

بررسی روند پیشرفت بافت‌های مسکونی؛ منطقه مورد مطالعه: شهر تبریز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲

کد مقاله: ۳۵۲۷۵

سعید کریمی^{۱*}، علی صیادی^۲

چکیده

شهر تبریز از موقعیت جغرافیایی بسیار مناسبی به جهت قرارگیری بر سر راه ارتباطی ایران اروپا برخوردار است، این شهر با رشد چشمگیر جمعیت طی چند دهه اخیر روبه‌رو بوده و این رشد جمعیت همواره نیازمند تأمین مسکن بوده است. توسعه شهرها همواره نیاز به برنامه منظمی برای جلوگیری از آسیب به محیط‌زیست و دستیابی به توسعه پایدار دارند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ وضعیت رشد ساختمان‌های شهر تبریز طی سال‌های ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ مورد بررسی قرار گرفته است، بدین منظور ابتدا داده‌های ماهواره لندست در نرم‌افزار ENVI 5.3 تصحیح و پایش شده و با استفاده از شاخص NDBI رشد و پیشرفت بافت مسکونی در شهر تبریز مورد بررسی قرار گرفته است، در ادامه با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS 10.8 خروجی به صورت نقشه تهیه گردیده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در سال ۱۹۹۱ تمرکز ساختمان‌های شهر در مرکز شهر قرار گرفته بوده، در ادامه در سال ۲۰۰۰ افزایش ساختمان‌ها در مرکز شهر و همچنین پیشرفت ساختمان‌ها با فاصله از مرکز شهر مشخص گردیده است، همچنین در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۱ رشد چشمگیر ساختمان‌ها در تمام جهات به خصوص از غرب و شرق (مسیرهای ورودی و خروجی شهر) صورت گرفته است. لازم به ذکر است که در این پژوهش فضای بیشتری نسبت به شهر مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات مناطق هم‌جوار این شهر نیز در تصاویر مشخص گردیده است.

واژگان کلیدی: توسعه شهری، شهر تبریز، NDBI، لندست، Gis.

۱- عضو هیئت علمی دانشکده محیط‌زیست پردیس دانشکده فنی دانشگاه تهران. (نویسنده مسئول) karimis@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست دانشگاه تهران

۱- مقدمه

یکی از موضوع‌های مهم در توسعه پایدار که طی سال‌های اخیر، جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده، توسعه پایدار شهری است که در برخی آن را الگوی نوین و مسلط در برنامه‌ریزی شهری معاصر می‌دانند (رازدشت و همکاران، ۱۳۹۱)، اهمیت و جایگاه شهرها در توسعه پایدار به حدی است برخی از صاحب‌نظران توسعه پایدار شهری را شاه‌کلید پایداری جهانی می‌دانند (حسینی، ۱۳۸۹). توسعه فیزیکی شهرها فرایند پیچیده‌ای است که بامطالعه روابط متقابل میان عوامل بیوفیزیکی و انسان شناخته می‌شود (He et al, 2006). مطالعات نشان می‌دهد که روند شهر توسعه اجتماعی - اقتصادی شهرها، پس از انقلاب صنعتی، در سراسر جهان سرعت یافت (Park et al, 2011). از دیرباز تاکنون تمرکزگرایی و تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ و همچنین در مناطق خاصی از این شهرها صورت گرفته و همواره مشکلاتی را پدید آورده است، یکی از بارزترین این مشکلات، تمرکزگرایی شدید در یک یا چند شهر و گسیختگی نظام سلسله‌مراتب شهری در اکثر کشورها هست (Amy and mark, 2005). کاهش کیفیت و آسایش مردم جامعه از دیگر مشکلات آن هست.

