پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هشتم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۸
صص. ۶۳-۳۴

مدل‌سازی و آنالیز چیدمان فضای ژئو–دموگرافیک در حوضه آبریز خلیج فارس

فاطمه نعمت‌اللهی– پژوهشگر پسادکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
محمد حسین رامشت *– استاد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴ تائید نهایی: ۱۳۹۸/۱۰/۱۹

چکیده

رویکرد چیدمان فضا، به پدیدارشناسی و بررسی و آنالیز مجموعه‌ای از روابط، نسبت‌ها، الگوها، بافت‌ها و سازمندی‌های ساختار فضایی می‌پردازد تا از طریق این رهیافت به شناخت متعالی و جامع تر فضا نائل شود. این پژوهش با اتکاء به چند حوزه معرفتی از جمله تئوری چیدمان فضا، پدیدارشناسی و آلومتری و بسط و توسعه کمی آن‌ها در مطالعات ژئودموگرافیک به خلق مدل‌های جدید دست یافته است، از این رو ساختار چینش فضایی گستره مطالعاتی تعریف و مؤلفه‌های فضایی در سه محور کلی روابط فضایی، الگوهای فضایی و نسبت‌های فضایی طبقه‌بندی شده است. آنالیز چیدمان فضا با نگاه به فضای ژئو-دموگرافیک حوضه آبریز خلیج فارس در سطوح چینش فضایی، آرایه و درایه‌ها مفهوم‌سازی، فرمولیزه و مدل‌سازی گردیده است. در تحلیل روابط فضایی بین آرایه‌های مکانی و جمعیتی مدل‌سازی، واژه‌سازی گردیده است؛ بطوریکه مدل‌سازی‌ها در سه سطح مفهومی، ریاضی و گرافیکی انجام گرفته و فضانمایی با ساختارهای فراکتالی و غیرفراکتالی در جهت نمایه‌سازی عمق و درجه ارتباطی بین مؤلفه‌های فضایی تدوین و ارائه گردیده است. در بخش چینش الگوهای فضایی، آرایه‌های تراکمی، فاصله‌ای، پراکندگی و توزیع، مدنظر قرار گرفته و مدل‌های مفهومی تدوین و توسعه یافته است و در نهایت با استفاده از مدل‌های کمی و ریاضی ارائه شده است. نسبت‌های فضایی نیز با مفاهیم نسبت‌های آلومتریک – ایزومتریک تبیین و با تلفیق فضای تئوریک چیدمان فضا، مدل‌های مفهومی و کمی تدارک گردیده و نسبت‌های آلومتریک مثبت و منفی در تعامل با مفاهیم پسخوراندهای منفی و مثبت در توجیه نسبت‌های تأثیرگذار در فضای ژئودموگرافیکی تفسیر، تبیین و مدل‌سازی گردیده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد:

- **ادراک چیدمان فضا، تبیین و تدوین الگو و چینش فضای سکونتگاهی در ایجاد و توسعهٔ کانون‌های سکونتگاهی مؤثر است.**
- **آنالیز چیدمان فضای ژئودموگرافیک با استفاده از تحلیل و مدل‌سازی روابط، الگوها و نسبت‌های فضایی می‌تواند در آمایش بنیادین سرزمین، مکان‌گزینی و مکان‌یابی مورد استفاده قرار گیرد.**

واژگان کلیدی: چیدمان فضا، ژئودموگرافیک، مدل‌سازی، حوضه آبریز خلیج فارس.

---

* نویسنده مسئول: E-mail: mh.raamesht@gmail.com

مقدمه

ویژگی‌های جغرافیایی هر سرزمین همانند یک سیستم عامل می‌تواند در نوع عملکرد و ادراک و نحوه شناخت انسان از محیط تأثیرگذار باشد. به عبارت دیگر فضاهای سرزمینی می‌توانند نوع ادراکات متفاوتی برای ساکنین خود ارائه دهند، یعنی فضای سرزمین به مفهوم تأثیر فضا در شناخت‌شناسی و فهم ساکنین آن سرزمین است. به طور کلی، شناخت فضایی ادراک انسان از فضای سرزمینی یا همان ادراک سرزمینی[۱] را در بر می‌گیرد.

چیدمان فضا مجموعه‌ای از نظریه و روش‌هایی است که به پدیدارشناسی و پیکره‌بندی فضا[۲] می‌پردازد. اگر چشم‌اندازهای محیطی یک متن تلقی شود، چیدمان فضا تلاشی است در بیان وضعیت پیکربندی یا ساختاری که عناصر یک چشم‌انداز را به هم پیوند و مفهوم و معنایی اجتماعی یا فرهنگی را تجلی می‌دهد. به عبارت دیگر هدف چیدمان فضا شرح چگونگی آرایش مکان‌ها و مفصل‌بندی و پیوستگی اجزاء آن‌ها است. از این رو یکی از سیستم‌هایی که در روش نحو فضا به تحلیل و بررسی فضا می‌پردازد سیستم محوری است. در این سیستم براساس اینکه هر خط چگونه با خطوط اطراف خود برخورد می‌کند، یک گراف اتصال تعریف می‌شود و به طور معمول برای بافت‌ها در شهر، روستا و یا در واحد همسایگی استفاده شده است (مونتلو[۳]، ۲۰۰۷، ۵).

در زمینه چیدمان فضا به عنوان یک روش در مطالعات مکانی می‌توان از کارهای ماندگار هیلیر و هانسون[۴] (۱۹۸۴)، نام برد. نامبردگان واضع تئوری چیدمان فضا بوده و در آن به تشریح قواعد پیکره‌بندی فضا می‌پردازند؛ به‌طوریکه می‌توان از آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های جدید ریخت‌شناسی فضا نام برد. ایده‌های نظری چیدمان فضا، در کتاب منطق اجتماعی فضا۵ که از مراجع اصلی نظریه پیکره‌بندی و نحو (چیدمان) فضا است ارائه شده است. این نظریه با مطالعه پیکربندی فضا و انتظام فضایی، به چگونگی تعامل آن با ساختارهای اجتماعی و رفتارها دست می‌یابد. هیلیر (۲۰۰۷)، در اثر دیگری از خود با عنوان "فضا دستگاه است[۶]" با ارائه مفهوم و ابزار سنجش پیکربندی فضا تلاش دارد تا به کمک آن قانون‌مندی‌های اجتماعی نهفته در محیط را کشف و به الگوی پیکربندی فضایی دست یابد. درک تعامل میان انسان و محیط ساخته شده، مسأله بنیادین در این اثر است. از این رو ایده کلی این نظریه عبارت است از امکان تجزیه فضا به عناصر تشکیل دهنده و تحلیل آن به عنوان شبکه‌ای از انتخاب‌ها و بازخوانی آن به صورت نقشه و گرافیکی که بیان‌کننده روابط و انسجام این فضاهاست (جمشیدی، ۱۳۸۲، ۲۰). محمدیان (۱۳۹۶) در رساله دکتری، اقدام به کشف منطق چیدمان سکونتگاه‌های شهری و روستایی در اهواز کرده است. نعمت‌الهی و همکاران (۱۳۹۷) ضمن طرح مفاهیم جدید در دانش ژئومرفولوژی چون متن جغرافیایی[۷]، نگاره سرزمینی[۸] و زمین متن[۹]، به استخراج منطق ریاضی چیدمان فضا و قواعد ژئومورفیک سکونتگاهی در نگاره‌های ساحل شمالی خلیج فارس مبادرت کرده‌اند. دارا[۱۰] و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعات خود به مدل‌سازی محیطی و استفاده از چیدمان فضا در تحقیقات شناخت فضایی پرداخته‌اند. جیانگ[۱۱] و همکاران (۲۰۰۰)، به منظور مدل‌سازی فضاهای شهری، به معرفی تئوری چیدمان فضا و ادغام آن با سیستم اطلاعات مکانی پرداخته‌اند.

۱- Land cognation
۲ - Space Configuration
۳ - Montello
۴- Hillier & Hanson
۵- The Social Logic of Space
۶- Space is the machine
۷- Geographical Text
۸- land-context
۹- land-text
۱۰- Dara
۱۱- Jiang

لانگ[۱] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود به نقش چیدمان فضا در شناخت فضایی اشاره کرده‌اند. استاهل[۲] و همکاران (۲۰۰۵) با ذکر مفهوم چیدمان مکان قابلیت دسترسی جغرافیایی با خطوط محوری در GIS را مورد بررسی قرار داده‌اند. داداش‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی به بررسی و تحلیل نحوه توزیع فضایی جمعیت در نظام شهرهای نواحی ساحلی جنوب ایران پرداخته و تحولات آن‌ها را در۴۰ سال گذشته با کاربرد الگوها و تکنیک‌های رایج در این زمینه شناسایی کرده‌اند.

در حوزۀ معرفت‌شناسی، پدیدارشناسی رویکرد دیگری است که در این مقاله از آن بهره گرفته شده است. پدیدارشناسی در تفکر فلسفی تأثیرات شگرفی داشته و روشی است که در پی شناخت پدیده‌ها فراتر از عینیت‌های ملموس است و تجربه را تنها محدود به داده‌های عینی نمی‌کند.. پدیدارشناسی محصول تفکّر و تأمل «هوسرل» و «هایدگر» است. اگر چه این نحله نمایندگان متعددی داشته است اما بی‌تردید مؤسس حقیقی آن ادموند هوسرل[۳] (۱۹۳۸-۱۸۵۹) است (پرتوی،۱۳۹۴: ۲۷). وی به عنوان بنیانگذار این مکتب اصطلاح پدیدارشناسی را هم برای روش خاص و هم برای اصول و مبادی فلسفی خود به کار برده است. از ادامه‌دهندگان راه وی به عنوان فیلسوفان نوآور در زمینه پدیدارشناسی اسامی ریکور[۴]، هایدگر[۵] بیش از دیگران بر سر زبان‌هاست. پل‌ریکور (۲۰۰۵-۱۹۱۳) فیلسوف و نظریه‌پرداز فرانسوی و از صاحب‌نظران پدیدارشناسی است. وی بر این باور بوده است که شهود همواره متکی به تأویل است. مارتین هایدگر (۱۸۸۹-۱۹۷۶) از معروف‌ترین فیلسوفان قرن بیستم است که با شیوه‌ای نوین، پدیدارشناسی را با تجربۀ انسـان آمیخت. مارتین هایدگر در کتاب معروف خویش هستی و زمان به این نکته اشاره می‌کند که درک از هستی فراتر از عینیت‌های محسوس، جوهره شناخت را شکل می‌دهد (هایدگر، ۱۹۶۲، ۱۴).

چورچ و مارک (۱۹۸۰) با بررسی آلومتری دینامیک و استاتیک، مباحث جامعی از کاربردهای آلومتری در ژئومورفولوژی را بیان نموده‌اند. چن (۲۰۱۷) به تحلیل آلومتریک چند مقیاسی جهت توسعه شهری و منطقه‌ای پرداخته و با ارائه مفهوم چند مقیاسی[۶]بر اساس رگرسیون حداقل مربعات و عملیات ماتریس، الگوریتمی برای حل معادلات آلومتریک پیشنهاد داده است. *گلی مختاری (۱۳۹۱)* مفهوم آلومتری را به عنوان شاخصی کارآمد به منظور استفاده در ارزیابی‌های ژئومورفیک معرفی نموده است. *کرم و رعیتی (۱۳۹۲) در مطالعاتی به تحلیل آلومتری در ژئومورفولوژی و نقش آن در پایش تغییرات لندفرم ها پرداخته‌اند* و بیان می‌کنند که می‌توان از روی وضعیت فعلی الگوها که همان بحث آلومتری است به پایش تغییرات پدیده در گذر زمان رسید. از این رو با توجه به چیرگی زمان در تغییر، نقش فرایندها و تغییرات آن‌ها در نسبت‌ها، آستانه‌ها و مقیاس فضایی که در فضا تعریف شده‌اند باید مورد بررسی قرار گیرند.

همانگونه که دیده می‌شود بسیاری از محققین صرفاً با نگرشی تئوریک به این قضایا پرداخته‌اند و گروهی دیگر یک فضای کاربردی و تکنیکی ایجاد کرده‌اند. این پژوهش با اتکا به مفاهیم بنیادین در راستای کمی‌سازی، مدل‌سازی و استفاده از ابزار و الگوریتم‌هایی گام برداشته و بیشتر به دنبال ایجاد یک پیوند بین مفاهیم بنیادین و کمی‌کردن آن‌ها بوده است. بنابرایـن تئوری چیدمان فضا به عنـوان مفهومـی بنیادین انتخاب و مدل‌سازی‌ها در سه بعد روابط، الگوها و نسبت‌های فضایی در گستره مطالعاتی انجام شده که قابل تعمیم به گستره سرزمین ایران نیز می‌باشد. همچنین این پژوهش به دنبال ادراک فضای سکونتگاهی با استفاده از ارکان شناخت‌شناسی چیدمان فضا در ارتباط با مؤلفه‌های ژئودموگرافیک است تا از

۱- Long

۲- Stahle

۳ - Edmund Husserl

۴ - Paul Ricœur

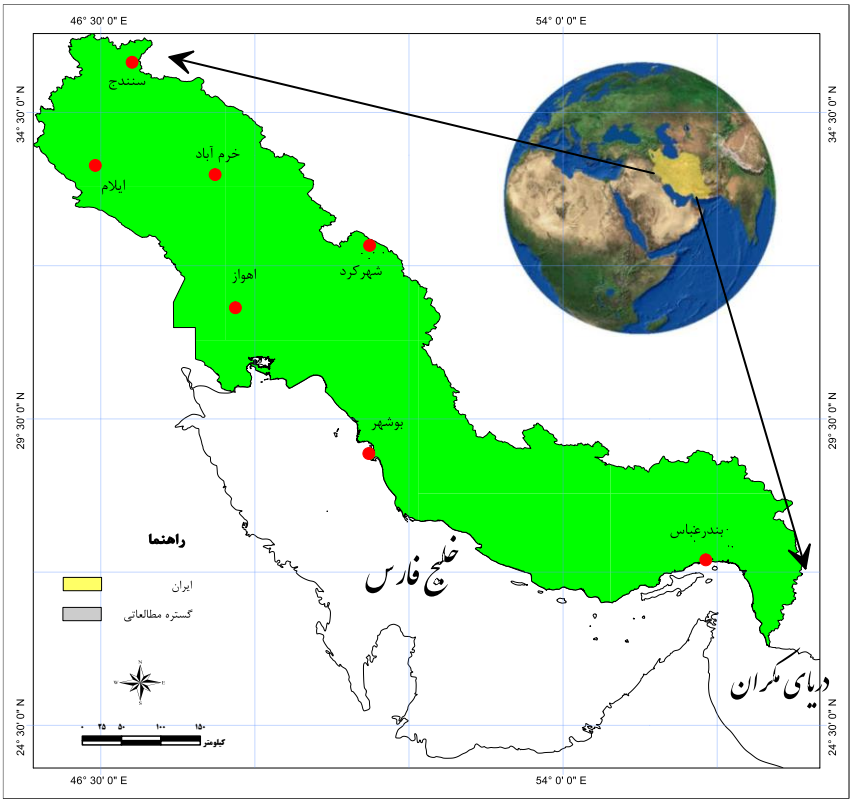
۵ - Martin Heidegger

۶- Multi-Scaling

نتایج به دست آمده در مطالعات آمایش بنیادین، مکان‌یابی و مکان‌گزینی، مدیریت رفتاری و امنیت فضایی سرزمینی استفاده شود.

موقعیت گستره مطالعاتی

گستره مطالعاتی، حوضه آبریز خلیج فارس، عرصه جنوب و جنوب غرب سرزمین ایران را در برگرفته که در فاصله مختصاتی ″۵۱ ´۴۴ °۲۵ تا ″۹ ´۴۹ °۳۵ عرض شمالی و ″۳ ´۲۲ °۴۵ تا ″۳۶ ´۵۳ °۵۷ طول شرقی را در برگرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت گستره پژوهش

مواد و روش تحقیق

منطق چیدمان پدیده‌ها در فضا[۱]، پدیدارشناسی[۲] و روش آلومتری[۳] از جمله روش‌های شناخت‌شناسی مرسوم تدوین شده در این پژوهش است که به تحلیل چیدمان فضایی سکونتگاه‌ها در گستره مطالعاتی پرداخته؛ از این رو به منظور دستیابی به اهداف تحقیق فرایند زیر طراحی گردیده است:

گام اول: تعیین و شناخت فضای گستره مطالعاتی و فهم موضوع.

گام دوم: مطالعه منابع کتابخانه‌ای مطالعات و بررسی‌های اولیه از طریق کتاب‌شناسی موضوعی، بررسی منابع کتابخانه‌ای و مقالات و بهره‌مندی از منابع اینترنتی انجام گرفت.

