

تحلیل الگوی توسعه پراکنده کلانشهر تبریز با استفاده از مدل شانون و تعیین جهت‌گیری توسعه فیزیکی آن

Analysis of Urban Sprawl Pattern of Tabriz City, Using Shannon's Entropy and Indicating Urban Growth Directions

کریم حسین‌زاده دلیر^۱، محمدرضا پورمحمدی^۲، بهمن هادیلی^۳، سہیلا چوبساز^۴

چکیده

امروزه جریان توسعه کالبدی شهرها با سرعت بیشتری دنبال می‌گردد و حاشیه‌های امروز شهرها جز لاینفک بافت اصلی شهر در آینده نه چندان دور می‌باشند. رشد فیزیکی نابسامان شهرها در اثر توسعه فیزیکی ناپیوسته و پراکنده و عمدتاً در قالب شکل‌گیری قطعات منفرد و جدا از هم است؛ لذا تحلیل وضعیت فیزیکی موجود و پیش‌بینی آینده گسترش شهرها به دلیل تاثیر آن بر سیاست‌ها و مدیریت منابع شهری و انسانی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. با توجه به عوامل متعدد موثر بر توسعه فیزیکی پراکنده شهرها، مقاله حاضر میزان رشد افقی کلانشهر تبریز را از دو بعد مساحت و جهت رشد، مورد ارزیابی قرار داده است. روش تحقیق در این مقاله تحلیلی- تطبیقی بوده، و با توجه به سیر تحول الگوی کالبدی- فضایی کلانشهر تبریز در طی دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۳۵، از مدل انتروپی شانون^۱ برای سنجش میزان پراکندگی سطوح افقی شهری و از مدل قطاعی- جغرافیایی جهت تعیین مسیر رشد افقی، استفاده شده است. نتایج حاصل از تحلیل یافته‌ها نشان داده است که پراکنده‌رویی^۲ در کلانشهر تبریز اتفاق افتاده و بیشترین میزان آن در محدوده سال ۱۳۷۵ بوده است و جهات گسترش افقی با موقعیت کریدورهای اصلی ورودی منطقه شهری تبریز، بیشترین انطباق را دارند.

واژه‌های کلیدی: پراکنده‌رویی، توسعه فیزیکی شهر، مدل انتروپی شانون، کلانشهر تبریز.

Email: Kdalir@tabrizu.ac.ir

۱. استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم محیطی و معماری، دانشگاه تبریز

Email: Pourmohammadi@tabrizu.ac.ir

۲. استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم محیطی و معماری، دانشگاه تبریز

Email: Bhadili@tabrizu.ac.ir

۳. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم محیطی و معماری، دانشگاه تبریز

۴. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم محیطی و معماری، دانشگاه تبریز-نویسنده مسئول

Email: Choobsaz@tabrizu.ac.ir

۱. مقدمه

شهرسازی فعالیتی است علمی و روش‌مند که سعی دارد با استفاده از دیدگاه‌ها و الگوهای نظری مختلف، چهارچوب‌های کاربردی مناسبی را جهت هدایت و ساماندهی توسعه شهرها فراهم کرده و شرایط لازم برای نیل آنها به سمت وضعیت مطلوب و بهینه را ایجاد نماید. رشد سریع جمعیت شهرنشین و مهاجرت فزاینده از روستاها به شهر و عدم اطمینان از شرایط کلان اقتصادی در مقیاس ملی و منطقه‌ای و همچنین کمبود منابع از یک سو و تقاضا برای ارتقاء سطح کیفی استانداردهای زندگی و پویایی بیشتر در زندگی روزمره و گذران اوقات فراغت از سوی دیگر، ضرورت یک توسعه کالبدی وسیع را ایجاد می‌نماید که قسمت عمده آن متوجه شهر و پیرامون آن است (بحرینی، ۱۳۸۱: ۲۳). روشن است که امروز حیات اقتصادی- اجتماعی و کالبدی مناطق شهری با مادرشهر منطقه به هم پیوسته و با ارتباطی تنگاتنگ، مجموعه‌ای پویا و سازمان‌یافته به وجود آورده‌اند (حسین‌زاده دلیر، ۱۳۷۴: ۱۱). در صورتی که شهر را به عنوان یک سیستم و یک کل در نظر بگیریم، طی فرآیندهای ناشی از تحولات درونی و بیرونی، سیستم شهر از لحاظ فیزیکی و حجمی رشد می‌کند؛ که از این تحولات درونی و بیرونی به عنوان عوامل تأثیرگذار بر جهات توسعه شهر و از نتایج رشد فیزیکی شهرها به عنوان الگوی گسترش فیزیکی شهر تعبیر می‌شود. بدون شناخت و بررسی نقش این عوامل در جهات توسعه شهرها، ارائه پیشنهاد مناسب جهت توسعه آینده شهر ممکن نمی‌باشد (عبداله‌زاده فرد، ۱۳۸۴: ۳۰۴).

در زمان معاصر توسعه فیزیکی ناموزون شهرها، یکی از مسائل مهم را در کاربری زمین پدید آورده است. این توسعه در واقع ادامه گسترش شهر در اطراف آن است، زیرا در اطراف شهرهای بزرگ، همواره مناطقی وجود دارد که دوره انتقال از بهره‌برداری‌های روستایی به شهری را می‌گذرانند. در این میان، کلانشهرها به جهت برخورداری از ازدیاد جمعیت و فعالیت‌های متنوع، همواره شاهد دگرگونی‌های اقتصادی- اجتماعی و تغییرات کالبدی- فضایی و زیست‌محیطی، در مقیاس منطقه‌ای و محلی هستند و این موضوعی است که اکثر شهرهای بزرگ کشورهای درحال توسعه و از آن جمله ایران، آن را تجربه می‌کنند.

این تحقیق پس از مقدمه، طرح مسئله، سئوالات تحقیق و تدوین اهداف به بررسی منابع و پیشینه تحقیق و مبانی نظری مرتبط با توسعه شهری و پراکنده‌روی پراکنده و الگوی توسعه کلانشهر تبریز را مورد ارزیابی قرار داده است. سپس با استفاده از نتایج کمی روش‌ها و مدل‌های به کار رفته، به تدوین اهم نتایج به دست آمده از بخشهای مختلف تحقیق پرداخته و در انتها پیشنهاداتی در خصوص

هدایت و کنترل توسعه فیزیکی کلانشهر تبریز ارائه می‌نماید.

۲. طرح مسئله تحقیق

گسترش افقی پراکنده شهر واژه‌ای است که در نیم قرن اخیر در قالب اصطلاح «اسپرال» (پراکنده‌روی) در ادبیات پژوهش‌های شهری وارد شده و سابقه کاربرد این اصطلاح به زمانی باز می‌گردد که در اثر استفاده بی‌رویه از اتومبیل شخصی و توسعه سیستم بزرگراه‌ها، بسط فضاهای شهری در آمریکا رونق گرفت.

توسعه پراکنده شهری که اصولاً در اراضی آماده نشده شهرها اتفاق افتاده است، نتایج بسیاری از جمله افزایش زمین‌های بلااستفاده، افزایش سهم فضاهای باز، کاهش تراکم جمعیت، گسستگی بخش‌های شهری و جدایی‌گزینی اجتماعی را در پی داشته است (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۱۳۶). در دهه‌های اخیر، رشد شتابان شهرنشین در ایران به گونه‌ای صورت پذیرفته که فاصله جمعیت کلانشهرها با شهرهای متوسط و کوچک، روز به روز افزایش یافته و نظام توسعه شهری کشور را با مشکلات و تنگناهای عدیده‌ای روبه‌رو ساخته است. در کشور ما تا زمانی که الگوی رشد شهرها ارگانیک بوده و عوامل درونزا و محلی، تعیین‌کننده رشد شهری بوده‌اند، زمین شهری نیز کفایت‌کننده کاربری‌های سنتی بوده و حسب شرایط اقتصادی، اجتماعی و امنیتی، فضای شهر را به طور ارگانیک سامان‌دهی می‌کرده است. لیکن از زمانی که مبنای توسعه و گسترش شهرها ماهیتی برونزا به خود گرفت و درآمدهای حاصل از نفت در اقتصاد شهری تزیق شد و شهرهای ما در نظام اقتصاد جهانی و تحت‌تأثیر آن قرار گرفت، سرمایه‌گذاری در زمین شهری تشدید شد؛ این نقطه ضعف اصلی یعنی بازار خصوصی بدون برنامه زمین، الگوی توسعه بسیاری از شهرهای ایران را دیکته کرده است (ماجدی، ۱۳۸۷: ۹).

