تحلیل آینده‌نگری تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای (نمونه موردی: شهر تبریز)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۹ /۱۲/۰۵

حمید نورش (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران)
کریم حسین زاده دلیر* (استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران)
علی آذر (دانشیار گروه معماری و شهرسازی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران)

چکیده

تغییر کاربری زمین می‌تواند الگوی استفاده انسان از زمین در یک منطقه را منعکس کند و نقش مهمی در حفاظت از آب و خاک فضایی ایفا کند. مطالعه در مورد تغییر الگوهای کاربری زمین در جهان برای مقابله با تغییرات آب و هوایی جهانی و توسعه پایدار اهمیت زیادی دارد. بنابراین امروزه شناخت روند تغییرات کاربری اراضی و عوامل تأثیرگذار بر آن از مباحث بسیار مهم و مطرح در مطالعات شهری به شمار می‌رود. مناطق پیرامون شهرها تحت تأثیر و نفوذ رشد شهری قرار می‌گیرند. این نفوذ سبب تغییر در نقش و کارکردها و همچنین فرم این مجتمع‌های زیستی می‌گردد. شهر تبریز به عنوان یکی از کلان‌شهرهای مهم کشور، در طی سالیان اخیر، تغییرات بسیاری را از لحاظ تغییر کاربری زمین، به خود دیده است و به واسطهٔ توسعهٔ شهر، زمین‌های اطراف (باغات و اراضی کشاورزی) توسط پیشروی کاربری‌های شهری، تغییر کاربری یافته‌اند. هدف تحقیق حاضر، به تحلیل آینده نگری تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز در طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۸۶ پرداخته است. روش تحقیق پژوهش حاضر، توصیفی-تحلیلی است و روش جمع‌آوری اطلاعات، اسنادی و میدانی است. این پژوهش با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره لندست و نرم‌افزار ENVI 4.8 به همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS 10.2 Arcبه بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری تبریز طی یک دوره ۳۰ ساله از ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ می‌پردازد تا فرایند تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی این شهر را طی دوره مذکور بیان نماید. نتایج به‌دست آمده، نشان می‌دهد که شهر تبریز جهت توسعهٔ خود، اکثراً فضای سبز و اراضی کشاورزی را به زیر سلطهٔ خود برده است و از سهم این کاربری با گذشت زمان، کم شده است.

واژه‌های کلیدی: آینده نگری، تغییرات کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای، توسعهٔ شهری، شهر تبریز.

*نویسنده رابط: kdalir@tabrizu.ac.ir

مقدمه

از اوایل قرن بیستم، شهرنشینی یک پدیده جهانی بوده‌است که شخصیت شهرها را در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تغییر داده‌است (ایروین و همکاران[1]، ۲۰۰۹). شهرها با عوامل جاذبه‌ای که دارند باعث شده‌اند که تعداد زیادی از مردم در مناطق روستایی بسوی شهرها مهاجرت کنند، این‌کار منجر به رشد سریع شهرنشینی شده و همچنین باعث از دست دادن زمین‌های قابل کشت در روستا و اطراف شهرها می‌شود، که در اثر گسترش شهرنشینی بی‌رویه و استفاده نادرست از اراضی بوجود می‌آید. (کیان و وو[2]، ۲۰۱۹).

نظریه‌های مختلفی برای درک الگوها، نیروهای محرک و مکانیزم‌های رشد شهری استفاده شده‌اند که با نظریه اکولوژیکی، جغرافیای اقتصادی کلاسیک، نظریه رفتاری و جغرافیای اقتصادی جدید آغاز می‌شوند. (نگ و سرینیواسان[3]، ۲۰۱۶) سنجش از دور و در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات ارزشمندی را برای تجزیه و تحلیل شهری فراهم کرده‌است. محققان تلاش کرده‌اند تا الگوهای رشد شهری در دنیا را با استفاده از چنین روش‌هایی برای پرداختن به مدیریت و سیاست شهری پیش‌بینی کنند. (فراگکیاس و ستو[4]، ۲۰۰۹) تحقیقات نشان داده‌اند که رشد شهری در نقاط مختلف جهان فرایندی پیچیده و چند وجهی است که شامل مهاجرت جمعیت، پیکربندی مجدد اجتماعی- اقتصادی و همچنین نهادها می‌شود. نقش نزدیکی به زیرساخت‌ها و تجمع مشاغل مانند منطقه کسب‌وکار مرکزی نیز به عنوان دلیل اصلی گسترش شهری در نظر گرفته می‌شود. (لامبین و همکاران[5]، ۲۰۰۱). همه این موارد دست در دست هم داده اند تا تغییرات کاربری زمین شدت بیشتری بگیرد. تغییر کاربری زمین (LUC)یک موضوع تحقیقاتی مهم و سنتی در هر دو مقیاس محلی و جهانی بوده‌است. به طور گسترده اذعان شده‌است که تغییر کاربری اراضی دلیل اصلی تخریب محیط‌زیست و تخریب زیستگاه است. فعالیت‌های انسانی اغلب سرعت تغییر کاربری را به ویژه در مناطق فعال اقتصادی شتاب می‌بخشد. تغییر کاربری زمین بر محیط اکولوژیکی جهانی و توسعه پایدار انسانی تأثیر می‌گذارد. (لی و لیو[6]، ۲۰۱۷) از این رو توجه بسیاری از محققان در سراسر جهان به آن معطوف شده‌است. مطالعات عمیق تغییر کاربری اراضی (LUC) در مقیاس‌های مختلف انجام شده‌است و نتایج ارزشمندی را به دست آورده‌است (تکسیرا و همکاران[7]، ۲۰۱۴) این نتایج عمدتا شامل یافته‌های

[1] Irwin etal
[2] Qian and Wu
[3] Deng and Srinivasan
[4] Fragkias and Seto
[5] Lambin etal
[6] Li and Liu
[7] Teixeira etal

مربوط به تغییرات فضایی و زمانی در کاربری اراضی (سلیتر و همکاران[۱]، ۲۰۱۸)، رابطه بین تغییر کاربری اراضی و نیروهای محرک آن (چانگ و همکاران[۲]، ۲۰۱۸) شبیه‌سازی تغییر کاربری اراضی (شیر پکه و همکاران[۳]، ۲۰۱۷)، و تأثیر تغییر کاربری اراضی می‌باشند (نات و همکاران[۴]، ۲۰۲۰). در طول ۳۰ سال گذشته، جهان شهرنشینی سریعی را تجربه کرده‌است. با مهاجرت به شهرهای مرکزی، فعالیت‌های انسانی نه تنها انواع اصلی پوشش زمین را در شهرهای مرکزی تغییر داده‌اند، بلکه فرآیند تغییر کاربری زمین را عمیقا تحت‌تأثیر قرار داده‌اند استفاده پایدار از زمین یک انتخاب اجتناب‌ناپذیر برای توسعه منطقه است چرا که منابع زمین همچنان کاهش می‌یابند. برای مدیریت بهتر و استفاده مؤثر از منابع زمین، نظارت بر تغییر کاربری زمین و نیروهای محرک آن در این مناطق بسیار مهم است. (نولپونن[۵]، ۲۰۱۶)

بهره‌برداری مؤثر از منابع زمین یک رویکرد مهم برای استفاده پایدار از زمین است. (شارما و همکاران[۶]، ۲۰۱۸) استفاده پایدار از زمین به این معنی است که توسعه، بهره‌برداری، حفاظت و مدیریت منابع زمین با هدف هماهنگ کردن رابطه بین مردم و زمین و بین مردم و منابع و محیط‌زیست برای پاسخگویی به نیازهای مردم معاصر و بقای نسل‌های آینده و توسعه از طریق یک سری مدیریت استفاده منطقی از زمین در دوره خاص و شرایط جغرافیایی است. محتوای اصلی استفاده پایدار از زمین هماهنگی و عدالت است. (بصیری و زینالی عظیم[۷]، ۲۰۱۷) استفاده پایدار از زمین نیاز به درک ویژگی‌های کمی و فضایی استفاده منطقه‌ای از زمین دارد. (علوامی و همکاران[۸]، ۲۰۲۰) تا نیروهای محرک اصلی تغییر استفاده منطقه‌ای از زمین را مطالعه کند. اهمیت اکولوژیکی استفاده از زمین را ارزیابی کند. (عمر، همکاران[۹]، ۲۰۱۷) ساختار استفاده از زمین را بازسازی کند. (اوور اوتو و همکاران[۱۰]، ۲۰۱۷) و مکانیزم پویای تغییر استفاده از زمین را کشف کند. (لارک و همکاران[۱۱]، ۲۰۱۷) بنابراین، درک جامعی از وضعیت و ویژگی‌های کاربری اراضی منطقه‌ای می‌تواند راهنمایی علمی برای ادارات مدیریت کاربری اراضی منطقه‌ای برای تدوین سیاست‌های کاربری اراضی پایدار فراهم کند. (پوکرل و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۷)

