

# مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی شرق و غرب کشور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه (مطالعه موردی: شهرهای زابل و بیرانشهر)

محسن احدنژاد روشتی<sup>۱</sup>

سعید نجفی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۰۸

اشرف عظیم زاده ایرانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۳/۰۹

\*\*\*\*\*

## چکیده

رشد و توسعه فیزیکی شهرهای مرزی با توجه به ساختارهای دفاعی و امنیتی، مهاجرت و حرکات جمعیتی، زیرساخت‌های ارتباطی و حمل و نقل، مدیریت شهری، منابع معیشتی، تنوع آداب و رسوم فرهنگی و ... تحت تأثیر ارتباطات داخلی و خارجی طی سال‌های مختلف دچار تغییر و تحولاتی شده است. هدف اصلی این تحقیق مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی شرق و غرب کشور با مطالعه موردی شهرهای زابل و بیرانشهر می‌باشد. بدین منظور تصاویر سنجنده‌های ETM، TIRS و OLI ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۶۵ انتخاب گردیده و مدل‌های هلدرن و آنتروپی شانون مورد استفاده قرار گرفتند. پس از زمین مرجع کردن تصاویر، با روش فازی به طبقه بندی تغییرات توسعه پرداخته شده و با استفاده از روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار گسترده‌گی شهری برای سال ۱۴۰۹ پیش بینی شده است. نتایج نشان می‌دهد که طی ۲۹ سال مورد مطالعه، در شهر زابل اراضی ساخته شده از ۲۵۷۸/۱۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۳۴۱۹/۹۲ هکتار در سال ۱۳۹۴، و در شهر بیرانشهر از ۶۱۲/۱۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۱۷۸۵/۹۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ رسیده است. در شهر زابل طی این مدت بیشترین تغییرات کاربری، در اراضی کشاورزی با ۵۸/۷۶ درصد و کمترین تغییرات در باغات با ۰/۴۲ درصد صورت گرفته است. در شهر بیرانشهر بیشترین میزان تغییرات کاربری، در اراضی کشاورزی با ۶۷/۸۸ درصد و کمترین تغییرات در اراضی بایر با ۲/۱۶ درصد بوده است. براساس مدل آنتروپی نشان داده شده است که طی ۲۹ سال اخیر، گسترش فیزیکی شهرها، باز هم به صورت پراکنده و غیرمترکم در حال رشد بوده است. اما از میزان بی‌قوارگی نسبت به سال ۱۳۶۵ در شهر بیرانشهر کاسته شده است. همچنین در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۵ حدود ۸۵ درصد از رشد فیزیکی شهر زابل، مربوط به رشد جمعیت و ۱۵ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده در حالی که در شهر بیرانشهر طی سال‌های مذکور با توجه به منفی شدن سرانه ناخالص، تمام رشد فیزیکی شهر حاصل از رشد جمعیت بوده است. پیش بینی می‌گردد که طی این ۱۵ سال در شهر زابل با توجه به جمعیت پیش بینی شده، ۳۶۴/۴۹ هکتار و در شهر بیرانشهر ۹۴/۱۵ هکتار به اراضی ساخته شده شهری اضافه خواهد شد. مقایسه تطبیقی شهرها با توجه به رشد جمعیت، توسعه نامتوازن شهرها را در پی داشته که نیازمند هدایت، رشد و توسعه شهرها با برنامه‌های مطلوب و مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توسعه فیزیکی - شهرهای مرزی - زابل - بیرانشهر - تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه - مدل هلدرن - مدل آنتروپی شانون

\*\*\*\*\*

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان، Ahadnejad@gmail.com

۲- دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، aazimirany@ut.ac.ir

۳- دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان (نویسنده مسئول)، Saeednajafy87@yahoo.com

## مقدمه

و نیروی اجتماعی شکل گرفته است. این ساختار و بافت جواب گوی دوره‌های گوناگون تاریخی بوده و در واقع شهر، محل تجلی نیازها و اراده ساکنان آن است. مرور تاریخی رشد شهر طی دوره‌های گوناگون می‌تواند منجر به دریافت اطلاعات جامعی از شرایط اجتماعی، اقتصادی و سیاسی در هر دوره باشد. این امر، حاصل رابطه متقابل تغییر شرایط و تجدید ساختارهای شهر است که توانسته با اعمال این تغییرات و با به روز رسانی بافت و ساختار از تغییرات اجتماعی عقب نمانده و شرایط زیست را به نحو مطلوبی فراهم نماید (بتلی، ۱۹۹۹: ۸۸).

شهرهای بزرگ و کوچک واقع در مناطق مرزی، هدف اصلی تأثیرات مرزی می‌باشند. آنها، نه تنها، موتورهای توسعه‌ی اقتصادی هستند، بلکه، مراکز نوآوری‌های فرهنگی، تحولات اجتماعی و تغییرات سیاسی می‌باشند. مرزها خود، دارای کارکردهای مختلفی هستند. آنها، به عنوان ابزار حکومتی و کنترل منطقه‌ای و سیاسی حکومت و همچنین، عوامل ساختاری هویت اجتماعی عمل می‌کنند. معانی مختلف مرزها، همواره در گرو سایر عوامل و بصورت مشروط بوده است. مرزها، دارای اهمیت و جایگاه ایدئولوژیکی بوده‌اند. اما، از سوی دیگر، با مسائل مادی و تبعات ناشی از آن آمیخته هستند (Passi, 1996: 134). مرزها، همچنین، گاهی معادل با قدرت، سیاست و فرهنگ قلمداد می‌گردند (همان). مرزها، با توجه به ویژگی‌ها و کارکردهای مختلف به شهرها هویت می‌بخشند. از سویی مرزها، عواملی هستند که سیستم‌های مختلف حکومتی و سیاسی را از هم جدا می‌کنند. اما از سوی دیگر، از عوامل ارتباطی و پیوند دهنده‌ی جوامع و مردم مختلف هستند (Sermak, 2007: 76).

پیرانشهر و زابل از جمله شهرهای مرزی شرق و غرب کشور می‌باشند که ساختارهای کالبدی آنها طی دوره‌های زمانی مختلف تحت تأثیر قرار گرفته است. شهر زابل در استان سیستان و بلوچستان با توجه به نحوه‌ی شکل‌گیری و استقرار، اقلیم متفاوت، تراکم جمعیتی، ارتباط با مرکز استان و پایتخت، همسایگی با کشورهای مجاور، ساختار

طی نیم قرن اخیر، شهرنشینی و توسعه شهرها در جهان رشدی شتابان داشته است و پیش‌بینی‌های جمعیتی مبتنی بر روند و نرخ رشد جمعیت نشان می‌دهد که تا سال‌های پس از ۲۰۰۰ بخش اعظم جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. این روند شتابان شهرنشینی و توسعه شهرها، طی چند دهه اخیر توسعه فیزیکی و جمعیتی داشته است. در پنج تا شش دهه گذشته، ماهیت و شکل الگوهای توسعه شهری دچار تغییرات عمده‌ای گردیده و مدام در حال تحول هستند. جمعیت شهری همواره افزایش یافته است، اگر چه اندازه توزیع سیستم‌های شهری هنوز هم به ثبات در طول زمان به خوبی توسط قانون زیف توصیف شده - تمایل دارد (Duranton, 2007). از سوی دیگر، ساختار شهری در شهرها - به عنوان مثال محل زندگی مردم در سرتاسر فضای شهری - اساساً دچار تغییرات عمده‌ای شده است. این تغییرات باعث شده اولاً، شهرها از نظر فیزیکی و عملکردی با توجه به افراد و افزایش فعالیت‌های اقتصادی مراکز عمده موجود گسترش یافته‌اند (Paulsen, 2012). این مفهوم از یک شهر به یک پدیده «منطقه‌ای» تغییر کرده که در آن شهرها دیگر تنها توسط تراکم بالا مشخص نمی‌شوند و شامل تراکم کم و عملکرد مناطق اطراف می‌شوند. دوماً، شیب تراکم شهری به طور متوسط بیش از چند دهه کاهش یافته، به این معنی که شهر با یک بزرگی فیزیکی توسط یک توزیع مجدد جمعیت در فضای شهری همراه است. (Kim, 2007)

شهرها همواره تحت تأثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته و گسترش می‌یابند. با تحولات اجتماعی، جابه‌جایی‌های جمعیتی، تغییرات اقتصادی و نوآوری‌های فن‌شناختی، دگرگون می‌شوند. با افزایش جمعیت نیز فعالیت و سرمایه‌گذاری به شدت توسعه می‌یابد و نظام و سازمان کالبدی شهرها دستخوش تغییرات اساسی می‌شود (سعیدنیا، ۱۳۷۸: ۱۹). بافت و ساختار شهرهای امروزی حاصل فرآیندی است که از سال‌های بسیار دور آغاز شده و تحت تأثیر نیروهای مختلفی، از قبیل زمان، شرایط اقتصادی، سیاسی

دسترسی به امکانات زندگی برای ساکنان شهر خواهد شد. حسنلو، مینا و همکاران (۱۳۹۲) در پایان‌نامه‌ای با عنوان تبیین چگونگی شکل‌گیری و توسعه شهر (مطالعه موردی شهر منجیل)، هدف شناسایی فرایند شکل‌گیری و تکوین شهر منجیل در گذر زمان مورد تحقیق قرار گرفته است. بدین منظور در این پژوهش با استفاده از مطالعه اسنادی - کتابخانه‌ای، GIS به این پرسش اساسی پاسخ داده شده است که براستی چه عواملی زمینه‌ساز شکل‌گیری شهر منجیل گردیده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عواملی چون قرار گرفتن در محور ارتباطی رشت - قزوین، وجود سد منجیل و رودخانه‌های پرآبی چون سپید رود، وجود پادگان‌های نظامی و نیروگاه‌های بادی در این منطقه از مهمترین عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری و توسعه شهر منجیل در طول تاریخ بوده‌اند.