این امر باعث نابسامانی بازار زمین شهری و مخصوصاً بلااستفاده ماندن بخش وسیعی از اراضی داخل محدوده، و عارضه منفی گسترش افقی شهرها شده است. شهر تبریز نیز به‌عنوان بزرگترین شهر شمال‌غرب کشور، به واسطه سابقه تاریخی، موقعیت جغرافیایی و نقش مهم آن در مسائل اقتصادی- اجتماعی کشور، علی‌رغم انسجام و فشردگی در مرحله پیدایش، امروزه گرفتار ساختاری نسبتاً متخلخل در حاشیه بوده که آن را از الگوی رشد متفاوت و غیر متمرکز برخوردار کرده است.

از آنجا که تبریز به پشتوانه عملکردهای متنوع خود از حوزه نفوذ گسترده‌ای برخوردار بوده و بررسی وضعیت حوزه‌های نفوذ نشان می‌دهد که تبریز نقطه ثقل جمعیت و فعالیت در هر یک از حوزه‌های نفوذ خود است (مهندسین مشاور زیستا، ۱۳۸۸: ۳۸)؛ لذا هدف این تحقیق با در نظر داشتن عوامل متعدد موثر بر توسعه فیزیکی و الگوی

ساختاری- فضایی کلانشهر تبریز، از یک سو بررسی روند توسعه فیزیکی-کالبدی کلانشهر تبریز در دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۳۵ و تعیین وجود یا عدم «پراکنده‌روی» از بعد کالبدی و پراکنش افقی آن، و از سوی دیگر تعیین جهت گیری جغرافیایی توسعه افقی شهر و ارزیابی وجود ارتباط بین مسیرهای توسعه فیزیکی آن با موقعیت استقراری کریدورهای ورودی می‌باشد.

۳. پیشینه تحقیق

با توجه اینکه موضوع این تحقیق از چندین دیدگاه علمی مرتبط قابل مطالعه است، عطف به رویکرد فیزیکی- کالبدی الگوی گسترش کلانشهر تبریز در این تحقیق، پایه مطالعات در تعیین میزان گسترش فیزیکی شهر، بیشتر بر سه زمینه الگوی رشد افقی شهر، پراکنده رویی و کاربرد مدل‌های نمادی در سنجش رشد افقی، تاکید می‌نماید.

در ارتباط با الگوهای شکل کلی شهر، آلن (۱۳۸۸) در کتاب مورفولوژی شهری، جغرافیا، آمایش و معماری شهر؛ باستیه (۱۳۸۲) در کتاب شهر؛ رهنما و عباس‌زاده (۱۳۸۷) در کتاب اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر؛ به الگوهای کلاسیک و جدید رشد اشاره نموده‌اند؛ اگر چه باید توجه داشت که هر شهر می‌تواند در الگوهای مختلفی رشد نماید و چگونگی رشد هر شهر به محدودیتها، به‌ویژه محدودیت‌های طبیعی و امکانات آن و سیاست‌های برنامه ریزی که برای آن در نظر گرفته می‌شود، بستگی دارد. همه جوامع، به دلایل گوناگونی در ویژگی‌های توپوگرافی (پستی و بلندی)، شریان‌های ارتباطی، بنیاد و پایه اقتصادی، دارای الگوی گسترش صددرصد یکسانی نیستند و در نهایت، طرح تنها یک الگو به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده تغییرات گسترش شهری، کاربرد نداشته و برای فاصله‌های زمانی گوناگون، نظریات متفاوت توضیح‌دهنده موقعیت و جنبه‌های گوناگون توسعه فیزیکی کلانشهرها می‌باشند. اسمعیل‌پور (۱۳۸۷) در رساله دکتری خود با عنوان بررسی علل و پیامد رشد افقی شهرها و ارائه راهکارهای ساماندهی آن (مطالعه شهر یزد)، نظریات رشد افقی شهر را بر پایه ساختار فضایی- اجتماعی، رشد اقتصادی و رشد افقی سریع شهر مطرح می‌نماید.

در ارتباط با پراکنده‌روی، نوزی^۳ (۲۰۰۳) در کتابی با عنوان «مقدمه‌ای بر پراکنده‌روی و اصلاح آن»، بیشترین تاکید را بر نقش سیستم‌های حمل و نقل و بزرگراهها در فرایند شکل‌گیری مناطق حاشیه شهری دارد. وی بر این باور است که چنین الگوی رشدی، الگوی نامناسبی از کاربری اراضی است که مکان‌هایی بی‌هویت خلق کرده و هزینه‌های بالایی را در زمینه ایجاد تاسیسات زیربنایی متوجه شهر و مقامات شهری می‌نماید. گزارش انجمن محیطی اروپا^۴ (۲۰۰۶) با عنوان «پراکنده‌روی شهری در اروپا- یک چالش اغماض شده»، مالپزی^۵ و همکار (۲۰۰۱) در کتاب «اندازه گیری پراکنده‌روی در محدوده متروپولیتن‌های کشور

امریکا»، سیف‌الدینی (۱۳۸۳) در مقاله «گسترش حومه‌ای شهرها»؛ پدیده توسعه فیزیکی پراکنده شهرها (پراکنده رویی) و بعضی علل آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. تاکنون کتابها و مقالات متعددی نیز در ارتباط با انواع مدل‌های نمادی یا ریاضی، مرتبط با موضوع تحقیق با هدف اندازه‌گیری رشد فیزیکی شهر و برنامه‌ریزی برای چگونگی توسعه فیزیکی آینده آن، منتشر شده‌اند. لیو^۶ (۲۰۰۹) در کتاب خود به اصول استفاده و نحوه گزینش صحیح مدل متناسب با مسئله شهری پرداخته است. ناداراجا^۷ و همکار (۲۰۰۵) در مقاله خود و تانجا^۸ (۲۰۰۱) در کتابش به توضیح کامل مدل شانون و کارکرد آن پرداخته‌اند، ورزوزا^۹ و همکار (۲۰۱۰) و پور احمد و همکاران (۱۳۸۹) در مقالات خود، با استفاده از مدل انتروپی شانون، میزان گسترش و پراکنندگی شهری مناطق مورد مطالعه را مورد سنجش قرار داده‌اند. در مقاله حاضر نیز مدل شانون به دلیل نتایج کاربردی آن، جهت تعیین میزان پراکنندگی افقی کلانشهر تبریز مورد استفاده قرار گرفته است.