---

[1] Sleeter etal
[2] Chang etal
[3] Schirpke etal
[4] Nath
[5] Nulpponen
[6] Sharma etal
[7] Basiri and Zeynali Azim
[8] Alawamy etal
[9] Omar etal
[10] Owar Othow, et al
[11] Lark etal
[12] Pokhrel etal

تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی از جمله ابزارهای قدرتمندی هستند که جغرافیدانان و برنامه‌ریزان شهری را در انجام تحقیقاتشان یاری می‌دهند. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی وضع موجود مناطق جغرافیایی و چشم اندازهای ساخته دست انسان و بهره‌گیری از امکانات لازم بر کسی پوشیده نیست. مناطق داخل شهر را از نظر نقش به بخش‌های مسکونی، صنعتی، خدماتی، فضای سبز و نظایر آن تقسیم می‌کنند. تمامی این عارضه‌های شهری و به عبارتی عارضه‌های مربوط به انسان با استفاده از معیارهای مخصوص خود در روی تصاویر ماهواره‌ای شناسایی می‌شوند و اطلاعات بسیار زیادی درباره موقعیت و اندازه هر کدام از پدیده‌های شهری استخراج می‌گردد که به امر برنامه‌ریزی شهری کمک شایانی می‌نماید. رشد سریع شهر تبریز در دهه‌های اخیر با الگوی توسعهٔ موجود، آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی و به ویژه پیامدهای نامطلوب زیست محیطی، مانند تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی، آلودگی هوا، آب، خاک، تأثیرات منفی بر فضای سبز شهری و غیره را به بار آورده است. بر این اساس، یافت الگویی مناسب در جهت رشد و توسعهٔ کالبدی شهر اهمیت ویژه‌ای یافته است و باید در برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه قرار گیرد. مجوعه عوامل فوق باعث شدند تا تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از سال (۱۹۸۶) تا (۲۰۱۶) با تحلیل عوامل مؤثر در این تغییرات در محدوده شهر تبریز انجام شود. در این زمینه تحقیقاتی هم در داخل و خارج از کشور انجام شده که در ادامه به تعدادی از تحقیقات بروز و جدید اشاره می‌شود.

پیشینه تحقیق

شریفی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی با پردازش شئ‌گرای تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان تبریز پرداختند و نتایج حاصله نشان می‌دهد که میزان تـغییرات طی دوره‌های زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۹، ۲۰۱۰-۲۰۰۷، ۲۰۰۷-۲۰۰۱، ۲۰۰۱-۱۹۸۹، به ترتیب ۸۰/۶۰، ۳۰/۶۶، ۸۰/۵۶، ۴۰/۵۶ درصد می‌باشد، به طوری که کاربری پوشش گیاهی و سطوح آبی بیشترین میزان کاهش را داشته است. در این میان بیشترین تبدیل کاربری، در اراضی ساخته شده اتفاق افتاده است.

اکبری و همکاران (۲۰۱۶) در پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های مختلف تئوری آموزش آماری منطقه نیشابور، طبق بررسی‌ها، افزایش سطح زیر کشت اراضی بایر و شور، گسترش باغات منطقه تحت تأثیر احداث سدهای بالادست و افزایش محدوده‌ی شهری در طی ۲۷ سال دوره تحقیق از مهمترین تغییرات رخداده در منطقه است.

امیر انتخابی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تالش، به این نتیجه می‌رسند که

کاربری‌های اراضی جنگلی و کشاورزی در بازه زمانی ۱۴ سال در شهرستان تالش روند کاهشی داشته و برعکس کاربری‌های انسان ساخت در حال افزایش است. به دلیل افزایش روبه رشد جمعیت در شهرستان مورد مطالعه و نیز نیاز انسان به فضای بیشتر برای سکونت، منجر به توسعه فیزیکی شهر در جهات پیرامونی خود گردیده است که این عامل موجب بهره برداری از اراضی کشاورزی و جنگلی شده است. بنابراین برای حفظ عرصه‌های طبیعی، تثبیت و قانونی کردن کاربری اراضی در دستور کار متخصصان و مسئولان کشور قرار گیرد.

خوش لهجه و همکاران (۱۳۹۸) مروری بر روشها و مدلهای مورد استفاده در شناسایی تغییرات کاربری اراضی با تکیه بر سنجش از دور و GIS (با تأکید بر مطالعات صورت گرفته در کشور ایران)، بیان می‌کنند در دهه‌های اخیر با رشد جمعیت، توسعه صنعت، افزایش شهرنشینی، کاهش منابع طبیعی و گسترش حاشیه‌نشینی، مشکلات زیادی در مدیریّت و برنامه‌ریزی شهری و منابع طبیعی پدید آمده است. از طرف دیگر با پیشرفت روزافزون علم و فناوری، بشر به راهکارهای جدیدی برای مقابله با مشکلات دست یافته است. کاربری اراضی به صورت کلی به مفهوم کاربرد زمین در شرایط کنونی است که با گذشت زمان این کاربریها دستخوش تغییر می‌شوند. در این راستا استفاده از تصاویر ماهوارهای که ابزار پیشرفته و مناسبی برای پایش تغییرات محیط پیرامون می‌باشند، می‌تواند در بررسی این تغییرات کمک کند.

شفیعی ثابت و همکاران (۱۳۹۸)، در مطالعه آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدلCA-Markov ، محور کلانشهر تهران دماوند، به این نتیجه دست می‌یابند که مدلهای مارکوف اطلاعات مفیدی در اختیار ما قرار می‌دهد که می‌تواند برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی در آینده مفید واقع شود.

تندوپنیو[1] و همکاران، (۲۰۱۶)، در بررسی تغییر در الگوهای کاربری زمین و تغییر پوشش اراضی و رشد جمعیت انسانی در حوضه آبریز دریاچه چیورو، زیمبابوه، نشان می‌دهند که الگوی تغییر کاربری زمین و تغییر پوشش اراضی یک منطقه نتیجه عواملی طبیعی و اقتصادی-اجتماعی و استفاده از آنها توسط انسان در زمان و مکان است. همچنین مشخص شد که تغییر الگوی پوشش زمین در حوضه آبریز دریاچه چیورو، زیمبابوه، به پویایی جمعیت انسانی آن مربوط است.

نات[2] و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تغییرات کاربری زمین و پوشش زمین، و ارزیابی خطر محیط زیست شهر دوجیانگیان (چین) با استفاده از سنجش از دور و تکنیک‌های GIS، نتایج

[1] Tendaupenyu
[2] Nath

داده‌های تغییر کاربری زمین و پوشش زمین نشان می‌دهد که مناطق ساخته شده، کشاورزی و پوشش جنگلی گروه‌های اصلی هستند که توسط فعالیت‌های طبیعی و انسانی تغییر کرده است.

وانگ[1] و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه یک رویکرد تقسیم بندی خود سازگار مقیاس و انتقال دانش برای به روزرسانی خودکار پایگاه داده‌های تغییر کاربری / پوشش زمین با استفاده از تصاویر با وضوح بالا، نشان می‌دهند که به روزرسانی خودکار پایگاه داده‌های تغییر کاربری زمین و پوشش زمین با استفاده از تصاویر با وضوح بالا (HSRI) برای نظارت بر محیط زیست و سیاست گذاری برای آن بسیار مهم است، به ویژه برای مناطق ساحلی که زمین و ساحل را به هم متصل می‌کنند و تمایل به تغییر مکرر دارند.

هو[2] و همکاران (۲۰۱۹)، در ارزیابی تغییر کاربری زمین و پوشش زمین در گوانگشی، چین، با استفاده از ماتریس انتقال کاربری زمین و مدل مارکوف به این نتیجه می‌رسند که تغییر کاربری زمین و پوشش زمین به یک موضوع اصلی تبدیل شده است که باید فوراً در مطالعه تغییر محیط زیست جهانی مورد توجه قرار گیرد.

اسپریس[3] و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای با عنوان نقشه برداری تغییر پوشش زمین و کاربری زمین در حوضه مکونگ پایین از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۰، با استفاده از سیستم سنجش از دور GIS به این نتیجه رسیده اند که از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۰ کشاورزی رونق داشته اما رفته رفته بعضی مناطق کشاورزی تبدیل به مزارع صنعتی شدن و همچنین مناطق جنگی نیز تغییر کاربری داده و به مکانها و ساختمانهای مختلف تبدیل شدند.

در نهایت این تحقیق نسبت به تحقیقات گذشته این مزیت را دارد که با استفاده از سیستم اطلاعاتی جهات توسعه مناسب برای توسعه کالبدی شهر تبریز و همچنین حفظ اراضی کشاورزی و باغات بطور دقیق بیان و مشخص شده است.