گام سوم: تدارک پایگاه داده.

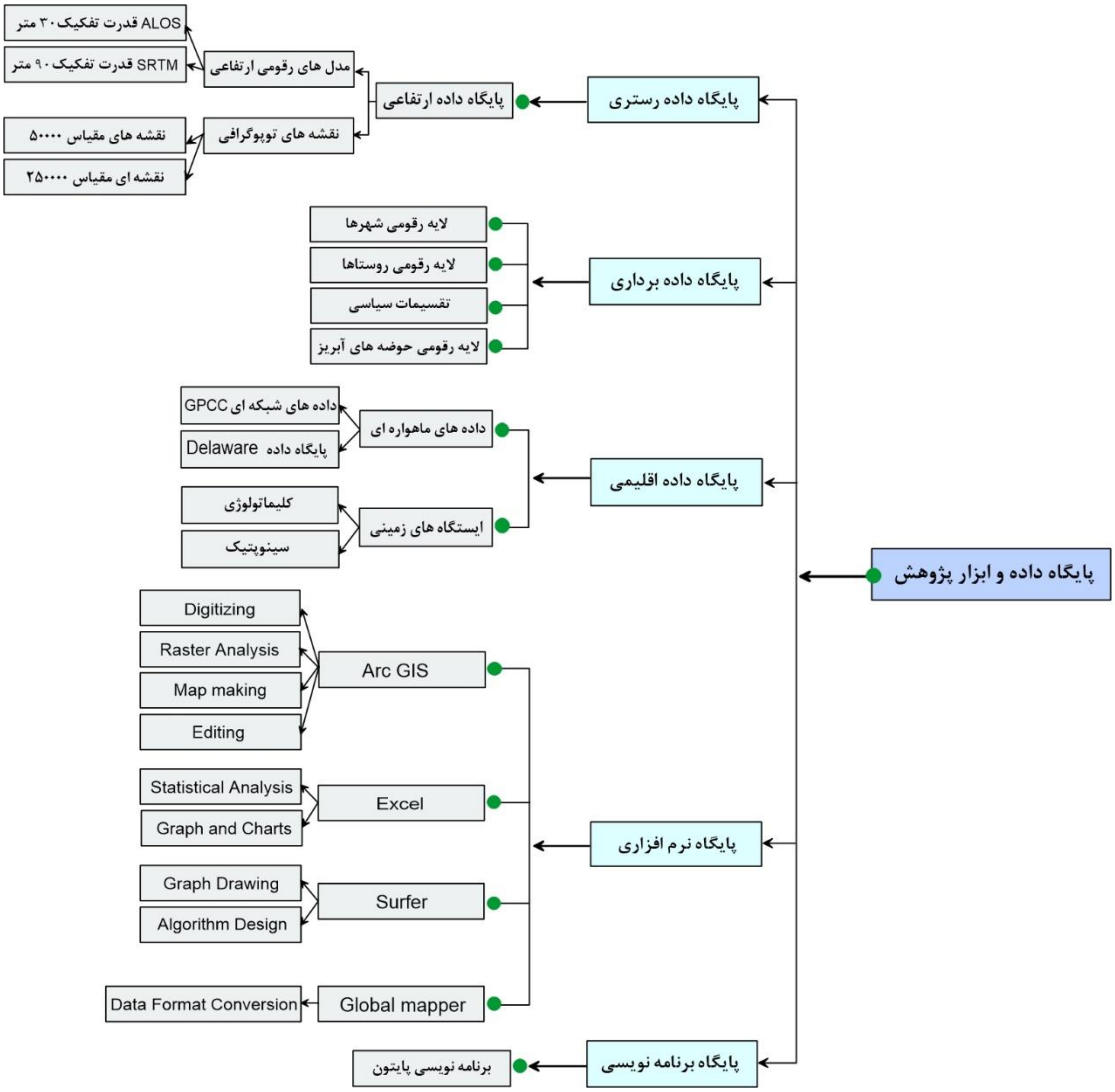
گردآوری داده‌ها در چارچوب طرح پژوهش از منابع اطلاعاتی به شرح زیر انجام شده که در پنج دسته داده‌های رستری، داده‌های برداری، داده‌های اقلیمی و پایگاه نرم‌افزاری و برنامه‌نویسی قرار گرفته‌اند (شکل۲).

---

۱. Space syntax logic of phenomena in space

۲. Phenomenology

۳. Allometry



شکل۲: پایگاه داده و ابزار پژوهش

گام چهارم: اتصال فضایی[۱]

در این گام از داده‌های آماری مرکز آمار ایران (۱۳۹۵) و کامل‌ترین لیست شهرهای ایران به تفکیک استان‌ها[۲]، شهرها و روستاهای گستره مطالعاتی به عنوان مؤلفه‌های دموگرافیک استخراج و موقعیت مکانی و جمعیت آن‌ها معین گردیده است. در این راستا داده‌های توصیفی جمعیتی به داده‌های مکانی متصل[۳] و مکانمند شده‌اند.

گام پنجم: ارائه مدل‌های نوین و خلاقانه‌ای در زمینه تحلیل فضا و گزینش عناصر فضایی جهت آنالیز چیدمان فضای ژئودموگرافیک گستره مطالعاتی.

---

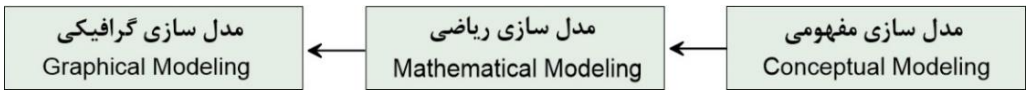
۱ - Spatial Join اتصال داده های توصیفی (آماری) به داده های جغرافیایی (مکانی)

۲ - https://exceliran.com/iran-cities-database/

۳ - join

مدل‌ها را می‌توان به شیوه‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد. در قالب یکی از این طبقه‌بندی‌ها، یک مدل می‌تواند توصیفی[۱] یا تخمینی[۲] باشد. مدل‌های توصیفی، شرایط موجود داده‌های فضایی را توصیف و نحوه تأثیر هر پدیده را بر دیگری بیان می‌کنند و مدل‌های تخمینی برآوردی از شرایطی که اتفاق خواهد افتاد و یا باید اتفاق بیافتد ارائه می‌دهند. بر اساس این تقسیم‌بندی، مدل‌سازی‌های انجام شده در این پژوهش از نوع توصیفی است. در رده‌بندی دیگر مدل‌ها به دو دسته جبری[۳] و تصادفی[۴] تقسیم می‌شوند. هر دو مدل جبری و تصادفی، مدل‌های ریاضی هستند که توسط معادلات همراه با پارامترها و متغیرها ارائه می‌شوند. یک مدل تصادفی وجود شرایط تصادفی یک یا چند پارامتر یا متغیرهای آن را در نظر می‌گیرد اما مدل‌های جبری اینگونه نیستند. در نتیجه فرایندهای تصادفی پیش‌بینی مدل‌های تصادفی می‌تواند در برگیرنده خطا یا عدم قطعیت باشد که معمولاً در مفاهیم احتمالاتی نمود می‌یابد و بدین دلیل است که مدل‌های تصادفی بعضاً به عنوان مدل‌های احتمالاتی و یا آماری به شمار می‌آیند. با توجه به این تقسیم‌بندی مدل‌سازی‌ها در این تحقیق در دسته جبری قرار دارد. یک مدل نیز ممکن است پویا[۵] (دینامیک) یا ایستا[۶] (استاتیک) باشد. مدل‌های دینامیک بر تغییرات داده‌های فضایی[۷] و تعاملات بین متغیرها در طول زمان تأکید دارند در حالی که مدل‌های استاتیک با داده‌های مکانی[۸] در یک زمـان معین تأکیـد دارند. (روگاسکی و گوین، ۲۰۰۲). مدل‌سازی‌هـای این پژوهش با توجه به این تقسیم‌بندی از نوع استاتیک است. در دسته‌بندی دیگر، مدل‌ها یا قیاسی[۹] هستند یا استقرایی[۱۰]. یک مدل قیاسی نماینده استنتاج بدست آمده از مجموعه‌ای از پیش‌فرض‌ها است که معمولاً بر پایه تئوری‌های علمی یا قوانین فیزیکی قرار دارد و مدل استقرایی نماینده استنتاج‌های بدست آمده از داده‌های تجربی و مشاهدات است (چنگ، ۲۰۱۸، ۴۰۳). بر اساس این تقسیم‌بندی نیز مدل‌سازی‌های انجام شده قیاسی است.

در روش چیدمان فضا که بنیان فهم آرایش فضا و روابط چیدمانی کلیه فضاها با یکدیگر است، می‌توان ویژگی‌های فضاها را به صورت مدل‌های مفهومی، ریاضی و گرافیکی ارائه کرد. از این رو در این پژوهش مدل‌سازی‌ها در سه سطح صورت گرفته است(شکل ۳).

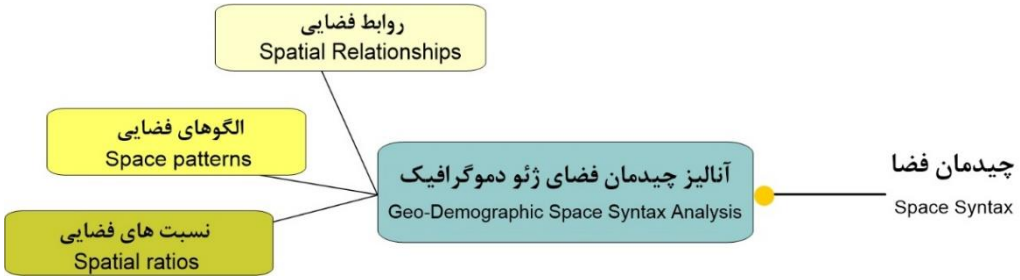


شکل ۳: سطوح مدل‌سازی در تحلیل روابط فضایی

در این جستار مفاهیمی بنیادین چون چینش روابط فضایی، چینش الگوهای فضایی و نسبت‌های فضایی به عنوان عناصر تحلیل فضایی در چیدمان سکونتگاه‌ها در ارتباط با مؤلفه های محیطی در نظر گرفته شده است؛ بدین‌ترتیب بکارگیری این مفاهیم می‌تواند شالوده اصلی فهم فضا به شمار آید (شکل ۴).

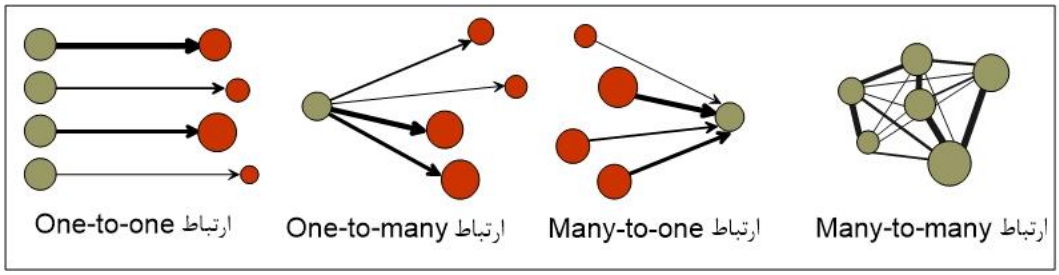
---

۱ - *Descriptive*
۲ - *Prescriptive*
۳ - *Deterministic*
۴ - Stochastic
۵ - *Dynamic*
۶ - *Static*
۷ - *Spatial data*
۸ - *Geospatial data*
۹ - Deductive
۱۰- *Inductive*



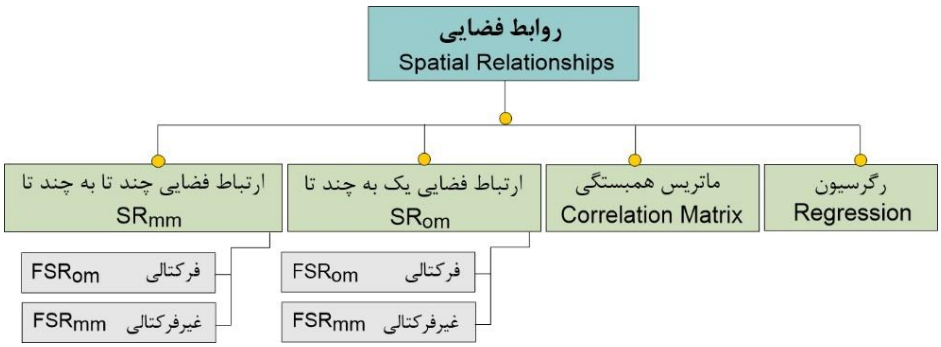
شکل ۴: چینش‌های فضایی ارائه شده در فهم فضا

در تحلیل روابط فضایی نخست یک مدل‌سازی مفهومی ارائه گردیده؛ بدین ترتیب که اگر عنصر پیرامون به عنصر مرکزی نزدیک‌تر و تفاضل جمعیتی کمتری داشته باشد ارتباط قوی‌تر است. در سطح بعدی مدل مفهومی را به مدل ریاضی تبدیل و در نهایت مدل ریاضی به صورت مدل گرافیکی و بصری نمایه و موجب خلق مفهومی بدیع تحت عنوان فضانما[1] شده است. جهت مدل‌سازی در تحلیل چینش روابط فضایی چهار حالت ارتباطی در نظر گرفته شده است. به طور کلی نوع ارتباطات بین عناصر یک مجموعه در فضا می‌تواند به صورت تناظر یک به یک، یک به چند تا، چند تا به یکی و چند تا به چند تا باشد. در شکل ۵، چهار حالت ارتباط به صورت گرافیکی نمایش داده شده است.



شکل ۵: نوع ارتباطات فضایی

در این بخش از پژوهش برای مدل کردن روابط فضایی، از میان حالت‌های مطرح شده، حالت‌های ارتباطی یک عنصر با چند عنصر و چند عنصر با چند عنصر دیگر به عنوان آرایه‌های ارتباط فضایی برگزیده شده‌اند که هر کدام می‌توانند به صورت سلسله مراتبی و چند سطحی (فراکتالی) و یا به صورت تک سطحی (غیرفراکتالی) باشند (شکل ۶).

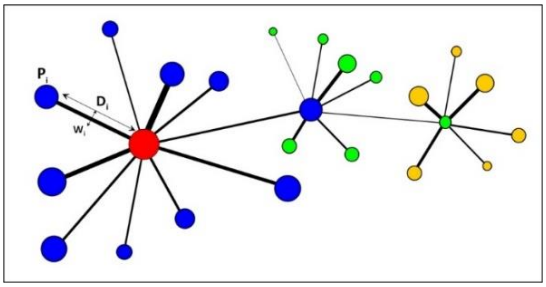


شکل ۶: آرایه‌ها و درایه‌های چینش روابط فضایی

برای مدل‌سازی هر دو آرایه، جمعیت و فاصله به ترتیب به عنوان درایه‌های دموگرافیک و مکانی فضایی گزینش شده‌اند.

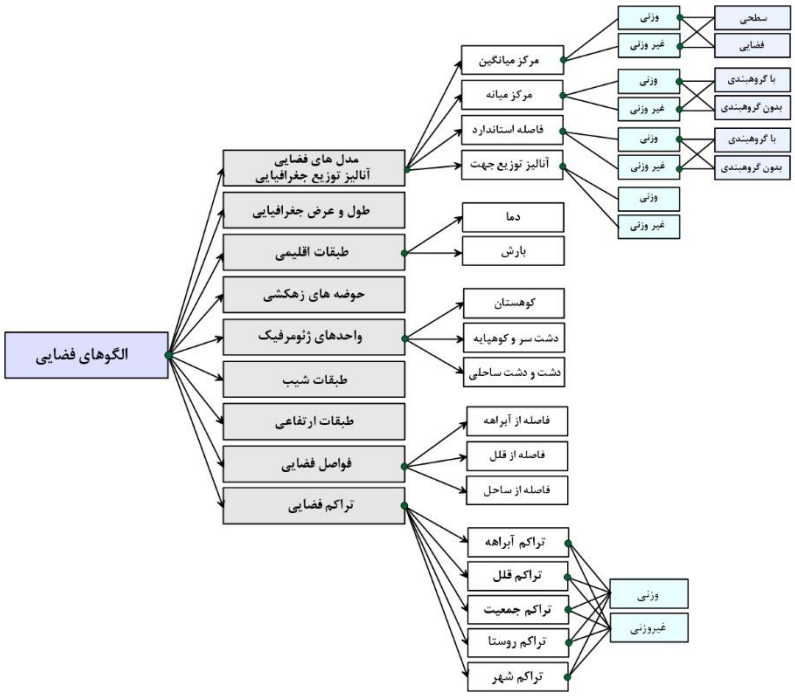
[1] - Spatio-Graph

در آرایه یک به چند تایی، ارتباط بین یک عنصر مرکزی با عناصر پیرامون مدنظر قرار گرفته است. عنصر مرکزی می‌تواند مرکز سیاسی ایران و عناصر پیرامونی آن مراکز استان‌ها باشد، یا عنصر مرکزی، مرکز استان و عناصر پیرامونی آن شهرهای آن استان و همچنین عنصر مرکزی یک شهر و عناصر پیرامونی آن دهستان‌ها و روستاها باشد. بنابراین در اینجا یک مدل سلسله مراتبی و الگوی فراکتالی مورد سنجش قرار گرفته و فضانماهایی استخراج گردیده است. در این مدل گرافیکی، خطوط، بردارهای دوسویه ارتباطی یا به بیان دیگر بردارهای کنش متقابل فضایی هستند. این فضانماها چند نوع ارتباط فضایی را مشخص می‌کنند. از جمله الگوی ارتباطی که یک الگوی فراکتالی و سلسله مراتبی را نشان می‌دهد، دیگری عمق ارتباط است که فاصله و طول بردارها آن را تعیین می‌کند و در نهایت شدت یا درجه ارتباط است که با ضخامت خطوط قابل تشخیص است (شکل ۷).



