

## تحلیلی بر اولویت بندی شاخص های موثر بر توسعه محیط مسکونی پایدار با کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و مدل آنتروپی (مطالعه موردی: شهر تبریز)

صمد مدادی هریس<sup>۱</sup>  
محمد رضا پور محمدی<sup>۲</sup>  
میرستار صدر موسوی<sup>۳</sup>  
شهریور روستایی<sup>۴</sup>

### چکیده

در آستانه ورود به هزاره سوم، تحولات بسیار سریعی در جوامع بشری صورت گرفت که جدا از منافع، آسیب هایی جدی نیز به همراه داشته است. اسناد و شواهد موجود نشان می‌دهد که موتور اصلی این تحولات انقلاب صنعتی و تاثیرات ناشی از آن بوده است. در این بین یکی از رویکردهای اساسی جهت مقابله با نابسامانی‌ها در دهه‌های اخیر، رویکرد توسعه پایدار است؛ یعنی توسعه‌ای که از نظر زمین غیر مخرب، مناسب، اقتصادی و از نظر اجتماعی قابل پذیرش باشد، در واقع توسعه پایدار زمانی حاصل می‌شود که تمامی ابعاد آن یعنی: اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و کالبدی پایدار ایجاد شود. بر این اساس هدف از این تحقیق درگام نخست اولویت بندی شاخص و معیارهای موثر در پایداری محیط مسکونی و سکونتگاه‌های انسانی بوده است؛ در گام بعدی با استفاده از این شاخص‌ها و معیارها رتبه بندی مناطق شهر تبریز انجام شده است. فرایند تحقیق بدین گونه است که ابتدا نظر کارشناسان از طریق پرسشنامه جمع آوری شده سپس با استفاده از تحلیل فرایند سلسله مراتبی فازی وزن شاخص و معیار مشخص گردید، در نهایت با استفاده از روش آنتروپی وزن مناطق حاصل شده است. براین اساس بعد کالبدی با وزن ۰/۵۴۴ اولویت نخست را در پایدار شهر تبریز بدست آورده است؛ بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به ترتیب با وزن ۰/۲۴۵، ۰/۱۷۲ و ۰/۰۳۸ در اولویت بعدی قرار دارند. در این تحقیق همچنین شاخص‌های و معیار موثر روی مناطق و رتبه بندی آن‌ها انجام شده است که به ترتیب در بعد اقتصادی منطقه ۴ با امتیاز ۶/۱۴، در بعد اجتماعی منطقه ۴ با امتیاز ۹/۷۹، در بعد زیست محیطی منطقه ۶ با امتیاز ۱۱/۲۳ و در بعد کالبدی منطقه ۲ با امتیاز ۲۳/۶۱ رتبه‌های نخست را در این بررسی بدست آورده اند.

واژگان کلیدی: اولویت بندی، محیط مسکونی، پایداری، روش AHP فازی، تکنیک آنتروپی، شاخص‌ها

### مقدمه

در آستانه ورود به هزاره سوم، تحولات بسیار سریعی در جوامع بشری صورت گرفت که علاوه از منافع، آسیب هایی جدی نیز به همراه داشته است. منابع و شواهد موجود نشان می‌دهد که موتور اصلی این تحولات انقلاب صنعتی و تاثیرات ناشی از آن بوده است زیرا به دنبال به کارگیری ماشین در جوامع بشری و استفاده از وسایل الکترونیکی و الکترونیکی حاصل از این انقلاب از یک طرف شاهد سرعت گرفتن مصرف منابع هستیم و از طرف دیگر با توسعه علم پزشکی و کاربرد فناوری در تولید دارو و ابزار پزشکی تعداد مرگ و میرها کاهش یافته است و بدنبال آن ازدیاد جمعیت صورت گرفته است. با نرخ باروری بالا و مهاجرت روستا-شهری به خصوص شهرهای کشورهای

در حال توسعه در دهه‌های اخیر، به شدت گسترش پیدا کرده است و موجب بلعیده شدن روستاهای پیرامون این شهرها در درون خود شده است. در چنین وضعیتی شاهد به هم خوردن تعادل اکولوژیکی، زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و همچنین کالبدی در شهرها هستیم.

در سطوح شهری، با تحولات فرهنگی- اجتماعی و اقتصادی قرن ۱۹ و ۲۰ متاثر از مدرنیسم، گسترش سریع شهرها و پیدایش کلانشهرها را موجب شده و تغییرات بنیادی را در ساختار و سازمان فضایی- کالبدی آن‌ها رابه وجود آورده است (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۱). توسعه شهری به عنوان یک مفهوم فضایی می‌تواند به عنوان تغییرات در کاربری زمین و سطوح تراکم با در نظر گرفتن ساکنان در زمینه مسکن، حمل و نقل، اوقات فراغت، تغذیه و دسترسی بیان کرد (darvish and et.al, 2016: 102). در دهه‌های آغازین قرن بیستم بیشتر نظریات حول موضوعاتی همچون تعیین محدوده و شناخت واحدهای محیط محله‌ای متمرکز بود. بر این اساس، محله نخستین بار در سال ۱۹۲۶ از کلرنس پری برای مواجهه با بی‌قوارگی و ازدحام ترافیکی و تامین ایمنی برای نواحی مسکونی شهر نیویورک مطرح شد. وی محله را با تمام تسهیلات عمومی و شرایط مورد نیاز خانوار در جوار واحد مسکونی بود (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۸، ۶۴).

با نگاهی به این اوضاع، رویکرد جدیدی با مضمون توسعه پایدار در سطح بین المللی مطرح شده است که از اهداف آن، کنترل توسعه و تعیین محدودیت برای آن است که در جهت رفاه جامعه انسانی، کنترل آسیب‌ها و زیان‌های وارده به محیط زیست است. با سیر تحولات صورت گرفته در محدوده نظری و عملی شهرها تحت تاثیر پارادایم جدید، رفع نیاز به عنوان شرط لازم برای پایدار محیط زندگی است که علاوه از آن، رفاه فردی و کیفیت بالای زندگی نیز لازم و ضروری می‌نماید. عده‌ای با توجه به نظریه توسعه پایدار با اطمینان تاکید دارند که محیط زیست، اجتماع و موضوعات اقتصادی را باید برای آینده غیرقابل پیش بینی محیط زندگی مورد توجه قرار گیرد (Elarian, 2012: 13). توسعه‌ای می‌تواند پایدار باشد که محیط مسکونی سالم، به دور از زیان‌های اقتصادی و با یک اجتماع شهری مناسب همراه باشد (ibid: 102). یکی از مسائل مهمی که امروزه در شهرها مورد توجه قرار گیرد، مفهوم کیفیت زندگی است که ارتباط بسته‌ای با توسعه پایدار دارد؛ ممکن است که کیفیت زندگی نشان دهنده بعد اجتماعی توسعه پایدار باشد. اما این بدان معنا نیست که کیفیت زندگی تنها شرایط اجتماعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه کیفیت زندگی با شرایط اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و حتی کالبدی رابطه مهمی بر قرار است. از آنجا که پایداری نشان دهنده تعادل بین کیفیت محیط زیست، اجتماع، اقتصاد و کالبد است؛ سیاست‌هایی که کیفیت زندگی فردی را کاهش می‌دهند به سختی می‌توان آن‌ها را پایدار دانست (Serag. El Din and et al, 2013: 87). در رویکرد توسعه پایدار در هر منطقه با توجه به توان‌های محیطی و آستانه تحمل آن در برابر شرایط مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد. به طور کلی، هدف فرایند توسعه پایدار شهری دست‌یابی به وضعیت پایداری جوامع شهری می‌باشد، فرایندی که هدف آن ایجاد یا تقویت ویژگی‌های پایداری در زندگی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی و کالبدی شهر است (عبدالهی، ۱۳۹۴: ۲۵۴).