۴. مبانی نظری

۴-۱. الگوهای توسعه فیزیکی بیرونی شهر

شهرها نیز مانند موجودات زنده از لحاظ کالبد بزرگتر و از لحاظ ساخت پیچیده‌تر می‌گردند و به دنبال این رشد فیزیکی، توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آنها نیز به تدریج دگرگون می‌شود. همواره فضای کالبدی شهرها تحت تأثیر مکانیزم‌ها و عواملی قرار دارد که در طی زمان با پیشرفت‌ها و تحولات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی متحول می‌گردند و در ضمن تاثیرات، تغییرات جدیدی نیز بر چهره و منظر کالبدی، فیزیکی یا مورفولوژی آنها تحمیل می‌گردد (محمدی، ۱۳۷۵: ۲۷۵). از اولین دهه‌های قرن نوزدهم، مطالعات علمی مبانی و الگوهای رشد شهری آغاز گردید که منجر به ارائه نظریات متعددی در این زمینه شد، مانند نظریه‌های الگوی رشد شهر با دیدگاه ساختار فضایی- اجتماعی، دیدگاه اقتصادی، دیدگاه جامعه‌شناسی مهاجرت و دیدگاه فیزیکی- کالبدی. الگوهای دیگری نیز با گذشت زمان و رشد تکنولوژی و پیچیدگی مفاهیم اجتماعی شکل گرفته‌اند که می‌توان به نظریه موج هویس^{۱۰}، رشد هوشمند شهر و الگوی توسعه پایدار شهر اشاره نمود. رشد فیزیکی هر شهر به صورت گسترش افقی یا رشد عمودی است. هر کدام از این دو روش کالبد متفاوت و جداگانه‌ای را ایجاد می‌نماید. رشد فیزیکی افقی با نمود افزایش مساحت محدوده شهر و رشد عمودی به صورت درون‌ریزی جمعیت شهری و الگوی شهر فشرده نمایان میگردد. این الگوهای متفاوت به نسبت نوع گسترشی که در شهر به وجود می‌آورند، پیامدها و نتایج متفاوتی را در پی دارند.

رشد افقی شهر در مجموع نوعی پراکندگی شهری و افزایش مغرط استفاده زمین شهری به شمار می‌رود که باعث کاهش تراکم جمعیت، افزایش سهم فضاهای باز و بلااستفاده و در نتیجه گسستگی بخشهای شهری و جدایی‌گزینی فضایی و اکولوژیکی می‌شود.

این امر باعث نابسامانی بازار زمین شهری و خصوصاً بلااستفاده ماندن بخش وسیعی از اراضی داخل محدوده، و عارضه منفی گسترش افقی شهرها شده است (اطهاری، ۱۳۷۹: ۳۶). رهنما و عباس زاده (۱۳۸۷) ابعاد مختلف پراکندگی را در ۸ بعد مشخص نموده‌اند که مقادیر پایین‌تر هر یک از این ابعاد می‌تواند بیانگر توسعه پراکنده‌تر باشد) تراکم، مرکزیت، پیوستگی، هسته‌ای یا قطبی بودن، تمرکز، اختلاط کاربریها، خوشه‌بندی و همجواری). سومین بعد پراکندگی یعنی «پیوستگی»^{۱۴}، درجه‌ای است که زمینهای قابل توسعه فیزیکی در تراکم‌های شهری بدون فاصله از هم (متصل) ساخته شده‌اند.

۵. مواد و روش پژوهش

این پژوهش بر مبنای اهداف ذکر شده یک تحقیق کاربردی^{۱۵} است و روش تحقیق بر مبنای چگونگی استراتژی حصول نتایج و با توجه به ماهیت مطالعات جغرافیایی، روش ترکیبی از نوع تحلیلی- تطبیقی است. داده‌های اولیه شامل اطلاعات آماری و نقشه‌های محدوده مورد مطالعه، از طریق اسنادی و کتابخانه‌ای، از گزارشهای طرحهای جامع و تفصیلی و سازمانهای مرتبط به دست آمده‌اند. نقشه‌های تهیه شده با استفاده از نرم افزار Auto cad و ArcGIS ترسیم، کنترل و تصحیح گردیده، سپس نتایج محاسبات عددی، در دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۸۵-۱۳۳۵) پس از تلفیق و ترکیب یافته‌ها با توجه به نیاز تحقیق طبقه‌بندی شده است. سپس به کمک مدل شانون و مدل ترسیمی قطاعی-جغرافیایی با همراهی نرم افزار ArcGIS، مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

تحقیق حاضر با توجه به نقش شریان های حیاتی کلانشهر تبریز در منطقه به عنوان پل ارتباطی بخشی از آسیا و اروپا در کریدورهای تاریخی و معاصر منطقه‌ای و بین‌المللی، با استفاده از مدل انتروپی شانون و تعیین مقدار کمی توزیع مساحت نسبت به مرکز فیزیکی شهر، و رویکرد کالبدی- فضایی تحقیق، از یک سو سعی بر سنجش بعد «پیوستگی» پراکنده‌رویی در کلانشهر تبریز داشته و از سوی دیگر با تعیین میزان انطباق توسعه فیزیکی کلانشهر تبریز با کریدورهای ارتباطی در سه محور اصلی مجموعه شهری تبریز (تبریز- آذرشهر، تبریز- صوفیان، تبریز- بستان آباد)، جهت‌گیری جغرافیایی توسعه افقی کلانشهر تبریز را مورد بررسی قرار داده است.

از دیدگاه فیزیکی- کالبدی، سرعت و الگوی گسترش بیرونی شهر تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، فیزیکی، حقوقی و مالکیت، سیاسی، حمل و نقل و ارتباطات قرار دارد. هر یک از این عوامل به نحوی باعث تسریع، تشویق و یا تحدید گسترش شهر به اراضی پیرامونی میشوند (زنگنه چکنی، ۱۳۸۱: ۷۱). این رشد پیرامونی به شکلهایی مانند الگوی رشد طبیعی و پیوسته، الگوی رشد حومه‌ای، الگوی رشد پراکنده^{۱۱}، الگوی رشد جهشی^{۱۲} و الگوی رشد نواری در امتداد محورهای ورودی، الگوهای کریدوری تک مرکزی و چند مرکزی و یا ترکیبی از آنها نمایان می‌گردد.

۴-۲. الگوی رشد پراکنده یا اسپرال

پراکنده‌رویی واژه‌ای است که در نیم قرن اخیر در قالب اصطلاح «اسپرال» در ادبیات پژوهش‌های شهری وارد شده است و امروزه موضوع محوری بسیاری از سمینارهای شهری در کشورهای توسعه یافته است. امروزه با فراگیر شدن اثرات گسترش افقی شهرها، مفهوم پراکنده رویی (رشد اسپرال) در اکثر کشورهای جهان با ماهیت، شاخصها و نتایج مختلفی به کار برده می‌شود.

در پاسخ به این پرسش که آیا تجربه رشد شهری اسپرال از نوع ایرانی با اسپرال نوع اروپایی و امریکایی یکی است، ابراهیم‌پور معصومی (۱۳۹۰) در مقاله خود تفاوت‌های عمده تعریف رشد پراکنده یا اسپرال در شهرهای ایران نسبت به شهرهای کشورهای اروپایی، امریکا و استرالیا را در ۵ مورد مطرح نموده است: تفاوت در شکل‌گیری حومه‌های شهری پراکنده، تفاوت در رشد حومه‌ای با زون‌بندی تک کاربری، شبکه‌های ارتباطی غیر متصل به شبکه های اصلی، دسترسیهای محدود به نواحی توسعه یافته جدید و توسعه تجاری- اقتصادی در سطح پایین. تشابه رشد اسپرال در ایران و سایر کشورهای توسعه یافته نیز بر پایه رشد شهری برنامه ریزی شده یا نشده بر مبنای «استفاده از اتومبیل شخصی»، عدم داشتن امکانات محلی و فضاهای اجتماعی عمومی، عدم امکان کنترل رشد و تراکم جمعیت کم است (ابراهیم‌پور معصومی، ۱۳۹۰: ۱۲). برخی محققین ویژگی‌های اسپرال نوع آمریکایی را در ابعاد کاربردی زمین شهری دیده‌اند و آن را عبارت از توسعه کم‌تراکم، پراکنده، تنک و جسته و گریخته شهری، توسعه ناپیوسته و گسترش به طرف عرصه‌های خارج از محدوده و نواحی کم‌تراکم حومه شهری همراه با تسلط اتومبیل‌های شخصی در حمل‌ونقل دانسته‌اند (Wassmerr, 2002: 9). در زمینه الگوی فضایی توزیع جمعیت در محدوده زیرساخت شهری، آلن برتاد^{۱۳} برشهای تراکم جمعیت را در ۳۵ شهر جهان مورد بررسی قرار داده است و با تحلیل سازمان فضایی شهر بر پایه دو الگوی توزیع تراکمی جمعیت و الگوی حرکت جمعیت در طول روز، میزان پراکندگی رشد شهری را نمایش داده است.