مرصوصی، نفسیه و همکاران (۱۳۹۱) مقاله‌ای تحت عنوان تحلیلی بر الگوی تحولات کالبدی - فضایی شهر الوند با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه الگوی توسعه مطلوب شهر در آینده با هدف تجزیه و تحلیل چگونگی توسعه فیزیکی شهر با هدف ساماندهی آن ارائه داده‌اند. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق نشان داد که با توجه به گسترش شکاف عمیق بین ارزش آنتروپی ناشی از رشد افقی و اسپرال شهر، طی دهه‌های مختلف که خود متأثر از رشد قطاعی شهر می‌باشد، الگوی توسعه تمرکز درون بافتی با استفاده از افزایش تراکم ساختمانی و الگوی گسترش قطاعی - ناپیوسته، با توجه به نزدیکی نصرت آباد به الوند، به عنوان الگوی توسعه آتی شهر پیشنهاد شده است.

احدنژاد روشتی، محسن و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳ - ۱۴۰۰) تغییرات اراضی حاشیه‌ی شهر اردبیل در طی سال‌های مذکور را ارزیابی نموده و سپس پیش‌بینی این تغییرات

دفاعی و امنیتی، زیرساخت‌های ارتباطی و حمل و نقل، مدیریت شهری، منابع معیشتی، تنوع آداب و رسوم فرهنگی و ... به مراتب توسعه‌ی متفاوتی با شهر پیرانشهر در استان آذربایجان غربی خواهد داشت؛ که این امر بر توسعه فیزیکی شهرها تأثیر دوچندانی دارد. هدف اصلی این تحقیق مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی شرق و غرب کشور طی سال‌های ۱۹۸۶ الی ۲۰۱۵ و پیش‌بینی روند تغییرات تا سال ۲۰۳۰ (مدل زنجیره‌ای مارکوف) و سنجش توسعه فیزیکی شهرهای زابل و پیرانشهر براساس مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن می‌باشد. طی چنین بررسی‌هایی می‌توان به تفاوت‌های توسعه فیزیکی با توجه به ابزارهای کمکی چون تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی دست پیدا نموده و توسعه آتی را پیش‌بینی کرد.

در ارتباط با پیشینه تحقیق، مطالعات و منابع بسیاری در این زمینه وجود دارد. به عنوان مثال روستایی، شهرپور و همکاران (۱۳۹۳) پژوهشی با عنوان سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه (مطالعه موردی : ارومیه) با هدف توصیف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در شهر ارومیه در طی یک دوره ۲۷ ساله داشته‌اند؛ و بدین منظور سنجده TM ماهواره لندست در بازه زمانی ۱۳۶۳-۱۳۹۰ انتخاب گردید. پس از زمین مرجع کردن تصاویر با روش فازی و طبقه‌بندی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از جداول متعامد انجام شده و با استفاده از روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار گستردگی شهری برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی شده است. نتایج نشان می‌دهد طی این دوره ۱۷۱۸۸/۵۶ هکتار از اراضی شهر ارومیه تغییر کاربری داده است؛ که بیشترین تغییر کاربری اراضی در اراضی کشاورزی آبی با کاهش ۷۶۷۲/۴۱ هکتار صورت گرفته است. هم‌چنین بررسی‌ها نشان می‌دهد در سال ۱۴۰۰ در حدود ۲۴۰۸/۵۵ هکتار به اراضی ساخته شده اضافه خواهد گردید؛ که این امر باعث تغییر کاربری اراضی در شهر ارومیه و ناپایداری شهری در توزیع بهینه خدمات و

مستقل، بلکه میان شکل‌های مختلف واحدهای سیاسی نیز وجود دارد. به عنوان خطوط حاشیه‌ای واحدهای سیاسی، مرزها می‌توانند در چشم انداز، قابل رؤیت یا غیر قابل رؤیت باشند. آنها، دارای امتداد هستند، اما عرض ندارند. در بعضی جاها، آنها فقط با لوح‌های سنگی مشخص شده اند یا در برخی مواقع، محصور شده‌اند (Guo, 2005:5-6).

دبلیچ، مرز را به عنوان یک منطقه‌ی مرزهای سیاسی جغرافیای سیاسی که ماورای منطقه‌ی یکپارچه‌ی واحد سیاسی است و می‌تواند در آن، بسط صورت بگیرد، تعریف می‌کند. او، از مرز به عنوان «برون‌گرا» یاد می‌کند. بدین معنی که، توجه به طرف سرزمین‌های غیرمشترک است (Deblj, 1973: 127). مرزها، همواره به نوعی آمیخته با دفاع نظامی از سرزمین‌های ملی در برابر حمله‌ی ارتش کشورهای متجاوز بوده اند و همچنین، از نقاط متمایز و برجسته در مراودات بازرگانی همانند امور گمرکی و مالیاتی به شمار می‌آیند (Walter, 2006: 188).

مرزهای سیاسی مهمترین عامل تشخیص و جدایی یک واحد متشکل سیاسی از واحدهای دیگر است. در ضمن، وجود همین خطوط است که وحدت سیاسی را در یک سرزمین که ممکن است فاقد هر گونه وحدت طبیعی یا انسانی باشد، ممکن می‌سازد. خطوط مرزی، خطوطی اعتباری و قراردادی هستند که به منظور تحدید حدود یک واحد سیاسی بر روی زمین مشخص می‌شوند. بنابراین، مرزها از بحث‌های اصلی و مهم جغرافیای سیاسی به شمار می‌روند. چنانچه منظور از واحد سیاسی حکومت باشد، خطوطی که سرزمین یک حکومت را از حکومت همسایه جدا می‌کند به مرزهای بین‌المللی معروفند.

### توسعه فیزیکی شهر

به افزایش کمی و کیفی کاربری‌ها و فضای کالبدی (مسکونی، تجاری، مذهبی، ارتباطی و...) یک شهر در ابعادی افقی و عمودی که در طول زمان انجام می‌گیرد، می‌توان توسعه فیزیکی اطلاق نمود (بماتیان و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۰۶).

تا سال ۱۴۰۰ انجام داده‌اند. برای پی بردن به نوع و میزان تغییرات رخ داده در منطقه فوق تصاویر سنجنده لندست TM، سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۹۰ و همچنین تحولات جمعیتی این شهر بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. پس از عملیات بارز سازی، برای کشف و ارزیابی تغییرات از روش‌های فازی مبتنی بر شدت انطباق (Fuzzy Artmap) و مقایسه بعد از طبقه‌بندی (Crosstab) استفاده شده است. همچنین برای پیش‌بینی روند تغییرات از روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار استفاده گردیده است. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که در طی ۲۷ سال مورد بررسی، جمعیت این منطقه در حدود یک و نیم برابر افزایش یافته و در حدود ۳۴ درصد تغییر کاربری صورت گرفته که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی بوده که از آن جمله می‌توان به گسترش سکونتگاه‌ها و اراضی ساخته شده بر روی اراضی کشاورزی در پیرامون شهر اشاره کرد.

ابراهیم زاده، عیسی و همکار (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه الگوی گسترش مطلوب آتی آن با هدف ساماندهی الگوی فیزیکی گسترش شهر به مطالعه پرداخته است. گسترش شکاف ارزش آنتروپی ناشی از رشد افقی و اسپرال شهر، الگوی قطاعی - متمرکز به عنوان الگوی مطلوب گسترش آتی آن نتایج تشخیص داده شده در این تحقیق بوده است.

### مبانی نظری

#### تعاریف

#### مرز

در زبان انگلیسی، کلمه مرز، قلمرو سیاسی و فضای زندگی را مشخص می‌کند. در اغلب موارد، معنای آن در جغرافیای سیاسی و اقتصادی، گسترده‌تر از مرزی است که به معنای تقسیم محدوده‌ی قدرت کشورهای مستقل همسایه به کار رفته است. مرز، نه تنها در میان کشورهای

مرزی است که مانع جدی در برابر سرمایه گذاری ایجاد می کند. (Topaloglou & et al, 2006 : 7)

### مدل هلدرن

یکی از روش های اساسی برای مشخص نمودن رشد بی قواره شهری استفاده از روش هلدرن<sup>۱</sup> است. جان هلدرن در سال ۱۹۹۱ روشی را برای تعیین نسبت رشد افقی شهر و رشد جمعیت به کار برد. با استفاده از این روش می توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی قواره شهری بوده است. وی در این روش از فرمول سرانه ناخالص زمین استفاده کرده، که مراحل معادلات نسبت لگاریتم طبیعی جمعیت پایان دوره به آغاز دوره به علاوه نسبت لگاریتم طبیعی سرانه ناخالص پایان دوره به آغاز دوره با نسبت لگاریتم طبیعی وسعت شهردر پایان دوره به آغاز دوره برابر خواهد بود (حکمت نیا و همکار، ۱۳۸۵: ۱۳۳-۱۲۹). این مدل به شرح زیر می باشد. (Beck et. al. 2003 : 101-103)

$$\ln + \left( \frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت آغاز دوره}} \right) + \ln \left( \frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص آغاز دوره}} \right) = \ln \left( \frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}} \right)$$

### مدل آنتروپی شانون

از مدل آنتروپی شانون<sup>۲</sup> برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده ی رشد بی قواره شهری<sup>۳</sup> استفاده می گردد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است :

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i)$$

در رابطه بالا :

H: مقدار آنتروپی شانون،  
i: نسبت مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق،  
n: مجموع مناطق.

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا  $\ln(n)$  است. مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است.

توسعه فیزیکی عبارت است از روندی معقول برای پاسخ گویی به نیازها و خواسته های شهروندان و در برگیرنده فضاهای کالبدی، جهت کارکردها و فعالیت های نوین است که در حالتی مطلوب و ارگانیک پا به پای تحولات اجتماعی حرکت می کند. ارتباط متقابل فضای کالبدی و تحولات اقتصادی - اجتماعی همواره به گونه ای است که هرگونه کاستی و نقصی که در یکی پدید آید، عوارض آن بر دیگری منعکس می شود.