قابلیت زندگی شهری را می‌توان به‌عنوان استاندارد سلامت، راحتی و شادی که توسط فرد یا گروه تجربه می‌شود تعریف کرد (چیزهایی که برای کیفیت زندگی نیاز داریم) (Aluri, 2007)، بسیاری از شهرها از طریق ساخت‌وساز کنترل نشده و بدون برنامه‌ریزی کافی توسعه یافته و در نتیجه گسترش سریع خود قابلیت سکونت آن‌ها تضعیف می‌شود (Onnom et al. 2018). همچنین گسترش فیزیکی روزافزون و بدون برنامه‌ریزی شهرها، رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه اقتصادی و نیز مهاجرت روستاییان به شهرها، باعث پیدایش و تداوم مخاطرات عظیم زیست‌محیطی و اجتماعی و کاهش کیفیت زندگی جوامع شهری و غیرشهری شده است (Shafizadeh-Moghaddam et al. 2017). تخریب خاک، آب، جنگل، آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای اصلی‌ترین هزینه‌های محیطی فعالیت‌های اقتصادی شهروندان است (Todaro et al, 2006). بر اساس گزارش سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۴، ۵۴ درصد از جمعیت شهرنشین شده‌اند. این عدد در سال ۱۹۵۰ حدود ۳۰ درصد بوده است. پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰، به ۶۶ درصد برسد که در نتیجه کنترل جمعیت و مساحت شهرها تبدیل به چالش بزرگی خواهد شد (World Urbanization Prospects, 2014). شتاب شهرنشینی منجر به تغییر در سیستم اقلیمی و گسترش گازهای گلخانه‌ای می‌شود (El-Hattab et al. 2018)، از بین رفتن ذخیره کربن بر بهره‌وری اکوسیستم تأثیر می‌گذارد (Wang et al. 2021)، مطالعات نشان می‌دهند که حجم فعلی دی‌اکسید کربن موجود در هوا سپهر $PPmw365$ است و احتمالاً تا پایان قرن بیستم به $PPmw400$ خواهد رسید، اگر این روند ادامه یابد حدود سال‌های ۲۰۴۰ غلظت دی‌اکسید کربن دو برابر گردیده و در نتیجه حرارت کره زمین به‌طور متوسط ۲ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر خواهد شد (Soltanieh and Ahmadi, 2004). با استناد به آمار سازمان بهداشت جهانی در حدود یک‌چهارم (۲۴ درصد) از کل مرگ‌ومیر بزرگسالان به دلیل آلودگی هوا رخ می‌دهد (WHO, 2018). بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، ۷۴ درصد جامعه شهرنشین می‌باشند، این در حالی است که رشد مذکور در سال ۱۳۹۰ برابر ۷۱/۴ درصد بوده است و جمعیت شهرنشینی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۰ رشد ۲/۶ درصدی داشته است (Iran Statistics Center, 2016).

جدول ۱- نرخ رشد جمعیت شهر تبریز (مأخذ: مرکز آمار)

شهر	جمعیت در سال ۱۳۸۵	جمعیت در سال ۱۳۹۰	نرخ رشد بر مبنای سال ۱۳۸۵-۱۳۹۰	جمعیت در سال ۱۳۹۵	نرخ رشد بر مبنای سال ۱۳۹۰-۱۳۹۵
تبریز	۱۳۹۸۰۶۰	۱۴۹۴۹۸۹	۱/۳۴	۱۵۵۸۶۹۳	۰/۸۳

با توجه به نتایج سرشماری نفوس و مسکن در سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ شهر تبریز همواره نرخ رشد جمعیت مثبتی داشته است. این‌گونه رشد شهرنشینی با مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را پدید می‌آورد و همچنین مشکلاتی دیگر همچون انواع آلودگی‌ها، ترافیک، مسائل و مشکلات روانی کیفیت زندگی و به تبع آن زیست پذیری در کلان‌شهرها را به شدت کاهش می‌دهد (بندرآباد، ۱۳۹۰). توسعه شهرها از لحاظ فیزیکی نیازمند برنامه‌ریزی دقیقی به جهت تأمین شرایط مطلوب زندگی برای شهروندان است، در این پژوهش صرفاً توسعه فیزیکی شهر تبریز طی سال‌های ۱۳۷۰ الی ۱۴۰۰ به‌وسیله سنجش‌ازدور مورد بررسی قرار می‌گیرد زیرا یکی از منابع اطلاعات مفید در شناسایی این تغییرات، داده‌های سنجش‌ازدور است (نیازی و همکاران، ۱۳۸۹) به‌طوری‌که استفاده از فناوری، امکان بررسی و اندازه‌گیری‌های لازم را بر روی منابع بیوفیزیکی زمین در مقیاس مکانی و زمانی فراهم می‌آورد (زبردست و همکاران، ۱۳۸۹). روش‌های سنجش از راه دور (RS) یک روش مناسب برای دستیابی مستقیم به داده‌های تجربی و وسیله‌ای مؤثر برای بهبود زیست‌محیطی، مدیریت و نظارت بر پویایی شهرنشینی است سیستم اطلاعاتی

جغرافیای (GIS) روشی را برای تجزیه و تحلیل فضایی، مدل سازی و نقشه برداری است. بسیاری از محققان RS و GIS را باهم ترکیب کرده اند (Liu et al. 2021).

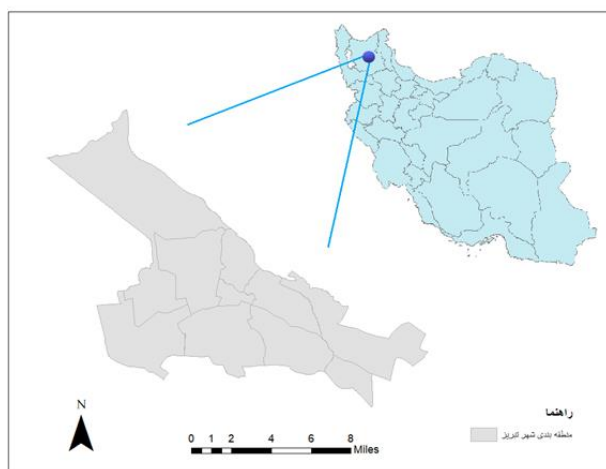
با توجه به اهمیت توسعه شهرها پژوهش های متعددی انجام گرفته است، نورالدین عظیمی (۱۳۸۰) که در مقاله ای با عنوان (تغییرات ساختار شهری در تبریز) به بررسی تغییرات ساختار شهری تبریز طی دوره ۱۳۴۵ الی ۱۳۷۰ پرداخته و بیان کرده بیشتر این تغییرات را مواردی از قبلی به زیرساخت و ساز رفتن گسترده باغات و زمین های کشاورزی اطراف شهر و گسترش شهر بخصوص ایجاد مناطق مسکونی جدیدالاحداث در مناطق خطرناک از لحاظ سوانح طبیعی احتمالی و ... عنوان کرد. همچنین در پژوهشی صدر موسوی و رحیمی (۱۳۹۱) تحت عنوان (تحلیلی بر توسعه کالبدی تبریز و تخریب اراضی کشاورزی و فضاهای سبز شهری) نتیجه گرفته اند که گسترش نافرجام ساخت وسازها در شهر تبریز باعث تخریب فضاهای سبز و زمین های زراعی در دهه های اخیر شده به طوری که ۲۰ درصد از سطح فضای سبز و ۲۴ درصد از سطح زمین های زراعی تخریب شده است

پژوهش های ذکر شده تا فاصله ی زمانی ۱۳۷۰ و دیگری تا فاصله ی ۱۳۹۱ را مورد بررسی قرار داده است که در هر دو پژوهش نتیجه گرفته اند که فضای سبز شهر تبریز کاهش پیدا کرده و سازه های شهری جایگزین آن ها شده است. این پژوهش بازه زمانی از سال ۱۹۹۱ میلادی شروع و آخرین داده دریافتی مربوط به سال ۲۰۲۱ میلادی و ۱۴۰۰ شمسی است، در این پژوهش از سنجش از دور و نرم افزارهای ENVI5.3 جهت اصلاحات لازم و ARCGIS10.8 برای گرفتن خروجی استفاده شده است و تغییرات در این بازه زمانی ۳۰ ساله مشخص گردیده، با توجه به اینکه در این پژوهش از طبقه بندی مناطق استفاده شده است، می توان دریافت این تغییرات نسبت به هر منطقه چقدر افزایش پیدا کرده. با توجه به اینکه وسعت بیشتر از شهر در این پژوهش مشخص گردیده امکان مشاهده تغییرات در مناطق هم جوار این شهر نیز امکان پذیر است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تبریز در غرب استان آذربایجان شرقی و در منتهی الیه مشرق و جنوب شرق جلگه تبریز قرار گرفته است. این شهر از سمت شمال به کوه های بکه چین و عون بن علی، از سمت شمال شرق به کوه های گوزنی و بابا باغی، از سمت شرق به گردنه ی پایان و از سمت جنوب به دامنه های رشته کوه سهوند محدود شده است (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۰). تبریز از سمت شمال، جنوب و شرق به کوهستان و از سمت غرب به زمین های هموار دشت تبریز و شورزارهای تلخه رود (آجی چای) محدود شده و به شکل یک چاله نسبتاً بزرگ یا یک جلگه بین کوهی درآمده است. ارتفاع این شهر از سطح دریا از ۱۳۴۸ متر در سهرای مرند تا ۱۵۶۱ متر در محله زعفرانیه متغیر بوده و شیب عمومی زمین های تبریز به سمت مرکز شهر و سپس به سمت مغرب است (دانشنامه جهان اسلام، ۱۳۸۰). درواقع از آنجاکه تبریز در مسیر ارتباطی جاده ابریشم قرار داشته از دیرباز یکی از مهم ترین مراکز تجاری در ایران و جهان بوده است (Ahour, 2011). داشتن ارتباط تجاری با چین و اروپا باعث شده بود این شهر فرهنگ شرق و غرب را مبادله نموده و بنابراین نقشی محوری در تاریخ اقتصاد و جنبش های اجتماعی و فرهنگی در ایران داشته باشد (Hanachi & Yadollahi, 2011).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی و از لحاظ هدف کاربردی است. هدف این پژوهش بررسی و تحلیل وضعیت رشد شهر تبریز از لحاظ سازه‌های شهری است. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات شهرنشینی شهر تبریز از تصاویر ماهواره‌ای لندست از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا و USGS^۱ با فرمت GeoTIFF^۲ تهیه شده است. این داده‌ها متعلق به سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۰، ۱۹۹۱ است. در این مطالعه از نرم‌افزار ARC Gis 10,8 برای تهیه خروجی و از نرم‌افزار Envi5.3 به منظور انجام پردازش، تجزیه و تحلیل تصاویر لندست و نهایتاً تعیین کاربری‌ها طبقه‌بندی استفاده شد.

در این پژوهش کاربری اراضی به ویژگی‌های اجزا و عوارض همگن و تکرارشونده‌ای از سطح زمین اشاره دارد که با مرزی مشخص از سایر عوارض قابل تفکیک می‌باشند. اطلاعات نقشه‌ای پوشش سرزمین، پایه و اساس مطالعه زمین است که می‌بایست قبل از ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی طی مراحل از داده‌های خام سنجش‌ازدور استخراج شده و طبقه‌بندی شوند. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به عنوان مهم‌ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به شمار آورد. بدین منظور در این پژوهش به منظور بررسی تغییرات کاربری شهر تبریز تصاویر تهیه شده از سال ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ تجزیه تحلیل و طبقه‌بندی می‌شوند. در نهایت داده‌های خام سنجش‌ازدور که به وسیله سنجنده‌های مختلف از سطح زمین برداشت می‌شوند، ممکن است دارای کمبودها و خطاهایی باشند؛ بنابراین برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لازم است تا کمبودها، جبران و خطاها حذف شوند.

شاخص NDBI شاخص نرمال شده ساختمان یکی از گسترده‌ترین شاخص‌های مورد استفاده جهت بررسی شرایط ساختمانی و استخراج مناطق مسکونی از مناطق غیرمسکونی است. شاخص مذکور از رابطه زیر به دست می‌آید (Zha, 2003; Weng, 2004).

$$NDBI = (MIR - R) / (MIR + R) \quad (۱)$$

$$NDVI = (MIR - RED) / (NIR + RED) \quad (۲)$$

در اینجا R انعکاس باند قرمز و MIR انعکاس باند مادون قرمز میانی است. در رابطه ۲ RED باند قرمز، NIR باند مادون قرمز نزدیک است. در این پژوهش با استفاده از شاخص NDBI مناطق مسکونی و غیرمسکونی مشخص گردیده و یک روند ۳۰ ساله برای تغییرات مناطق مسکونی مشخص گردیده است. همچنین شاخص NDVI یکی از پرکاربردترین شاخص‌های گیاهی است (Jiang, et al. 2006; Leeuwen, et al. 2006). تجیه و تحلیل سری‌های زمانی NDVI، برای نظارت دقیق و درازمدت تغییرات پوشش گیاهی مناسب است (Martinez and Gilabert, 2009).

جدول (۲): داده‌های مورد استفاده از ماهواره‌های لندست

ماهواره	تاریخ شمسی	تاریخ میلادی	قدرت تفکیک مکانی بر حسب متر	شماره گذر و ردیف
لندست ۸	۲۴ خرداد ۱۴۰۰	ژوئن ۱۴، ۲۰۲۱	۳۰	۱۶۸/۳۴
لندست ۵	۲۹ خرداد ۱۳۹۰	ژوئن ۱۹، ۲۰۱۱	۳۰	۱۶۸/۳۴
لندست ۵	۱ مرداد ۱۳۷۹	ژوئیه ۲۲، ۲۰۰۰	۳۰	۱۶۸/۳۴
لندست ۵	۸ مرداد ۱۳۷۰	ژوئیه ۳۰، ۱۹۹۱	۳۰	۱۶۸/۳۴

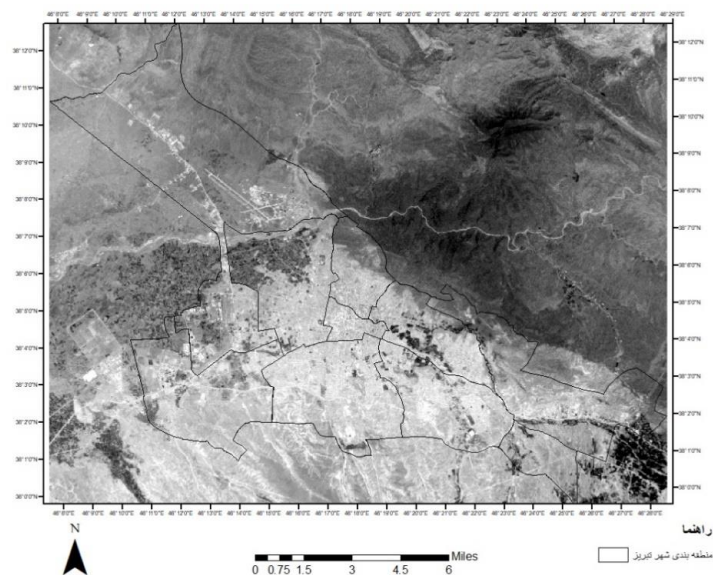
۳- نتایج یا یافته‌ها

در این پژوهش بعد نرمال‌سازی و اصلاح نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ENVI خروجی‌هایی با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS10.8 گرفته شده است:

شکل ۲ مربوط به سال ۱۹۹۱ میلادی است که با توجه به شکل تمرکز ساختمان‌ها در مرکز شهر قرار گرفته است، در این تصویر قسمت‌های سفیدرنگ داخل منطقه بندی شهر تبریز با توجه به اصلاحات نشان‌دهنده ساختمان‌ها است.

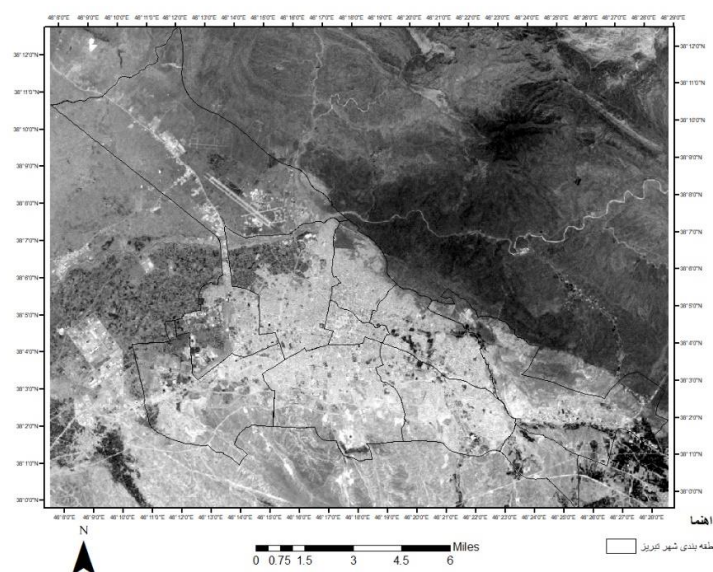
1 United States Geological Survey

2 Geo Tagged Image File Format



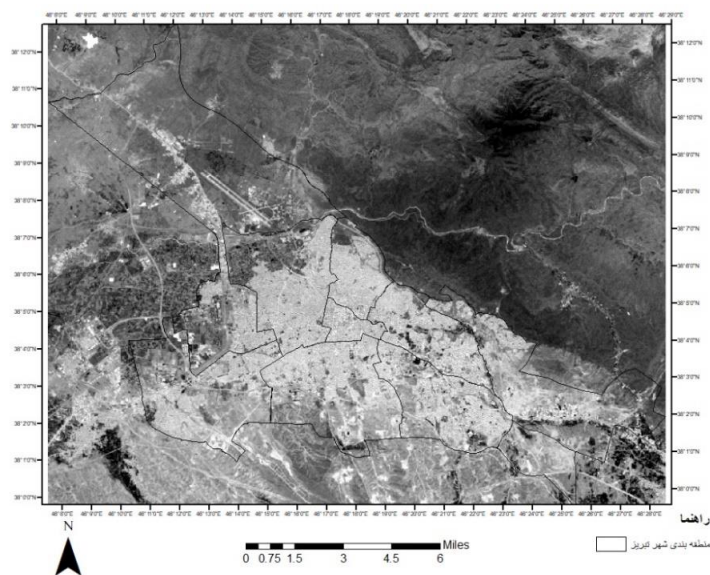
شکل ۲- نقشه اصلاح شده سال ۱۹۹۱ (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

شکل ۳ مربوط به سال ۲۰۰۰ میلادی است که با توجه به شکل و افزایش رنگ سفید، تمرکز ساختمان‌ها در مرکز شهر افزایش پیدا کرده و افزایش ساخت‌وساز در خارج از منطقه مرکزی نشان داده شده است.



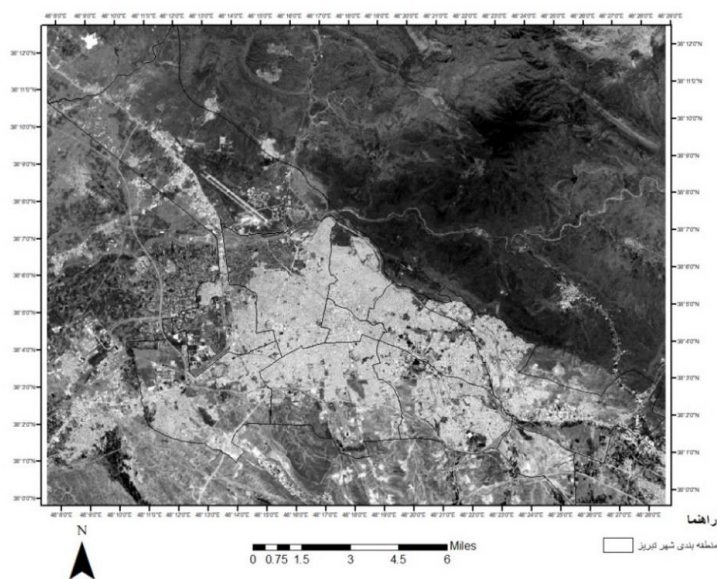
شکل ۳- نقشه اصلاح شده سال ۲۰۰۰ (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

شکل شماره ۴ مربوط به سال ۲۰۱۰ میلادی است که با توجه به شکل و رنگ سفید که نشان‌دهنده ساختمان‌های شهر تبریز است در قسمت مرکزی افزایش و از سمت غرب و شرق کشیده شده است، در این تصویر مسیرهای ورودی و خروجی شاهد افزایش میزان ساخت‌وساز بوده است.



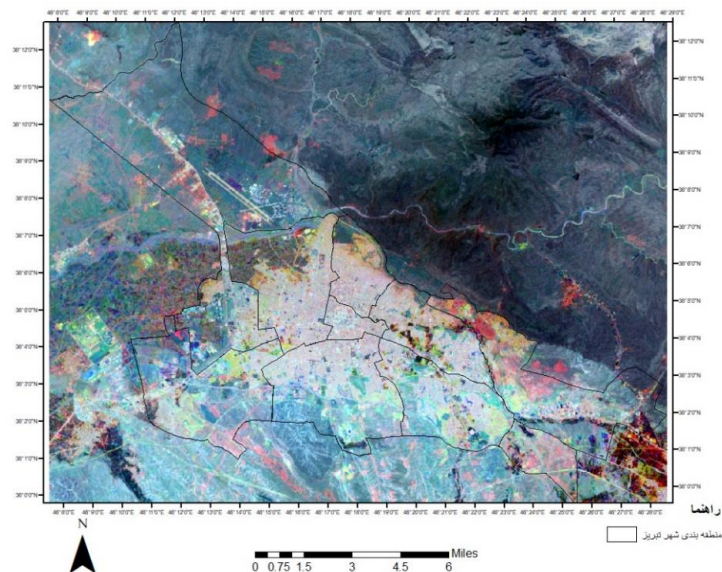
شکل ۴- نقشه اصلاح شده سال ۲۰۱۰ (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

شکل شماره ۵ مربوط به سال ۲۰۲۱ میلادی است که با توجه به شکل و رنگ سفید که نشان دهنده ساختمان‌های شهر تبریز است، منطقه بندی‌ها به وضوح سفیدرنگ شده و افزایش چشمگیر ساختمان در مسیرهای ورودی و خروجی شهر تبریز مشخص گردیده است. در این تصویر شاهد رشد چشمگیر ساختمان‌ها از تمامی جهات هستیم و به نوعی فشار اولیه به مرکز به قسمت‌های حومه‌ای آن وارد می‌شود.



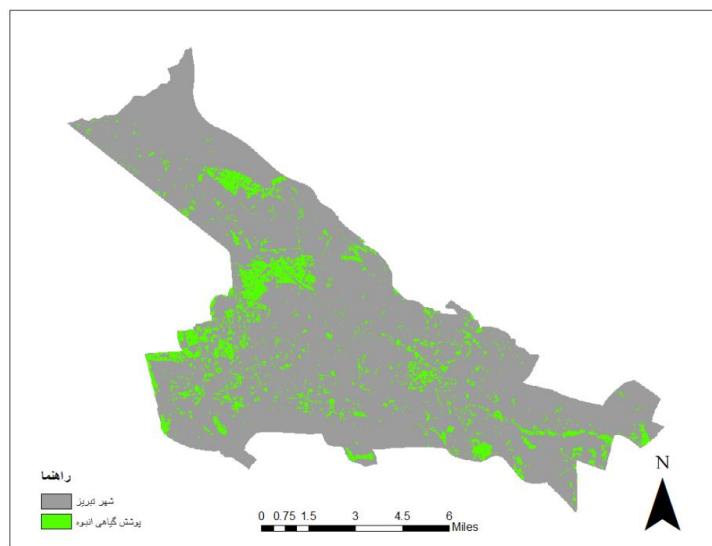
شکل ۵- نقشه اصلاح شده سال ۲۰۲۱ (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

شکل ۶ نشان دهنده تغییرات ساختمان‌ها از سال ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ است، در این شکل در قسمت‌های سفیدرنگ ساختمان‌هایی است که از سال ۱۹۹۱ وجود داشته و هرچه به رنگ قرمز کشیده می‌شود این ساختمان‌ها جدیدتر و نزدیک‌تر به سال ۲۰۲۱ است، قسمت‌های زردرنگ و فی‌مابین رنگ قرمز و سفید نشان دهنده ساخت ساختمان‌ها از بعد از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۱ است. در این تصویر صحت توضیحات شکل‌های ۲ و ۳ و ۴ و ۵ با توجه به ترکیب رنگی مشخص گردیده است.



شکل ۶- نقشه تغییرات ساختمان‌ها طی سال‌های ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

در شکل شماره (۷) با توجه به شاخص NDVI پوشش گیاهی انبوه شهر تبریز با توجه به داده‌های سال ۲۰۲۱ بارنگ سبز مشخص گردیده است، پژوهشگران زیادی بر اساس روش سنجش‌ازدور و با تأکید بر شاخص درجه سر سبزی NDVI مطالعات خود را بر روی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق شهری انجام داده‌اند و به نتایج مطلوبی نیز رسیده‌اند (Satoshi, 1997). نتایج نشان می‌دهد ۱۱,۱۲۵ درصد از کل اراضی به پوشش گیاهی انبوه اختصاص پیدا کرده است. پوشش گیاهی در مناطق شهری از این جهت حائز اهمیت است که می‌تواند شرایط محیطی و تبدلات انرژی را به وسیله انعکاس انتخابی و جذب تشعشعات خورشیدی کنترل نماید (Goward, et al, 1985) و به عنوان عوامل مؤثر در کنترل آلودگی هوا و تأثیرگذار بر سلامت انسان‌ها معرفی شود (Wagrowski and Hites 1997)



شکل ۷- پوشش گیاهی انبوه (مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰)

۴- نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی وضعیت ساختمان‌های ساخته‌شده طی سال‌های ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ در شهر تبریز است، در این پژوهش از نرم‌افزار ENVI5.3 جهت اصلاح و پایش و از نرم‌افزار ARC GIS 10.8 برای تهیه خروجی استفاده شد. با توجه به پژوهش‌های پیشین ساخت‌وساز تا سال ۱۳۷۰ و ۱۳۹۱ باعث آسیب به بافت سبز منطقه وارد کرده و پوشش گیاهی و خاک منطقه از این رشد مناطق مسکونی آسیب‌دیده‌اند، در این پژوهش ابتدا وضعیت مناطق مسکونی سال ۱۹۹۱ مشخص گردیده است که در

آن با توجه به رنگ سفید که نشان‌دهنده مناطق مسکونی است و مشخص می‌کند فشار مناطق مسکونی در مرکز شهر وجود دارد، در ادامه سال ۲۰۰۰ فشار مناطق مسکونی همچنان بر قسمت مرکزی و همچنین ساخت‌وسازهایی بافاصله از مرکز مشخص گردیده، در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۲۱ مرکز شهر کاملاً به رنگ سفید (مناطق مسکونی) و حجم چشمگیری از ساختمان در قسمت‌های دیگر شهر مشخص شده است، نکته قابل‌توجه میزان رشد چشمگیر ساختمان‌ها در قسمت‌های ورودی و خروجی شهر است.

با توجه به روی هم گزاری تصاویر سال‌های ۱۹۹۱ الی ۲۰۲۱ قسمت‌های سفیدرنگ نشان‌دهنده وجود مناطق مسکونی در سال ۱۹۹۱ است، اما قسمت‌های زرد و سبز و قرمز نشان‌دهنده جدیدتر و به‌روز بودن مناطق مسکونی است و هر چه به رنگ قرمز نزدیک‌تر شوند جدیدتر نسبت به سال ۲۰۲۱ هستند، در این تصاویر تراکم بالا در مرکز مشخص شده است و رشد چشمگیری در کنار مسیرهای ورودی و خروجی شهر همچون تبریز-مرند و تبریز-زنجان که بارنگ قرمز مشخص گردیده صورت گرفته است. در این پژوهش مناطق هم‌جوار شهر تبریز نیز مشخص گردیده که در قسمت‌های خارج از منطقه بندی شهر مشخص شده و نتایج نشان می‌دهد عمومیت رنگ زرد و نارنجی و قرمز را به خود اختصاص داده‌اند.

با توجه به نتایج این پژوهش با توجه به میزان رشد مناطق مسکونی طی ۳۰ سال که از لحاظ زمانی پژوهش‌های پیشین را در برمی‌گیرد تصدیق می‌کند و پیشنهاد می‌شود با توجه به مشخص شدن میزان چشمگیر رشد مناطق مسکونی در حومه شهر تبریز در این پژوهش و نبود هدف جهت بررسی دقیق آن‌ها در این پژوهش، در تحقیق بعدی این مناطق موردبررسی دقیق قرار گیرند.

منابع

۱. بندرآباد، ع. ۱۳۹۰. شهر زیست پذیر از مبانی تا معانی، تهران: آذرخش.
۲. حسینی، ه. ۱۳۸۹، الگوسازی پایدار توسعه‌ی شهر میانی سبزوار، رساله‌ی دکتری، دانشگاه ی جغرافیای دانشگاه تهران.
۳. دانشنامه جهان اسلام، جلد ۶، تبریز، زیر نظر: غلامعلی حداد عادل، تهران: بنیاد دائرةالمعارف اسلامی، ۱۳۸۰. سرواژه تبریز، ص ۳۸۱.
۴. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸۰. صفحه ۴۸.
۵. رازدشت، ع، یغفوری، ح، ملکی، آ. ۱۳۹۱، مقایسه‌ی شاخص ای پایداری شهر کوچک ده‌دشت با متوسط نظام شهری کشور با تأکید بر توسعه‌ی پایدار شهری، نشریه‌ی آمایش محیط دوره‌ی ۵، شماره ۱۸، صص ۱۲۵-۱۴۲.
۶. زبردست، ل. جعفری، ح. باده یان، ض.و عاشق ملا، م. ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی منطقه حفاظت‌شده ارسباران در فاصله زمانی ۲۰۰۶، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مجله پژوهش‌های محیط‌زیست، شماره‌ی ۱: ۲۳ تا ۳۳.
۷. صدر موسوی، م.و رحیمی، ا. ۱۳۹۱. تحلیلی بر توسعه‌ی کالبدی تبریز و تخریب اراضی کشاورزی و فضاهای سبز شهری، نشریه جغرافیا و آمایش هری- منطقه‌ای، دور دوم، شماره ۴، پاییز ۱۳۹۱، صص ۹۹ تا ۱۰۹.
۸. عظیمی، ن. ۱۳۸۰. تغییرات ساختار شهری در تبریز، مجله فضای جغرافیایی، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۰، صص ۱ تا ۲۴.
۹. نیازی، ی. اختصاصی، م. ملکی نژاد، ح، حسین، زو. مرشدی، ج. ۱۳۸۹. مقایسه‌ی دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوزه‌ی سد لتیان)، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۲۰: ۱۱۹ تا ۱۳۲).
10. Ahour, I. 2011. The qualities of Tabriz historical bazaar in urban planning and the integration of its potentials into megamalls, Journal of Geography and Regional Planning Vol. 4(4), pp. 199-215, April 2011.
11. Amy K. and Mark J. McDonn (2005), Selecting Independent Measure to Quantity , Melbourne Urban-Rural Gradient, Lanurb. Plan. Journal.
12. El-Hattab, M.; Amany S.M. & Lamia G.E. 2018. Monitoring and assessment of urban heat islands over the Southern region of Cairo Governorate, Egypt The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 21 -311-323.
13. Goward, S. N., G. D. Cruickshanks, and A. S. Hope, 1985, Observed relation between thermal emission and reflected spectral radiance of a complex vegetated landscape, Remote Sensing of Environment, 18, 137-146
14. Hanachi, P. & Yadollahi, S. 2011. Tabriz Historical Bazaar in the context of change. In: ICOMOS 17th General Assembly, 2011-11-27 / 2011-12-02, Paris, France. Pp, 1028-1039.
15. He, C., Okada, N., Zhang, Q., Shi, P., Zhang, J. 2006. Modeling Urban expansion scenario s by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China, Applied Geography, 26:323-345

16. Iran Census Bureau. 2016. Population and Housing Census 2016, Iran: Vice President of Planning and Control of Presidential Strategies.
17. Jiang, Z., Huete, A., Chen, J., Chen, Y., Li, J., Yan, G., Zhang, X. 2006. Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction, *Remote Sensing of Environment*, 366-378.
18. Leeuwen, W., Orr, B., Marsh, S., Herrmann, S. 2006. Multi-sensor NDVI data continuity: uncertainties and implications for vegetation monitoring applications, *Remote Sensing of Environment*, 67-81
19. Liu, C.; Yang, M.; Hou, Y.; Zhao, Y. & Xue, X. 2021. Spatiotemporal evolution of island ecological quality under different urban densities: A comparative analysis of Xiamen and Kinmen Islands, southeast China. *Ecological Indicators* 124 (2021) 107438.
20. Martinez, B., M., Gilabert. 2009. Vegetation dynamics from NDVI time series analysis using wavelet transform, *Remote Sensing of Environment*, 1823-1842
21. Onnom, W.; Tripathi, N.; Nitivattananon, V. & Ninsawat, S. 2018. Development of a Liveable City Index (LCI) Using Multi Criteria Geospatial Modelling for Medium Class Cities in Developing Countries.
22. Satoshi, U. 1997, Temporal Analysis of Agricultural Land Use in the Semi Arid Tropics of India Using IRS Data, Environmental Resources Division, Japan International Research Center for agricultural Sciences (JIRCAS)
23. Soltanieh, M. & Ahmadi, M. (2004). Global Warming, Convention on Climate Change and International Obligations, Environmental Protection Agency, Office of the National Climate Change Plan, p.34.
24. Shafizadeh-Moghadam, H.; Asghari, A.; Tayyebi, A. & Taleai, M. 2017. Coupling machine learning, tree-based and statistical models with cellular automata to simulate urban growth. *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, 297-308.
25. Todaro, Smith, (2006): Economic Development, Prentice Hall: Ninth Edition.
26. Wagrowski, D. M., and R. A. Hites, 1997, Polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation in urban, suburban and rural vegetation, *Environmental Science & Technology*, 31, 1, 279-282
27. Wang, Z.; Meng, Q.; Allam, M.; Hu, D.; Zhang, L. & Menenti, M. 2021. Environmental and anthropogenic drivers of surface urban heat island intensity: A case-study in the Yangtze River Delta, China *Ecological Indicators* 128 (2021) 107845
28. 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.
29. World Urbanization Prospects: The (2014) Revision. Report ST/ESA/SER.A/366. New York.
30. World Health Organization. (2018). "9 out of 10 People Worldwide Breathe Polluted Air, but More Countries are Taking Action", *Saudi Medical Journal*, 39 (6).
31. 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.