۵-۱. مدل انتروپی شانون

با توجه به تقسیم‌بندی مدل‌ها به سه نوع اساسی: مدل قیاسی، تصویری و نمادی، مدل‌های نمادی که بر حسب اطلاعات ریاضی با استفاده از نمادها، برای بیان جهان حقیقی مورد استفاده قرار می‌گیرند، پرمعنی‌ترین نوع مدل‌ها هستند (کاتانیزی، ۱۳۸۳: ۱۹). زیرا این مدل‌ها دارای ابهام کمتر و صراحت بیشتری نسبت به اکثر مدل‌ها می‌باشند. این نکته حائز اهمیت است که دقت بیشتر و ابهام کمتر به مفهوم صحت بیشتر نیست و میزان دقت توصیف تحلیلی به توانایی او از درک سیستم جهان واقعی بستگی دارد. آنچه که مسلم است، کاربرد مدل‌ها در برنامه ریزی جایگزین قوه تشخیص متخصص نخواهد بود؛ بلکه کاربرد مدل، تلاشی است به منظور ایجاد روشی سیستماتیک برای یاری رساندن به تصمیم‌گیرنده در انتخاب یک سری اعمال از طریق بررسی مسئله، تدوین اهداف و راه‌حل‌ها و مقایسه آنها بر اساس پی‌آمدهایشان، با استفاده از چهارچوبی مناسب و تا حد ممکن تحلیلی، که بر بینش و نظر متخصص در حل مسئله تأثیر خواهد گذاشت (کولین لی، ۱۳۶۶: ۱۸).

پیش‌بینی آینده گسترش شهرها به دلیل تأثیر آن بر سیاست‌ها و مدیریت منابع شهری و انسانی از اهمیت به سزایی برخوردار است. تا کنون روشها و مدل‌های متنوعی برای پیش‌بینی رشد شهرها ابداع شده است و مطالعات متعددی با استفاده از مدل‌های نمادی با هدف اندازه‌گیری گسترش فیزیکی شهر و برنامه‌ریزی برای چگونگی توسعه فیزیکی آینده آن، به بررسی و سنجش رشد کالبدی شهر پرداخته‌اند. مانند مدل‌های: آماری، انتروپی شانون^{۱۶}، هلدرن^{۱۷}، ضریب موران^{۱۸}، ضریب گری^{۱۹}، فراکتال^{۲۰}، سلولهای خودکار^{۲۱}، شبکه عصبی^{۲۲}، تصادفی^{۲۳} (Cheng: ۲۰۰۳) و مدل دریافت اطلاعات از راه دور^{۲۴} (Bhatta et al: 2010). با توجه به کاربرد مدل آنتروپی شانون در سنجش میزان پراکندگی شهری (ابراهیم‌زاده و همکار، ۱۳۸۸؛ ثابت سروستانی، ۱۳۸۹ و سایرین) و عطف به هدف تحقیق و تعیین درجه رشد پراکنده افقی کلانشهر تبریز، مدل انتروپی شانون برای سنجش میزان پراکندگی شهری انتخاب گردید. از مدل انتروپی شانون برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری استفاده می‌شود (حکمت نیا و موسوی، ۱۳۸۵، ۱۳۹۹) و همچنین می‌توان از این شاخص به منظور تحلیل اطلاعات و درجه سازماندهی یک سیستم استفاده کرد (ملک‌حسینی، ۱۳۸۵: ۲۴).

از مدل انتروپی شانون، به نام ضریب بی‌نظمی نیز یاد می‌شود. این ضریب نمایانگر درصد نواحی ساخته شده به کل مساحت محدوده مورد نظر است. هر چه این ضریب کوچکتر باشد نشان‌دهنده تمرکز و هر چه بزرگتر باشد نشان‌دهنده پراکندگی توسعه است.

بر این اساس ضریب بی‌نظمی شانون وقتی با سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه شود، یک ابزار ساده اما موثر در اندازه‌گیری میزان گسترش شهرها است (Yeh and li 2001):

ساختار کلی مدل به شرح زیر است:

$$H_n = - \sum_i^n P_i \ln(P_i)$$

در این رابطه H_n مقدار مطلق انتروپی شانون و مقدار

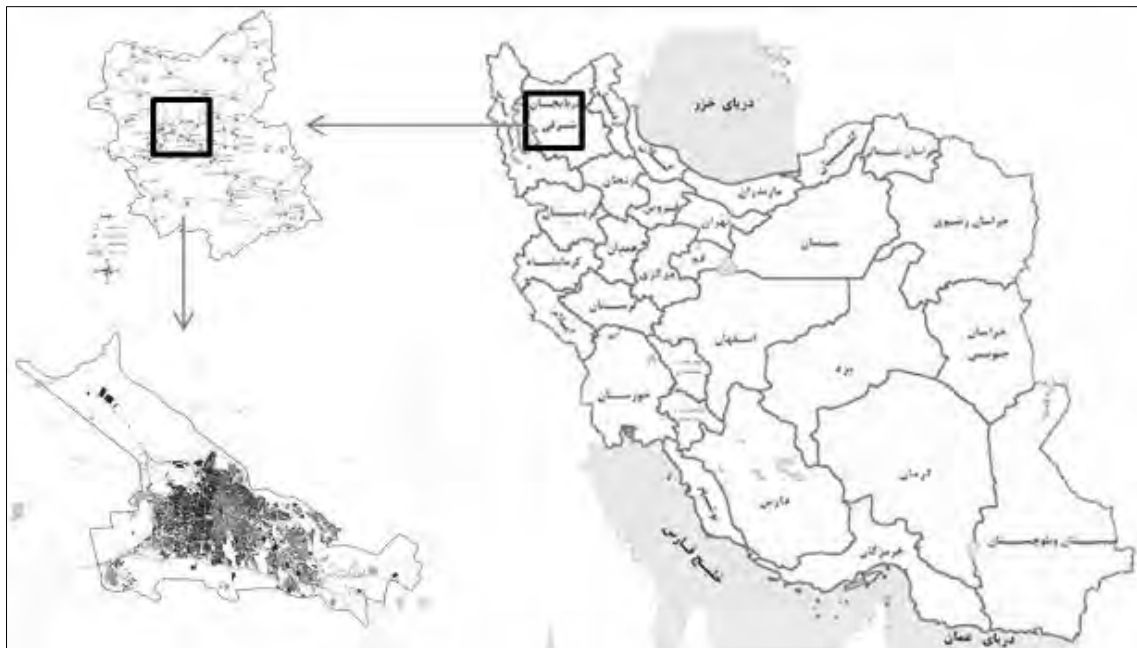
نسبت رخداد یک پدیده در زون شماره i ، X_i مقدار مساحت ساخته شده در زون شماره i و n تعداد کل زونها یا بافرها است.

مقدار H_n بین صفر و $\text{Log}n$ متغیر است. هر چه این مقدار به صفر نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده فشردگی مساحت ساخته شده و هر چه به $\text{Log}n$ نزدیکتر باشد نمایانگر پراکندگی بیشتر شهر است (Verzosa and Gonzales 2010). در این تحقیق ضریب بی‌نظمی شانون جهت تعیین میزان پراکندگی افقی شهر مورد استفاده قرار گرفته است. اگر این مطالعات با هدف مقایسه گسترش شهر در زمانهای مختلف باشد، بهتر است که ضریب نسبی شانون بجای مقدار مطلق آن به کار رود که مقدار آن بین صفر و یک است. معادله ضریب نسبی شانون از فرمول زیر حاصل می‌شود (همان):

$$H_n = \sum_i^n P_i \ln(P_i) / \ln(n)$$

۵-۲. مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه کلانشهر تبریز واقع در استان آذربایجان شرقی و در شهرستان تبریز است. این شهرستان با وسعتی حدود ۴۳۴۵ کیلومتر مربع در بخش میانی استان واقع شده است (تصویر شماره ۱). شهر تبریز به عنوان مرکز استان و شهرستان و نیز به عنوان بزرگترین کلانشهر شمال غرب ایران با وسعتی حدود ۱۳۱ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی $046/23'$ و $046/11'$ طول شرقی و $038/9'$ و $038/1'$ عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳۴۰ متر از سطح دریا در جلگه‌ای به همین نام واقع شده است. ویژگیهای توپوگرافیک و نیز رشته کوههای شمالی و جنوبی منطقه، جلگه تبریز را به صورت دیواری مرتفع در بر گرفته و تبریز در میان این دیواره، به صورت کاسه‌ای مثلث‌گونه از شرق به غرب بسط یافته است. مجموعه‌ای از عوامل جغرافیایی، اقلیمی و دسترس‌یها، جهت‌گیری رشد هسته اولیه شهر تبریز را هدایت نموده و با گذشت زمان استقرار کاربریهای خاص مانند راه آهن، فرودگاه و سایت‌های نظامی نیز در شکل‌گیری فیزیکی استخوان‌بندی شهر مؤثر بوده‌اند (مهندسین مشاور عرصه: ۱۳۷۴، ۷).



تکانه ۱ - موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه - کلانشهر تبریز

روابط اقتصادی- اجتماعی با مراکز زیستی پیرامونی بوده است. در طی این دوره مراکز فعالیت اصلی شهر تبریز در حواشی محورهای سه گانه اصلی شکل گرفته‌اند (مهندسين مشاور زیستا، ۱۳۴:۱۳۸۸). شمار شاغلین مراکز فعالیت محورها، با شکل گیری صنایع بزرگ منطقه غرب تبریز به صورت شدید دچار عدم تعادل گردید و از سال ۱۳۶۸ استقرار مراکز فعالیت در محدوده کریدورهای ارتباطی روند رو به رشدی داشته و با ایجاد فرصتهای شغلی بیشتر نسبت به سالهای قبل از ۱۳۶۸ روند افزایشی داشته و اکنون نیز هر سه محور از پتانسیل جمعیت‌پذیری بالایی برخوردار هستند (مهندسين مشاور زیستا، ۱۳۸:۱۳۸۸). قابل ذکر است که شرایط ویژه منطقه و محدودیتهای جغرافیایی نیز در کشش و توسعه فیزیکی محورهای ارتباطی به سمت بیرون، موثر بوده است. با گسترش و تراکم فعالیتها در محور تبریز- آذرشهر و شکل گیری مراکز فعالیت جدید در حواشی این محور و شکل گیری شهر جدید سهند در جنوب غربی تبریز کریدور تبریز- آذرشهر، تقویت گردیده و عمده‌ترین محور توسعه محدوده تلقی می شود. گسترش کالبدی مجتمع‌های زیستی روستایی مجاور نقاط شهری در محورهای تبریز- آذرشهر و تبریز- بستان‌آباد، در شهری شدن شدید محورها موثر بوده است و زمینه را برای گسترش و شکل گیری حوزه‌های شهری جدید مهیا نموده است.

به‌طور کلی می‌توان گفت عوامل زیر بیشترین نقش را در شکل گیری و جهت یابی استخوان بندی شهر و توزیع و استقرار کاربری‌ها داشته‌اند: توسعه ادواری و هسته‌های مربوط به دوره‌های زمانی خاص؛ موانع طبیعی مانند کوه‌ها و اراضی کشاورزی و اراضی باتلاقی؛ قشر بندی اجتماعی و تاثیر مولفه‌های اجتماعی در استقرار کاربری‌ها؛ برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاریهای تقسیمات شهری؛ مرکزیت‌یابی برخی از گره‌ها و محورها.

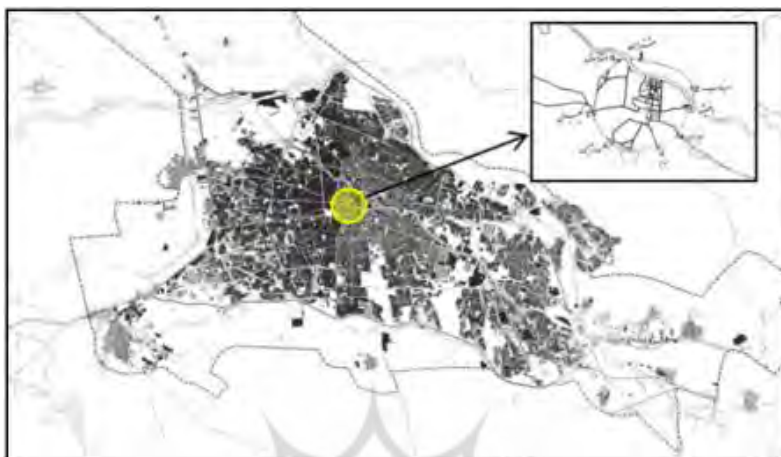
الگوی کالبدی مجموعه شهری تا سال ۱۳۵۵، متمرکز و تک مرکزی بوده و شهر تبریز هسته اصلی محدوده و مرکز ثقل فعالیت‌های اقتصادی محسوب می‌شده است. با توجه به اندام جغرافیایی و وزن جمعیتی شهر تبریز و سیاست‌های اقتصادی دولت در این دوره، تمرکزگرایی فعالیت‌های اقتصادی در محدوده کالبدی شهر مدنظر بوده و تعاملات فضایی- کالبدی متأثر از ارتباطات اقتصادی- اجتماعی شهر تبریز با مجتمع‌های زیستی پیرامونی به ویژه مراکز زیستی واقع در محورهای اصلی محدوده مجموعه شهری بسیار کم‌رنگ بوده است. مطابق با سیاست‌های اقتصادی دولت در این دوره، صنایع بزرگ و مراکز فعالیت و اشتغال اصلی محدوده نظیر صنایع تراکتورسازی، ماشین‌سازی و... در محدوده کالبدی شهر تبریز شکل گرفته‌اند.

الگوی کالبدی مجموعه شهری تبریز در طی دوره بیست ساله ۱۳۷۵-۱۳۵۵ به صورت تدریجی متحول گردیده و از الگوی متمرکز و تک‌مرکزی به الگوی نیمه متمرکز (با شکل توسعه فیزیکی شعاعی) تغییر یافته است. از ویژگیهای بارز این دوره گسترش، تعاملات فضای- کالبدی ناشی از تشدید

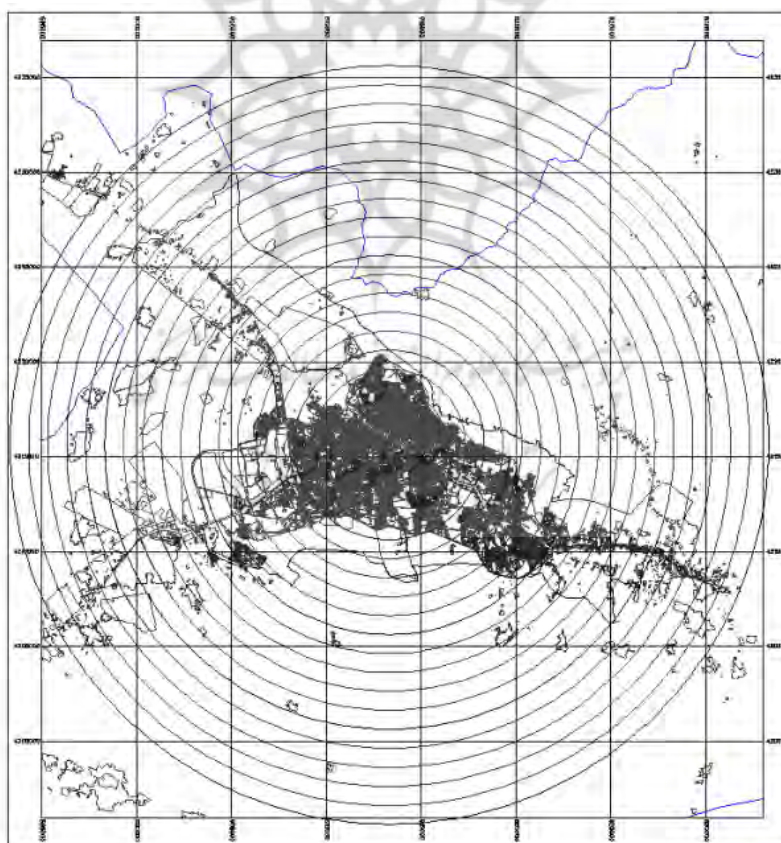
۶. تعیین میزان پراکنده‌رویی (توسعه پراکنده) کلانشهر تبریز

متحدالمرکز به پهنای یک کیلومتر در ۴ دوره زمانی مابین سالهای ۱۳۳۵ و ۱۳۸۵ ترسیم شده است (تصویر شماره ۳) و مرکز ثقل کالبدی شهر تبریز که همان مرکز تاریخی-فرهنگی است، مبنای مدولاسیون بافرینگ جغرافیایی قرار گرفته است (تصویر شماره ۲).

جهت سنجش پدیده پراکنده‌رویی در کلانشهر تبریز با استفاده از مدل شانون، در ابتدا با استفاده از نرم افزار Auto Cad نقشه دقیق و کامل تبریز در زون‌های (بافر)



نگاره ۲: مرکز ثقل کالبدی و هسته تاریخی شهر تبریز (مآخذ: نگارندگان)



نگاره ۳: بافرهای متحدالمرکز (۲۰ زون) حول هسته مرکزی و بافت تاریخی تبریز - ۱۳۸۵ (مآخذ: نگارندگان)

کلیه مساحت‌ها با استفاده از نرم افزار GIS Arc محاسبه گردیده و نتایج محاسبات انتروپی شانون در سال ۱۳۳۵ به عنوان نمونه در جدول شماره (۱) ارائه شده است.

جدول شماره ۱ - ضریب بی‌نظمی مطلق و نسبی شانون سال ۱۳۳۵ (مآخذ: محاسبات نگارندگان)

Shannon Entropy -(1335)				
محاسبه ضریب بی‌نظمی شانون در سال 1335				
$H = - \sum_i^n P_i \times \ln(P_i)$				
Zone	Area (P _i)	%P _i	Ln(P _i)	P _i × Ln(P _i)
1	2.319	0.1676	-1.7862	-0.2994
2	6.662	0.4814	-0.7311	-0.3519
3	3.201	0.2313	-1.4640	-0.3368
4	1.183	0.0855	-2.4592	-0.2103
5	0.361	0.0261	-3.6458	-0.0952
6	0.112	0.0081	-4.8159	-0.0390
Tot.	13.838	$\sum P_i = 1$		-1.3326

$\ln(n) = \ln(6) = 1.7918 \geq H = 1.3326 \geq 0$ ضریب مطلق انتروپی شانن
 ضریب نسبی انتروپی شانن $1.3326 / 1.7918 = 0.7437$

نتایج کمی مساحت‌های به دست آمده و محاسبات ضرایب بی‌نظمی مطلق و نسبی شانون در ۶ دوره زمانی مورد مطالعه، در جهت مقایسه گسترش شهر و تعیین میزان پراکندگی افقی، در جدول شماره (۲) ارائه شده است.

جدول شماره ۲ - محاسبه ضریب بی‌نظمی شانون در دوره زمانی مورد مطالعه (مآخذ: محاسبات نگارندگان)

سال	جمعیت (هزار نفر)	مساحت بخشهای ساخته شده Km ²	Ln(n)	ضریب مطلق بی‌نظمی شانون	ضریب نسبی بی‌نظمی شانون
1335	290	13.838	1.79	1.3326	0.7437
1345	403	16.449	1.94	1.4632	0.7519
1375	1191	115.306	2.71	2.5223	0.9311
1385	1398	171.637	2.99	2.6171	0.8735

شعاع معین در نرم افزار ArcGIS ترسیم شده و مرکز این دایره مبنای مدولاسیون قطاع‌های جغرافیایی و زون‌بندی قطاعی در جهات ۱۲ گانه (۳۶۰ درجه جغرافیایی) قرار گرفته است. تعریف شعاع دسترسی و عرض جداره‌ها به تفکیک سال و با استفاده از دستور بافرینگ، پیرامون بافت تاریخی شهر تبریز، با استفاده از نرم افزار ArcGIS ترسیم و محاسبه شده است. نقشه‌های حاصله، همچون سایر عوامل به‌عنوان متغیرهای مستقل تحقیق در تحلیل آماری مدنظر قرار گرفته‌اند.

نتایج کمی مساحت‌های به دست آمده (جدول شماره ۳)، در نرم افزار Excel به دو صورت سالی و دوره‌ای محاسبه گردید و دیاگرام نهایی در نمودار شماره ۳ به نمایش درآمده است.

نتایج مدل انتروپی شانون، نشان می‌دهد که با توجه به اینکه در دوره زمانی مورد مطالعه مقدار عددی ضریب همواره بالاتر از تراز متوسط (۰.۵) بوده است، در کلانشهر تبریز پدیده پراکنده‌روی اتفاق افتاده و ضریب بی‌نظمی شانون در سال ۱۳۷۵ به حداکثر میزان پراکندگی رسیده است و با توجه به کاهش نسبی آن در سال ۱۳۸۵، این تغییر حاکی از پر شدن نسبی فواصل خالی و پیوستگی سطوح پراکنده بوده ولی همچنان به عدد (۱) نزدیک است و نمایانگر پراکندگی و عدم تراکم رشد فیزیکی کلانشهر تبریز می‌باشد.

۷. تعیین جهات جغرافیایی توسعه فیزیکی

در مرحله بعد مرکز ثقل کالبدی شهر تبریز که همان هسته مرکزی تاریخی- فرهنگی است، به صورت دایره‌ای با

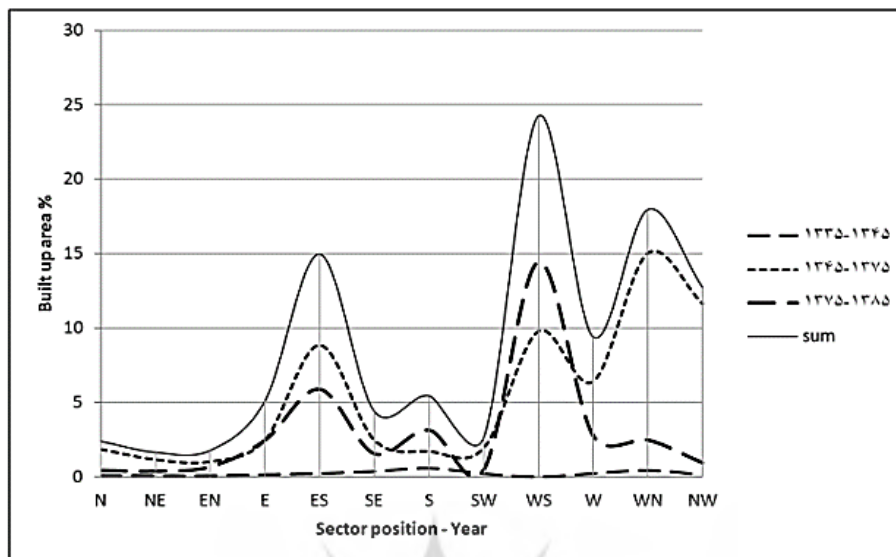
جدول شماره ۳- مساحت زیرساخت در زون‌های مدل قطاعی- جغرافیایی در سالهای مورد مطالعه

	N	NE	EN	E	ES	SE	S	SW	WS	W	WN	NW
1335	69.0	62.0	79.0	53.1	54.1	51.1	91.0	45.1	22.1	63.1	14.1	79.0
1345	79.0	71.0	87.0	69.1	77.1	88.1	50.1	67.1	23.1	1.86	58.1	94.0
1375	65.2	88.1	89.1	16.4	62.10	36.4	22.3	61.3	01.11	27.8	61.16	58.12
1385	09.3	27.2	57.2	62.6	51.16	92.5	37.6	09.4	45.25	05.11	10.19	53.13

جدول شماره ۴- نسبت مساحت زیرساخت در زون‌های مدل قطاعی- جغرافیایی در دوره‌های سالیانه

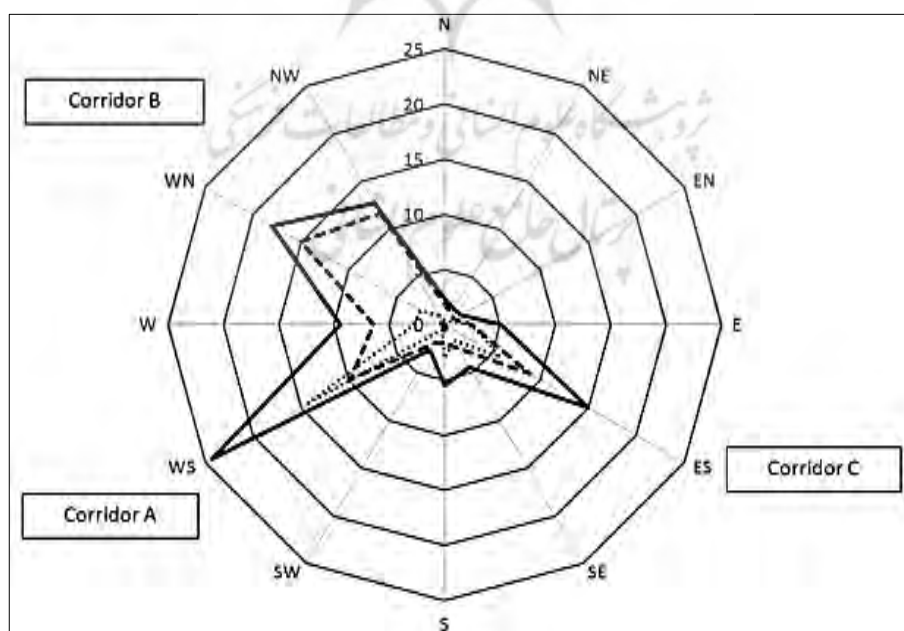
	N	NE	EN	E	ES	SE	S	SW	WS	W	WN	NW
1335-1345	0.1	0.09	0.08	0.16	0.23	0.37	0.59	0.22	0.01	0.23	0.44	0.15
1345-1375	1.86	1.17	1.02	2.47	8.85	2.48	1.72	1.94	9.87	6.41	15.03	11.64
1375-1385	0.44	0.39	0.68	2.46	5.89	1.56	3.15	0.48	14.44	2.78	2.49	0.95
%Built up	1.98	1.6	1.73	4.94	14.55	4.28	5.31	2.56	23.65	9.16	17.46	12.39

با تحلیل نمودار مشخص می‌گردد که زون- محورهای ES, WS, WN دارای بیشترین وزن تغییرات مساحت زیرساخت بوده‌اند (تصویر شماره ۴).

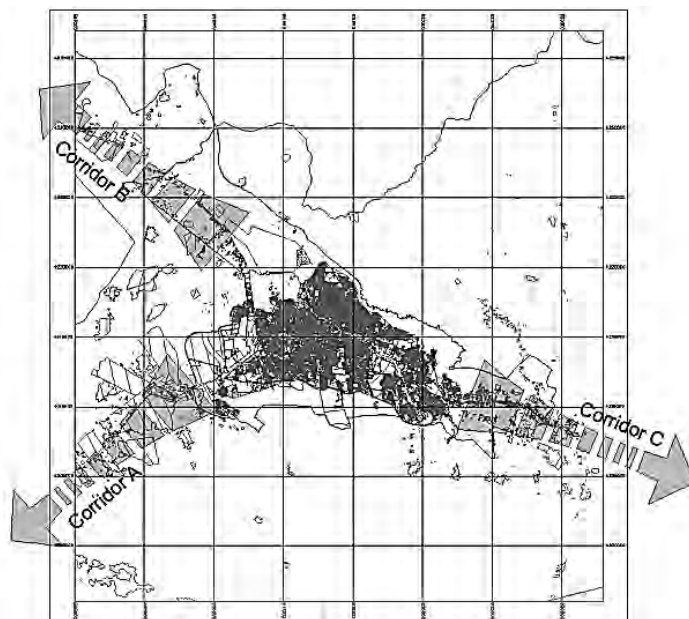


نگاره ۴: نمودار در صد مساحت ساخته شده هر زون بر طبق مدل قطاعی- جغرافیایی

جهت انجام مقایسه بین تغییرات میزان مساحت‌های ساخته شده در دوره‌های سالیان تحت مطالعه، و وجود ارتباط معنی‌دار با موقعیت مکانی کریدورهای اصلی ورودی تبریز، دیاگرام مدل قطاعی- جغرافیایی با شبکه استخوانبندی اصلی شهر تبریز انطباق داده شد (تصاویر شماره ۵ و ۶).



نگاره ۵: نمودار الگوی جهت‌گیری توسعه کالبدی- فیزیکی شهر تبریز



نگاره ۶: کلانشهر تبریز، محورهای اصلی رشد؛ محور ورودی تبریز - آذرشهر (Corridor A)، تبریز - صوفیان (Corridor B) و تبریز - بستان آباد (Corridor C). (مآخذ: نگارندگان)

همانطور که در تصویر شماره (۶) ملاحظه می‌گردد، زون قطاعی WS با محور ورودی تبریز - آذرشهر (Corridor A)، زون قطاعی WN با محور ورودی تبریز - صوفیان (Corridor B) و زون قطاعی ES با محور ورودی تبریز - دروازه تهران (Corridor C)، هم‌پوشانی کامل داشته و از انطباق‌پذیری بالایی برخوردار است.

نتیجه گیری

در جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از بحث حاضر یعنی چگونگی و روند جهت‌گیری توسعه افقی کلانشهر تبریز و جستجوی راه‌حلهای ممکن جهت کنترل و هدایت آن می‌توان گفت طبق بررسیهای انجام شده گسترش فیزیکی کلانشهر تبریز، ناشی از رشد پراکنده (اسپرال) شهر بوده است و این پراکندگی بیشتر مربوط به دهه ۱۳۷۵-۱۳۸۵ می‌باشد، به طوری که در سال ۱۳۷۵ رشد مساحت حدود ۸.۴ برابر سال پایه (۱۳۳۵) و در سال ۱۳۸۵ حدود ۱۲ برابر گردیده است. عوامل بسیاری زمینه رشد سریع شهر را فراهم آورده‌اند که بعضاً محلی و برخی نتیجه تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای و ملی هستند.

بر طبق نتایج استخراج شده بیشترین حجم افزایش سطوح افقی به محدوده کریدورهای ورودی تعلق دارد. با توجه به اهمیت آنها، مشخص می‌گردد که هر محور اصلی ورودی کلانشهر تبریز از تراکم کالبدی متناسب با ظرفیت پذیرش فضایی خود بهره می‌برد، لذا ساماندهی هدایت رشد شهر و یا در صورت ضرورت تغییر جهت مسیر رشد، باید کنترل و مدیریت گردد. با مطالعه تطبیقی داده‌های ارائه شده در مجموع می‌توان گفت علی‌رغم وجود ظرفیت بالای اراضی بازیافتی در شهر، به علت نبودن برنامه‌های مشخص جهت گسترش شهر از سوی مدیران شهری، همواره پاسخگویی به تقاضای زمین، عملاً به صورت گسترش فیزیکی محدوده شهر به ویژه در راستای کریدورهای ارتباطی بوده است؛ نه به صورت بازیافت زمین در لایه‌های بافت داخل محدوده موجود شهر. روند توسعه فیزیکی کریدورهای ارتباطی کلان شهرها مانند تبریز، هم مشکل‌آفرین است و هم فرصت‌آفرین، که باید هر دو ویژگی آن را توأمآ مد نظر داشت. برای اینکه بتوان به روند برنامه‌ریزی و «هدایت‌های» توسعه شهری سمت و سوئی منطقی داد، می‌بایست این هدایت به گونه‌ای قابل اثبات، همسو با روند توسعه عمومی کشور باشد.

از اهداف اصلی مدیریت و هدایت رشد می‌توان به ثبات و تداوم در کل پیکره شهر و ایجاد یکپارچگی و انسجام در آن اشاره نمود، تا محدوده‌های وسیع و گسسته به یک کل متداوم و پیوسته تبدیل گردند. رشد شهر از درون به جای رشد شهر به سوی کرانه‌ها، باید از اهداف اصلی ساماندهی استخوانبندی اصلی شهر شمرده شود.

پی‌نوشت‌ها

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Shannon's Entropy | 14. Continuity |
| 2. Sprawl Growth | 15. Applied Research |
| 3. Nozzi | 16. Shannon Entropy |
| 4. E.E.A.(European Environment Agency) | 17. Shannon entropy model |
| 5. Malpezzi | 18. Heldren Model |
| 6. Liu | 19. Moran's I |
| 7. Nadaraja | 20. Gray ratio |
| 8. Taneja | 21. Fractal |
| 9. Verzosa | 22. Cellular Automata |
| 10. Hoyce | 23. Neural network |
| 11. Sprawl | 24. Accidental |
| 12. LeapFrog | 25. Remo |
| 13. Alain Bertaud | |
| 26. te Sensing Data Endnote1 | |

فهرست منابع

- آلن، رمی؛ ۱۳۸۸؛ **مورفولوژی شهری - جغرافیا، آمایش و معماری شهر**، ترجمه علی اشرفی، انتشارات دانشگاه هنر، تهران.
- ابراهیم‌زاده، عیسی و قاسم رفیعی؛ ۱۳۸۸؛ **تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت و ارائه الگوی گسترش مطلوب آتی آن**، مجله پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، شماره ۶۹ دانشگاه تهران.
- اسمعیل‌پور، نجما؛ ۱۳۸۷؛ **بررسی علل و پیامد رشد افقی شهرها و ارائه راهکارهای ساماندهی آن** (مطالعه موردی: شهر یزد)، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- اطهاری، کمال؛ ۱۳۷۹؛ **به سوی کارآمدی دخالت دولت در بازار زمین شهری**، فصلنامه اقتصاد مسکن، شماره ۳۰، سازمان ملی زمین و مسکن.
- باستیه، ژان؛ ۱۳۸۲؛ **شهر**، مترجم: علی اشرفی، انتشارات دانشگاه هنر، چاپ دوم، تهران.
- بحرینی، سیدحسین و علی طالب بابایی، ناهید؛ ۱۳۸۱؛ **تدوین اصول و ضوابط طراحی محیطی ورودی شهر**، محیط‌شناسی - ویژه نامه طراحی محیطی، صص ۳۵-۱۳.
- پوراحمد، احمد و حسام، مهدی؛ آشور و حدیثه؛ محمدپور، صابر؛ ۱۳۸۹؛ **تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل‌های انتروپی شانون و هلدرن**، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره سوم.
- تقوایی، مسعود و سرایی، محمد حسین؛ ۱۳۸۳؛ **گسترش افقی شهرها و ظرفیتهای موجود زمین** (مورد شهر یزد)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، پژوهشکده امیر کبیر.
- ثابت سروستانی، مهدی؛ ۱۳۸۹؛ **کاربرد سنجش از دور در اندازه گیری و پیش بینی گسترش شهر شیراز**، همایش ژئوماتیک ۱۳۸۹، دانشگاه شیراز.
- حسین‌زاده دلیر، کریم؛ ۱۳۷۴؛ **تبریز بزرگ، یک منطقه شهری برای برنامه ریزی و طراحی**، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، شماره ۲.
- حکمت‌نیا، حسین و میرنجف موسوی؛ ۱۳۸۵؛ **کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای**، یزد، انتشارات علم نوین.
- رهنما، محمدرحیم و عباس زاده، غلامرضا؛ ۱۳۸۷؛ **اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر**، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- زنگنه چکنی، یعقوب؛ ۱۳۸۱؛ **تحلیل عوامل تاثیرگذار بر توسعه فیزیکی و ساخت اجتماعی - فضایی شهر** (سبزوار)، رساله دوره دکتری جغرافیا، گرایش برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- سیف‌الدینی، فرانک؛ ۱۳۸۳؛ **گسترش حومه‌های شهرها**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، پژوهشکده امیر کبیر.
- شکویی، حسین؛ ۱۳۸۲؛ **دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری**، تهران، انتشارات سمت.
- عبداله زاده فرد، علیرضا؛ ۱۳۸۸؛ **بررسی عوامل موثر و جهات گسترش کالبدی شهر شیراز**، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- کاتانیزی، آنتونی؛ ۱۳۸۳؛ **روشهای علمی تحلیل مسائل شهری**، ترجمه منوچهر مزینی، چاپ سوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۱۸. محمدی، جمال؛ ۱۳۷۵؛ عوامل مؤثر بر توسعه و گسترش کالبدی شهرها، خلاصه مقالات اولین سیمینار مشترک شهرسازی و ابنیه تاریخی، دانشگاه زنجان، زنجان
۱۹. مرکز آمار ایران؛ ۱۳۸۹؛ سالنامه آماری استان آذربایجان شرقی.
۲۰. معصومی اشکوری، سید حسن؛ ۱۳۸۸؛ اصول و مبانی برنامه‌ریزی منطقه‌ای، چاپ پنجم، انتشارات پیام، تهران.
۲۱. مهندسین مشاور زیستا؛ ۱۳۸۸؛ طرح مجموعه شهری تبریز، سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان شرقی، فصل پنجم، جلد اول.
۲۲. مهندسین مشاور عرصه؛ ۱۳۷۴؛ طرح جامع تبریز، سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان شرقی، جلد ۲۲.
23. Bertaud, A. , Malpezzi, S.(1999). **The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets, Planning and Topography**. Center for Urban Land Economics Research.
24. Bhatta, B. (2010). **"Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data"** ,Springer PUB., India, ISBN: 978-3-642-05298-9.
25. Ebrahimipour Masoumi, H.(2012). **Urban Sprawl in Iranian Cities and its Differences With the Western Sprawl**, SPATIUM, International Review, No.27,pp 12-18.
26. E.E.A. (2006). **Urban sprawl in Europe–The ignored challenge**, European Environment Agency, Copenhagen.
27. Liu,Y. (2009). **Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata**, CRC Press, New York.
28. Malpezzi, S., Guo,W.K. (2001). **Measuring Sprawl: Alternative Measures of Urban Form in U.S. Metropolitan Areas**, The University of Wisconsin,U.S.A.
29. Nadarajah, S., Zografos,K. (2005). **Expressions for Renyi and Shannon entropies for bivariate distributions**, Elsevier, Information Sciences 170, pp.173-189.
30. Nozzi, D. (2003). **"Road to Ruin-an introduction to sprawl and how to cure it"**, Library of cataloging -in-publication data, U.S.A.
31. Taneja, I.J. (2001). **Generalized Information Measures and Their Applications**, University of Santa Catarina, Brazil.
32. Verzosa, L.C.O., and Gonzales,R.M. (2010). **"Remote Sensing, Geographic Information Systems and Shannon's Entropy: Measuring Urban Sprawl in a Mountainous Environment"**, ISPRS TC VII Symposium, Part 7a, Austria, pp.269-274.
33. Wassmer, R.W.(2002). **Fiscalisation of land use, urban growth boundaries and non-central retail sprawl in the western United States**. Urban Studies, 39(8), pp.1307–1327.
34. Yeh, A.G.O., and Li, X. (2001). **"Measurement and Monitoring of Urban Sprawl in a Rapidly Growing Region Using Entropy"**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, pp. 83-90.