Hernández, J. G., Pallagst, K., & Zdunek-Wielgołaska, J. (2023). Urban green spaces as a component of an ecosystem. In *Sustainable Development and Environmental Stewardship: Global Initiatives Towards Engaged Sustainability* (pp. 165-198). Springer.
26. Wey, Y. E., Sarma, V., Lechner, A. M., & Nath, T. K. (2022). Malaysians' perception on the contribution of urban green spaces to the UN sustainable development goals. *Urban Forestry & Urban Greening*, 78, 127792.
27. Yu, L., Liu, T., Bu, K., Yan, F., Yang, J., Chang, L., & Zhang, S. (2017). Monitoring the long term vegetation phenology change in Northeast China from 1982 to 2015. *Scientific Reports*, 7(1), 14770.



## Monitoring urban green space changes with the help of Google Earth Engine system (Case study: Mashhad metropolis)

Maryam Reza Alizadeh<sup>1</sup>, Masoud Minaei<sup>2\*</sup>, Zahra Karimian<sup>3</sup>, Ruhollah Asadi<sup>4</sup>, Majid Hamzehi<sup>5</sup>

1- Master's student, Department of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Science Laboratory / Geographical Information System and Remote Sensing (GISSRS: Lab)

2- Associate Professor, Department of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Science Laboratory / Geographical Information System and Remote Sensing (GISSRS: Lab)

3-Assistant Professor of Research School of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

4-Assistant Professor of Geography Department, Ferdowsi University of Mashhad

5- Head of the GIS Department of the Technology and Information Organization of Mashhad Municipality

### Abstract

*Urban green spaces, as one of the vital environmental resources in the urban ecosystem, hold great importance. This land use is highly significant both socially and ecologically, and the ecosystem services they provide have resulted in the high importance of studying their changes. The aim of the present research is to investigate the spatiotemporal changes in the coverage of urban green spaces in Mashhad, a major city in Iran, over a 20-year period from 2002 to 2022. In this study, satellite images from the Landsat satellite and the Google Earth Engine platform were utilized to generate vegetation coverage indices, namely NDVI and EVI. Subsequently, using thresholding methods, urban green spaces were distinguished from non-vegetated areas. Finally, to enhance the results, pixels identified by both indices as green spaces were utilized in the calculations. The results indicated that the extent of urban green spaces in Mashhad increased from 37.14 square kilometers in 2002 to 62.05 square kilometers in 2022. However, considering notable population changes, urban growth, and environmental pollution, the increase in green space extent is not particularly remarkable. Therefore, continuous management and planning by relevant authorities are deemed essential to provide optimal ecosystem services through urban green spaces.*

**Keywords:** Urban green spaces, Vegetation coverage index, Remote sensing, Google Earth Engine, Mashhad.