روش تحقیق

روش پژوهش حاضر توصیفی – تحلیلی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی اطلاعات مورد نظر جمع‌آوری شده سپس برای تجزیه و تحلیل این اطلاعات از روش‌های کمی و کیفی استفاده شده است. در مطالعهٔ حاضر، با تقسیم‌بندی چشم‌اندازها به واحدهای پوشش اراضی (اراضی شهری، اراضی کشاورزی، اراضی بایر، راه‌ها و رودخانه‌ها) نقشهٔ پوشش اراضی تولید شده که در بسیاری از مسائل به عنوان نقش

[1] Wang
[2] Hu
[3] Spruce

مبنا مورد استفاده قرار گرفته است. جهت بررسی روند توسعهٔ کالبدی، از روش توصیفی و تحلیلی و برای بررسی تغییرات توسعهٔ کالبدی در طول زمان، از سامانه‌های مکانی و ماهواره‌ای استفاده می‌شود. در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد.یکی از مهمترین فوائد استفاده از داده‌های ماهواره ای در مطالعات پدیده‌های طبیعی و شناخت کره زمین و معضلات آن صرفه جویی در وقت و افزایش دقت است. این پژوهش با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره لندست و نرم افزار ENVI به همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS به بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری تبریز طی یک دوره ۳۰ ساله از ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ می‌پردازد تا فرایند تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی این شهر را طی دوره مذکور بیان نماید.

جدول شمارهٔ ۱: کلاس‌های طبقه‌بندی شده

شاخص‌ها	زیر شاخص‌ها
اراضی ساخته شده	شامل: کاربری‌ها و تأسیسات انسان‌ساخت (مسکونی، ورزشی، صنعتی و...) به جز فضای سبز
باغات و فضای سبز	شامل: مجتمع‌های درختی در وضعیت‌های مختلف آیش و یا کشت است.
اراضی بایر	شامل: اراضی که هیچ نوع گیاهی در آن دیده نمی‌شود و یا از حالت مثمر و فعال بودن خارج شده است.
راه‌ها و رودخانه‌ها	شامل عوارض خطی مانند جاده‌ها، رودها

مأخذ: نگارندگان

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

– شیوه تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

در فرآیند تحقیق، پس از گردآوری داده‌ها، گام بعدی شامل تجزیه و تحلیل داده‌ها است. تجزیه و تحلیل، به طور کلی بر دو قسم است: تجزیه و تحلیل کمّی و تجزیه و تحلیل کیفی. برخی تجزیه و تحلیل کمّی را به تحلیل توصیفی و تحلیل تبیینی (علّی) طبقه‌بندی کرده‌اند. در سطح تحلیل کمی توصیفی چگونگی توزیع داده‌های تجربی هر یک از متغیرهای مستقل و وابسته از طریق شاخص‌های آماری مناسب بیان می‌شود. تحلیل توصیفی با تحقیق توصیفی و تحلیل تبیینی با تحقیق تبیینی سازگار است. ابزار تحلیل کمی، تکنیک‌های آماری است. تحلیل کمی بی‌نیاز از تحلیل کیفی نیست. محقق به منظور تکمیل تحلیل نیازمند آن است که تحلیل کمی را با تحلیل کیفی همراه سازد. تحلیل کیفی بار معنایی یافته‌های کمی را روشن‌تر می‌نماید. در این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از مراحل زیر استفاده شده است:

۱– طبقه بندی اطلاعات

برای آماده نمودن اطلاعات برای تجزیه و تحلیل می‌باید آنها را طبقه بندی نمود. این کار برای تحقیقات کمی با مشکل کمتری مواجه است زیرا در هنگام طراحی روش گردآوری اطلاعات معمولاً سؤالات به گونه‌ای تنظیم می‌شود که طبقه بندی داده‌ها نیز در داخل آن در نظر گرفته می‌شود. به هر روی قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات باید کار دسته بندی، گروه بندی یا طبقه بندی آنها انجام شود. در این بخش در ابتدا اقدام به استخراج شاخص‌های تأثیرگذار نموده و سپس اطلاعات مذکور طبقه بندی گردیده است.

۲– پردازش داه‌ها

داده‌های جمع آوری شده می‌تواند به صورت دستی یا به رایانه‌ای تجزیه و تحلیل شوند. چنانچه حجم اطلاعات از حد معینی بیشتر باشد امکان تجزیه وتحلیل دستی وجود نخواهد داشت. امروزه تقریباً در همه موارد این امر با استفاده از رایانه و برنامه‌های مختلف تجزیه و تحلیل انجام می‌پذیرد. روش‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها هر پژوهش به طور کلی متفاوت می‌باشد. اصلی‌ترین نرم افزار آماری مورد استفاده در این پژوهشENVI 4.8 و نرم افزار GIS می‌باشد که از این نرم افزارها برای پردازش داه‌ها در این پژوهش استفاده شده است.

- در گام نخست اقدام به تهیه و دانلود تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز از سایت معتبر دانلود تصاویر ماهواره‌ای USGS اقدام گردیده است.

- به منظور شناسایی عرصهٔ تحقیق با تأکید ویژه بر کاربری اراضی و هم چنین بررسی شاخصهای تحقیق در محدودهٔ مطالعاتی، از طریق استفاده از اسناد و مدارک موجود، نقشه‌های GISمنطقه شهری نیز برداشت‌های میدانی و مشاهده صورت گرفت.

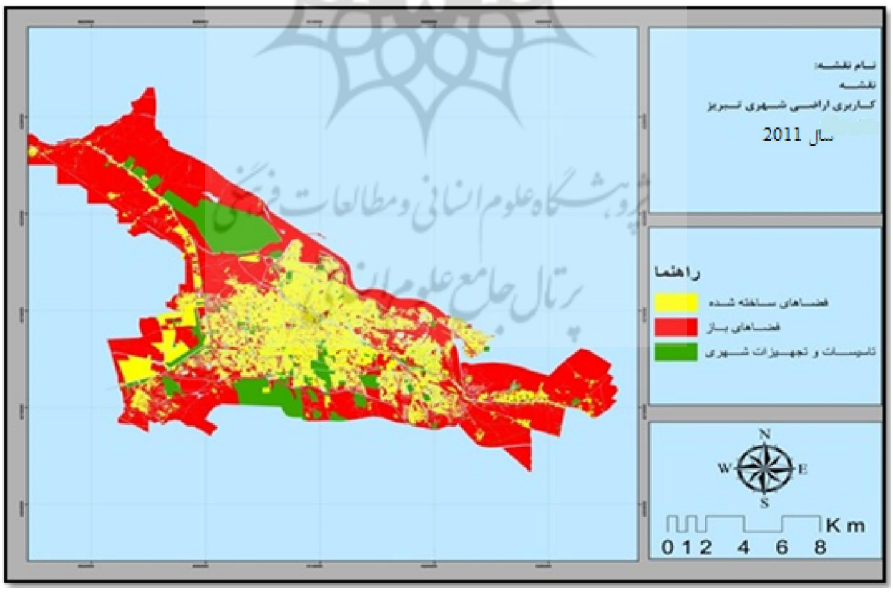
- پس از بررسی شاخص‌ها و انجام تصحیحات اتمسفری تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده و طبقه‌بندی‌های لازم لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های مکان پایه در محیط GIS تهیّه گردید. - سپس برای بررسی وضعیت تغییرات کاربری اراضی هدف؛ چگونگی تغییرات در گذر بازه زمانی هدف پژوهش مورد بحث قرار گرفت.

پس از اینکه داده توسط ماهواره بر اساس کنش امواج الکترومغناطیسی با پدیده‌های مورد نظر ثبت گردید، به ایستگاه زمینی منتقل شده و فرایند پردازش داده‌ها آغاز می‌گردد. اولین مرحله پردازش داده‌ها مرحله پیش پردازش است که در آن خطاها، نویزها و اعوجاج‌های موجود در تصاویر شناسایی و تصحیح می‌شوند. سپس داده‌های تصحیح شده در مرحله پردازش مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مرحله با استفاده از داده‌های پردازش شده، اطلاعات استخراج می‌گردد. در نهایت در مرحله پس پردازش نیز فرایند اعتبارسنجی اطلاعات و نتیجه گیری انجام می‌شود. پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای شامل چگونگی شناسایی خطا و تصحیح آن در

انواع تصاویر ماهواره‌ای اپتیکال از فرایند تصحیح هندسی و رادیومتری به همراه تئوری و اصول علمی آن است. روش تصحیح اتمسفری به کارگیری شده در این پژوهش روش Dark Subtraction برای ماهواره لندست ۸ می‌باشد. تصاویر ماهواره ای مورد استفاده شامل تصاویر ماهواره ای TM سال (۱۹۸۶) و (۲۰۰۶) و (۲۰۱۶) از محدوده شهر تبریز می‌باشد.