بر این مبنای، هدف از این تحقیق در گام نخست اولویت بندی شاخص و ابعاد توسعه پایدار که در محیط مسکونی و سکونتگاه‌های انسانی تاثیر دارند پرداخته شده است؛ سپس با استفاده از این شاخص‌ها و معیار رتبه بندی مناطق شهری انجام شده است. سئوالاتی که در این راستا مطرح است: آیا در سطح مناطق ۱۰ گانه شهر تبریز از لحاظ ابعاد مختلف توسعه پایدار همچون اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و کالبدی تفاوت وجود دارد؟ آیا توسعه محیط مسکونی شهر تبریز متناسب با سنجه‌های توسعه پایدار صورت گرفته است؟ هر کدام از ابعاد توسعه پایدار به یک اندازه در توسعه شهر تاثیر دارند؟ بر این اساس این تحقیق بر این فرضیه استوار است که هر کدام از ابعاد توسعه پایدار به حالت یکنواخت و مساوی روی شهر تاثیر دارند و فرضیه دوم اینکه: توسعه محیط مسکونی این شهر متناسب با سنجه‌های توسعه پایدار صورت گرفته است. به منظور حصول نتیجه لازم، پرسشنامه‌هایی تهیه گردید، در مرحله بعد نظر ۱۵ نفر کارشناسان و خبرگان رشته برنامه ریزی شهری در زمینه ابعاد مختلف توسعه پایدار و شاخص‌های آن جمع آوری شده است. سپس با کاربرد تکنیک تحلیل AHP فازی ماتریس مقایسات زوجی قرار گرفت، در ادامه وزن ماتریس در روش آنترپوی قرار داده شده و رتبه مناطق در ابعاد مختلف توسعه پایدار بدست آمده است. در زیر به تعدادی از تحقیقات انجام شده در این موضوع اشاره شده است.



سپهوند و عارف نژاد (۱۳۹۲)؛ در تحقیقی با عنوان اولویت بندی توسعه پایدار شهری با کاربرد شاخص ها در شهر اصفهان انجام داده اند. که روش AHP جهت تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان می دهد که توسعه پایدار اقتصادی با ۰/۴۱۲ دارای بیشترین تاثیر و پایدار زیست محیطی ۰/۲۶ دارای کمترین تاثیر را در پایداری این شهر داشته است.

لطفی و همکاران (۱۳۹۴)؛ در تحقیقی که بر روی عوامل موثر در پایداری زیست محیطی شهری انجام شده و برای تجزیه و تحلیل در این تحقیق از تکنیک FAHP و FVikor استفاده شده است. نتایج آن نشان می دهد که مناطق (۱ و ۳)، نسبت به سایر مناطق از نظر پایداری زیست محیطی در وضعیت مطلوبی قرار دارند.

نوسل و سولکا (۲۰۱۴)؛ در بررسی با عنوان کاربرد روش AHP با ارزیابی چند معیاری بر روی یکسان سازی حمل و نقل عمومی انجام داده اند که در آن بر استفاده از حمل و نقل عمومی، دوچرخه و پیاده روی به منظور کاهش آلودگی هوای شهری تاکید شده است.

ناصری جان آقا و همکاران (۲۰۱۶)؛ برای رتبه بندی پایدار شهری با استفاده از مدل AHP و تصمیم سازی چند معیاری در شهر رشت انجام شده است. نتایج نشان می دهد که منطقه ۸ این شهر با شاخص عددی ۰/۸۶۵ در سطح بالای سطوح پایدار اجتماعی در این شهر قرار گرفته است.

## ادبیات نظری

در محیط زندگی انسان، نظم و ترتیب، فرم و عملکرد و فضاهای آن تلاش غیر متعارف زمان، فضا و فرهنگ است که هویت های شهری منحصر به فرد پدید می آورد و آهنگ زندگی ایجاد می کند. زیباشناختی و رهبردهای معماری و طراحی شهری که از طریق مجموعه ای از فرایندهای رسمی و غیر رسمی در خلق فرهنگ های شهری و همچنین شکل دادن به یک تصویر مشخص، سهیم بوده و هسته اصلی محسوب می شوند (استیونسون، ۱۳۸۸). فضای شهری حاصل و آیینه فکر، فرهنگ، هنر، طبیعت و منعکس کننده طیفی از اهداف اجتماعی، فن آوری، ارزش ها و نهادهای انسانی و نظریه های مختلف ساخت شهری است (محمدی و ایزدی، ۱۳۹۱: ۱۷۸).

با این اوصاف در نیمه دوم قرن بیستم با توسعه سریع و بدون کنترل وابسته به زمین در بعد جهانی به وجود می آید، در این میان مسایل زیست محیطی جایگاه ویژه ای در مباحث مهم بین المللی یافته است. محیط زیست شهری و کیفیت زندگی از مهمترین موضوعاتی هستند که در قرن ۲۱ مطرح شده اند. توجه به مسایل زیست محیطی در جهان پس از تشدید فعالیت های آلوده کننده در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ بوده است (نادری و همکاران، ۱۳۹۱: ۳). مشکلات زیست محیطی به یکی از اساسی ترین مسایل شهر امروز و حاصل تعارض و تقابل آن با محیطی طبیعی است. چراکه توسعه شهری ضرورتاً با تسلط ساختمان ها، صنایع، حمل و نقل و فعالیت های اقتصادی بر فضاهای طبیعی همراه است. این تسلط به مرور زمان به شکل چیرگی شهر بر طبیعت تغییر یافته است و زمینه ساز مشکلات گسترده شهری شده است، لمن ادعا می کند که قرن بیست و یکم مواجه با بحث جدال انگیز توسعه پایدار با اولویت توسعه پایدار شهری خواهد بود (ربیعی فر و همکاران، ۱۳۹۲: ۱-۲). در مباحث مربوط به رشد اقتصادی و توسعه و ارتباط آن با مباحث محیط زیست و جوامع انسانی، مقدمه برای ایجاد پارادایم جدید توسعه شد، توسعه ای که از محیط زیست حمایت می کند و بر عدالت اجتماعی، پیشرفت و تعابیری مانند آن تاکید دارد (خواجه شاهکوهی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۱). توسعه سریع، سبب شده تا شهرها با تنگنانهایی چون جدایی محل کار از سکونت، دوری از طبیعت، کاهش فضاهای تفریحی و گذران اوقات فراغت، کاهش فضاهای باز و در نهایت، عدم سرزندگی مواجه هستند (همانجا: ۱۰۰). تغییرات کالبدی و تحولات فضایی شهرها آن چنان سریع و شتابان عمل کرده است که پس از اندک مدتی، اکنون شهرهای کشور نه تنها توانایی حفظ ویژگی های سنتی و اصیل خود را ندارند بلکه با اصول نوین شهرسازی و انطباق با نظرات علمی نیز کالبد آن ها و همچنین رشد و توسعه آینده آن ها نیز حکم فرماست نمی باشد (نصیری، ۱۳۸۳: ۳۳).

با توجه به ظهور مشکلات متعدد در شهرهای بزرگ، یکی از رویکردهای اساسی جهت مقابله با آن ها در دهه های اخیر، رویکرد توسعه پایدار است. مفهوم توسعه پایدار، یعنی توسعه ای که از نظر زمین غیر مخرب، از نظر فنی مناسب، از نظر اقتصادی بهینه و از نظر اجتماعی قابل پذیرش باشد (نسترن و همکاران، ۱۳۸۱: ۸۵). توسعه پایدار، توسعه و ارتقای خدمات اساسی اجتماعی، اقتصادی و محیطی را برای

همه محقق می‌سازاد، بدون آنکه محدودیت و تهدیدی برای نظام‌هایی که بر آن وابسته است فراهم آورد (افتخاری، ۱۳۹۳: ۱۸۸). توسعه پایدار رویکردی جامع برای بهبود بخشیدن به کیفیت زندگی انسان‌ها در جهت تحقق رفاه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی سکونتگاه انسانی است (پورطاهری و دیگران ۱۳۸۹: ۳). جهت جلوگیری از مشکلات لازم است که شناسایی دقیق عوامل و عناصر جغرافیایی و شاخص‌های زیست محیطی در فرایند برنامه‌ریزی و انتخاب مکان استقرار، طراحی، ساخت و پویایی سکونتگاه‌های انسانی مطابق با پارامترهای پایداری انجام گیرد. کم توجهی و گاهی بی توجهی به آن‌ها سبب افزایش هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی می‌گردد. (رضایی و کمائی زاده، ۱۳۹۴: ۲۷۶). برخی عوامل موثر در جدایی‌گزینی فضایی شهر:

**اجتماعی:** این عامل یکی از قدیمی‌ترین و اساسی‌ترین عامل ایجاد تقسیمات فضایی و کالبدی است و با قدمت تاریخی هر شهر ارتباط دارد.