شکل ۷: روابط فضایی سلسله مراتبی[۱](روابط فضایی فرکتالی)

از آنجا که چیدمان فضا مبتنی بر تحلیل ارتباط تمامی عناصر فضایی با یکدیگر است بنابراین می‌توان آرایش فضایی و نحوه چیدمان فضاها در کنار یکدیگر و ارتباط آن‌ها را تحلیل کرد؛ از این رو آرایش فضایی در ارتباط با مؤلفه‌های ژئودموگرافیک که به عنوان آرایه‌ها و درایه‌های الگوهای فضایی معرفی شده‌اند در نظر گرفته شده است (شکل ۸).



شکل۸: آرایه‌ها و درایه‌های چینش الگوهای فضایی

[۱] -Hierarchical Spatial Relationship

در اینجا نخست به آنالیز توزیع فراوانی آرایه‌های ژئومرفیک ارتفاع، شیب، واحدهای ژئومرفیک، حوضه‌های زهکشی، آرایه‌های اقلیمی دما و بارش و طول و عرض جغرافیایی به عنوان دو بعد مکانی اقدام شده و در ادامه در ایجاد مدل‌های فضایی آنالیز اندازه‌گیری توزیع جغرافیایی[۱]، مجموعه‌ای از تحلیل‌های آماری – فضایی از جمله عارضه مرکزی[۲]، مرکز میانگین[۳]، مرکز میانه[۴]، فاصله استاندارد[۵] و آنالیز توزیع جهت[۶] (میشل، ۲۰۰۵) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر روی جمعیت سکونتگاهی گستره مطالعاتی انجام گرفته است.

در مدل عارضه مرکزی که هم به صورت وزنی و غیروزنی محاسبه گردیده، مرکزی‌ترین عارضه، تعیین شده است و مدل مرکز میانگین که یک مرکز جغرافیایی و هندسی یا مرکز تمرکز، برای مجموعه‌ای از ویژگی‌ها را شناسایی می‌کند با استفاده از روابط زیر به صورت وزنی و غیروزنی و مرکز میانگین فضایی محاسبه گردیده است (میشل، ۲۰۰۵) (رابطه ۱).

رابطه ۱:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad .\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \qquad \bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad . \quad \bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \qquad \bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i}{n} \quad . \quad \bar{Z}_w = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i z_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

در این روابط $\bar{y}$ و $\bar{x}$ مختصات مرکز میانگین، x_i و y_i مختصات نقطه i، n تعداد نقاط، w وزن و z بعد فضایی نقاط است.

مدل مرکز میانه نیز از رابطه زیر بدست آمده است (رابطه ۲) (بارت، ۱۹۶۹ و کوهن، ۱۹۶۲).

رابطه ۲:

$$d_i^t = \sqrt{(X_i - X^t)^2 + (Y_i - Y^t)^2}$$

با استفاده از روابط زیر فاصله استاندارد در حالت وزنی و غیر وزنی نیز محاسبه گردیده است (رابطه ۳) (میشل، ۲۰۰۵).

رابطه ۳:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}{n}} \qquad SD_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} w_i(x_i - \bar{X}_w)^2}{\sum_{i=1}^{n} w_i} + \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i(y_i - \bar{Y}_w)^2}{\sum_{i=1}^{n} w_i}}$$

در مدل توزیع جهتی، اینکه پراکندگی عوارض، روند جهت‌داری را نشان می‌دهد یا خیر تعیین می شود. از روابط زیر برای محاسبه مدل توزیع جهت در حالت وزنی و غیر وزنی بهره گرفته شده است (رابطه ۴) (میشل، ۲۰۰۵).

رابطه ۴:

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n}} \qquad SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

$$tan\theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^{n}\tilde{y}_i^2\right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n}\tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^{n}\tilde{y}_i^2\right)^2 + 4\left(\sum_{i=1}^{n}\tilde{x}_i\tilde{y}_i\right)^2}}{2\sum_{i=1}^{n}\tilde{x}_i\tilde{y}_i}$$

$$\sigma_x = \sqrt{2}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\tilde{x}_i\, cos\theta - \tilde{y}_i sin\theta)^2}{n}} \qquad \sigma_y = \sqrt{2}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\tilde{x}_i\, sin\theta + \tilde{y}_i cos\theta)^2}{n}}$$

---

۱ - Measuring Geographic Distributions

۲ - Central Feature

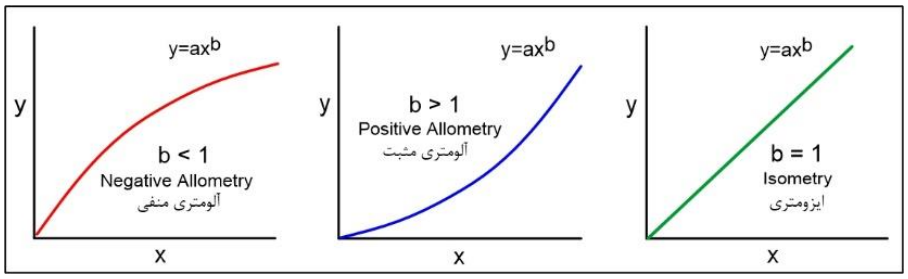
۳ - Mean Center

۴- Median Center

۵ - Standard Distance

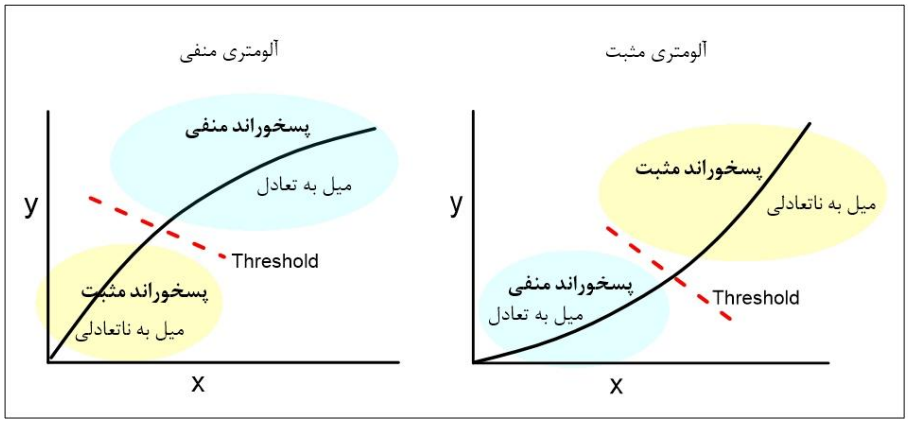
۶ - Directional Distribution

همچنین یکی از راه‌های شناخت و تبیین فضا، نسبت‌هایی است که بین اجزاء آن فضا برقرار است. آلومتری مفهومی در زیست‌شناسی است که از مطالعهٔ و بررسی نسبت تغییرات در همبستگی با تغییرات ابعاد کل ارگانیسم و یا تحت شرایط خاصی بخشی از آن، مشتق شده است. متغیرها ممکن است مورفولوژیکی، فیزیولیژیکی و شیمیایی باشند (گولد، ۱۹۶۶، ۶۲۹). در نتیجه، رشد آلومتریکی شرایطی را تعریف می‌کند که در آن تغییر ابعاد کل همراه با تغییرات وابسته به مقیاس است که دارای نسبت با جنبه‌های مختلف شئی مورد مطالعه می‌باشد. در جغرافیای طبیعی بررسی‌های این چنین تغییرات وابسته به مقیاس، عموماً بر روی متغیرهای مورفولوژیکی متمرکز شده است به طوری که چرچ و مارک (۱۹۸۰) در مطالعات مروریشان، آلومتری را در ارتباط با اعوجاجات مقیاس در روابط هندسی ارائه می‌کنند. اگر این چنین نوساناتی وجود نداشته باشد، رشد ایزومتریک اتفاق خواهد افتاد (چرچ و مارک، ۱۹۸۰، ۳۴۴). به طور کلی تحلیل آلومتریک، رشد نسبی دو متغیر تأثیرگذار بر یکدیگر است که معمولاً به صورت تابع توانی $Y = aX^b$ بیان می‌شود. در رابطه آلومتریکی مثبت، $b>1$ و رابطه آلومتریکی منفی، $b < 1$ است. چنانچه $b=1$ باشد نسبت ثابت است و هیچ تغییری در مقادیر نسبی اتفاق نمی‌افتد و رابطه از نوع ایزومتریک است (شکل ۹). از این رو در تحلیل نسبت های فضایی سعی شده است، با اتکا به مفهوم آلومتریک و ایزومتریک، نسبت مؤلفه‌های ژئومرفیک و دموگرافیک با بیان مفهوم آلومتری و ایزومتری فضایی در چیدمان فضای سکونتگاهی تحلیل شود. در ابتدا بین مؤلفه ها رابطه برقرار کرده و با ارائه ماتریس همبستگی نسبت‌های آن‌ها طبقه‌بندی شده است. آلومتری مثبت و منفی و ایزومتری با رگرسیون به دست آمده و درجه کیفی برای هر یک معین شده است. به طور کلی این ساختار به عنوان یک مدل ارزیابی نسبت‌های فضایی ارائه گردیده است.



شکل ۹: الگوی خطی آلومتریک مثبت و منفی و ایزومتریک

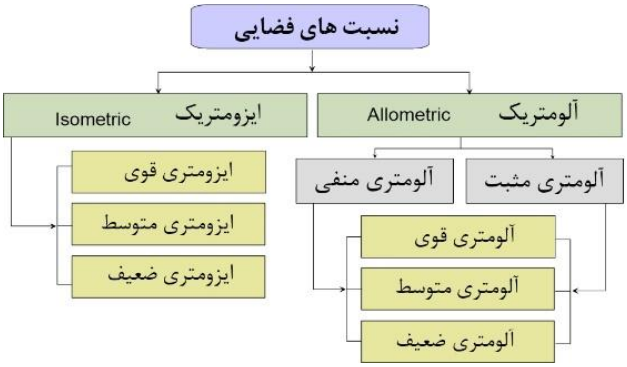
آنچه در این تحلیل، با اهمیت است نوع نسبت‌ها است و چیزی که نوع نسبت‌ها را معین می‌کند پسخوراندهای مثبت و منفی هستند. از این رو مفهوم آلومتریک ایزومتریک با پسخوراند رابطه نزدیک دارند و آنچه که باعث می‌شود از حالت ایزومتری وارد فاز آلومتری مثبت یا منفی شویم پسخوراندهای مثبت یا منفی هستند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: الگوی پسخوراندهای مثبت و منفی در نسبت‌های آلومتری

در اینجا دو فاز تشدیدکننده و کنترل‌کننده ایجاد می‌شود که در فاز تشدیدکننده پسخوراند مثبت و در فاز کنترل‌کننده پسخوراند منفی حاکم است. آستانه‌ها نیز در آلومتری منفی شرایط پسخوراند مثبت را به منفی و در آلومتری مثبت شرایط

منفی را به مثبت تغییر می‌دهند و یک تعادل موقت یا گذرا را ایجاد می‌کنند. در شکل ۱۱ ساختار تحلیل نسبت‌های آلومتری ایزومتری فضایی بر روی پارامترهای انتخابی نمایش داده شده است.



شکل ۱۱: ساختار تحلیل چینش نسبت‌های فضایی

بحث و یافته‌ها

روابط فضایی

روابط فضایی سلسله مراتبی، نخست در عرصه سرزمینی انجام گرفته و تهران به عنوان عنصر مرکزی معین و روابط فضایی آن با مراکز استان‌ها روشن گردیده است. در ادامه جهت آماده‌سازی الگوی گرافیکی، فرمول‌های زیر ارائه گردیده (رابطه ۵) و با استفاده از کد نویسی در زبان برنامه‌نویسی پایتون (شکل ۱۲) پردازش روی داده‌ها انجام و فضانمای عرصه سرزمینی استخراج گردیده است (شکل ۱۳).

```
data = open('I:/Populations_new/Spider Analysis/Spider Iran/Data_iran_spider.txt','r')
xy_center = []
population_center = []
for line in data:
    if 'FID' not in line:
        line_list = line.split('\t')
        line_list[-1] = line_list[-1].strip()
        code = line_list[-1]
        x = float(line_list[5])
        y = float(line_list[4])
        population = float(line_list[6])
        if int(code) == 2:
            xy_center.append(x)
            xy_center.append(y)
            population_center.append(int(population))
#results = open('C:/Users/Nematolahi/Desktop/Population Statistical Data 1395/Coastal Prov
xy_edge = open('I:/Populations_new/Spider Analysis/Spider Iran/edge_spider.txt','a+')
data = open('I:/Populations_new/Spider Analysis/Spider Iran/Data_iran_spider.txt','r')
for line in data:
    if 'FID' not in line:
        line_list = line.split('\t')
        line_list[-1] = line_list[-1].strip()
```

شکل ۱۲: بخشی از کد پایتون برای ترسیم الگوهای گرافیکی روابط فضایی

رابطه ۵:

$$SR_{om} = \left(\frac{IDW + IPW}{2}\right)$$

$$IDW = 1 - \left(\frac{d_i + d_{min}}{d_{max} - d_{min}}\right)$$

$$d = \sqrt{(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2}$$

$$IPW = 1 - \left(\frac{P_{dif} + min\ P_{dif}}{max\ P_{dif} - min\ P_{dif}}\right)$$

$$P_{dif}{}_{i=0}^{n} = P_c - P_i$$

در فرمول‌های ارائه شده :

SR_{om} = ارتباط فضایی یکی به چندتایی

IDW = وزن معکوس فاصله

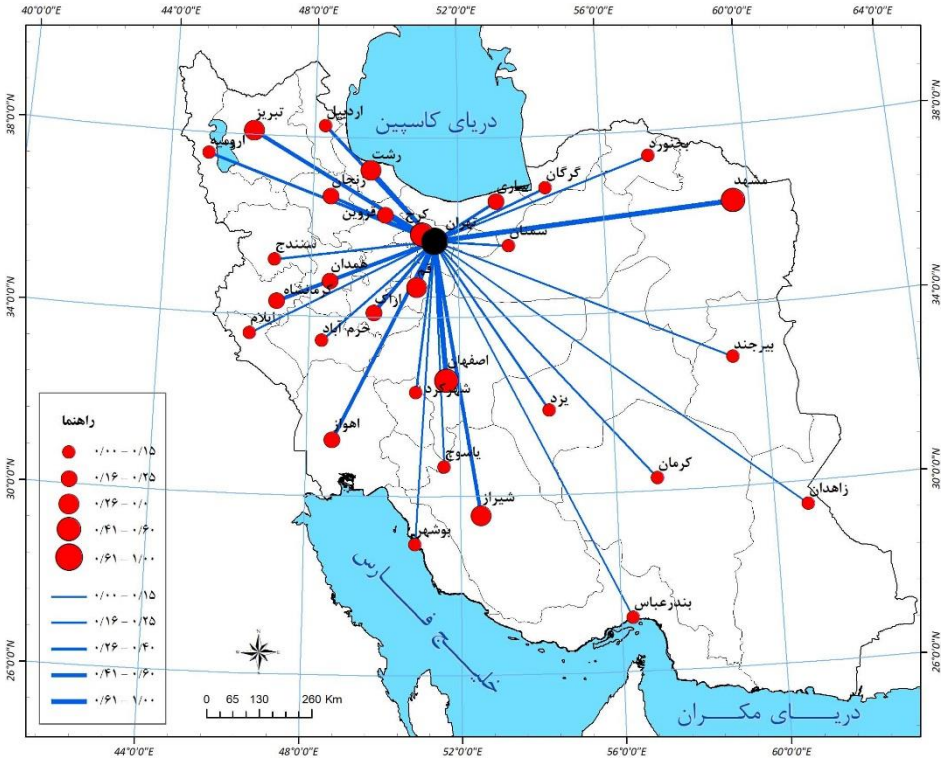
IPW = تفاضل جمعیت نرمال شده معکوس

d = فاصله

P_{dif} = اختلاف جمعیت

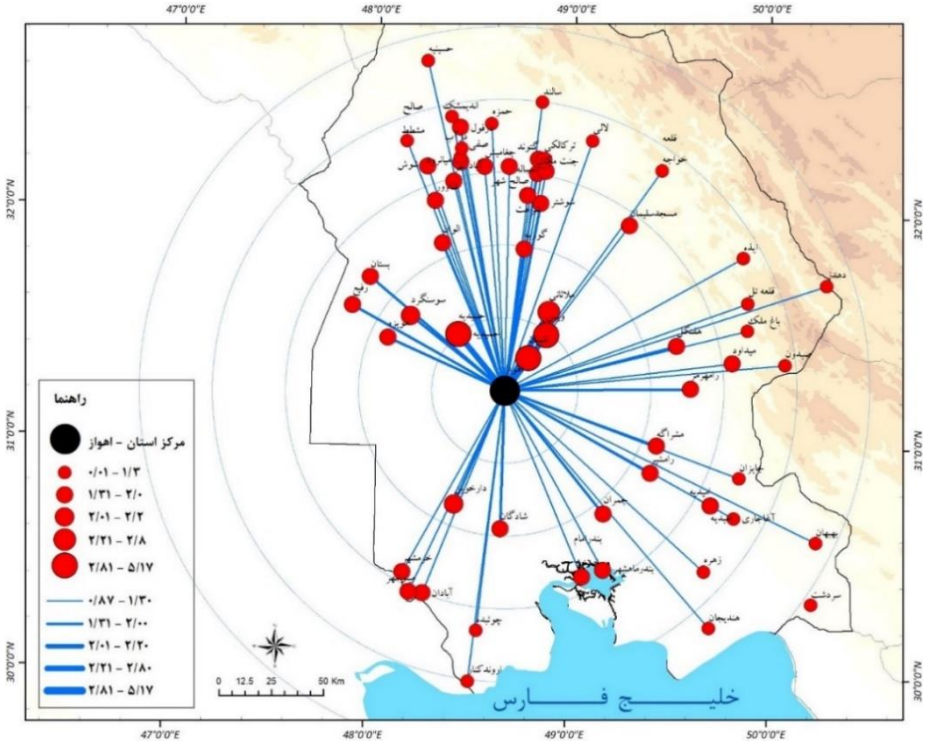
P_c = جمعیت عنصر مرکزی

P_i = جمعیت عنصر پیرامونی

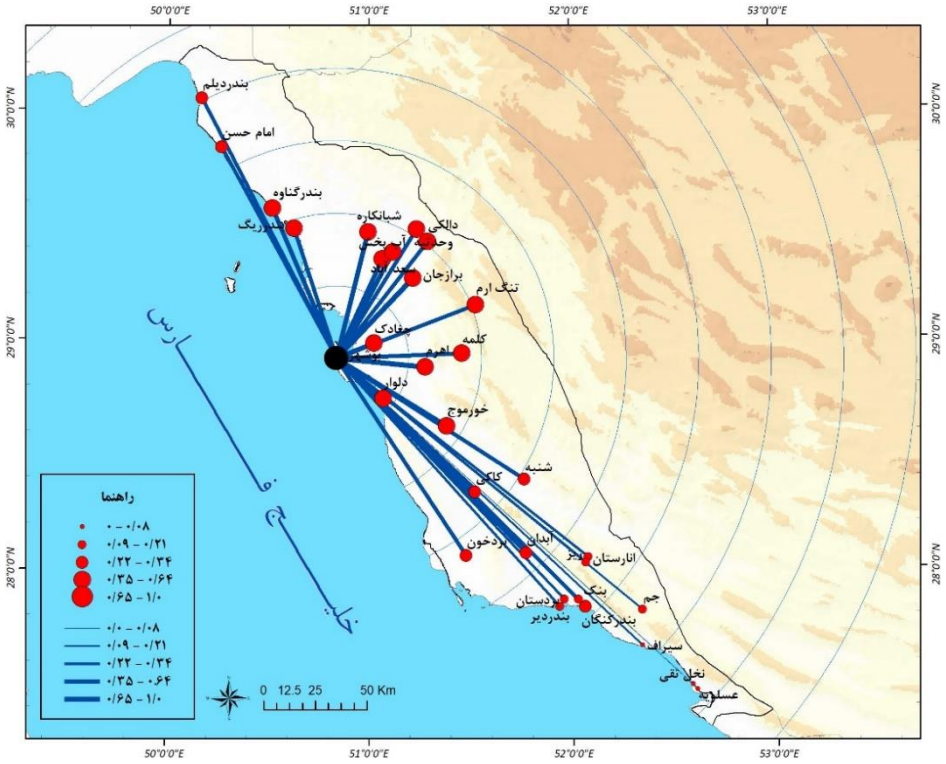


شکل ۱۳ : فضانمای عرصه سرزمینی ایران – ارتباط تک سطحی (غیر فرکتالی) یک به چند تا

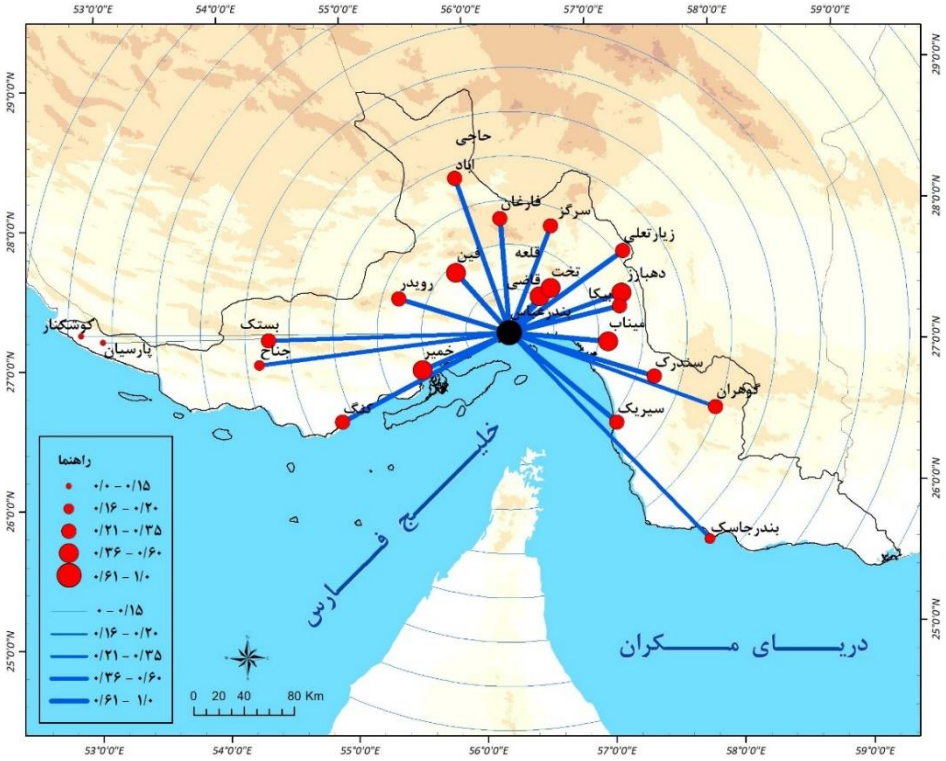
این مدل برای سه استان ساحلی خلیج فارس هم اجرا شد. مراکز استان‌های ساحلی (اهواز، بوشهر و بندرعباس) به عنوان عنصر مرکزی و شهرهای هر استان به عنوان عناصر پیرامونی معین شدند. برونداد این آنالیز با عناوین فضانمای خوزستان، بوشهر و هرمزگان مطرح گردید (شکل‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۴: فضانمای استان ساحلی خوزستان– ارتباط تک سطحی (غیر فرکتالی) یک به چند تا



شکل ۱۵: فضانمای استان ساحلی بوشهر – ارتباط تک سطحی (غیر فرکتالی) یک به چند تا



شکل ۱۶: فضانمای استان ساحلی هرمزگان – ارتباط تک سطحی (غیر فرکتالی) یک به چند تا

برای مدل‌سازی حالت ارتباطی چند تا به چندتا، درایه‌های جمعیت و فاصله در گستره مطالعاتی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. مدل مفهومی در این حالت بدین صورت مطرح شده است که اگر عنصر پیرامون به عنصر مرکزی نزدیک‌تر و تفاضل جمعیتی کمتری و جمعیت مطلق بیشتری داشته باشد ارتباط قوی‌تر است. جهت اجرای این مدل بر روی شهرهای

بیش از ۱۵۰۰۰۰ نفر تمرکز شده است. این امکان وجود دارد که مدل در سطوح مختلف مثلاً شهرهای با جمعیت کم ، متوسط و زیاد مورد آزمون قرار گیرند. ولیکن در اینجا آستانه جمعیتی ۱۵۰ هزار نفر ملاک قرار گرفته و روابط فضایی آن‌ها از طریق ارائه فرمول‌های زیر و کدنویسی در زبان برنامه‌نویسی پایتون استخراج گردیده است (رابطه ۶) (شکل ۱۷).

رابطه ۶ :

$$SR_{mm} = (IDW + P_{norm} + IPW)$$
$$IDW = 1 - \left(\frac{d_i + d_{min}}{d_{max} - d_{min}}\right)$$
$$d = \sqrt{(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2}$$
$$P_{norm} = \left(\frac{P_i + P_{min}}{P_{max} - P_{min}}\right)$$
$$IPW = 1 - \left(\frac{P_{dif} + min\ P_{dif}}{max\ P_{dif} - min\ P_{dif}}\right)$$
$${P_{dif}}_{i=0}^{n} = P_c - P_i$$

در فرمول‌های ارائه شده:

SR_{mm} = ارتباط فضایی چندتایی به چندتایی

IDW = وزن معکوس فاصله

IPW = تفاضل جمعیت نرمال شده معکوس

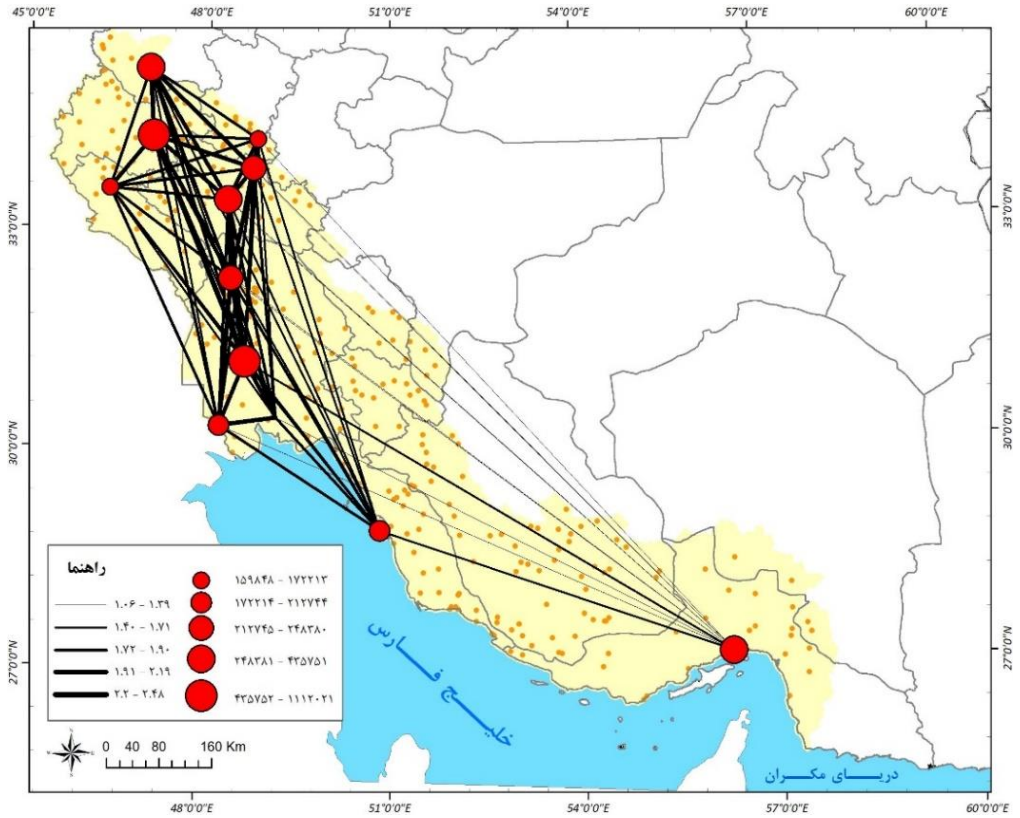
P_{norm} = جمعیت نرمال شده

d = فاصله

P_{dif} = اختلاف جمعیت

P_c = جمعیت عنصر مرکزی

P_i = جمعیت عنصر پیرامونی



شکل ۱۷: فضانمای تک سطحی- غیر فراکتالی گستره مطالعاتی – ارتباط فضایی از نوع چند تا به چند تا

در تحلیل روابط فضایی، درجه همبستگی و وابستگی مؤلفه‌ها در فضا نیز بایستی بررسی گردد. از این رو ماتریس همبستگی آرایه‌ها و درایه‌های فضایی دموگرافیک و ژئومرفیک ایجاد و تمامی ارتباطات، یک به یک به صورت مقایسه زوجی انجام گرفته‌است. در نتیجه مؤلفه‌هایی که ارتباطات قوی‌تری داشته‌اند مشخص شده اند. (جدول ۱).

جدول۱: ماتریس همبستگی مؤلفه‌های فضایی

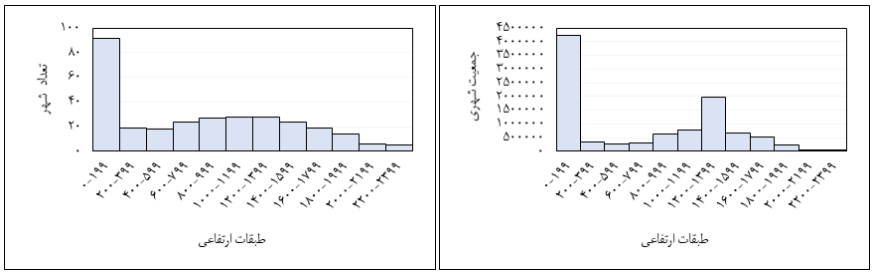
آرایه ها	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	جمعیت	تراکم غیر وزنی شهر	تراکم وزنی شهر	واحد های ژئومورفیک	شیب	ارتفاع	تراکم غیر وزنی آبراهه	تراکم وزنی آبراهه	تراکم غیر وزنی قال	تراکم وزنی قال	تراکم غیر وزنی روستا	تراکم وزنی روستا	فاصله از آبراهه	فاصله از قال	حوضه های آبریز	فاصله از ساحل	بارش	دما
عرض جغرافیایی	۱																			
طول جغرافیایی	- ۰/۸۹۷	۱																		
جمعیت	۰/۰۷۱	- ۰/۰۸۲	۱																	
تراکم غیر وزنی شهر	۰/۵۲۸	- ۰/۵۹۳	- ۰/۰۴۱	۱																
تراکم وزنی شهر	۰/۶۰۶	- ۰/۶۴۱	۰/۲۳۴	۰/۶۹۱	۱															
واحد های ژئومورفیک	۰/۴۱۸	- ۰/۳۷۴	- ۰/۰۶۳	۰/۰۶۴	۰/۰۱۵	۱														
شیب	۰/۲۶۹	- ۰/۱۹۸	- ۰/۰۷۳	۰/۰۴۳	- ۰/۰۲۳	۰/۶۳۱	۱													
ارتفاع	۰/۴۷۷	- ۰/۱۷۹	- ۰/۰۴۹	۰/۰۷۴	- ۰/۰۴۰	۰/۵۰۹	۰/۲۹۹	۱												
تراکم غیر وزنی آبراهه	۰/۰۰۷	۰/۱۱۹	- ۰/۱۱۲	۰/۰۱۵	- ۰/۱۸۷	- ۰/۰۱۰	- ۰/۰۱۳	۰/۲۳۵	۱											
تراکم وزنی آبراهه	۰/۰۹۲	۰/۰۰۱	- ۰/۰۹۱	۰/۱۰۹	۰/۰۰۲	- ۰/۰۱۷	- ۰/۰۲۸	۰/۱۱۹	۰/۷۴۰	۱										
تراکم غیر وزنی قلل	۰/۸۴۰	- ۰/۶۵۴	۰/۰۳۱	۰/۶۳۰	۰/۵۱۸	۰/۳۶۵	۰/۱۷۰	۰/۵۸۶	۰/۱۸۱	۰/۳۱۶	۱									
تراکم وزنی قلل	۰/۸۴۷	- ۰/۶۶۳	۰/۰۳۳	۰/۶۳۹	۰/۵۳۱	۰/۳۷۱	۰/۱۷۴	۰/۵۸۷	۰/۱۴۵	۰/۳۰۱	۰/۹۸۳	۱								
تراکم غیر وزنی روستا	۰/۶۳۷	- ۰/۵۲۰	۰/۰۹۶	۰/۶۴۰	۰/۶۶۱	۰/۲۶۶	۰/۱۷۳	۰/۳۴۵	- ۰/۰۰۳	۰/۰۹۳	۰/۶۴۷	۰/۷۰۳	۱							
تراکم وزنی روستا	۰/۳۷۰	- ۰/۳۱۹	۰/۲۱۰	۰/۵۸۸	۰/۶۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	- ۰/۰۸۳	۰/۰۱۲	۰/۳۴۹	۰/۳۹۶	۰/۵۹۹	۱						
فاصله از آبراهه	- ۰/۱۶۵	۰/۰۴۹	۰/۱۱۳	- ۰/۰۷۷	۰/۱۴۱	- ۰/۲۴۸	- ۰/۱۶۴	- ۰/۳۴۹	- ۰/۵۸۹	- ۰/۴۲۶	- ۰/۲۷۴	- ۰/۲۴۱	- ۰/۰۵۹	۰/۰۳۳	۱					
فاصله از قال	- ۰/۱۷۸	- ۰/۰۷۳	۰/۱۴۸	- ۰/۱۵۹	۰/۳۹۶	- ۰/۳۵۰	- ۰/۲۲۹	- ۰/۶۲۶	- ۰/۳۸۹	- ۰/۲۲۷	- ۰/۴۸۲	- ۰/۴۴۴	- ۰/۱۹۶	- ۰/۱۲۳	۰/۴۷۵	۱				
حوضه های آبریز	- ۰/۴۹۰	۰/۲۷۳	- ۰/۰۶۸	- ۰/۴۵۵	- ۰/۳۹۷	- ۰/۲۹۶	- ۰/۲۲۳	- ۰/۴۸۱	- ۰/۱۰۹	- ۰/۲۰۲	- ۰/۵۶۶	- ۰/۶۱۰	- ۰/۵۹۶	- ۰/۴۲۷	۰/۱۳۲	۰/۳۶۶	۱			
فاصله از ساحل	۰/۸۹۲	- ۰/۷۱۰	۰/۰۲۹	۰/۳۵۲	۰/۴۰۴	۰/۴۵۸	۰/۳۰۶	۰/۵۹۵	۰/۱۴۶	۰/۱۴۴	۰/۸۱۵	۰/۷۵۳	۰/۴۷۵	۰/۲۱۳	- ۰/۲۸۹	- ۰/۴۰۴	- ۰/۴۳۱	۱		
بارش	۰/۶۶۳	- ۰/۵۳۵	- ۰/۰۰۴	۰/۳۰۱	۰/۱۲۳	۰/۵۳۶	۰/۲۹۷	۰/۶۱۸	۰/۱۰۸۵	۰/۱۰۸۶	۰/۵۵۴	۰/۵۹۱	۰/۵۴۰	۰/۱۶۸	- ۰/۲۸۷	- ۰/۴۶۴	- ۰/۴۵۸	۰/۶۲۸	۱	
دما	- ۰/۷۳۳	۰/۴۸۸	- ۰/۰۹۲	- ۰/۲۲۴	- ۰/۲۲۰	- ۰/۴۹۰	- ۰/۳۰۳	- ۰/۸۸۶	- ۰/۱۹۰	- ۰/۱۳۶	- ۰/۱۳۰	- ۰/۷۱۶	- ۰/۴۶۱	- ۰/۱۷۶	۰/۲۹۷	۰/۴۷۱	۰/۵۰۹	- ۰/۷۸۰	- ۰/۷۱۰	۱

الگوهای فضایی

به طور کلی ارتفاع به عنوان یکی از مؤلفه‌های ژئومرفیک، در جهت محدودکنندگی جمعیت عمل می‌کند. جدول ۲ و شکل ۱۸ نشان می‌دهد که تقریباً با افزایش ارتفاع تعداد شهرها و جمعیت شهری کاهش می‌یابد. اما با دقت بیشتر یک توزیع نرمال مشاهده می‌شود. به طوری که با افزایش ارتفاع، جمعیت افزایش و دوباره کاهش می‌یابد؛ البته کلاس ارتفاعی ۰ تا ۲۰۰ متر یک ناهماهنگی در روند کلی توزیع نرمال ایجاد کرده که نشان‌دهنده تأثیر ساحل در جذب جمعیت است.

جدول ۲: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات ارتفاعی

طبقات ارتفاعی	تعداد شهر	جمعیت شهری
۰ – ۱۹۹	۹۲	۴۲۴۲۷۶۹
۲۰۰ – ۳۹۹	۱۹	۳۵۲۰۰۸
۴۰۰ – ۵۹۹	۱۸	۲۸۰۷۶۴
۶۰۰ – ۷۹۹	۲۴	۳۱۹۷۸۰
۸۰۰ – ۹۹۹	۲۷	۶۲۱۴۶۰
۱۰۰۰ – ۱۱۹۹	۲۸	۷۸۸۲۱۲
۱۲۰۰ – ۱۳۹۹	۲۸	۱۹۶۵۱۲۸
۱۴۰۰ – ۱۵۹۹	۲۴	۶۷۱۵۷۴
۱۶۰۰ – ۱۷۹۹	۱۹	۵۱۸۲۸۸
۱۸۰۰ – ۱۹۹۹	۱۴	۲۲۱۸۴۵
۲۰۰۰ – ۲۱۹۹	۶	۳۰۴۵۴
۲۲۰۰ – ۲۳۹۹	۵	۵۵۳۵۴

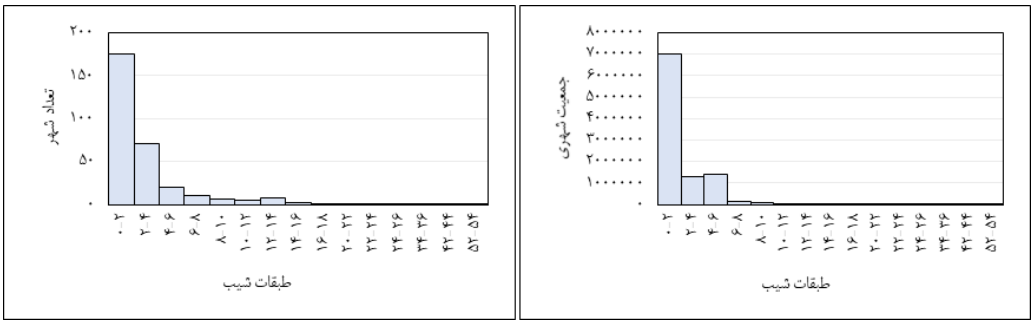


شکل ۱۸: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات ارتفاعی

یکی دیگر از عوامل محدود کننده توسعه شهرها، افزایش شیب است. با مشاهده اطلاعات جدول ۳ و شکل ۱۹، نقش ساحل، جلگه و دشت‌های ساحلی در تمرکز جمعیت شهری و تعداد شهرها برجسته و چشمگیر است. به‌طوری‌که تعداد شهرها و جمعیت شهری در کلاس شیب ۰ تا ۲ درصد افزون و اختلاف این کلاس با سایر طبقات افزایش یافته است.

جدول ۳: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات شیب

طبقات شیب	تعداد شهر	جمعیت شهری
۰ – ۲	۱۷۵	۷۰۱۹۵۸۵
۲ – ۴	۷۱	۱۳۰۹۸۰۰
۴ – ۶	۲۰	۱۴۰۸۵۲۴
۶ – ۸	۱۱	۱۱۷۲۲۹
۸ – ۱۰	۶	۷۱۲۹۹
۱۰ – ۱۲	۵	۱۹۶۳۶
۱۲ – ۱۴	۷	۵۴۵۳۸
۱۴ – ۱۶	۲	۲۷۳۳۲
۱۶ – ۱۸	۱	۲۱۹۱
۲۰ – ۲۲	۱	۳۶۹۸
۲۲ – ۲۴	۱	۲۳۷۰۴
۲۴ – ۲۶	۱	۳۵۶۲
۳۴ – ۳۶	۱	۳۰۷۷
۴۲ – ۴۴	۱	۱۷۳۰
۵۲ – ۵۴	۱	۱۷۳۱

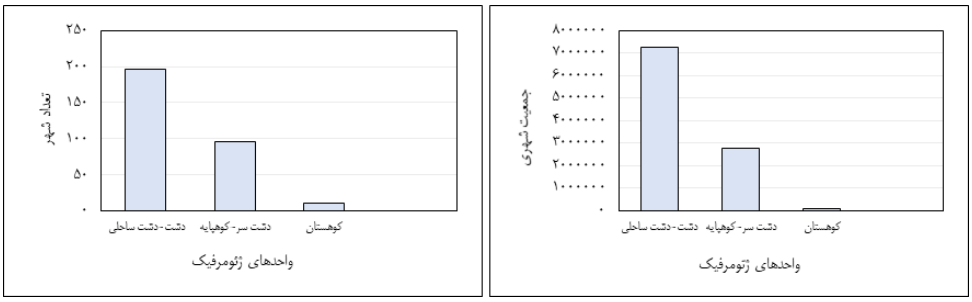


شکل ۱۹: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات شیب

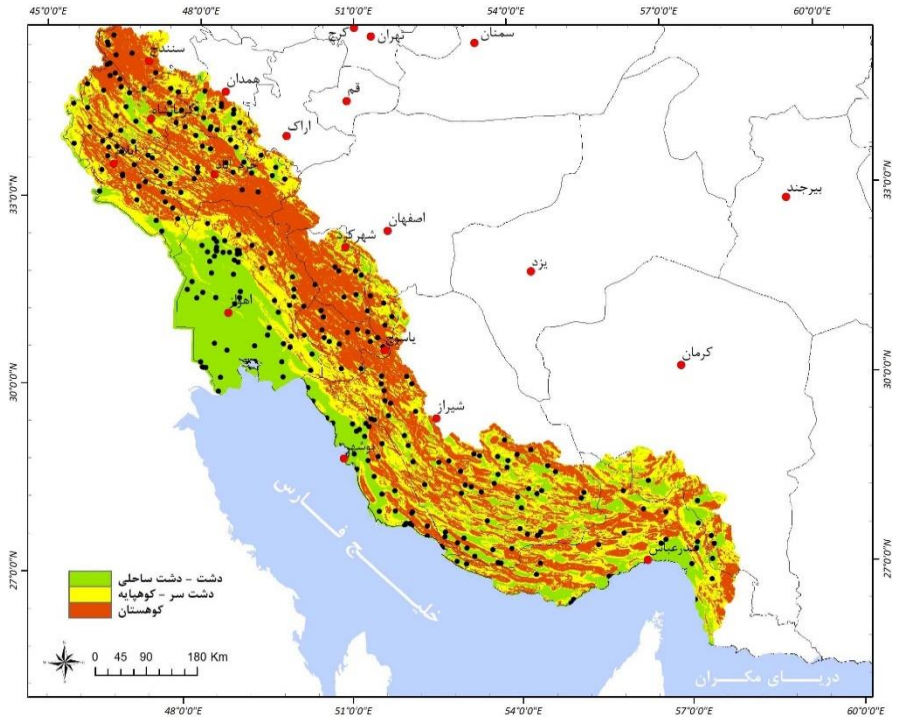
با توجه به نقشه پراکندگی واحدهای ژئومرفیک در شکل ۲۱ و اطلاعات استخراج شده از جدول ۴ و شکل ۲۰، دشت‌ها و دشت‌های ساحلی کانون جذب جمعیت شهری و تمرکز شهرها بوده‌اند.

جدول ۴: تعداد شهرها و جمعیت شهری در واحدهای ژئومرفیک

واحد های ژئومورفیک	تعداد شهر	جمعیت شهری
۱	۱۹۷	۷۲۴۰۰۲۹
۲	۹۶	۲۷۵۷۵۷۰
۳	۱۱	۷۰۰۳۷

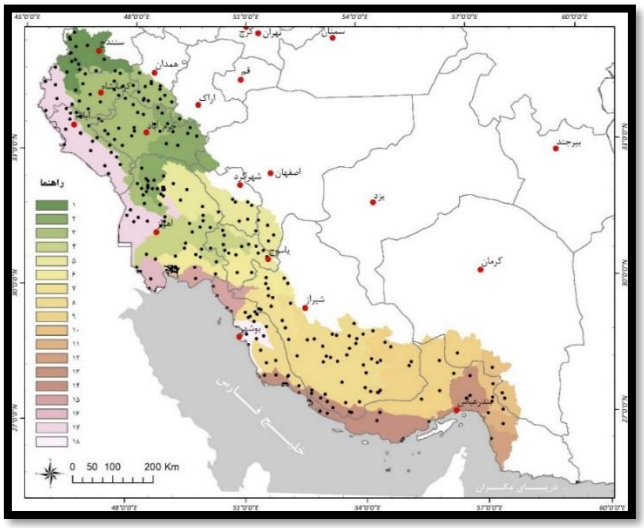


شکل ۲۰: تعداد شهرها و جمعیت شهری در واحدهای ژئومرفیک



شکل ۲۱: چیدمان سکونتگاه‌های شهری در واحدهای ژئومرفیک

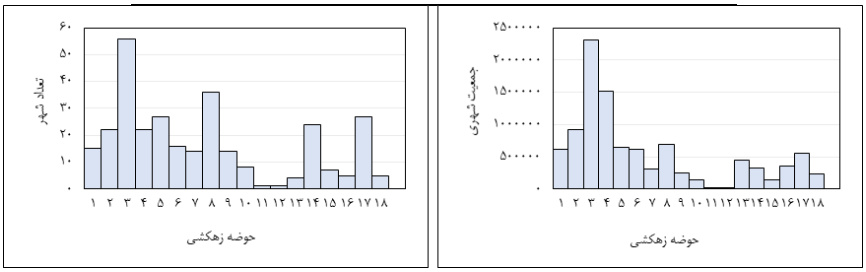
گستره مطالعاتی، حوضه آبریز خلیج فارس را در برگرفته که با بهره‌گیری از مدل رقومی ارتفاعی و افزونه و ابزار هیدرولوژیکی Arc Hydro در محیط Arc Map نرم افزار GIS به ۱۸ زیر حوضه دسته‌بندی گردیده (شکل ۲۲) و پس از استخراج اطلاعات دموگرافیک از تمامی حوضه‌ها، توان جذب جمعیت و تمرکز کانون‌های شهری مشخص گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که حوضه کد ۳ تعداد شهرهای بیشتری را در خود جای داده و به ترتیب حوضه‌های ۳، ۴ و ۲ توان جذب جمعیتی بالاتری از خود نشان می‌دهند (جدول ۵) (شکل ۲۳).



شکل ۲۲: چیدمان سکونتگاه‌های شهری در حوضه های زهکشی

جدول ۵: تعداد شهر و جمعیت شهری در حوضه‌های زهکشی (بر اساس کدبندی حوضه)

حوضه زهکشی	تعداد شهر	جمعیت شهری
۱	۱۵	۶۰۷۵۳۳
۲	۲۲	۹۱۸۰۹۹
۳	۵۶	۲۳۱۸۰۰۹
۴	۲۲	۱۹۱۹۵۹۴
۵	۲۷	۶۳۸۶۰۹
۶	۱۶	۶۱۵۰۸۱
۷	۱۴	۳۰۴۰۰۸
۸	۳۶	۶۸۵۶۴۴
۹	۱۴	۲۵۴۳۴۰
۱۰	۸	۱۳۶۶۲۴
۱۱	۱	۲۰۲۴
۱۲	۱	۴۱۴۰
۱۳	۴	۴۴۴۷۵۲
۱۴	۲۴	۳۲۸۶۲۴
۱۵	۷	۱۴۲۹۸۳
۱۶	۵	۳۵۹۶۱۲
۱۷	۲۷	۵۵۵۰۲۰
۱۸	۵	۲۳۲۹۴۰

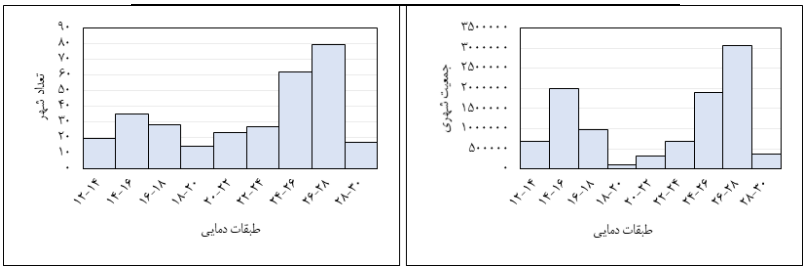


شکل ۲۳: تعداد شهر و جمعیت شهری در حوضه‌های زهکشی (بر اساس کدبندی حوضه)

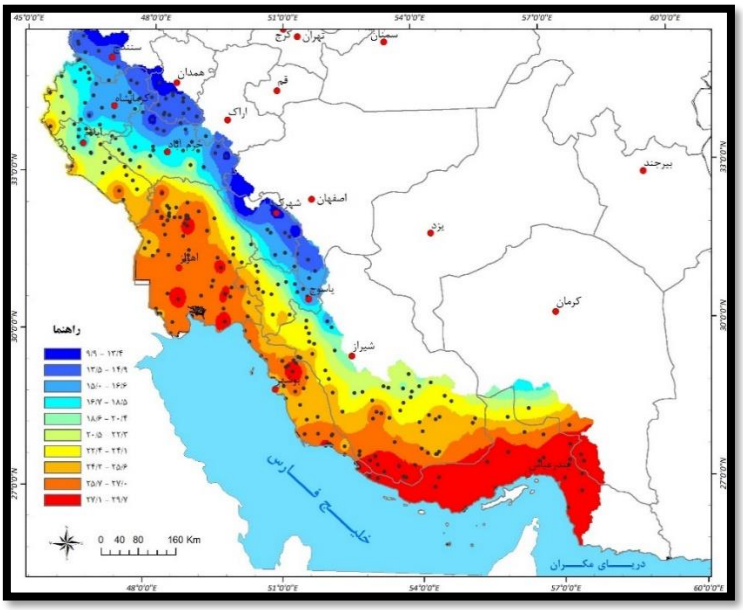
الگوی جمعیت در طبقات دمایی یک توزیع دو مدی[۱] را نشان می‌دهد (شکل ۲۴). در این نمودار یک مد جمعیتی با دمای نسبتاً بالا مشاهده می‌شود که منطبق بر نواحی ساحلی است ولیکن کانون جذب جمعیت شهری به شمار می‌آید. مد دیگر با دمای پایین که بر نواحی مرتفع و پایکوهی منطبق است و با توجه به شرایط مطلوب محیطی جاذب جمعیت هستند (جدول۶) (شکل ۲۵).

جدول ۶: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات دمایی

طبقات دمایی	تعداد شهر	جمعیت شهری
۱۲ – ۱۴	۱۹	۶۷۳۲۴۴
۱۴ – ۱۶	۳۵	۲۰۰۴۲۹۸
۱۶ – ۱۸	۲۸	۹۷۱۷۷۷
۱۸ – ۲۰	۱۴	۹۴۱۶۲
۲۰ – ۲۲	۲۳	۳۱۸۵۸۹
۲۲ – ۲۴	۲۷	۶۸۵۶۷۹
۲۴ – ۲۶	۶۲	۱۸۹۵۵۴۸
۲۶ – ۲۸	۷۹	۳۰۶۴۲۲۷
۲۸ – ۳۰	۱۷	۳۶۰۱۱۲



شکل ۲۴: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات دمایی



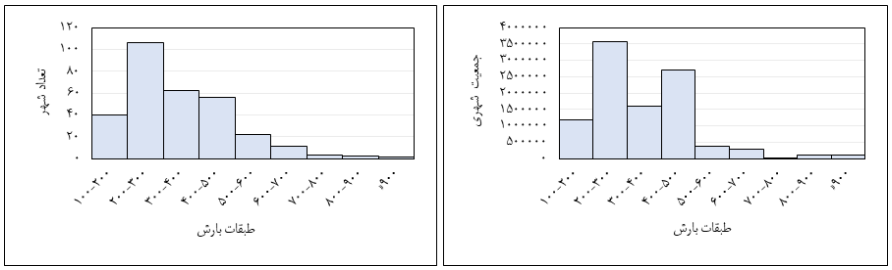
شکل ۲۵: چیدمان سکونتگاه‌های شهری در طبقات دمایی

[۱] - Bimodal distribution

با توجه به شرایط محیطی انتظار می‌رود که الگوی جمعیت در طبقات بارشی، چولگی چپ را نشان دهد اما این الگو گویای یک چولگی راست یا مثبت است و پتانسیل دریا و ساحل در جذب جمعیت و تغییر در این الگو کاملاً واضح و روشن است (جدول۷) (شکل ۲۶). همچنین مناطقی که منطبق با الگوی بارشی زیاد هستند شرایط استقرار شهرها و کانون‌های جمعیتی را دستخوش تغییر می‌کنند. از این رو نتایج نشان می‌دهد که در چینش فضا، برخی از عناصر فضایی می‌توانند تأثیر یک عنصر دیگر را معکوس کنند و می‌توان آن را به عنوان یک اثر متقابل فضایی[۱] در نظر گرفت.

جدول ۷: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات بارش

طبقات بارش	تعداد شهر	جمعیت شهری
۹۶ – ۱۹۶	۴۰	۱۱۹۴۰۵۱
۱۹۶ – ۲۹۶	۱۰۶	۳۵۷۶۷۵۳
۲۹۶ – ۳۹۶	۶۲	۱۶۱۰۷۹۴
۳۹۶ – ۴۹۶	۵۶	۲۷۱۰۴۳۸
۴۹۶ – ۵۹۶	۲۲	۳۸۴۰۴۸
۵۹۶ – ۶۹۶	۱۱	۲۹۵۸۶۸
۶۹۶ – ۷۹۶	۳	۱۲۵۱۴
۷۹۶ – ۸۹۶	۲	۱۱۹۹۲۰
۸۹۶ – ۹۹۶	۱	۱۱۰۴۶۴



شکل ۲۶: تعداد شهرها و جمعیت شهری در طبقات بارش

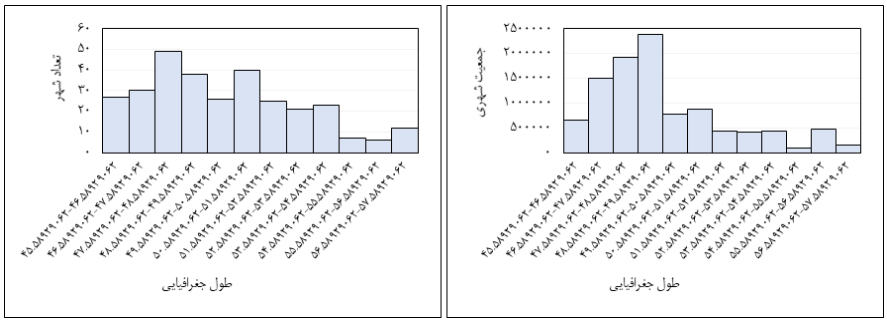
در این بخش، طول و عرض جغرافیایی نیز به عنوان دو بعد مکانی مورد بررسی قرار گرفت. در فضای مورد مطالعه با افزایش طول جغرافیایی جمعیت شهری و کانون‌های تمرکز سکونتگاهی کاهش یافته است (جدول۸). الگوی جمعیت در جهت طول جغرافیایی چولگی راست یا مثبت و تمایل به غرب منطقه را نشان می‌دهد(شکل ۲۷). این الگو در نتیجه تأثیرات تجمعی عوامل دیگر آشکار می‌شود.

جدول ۸: تعداد شهرها و جمعیت شهری در جهت طول جغرافیایی

طول جغرافیایی	تعداد شهر	جمعیت شهری
۴۵/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۴۶/۵۸۹۲۹۰۶۲	۲۷	۶۴۶۳۰۶
۴۶/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۴۷/۵۸۹۲۹۰۶۲	۳۰	۱۴۹۶۳۸۲
۴۷/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۴۸/۵۸۹۲۹۰۶۲	۴۹	۱۹۳۱۳۶۳
۴۸/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۴۹/۵۸۹۲۹۰۶۲	۳۸	۲۳۸۰۷۳۷
۴۹/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۰/۵۸۹۲۹۰۶۲	۲۶	۷۷۰۳۲۹
۵۰/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۱/۵۸۹۲۹۰۶۲	۴۰	۸۶۷۸۷۱
۵۱/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۲/۵۸۹۲۹۰۶۲	۲۵	۴۲۷۸۰۱
۵۲/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۳/۵۸۹۲۹۰۶۲	۲۱	۴۰۷۶۰۱
۵۳/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۴/۵۸۹۲۹۰۶۲	۲۳	۴۲۷۴۸۲

[۱] - Spatial Interaction

۵۴/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۵/۵۸۹۲۹۰۶۲	۷	۸۶۱۵۶
۵۵/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۶/۵۸۹۲۹۰۶۲	۶	۴۷۹۰۰۲
۵۶/۵۸۹۲۹۰۶۲ – ۵۷/۵۸۹۲۹۰۶۲	۱۲	۱۴۶۶۰۶

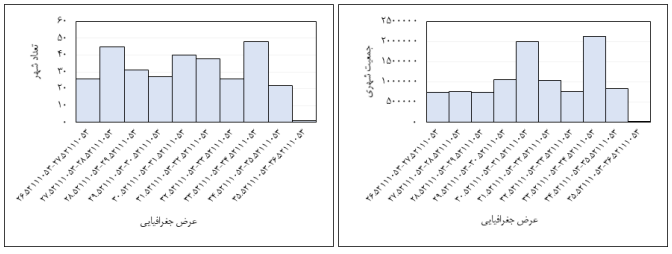


شکل ۲۷: تعداد شهرها و جمعیت شهری در جهت طول جغرافیایی

با آنالیز داده‌های استخراج شده در جهت عرض جغرافیایی روند معناداری مشاهده نشد (جدول۹) (شکل ۲۸).

جدول ۹: تعداد شهرها و جمعیت شهری در جهت عرض جغرافیایی

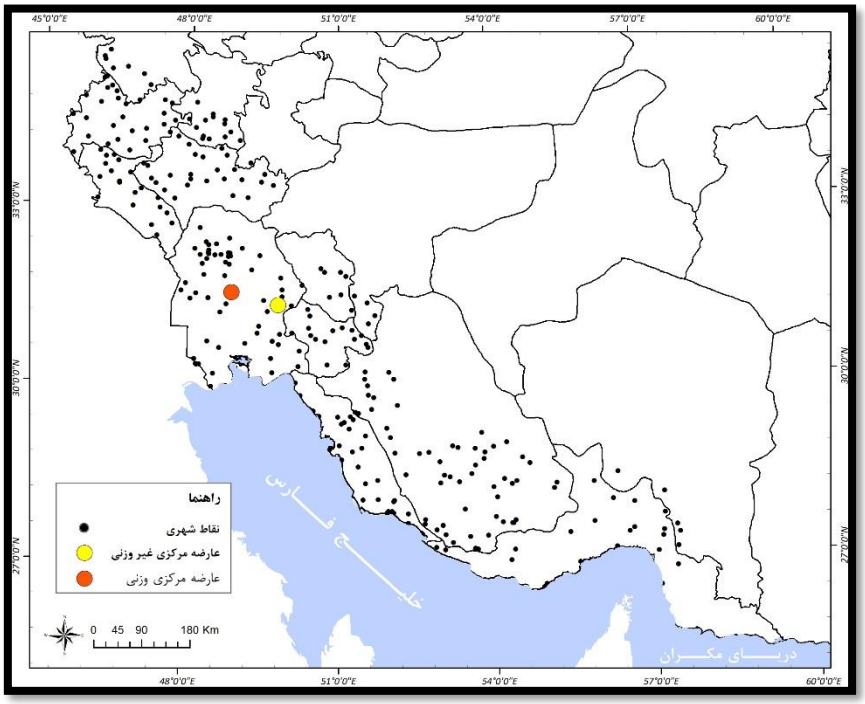
عرض جغرافیایی	تعداد شهر	جمعیت شهری
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۲۶	۷۴۲۹۷۶
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۴۵	۷۷۱۴۴۰
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۳۱	۷۴۸۷۲۹
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۲۷	۱۰۵۳۴۸۰
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۴۰	۲۰۰۳۵۷۷
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۳۸	۱۰۳۱۳۶۹
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۲۶	۷۵۸۵۹۷
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۴۸	۲۱۲۸۵۵۱
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۲۲	۸۲۸۷۳۳
۲۶/۵۲۱۱۱۰۵۳ – ۲۷/۵۲۱۱۱۰۵۳	۱	۱۸۴



شکل ۲۸: تعداد شهرها و جمعیت شهری در جهت عرض جغرافیایی

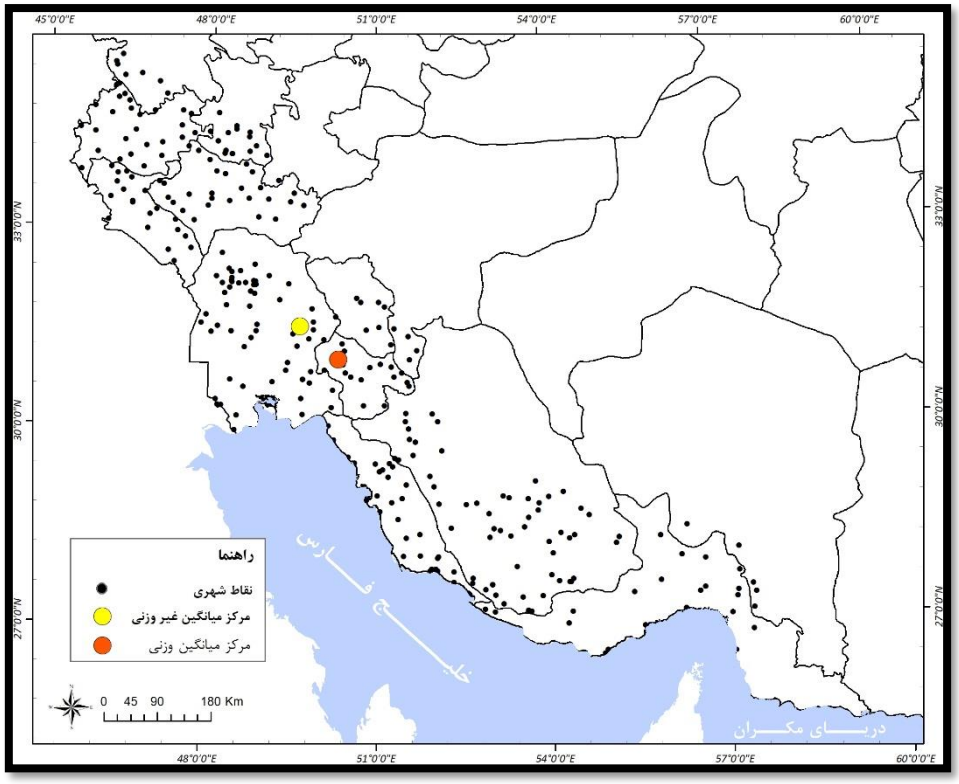
مدل‌های فضایی اندازه‌گیری توزیع جغرافیایی

در مدل عارضه مرکزی که هم به صورت وزنی و غیروزنی محاسبه گردیده است، مرکزی‌ترین عارضه، پیرامون اهواز تعیین شد (شکل ۲۹). این نتیجه نشان می‌دهد که استقرار شهرهای بزرگ تا حدودی از قاعده گرایش به مرکز پیروی می‌کنند. که در واقعیت هم این قاعده برقرار است.