محدوده مورد مطالعه

تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی است، در ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و دو دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۰ متر می باشد. با وسعتی حدود ۱۱۸۰۰ کیلومتر در قلمرو میانی خطه آذربایجان و در قسمت شرقی شمال دریاچه ارومیه و۶۱۹ کیلومتری غرب تهران قرار دارد. این شهر در ۱۵۰ کیلومتری جنوب جلفا، مرز ایران وجمهوری آذربایجان قرار گرفته است. (فرامرزی و زینالی عظیم، ۱۳۹۷) جمعیت تبریز بیش از یک ونیم میلیون نفر می باشد. شهر تبریز از سمت جنوب به رشته کوه منفرد همیشه پر برف سهند و از شمال شرقی به کوه سرخ فام عون علی (عینالی) محدود می شود. رودخانه آجی چای (تلخه رود) از قسمت شمال وشمال غرب تبریز می گذرد و بعد از طی مسافتی قابل توجه در دشت تبریز به دریاچه ارومیه می ریزد. (بصیری و زینالی عظیم، ۱۳۹۸).



نقشه ۱: نقشه طبقه بندی شده کاربری اراضی شهر تبریز، مأخذ: نگارندگان

بحث و بررسی یافته‌ها

با بهره‌گیری از نقشه‌های موجود و از راه بازدید میدانی و تفسیر دیداری و اسناد موجود، کاربری‌ها در مرحلهٔ پیش از طبقه‌بندی و بعد از طبقه‌بندی برداشت شد. در این مرحله، ابتدا عملیات Stack بر روی تمامی باندهای تصاویر به جز باندهای حراراتی انجام شد و سپس با در نظر گرفتن تفکیک‌پذیری باندها، باندهای مناسب (۲، ۳، ۴ برای سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۰۶ و باندهای ۷، ۵، ۳ برای سال ۲۰۱۶) برای طبقه‌بندی منظور شد.

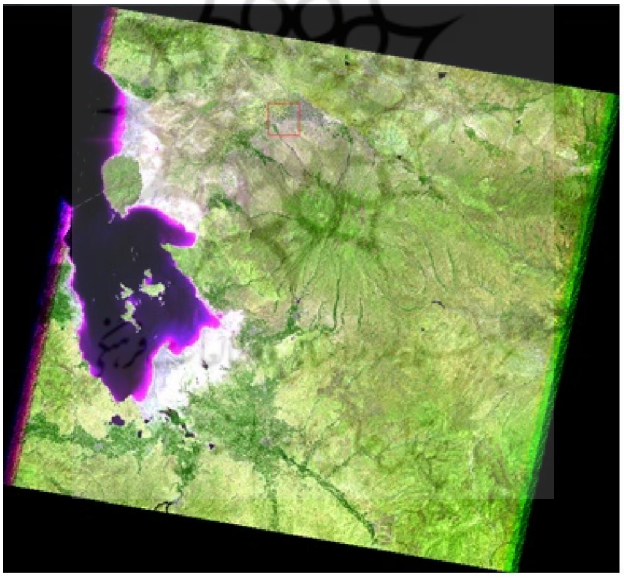
– **پیش پردازش:** با توجه به اینکه تصاویر حاصل از ماهواره‌ها، از نقطه نظرهای تفکیک مکانی، زمانی و طیفی همواره احتمال انواع خطاهای سیستماتیک و غیر سیستماتیک را دارند، بنابراین باید پردازش‌های اولیه بر روی داده‌های خام از طریق سیستم تصویرپردازی یا شرایط اتمسفر در هنگام سنجش صورت گیرد.

– **تصحیح اتمسفری:** پس از مرحلهٔ Stack باندهای تصاویر در مرحلهٔ پیش پردازش تصاویر، تصحیحات اتمسفری بر روی آنها انجام می‌شود که در این پژوهش از تصحیح اتمسفری Dark Subtract استفاده می‌شود که این عمل بر روی هر سه تصویر انجام گرفت.

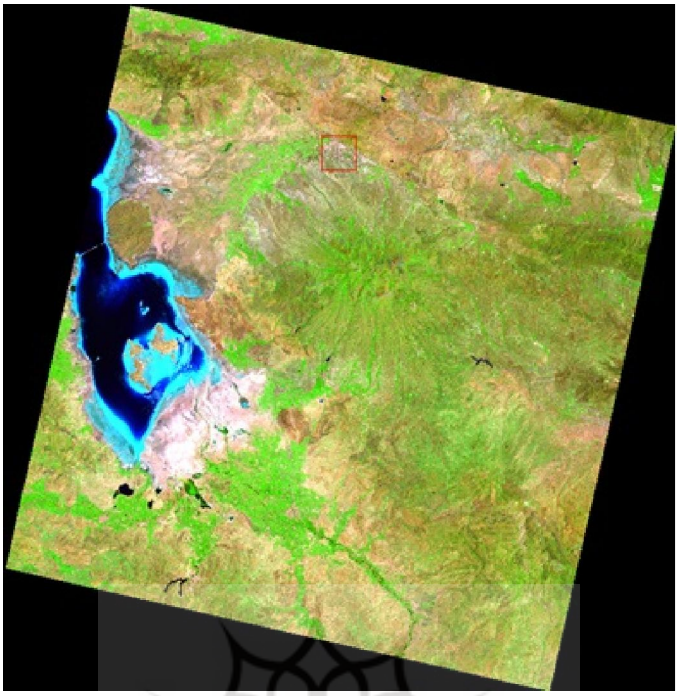
– **انتخاب مناسب‌ترین باندها برای کلاس بندی:** هدف از این مرحله حذف آن دسته از باندهایی است که از حیث تفکیک کلاس‌ها در عملیات طبقه‌بندی نقش مؤثری ندارند و انتخاب حداقل تعداد باندهایی است که زمان و هزینهٔ فرآیند طبقه‌بندی را کاهش داده و منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی می‌گردد. در این مرحله، باندهای مناسب (۲، ۳، ۴ برای سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۰۶ و باندهای ۷، ۵، ۳ برای سال ۲۰۱۶) برای طبقه‌بندی منظور شد. نتایج به دست‌آمده، نشان‌دهندهٔ عملیات انجام گرفته بر روی تصاویر است (شکل‌های شمارهٔ ۱و ۲ و ۳).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۱: تصویر بعد از آشکارسازی سال ۱۹۸۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



شکل ۲: تصویر بعد از آشکارسازی سال ۲۰۰۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



شکل ۳: تصویر بعد از آشکارسازی سال ۲۰۱۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹

در این تحقیق از روش طبقه‌بندی بیشترین احتمال[1] بهره‌گیری شده است. بعد از ارزیابی احتمالات در هر کلاس، پیکسل‌ها به کلاس‌هایی که بیشترین شباهت را دارند، اختصاص می‌یابند و اگر مقادیر احتمال پایین‌تر از حد آستانه معرفی شده باشند، به عنوان پیکسل طبقه‌بندی نشده معرفی می‌شوند (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۳۱۲). نقشه‌های مورد نظر با استفاده از نرم افزار ENVI 4.8 و روش طبقه‌بندی نظارت شده از نوع بیشترین احتمال، طبقه‌بندی تصاویر بدست آمد. در این رابطه، تصاویر به چهار کلاس شامل مناطق ساخته شده، مناطق بایر، فضای سبز و راهها تقسیم گردیدند. هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است تکمیل نیست (لیلسند[2]، ۲۰۰۱). لذا برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی می‌شود. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشهٔ استخراج شده بوده و در نقشه‌های کاربری اراضی بدست‌آمده از تصاویر سنجش از دور بایستی حداقل ۸۵٪ باشد (اندرسون و همکاران[3]، ۱۹۷۶). دقت کلی نقشهٔ استخراج شده با الگوریتم حداکثر احتمال

[1]-Maximum likelihood
[2] Lillesand
[3] Anderson et.al

در این تحقیق برای سال ۲۰۱۶ (۹۲,۱۲٪)، سال ۲۰۰۶ (۸۶,۴۴٪) و سال ۱۹۸۶ (۹۰,۷۵٪) مؤید این مطلب است.