**اقتصادی:** این عامل به عنوان مکمل عامل اجتماعی نقش موثری در تقسیمات کالبدی و فضایی ایفا می‌کند و به صورت تفاوت‌های طبقاتی در درآمد و شغل در فضا تجلی می‌یابد (نادری و همکاران، ۱۳۹۱: ۸-۷). یک اقتصاد محلی سالم اشتغال کامل برای تمامی افراد و همه گروه‌های سنی فراهم می‌کند و از عوامل افزایش ظرفیت همبستگی اجتماعی است (Hashemi and siong, 2014: 1412).

**زیست محیطی:** پایداری محیطی برای اولین بار بوسیله بانک جهانی مطرح شد که عهده دار توسعه محیطی بود سپس توسعه پایدار محیطی از آن منتج شده است ساتون<sup>۱</sup> پایدار محیطی را داشتن مهارت و حفظ ارزش دارائی‌های محیط فیزیکی تعریف می‌کند (Ibid)؛ همچنین حفظ منابع در سطوحی که توانایی نسل آینده را در برآورده کردن نیاز هایشان سلب نکند و موجب حفظ و یا ارتقای ظرفیت، کیفیت و انعطاف پذیری اکوسیستم شود. این شاخص از توسعه پایدار شهری موجب کاهش آلودگی محیط شهری می‌گردد (سپهوند و عارف نژاد، ۱۳۹۲: ۴۹). مشکلات زیست محیطی یکی از اساسی‌ترین مسائل شهر امروزی و حاصل تعارض و تقابل آن با محیط طبیعی است (ربیعی فر و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۷).

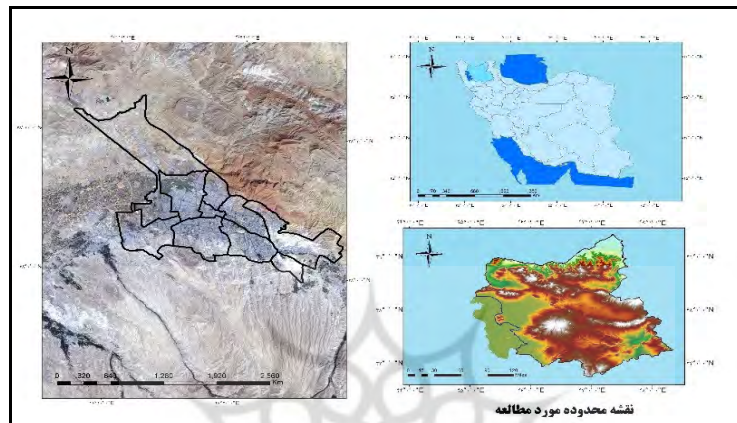
**کالبدی:** این عامل به عنوان موثر در ایجاد تقسیمات شهر و شکل‌گیری سازمان فضایی شهری برآیند فضایی از عوامل اقتصادی و فرهنگی - اجتماعی است که فضای شهری تحت تاثیر آن‌ها به صورت طبیعی و مصنوعی اشکال گوناگون به خود می‌گیرد (نادری و همکاران، ۱۳۹۱: ۸) کیفیت محیط کالبدی به بخش میزان قابلیت محیط کالبدی برای برآوردن نیازها و توقعات بهره‌برداران آن تعبیر می‌شود (معینی و اسلامی، ۱۳۹۱: ۵۴).

نتیجه نهایی اینکه توسعه پایدار شهری، تجدید اساسی ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و حقوقی می‌تواند مورد توجه قرار دهد که هدف اش بهبودی فرایند شهرگرایی، شهرنشینی، بهسازی محیط شهری، سازماندهی اقتصاد شهر و تقویت سیاسی، اجتماعی و ابعاد فرهنگی زندگی شهری است (Nasiri and et al, 2016: 126). مفهوم پایداری در محیط مسکونی در حقیقت ساماندهی کالبدی - فضایی، اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی شهری است و درعین رفع نیازهای اساسی مردم در جهت ارتقای سطح زندگی شهروندان به گونه‌ای که شهر از لحاظ کالبدی و فضایی دارای فشردگی و انسجام اجتماعی و اقتصادی عدلت محور و پایدار و از نظر زیست محیطی قابل سکونت و زندگی و به حداقل رساندن صدمات به منابع و ظرفیت‌های نسل‌های آتی باشد (ربیعی فر و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۴).



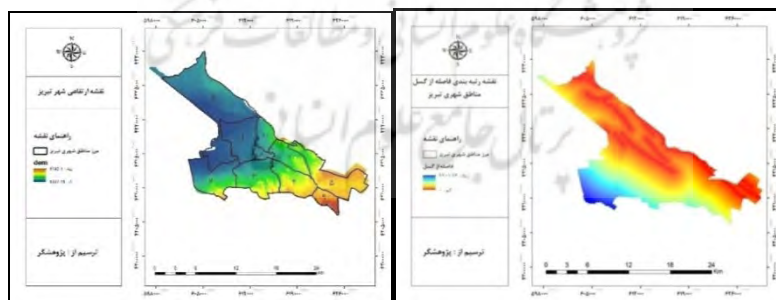
### مشخصات منطقه مورد مطالعه

شهر تبریز، یکی از کلانشهرهای کشور و بزرگترین کلانشهر شمال غرب در چند دهه اخیر از رشد و توسعه سریع و گسترده‌ای برخوردار بوده است؛ کلانشهر تبریز با وسعتی معادل ۱۳۵ کیلومتر مربع در شمال غرب کشور در روی سطح توپوگرافی بین ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متری به صورت طولی استقرار یافته است. این شهر در محدوده ۹۶' ۳۹° الی ۱' ۳۸° عرض شمالی و ۲۳' ۴۸° الی ۱۱' ۴۶° طول شرقی با ارتفاع ۱۳۴۰ متر از سطح آب‌های آزاد در سطح جلگه‌ای به همین نام واقع شده و در حال گسترش درجهت‌های مختلف است (عابدینی و مقیمی، ۱۳۹۱).



شکل (۱). نقشه محدوده مورد مطالعه

بخش وسیعی از سطح این جلگه به وسیله آبرفتی‌های جدید پوشانده شده است، بعلاوه بستر مجاری فرسایش اطراف جلگه نیز پوشیده از این نهشته است (روستایی و ساری صراف، ۱۳۸۵: ۱۱۳). یکی از عوارض تکتونیکی مهم در پوسته زمین، وجود گسترده گسل‌های امتداد لغزنده می‌باشد، بررسی‌های صحرایی خشن لغزهای صفحه‌ای گسل تبریز در روی سنگ‌هایی که به سازندهای بعد میوسن تعلق دارند، به نظر می‌رسد که گسل تبریز مولفه لغز خود را مدیون حرکت است که پس از برخورد صفحه عرب بر آن اعمال شده است (حاصلی آبادی، ۱۳۹۲: ۳۰۴).



شکل (۳). نقشه شیب زمین

شکل (۲). فاصله از گسل شهر تبریز

جمعیت شهر تبریز در فاصله سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ روند صعودی داشته، به طوری که از ۲۹۰ هزار نفر در ۱۳۳۵ به ۱۴۹۴۹۹۸ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است؛ بر اساس برآورد سال ۱۳۹۳ جمعیت کنونی این شهر به ۱۵۵۶۳۵۸ نفر برآورد شده است. بالاترین نرخ رشد شهر تبریز در سال ۶۵، ۴/۹ درصد و کم‌ترین آن در ۸۵ با ۱/۶ درصد گزارش شده است (سالنامه آماری: ۱۳۹۳).

جدول (۱): ویژگی جمعیتی شهر تبریز

سال	شرح	مرد وزن	مرد	زن	نسبت جنسی	نرخ رشد جمعیت
۱۳۳۵		۲۸۹۹۹۶	۱۴۷۶۷۰	۱۴۲۳۲۶	۱۰۳٫۸	-
۱۳۴۵		۴۰۳۴۱۲	۲۰۸۵۷۷	۱۹۴۸۳۵	۱۰۷٫۱	۳٫۳
۱۳۵۵		۵۹۷۹۷۶	۳۱۰۸۷۷	۲۸۷۰۹۹	۱۰۸٫۳	۳٫۹
۱۳۶۵		۹۷۱۴۸۲	۴۹۷۱۱۵	۴۷۴۳۶۷	۱۰۴٫۸	۴٫۹
۱۳۷۵		۱۱۹۱۰۴۳	۶۰۹۸۱۳	۵۸۱۲۳۰	۱۰۴٫۹	۲٫۰
۱۳۸۵		۱۳۹۸۱۷۵۳	۷۱۶۱۶۲	۶۸۲۵۹۱	۱۰۴٫۹	۱٫۶
۱۳۹۰		۱۴۹۴۹۹۸	۷۵۵۵۵۳	۷۳۹۴۴۵	۱۰۲٫۱۸	۱٫۰۶

منبع: مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است که با استفاده از شاخص‌های موثر در پایداری محیط مسکونی با کاربرد تکنیک فرایند سلسله مراتبی فازی و همراه با روش آنتروپی داده انجام شده است. روش‌ها و مدل‌های موجود در انتخاب و ارزیابی در دو گروه کلی قرار می‌گیرند: ۱- مدل‌های مسطح ۲- مدل‌های سلسله مراتبی؛ در مدل‌های مسطح، ساختارها به صورت سطحی بوده و تعریف تمامی معیارها در یک سطح صورت می‌پذیرد ولی در مدل‌های نوع دوم، معیارها بر مبنای اهمیت و یا سایر ویژگی‌ها در سطوح مختلف تعریف می‌شوند. یکی از مدل‌ها در این زمینه روش سلسله مراتبی فازی است (احدی و دیگران، ۱۳۹۱: ۹۶). روش سلسله مراتبی فازی یک روش توسعه داده شده AHP است. روش فرایند سلسله مراتبی فازی برای غلبه بر نقایص و ضعف‌های AHP مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ibrahim and et al, 2011: 38). که در این زمینه استفاده از شاخص‌ها به عنوان یکی از ضرورت‌ترین ابزار و ارزیابی میزان پیشرفت به سوی توسعه پایدار مدنظر است. هر جامعه متناسب با شرایط خود از چارچوب‌های خاص استفاده می‌کند که شامل چارچوب‌هایی مبتنی بر اهداف پایداری، ابعاد پایداری و فرایندهای پایداری می‌باشد (محمد صالحی و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۷).

در این تحقیق داده‌های مختلفی از ابعاد مختلف توسعه پایدار (زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی) گردآوری شده است. این داده‌ها از طریق مطالعه میدانی و بازدید از مناطق مختلف شهر تبریز، به استفاده از آمار و اطلاعات سازمان‌ها، ادارات و ارگان‌های مختلف دولتی و خصوصی، اسناد و منابع منتشر شده انجام شده است. به عنوان مثال در زیر گروه کالبدی، شاخص‌هایی همچون تراکم ساختمانی، تراکم جمعیت، دسترسی‌ها، شیب زمین و فاصله از گسل اشاره کرد. پس از تکمیل داده‌های مورد نیاز از طریق پرسشنامه نظر کارشناسی و خبرگان رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری بدست آمده است. در جدول شماره (۲) مقایسه زوجی از ابعاد و معیارهای توسعه پایدار مورد استفاده در این بررسی نشان داده شده است.

جدول (۲): وزن دهی کارشناسی شاخص‌ها و معیارها

اقتصادی به زیست محیطی	اجتماعی به زیست محیطی	اجتماعی به اقتصادی	کالبدی به زیست محیطی	کالبدی به اقتصادی	کالبدی به اجتماعی	کارشناس
۵	۳	۲۵	۳	۲	۴	۱ کارشناس
۱۶	۲	۲	۱۶	۲	۲۵	۲ کارشناس
۴	۳	۳۳	۸	۶	۷	۳ کارشناس
۲	۳۳	۲	۲۵	۵	۳۳	۴ کارشناس
۷	۷	۱۲	۷	۲	۳	۵ کارشناس
۲	۱	۳	۲	۱	۱	۶ کارشناس
۹	۶	۱۱	۸	۱۲	۶	۷ کارشناس
۲	۲	۳۳	۱	۱	۱	۸ کارشناس



کارشناس ۹	۱	۱	۱	۱/۳۳	۲	۲
کارشناس ۱۰	۳	۴	۴	۵	۷	۶
کارشناس ۱۱	۳	۱/۳۳	۵	۱/۲	۵	۷
کارشناس ۱۲	۱	۱	۱	۱/۳۳	۲	۲
کارشناس ۱۳	۱/۱۶	۱/۲	۶	۵	۸	۷
کارشناس ۱۴	۷	۷	۸	۶	۶	۸
کارشناس ۱۵	۴	۴	۱/۲	۶	۶	۱/۱۴
میانگین	۲/۷۸	۱/۷۸	۳/۶۴	۱/۹۵	۳/۹	۴/۱

منبع: نگارنده

### رویکرد تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی فازی

در تحقیقات علمی یکی از روش های مهم شناخته شده که به طور گسترده برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاری استفاده می شود روش AHP فازی است. بر این مبنا، اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشد، به صورت  $(l_i, m_i, u_i)$  نشان داده می شود در این صورت: با استفاده از روابط زیر محاسبه می گردد.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\sum_{i=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$V(M_2 > M_1) = \text{hgr}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۵)}$$

### روش آنتروپی

آنتروپی در نظریه اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال  $P_i$  مشخص و اندازه گیری این عدم اطمینان ( $E_i$ ) توسط شانون، به صورت زیر بیان شده است که هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است:

$$E_i = S(P_1, P_2, \dots, P_n) = -K \sum_{i=1}^n [P_i - \ln P_i] \quad \text{رابطه (۶)}$$

مقدار  $K$  ثابت است که مقدار آن  $E_i$  بین صفر یک باشد، اعمال می‌شود.  $E$  از توزیع احتمال  $P_i$  براساس مکانیزم آماری، محاسبه شده و مقدار آن در صورت  $P_i$  تساوی با یکدیگر ( $P_i = \frac{1}{n}$ )، ماکزیمم مقدار ممکن خواهد بود که بدین صورت محاسبه می‌شود:

$$-K \sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i = -K \left\{ \frac{1}{n} \ln \frac{1}{n} + \frac{1}{n} \ln \frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{n} \ln \frac{1}{n} \right\} = -k \left\{ \ln \frac{1}{n} \left( \frac{n}{n} \right) \right\} = -k \times \ln \frac{1}{n} \quad \text{رابطه (۷)}$$

$K$  به عنوان مقدار ثابت، در صورتی که  $k$  ثابت مثبت است و جهت تامین رابطه ( $0 \leq E \leq 1$ ) به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$k = \frac{1}{\ln(n)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