توسعه فیزیکی شهر، فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهت های عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می یابند و اگر این روند سریع و بی برنامه باشد به تنسيق فیزیکی متعادل و موزون فضاهای شهری نخواهد انجامید و در نتیجه سامانه های شهری را با مشکلات عدیده ای مواجه خواهد ساخت (فردوسی، ۱۳۸۴: ۱۸).

### ویژگی های جغرافیایی مناطق مرزی

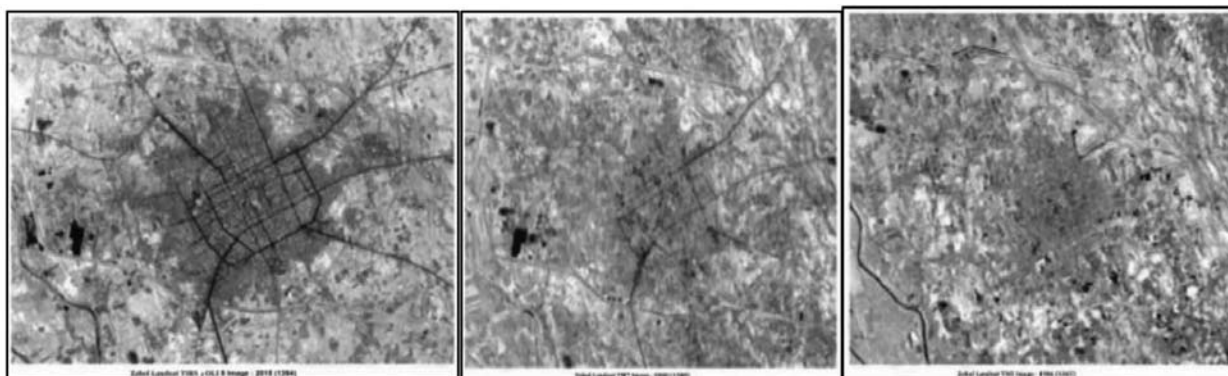
به منظور بررسی روابط بین جامعه ای در مرزها و مناطق، ابتدا باید محل آنها مشخص شود. چندین ویژگی مهم در مرزها و مناطق مرزی مشترک هستند که مربوط به تشخیص آنها در شواهد و مدارک باستان شناسی می شود. این ویژگی ها عبارتند از:  
۱- تراکم جمعیتی کمتر، در نتیجه مکان های کمتر؛  
۲- ویژگی های دفاعی و استحکامات، مانند دیوارها؛  
۳- همزمانی شیوه های گوناگون، موارد فرهنگی، نشانه هایی از تأثیرات فرهنگ چندگانه؛  
۴- نشانه های تجارت با گروه های خارجی.

مرزها و مناطق مرزی، طبق تعریف، پویا و دائماً در حال تغییر هستند. حتی اگر ناحیه ای که منطقه ی مرزی را تشکیل می دهد، برای چندین سال ثابت بماند، این ثابت موقت، هر زمان که یکی از طرفین حکومت نخواهد روابط خود را با طرف دیگر گسترش دهد یا احیا کند، تجدید می شود و اگر حکومتی، قلمرو خود را توسعه دهد، منطقه ی مرزی نیز تغییر خواهد کرد (Martinez, 1994 : 32). وجود تفاوت های زبانی، فرهنگی و اعتقادی از ویژگی های مرزی و مناطق

1 - Holdern Model

2 - Shannon s Entropy Model

3 - Urban Sprawl Phenomenon



نگاره ۱: تصاویر از راست به چپ سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ شهر زابل

در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این شهر از سطح آبهای آزاد ۴۷۵ متر بوده و موقعیت قرارگیری این شهر در جنوب شرقی فلات مرکزی ایران در دشت سیستان می‌باشد. این دشت در فاصله زمینی ۲۱۰ کیلومتری مرکز استان (شهر زاهدان) در بین ارتفاعات منفرد و پراکنده تفتان در جنوب، کوه خواجه در غرب و رشته کوه‌های هندوکش افغانستان در شرق واقع شده است (طرح جامع شهر زابل، ۱۳۸۶: ۱۴). براساس آخرین نتایج سرشماری ۱۳۹۰ جمعیت شهر زابل در طی سال‌های ۱۳۳۵ الی ۱۳۹۰ متغیر بوده است. به عبارتی جمعیت این شهر در سال ۱۳۳۵ برابر با ۱۲۲۲۱ نفر بوده که به ۱۳۷۷۲۲ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است. نرخ رشد شهر در همین سال‌ها از ۴/۴ درصد به ۰/۱ درصد کاهش یافته است. شهر پیرانشهر با وسعتی در حدود ۶۳۲ هکتار در مختصات ۴۵ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و مرکز شهرستان پیرانشهر می‌باشد. این شهر با فاصله زمینی ۱۱۰ کیلومتری از مرکز استان (ارومیه) از غرب و جنوب غربی به کوهستان‌های مرتفع خدر شرفان و سرگرده ختم می‌گردد. به استثنای این عوارض ارتفاعی سایر جهات شهر با دشت‌های کم عارضه و مسطح ارتباط دارد (طرح جامع پیرانشهر، ۱۳۹۱: ۲۰). جمعیت این شهر در سال ۱۳۳۵، ۹۶۵ نفر بوده که در سال ۱۳۹۰ این رقم به ۶۹۰۴۹ نفر رسیده است.

در حالی که مقدار  $\ln(n)$  بیانگر توسعه فیزیکی پراکنده شهری است. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار  $\ln(n)$  بیشتر باشد رشد بی قواره شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است.

#### روش تحقیق

در این پژوهش که بر مبنای روش‌های علمی مورد بررسی قرار می‌گیرد، روش‌های توصیفی و همچنین روش تحلیلی به عنوان مبنای مطالعه انتخاب گردیده است. ابتدا به تبیین مسئله‌ی تحقیق، نظریه‌ها، شاخص‌های ارائه شده توسط محققین در حوزه‌های مختلف علوم مربوط به توسعه فیزیکی و سپس جهت طبقه بندی شاخص‌ها و داوری به آزمون فرضیات پرداخته شده است. برای این کار روند تغییرات توسعه فیزیکی با استفاده از مدل‌های هلدرن و آنتروپی شانون مورد بررسی قرار گرفته است. سطح طرح حاضر از نظر هدف کاربردی است و آن مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی مورد مطالعه است. بدین منظور سنجده‌های ETM، TIRS و OLI ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ در بازه زمانی ۱۳۶۵-۱۳۹۴ انتخاب گردید. پس از زمین مرجع کردن تصاویر با روش فازی به طبقه بندی تغییرات توسعه پرداخته شده و با استفاده از روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار گسترده‌گی شهری برای سال ۱۴۰۹ (۲۰۳۰) پیش بینی شده است.

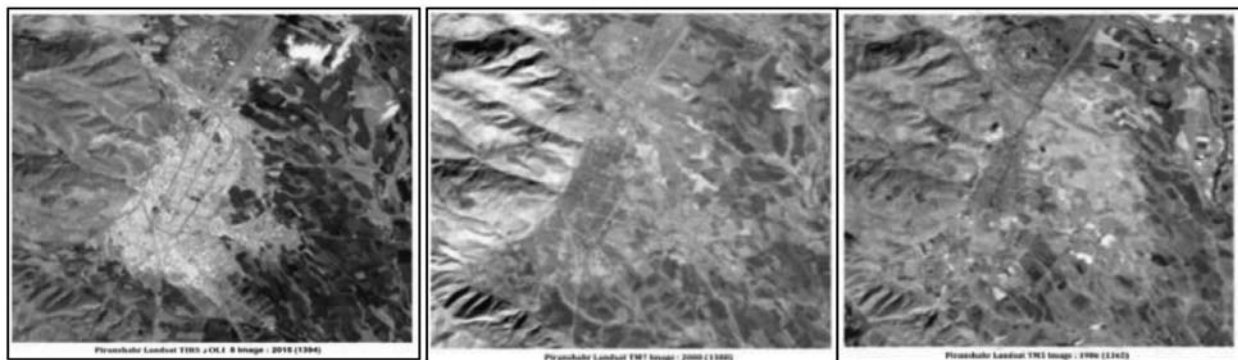
#### معرفی محدوده‌های مورد مطالعه

شهر زابل مرکز شهرستان زابل با ۲۰۸۴ هکتار وسعت

جدول ۱: خصوصیات عمومی شهرهای زابل و پیرانشهر

سال	جمعیت شهر زابل (نفر)	وسعت (هکتار)	نرخ رشد (شهر زابل)		جمعیت شهر پیرانشهر (نفر)	وسعت (هکتار)	نرخ رشد (شهر پیرانشهر)	
			سال	درصد			سال	درصد
۱۳۳۵	۱۲۲۲۱	۱۲۲	۱۳۴۵-۳۵	۴/۴	۹۶۵	۸۰	۱۳۴۵-۳۵	۱۷/۵۱
۱۳۴۵	۱۸۸۰۶	۱۴۵	۱۳۵۵-۴۵	۴/۵۷	۴۸۴۸	۱۲۰	۱۳۵۵-۴۵	۸/۱۰
۱۳۵۵	۲۹۴۰۴	۱۶۵	۱۳۶۵-۵۵	۹/۸۳	۱۰۵۷۲	۱۷۹	۱۳۶۵-۵۵	۲/۴۴
۱۳۶۵	۷۵۱۰۵	۱۲۰۰	۱۳۷۵-۶۵	۳	۱۳۴۶۵	۲۱۴,۵	۱۳۷۵-۶۵	۹/۶۴
۱۳۷۵	۱۰۰۸۸۷	۱۳۷۵	۱۳۸۵-۷۵	۳/۱	۳۳۸۰۵	۶۳۱	۱۳۸۵-۷۵	۵/۸۵
۱۳۸۵	۱۳۶۹۵۶	۱۹۹۵	۱۳۹۰-۸۵	۰/۱	۵۹۷۲۱	۷۵۸,۹	۱۳۹۰-۸۵	۲/۹۴
۱۳۹۰	۱۳۷۷۲۲	۲۰۸۱,۵	-	-	۶۹۰۴۹	۸۲۲	-	-
۱۳۹۴	۱۳۸۲۷۴	۲۴۶۸	-	-	۷۷۵۳۴	۹۸۵	-	-