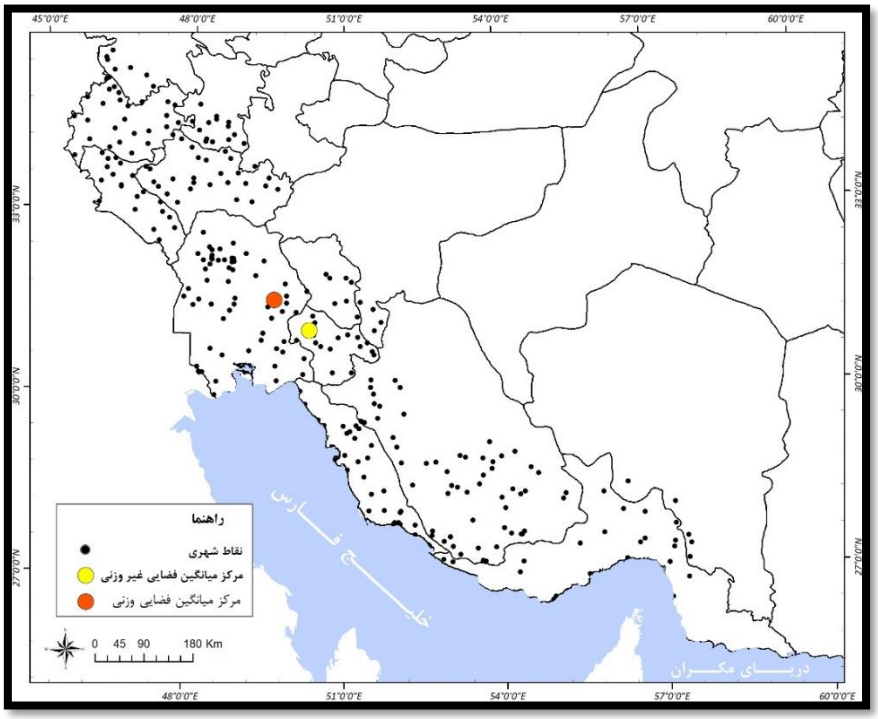


شکل ۲۹: موقعیت عارضه مرکزی

موقعیت مرکز میانگین در حالت وزنی و غیروزنی و مرکز میانگین فضایی در شکل‌های ۳۰ و ۳۱ مشخص شده و محدوده رامهرمز در شرق خوزستان و شمال غربی استان کهگیلویه وبویر احمد را نشان داده است.

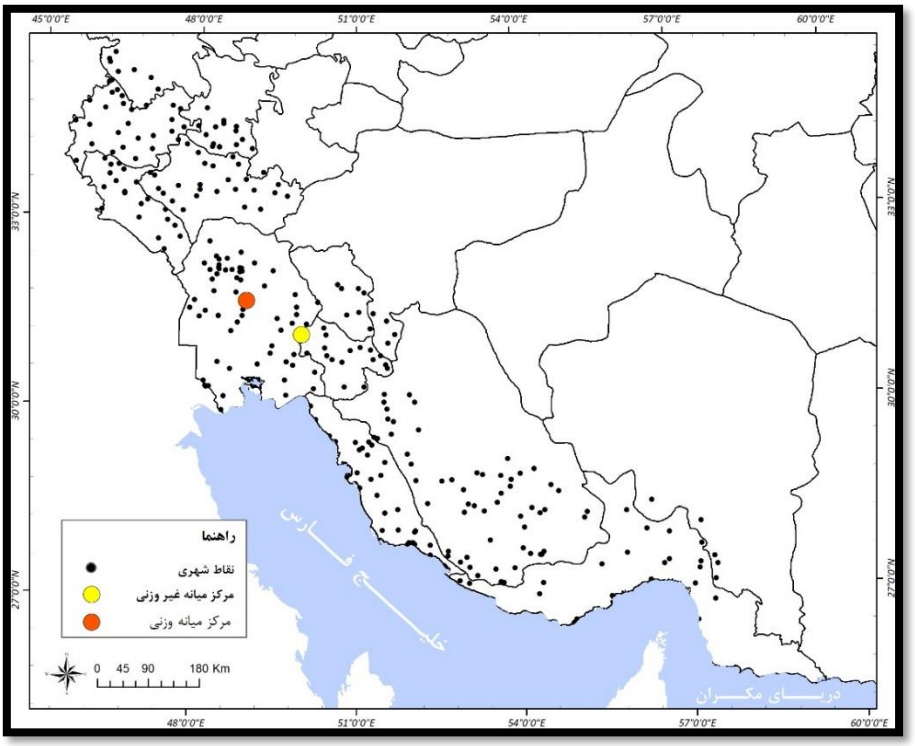


شکل ۳۰: موقعیت مرکز میانگین وزنی و غیر وزنی



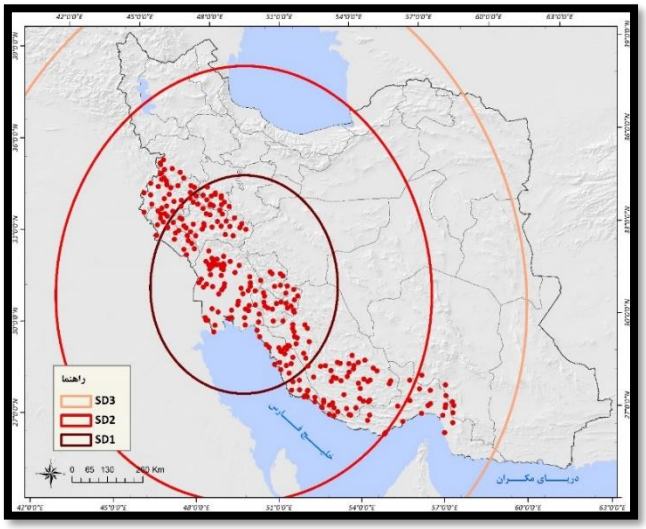
شکل ۳۱: موقعیت مرکز میانگین فضایی وزنی و غیروزنی

مدل مرکز میانه نیز از رابطه ای که در مواد و روش پژوهش بدان اشاره شد، بدست آمد. در این مدل مرکز میانه پیرامون اهواز، ملاثانی و ویس و محدوده رامهرمز معین گردیده است (شکل ۳۲).

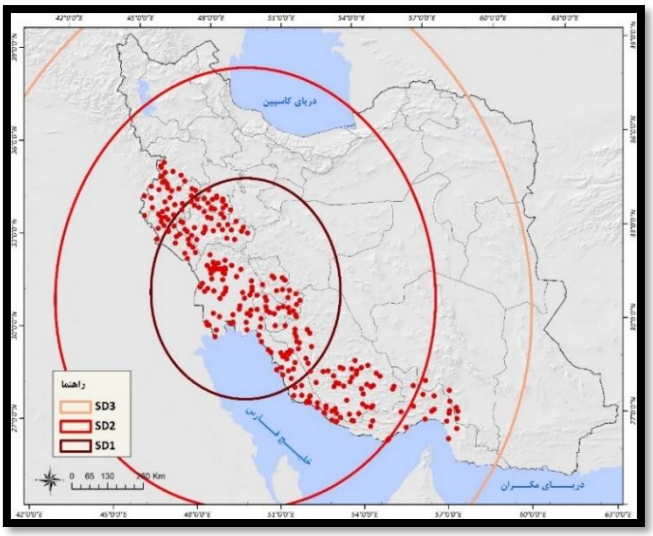


شکل ۳۲: موقعیت مرکز میانه وزنی و غیروزنی

در مدل فاصله استاندارد دایره‌ای در مرکز تراکم عوارض و شعاع استانداردی که معرف درجه استاندارد پراکندگی از مرکز است ترسیم می‌شود. این مدل، میزان تمرکز و یا پخش‌شدگی عوارض را در اطراف یک مرکز هندسی میانگین اندازه‌گیری می‌کند. با استفاده از این آنالیز یک کلاس عارضه جدید ایجاد می‌شود که به صورت یک رینگ یا پلیگون دایره‌ای به مرکزیت میانگین همه عوارض می‌باشد. شعاع این دایره برابر فاصله استاندارد است. شکل‌های ۳۳ و ۳۴ نشان می‌دهد که شهرهای پرجمعیت‌تر در رینگ اول قرار گرفته‌اند.

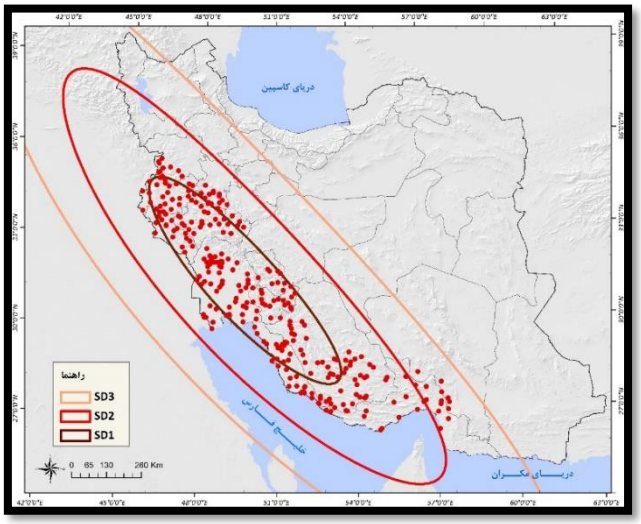


شکل ۳۳: موقعیت فاصله استاندارد وزنی

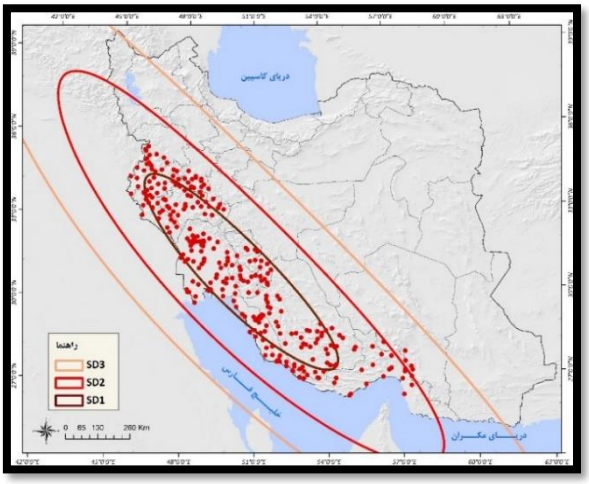


شکل ۳۴: موقعیت فاصله استاندارد غیروزنی

در مدل توزیع جهتی، جهت گسترش و پراکندگی نقاط سکونتگاهی مشخص گردیده است. شکل‌های ۳۵ و ۳۶ جهت شمال غرب، جنوب شرق را نشان می‌دهند که این جهت کاملاً منطبق بر امتداد رشته‌کوه زاگرس و امتداد خلیج فارس است.



شکل ۳۵: موقعیت توزیع جهت در حالت وزنی



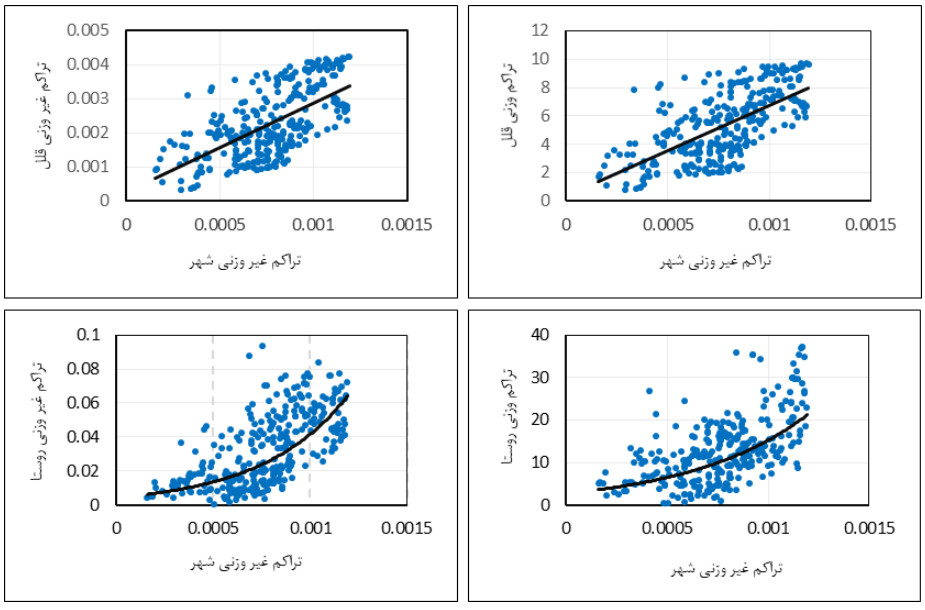
شکل ۳۶: موقعیت توزیع جهت در حالت غیروزنی

نسبت‌های فضایی

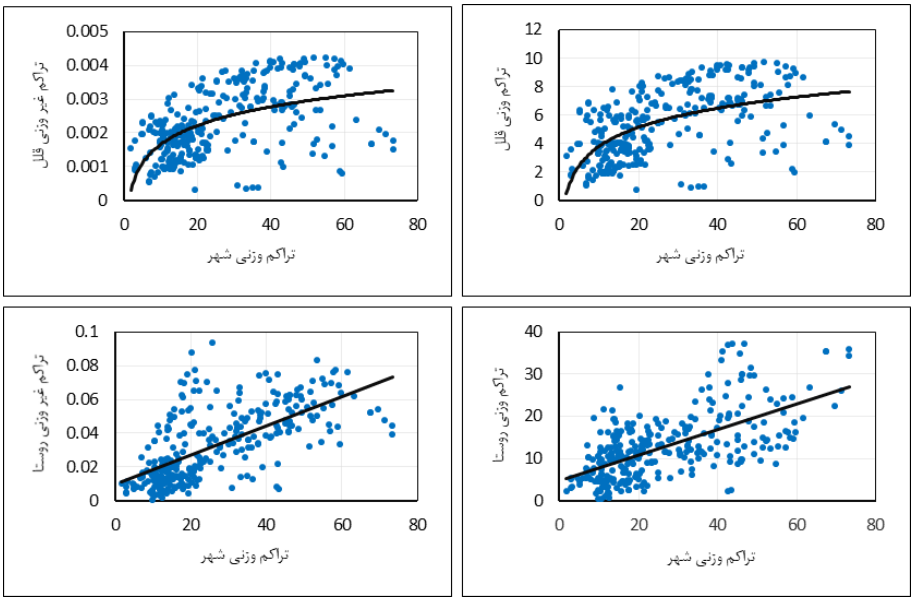
در این بخش ساختار تحلیل چینش نسبت‌های فضایی در مؤلفه‌های چیدمان فضای ژئودموگرافیک بررسی شده است و از بین آن‌ها مؤلفه‌هایی که در کل، نسبت‌های آلومتریک و ایزومتریک فضایی بالاتری داشتند گزینش و بر اساس نسبت عددی همبستگی در درجات قوی، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین برحسب الگویی که این نسبت‌ها، از خود نشان داده‌اند، به آلومتری مثبت، منفی و ایزومتریک تقسیم شده‌اند. جدول ۱۰ و شکل‌های ۳۷ تا ۴۳ در قالب نمودارهای تحلیلی نسبت آلومتریک مثبت و منفی و ایزومتریک پارامترهای مورد بررسی را نشان می‌دهند. در این جدول نسبت عددی همبستگی محاسبه شده و نشان می‌دهد که هر چقدر نسبت عددی همبستگی بالا رود نسبت قوی‌تری حاکم است.

جدول ۱۰: نسبت‌های آلومتری ایزومتری فضایی بین پارامترهای انتخابی

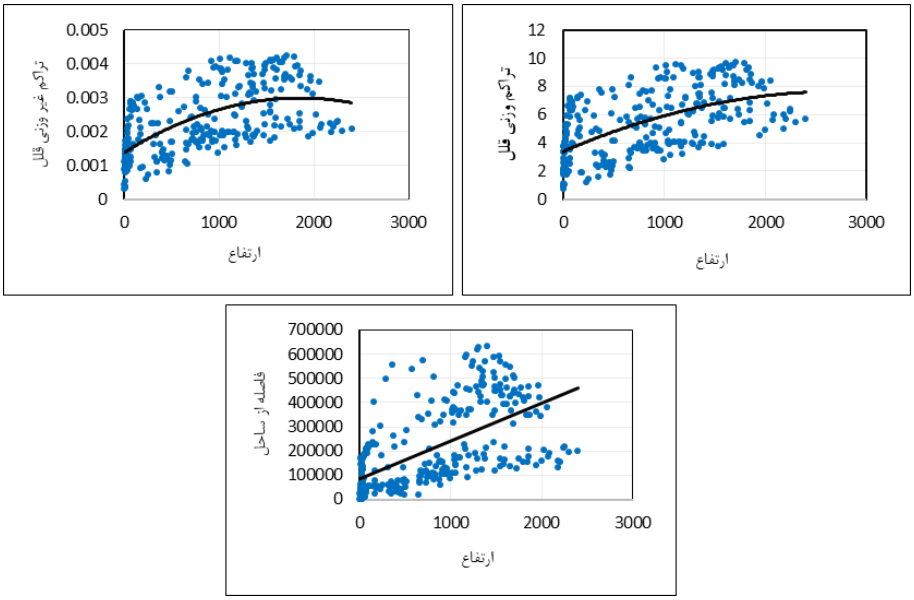
پارامتر	نوع نسبت	نسبت عددی	نسبت کیفی
تراکم وزنی قلل و تراکم وزنی روستا	آلومتری مثبت	1582/0	ضعیف
تراکم وزنی شهر و تراکم وزنی قلل	آلومتری منفی	2956/0	ضعیف
تراکم غیر وزنی قلل و بارش	ایزومتریک	3069/0	ضعیف
تراکم غیر وزنی شهر و تراکم وزنی روستا	آلومتری مثبت	3092/0	ضعیف
تراکم غیروزنی روستا و بارش	آلومتری منفی	3132/0	متوسط
تراکم وزنی شهر و تراکم غیر وزنی قلل	آلومتری منفی	3136/0	متوسط
تراکم غیر وزنی قلل و تراکم غیر وزنی روستا	آلومتری مثبت	34/0	متوسط
ارتفاع و تراکم وزنی قلل	آلومتری منفی	3538/0	متوسط
ارتفاع و فاصله از ساحل	ایزومتریک	3543/0	متوسط
ارتفاع و تراکم غیر وزنی قلل	آلومتری منفی	3784/0	متوسط
تراکم غیر وزنی شهر و تراکم وزنی قلل	ایزومتریک	3964/0	متوسط
تراکم وزنی شهر و تراکم وزنی روستا	ایزومتریک	4022/0	قوی
تراکم وزنی قلل و تراکم غیر وزنی روستا	آلومتری مثبت	4143/0	قوی
تراکم غیر وزنی شهر و تراکم غیر وزنی روستا	آلومتری مثبت	4147/0	قوی
تراکم غیر وزنی شهر و تراکم غیر وزنی قلل	ایزومتریک	4218/0	قوی
فاصله از ساحل و بارش	آلومتری مثبت	0.4219	قوی
تراکم وزنی شهر و تراکم غیر وزنی روستا	ایزومتریک	4372/0	قوی
تراکم وزنی قلل و بارش	آلومتری مثبت	4654/0	قوی
تراکم وزنی قلل و فاصله از ساحل	آلومتری مثبت	593/0	قوی



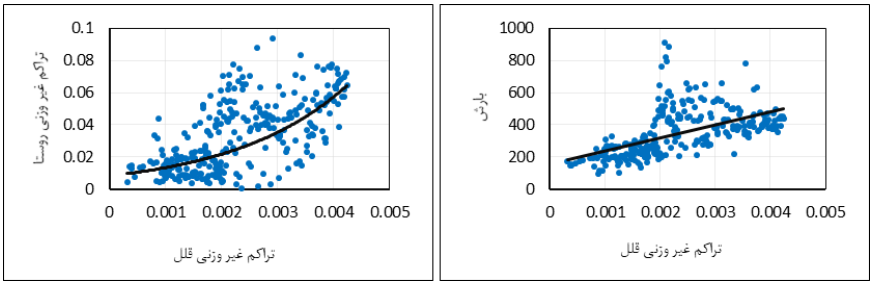
شکل ۳۷: نسبت تراکم غیر وزنی شهر و پارامترهای تراکم وزنی و غیر وزنی قلل و تراکم وزنی و غیر وزنی روستا



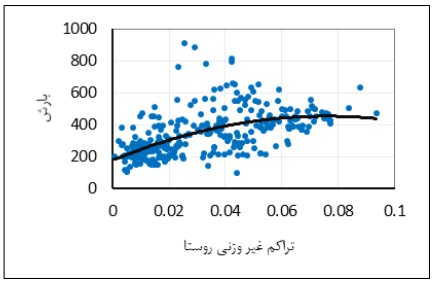
شکل ۳۸: نسبت تراکم وزنی شهر و پارامترهای تراکم وزنی و غیر وزنی قلل و تراکم وزنی و غیر وزنی روستا



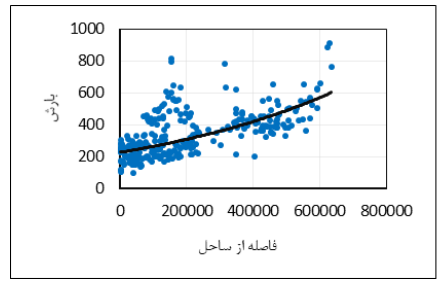
شکل ۳۹: نسبت ارتفاع و پارامترهای تراکم وزنی و غیر وزنی قلل و فاصله از ساحل



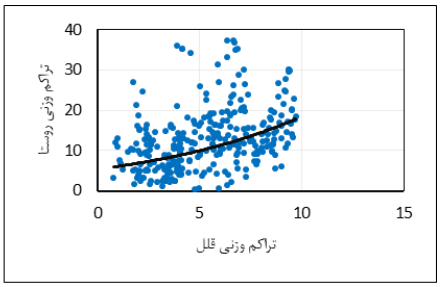
شکل ۴۰: نسبت تراکم غیر وزنی قلل و پارامترهای تراکم غیر وزنی روستا و بارش

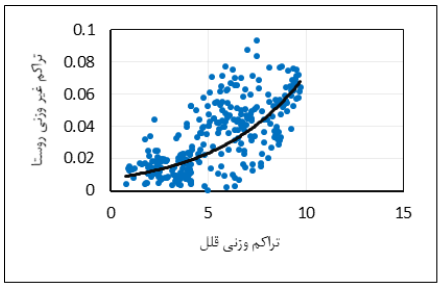


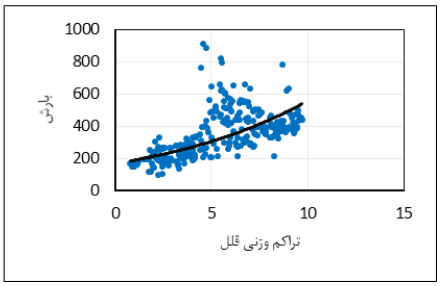
شکل ۴۱: نسبت تراکم غیر وزنی روستا و پارامتر بارش

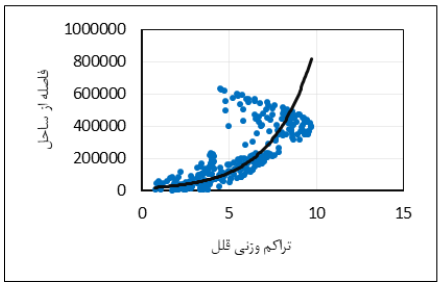


شکل۴۲: نسبت فاصله از ساحل و پارامتر بارش









شکل ۴۳: نسبت تراکم وزنی قلل و پارامترهای تراکم وزنی و غیر وزنی روستا، فاصله از ساحل و بارش

نتیجه‌گیری

در این پژوهش چندین فضای تئوری، از جمله؛ منطق چیدمان پدیده‌ها در فضا، پدیدارشناسی و آلومتری به طور منطقی با یکدیگر تلفیق و ترکیب گردیده و مطالعه‌ای میان رشته‌ای پدید آمده است. شاید بتوان ادعا نمود، با ورود حوزه‌های معرفتی چون چیدمان فضا و پدیدارشناسی و خلق مفاهیم بدیع در ژئومرفولوژی، توانمندی این دانش در تحلیل‌های رفتاری – اجتماعی و تبیین و تحلیل بسیاری از مفاهیم جغرافیای انسانی دوصد چندان شود و چنین توانمندی نه تنها تأکید مضاعفی بر درهم تنیدگی مسائل طبیعی و انسانی است بلکه نقش مکان در رفتار و سبک رخدادهای انسانی و فضایی را برملا می‌کند.

در این پژوهش با تمسک به رویکرد چیدمان فضا و پدیدارشناسی، آلومتری، پسخوراندها و نظریات مبنایی جغرافیایی، فضای ژئودموگرافیک حوضه آبریز خلیج فارس آنالیز و مدل‌سازی مفهومی شده و در تمامی بخش‌ها مـدل‌سازی‌های مفهومـی به سمت مدل‌سازی‌های عددی، ریاضـی و کمی سوق داده شده است تا ارتباط بنیان‌های نظری و معرفتی با مدل‌سازی‌های کمی و ریاضی به خوبی حفظ گردد. بنابراین با اتکاء به چند حوزه معرفتی که در نوع خود رویکرد نوین و خلاقانه‌ای به شمار می‌آید، مدل‌هایی چون روابط فضایی فراکتالی و غیرفراکتالی، فضانما، نسبت‌های آلومتریک – ایزومتریک فضایی ارائه گردیده است.

برای مدل‌کردن روابط فضایی، با انتخاب حالت ارتباطی یک به چند تایی، ارتباط بین یک عنصر مرکزی با عناصر پیرامون آن لحاظ شده است. این مدل بر روی عرصه سرزمینی ایران و همچنین به عنوان نمونه مطالعاتی سه استان ساحلی خلیج فارس که به طور کامل در گستره مطالعاتی واقع شده‌اند، انجام گرفته و فضانمایی از تحلیل هر کدام استخراج گردیده است. برآیند تحلیل فضانماها، انواعی از ارتباطات فضایی؛ از جمله الگوی فراکتالی و سلسله مراتبی، همچنین عمق ارتباط و شدت

و درجه ارتباط است که فاصله و طول بردارها و ضخامت خطوط، آن‌ها را تعیین می‌کند. جهت مدل‌کردن حالت ارتباطی چند تا به چندتا، شهرهای دارای جمعیت بیش از ۱۵۰ هزار نفر در گستره مطالعاتی گزینش شده‌اند. برآیند این مدل اینگونه است که چنانچه عناصر پیرامون به عنصر مرکزی نزدیک‌تر و تفاضل جمعیتی کمتر و جمعیت بیشتری داشته باشد، ارتباطات قوی‌تر است. در تحلیل روابط فضایی، درجه همبستگی و وابستگی مؤلفه‌ها در فضا نیز بررسی شده و در نتیجه مؤلفه‌هایی که ارتباطات قوی‌تری داشته‌اند مشخص شده‌اند. در تحلیل الگوهای فضایی، توزیع فراوانی عناصر ژئومرفیک ارتفاع، شیب، واحدهای ژئومرفیک، حوضه‌های زهکشی، عناصر اقلیمی دما و بارش و طول و عرض جغرافیایی واکاوی و مدل‌های فضایی آنالیز اندازه‌گیری توزیع جغرافیایی بر روی گستره مطالعاتی، تحلیل شده است. به منظور شناخت و تأویل فضا، نسبت‌های فضایی نیز گزینش و ساختار آن در عناصر چیدمان فضای ژئودموگرافیک حوضه آبریز خلیج فارس بررسی شده است. نسبت های آلومتری ایزومتری فضایی بین پارامترهای انتخابی نشان داده است که نسبت عددی همبستگی تراکم وزنی شهر و تراکم وزنی روستا، تراکم وزنی قلل و تراکم غیر وزنی روستا، تراکم غیر وزنی شهر و تراکم غیر وزنی روستا، تراکم غیر وزنی شهر و تراکم غیر وزنی قلل، فاصله از ساحل و بارش، تراکم وزنی شهر و تراکم غیر وزنی روستا و تراکم وزنی قلل و بارش نسبت‌های آلومتریک و ایزومتریک فضایی بالاتر و قوی‌تری داشته‌اند.

فهم چیدمان فضایی سکونتگاه‌ها و قواعد حاکم بر آن و همچنین تدوین الگوی ساختار فضایی سرزمینی، از جمله اهداف راهبردی این پژوهش تعریف شده و برای آن‌که چنین مقصودی حاصل شود با شناسایی و تعیین شاخص‌های مؤثر در ادراک فضا، فضای ژئودموگرافیک در سطوح مختلف، مفهوم‌سازی و مدل‌سازی شده است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که شناخت ساختاری فضا و تدوین الگوی سکونت‌گزینی می‌تواند، بنیان شناخت و ادراک سرزمینی و آمایش بنیادین باشد و هنر و مهارت کشف منطق چیدمان فضا، این امکان را برای ما فراهم می‌آورد که بتوانیم فضاهای با چیدمان مطلوب تدارک کنیم.

کاربردهای نتایج این پژوهش بیشتر معطوف به گزاره‌هایی است که بتواند راهبردهای کلان چیدمان فضای سکونتگاهی و نظام سکونتی در ایران را بر اساس شالوده‌های آمایش بنیادین بیان دارد. بنابراین می‌توان مهم‌ترین آن‌ها را در اظهارات زیر خلاصه نمود:

- این پژوهش می‌تواند ذی‌نفعان کلان کشوری را در تدوین دکترین سکونتگاهی ایران پشتیبانی علمی کند.
- در سیاست‌گذاری وزارت مسکن و شهرسازی در مورد آینده شهرنشینی و نظام سکونتگاهی در ایران اهمیت زیادی دارد.
- می‌توان مدل جدیدی از شهرهای آینده ایران به عنوان عامل تعادل بخش در دستگاه فضای سکونتگاهی ایران ارائه داد.

منابع

- پرتوی، پروین، ۱۳۹۴، پدیدارشناسی مکان، چاپ سوم، نشر متن، فرهنگستان هنر، تهران، ص۲۷۰.
- جمشیدی، محمود، ۱۳۸۲، ملاحظاتی در مورد نظریه تحلیل چیدمان فضا، جستارهای شهرسازی هنر و معماری، شماره ۶، صص ۲۵– ۲۰.
- داداش‌پور، هاشم، آفاق‌پور، آتوسا، رفیعیان، مجتبی، ۱۳۸۹، تحلیل بر سازمان‌یابی فضایی سیستم شهرهای نواحی ساحلی جنوب ایران، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۴، صص ۹۸–۱۳۰.
- *کرم، امیر، رعیتی شوازی، منیره، ۱۳۹۲، آلومتری در ژئومرفولوژی و نقش آن در پایش تغییرات لندفرم ها، دومین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومرفولوژی، ژئومرفولوژی و پایش تغییرات محیطی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.*

- *گلی مختاری، لیلا، ۱۳۹۱، آلومتری در ژئومرفولوژی*، رساله دکتری، استاد راهنما دکتر محمد حسین رامشت، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی.
- محمدیان، عبرت، ۱۳۹۶، نسبی‌گرایی در ژئومورفولوژی شهری مطالعه موردی منطقه شهری اهواز، رساله دکتری، استاد راهنما دکتر محمد حسین رامشت، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی.
- مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، سالنامه آماری ایران، *https://www.amar.org.ir/*
- نعمت‌الهی، فاطمه، رامشت، محمدحسین، المدرسی، سیدعلی، ۱۳۹۷، نگاره‌های ساحلی و قواعد ژئومرفیک سکونتگاهی (مطالعهٔ موردی: ساحل شمالی خلیج فارس)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، دوره ۵۰، شماره ۳، صص ۴۲۳-۴۰۷.
- *Burt, J. E., and G. Barber. 1996. Elementary statistics for geographers. Guilford, New York.*
- *Chang, K.-T. 2018. Introduction to geographic information systems, McGraw-Hill Higher Education Boston. Ninth Edition, P.461.*
- *Chen, Y. 2017. Multi-scaling allometric analysis for urban and regional development. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 465: 673-689.*
- *Church, M. and D. M. Mark 1980. On size and scale in geomorphology. Progress in Physical Geography 4(3): 342-390.*
- *Dara-Abrams, D., et al. 2010. Environmental modeling: Using space syntax in spatial cognition research.*
- *Gould, S. J. 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. Biological Reviews 41(4): 587-638.*
- *Heidegger, Martin, (1962), Being and Time, Translated by John Macquarrie and Edward Robinson, First English edition. New York: Harper, Oxford OX4 IJF, UK.*
- *Hillier, B., Hanson, J. 1984, The Social Logic of Space, Cambridge, Cambridge University Press.*
- *Hillier, B. 2007. Space is the machine: a configurational theory of architecture, Space Syntax. P 380.*
- *Jiang, Bin., et al. 2000. Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces. International Journal of Applied Earth Observation and Geo information 2(3-4): 161-171.*
- *Kuhn, H. W., and R. E. Kuenne 1962. An efficient algorithm for the numerical solution of the Generalized Weber Problem in spatial economics. Journal of Regional Science, 4(2):21–33.*
- *Long, Y., et al. 2007. The Role of Space Syntax in Spatial Cognition. Proceedings of the Sixth International Space Syntax Symposium, Istanbul, Turkey.*
- *Mitchell, Andy, 2005. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2. ESRI Press.*
- *Montello, Daniel R. 2007, The Contribution of Space Syntax to a Comprehensive Theory of Environmental Psychology. 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul. (P. iv 1-12).*
- *Rogowski, A., and J. Goyne. 2002. Dynamic Systems Modeling and Four Dimensional Geographic Information Systems. In K. C. Clarke, B. O. Parks, and M. P. Crane, eds., Geographic Information Systems and Environmental Modeling, pp. 122–59. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.*
- *Ståhle, A., et al. 2005. Place Syntax: Geographic accessibility with axial lines in GIS. Fifth international space syntax symposium, Techne Press.*
- *https://exceliran.com/iran-cities-database/*