ماتریس تصمیم‌گیری، حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیار برای ارزیابی آن به کار می‌رود. با استفاده از این ماتریس تصمیم‌گیری،  $P_i$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_i = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} ; \forall i, j \quad \text{رابطه (۹)}$$

پس با توجه به روابط فوق مقدار آنتروپی (که نماد بی‌نظمی و فاصله مقادیر نسبت به هم است) برای هر ستون محاسبه می‌گردد.  $E$  از توزیع احتمال  $P_i$  براساس مکانیزم آمار محاسبه شده و مقدار آن در صورت تساوی  $P_i$  ها با یکدیگر، بیشترین مقدار ممکن خواهد بود. سپس در ادامه برای محاسبه وزن هر شاخص با توجه به آنتروپی از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d_j = 1 - E_j \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} ; j=1,2,\dots,n \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$W_j = \frac{\lambda_j W_j}{\sum_{i=1}^n \lambda_j W_j} ; j = 1,2,\dots \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

در مواردی که در استفاده از مدل آنتروپی از اعمال وزن شاخص توسط DM نیز استفاده می‌شود، از این روش تحت عنوان "آنتروپی تعدیل شده" یاد می‌شود. یعنی مطابق رابطه زیر  $w_j$  وزن شاخص زام بعد از اعمال نظر (اعمال وزن) DM در مورد شاخص زام یعنی همان  $\lambda$  است. خروجی مدل آنتروپی یک بردار  $w$  است که وزن شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

بنابراین پس از بررسی شاخص‌ها و بدست آوردن وزن‌ها در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، وزن در روش آنتروپی در رابطه‌های این روش قرار داده شده و وزن‌های نهایی برای هر کدام از معیارهای اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و کالبدی بدست آمده که با استفاده از نرم افزار GIS نقشه‌های تولید شده برای ارائه اطلاعات بیشتر نشان داده شده است.

### تجزیه و تحلیل

با توجه به معیارها و شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق نسبتاً زیاد بوده و جداول حاصل نیز از آن‌ها متعدد بوده است. به همین جهت یک سری از جداول به طور گزینشی انتخاب شدند. چنانکه اشاره شد، بعد از جمع‌آوری داده با استفاده از نظر کارشناسی از





اعضای علمی دانشگاهی بدست آمده است. معیارها و شاخص ها دو به دو برای مقایسه زوجی درجدول به صورت پرسشنامه تنظیم شدند و سپس با توزیع درمیان کارشناسان و متخصصین و پس از اخذ نظر آن ها جمع آوری و نتایج از آن ها بدست آمد. پرسشنامه هایی به منظور وزن دهی به معیارها و شاخص های بدست آمده در مراحل مختلف تحقیق تهیه شد، وزن دهی به معیارها به روش مقایسه زوجی انجام گرفته است. ارجحیت هر کدام از معیارهای نسبت به یکدیگر بر اساس نقش آن ها در پایداری محیط مسکونی بدست آمده و وزن دهی وسیله کارشناسان و افراد مجرب علمی صورت گرفته است. این شاخص معمولاً به سه دسته از ابعاد پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی که میزان دستیابی به آن ها در طی زمان مورد سنجش قرار می گیرد (محمدصالحی و دیگران، ۱۳۹۲: ۷۷).

در جدول شماره (۳)، اعداد معادل سازی فازی شده و حقیقی، ترجیحات و قضاوت های کارشناسی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی نشان داده شده است.

جدول (۴). اعداد فازی و حقیقی

جدول معادل سازی اعداد فازی و حقیقی			
اعداد فازی	اعداد حقیقی	اعداد فازی	اعداد حقیقی
۵۶٫۷	۳/۵ - ۳/۰۱	۱٫۱۱	۱
۶٫۷۸	۴ - ۳/۵۱	۱٫۲۳	۱/۵ - ۱
۷۸٫۹	۴/۵ - ۴/۰۱	۲٫۳۴	۲ - ۱/۵۱
۹٫۹۹	۴/۵۱ <	۳٫۴۵	۲/۵ - ۲/۰۱
-----	-----	۴٫۵۶	۳ - ۲/۵۱

Saghafian and Hejazi, 2005

در فرایند تحقیق حاضر پس از تعیین وزن کارشناسی، میانگین هندسی شاخص ها محاسبه شده، نتایج حاصل از آن ها با مقادیر میانگین جمع شده و اعداد فازی بدست آمده است؛  $l, m, u$  اعداد محاسبه می گردد، سپس به شکل معکوس درآمده است و میانگین هندسی اعداد حاصل در مقدار معکوس مجموع آن ها ضرب شده در مرحله نهایی از اعداد فازی زدایی ( $X_{max}$ ) و شاخص ها نرمالیزه و به عنوان وزن نهایی برای هر کدام از ابعاد پایداری بدست آمده است. در این بخش به ترتیب نتایج بدست آمده در وزن نهایی و نرمالیزه شده در ابعاد توسعه پایدار (اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و زیست محیطی) در جداول ۵، ۶، ۷، ۸ نشان داده شده است.

جدول (۵). مجموع میانگین هندسی و وزن نرمالیزه شده نهایی معیار اجتماعی

فازی زدایی از روش $X_{max}$				نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع			
نرمالیزه شده	$X_{3max}$	$X_{2max}$	$X_{1max}$	شاخص ها			
۰/۱۵۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سرانه مسکونی	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۹
۰/۱۵۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	تراکم جمعیت	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۸
۰/۱۵۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	تراکم خانوار	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۹
۰/۱۳۷	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	تراکم نفر در مسکن	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۰۹
۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	امید به زندگی	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۶
۰/۰۸۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	تعداد افراد زیر خط فقر	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۵
۰/۰۴۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	سرانه فعالیت فرهنگی	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲
۰/۰۲۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	سالن های نمایش و سینما	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
۰/۰۳۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	میزان جرائم (سالانه)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
۰/۰۲۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	تعداد تصادفات (سالانه)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
۰/۰۲۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	تعداد سرقت اتومبیل (سالانه)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
۰/۰۲۸	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	نامناسب بودن محیط	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	تعداد دانش آموزان	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
۰/۰۱۹	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	جمعیت با سواد دانشگاهی	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱

منبع: نگارنده

جدول (۶). مجموع میانگین هندسی و وزن نرمالیزه شده نهایی معیار اقتصادی

فازی زدایی از روش Xmax				نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع			
نرمالیزه شده	X3max	X2max	X1max	شاخص‌ها			
۰/۳۲۳	۰/۳۳۴	۰/۳۳۸	۰/۳۴۲	نرخ اشتغال	۰/۴۹	۰/۳۳	۰/۲۱
۰/۲۹۲	۰/۳۰۱	۰/۳۰۵	۰/۳۰۹	هزینه ماهانه خانوار	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۲۰
۰/۱۳۴	۰/۱۲۸	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	درصد اجاره مسکن	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۹
۰/۱۰۵	۰/۱۰۷	۰/۱۰۹	۰/۱۱۱	میزان در آمد خانوار	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۷
۰/۰۸۳	۰/۰۸۵	۰/۰۸۶	۰/۰۸۸	قیمت مسکن	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶
۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	نوع مالکیت زمین	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳
۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	قیمت زمین	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲

منبع: نگارنده

جدول (۷). مجموع میانگین هندسی و وزن نرمالیزه شده نهایی معیار کالبدی (دسترسی، مجاورت و ساخت)

فازی زدایی از روش Xmax				نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع (مجاورت)			
نرمالیزه شده	X3max	X2max	X1max	شاخص‌ها			
۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	فاصله از مراکز صنعتی	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۶۲
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۴	فاصله از گورستان	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۳۱
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	فاصله از مراکز آتش نشانی	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۷
۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	فاصله از مراکز نظامی	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۸
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	فاصله از زمین‌های بایر	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	فاصله از کاربری انبار داری	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۲
فازی زدایی از روش Xmax				نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع (دسترسی)			
نرمالیزه شده	X3max	X2max	X1max	شاخص‌ها			
۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	دسترسی به خدمات آموزشی	۰/۴۹	۰/۳۸	۰/۲۹
۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	دسترسی به خدمات درمانی	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۲۱
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	دسترسی به کاربری تجاری	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۰
۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	دسترسی به راه‌های اصلی	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۹
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	دسترسی به پارکینگ عمومی	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	دسترسی به مراکز مذهبی	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	دسترسی به خدمات اداری	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	دسترسی به خدمات ورزشی	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱
فازی زدایی از روش Xmax				نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع (ساخت)			
نرمالیزه شده	X3max	X2max	X1max	شاخص‌ها			
۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۹	بافت	۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۱۴
۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۹	تراکم ساختمانی	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۰۹
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	زیربنای ساختمان	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۸
۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	عمر ساختمان	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۰۶
۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۹	نوع مصالح ساختمانی	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۱۱
۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	قدمت بنا	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۴
۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	کیفیت ابنیه	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۳
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	ساختار زمین شناسی	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲

منبع: نگارنده



جدول (۸). مجموع میانگین هندسی و وزن نرمالیزه شده نهایی در معیار زیست محیطی

فازی زدایی از روش Xmax					نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع			
نرمالیزه شده	X3ma x	X2ma x	X1ma x	شاخص ها				
۰/۳۵۲	۰/۳۶۸	۰/۳۷۵	۰/۳۸۲	فاصله از گسل	۰/۵۵۷	۰/۳۵۴	۰/۳۳۴	فاصله از گسل
۰/۱۶۹	۰/۱۷۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۳	فاصله از رودخانه	۰/۲۹۴	۰/۷۱	۰/۰۸۴	فاصله از رودخانه
۰/۱۲۲	۰/۱۲۸	۰/۱۳۱	۰/۱۳۳	فاصله از مراکز پر سرو صدا	۰/۲۰۳	۰/۱۲۳	۰/۰۷۱	فاصله از مراکز پر سرو صدا
۰/۱۴۳	۰/۱۴۷	۰/۱۵۱	۰/۱۵۵	دسترسی به فضای سبز	۰/۲۴۰	۰/۱۳۸	۰/۰۸۶	دسترسی به فضای سبز
۰/۰۷۶	۰/۰۷۸	۰/۰۸۱	۰/۰۸۳	مصرف حامل های انرژی	۰/۱۳۰	۰/۰۷۴	۰/۰۴۴	مصرف حامل های انرژی
۰/۰۶۷	۰/۰۷۰	۰/۰۷۱	۰/۰۷۳	دسترسی به فاضلاب شهری	۰/۱۰۸	۰/۰۶۶	۰/۰۴۳	دسترسی به فاضلاب شهری
۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۳	۰/۰۴۴	شیب زمین	۰/۰۶۸	۰/۰۳۹	۰/۰۲۵	شیب زمین
۰/۰۳۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	ارتفاع زمین	۰/۰۴۸	۰/۰۳۲	۰/۰۱۷	ارتفاع زمین

منبع: نگارنده

در مرحله نهایی نیز جهت تعیین اولویت ابعاد توسعه پایدار در مقایسه کلی انجام شده است که نتایج آن در جدول شماره نشان داده شده است.

جدول (۹). مجموع میانگین هندسی و وزن نرمالیزه شده نهایی ابعاد توسعه پایدار

فازی زدایی از روش Xmax						نتایج ضرب میانگین هندسی هر سطر در مقدار معکوس مجموع			
وزن نرمالیزه	فازی زدایی	X1max	X2max	X3max	ابعاد				
۰/۵۴۴	۰/۵۹۰	۰/۵۸۱	۰/۵۸۶	۰/۵۹۰	کالبدی	۰/۸۰۳	۰/۵۷۱	۰/۳۹۷	کالبدی
۰/۲۴۵	۰/۲۶۶	۰/۲۶۱	۰/۲۶۳	۰/۲۶۶	اجتماعی	۰/۳۶۲	۰/۲۵۵	۰/۱۷۹	اجتماعی
۰/۱۷۲	۰/۱۸۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۳	۰/۱۸۷	اقتصادی	۰/۲۶۴	۰/۱۷۳	۰/۱۲۲	اقتصادی
۰/۰۳۸	۰/۰۴۲	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	زیست محیطی	۰/۰۵۴	۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	زیست محیطی

منبع: نگارنده

شاخص های سازگاری تصادفی با توجه به تعدد شاخص های تحقیق محاسبه می گردد که اعداد تصادفی در جدول شماره (۱۰) نشان داده شده است.

جدول (۱۰). شاخص ناسازگاری تصادفی

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I	۰	۰/۵۸	۰/۹	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۹

منبع: (رنجبرچی: ۱۳۹۰)

در راستای آن تلاش شده داده ها تهیه شده و با تحلیل سلسله مراتبی و براساس نظر کارشناسان امتیاز داده شد و وزن ها مشخص گردید. با توجه به بعد فازی تحقیق وزن های بدست آمده به اعداد فازی تبدیل شده، در قدم بعدی برای وزن ها و ستون ها میانگین بدست آمده است. اعداد مجدداً فازی زدایی شدند که در مرحله نهایی تحلیل سازگار بودن (CR) بر روی کل شاخص ها انجام شد. که در این قسمت نیز نمونه ای از جداول (شماره ۶) نشان داده شده است.

جدول (۶). محاسبه‌ی  $S_i$  برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی  $S_i$  شاخص‌های در بعد اقتصادی

W	AW	AW/W	$L=(AW/W)/n$	$L-n/n-1$	CI/RI
Weight	آزمون اعتبار وزن‌های محاسبه شده ( $D*W$ )	آزمون اعتبار تقسیم بر وزن‌ها	y max	CI	CR
			مجموع مقادیر آزمون اعتبار تقسیم بر تعداد معیارها		
۰/۳۲	۱/۶۸	۵/۱۹		۰/۱۲	۰/۰۹۸
۰/۲۹	۱/۵۸	۵/۴۱	۵۴/۴۱		
۰/۱۳	۰,۷۹	۵/۹۰			
۰/۱۰	۰,۶۹	۶/۵۹	۷/۷۷		
۰/۰۸	۰,۶۳	۷/۵۶			
۰/۰۳	۰,۴۱	۱۰/۹۸			
۰/۰۲	۰,۳۳	۱۲/۷۵			

منبع: نگارنده

شایان توجه است که پس از بدست آوردن وزن هر شاخص در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، این وزن‌ها به عنوان وزن لاند<sup>۱</sup> که طی روابط و فرایندی که در مواد و روش‌ها توضیح داده شد، بدست آمده و یک بار دیگر شاخص‌ها در تکنیک آنتروپی وزن بندی شده است؛ بین وزن‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی و وزن آنتروپی وزن جدیدی به عنوان وزن تعدیل شده بدست آمده است؛ وزن‌های تعدیل شده مجدداً در تکنیک آنتروپی بوسیله دورابطه با عنوان "بهنجارسازی فازی" استفاده شده این بهینه سازی برای شاخص‌های مثبت و منفی مناسب بوسیله دو رابطه زیرانجام شده، در مرحله نهایی وزن‌ها در نرم افزار GIS قرار گرفته و نقشه‌های مربوط به هر یک ابعاد به کار رفته در این بررسی بدست آمده است.

رابطه (۱۳)

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}^{\max} - a_{ij}}{a_{ij}^{\max} - a_i^{\min}}$$

رابطه (۱۴)

$$n_{ij} = \frac{a_{ij} - a_i^{\max}}{a_{ij}^{\max} - a_i^{\min}}$$

### یافته‌ها و بررسی

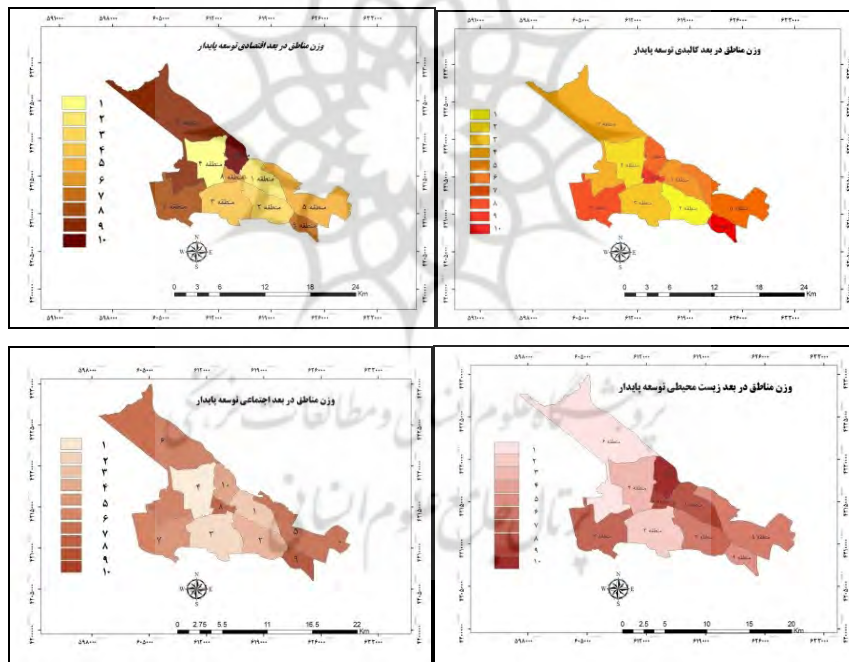
در سال‌های اخیر به دلیل اهمیت پایداری در توسعه و توسعه پایدار بررسی‌های زیادی در حوزه‌های مختلف و در ابعادی همچون اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و کالبدی صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصل این تحقیق، معیار کالبدی که شامل (ساخت شهر، دسترسی و مجاورت) با وزن عددی ۰/۵۴۴ مهم ترین معیار مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است، بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به ترتیب در اولویت‌های بعدی هستند. به همین دلیل بعد کالبدی، مهم ترین عامل تاثیرگذار در توسعه پایدار شهر تبریز در این بررسی مورد تاکید است. در گام بعدی جهت تجزیه و تحلیل ابعاد توسعه پایدار و بررسی نقش هر کدام از آن‌ها روی مناطق شهری انجام شد که نتایج به صورت زیر است:

از میان ۶۶ شاخص، برای تحلیل ابعاد توسعه پایدار در شهر تبریز، ۷ شاخص برای بعد اقتصادی، ۱۴ شاخص برای بعد اجتماعی، ۸ شاخص برای بعد زیست محیطی بقیه در بعد کالبدی به کار گرفته شده است که نتایج حاصل به طور خلاصه ارائه شده است. در بعد اقتصادی

<sup>1</sup> - Landa



منطقه ۴، ۱ و ۲ با امتیاز ۶/۱۴، ۵/۴۶ و ۴/۹۵ به ترتیب امتیاز اول، دوم و سوم را در شاخص های کسب کرده اند و منطقه ۱۰ کم ترین امتیاز را بدست آورده است. در بررسی بعد اجتماعی منطقه ۴، ۳ و ۱ با امتیاز ۹/۷۹، ۸/۰۴ و ۷/۹۷ به ترتیب امتیاز اول، دوم و سوم کسب کرده اند و منطقه ۹ با امتیاز ۳/۵۹ در مرتبه پایین این شاخص ها قرار گرفته است. در بعد زیست محیطی منطقه ۶، ۷ و ۴ با امتیاز ۱۱/۲۳، ۱۰/۶۰ و ۹/۹۸ به ترتیب امتیاز اول، دوم و سوم کسب کرده اند و منطقه ۹ با امتیاز ۴/۶۲ در مرتبه پایین این شاخص ها قرار گرفته است. بعد کالبدی که در به صورت سه بخش جداگانه بررسی شده است، در هر کدام نتایج متفاوت به بدست آمده است. در بعد کالبدی - مجاورت فاصله از مراکز صنعتی نسبت به شاخص های دیگر انتخاب شده در این قسمت با امتیاز ۰/۴۹ بالاترین اولویت را بدست آورده است و بقیه شاخص ها شامل فاصله از گورستان، فاصله از مراکز آتش نشانی و ..... در امتیازات بعدی قرار دارند. در بعد کالبدی - دسترسی، دسترسی به خدمات آموزشی با امتیاز ۰/۳۸ به عنوان اولویت نخست مورد توجه قرار گرفته است و دسترسی به خدمات درمانی، خدمات تجاری و ..... در امتیازات بعدی واقع شده اند همچنین در بعد کالبدی - ساخت، بافت شهر محیط مسکونی شهر با امتیاز ۰/۲۶ امتیاز نخست این بخش را بدست آورده است و تراکم ساختمانی، زیر بنای ساختمان و .... در اهمیت های بعدی قرار گرفته اند. با توجه به نتایج بدست آمده در بعد کالبدی با سه مشخصه مجاورت، دسترسی و ساخت نتیجه نهایی در این بررسی منطقه ۲ با امتیاز ۲۳/۶۱ رتبه اول را بدست آورده است و منطقه ۴ و ۳ به ترتیب در امتیاز دوم و سوم را دارا هستند و منطقه ۹ به جهت کمبود تسهیلات در خدمات آموزشی، درمانی و تجاری و ..... در رتبه پایین این شاخص ها قرار گرفته است که باید مورد توجه جدی واقع گردد. نقشه های استخراج شده از نتایج رتبه بندی بر اساس اهمیت هر کدام ابعاد پایداری در مناطق شهری در زیر نشان داده شده است.



اشکال (۴، ۵، ۶ و ۷) رتبه بندی مناطق در ابعاد توسعه پایدار

## نتیجه گیری

توسعه پایدار به عنوان پارادایم غالب در هزاره سوم است، این نظریه در مقطع زمانی مطرح شده با نگاه به بحث زیست محیطی و با هدف جلوگیری از تخریب محیط زیست بسط یافته است و با گذشت مدت زمانی کوتاه به بحث های مختلف کشیده شده است. توسعه پایدار برای مقابله با الگوهای تولید، توزیع و مصرف نامناسب و مخرب کننده با طبیعت می پردازد که هدف نهایی آن کنترل آسیب های محیطی و افزایش کیفیت زندگی است. این تحقیق با هدف اولویت بندی ابعاد توسعه پایدار در درجه نخست بررسی و همچنین وزن بندی منطق شهری بر اساس همان ابعاد صورت گرفته است. نتایج حاصل از این بررسی نشان می دهد که بعد کالبدی اولویت نخست را

در میان ابعاد دیگر بدست آورده است. همین طور در بررسی میزان اهمیت هر کدام از ابعاد و وزن بندی آن‌ها روی مناطق شهری نشان می‌دهد که در بعد اقتصادی و اجتماعی منطقه ۴ در اولویت اول قرار گرفته و منطقه ۱۰ و ۹ در رتبه‌های پایین قرار گرفته است. در بعد زیست محیطی منطقه ۶ و در بعد کالبدی منطقه ۲ در اولویت نخست قرار گرفته و منطقه ۹ در هر دو بعد در رتبه پایین قرار گرفته است. در نتیجه گیری کلی می‌توان گفت که مناطق شهری در این بررسی از نظر کلی در راستای سنج‌های توسعه پایدار نیستند که لازم است در برنامه ریزی‌های کلی این شهر مورد توجه و آسیب شناسی جدی قرار گیرد.





## منابع

- احدی، حمیدرضا، مشهدی عباسی، سید احسان و خشکرویدان، مجید (۱۳۹۱): بکارگیری روش AHP فازی گروهی در انتخاب بهترین تامین کننده ناوگان ریلی، *مجله مهندسی حمل و نقل*، شماره ۴، صص ۹۵-۱۰۲
- استیونسون، دبرا (۱۳۸۸): *شهرها و فرهنگ های شهری*، ترجمه پناهی، رجب و پوراحمد، احمد، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری.
- افتخاری، رکن الدین، عبدالرضا (۱۳۹۳): *مدیریت توسعه روستایی (بنیان های نظری)*، انتشارات سمت
- پورطاهر، مهدی، سجاسی قیدار، حمدالله و صادق لو، طاهره (۱۳۸۹): *سنجش و اولویت بندی پایداری اجتماعی در مناطق روستایی*، با استفاده از تکنیک رتبه بندی براساس تشابه به حل ایده آل فازی (مطالعه موردی: دهستان حومه بخش مرکزی شهرستان خدابنده)، *مجله پژوهش های جغرافیایی*، بهار ۱۳۸۹، دوره ۱، صص ۱-۳۱
- پورمحمدی، محمدرضا و مصیب زاده، علی (۱۳۸۸): *آشنایی با محله و معیارهای محله بندی شهر با تاکید بر شهر تبریز، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز*، شماره ۲۸، ۵۳-۸۹
- حاصلی آبادی، فرید، پور کرمانی، محسن و حاجی علی بیگی، حسین (۱۳۹۲): *تحلیل ساختاری دوپلکس لغزشی - فشارشی کوه های مورو (شمال غرب تبریز)*، *فصلنامه زمین شناسی ایران*، شماره ۲۵، ۳-۱۳
- خواجه شاهکوهی، علیرضا، عبدالله زاده، غلامحسین و مدانلو جویبار، مسعود (۱۳۹۲): *تحلیل پایداری نواحی شهری و اولویت بندی توسعه آن با تکنیک تاپسیس (مورد مطالعه شهر گرگان)*، *فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری*، سال اول، شماره چهارم صص ۹۹-۱۱۸
- ربیعی فرد، ولی الله، حقیقت ناینی، غلامرضا و قرایی، فریبا (۱۳۹۲): *ارزیابی ابعاد کالبدی مسکن با رویکرد توسعه پایدار شهری*، نمونه موردی: منطقه ۸ شهر کرج، *مجله معماری و شهرسازی آرمان شهر*، شماره ۱۱، صص ۳۰۱-۳۲۱
- ربیعی فرد، ولی الله، زیاری، کرامت اله و حقیقت ناینی، غلامرضا (۱۳۹۲): *ارزیابی توسعه پایدار شهر زنجان از دیدگاه زیست محیطی بر پایه تکنیک SWOT*، *مجله مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای*، سال چهارم، شماره شانزدهم صص ۱۰۵-۱۳۰
- رضایی، محمدرضا و کمائی زاده، یعقوب (۱۳۹۴): *ارزیابی تناسب مکانی - فضایی طرح مسکن مهر شهر یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۳۵، صص ۲۹۶-۲۷۵
- رنجبرچی، سید محمود (۱۳۹۰): *فرایند سلسله تحلیل مراتبی فازی*، چاپ ستاره سبز، تهران
- روستایی، شهرام و ساری صراف، بهروز (۱۳۸۵): *پهنه بندی مخاطرات محیطی موثر در توسعه فیزیکی شهر تبریز، فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، سال سوم، شماره ۱، ۱۱۰-۱۲۶
- زیاری، کرامت اله (۱۳۸۲): *تحولات اجتماعی - فرهنگی ناشی از انقلاب صنعتی در توسعه فضایی، تهران، مجله جغرافیایی توسعه*، شماره ۱
- سالنامه آماری (۱۳۹۳): *کلانشهر تبریز*، انتشارات شهرداری تبریز
- سپهوند، رضا، عارف نژاد، محسن (۱۳۹۲): *اولویت بندی شاخص های توسعه پایدار شهری با رویکرد تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی گروهی مطالعه موردی در شهر اصفهان، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری*، شماره اول، بهار، صص ۴۳-۵۹
- عابدینی، موسی و مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۱): *نقش تنگناهای ژئومورفولوژیکی در توسعه کالبدی کلانشهر تبریز به منظور کاربری بهینه، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، سال ۲۳، شماره ۱، ۱۴۵-۱۶۶
- محمد صالحی، زینب، شیخی، حجت و رحیمون، علی اصغر (۱۳۹۲): *بهبود کالبدی \_ محیطی بافت مرکزی شهر با رویکرد توسعه شهری پایدار (مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر خرم آباد)*، *فصلنامه مطالعات شهری*، شماره ۷، صص ۷۲-۸۷
- محمدی، جمال و ایزدی، ملیحه (۱۳۹۱): *رتبه بندی مناطق شهر اصفهان از لحاظ شاخص های فرهنگی براساس تصمیم گیری چند شاخصه، فصلنامه رفاه اجتماعی*، شماره ۴۴، صص ۱۷۶-۱۹۸
- مرکز آمار ایران، *سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵*
- معینی، مهدیه و اسلامی، سید غلامرضا (۱۳۹۱): *رویکردی تحلیلی به کیفیت محیط مسکونی معاصر، مجله هویت شهر*، شماره دهم، سال ششم صص ۴۷-۵۸

- نادری، کاوه، امانپور، سعید، و منصور میانرود، فریبرز(۱۳۹۱)؛ ارزیابی توسعه فیزیکی شهر اهواز با تاکید بر پایداری در مسائل زیست محیطی، *اولین همایش ملی جغرافیا، مخاطرات و توسعه پایدار شهر زنجان*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
- نسترن، مهین، فرحناز، ابوالحسنی و ایزدی، ملیحه (۱۳۸۹)؛ کاربرد تکنیک تاپسیس در تحلیل و اولوی‌بندی توسعه پایدار مناطق شهر (مطالعه موردی: مناطق شهری اصفهان)، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۸، شماره ۲
- نصیری، معصومه (۱۳۸۳)، نقش دولت در تحولات فضایی شهر بابل، *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۴۸، صص ۴۸-۳۱.
- Darvish. Behrouz, Sarvar. Rahim and Sheybani Moghaddam. Fereshteh(2015); **Structural Analysis, Measurement of Spatial Distribution Model and Classification the Construction of Urban Areas Based on Benefit from Urban Services (Case Study: Five Districts of Zahedan)**, Journal of The Scientific-Research Quarterly, Vol.3, No. 12, pp97=-116
- El Ariane. Sarah Abdel Moneim(2012); **Neighborhood Urban Quality of Life Guidelines for Urban Planning and Development of New Assessment Tool** A Thesis Submitted to the Faculty of Engineering, Cairo University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy in Architecture.
- Hashemi. Farhad and Ho Chin Siong(2014); **Extracting Urban Sustainability Indicators for Tehran Metropolis by Fuzzy Delphi Method**, Journal of Scientific Research, 22 (9), pp 1411-142
- Ibrhim. E. H, Mohamed. S. E and Atwan. A. A.(2011); **Combining Fuzzy Analytic Hierarchy Process and GIS to Select the Best Location for a Wastewater Lift Station in El-Mahalla El-Kubra, North Egypt**, Journal of Engineering & Technology, Vol.11, No. 50, pp 38-43
- Nasiri.J.A.Farzaneh, Rahimipour.S.N and Nasiri.J.A, Mohammadreza and Badkoobeh, Fereshteh(2016); **Classification of Urban Areas Sustainability Using AHP Model and Multi Criteria Decision Making (Case Study: The City of Rasht)**, Journal of Applied Science & Engineering pp125-132 Serag .El Din. Hamam, Shalaby .Ahmed, Elsayed Farouh. Hend, A. Elariane. Sarah (2013); **Principles of urban quality of life for a neighborhood**, journal Housing and Building National Research Center. Cairo, 86-92