مأخذ: داده‌های آماری، طرح جامع شهرهای زابل و پیرانشهر



نگاره ۲: تصاویر سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ شهر پیرانشهر

توسعه شهر در ارتباط تنگاتنگ با میزان رشد جمعیت شهری می‌باشد و در این ارتباط افزایش طبیعی جمعیت شهری، میزان مهاجرت خالص به شهر، انتقال ساخت جمعیتی جوامع غیرشهری به شهر و ساخت شهر از عوامل اساسی به شمار می‌روند. شهرهای زابل و پیرانشهر طی سال‌های مختلف آماری دچار تحولات جمعیتی شده‌اند. یکی از عوامل مهم توسعه فیزیکی این شهرها نابودی اراضی کشاورزی پیرامون آنهاست. بررسی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت شهرهای زابل و پیرانشهر از سال ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۰ به ترتیب ۱/۸۲ و ۵/۳۰ برابر افزایش یافته است (جدول ۱). همچنین نرخ رشد طی این سال‌های از ۱۷/۵۱ درصد به ۲/۹۴ درصد در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است.

**یافته‌های تحقیق**  
ارزیابی تغییرات کاربری‌ها با استفاده از تصاویر طبقه‌بندی شده

رشد جمعیت شهرهای زابل و پیرانشهر طی سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۴ نیاز به گسترش فیزیکی شهرها برای مدیران و برنامه‌ریزان را در پی داشت. بدین سبب نیازمند تغییر از سایر کاربری‌ها به اراضی ساخته شده بود. در نتیجه بیشترین تغییرات در بخش اراضی کشاورزی به اراضی ساخته شده به موجب افزایش جمعیت و نیاز به مسکن و سایر کاربری‌های مورد نیاز شهری صورت گرفته است. در طی ۲۹ سال مورد مطالعه، در شهر زابل اراضی ساخته شده از ۲۵۷۸/۱۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۳۴۱۹/۹۲ هکتار، و

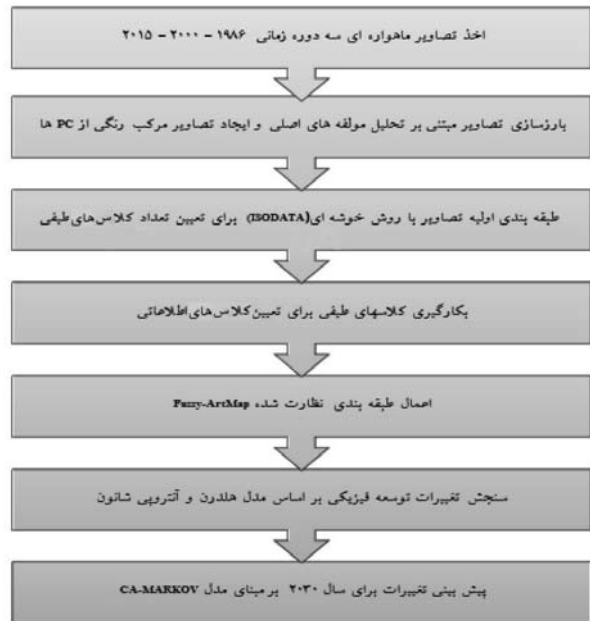
از ۱۲۴ هکتار به ۳۸/۲۰ هکتار در شهر زابل و ۶۸۴ هکتار به ۳۲۰ هکتار در بیرانشهر؛ همچنین اراضی بایر در سال ۱۳۶۵ در شهر زابل از ۱۹۳۶ هکتار به ۴۹۱ هکتار در سال ۱۳۹۴ و در شهر بیرانشهر از ۶۸ هکتار به ۱۱۷ هکتار رسیده است. جداول ۲ و ۴ و نگاره‌های ۵ و ۶ تغییرات کاربری‌ها به تفکیک در شهرهای زابل و بیرانشهر طی سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۴ را نمایش می‌دهد.

جدول ۲: مساحت کاربری‌ها در شهر زابل (هکتار)

کاربری	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴
اراضی ساخته شده	۱۰/۲۵۷۸	۸۰/۳۲۰۳	۹۲/۳۴۱۹
اراضی کشاورزی	۵۰۱۴/۱۷	۵۹۲۴/۱۹	۵۷۰۳/۰۶
باغات	۱۲۴	۴۲/۲۱	۳۸/۲۰
اراضی بایر	۱۹۳۶/۷۷	۸۴/۴۸۲	۴۹۱/۸۶
مجموع	۹۶۵۳/۰۴	۹۶۵۳/۰۴	۹۶۵۳/۰۴

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

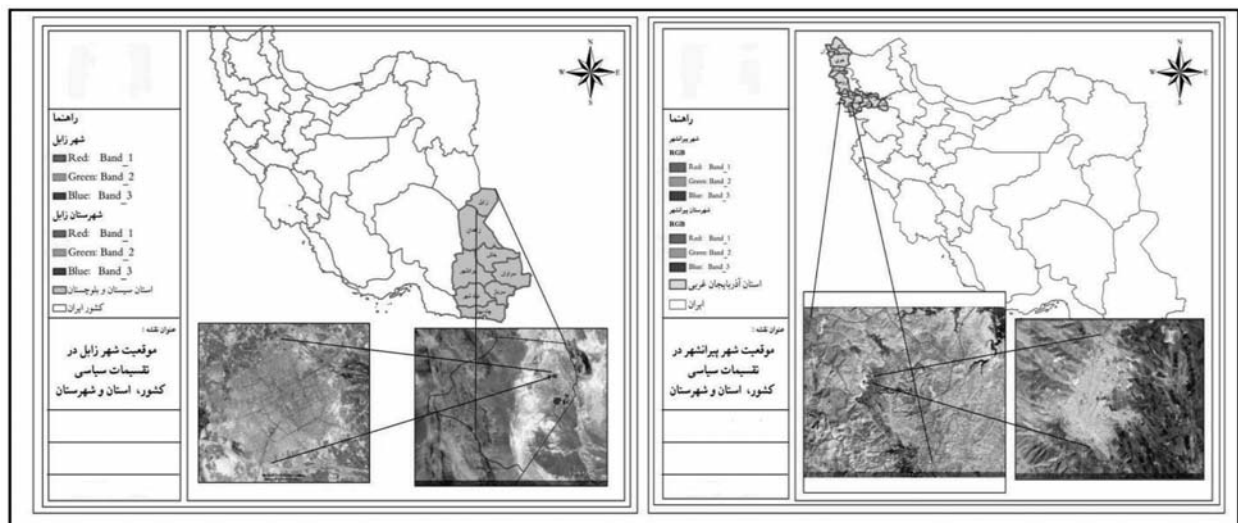
در شهر بیرانشهر از ۶۱۲/۱۰ هکتار به ۱۷۸۵/۹۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ رسیده است. در هر دو شهر مرزی بیشترین تغییرات در اراضی کشاورزی حاصل شده است.



### نگاره ۳: روند کلی تحقیق

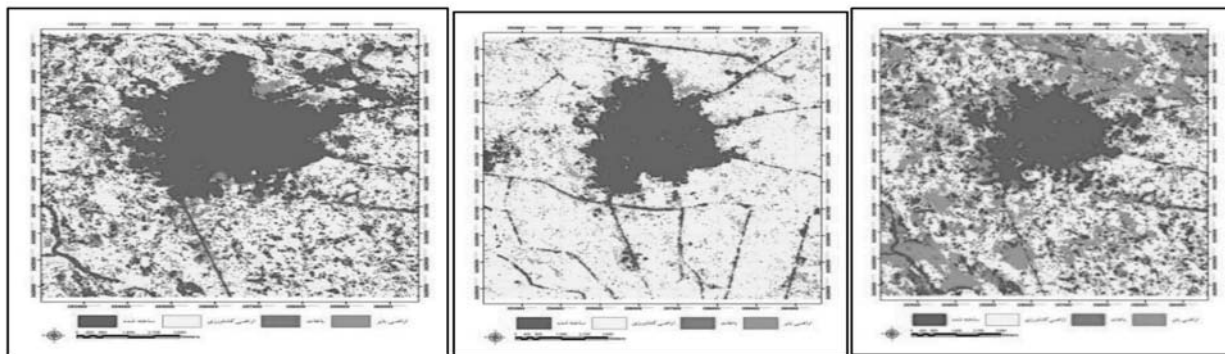
مقایسه کلی نشان می‌دهد که تغییرات اراضی در هر دو شهر مرزی متفاوت بوده است. بیشترین تغییرات اراضی ساخته شده‌ی شهر زابل در سال ۱۳۶۵ برابر با ۲۶/۷۱ درصد بوده که در سال ۱۳۹۴ به ۳۵/۴۳ درصد رسیده است

در شهر زابل این مقدار از ۵۰۱۴/۱۷ هکتار به ۵۷۰۳/۰۶ هکتار و در شهر بیرانشهر از ۴۶۲۴/۷۵ هکتار به ۳۷۶۶/۰۷ هکتار در سال ۱۳۹۴ بوده است. اراضی باغی طی این سال‌ها

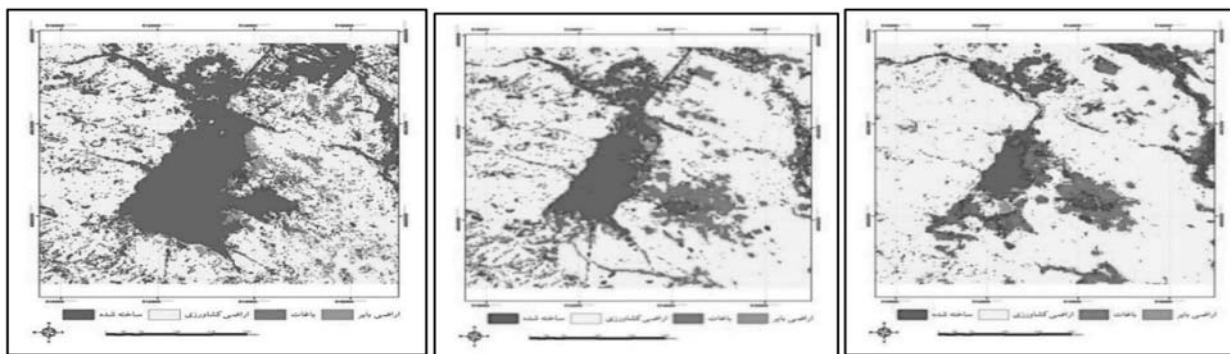


نگاره ۴: موقعیت شهرهای زابل و بیرانشهر در تقسیمات سیاسی کشور، استان و شهرستان





نگاره ۵: نقشه کاربری‌ها از راست به چپ در سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ شهر زابل



نگاره ۶: نقشه‌های کاربری اراضی از راست به چپ سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ شهر پیرانشهر

جدول ۴: مساحت کاربری‌ها در شهر پیرانشهر (هکتار)

کاربری	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴
اراضی ساخته شده	۶۱۲/۱۰	۹۸۴/۷۰	۱۷۸۵/۹۰
اراضی کشاورزی	۴۶۲۴/۷۵	۴۳۲۸/۱۲	۳۷۶۶/۰۷
باغات	۶۸۴/۶۵	۶۰۵/۴۳	۳۲۰/۱۷
اراضی بایر	۶۷/۴۵	۷۱/۷۰	۱۱۷/۸۱
مجموع	۵۹۸۹/۹۵	۵۹۸۹/۹۵	۵۹۸۹/۹۵

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

جدول ۵: درصد تغییرات کاربری‌ها در شهر پیرانشهر طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۴

کاربری	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴
اراضی ساخته شده	۱۰/۲۲	۱۶/۴۴	۲۹/۸۱
اراضی کشاورزی	۷۷/۲۱	۷۲/۲۶	۶۲/۸۷
باغات	۱۱/۴۳	۱۰/۱۱	۵/۳۵
اراضی بایر	۱/۱۴	۱/۲۰	۱/۹۷
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

اما بیشترین تغییرات اراضی کشاورزی در شهر پیرانشهر بوده که از ۷۷/۲۱ درصد در سال ۱۳۶۵ به ۶۲/۸۷ در سال ۱۳۹۴ رسیده است.

جدول ۳ و ۵ میزان درصد تغییرات کاربری‌ها را به تفکیک شهرهای زابل و پیرانشهر طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۴ نمایش می‌دهند.

جدول ۳: درصد تغییرات کاربری‌ها در شهر زابل طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۴

کاربری	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴
اراضی ساخته شده	۲۶/۷۱	۳۳/۱۹	۳۵/۴۳
اراضی کشاورزی	۵۱/۹۴	۶۱/۳۷	۵۹/۰۸
باغات	۱/۲۸	۰/۴۴	۰/۴۰
اراضی بایر	۲۰/۰۶	۵/۰۰	۵/۱۰
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

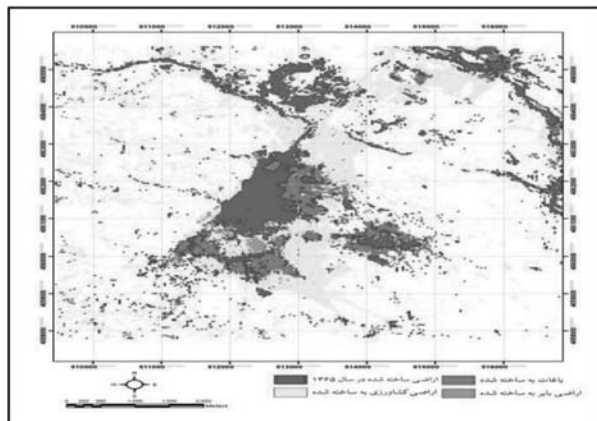
جدول ۶: نتایج مقایسه کاربری‌های اراضی شهر زابل (۱۳۶۵-۱۳۹۴) (هکتار)

کاربری ها	اراضی ساخته شده	اراضی کشاورزی	باغات	اراضی بایر	مجموع (۱۳۹۴)	درصد تغییرات
اراضی ساخته شده	۲۶۱۴/۱۵	۰	۰	۰	۲۶۱۴/۱۵	۲۷/۰۸
اراضی کشاورزی	۵۳۸/۶۹	۴۱۲۸/۷۱	۲۹/۷۱	۲۸۶/۶۰	۴۹۸۳/۷۱	۵۱/۶۳
باغات	۱۸/۲۲	۹۸/۹۲	۰/۱۸	۶/۵۴	۱۲۳/۸۶	۱/۲۸
اراضی بایر	۲۶۶/۷۶	۱۴۴۴/۹۱	۱۰۳/۲	۲۰۹/۳۳	۱۹۳۱/۳۲	۲۰/۰۱
مجموع (۱۳۶۵)	۳۴۳۷/۸۲	۵۶۷۲/۵۴	۴۰/۲۱	۵۰۲/۴۷	۹۶۵۳/۰۴	۰
درصد تغییرات	۳۵/۶۱	۵۸/۷۶	۰/۴۲	۵/۲۱	۰	۱۰۰

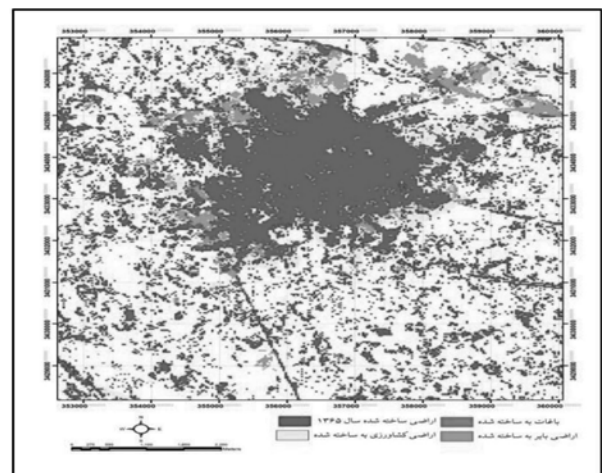
جدول ۷: نتایج مقایسه کاربری‌های اراضی شهر پیرانشهر (۱۳۶۵-۱۳۹۴) (هکتار)

کاربری ها	اراضی ساخته شده	اراضی کشاورزی	باغات	اراضی بایر	مجموع (۱۳۹۴)	درصد تغییرات
اراضی ساخته شده	۶۲۲/۰۳	۰	۰	۰	۶۲۲/۰۳	۱۰/۳۸
اراضی کشاورزی	۵۶۱/۸۵	۳۶۷۸/۷۷	۲۶۱/۷۱	۱۱۱/۰۱	۴۶۱۳/۳۴	۷۷/۰۲
باغات	۲۴۶/۷۲	۲۵۲/۴۱	۶۶/۸۳	۱۶/۷۱	۶۸۳/۶۷	۱۱/۴۱
اراضی بایر	۳۱/۰۴	۳۳/۷۱	۴/۲۹	۱/۸۷	۷۰/۹۱	۱/۱۸
مجموع (۱۳۶۵)	۱۴۶۱/۶۴	۴۰۶۵/۱۹	۳۳۲/۸۳	۱۲۹/۵۹	۵۹۸۹/۹۵	۰
درصد تغییرات	۲۴/۴۰	۶۷/۸۸	۵/۵۶	۲/۱۶	۰	۱۰۰

از کاربری‌ها به سایر کاربری‌ها در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش جداول متعامد (Croostab) جداگانه برای شهرهای زابل و پیرانشهر با همدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.



نگاره ۸: نتایج مقایسه کاربری‌های اراضی شهر پیرانشهر (۱۳۶۵-۱۳۹۴)



نگاره ۷: نتایج مقایسه کاربری‌های اراضی شهر زابل (۱۳۶۵-۱۳۹۴)

تبدیل و تغییر کاربری‌ها به اراضی ساخته شده در این بخش نقشه‌های حاصل از طبقه بندی تصاویر سال‌های مورد بررسی، برای پی بردن به تغییرات هر یک

مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است. در حالی که مقدار  $\ln(n)$  بیانگر توسعه فیزیکی شهر پراکنده شهری است.

زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار  $\ln(n)$  بیشتر باشد رشد بی قواره شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است. جداول ۸ و ۹ نشان می‌دهند که مقدار آنتروپی در شهر زابل در سال ۱۳۶۵ برابر  $1/5939$  بوده است، در حالی که حداکثر ارزش  $\ln(5) = 2.0085$  است.

زمانی که مقدار آنتروپی بیشتر از حداکثر ارزش باشد؛ نشانگر رشد بی قواره شهری (اسپرال) است. این مقدار در سال ۱۳۹۴، برابر  $1/5514$  بوده است که نشان می‌دهد طی ۲۹ سال توسعه فیزیکی شهر زابل به صورت پراکنده و غیرمتراکم بوده است. جداول ۱۰ و ۱۱ نشان می‌دهد که با توجه به مدل آنتروپی شانون، که ارزش مقداری بین صفر تا یک است و با توجه به بررسی نسبت رشد محله‌ای نه گانه شهر پیرانشهر در سال ۱۳۶۵ و نواحی ۴ گانه شهر در سال ۱۳۹۴، حد نهایی برای آنتروپی معادل  $1/6997$  محاسبه شده است، لذا با توجه به اینکه مقدار آنتروپی پیرانشهر در سال ۱۳۶۵ برابر با  $2/1165$  بوده است.

بیشتر بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر ( $1/6997$ )، نشان دهنده رشد پراکنده (اسپرال) و بی قواره توسعه فیزیکی شهر است. در عین حال، با توجه به اینکه مقدار آنتروپی برای سال ۱۳۹۴، برابر با  $1/3205$  محاسبه شده است. این امر نشان می‌دهد که طی ۲۹ سال اخیر، گسترش فیزیکی شهر، باز هم به صورت پراکنده و غیرمتراکم در حال رشد بوده است. اما نسبت به بی قوارگی سال ۱۳۶۵ کاسته شده است.

#### مدل هلدرن

در مورد شهر زابل متغیرهای مدل هلدرن بدین شرح جای گذاری می‌شود:

نتایج حاصل از مدل هلدرن در شهر زابل نشان می‌دهد که در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۴ حدود ۸۵ درصد از

جداول ۶ و ۷ ماتریس‌های تغییرات کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۶۵ را در شهر زابل و پیرانشهر نشان می‌دهند. همچنان که از این جدول‌ها معلوم است در شهر زابل طی این مدت بیشترین تغییرات کاربری، در اراضی کشاورزی با  $58/76$  درصد و کمترین تغییرات در باغات با  $0/42$  درصد صورت گرفته است. نگاره ۷ میزان تغییرات از سایر کاربری‌ها به اراضی ساخته شده در شهر زابل را نمایش می‌دهد. در حالی که در شهر پیرانشهر بیشترین میزان تغییرات کاربری، در اراضی کشاورزی با  $67/88$  درصد و کمترین تغییرات در اراضی بایر با  $2/16$  درصد حاصل شده است. نگاره ۸ میزان تغییرات از سایر کاربری‌ها به اراضی ساخته شده در شهر پیرانشهر را نمایش می‌دهد. در جدول شماره ۶ ردیف‌ها بیانگر کاربری سال ۱۳۶۵ و ستون‌ها بیانگر کاربری سال ۱۳۹۴ می‌باشد. در جدول شماره ۶ ردیف‌ها بیانگر کاربری سال ۱۳۶۵ و ستون‌ها بیانگر کاربری سال ۱۳۹۴ می‌باشد.

#### مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی با مدل آنتروپی شانون و هلدرن (۱۳۶۵ - ۱۳۹۴)

به منظور تحلیل شکل شهر و برنامه ریزی برای چگونگی گسترش فیزیکی آبی آن، گرچه مدل‌های مختلفی همچون مدل آنتروپی شانون، هلدرن، ضریب موران، ضریب گری و مانند اینها به بررسی سنجش فرم شهری می‌پردازند؛ با این حال به رغم اینکه ضرایب موران و گری به طور بالقوه براساس ساخت فضایی تمرکز را از پراکندگی مشخص می‌سازند، اما تفسیر آنها گاهی پیچیده است. (Anseline, 1995) در عین حال شاخص آنتروپی نسبی (شاخصی مشتق شده از آنتروپی شانون برای تبدیل مقادیر به دامنه بین صفر تا یک) از بقیه بهتر است، زیرا تحت تأثیر و تعداد خرده ناحیه قرار نمی‌گیرد. (عباس و عباس زاده، ۱۳۸۷: ۱۰۳). با توجه به همه اینها، در این مقاله از دو مدل آنتروپی شانون و هلدرن کمک گرفته شده است.

#### مدل آنتروپی شانون

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا  $\ln(n)$  است.

جدول ۸: مساحت نواحی شهر زابل و محاسبه ارزش آنتروپی ۱۳۶۵ (مأخذ: مهندسین مشاور شهروخانه)

ناحیه	مساحت (هکتار)	$P_i$	$L_n(P_i)$	$P_i \times L_n(P_i)$
۱	۳۳۱/۴۸	۰/۱۹۳۹	-۱/۶۴۰۲	۰/۳۱۸۱
۲	۴۵۷/۸۹	۰/۲۶۷۹	-۱/۳۱۷۲	-۰/۳۵۲۹
۳	۳۰۸/۲۵	۰/۱۸۰۳	-۱/۷۱۲۹	-۰/۳۰۸۹
۴	۳۳۵/۶۶	۰/۱۶۹۴	-۱/۶۲۷۷	-۰/۳۱۹۶
۵	۲۷۵/۹۶	۰/۱۶۱۵	۱/۸۲۳۵	-۰/۲۹۴۴
کل	۱۷۰۹/۲۴	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times L_n(P_i) = 1$	-۱/۵۹۳۹

منبع: محاسبات نگارندگان  $H = -1/5939$

جدول ۹: مساحت نواحی شهر زابل و محاسبه ارزش آنتروپی ۱۳۹۴ (مطالعات نگارندگان)

ناحیه	مساحت (هکتار)	$P_i$	$L_n(P_i)$	$P_i \times L_n(P_i)$
۱	۳۹۵/۴۸	۰/۱۶۳۸	-۱/۸۰۹۱	-۰/۲۹۶۳
۲	۵۵۷/۱۹	۰/۲۳۱۱	-۱/۴۶۵۱	-۰/۳۳۸۵
۳	۳۵۵	۰/۱۴۷۰	-۱/۹۱۷۱	-۰/۲۸۱۹
۴	۷۸۲/۱۳	۰/۳۲۳۹	-۱/۱۲۷۲	-۰/۳۶۵۱
۵	۳۲۴	۰/۱۳۴۲	-۲/۰۰۸۵	-۰/۲۶۹۵
کل	۲۴۱۴/۵	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times L_n(P_i) = 1$	-۱/۵۵۱۴

منبع: محاسبات نگارندگان  $H = -1/5514$

جدول ۱۰: مساحت محلات نه گانه شهر پیرانشهر و محاسبه ارزش آنتروپی ۱۳۶۵ (مطالعات نگارندگان)

محله	مساحت (هکتار)	$P_i$	$L_n(P_i)$	$P_i \times L_n(P_i)$
۱	۲۲/۴	۰/۱۰۴۵	-۲/۲۵۸۲	-۰/۲۳۶۱
۲	۱۹	۰/۰۸۸۷	-۲/۲۲۸	-۰/۲۱۴۸
۳	۱۸/۱۲	۰/۰۸۴۶	-۲/۴۷۰۲	-۰/۲۰۸۹
۴	۲۰/۷	۰/۰۹۶۶	-۲/۳۳۷۱	-۰/۲۲۵۸
۵	۴۸/۸	۰/۲۲۷۸	-۱/۴۷۹۵	-۰/۳۳۷۰
۶	۲۸/۴	۰/۱۳۲۵	-۲/۰۲۰۸	-۰/۲۶۷۸
۷	۱۷/۵	۰/۰۸۱۷	-۲/۵۰۵۰	-۰/۲۰۴۶
۸	۱۱/۳۵	۰/۰۵۳۰	-۲/۹۳۸۰	-۰/۱۵۵۶
۹	۲۸	۰/۱۳۰۷	-۲/۰۳۵۰	-۰/۲۶۵۹
کل	۲۱۴/۲۷	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times L_n(P_i) = 1$	-۲/۱۱۶۵

منبع: محاسبات نگارندگان  $H = -2/1165$

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)  
مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی شرق ... / ۸۵

جدول ۱۱: مساحت نواحی شهر پیرانشهر و محاسبه ارزش آنتروپی ۱۳۹۴ (مطالعات نگارندگان)

ناحیه	مساحت (هکتار)	$P_i$	$L_n(P_i)$	$P_i \times L_n(P_i)$
۱	۴۰۹	۰/۴۱۵۲	۰/۸۷۸۹	-۰/۳۶۵۰
۲	۲۰۲	۰/۲۰۵۱	-۱/۵۸۴۴	-۰/۳۲۴۹
۳	۱۹۴	۰/۱۹۷۰	-۱/۶۲۴۸	-۰/۳۲۰۰
۴	۱۸۰	۰/۱۸۲۷	-۱/۶۹۹۷	-۰/۳۱۰۶
کل	۹۸۵	$\sum P_i = 1$	$\sum P_i \times L_n(P_i) = 1$	-۱/۳۲۰۵

منبع: محاسبات نگارندگان  $H = -1/3205$

جدول ۱۲: احتمال تغییرات کاربری‌های مورد مطالعه شهر زابل تا سال ۱۴۰۹ براساس روش زنجیره‌های مارکوف (درصد)

کاربری‌ها	اراضی ساخته شده	اراضی کشاورزی	باغات	اراضی بایر
اراضی ساخته شده	۱۰۰	۰	۰	۰
اراضی کشاورزی	۵/۹۳	۸۷/۱۷	۰/۷۲	۶/۱۹
باغات	۹/۷	۸۵/۴۴	۰	۴/۸۶
اراضی بایر	۸/۵۹	۷۵/۱۸	۰/۵۳	۱۵/۷

$$\ln\left(\frac{77534}{13465}\right) + \ln\left(\frac{127.04}{159.3}\right) = \ln\left(\frac{985}{214.5}\right) \quad (۱)$$

$$\ln(5/76) + \ln(0/80) = \ln(4/59) \quad (۲)$$

$$1/75 + (-0/23) = 1/52 \quad (۳)$$

$$\frac{1/75}{1/52} - \frac{0/23}{1/52} = \frac{1/52}{1/52} \quad (۴)$$

$$1/15 - 0/15 = 1 \quad (۵)$$

رشد فیزیکی، مربوط به رشد جمعیت و ۱۵ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که به کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه‌ی ناخالص زمین شهری منجر شده است.

$$\ln\left(\frac{138274}{75105}\right) + \ln\left(\frac{178.5}{159.8}\right) = \ln\left(\frac{2468}{1200}\right) \quad (۱)$$

$$\ln(1/84) + \ln(1/12) = \ln(2/06) \quad (۲)$$

$$0/61 + 0/11 = 0/72 \quad (۳)$$

$$\frac{0/61}{0/72} + \frac{0/11}{0/72} = \frac{0/72}{0/72} \quad (۴)$$

$$0/85 + 0/15 = 1 \quad (۵)$$

پیش بینی روند تغییرات کاربری اراضی طی ۱۵ سال آینده

برای پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی روش‌های مختلفی وجود دارد که در تحقیق حاضر از دو روش زنجیره‌های مارکوف و تلفیق آن با سلول‌های خودکار استفاده شده است. برای تحلیل دقیق‌تر پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱۴۰۹ ابتدا یک پیش‌بینی جمعیتی برای شهرهای زابل و پیرانشهر صورت گرفته، که در این تحقیق از روش پیش‌بینی رشد خطی برای پیش‌بینی

در مورد شهر پیرانشهر متغیرهای مدل هلدرن بدین شرح جای گذاری می‌شود:  
نتایج حاصل از مدل هلدرن در شهر پیرانشهر نشان می‌دهد که در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۵ با توجه به منفی شدن سرانه ناخالص، تمام رشد فیزیکی شهر حاصل از رشد جمعیت بوده است.

جدول ۱۳: احتمال تغییر کاربری‌های مورد مطالعه شهر پیرانشهر تا سال ۱۴۰۹ براساس روش زنجیره هایمارکوف (درصد)

کاربری‌ها	اراضی ساخته شده	اراضی کشاورزی	باغات	اراضی بایر
اراضی ساخته شده	۱۰۰	۰	۰	۰
اراضی کشاورزی	۹/۳	۸۱/۶	۶/۴۵	۲/۶۷
باغات	۳۳/۳۴	۴۹/۶۲	۱۴/۲۶	۲/۷۸
اراضی بایر	۳۹/۵۵	۵۰/۹۱	۶/۹۸	۲/۵۶

جدول ۱۴: احتمال تغییرات کاربری‌های مورد مطالعه شهر زابل تا سال ۱۴۰۹ (هکتار)

کاربری‌ها	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴	سال ۱۴۰۹
اراضی ساخته شده	۱۰/۲۵۷۸	۸۰/۳۲۰۳	۹۲/۳۴۱۹	۳۷۸۴/۴۱
اراضی کشاورزی	۵۰۱۴/۱۷	۵۹۲۴/۱۹	۵۷۰۳/۰۶	۵۴۰۵/۸۶
باغات	۱۲۴	۴۲/۲۱	۳۸/۲۰	۴۱/۲۸
اراضی بایر	۱۹۳۶/۷۷	۸۴/۴۸۲	۴۹۱/۸۶	۴۲۱/۴۸
مجموع	۹۶۵۳/۰۴	۹۶۵۳/۰۴	۹۶۵۳/۰۴	۹۶۵۳/۰۴

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

جدول ۱۵: احتمال تغییرات کاربری‌های مورد مطالعه شهر پیرانشهر تا سال ۱۴۰۹ (هکتار)

کاربری‌ها	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۹۴	سال ۱۴۰۹
اراضی ساخته شده	۱۰/۶۱۲	۹۸۴/۷۰	۱۷۸۵/۹۰	۱۸۸۰/۰۵
اراضی کشاورزی	۴۶۲۴/۷۵	۴۳۲۵/۱۲	۳۷۶۶/۰۷	۳۸۰۳/۳۱
باغات	۶۸۴/۶۵	۴۳/۶۰۵	۳۲۰/۱۷	۲۱۳/۶۷
اراضی بایر	۶۸/۴۵	۷۱/۷۰	۱۱۷/۸۱	۹۲/۹۲
مجموع	۵۹۸۹/۹۵	۵۹۸۹/۹۵	۵۹۸۹/۹۵	۵۹۸۹/۹۵

مأخذ: استخراج از تصاویر ماهواره‌ای ۵، ۷ و ۸ (OLI&TM)

در مطالعه حاضر از روش زنجیره‌های مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات احتمالی کاربری‌ها نسبت به همدیگر استفاده شده است. اساس این روش به این صورت است که ابتدا یک زوج از نقشه‌های اراضی تهیه شده برای دو مقطع زمانی مختلف با همدیگر مقایسه گردیده و خروجی آن به صورت یک ماتریس احتمالاتی است که نشان دهنده میزان احتمال تغییرات در یک کاربری و نیز تبدیل آن به سایر کاربری‌ها می‌باشد. (Ahadnejad, 2009). به منظور انجام روش زنجیره‌های مارکوف در این تحقیق نقشه کاربری تهیه شده برای سال ۱۳۶۵ به عنوان نقشه پایه و نقشه کاربری سال ۱۳۹۴ به عنوان نقشه پیرو به صورت ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن مدت زمان ۱۵ سال جهت پیش‌بینی تغییرات، سال

جمعیت برای شهرها استفاده شده است. طبق پیش‌بینی صورت گرفته جمعیت شهر زابل با نرخ رشد ۰/۱ درصد به ۱۴۰۳۶۳ نفر در سال ۱۴۰۹ می‌رسد؛ که این نشان دهنده‌ی افزایش ۲۶۴۱ نفری است؛ در حالی که در شهر پیرانشهر طی این مدت ۱۱۹۷۴۵ نفر با نرخ رشد ۲/۹۴ درصد افزوده شده، که نشان دهنده افزایش ۵۰۶۹۶ نفر در یک دوره ۱۹ ساله است.

نیاز این تعداد نفر به مسکن و سایر کاربری‌های شهری می‌تواند باعث تغییرات کاربری اراضی در محدوده شهرهای مورد مطالعه شود که برای جلوگیری از تغییرات کاربری، مخصوصاً اراضی کشاورزی که بیشترین تغییر را در دوره ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۴ را داشته‌اند، برنامه‌ریزی جامعی را می‌طلبد.

براساس پیش بینی های انجام شده در شهر زابل مقدار اراضی ساخته شده از ۳۴۱۹/۹۲ هکتار در سال ۱۳۹۴ به ۳۷۸۴/۴۱ هکتار در سال ۱۴۰۹ و در شهر پیرانشهر از ۱۷۸۵/۹۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ به ۱۸۸۰/۰۵ هکتار در سال ۱۴۰۹ خواهد رسید. پیش بینی می گردد که طی این ۱۵ سال در شهر زابل با توجه به جمعیت پیش بینی شده، ۳۶۴/۴۹ هکتار و در شهر پیرانشهر ۹۴/۱۵ هکتار به اراضی ساخته شده شهری اضافه خواهد شد.

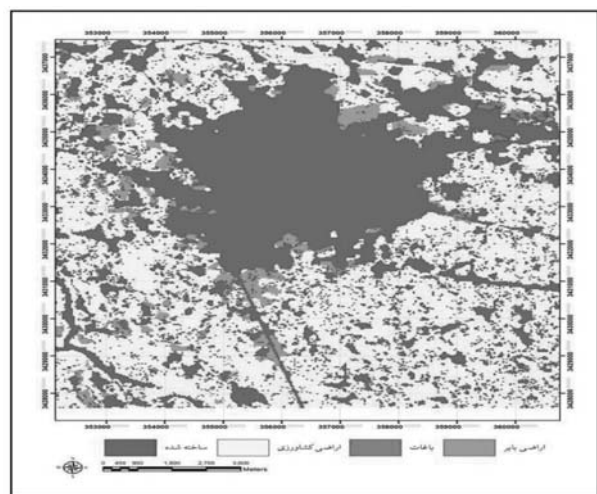
### نتیجه گیری

توسعه فیزیکی شهرهای مرزی با توجه به نحوه شکل گیری و استقرار، اقلیم متفاوت، تراکم جمعیتی، ارتباط با مرکز استان و پایتخت، همسایگی با کشورهای مجاور، ساختار دفاعی و امنیتی، زیرساخت های ارتباطی و حمل و نقل، مدیریت شهری، منابع معیشتی، تنوع آداب و رسوم فرهنگی و ... باعث تغییرات متفاوت در رشد و توسعه آنها خواهند داشت. هدف اصلی این تحقیق مقایسه تطبیقی توسعه فیزیکی شهرهای مرزی شرق و غرب کشور (مطالعه موردی شهرهای زابل و پیرانشهر) می باشد.

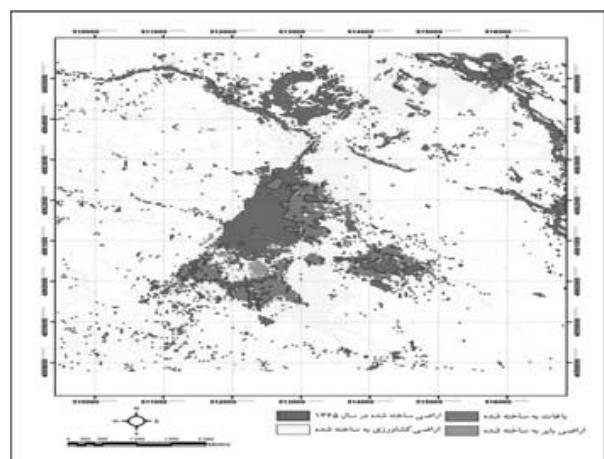
در این تحقیق از سه دوره تصاویر ماهواره ای سال های ۱۳۶۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ برای ارزیابی توسعه فیزیکی شهرهای مورد مطالعه استفاده شده است. ارزیابی تصاویر نشان می دهد که در تغییرات کاربری اراضی؛ در هر دو شهر بیشترین تغییرات در بخش اراضی کشاورزی (نسبت به اراضی ساخته شده) به دلیل افزایش جمعیت و نیاز به مسکن و سایر کاربری های مورد نیاز شهری صورت گرفته است. به طوری که در طی ۲۹ سال مورد مطالعه، در شهر زابل اراضی ساخته شده از ۲۵۷۸/۱۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۳۴۱۹/۹۲ هکتار در سال ۱۳۹۴، و در شهر پیرانشهر از ۶۱۲/۱۰ هکتار در سال ۱۳۶۵ به ۱۷۸۵/۹۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ رسیده است.

در شهر زابل طی ۲۹ سال بیشترین تغییرات کاربری، در اراضی کشاورزی با ۵۸/۷۶ درصد و کمترین تغییرات در باغات با ۰/۴۲ درصد صورت گرفته است. در حالی که در شهر پیرانشهر بیشترین میزان تغییرات کاربری، در اراضی

۱۴۰۹ به عنوان سال پیش بینی تغییرات در مدل مد نظر قرار گرفت تا ماتریس تغییرات احتمالی کاربری ها حاصل شود. در نهایت نتایج حاصل از بکارگیری زنجیره های مارکوف به عنوان داده ورودی برای انجام روش سلول های خودکار در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. جداول ۱۲ و ۱۳ احتمال تغییر کاربری های مورد مطالعه را تا سال ۱۴۰۹ براساس روش زنجیره های مارکوف نشان می دهند.



نگاره ۹: نقشه پیش بینی کاربری اراضی شهر زابل با استفاده از روش ترکیب زنجیره های مارکوف و سلول های خودکار برای سال ۱۴۰۹



نگاره ۱۰: نقشه پیش بینی کاربری اراضی شهر پیرانشهر با استفاده از روش ترکیب زنجیره های مارکوف و سلول های خودکار برای سال ۱۴۰۹

دقیق‌تر ابتدا به پیش‌بینی جمعیت پرداخته شد. طبق پیش‌بینی صورت گرفته جمعیت شهر زابل با نرخ رشد ۰/۱ درصد به ۱۴۰۳۶۳ نفر در سال ۱۴۰۹ خواهد رسید؛ که این نشان دهنده‌ی افزایش ۲۶۴۱ نفری است؛ در حالی که در شهر پیرانشهر طی این مدت به ۱۱۹۷۴۵ نفر با نرخ رشد ۲/۹۴ درصد می‌رسد، که نشان دهنده افزایش ۵۰۶۹۶ نفری در یک دوره ۱۹ ساله است.

پیش‌بینی می‌گردد که طی این ۱۵ سال در شهر زابل با توجه به جمعیت پیش‌بینی شده ۳۶۴/۴۹ هکتار و در شهر پیرانشهر ۹۴/۱۵ هکتار به اراضی ساخته شده شهری اضافه خواهد شد. بدین ترتیب با مقایسه تطبیقی شهرهای زابل و پیرانشهر با توجه به جمعیت موجود و پیشنهادی، رخداد توسعه نامتوازن شهرها می‌باشد که نشانگر تغییرات (کاهش) بی‌رویه اراضی کشاورزی نسبت به اراضی ساخته شده است که نیازمند هدایت، رشد و توسعه شهرها با برنامه‌های مطلوب می‌باشد. به عبارتی می‌بایست در کنار تأمین احتیاجات مسکن و سایر خدمات مورد نیاز شهرها از ساخت و سازهای بی‌رویه جلوگیری کرد.

### منابع و مأخذ

- ۱- ابراهیم زاده، عیسی و همکاران (۱۳۸۸)، تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه الگوی گسترش مطلوب آتی آن، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۹، پاییز، صص ۱۳۸-۱۲۳.
- ۲- احدنژاد روشتی، محسن و همکاران (۱۳۹۰)، ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل، ۱۴۰۰-۱۳۶۳)، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۵، صص ۱۰۸-۱۲۴.
- ۳- بمانیان، محمدرضا و همکاران (۱۳۸۷)، نظریه‌های توسعه کالبدی شهر، تهران، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

کشاورزی با ۶۷/۸۸ درصد و کمترین تغییرات در اراضی بایر با ۲/۱۶ درصد بوده است.

مقایسه کلی در شهرهای مرزی مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات اراضی ساخته شده در شهر زابل و بیشترین تغییرات اراضی کشاورزی در شهر پیرانشهر بوده است. در شهر زابل اراضی ساخته شده در سال ۱۳۶۵، ۲۶/۷۱ درصد، در سال ۱۳۸۰، ۳۳/۱۹ و در سال ۱۳۹۴، ۳۵/۴۳ درصد کاربری‌ها را تشکیل داده در حالی که در پیرانشهر اراضی ساخته شده در سال ۱۳۶۵، ۱۰/۲۲ درصد، سال ۱۳۸۰، ۱۶/۴۴ درصد و در سال ۱۳۹۴، ۲۹/۸۱ درصد کاربری‌ها را شامل می‌شود. در شهر زابل اراضی کشاورزی در سال ۱۳۶۵، ۵۱/۹۴ درصد، در سال ۱۳۸۰، ۶۱/۳۷ درصد و در سال ۱۳۹۴، ۵۹/۰۸ درصد کاربری‌ها و در شهر پیرانشهر در سال ۱۳۶۵، ۷۷/۲۱ درصد، در سال ۱۳۸۰، ۷۲/۲۶ درصد و در سال ۱۳۹۴، ۶۲/۸۷ درصد کاربری‌ها را شامل می‌شد.

بررسی‌ها در شهرهای زابل و پیرانشهر براساس مدل آنتروپی نشان می‌دهد که طی ۲۹ سال اخیر، گسترش فیزیکی شهر، باز هم به صورت پراکنده و غیرمترکم در حال رشد بوده است. اما بی‌قوارگی نسبت به سال ۱۳۶۵ در شهر پیرانشهر کاسته شده است. نتایج حاصل از مدل هلدرن در شهر زابل نشان می‌دهد که در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۵ حدود ۸۵ درصد از رشد فیزیکی، مربوط به رشد جمعیت و ۱۵ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که به کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه‌ی ناخالص زمین شهری منجر شده است. در حالی که در شهر پیرانشهر طی سال‌های مذکور با توجه به منفی شدن سرانه ناخالص، تمام رشد فیزیکی شهر حاصل از رشد جمعیت بوده است.

در نهایت با توجه به ارزیابی وضعیت موجود توسعه فیزیکی، با استفاده از روش زنجیره‌ای مارکوف و تلفیق آن با سلول‌های خودکار به پیش‌بینی روند تغییرات کاربری‌ها طی ۱۵ سال آینده (۱۴۰۹) پرداخته شده است. برای تحلیل



- Human Impacts based on Land Use Changes using Multi-Temporal Satellite Imagery and GIS: A Case Study on Zanzan, Iran, J, Indian Soc. Remote Sensing, No:37-659-669.
- 14-Anseline, L (1995), Space State Version 1.80 User Guide, university of Illinois, Urbana Champaign, IL.
- 15-Beck, Roy et, al (2003), Outsmarting Smart Growth, Population Growth, Immigration, and the Problem of Sprawl, Center for Immigration Studies, Washington,
- 16-Bently, Ian (1999), Urban transformations, Power and urban design, Routledge, USA & Canada.
- 17-De Blij, HJ(1973), Systematic Political Geography, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- 18-Duranton G (2007), Urban evolutions : the fast, the slow and the still, American Economic Review 97(1) : 197-221.
- 19-Guo, Rongxing (2005), Cross-Border Resource Management Theory and Practice, Elsevier, London.
- 20-Kim S(2007) Changes in the nature of urban spatial structure in the United States, 1890-2000. Journal of Regional Science 47(2) : 273-87.
- 21-Martinez, O. J (1994), The Dynamics of Border International, in Schofield, D, H. editor, Global Boundaries, World Boundaries, Vol,1, London and New York.
- 22-Paulsen K (2012) Yet even more evidence on the spatial size of cities : Urban spatial expansion in the US, 1980-2000. Regional Science and Urban Economics 42 : 561-68.
- 23-Passi, A (1996), Territories, Boundaries, and Consciousness : The Changing Geographies of the Finish-Russian Border, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- 24-Sermak, Agnieszku Brzosko (2007), Theoretical Deliberations on Frontier location of Cities, Bulletin of Geography (Socio-Economic Sires), No, 7.
- 25-Topaloglou, L & et al(2006), A Border Regions Typology in the Enlarged European Union, Journal of Border lands Studies, vol20,(2).
- 26-Walters, W (2006), Border/ Control, European Journal of Social Theory, 9(2), London.

- ۴-حسنلو، مینا و همکاران(۱۳۹۲)، تبیین چگونگی شکل گیری و توسعه شهر (مطالعه موردی: شهر منجیل)، استاد راهنما : شهرام امیر انتخابی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، مرکز رشت.
- ۵-حکمت نیا، حسن و همکار(۱۳۸۵)، کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای، چاپ اول، تهران، انتشارات علم نوین.
- ۶-روستایی، شهریور و همکاران(۱۳۹۳)، سنجش فضایی گسترده گی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای چندزمانه (مطالعه موردی : ارومیه)، نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۸، شماره ۵۰، صص ۲۰۶-۱۸۹.
- ۷-رهنمایی و عباسزاده؛ محمدتقی و غلامرضا (۱۳۸۷)، اصول و مبانی و مدل های رشد کالبدی شهر، چاپ اول، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۸-سعیدنیا، احمد(۱۳۷۸)، کتاب سبز، جلد اول : شهرسازی، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور.
- ۹- فردوسی، بهرام(۱۳۸۴)، امکان سنجی و کاربرد سیستم پشتیبانی تصمیم گیری در توسعه فیزیکی شهر، نمونه موردی شهر سندرچ، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۰-مرصوصی، نفسیه و همکاران(۱۳۹۱)، تحلیلی بر الگوی تحولات کالبدی - فضایی شهر الوند با استفاده از مدل های آنتروپی شانون و هلدردن و ارائه الگوی توسعه مطلوب شهر در آینده، چشم انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، سال هفتم، شماره ۱۹، تابستان. صص ۷۲-۵۹.
- ۱۱- مهندسین مشاور شهرساز و معمار طاش(۱۳۸۶)، طرح جامع شهر زابل، وزارت مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان، زمستان.
- ۱۲- مهندسین مشاور بوم نگار پارس (۱۳۹۱)، طرح توسعه و عمران (جامع) شهر پیرانشهر، وزارت راه و شهرسازی، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی، بهار.
- 13-Ahadnejad, M et, al(2009), Evaluation and Forecast of