– انواع پوشش اراضی در منطقهٔ مورد مطالعه

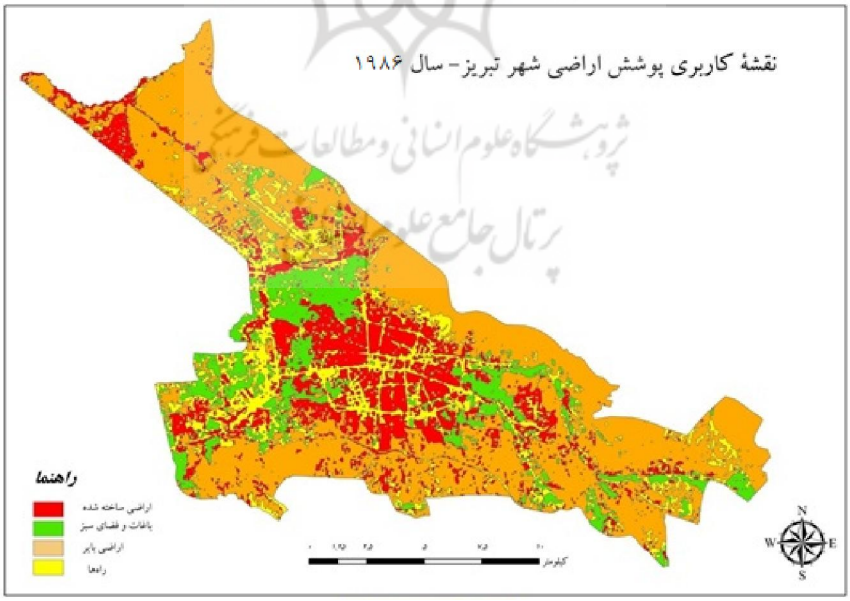
در این پژوهش با توجه به ساختار شهر، تصاویر در ۴ کلاس: ساخته شده، باغات و فضای سبز، بایر و راه‌ها طبقه‌بندی شدند.

جدول شمارهٔ ۲: کلاس‌های طیقه‌بندی شده

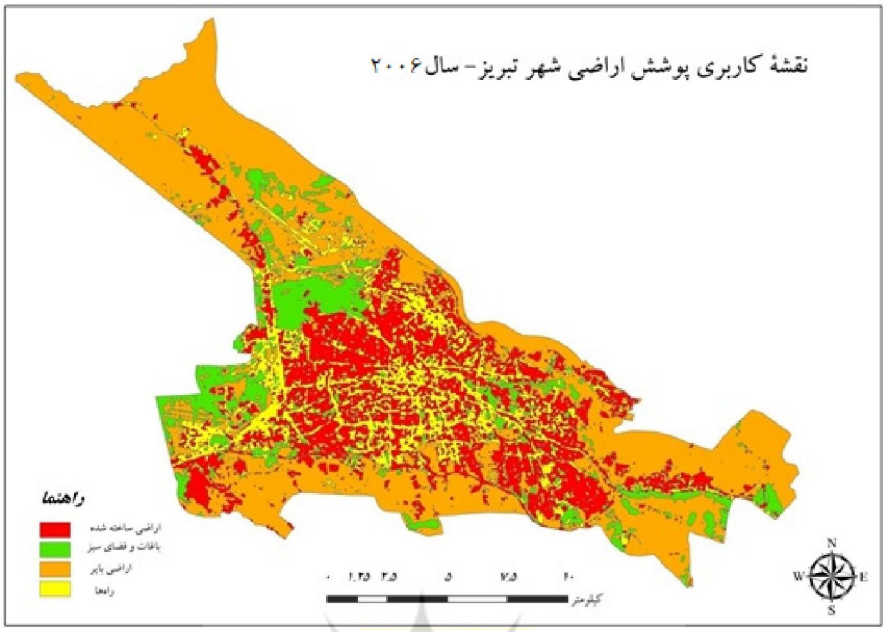
اراضی ساخته شده	شامل: کاربری‌ها و تأسیسات انسان‌ساخت (مسکونی، ورزشی، صنعتی و...) به جز فضای سبز
باغات و فضای سبز	شامل مجتمع‌های درختی در وضعیت‌های مختلف آیش و یا کشت است.
اراضی بایر	شامل اراضی که هیچ نوع گیاهی در آن دیده نمی‌شود و یا از حالت مثمر و فعال بودن خارج شده است.
راه‌ها و رودخانه‌ها	شامل عوارض خطی مانند جاده‌ها، رودها

مأخذ: نگارندگان

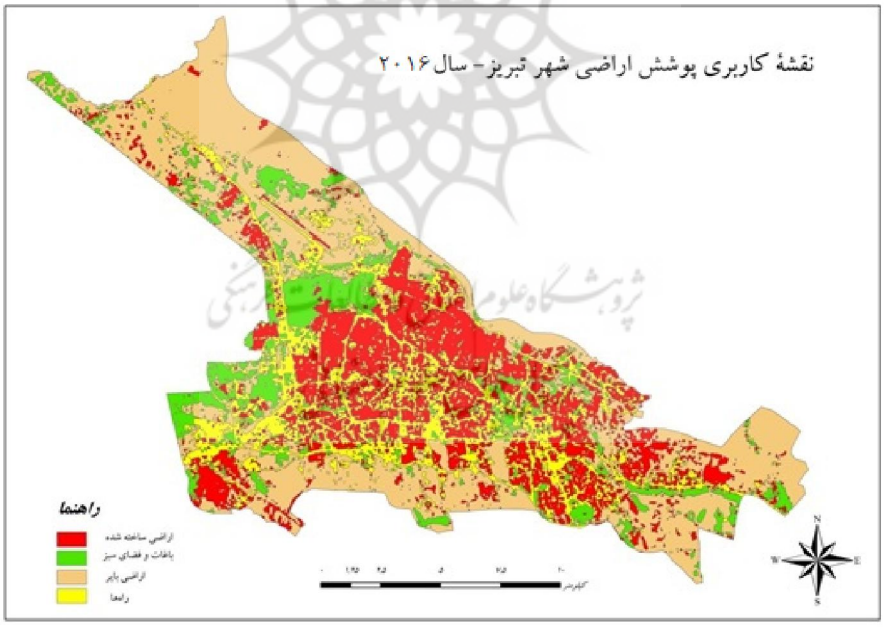
در زیر، نقشه‌های کاربری اراضی سه دورهٔ (۱۹۸۶، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶) قابل مشاهده است. این نقشه‌ها بعد از انجام عملیات متعددی که در بالا ذکر شد و همچنین انجام برداشت‌های میدانی به صور زیر بدست آمد. همچنین با استفاده از روش‌های موجود در در نرم‌افزار ENVI، آمار و ارقام هر کاربری به صورت درصد در جداول زیر قابل مشاهده است.



نقشه۲: نقشهٔ کاربری اراضی سال ۱۹۸۶. منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



نقشه ۳: نقشهٔ کاربری اراضی سال ۲۰۰۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



نقشه ۴: نقشهٔ کاربری اراضی سال ۲۰۱۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹

جدول شمارهٔ ۳: جدول درصد کلاس‌های کاربری اراضی شهر تبریز در سال ۱۹۸۶

نوع پوشش اراضی	اراضی ساخته شده	باغات و فضای سبز	اراضی بایر	راه‌ها و جاده‌ها
درصد	۱۱/۹۰	۱۵/۶۸	۶۶/۶۹	۵/۷۳

مأخذ: نگارندگان

جدول شمارهٔ ۳: جدول درصد کلاس‌های کاربری اراضی شهر تبریز در سال ۲۰۰۶

نوع پوشش اراضی	اراضی ساخته شده	باغات و فضای سبز	اراضی بایر	راه‌ها و جاده‌ها
درصد	۲۳/۰۷	۱۳/۸۹	۵۳/۱۳	۹/۹۲

مأخذ: نگارندگان

جدول شمارهٔ ۴: جدول درصد کلاس‌های کاربری اراضی شهر تبریز در سال ۲۰۱۶

نوع پوشش اراضی	اراضی ساخته شده	باغات و فضای سبز	اراضی بایر	راه‌ها و جاده‌ها
درصد	۳۷/۷۹	۱۰/۴۱	۳۹/۵	۱۲/۲۹

مأخذ: نگارندگان

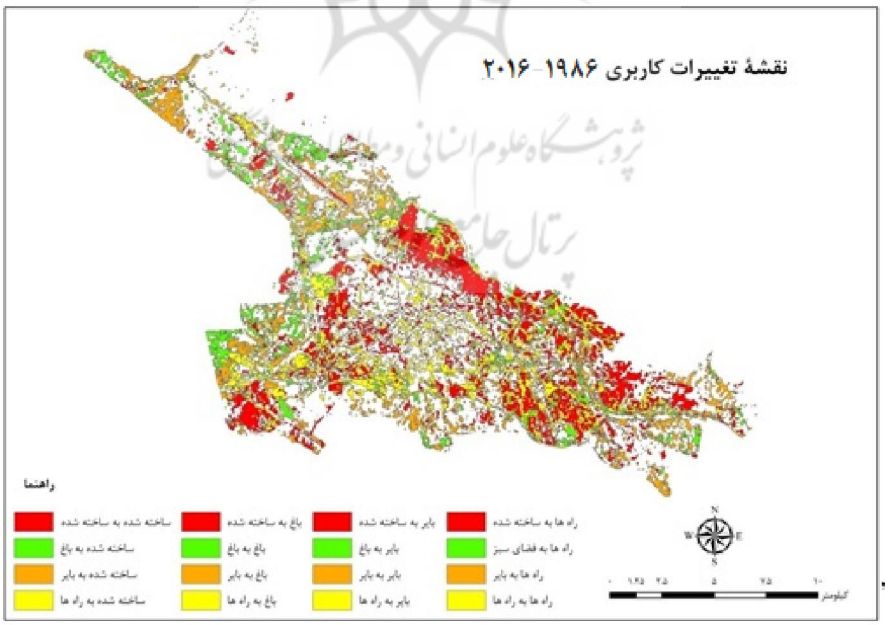
با توجه به نقشه‌های بدست‌آمده و محاسبات آماری در سال ۱۹۸۶، ملاحضه می‌شود که بیشترین درصد اراضی، متعلق به اراضی بایر با بیش از ۶۶ درصد است. بعد از این کاربری، باغات و فضای سبز قرار دارد. با بررسی توزیع فضایی این کاربری مشاهده می‌شود که پراکنش فضایی این کاربری در غرب شهر تبریز واقع شده است. با بررسی‌هایی میدانی و مراجعه به منابع پیشین مشخص شد که اراضی باغات و فضای سبز در این منطقه اکثراً متعلق به باغات و اراضی کشاورزی است. همچنین این کاربری، در داخل شهر تبریز به صورت لکه‌های کوچک و ناچیز مشاهده می‌شود که نشان از ضعف شدید ساختارهای این کاربری در سال ۱۹۸۶ در شهر تبریز دارد. بعد از این کاربری اراضی ساخته شده و راه‌ها قرار دارند. آمار و نقشه‌های بدست‌آمده از تصاویر سال ۲۰۰۶، حاکی از کاهش زمین‌های بایر و باغات و فضای سبز و در نتیجه افزایش درصد و مساحت کاربری‌های ساخته شده و راه‌ها است. بر این اساس اراضی بایر با ۵۳/۱۳ درصد آرا، بیشترین شمول کاربری‌ها را داراست. اراضی ساخته شده با بیش از ۱۱ درصد افزایش نسبت به دورهٔ قبل، در ردهٔ بعدی قرار می‌گیرد. نکتهٔ قابل تأمل در نتایج بدست‌آمده، کم شدن این اراضی نسبت که دورهٔ قبل است که نشان از بی‌توجهی مسئولین و برنامه‌ها به این کاربری دارد. کاربری راه‌ها نیز با افزایش درصد کاربری ساخته شده، افزایش یافته است و نزدیک به ۱۰ درصد است. بررسی نتایج بدست‌آمده از تصاویر سال ۲۰۱۶، مشخص می‌شود که اراضی ساخته شده

همچنان به پیشروی خود در اراضی بایر حاشیهٔ شهر و باغات و فضای سبز ادامه می‌دهند. بر این اساس روند تغییرات، همانند دورهٔ قبل (۲۰۰۶) است. اراضی ساخته شده بیشترین تغییر و افزایش را داشته است و با درصد کمی تفاوت بعد از اراضی بایر در ردهٔ دوم قرار می‌گیرد. فضای سبز و باغات نیز همچنان روند نزولی خود را حفظ کرده است و به نزدیک ۱۰ درصد، کاهش پیدا کرده است.

– انتقال به محیط GIS و کشف تغییرات

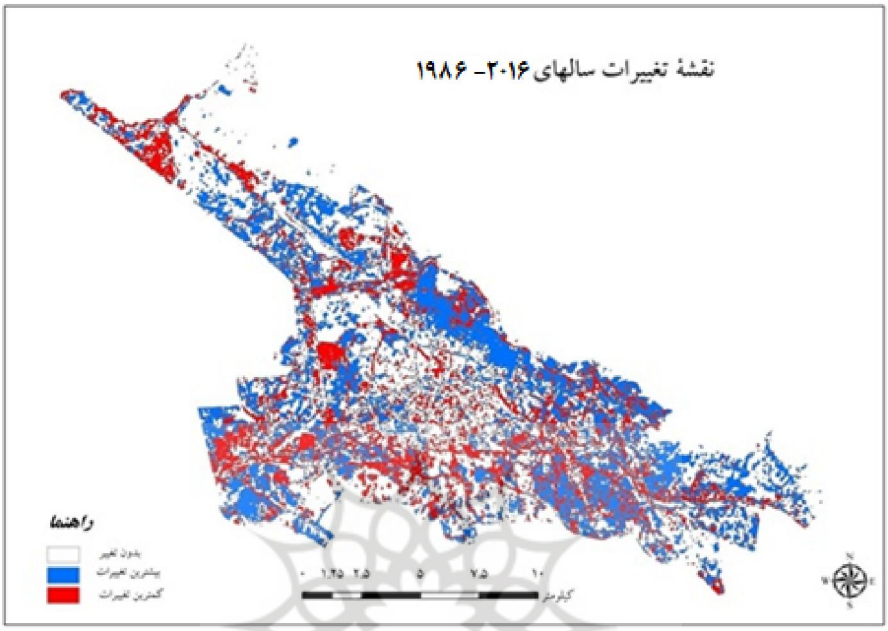
پس از تبدیل نقشه‌های طبقه‌بندی به حال رستری وارد نرم‌افزار GIS شده و در آن جا تبدیل به حالت برداری شد و خروجی تغییرات بین سه دورهٔ مذکور بدست آمد. تغییرات بدست‌آمده برای هریک از کاربری‌ها بین سه دوره مشخص شد.

بررسی و ارزیابی تغییرات رخ داده بر روی یک عارضه در اثر گذشت زمان هدف بسیاری از پژوهش‌ها بوده است. تغییرات اوضاع سیاسی و اجتماعی یک منطقهٔ خاص، تغییرات گسترش یا زوال شهرها، تغییرات رخ داده در بستر یک رودخانه، کاهش سطوح فضای سبز و باغات، همه و همه مثال‌هایی از بروز تغییرات بر روی عوارض مختلف می‌باشد که توسط محققین مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در حال حاضر تصاویر ماهواره‌ای به علت قابلیت‌های منحصر به فرد خود یکی از ابزارهای قدرتمند محققین برای کشف تغییرات می‌باشد که در بسیاری از علوم از جمله محیط زیست کاربرد دارد.

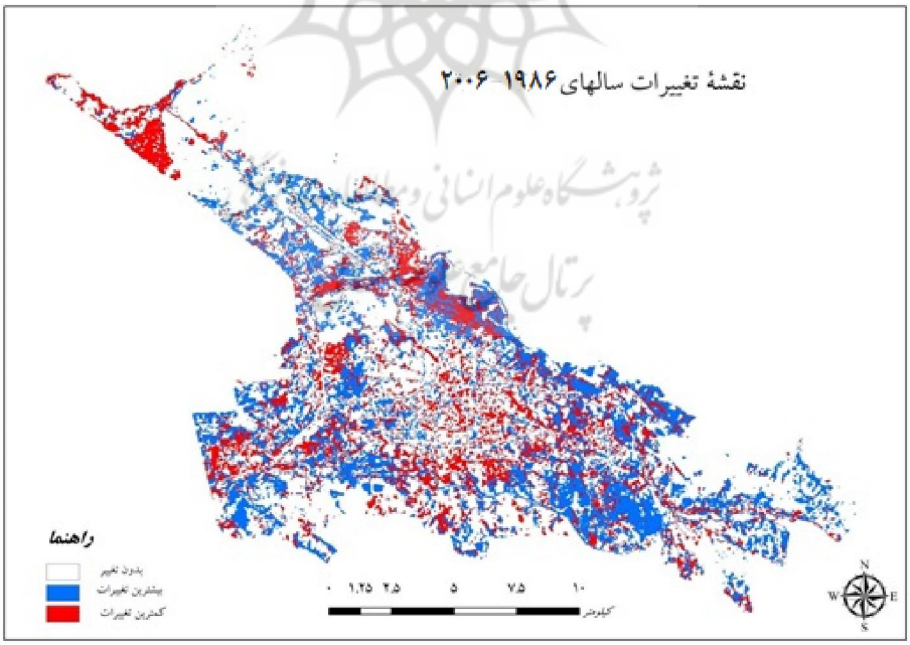


نقشه ۵: نقشهٔ تغییرات کاربری سال‌های ۲۰۱۶- ۱۹۸۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹

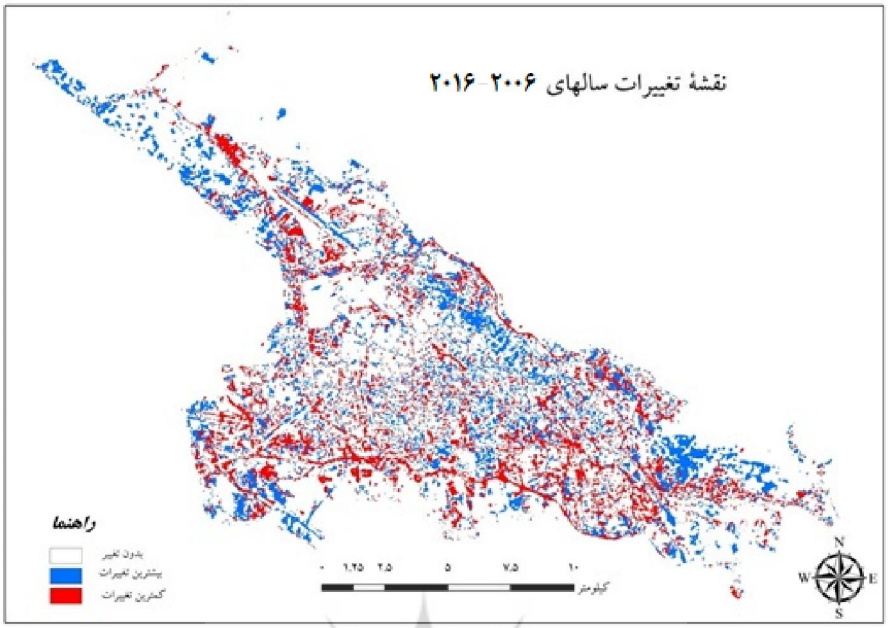
علاوه بر نقشهٔ فوق، در پژوهش حاضر، تصاویر سه دورهٔ (۱۹۸۶-۲۰۱۶، ۱۹۸۶-۲۰۰۶، ۲۰۰۶-۲۰۱۶) باهم مقایسه شده است و مناطقی که بیشترین تغییر، کمترین تغییر و بدون تغییرات است در نقشه‌های زیر به تصویر کشیده شده است:



نقشه۶: نقشهٔ تغییرات کلی سال‌های ۲۰۱۶- ۱۹۸۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



نقشه ۷: نقشهٔ تغییرات کلی سال‌های ۲۰۰۶- ۱۹۸۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹



نقشه ۸: نقشهٔ تغییرات کلی سال‌های ۲۰۱۶- ۲۰۰۶ منبع نگارندگان، ۲۰۱۹

همانطور که در شکل‌های شمارهٔ (۸-۱۱)، مشاهده می‌شود، از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۶، تغییرات زیادی در محدودهٔ مورد مطالعه اتفاق افتاده است. مناطق دارای تغییرات زیاد با رنگ آبی نمایش داده شده‌اند که بیشتر اراضی بایر حاشیهٔ شهر را در بر می‌گیرد. این مناطق نشان‌دهندهٔ نفوذ شهر در جهت‌های مختلف است. مناطق شمالی تبریز در معرض بیشترین تغییرات بوده است. با مراجعه به این مناطق مشخص می‌شود که این مناطق، قلمرو مهاجرت روستاییان از شهرها و روستاهای مختلف آذربایجان به این مناطق است. اکثر سکونتگاه‌های این مناطق، دارای بافت سکونتگاهی غیر رسمی است. بدین صورت که مهاجراین در این مناطق بدون نظارت ارگان‌های زیربط، به ساختن مساکن خود اقدام کرده‌اند که منجر به نوعی حاشیه نشینی در شهر گردیده است و باعث مشکلات بسیاری از جمله آلودگی بصری، بحران‌های اجتماعی، فرهنگی شده است. قسمت‌های قرمز رنگ نیز شامل مناطقی است که کمترین تغییرات را در طول گذشت این دوره‌ها به خود دیده‌اند. مناطق سفید رنگ نیز مربوط به مناطقی است که هیچ‌گونه تغییری نکرده‌اند. این مناطق اکثراً مربوط به تپه‌ها و زمین‌های دور افتاده و بایر غرب و شرق شهر تبریز است که بلا استفاده مانده‌اند. یکی از بحران‌های اصلی در مورد تغییرات کاربری ارضی، تبدیل زمین‌های کشاورزی و باغات و فضای سبز به مناطق شهری است که لزوم توجه به این زمینه بیش از پیش در مطالعات شهری احساس می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز در سه دورهٔ (۱۹۸۶، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶) با استفاده از داده‌های چندزمانهٔ تصاویر ماهواره‌ای لندست در نرم‌افزار ENVI 4.8 بررسی شد و نتایج حاصل در نرم‌افزار Arc GIS 10.2 تحلیل شد و نتایج آن به صورت نقشه تولید شد. نتایج به‌دست آمده، نشان می‌دهد که اراضی ساخته شده طی بازه زمانی ۳۰ مورد مطاله، از ۱۱/۹ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۲۳/۰۷ در سال ۲۰۰۶ و ۳۷/۷۹ در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرده است. به عبارت دیگر ۲۵/۸۹ درصد افزایش را داشته است. کاربری‌های باغی و سبز طی بازه زمانی ۳۰ مورد مطاله، از ۱۵/۶۸ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۱۳/۸۹ در سال ۲۰۰۶ و ۱۰/۴۱ در سال ۲۰۱۶ کاهش پیدا کرده است. کم شدن نسبت باغات و فضای سبز در این زمینه، می‌تواند از معضلات مهم تغییرات کاربری اراضی در دورهٔ حاضر باشد. همچنین با بررسی فضای سبز موجود در داخل شهر، مشخص شد که شهر تبریز به صورت جدی از کمبود سرانهٔ این کاربری در داخل شهر رنج می‌برد. تغییرات کاربری اراضی در داخل و حاشیهٔ شهرها به قدری سریع است که برنامه‌ریزان و مقامات شهری از توأم ساختن فرآیند برنامه‌ریزی در این مناطق با توسعهٔ دینامیک و پیچیدهٔ آن ناتوان می‌مانند و بدین ترتیب، شهرها را با مشکلات بسیاری مواجه می‌سازند. با مطالعهٔ مکان قرارگیری اکثر شهرهای ایران این نتیجه حاصل می‌شود که این شهرها اغلب در کنار رودخانه‌ها و زمین‌های حاصلخیز کشاورزی و باغات به وجود آمده‌اند و در نتیجه با گسترش افقی شهر، این زمین‌ها مورد هجوم سازندگان مجتماع‌های زیستی واقع می‌شوند و در معرض نابودی قرار می‌گیرند. علاوه بر مطالب ذکر شده، عدم درک نحوهٔ کار سیستم‌های حاکم بر شهر و شرایط خاص اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی بر مشکلات موجود می‌افزاید. برخی از کارشناسان امر، جهت عدم پیشروی در زمین‌های اطراف شهر، شیوهٔ انبوه‌سازی و بلندمرتبه‌سازی را یکی از بهترین راه‌های محدودکردن گسترش افقی می‌دانند، در حالی که چنین روشی در شهری همانند تبریز، تبدیل به یکی از معضلات جدی شهر شده است که از آن به عنوان تراکم فروشی یاد می‌شود. گسترش عمودی شهر باید بر اساس ضوابط خاصی صورت گیرد و باعث اشباع شدن و تراکم انفجاری در شهر نگردد. یکی از بهترین راه‌های گسترش شهر، توسعهٔ آن در زمین‌های بایر داخل و خارج شهر و زمین‌هایی که ارزش کشاورزی پایینی دارند است. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده برای توسعه فیزیکی کلانشهر تبریز مناسبترین جهات توسعه اراضی واقع در شرق و جنوب شرق می‌باشد.

از جمله پیشنهادات مهم در رابطه با تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشد:

- شناسایی ظرفیت نهایی توسعه کلانشهر تبریز و توجه و تمرکز در جهت پایش دائمی این ظرفیت در جهت جلوگیری از توسعه خارج از ظرفیت و توان زیست پذیری پایدار کلانشهر تبریز.
- تهیه و تدارک ابزارهای ساختاری لازم برای شکل‌گیری عملکرد نظام مدیریت شهری با تأکید بر ساختار سازمانی، برنامه‌ها، قوانین و مقررات؛ منابع تکنولوژیک؛ ابزارهای مالکیت و ابزارهای تشویقی و تنبیهی در سیستم مدیریت شهری کلانشهر تبریز.
- تأثیرگذاری سیستم مدیریت شهری کلانشهر تبریز در کاربری‌های شهری با ابزارهای سازمانی، مجموعه قوانین و مقررات، مالیات‌بندی، دخالت مستقیم.
- مدیریت اراضی با کاربری بایر از روند توسعه فیزیکی و ساخت و ساز جهت جلوگیری از ادامه روند فعلی.
- تمرکز بر توسعه کاربری‌های سبز در پهنه‌های بایر جهت از بین بردن فرصت ساخت و ساز غیرمجاز و یا ساخت و سازهایی که چشم امید به ابقاء از طریق کمسیون ماده ۱۰۰ دوخته اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ:

۱. اکبری، ا، زنگنه اسدی، م، ع، تقوی مقدم، ا، (۲۰۱۶)، پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های مختلف تئوری آموزش آماری منطقه نیشابور، آمایش جغرافیایی فضا، ۶(۲۰)، ۳۵-۵۰.

۲. امیرانتخابی، ش، جوان، ف، حسنی مقدم، ح، (۱۳۹۶)، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (مورد مطالعه: شهرستان تالش)، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی، ۸(۳)، ۱-۱۱.

۳. بصیری م، زینالی‌عظیم ع، (۱۳۹۸)، تأثیر مبلمان شهری برکیفیت محیط زیست شهری (مطالعه موردی محدوده خیابان امام تبریز از میدان ساعت تا آبرسان)، جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۹(۳)، ۲۲۹-۲۴۸.

۴. خوش لهجه، م، رنجگر ب، مقیمی آ، بهشتی‌فر س، مقصودی ی، محمدزاده ع، (۱۳۹۸)، مروری بر روشها و مدلهای مورد استفاده در شناسایی تغییرات کاربری اراضی با تکیه بر سنجش از دور و GIS (با تأکید بر مطالعات صورت گرفته در کشور ایران)، علوم و فنون نقشه برداری، ۹(۲)، ۲۲۵-۲۴۲.

۵. شریفی، ل، رسولی، ع. ا، حجازی، م. ا، رستم‌زاده، ه، (۱۳۹۲)، آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی با پردازش شئ‌گرای تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان تبریز)، جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۷(۴۴)، ۲۰۳-۲۱۴.

۶. شفیعی ثابت، ن و محمدی، ا، شکیبا، ع. ر، (۱۳۹۸)، در مطالعه آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدلCA-Markov، محور کلانشهر تهران دماوند، اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۸(۱۱۱)، ۱۷۵-۱۹۰.

۷. فرامرزی م، زینالی‌عظیم ع، (۱۳۹۷)، ارزیابی عملکرد مدیریتی شهر تبریز پس از استقرار شورای اسلامی شهر تبریز، جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۹(۱)، ۴۴۵-۴۵۸.

8. Alawamy, J. S., Balasundram, S. K., Mohd. Hanif, A. H., & Boon Sung, C. T. (2020). Detecting and Analyzing Land Use and Land Cover Changes in the Region of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya Using Time-Series Landsat Data from 1985 to 2017. Sustainability, 12(11), 4490. https://doi.org/10.3390/su12114490.

9. Amir Siddique M, Dongyun L, Li P, Rasool U, Ullah Khan T, Javaid Aini Farooqi T, Wang L, Fan B, Rasool MA. (2020). Assessment and simulation of land use and land cover change impacts on the land surface temperature of Chaoyang District in Beijing, China. PeerJ 8:e9115 https://doi.org/10.7717/peerj.9115.

10. Anderson, W.P., Kanaroglou, P.S. and Miller, E.J. (1996).Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence.
11. Basiri, Mostafa, Ali Zeynali Azim, and Mina Farrokhi. (2017). Smart City Solution for Sustainable Urban Development. European Journal of Sustainable Development 6 (1):71. https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n1p71.
12. Chang, Y.; Hou, K.; Li, X.; Zhang, Y.; Chen, P. (2018), Review of Land Use and Land Cover Change research progress. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 113, 1–6.
13. Deng, Y., & Srinivasan, S. (2016). Urban land use change and regional access: A case study in Beijing, China. Habitat International, 51, 103–113.http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.09.007.
14. Fragkias, M., & Seto, K. C. (2009). Evolving rank-size distributions of intrametropolitan urban clusters in South China, Computers. Environment and Urban Systems, 33(3), 189e199.
15. Irwin, E. G., Jayaprakash, C., & Munroe, D. K. (2009). Towards a comprehensive framework for modeling urban spatial dynamics. Landscape Ecology, 24(9), 1223–1236 https://doi.org/10.1007/s10980-009-9353-9.
16. Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., et al. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global environmental change, 11(4), 261-269.
17. Lark, T.J., Mueller, R.M., Johnson, D.M., Gibbs, H.K., (2017). Measuring land-use and land cover change using the US department of agriculture's cropland data layer: cautions and recommendations. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 62, 224–235. http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2017.06.007.
18. Li, Y., & Liu, G. (2017). Characterizing Spatiotemporal Pattern of Land Use Change and Its Driving Force Based on GIS and Landscape Analysis Techniques in Tianjin during 2000–2015. Sustainability, 9(6), 894. https://doi.org/10.3390/su9060894.
19. Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W., (2001), Remote Sensing and Image Interpretation, 4thed, John Wiley and Sons, Inc. USA, ISBN: 0471255157.
20. Hu, Y., Batunacun, Zhen, L., & Zhuang, D. (2019). Assessment of Land-Use and Land-Cover Change in Guangxi, China. Scientific Reports, 9(1). https://doi.org/10.1038/s41598-019-38487-w.

21. Nath, B., Wang, Z., Ge, Y., Islam, K., P. Singh, R., & Niu, Z. (2020). Land Use and Land Cover Change Modeling and Future Potential Landscape Risk Assessment Using Markov-CA Model and Analytical Hierarchy Process. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(2), 134. https://doi.org/10.3390/ijgi9020134.
22. Nath, B., Niu, Z., & Singh, R. (2018). Land Use and Land Cover Changes, and Environment and Risk Evaluation of Dujiangyan City (SW China) Using Remote Sensing and GIS Techniques. Sustainability, https://doi.org/10(12),4631.10.3390/su10124631.
23. Nulpponen, J, (2016), Scenario analysis in strategic regional land use planning, Master's Thesis Lahti University of Applied Sciences Faculty of Technology Master Degree Programme in Environmental Technology
24. Omar, P.J.; Gupta, N.; Tripathi, R.P.; Shekhar, S.S. (2017), A study of change in agricultural and forest land in Gwalior city using satellite imagery. S-JPSET, 9, 109–112.
25. Pokhrel, Y., Burbano, M., Roush, J., Kang, H., Sridhar, V., and Hyndman, D. W. (2018a). A review of the integrated effects of changing climate, land use, and dams on Mekong River. Hydrology 10:266. https://doi.org/10.3390/w1003.
26. Owar Othow, O., Legesse Gebre, S., & Obsi Gemeda, D. (2017). Analyzing the Rate of Land Use and Land Cover Change and Determining the Causes of Forest Cover Change in Gog District, Gambella Regional State, Ethiopia. Journal of Remote Sensing & GIS, 06(04). https://doi.org/10.4172/2469-4134.10002.
27. Qian, Y., & Wu, Z. (2019). Study on Urban Expansion Using the Spatial and Temporal Dynamic Changes in the Impervious Surface in Nanjing. Sustainability, 11(3), 933. https://doi.org/10.3390/su11030933.
28. Sharma, R., Nguyen, T., & Grote, U. (2018). Changing Consumption Patterns-Drivers and the Environmental Impact. Sustainability, 10(11), 4190. https://doi.org/10.3390/su10114190.
29. Sleeter, B. M., Liu, J., Daniel, C., Rayfield, B., Sherba, J., Hawbaker, T. J, Loveland, T. R. (2018). Effects of contemporary land-use and land-cover change on the carbon balance of terrestrial ecosystems in the United States. Environmental Research Letters, 13(4), 045006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab540.

30. Schirpke, U., Kohler, M., Leitinger, G., Fontana, V., Tasser, E., & Tappeiner, U. (2017). Future impacts of changing land-use and climate on ecosystem services of mountain grassland and their resilience. Ecosystem Services, 26, 79–94. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.008.
31. Spruce, J., Bolten, J., Mohammed, I. N., Srinivasan, R., & Lakshmi, V. (2020). Mapping Land Use Land Cover Change in the Lower Mekong Basin From 1997 to 2010. Frontiers in Environmental Science, 8. https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00021.
32. Teixeira, Z., Teixeira, H., & Marques, J. C. (2014). Systematic processes of land use/land cover change to identify relevant driving forces: Implications on water quality. Science of The Total Environment, 470-471, 1320–1335.
33. Tendaupenyu, P., Magadza, C. H. D., & Murwira, A. (2016). Changes in landuse/landcover patterns and human population growth in the Lake Chivero catchment, Zimbabwe. Geocarto International, 32(7), 797–811. https://doi.org/10.1080/10106049.2016.1178815.
34. Wang, Z., Yang, X., Lu, C., & Yang, F. (2018). A scale self-adapting segmentation approach and knowledge transfer for automatically updating land use/cover change databases using high spatial resolution images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoformation, 69, 88–98. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.03.001.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی