آمایش سرزمین
دورهٔ هشتم، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۵
صفحات ۳۶۳ – ۳۳۱

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

تعیین مناطق بهینه به‌منظور توسعهٔ شهرها و شهرک‌های جدید با به‌کارگیری مدل‌های کارآمد (مورد مطالعه: استان تهران)

احمد پوراحمد[۱*]، ابراهیم فرهادی[۲]، رامین قربانی [۲]

۱. استاد، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۲)

چکیده

امروزه یکی از موضوعات حیاتی قرن بیست‌ویکم در ارتباط با پایداری شهر، چگونگی رشد و توسعهٔ شهر در فضاست و بر این مبنا، مدیریت شهری ناگزیر به توسعهٔ برنامه‌ریزی‌شده شهرهاست. کلان‌شهر تهران با رشد روزافزون، گسترش همه‌جانبه و بی‌برنامهٔ کالبدی، ناپایداری را بر پیکرهٔ زیست‌محیطی اطراف خود وارد کرده است. یکی از راهکارهای اندیشیده‌شده در آمایش سرزمین برای تمرکززدایی و بازتوزیع جمعیت و امکانات، توسعهٔ شهرها و احداث شهرک‌های جدید در اطراف مادرشهرها است که باید معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی ـ اقتصادی، کالبدی، فاصلهٔ جغرافیایی و غیره در مطالعات آن لحاظ شود تا به فجایع زیست‌محیطی منجر نشود. روش این پژوهش توصیفی ـ تحلیلی و از نوع کاربردی است که با روش‌های خوشه‌بندی FCM و K-means به بررسی این مهم می‌پردازد. برای سنجش کیفیت محیط زیست و تعیین مکان‌های بهینهٔ توسعهٔ شهرهای جدید در استان تهران سه بُعد پایه (محیط انسان‌ساخت، محیط اجتماعی ـ محیط اقتصادی و محیط طبیعی) با مجموع ۲۲ شاخص به‌کار گرفته است. تحلیل و پردازش این شاخص‌ها در دو محیط نرم‌افزاری Matlab2013 و Arc GIS انجام گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد مناطق شرق و جنوب استان تهران جهت توسعهٔ شهری مطلوب هستند. همچنین، با روش خوشه‌بندی K-means نقشه‌ای تهیه شد که می‌توان به بیان راهبردها و مدیریت یکپارچهٔ مناطق پرداخت.

کلیدواژگان

استان تهران، شهرهای جدید، مناطق بهینه، FCM، K-mean.

---

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: apoura@ut.ac.ir

مقدمه و بیان مسئله

مهم‌ترین مسئله در آمایش سرزمین اتخاذ یک سیاست ملی اسکان جمعیت در سطوح مختلف شهر، روستا و جامعهٔ عشایری کشور است. در واقع، آمایش سرزمین به جمعیت و فضا، مدیریت فضا شامل نظام گره‌ها، شهر و آبادی‌ها، از لحاظ کارکرد، نظام شبکه‌های ترابری میان شهر و روستا و نظام نواحی که مبین کاربرد زمین توسط فعالیت‌های مختلف است، توجه می‌کند. آمایش سرزمین به الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان، یعنی مجموعهٔ ویژگی‌های نظام گره‌ها، شبکه‌ها و ناحیه‌ها می‌پردازد (مهندسین مشاور ستیران، ۱۳۵٤، ص١٤). شهرهای کشورمان به‌طور فزاینده‌ای با رشد شهرنشینی و در پی آن با رشد و توسعهٔ شهر روبه‌رو هستند. در این زمینه کلان‌شهر تهران مثال آشکار این مسئله است که با تمرکز و تراکم جمعیت، کیفیت محیط و زندگی شهری را نه‌تنها در مقیاس محلی ـ منطقه‌ای، بلکه در سطح ملی نیز تحت تأثیر قرار داده است. در کشورهای درحال‌توسعه مانند ایران، در اغلب مدل‌های به‌کارگرفته‌شده برای توسعه نه در نظریه، بلکه در عمل، نوعی جدایی‌نگری و جدایی‌گزینی میان شهر و روستا به‌عنوان کلیت ساختار منطقه و سطح کلان (ملی) در برنامه‌ریزی‌ها وجود داشته است که ناشی از حاکمیت نگرش متمرکزگرایانه، بخشی، بالابه‌پایین و غیردموکراتیک در فرایندهای برنامه‌ریزی بوده است. ایجاد شهرهای جدید شیوه‌ای در برخورد با مشکلات شهری ـ منطقه‌ای و راه‌حلی برای مقابله با بحران شهرنشینی و رهایی از مسائل و مشکلات شهرنشینی قرن حاضر است. در کشور ما گذار از اقتصاد کشاورزی به اقتصاد صنعتی موجب پایه‌گذاری صنایع سنگین و نیمه‌سنگین در مناطق شهری بزرگ و درجهٔ یک و دگرگونی ساختار اقتصادی ـ اجتماعی این شهرها شده است. از این رو، ایجاد شهرهای جدید به‌عنوان جاذب بخشی از جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی و کاهش مشکلات زیست‌محیطی مادرشهرهای اطراف خود اجرا شده‌اند (وارثی و احمدی، ۱۳۹۰، ص۱۵۸). دولت از دههٔ ۱۳٦۰ به تأسیس شهرهای جدید با هدف جذب سرریز جمعیت، کاهش بار اقتصادی کلان‌شهرها، جلوگیری از رشد بی‌رویهٔ شهرهای بزرگ، کاهش بهای تمام‌شدهٔ واحدهای مسکونی، توزیع بهینهٔ جمعیت و جز آن اقدام کرد. در این زمینه شهرهای جدید متعددی از جمله ٤ شهر جدید اندیشه،

پردیس، پرند و هشتگرد در اطراف تهران مکان‌یابی و احداث شد (خزاعی نژاد و سیف‌الدینی، ۱۳۹۱، ص۷٦). به استناد مادهٔ هفت قانون تغییر نام مکان‌یابی سایت شهر جدید، فرایند برنامه‌ریزی شهرهای جدید به شورای عالی شهرسازی و معماری ایران پیشنهاد می‌شود و وزارت مسکن (راه) و شهرسازی آن را تصویب می‌کند. پس از تأیید ضرورت و مکان احداث هر شهر جدیدی، براساس اساسنامهٔ شرکت عمران شهرهای جدید و زیر نظر همین ارگان «شرکت عمران شهر جدید» برای عملیات احداث آن تأسیس می‌شود که تولیت همهٔ امور مربوطه را بر عهده خواهد داشت. با توجه به شواهد و مطالعات انجام‌گرفته، در ایران مطالعات مکان‌یابی شهرهای جدید پس از انجام‌دادن مطالعات طرح جامع ناحیه‌ای یا ناحیهٔ شهری انجام می‌گیرد (زیاری، ۱۳۹۰، ص۱۰۸ ـ ۱۰٤). با توجه به اینکه شاخص‌های مهم مکان‌یابی شهر جدید عبارت‌اند از شاخص‌های فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، منابع محلی، محیط زیست و غیره و با عنایت به حادثه‌خیزبودن ایران به لحاظ طبیعی و فقدان مطالعات موردی مربوط به شاخص‌های فیزیکی و زیست‌محیطی طبیعی، توجه به ابعاد مکان‌گزینی این شهرها بر مبنای عناصر پیش‌گفته اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (کلانتری خلیل‌آباد و اسکندری نوده، ۱۳۸۷، ص۱٦۷ ـ ۱٦٦). بنابراین، هدف پژوهش حاضر تعیین مناطق بهینه و مکان‌یابی شهرهای جدید به استناد مواد ۷ و ٤ اساسنامهٔ (مکان‌یابی، عملیات آماده‌سازی و مدیریت احداث) قانون شهرهای جدید ۱۳٦٤/۱۲/۲۰ با درنظرگرفتن الزامات و شاخص‌های مکان‌یابی شهرهای جدید استان تهران با تأکید بر اصول آمایشی و زیست‌محیطی به‌منظور طرح و پاسخگویی به پرسش‌های ذیل است.

کدام مناطق از استان تهران برای ایجاد و توسعهٔ شهرهای جدید مناسب است؟ مهم‌ترین شاخص‌های مکان‌یابی محلی، منطقه‌ای و ملی اثرگذار بر ایجاد شهرهای جدید در استان تهران کدامند؟ و آیا می‌توان راهبردها و مدیریت یکپارچهٔ فضایی ـ درون‌منطقه‌ای در استان تهران دست یافت؟

مبانی نظری

انواع رشد شهری

شهرها اندام‌واره‌هایی زنده‌اند که پس از پیدایش تحت تأثیر عوامل متعـدد در بسـتر زمـان و مکـان رشد می‌کنند (عزیزپور و همکاران، ۱۳۸۸، ص۱۰۸). در بررسی فراینـد توسـعهٔ کالبـدی- فضـایی شهر تقسیم‌های مختلفی از انواع توسعهٔ شهری بیان شده است، در این میان، دو نـوع تقسـیم‌بنـدی بیشتر موردقبول صاحب‌نظران است: ۱. رشد شهر مطابق با منشأ؛ ۲. رشـد شـهر مطـابق بـا جهـت (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱، ص۵۷). رشد شهرها مطابق با منشأ در دو طبقـه تقسـیم مـی‌شـود: ۱. رشد طبیعی؛ ۲. رشد برنامه‌ریزی‌شده (شمس و حجـی ملایـری، ۱۳۸۸، ص۲۷). رشـد شـهرها براساس جهت و مسیر گسترش نیز به دو صورت ز انجام می‌گیرد: ۱. رشد افقی؛ ۲. رشد عمـودی (زیاری، ۱۳۸۸، ص۵۵). بیشتر شهرها در گذشته به‌طور طبیعی رشد کرده‌اند، یعنی رشد شهر بدون برنامه‌ریزی آتی و به‌طور اتفاقی صورت پذیرفته اسـت. در رشـد طبیعـی شـهر سیسـتم جـاده‌ای، پارک‌ها، مدارس، واحدهای صنعتی، مراکز تجاری، بیمارستان‌ها و زمین‌هـای بـازی و غیـره بـدون نظم و ملاحظات توسعهٔ آتی شهر ایجاد می‌شـوند (سـجادزاده و رحمتـی، ۱۳۹۳، ص٤۹)؛ امـا در رشد برنامه‌ریزی‌شده که در کشور ما طبق طرح جامع صورت می‌گیرد، نحوهٔ به‌کارگیری اراضـی و منطقه‌بندی مربوط به حوزه‌هـای مسـکونی، صـنعتی، بازرگـانی، اداری و کشـاورزی، تأسیسـات و تجهیزات، تسهیلات، نیازمندی‌های عمومی شهری، خطوط کلی ارتباطی و غیره با همـهٔ ضـوابط و مقررات مربوط به همهٔ موارد یادشده و همچنین ضوابط مربوط به حفظ منـابع طبیعـی و تـاریخی، تهیه و تنظیم می‌شود (حجتی اشرفی، ۱۳۷۰، ص۲۰٤). با اینکه طرح‌های جامع در ایران بـا هـدف زمینه‌سازی رشد کالبدی موزون شهرها تدوین می‌شوند، نه‌تنها انرژی و هزینه‌هـای بسـیاری را بـر اقتصاد شهری تحمیل می‌کنند، بلکه عمده‌ای از اهداف آن‌ها هرگز محقق نمـی‌شـوند (حسـین‌زاده دلیر و همکاران، ۱۳۸۹، ص۱۷٤). بر همین اساس امروزه طرح‌های استراتژی توسعهٔ شهری[1] مورد

1. City development strategy

توجه قرار گرفته است، این رویکرد راهبردی است که هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای جهان و به‌خصوص کشورهای درحال‌توسعه با استقبال مواجه شده است. در حالی که طرح‌های جامع و تفصیلی که سند توسعهٔ شهر در کشور ما محسوب می‌شوند، بیشتر نقش بازدارنده دارند و نقش هدایت‌کنندگی آن‌ها بسیار کمرنگ است، اما طرح‌های استراتژیک می‌توانند شهرداری‌ها و نهادهای مردمی را از حالت انفعال بیرون آورند و به آن‌ها نقشی فعال و هدفمند در جهت توسعهٔ شهر اعطا کنند (کاردار و همکاران، ۱۳۸۸، ص۱۸۳). استراتژی‌های توسعهٔ شهری بر اساسی بنیاد نهاده شده است که مسیر توسعهٔ شهر می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی توسط مداخلات راهبردی بخش عمومی، خصوصی و جامعه مدنی دارای مکان‌گزینی و زمان‌بندی مناسب دگرگون شود (Cities Alliance, 2006, p.3). به‌طور کلی، برخلاف طرح‌های جامع که بیشتر تأکید بر کاربری زمین و میزان سرانه‌ها بود، در رویکرد طرح‌های استراتژی توسعهٔ شهری تا حد زیادی بر مسائل اقتصادی و اجتماعی شهر منعطف تأکید شده است و می‌توان ادعا کرد متأسفانه در این طرح‌ها توجه شایسته‌ای به بعد کالبدی- فضایی شهر نشده است (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱، ص۵۸).

گسترش افقی شهر

گسترش افقی شهر که از آن با اصطلاح «رشد اسپرال» یاد می‌شود، از اواسط قرن بیستم زمانی که بر اثر استفادهٔ بی‌رویه از اتومبیل شخصی و توسعهٔ سیستم بزرگراه‌ها، بسط فضای شهری در آمریکا رونق گرفت، وارد متون نظری شهری جهان شد (Hess, 2001, p.4). با بروز این پدیده در سراسر جهان، تعریف‌های زیادی از آن بیان شد که وجوه مشترکی دارند، برای مثال، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)؛ ساختار شهر گسترده را با مشخصه‌هایی شامل تراکم پایین و محدوده‌های وسیع جداشده برای کاربری‌های مسکونی و صنعتی یا تجاری با وابستگی بالا به تردد سواره مشخص می‌کند (EPA, 2001). در تعریف دیگری «پراکنش افقی» الگویی نسبتاً جدیدی در سکونتگاه‌های انسانی معرفی شده است که بر اثر گردهم‌آمدن اتفاقی مساکن با تراکم کم و

توسعه‌های نواری‌شکل تجاری ایجاد شده و معلول کاربرد وسیع اتومبیل است (Ewing, 1997, p.107). همچنین، اسپرال[1] یا پراکنش افقی به‌معنای رشد سریع و پراکندهٔ نواحی متروپل و شهرهای کوچک است که در برخی موارد تا نواحی روستایی کشیده شده است (عباس‌زاده، ۱۳۸۵، ص۱۹). بنابراین، در مجموع رشد افقی شهر نوعی پراکندگی شهری و افزایش مفرط زمین شهری به‌شمار می‌رود که باعث کاهش تراکم جمعیت، افزایش سهم فضاهای باز و بلااستفاده و در نتیجه، گسستگی بخش‌های شهری و جدایی گزینی فضایی و اکولوژیکی می‌شود (تقوایی و سرایی، ۱۳۸۳، ص۱۳٤).

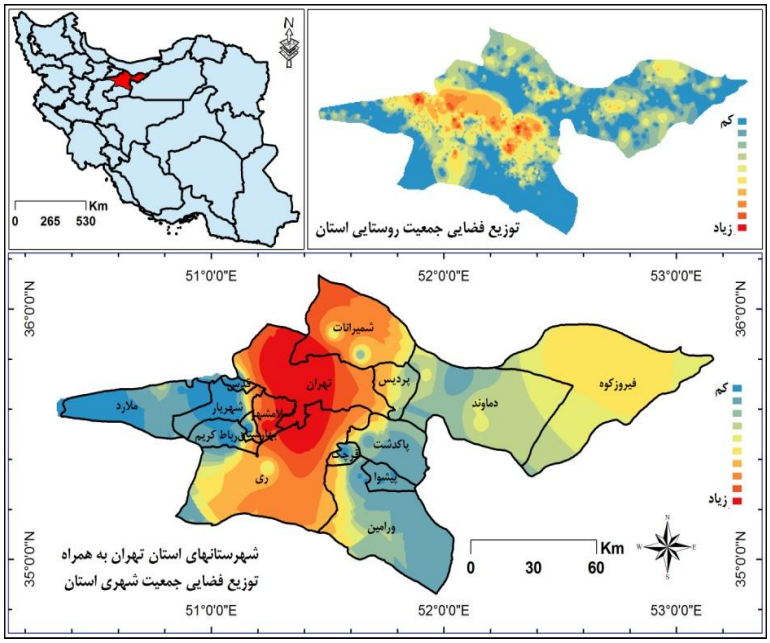
توسعهٔ فشردهٔ شهر

توسعهٔ کم تراکم و پراکندهٔ مناطق شهری، به لحاظ آثار متعدد و مخرّب بر محیط زیست و نواحی شهری، صدمات زیادی بر پیکرهٔ شهرها وارد کرده و می‌کند. به‌طوری‌که امروزه اتفاق‌نظر وجود دارد که ساماندهی کالبد شهرها باید براساس چارچوب توسعهٔ پایدار شهری انجام گیرد و تحقیقات انجام‌گرفته در سطح جهانی نشان می‌دهد رویکرد شهر فشرده به اهداف توسعهٔ پایدار نزدیک‌تر است (مثنوی، ۱۳۸۲، ص۹۱). این الگوی شکل شهر که به‌طور کامل متضاد با شکل پراکنش افقی شهر است و در مقابل آن قرار می‌گیرد یکی از اصول مرتبط با رشد هوشمند شهری است، که به اصول توسعه و عملیات برنامه‌ریزی‌شده و مرتبط با الگوی کاربری زمین و حمل‌ونقل اشاره می‌کند و در نهایت، به الگوی توسعهٔ گسترش عمودی و فشردگی در شهر می‌شود که سطوح کمتری از زمین را اشغال می‌کند و با اعمال شیوه‌های متفاوت حمل‌ونقل، باعث کاهش سفرها و ترافیک می‌شود (رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۵، ص۱۱۲). به‌طور کل الگوی شهر فشرده ایده‌ای است که بر افزایش تراکم شهری و به‌کارگیری آن در ساماندهی شهری تأکید می‌کند و سعی دارد با تحول در عناصر فرم کالبدی شهر، زمینهٔ پایداری بیشتر آن را فراهم کند (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲، ص۹۲).

1. Sprawl

محدودهٔ مورد مطالعه

استان تهران در غرب منطقهٔ دشت کویر و در دامنه‌های جنوبی البرز واقع شده است. این استان با وسعتی بیش از ۱۳٫٦ هزار کیلومتر مربع بین ۳٤ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳٦ درجه و ۷ دقیقهٔ عرض شمالی، و ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۹ دقیقهٔ طول شرقی قرار دارد. استان تهران از شمال به استان مازندران، از مشرق به استان سمنان و از جنوب شرقی به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی و از مغرب به استان البرز محدود است.



شکل ۱. موقعیت محدودهٔ جغرافیایی مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۵)

در سال ۱۳۹۱ استان تهران ۱٦ شهرستان، ۳۳ بخش، ٤٤ شهر، ۷۱ دهستان و ۱۰۲٦ آبادی داشته است. براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در آبان ۱۳۹۰، جمعیت استان تهران برابر با ۱۲۱۸۳۳۹۱ نفر بوده (۵۰٫٤ درصد مرد و ٤۹٫٦ درصد زن) که در مقایسه با سرشماری عمومی نفوس و مسکن آبان ۱۳۸۵ متوسط رشد سالانهٔ جمعیت معادل ۱٫٤٤ درصد بوده است. در

سرشماری سال ۱۳۹۰ تعداد ۳۷۳۲۱۹۰ خانوار در استان وجود داشته است که از این تعداد ۹۳٫۷ درصد در نقاط شهری و ٦٫۳ درصد در نقاط روستایی ساکن بوده‌اند. نسبت جنسی در استان برابر ۱۰۲ است، به‌عبارتی، در برابر هر ۱۰۰ نفر زن، ۱۰۲ نفر مرد وجود داشته است. این نسبت در نقاط شهری ۱۰۱ و در نقاط روستایی ۱۱۵ بوده است. بعد خانوار (متوسط تعداد افراد خانوار) استان ۳٫۲٦ می‌باشد که در نقاط شهری ۳٫۲۳ و در نقاط روستایی ۳٫۷۳ بوده است. استان تهران با تراکم ۸۹۰ نفر در کیلومتر مربع، متراکم‌ترین استان کشور در سال ۱۳۹۰ بوده است (سالنامهٔ آماری استان تهران، گزیدهٔ اطلاعات، ۱۳۹۱).

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و توسعه‌ای، و از لحاظ روش انجام‌دادن تحقیق، توصیفی ـ تحلیلی است. برای انجام‌دادن این مقاله و تعیین مناطق بهینهٔ مکانی از سه بُعد کلی محیط انسان‌ساخت، محیط اجتماعی ـ اقتصادی و محیط طبیعی با مجموع ۲۲ شاخص به‌کار گرفته شده است. برای تهیهٔ اطلاعات مربوط به هر یک از شاخص‌ها از ۲ منبع اطلاعاتی بهره گرفته‌ایم. در بخش نخست، برای تهیهٔ اطلاعات توصیفی و برخی آمار و ارقام، روش اسنادی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و به‌کارگیری سالنامه‌های آماری و داده‌های مرکز آمار و سایر سازمان‌ها به‌کار گرفته شده است. در بخش دوم، برای تکمیل اطلاعات، لایه‌های اطلاعاتی استان که مربوط به سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به‌کار گرفته شده است. در این مرحله به‌منظور تعیین مکان‌های بهینه، لایه‌ها پس از تبدیل و تغییر در نرم‌افزار Arc GIS و پردازش در برنامهٔ Notepad به محیط نرم‌افزاری Matlab R2013a انتقال داده شد و دستورهای خوشه‌بندی فازی FCM و K-means اجرا شد و پس از تعیین مقدار K میانگین مجموعه با صفت مشخص (حداکثر شباهت ـ حداکثر تفاوت)؛ و تعیین درجهٔ عضویت هر یک از مقادیر خوشه‌ها (۰ تا ۱) ۸ (کلاس) منطقهٔ همگن مشخص شد، مقادیر اختصاص‌یافته به هر یک از اندازهٔ سلول‌ها به‌منظور صحیح‌سازی عددی به محیط نرم‌افزاری Excel انتقال داده شد و پس از انجام‌دادن محاسبات، تبدیل و تغییر در برنامهٔ Notepad، مقادیر مجدداً به محیط GIS انتقال یافتند و همهٔ لایه‌ها با به‌کارگیری تکنیک Fuzzy Overlay روی‌هم‌گذاری شدند

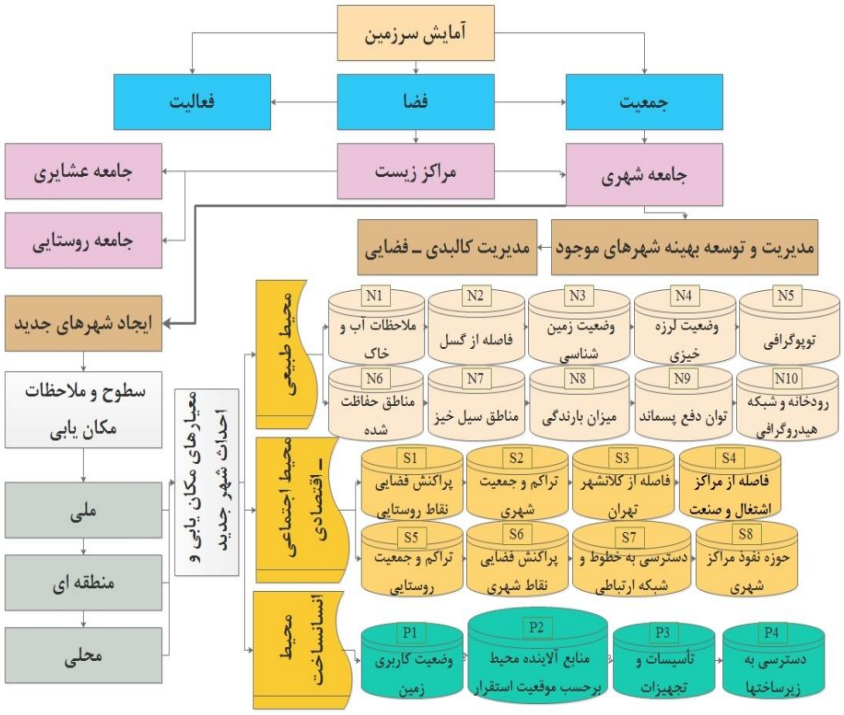
و نقشهٔ نهایی تهیه شد تا در نهایت، خروجی را به صورت نقشهٔ نهایی در قالب ٤ منطقهٔ همگن در قالب تکنیک K-means به‌منظور برنامه‌ریزی راهبردی توسعهٔ فضایی و شهری نمایش دهیم.

یافته‌های تحقیق

شاخص‌های تحقیق و روش به‌کارگرفته‌شده

در اکثر مطالعات برنامه‌ریزی منطقه‌ای (اعم از شهری و روستایی) با گونه‌ای از مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مواجهیم که در بیشتر موارد نیز از نوع روش‌های MADM هستند. در این تصمیم‌گیری‌ها به‌جای به‌کارگیری یک معیار سنجش بهینگی چندین معیار سنجش ممکن است، به‌کار گرفته شده است. بدین ترتیب ماتریس تصمیم‌گیری در این‌گونه برنامه‌ریزی‌ها شامل مناطق مختلف یا واحدهای برنامه‌ریزی به‌عنوان گزینه‌ها، و شاخص‌ها یا عوامل دخیل در برنامه‌ریزی به‌عنوان معیارها خواهد بود. از جمله مطالعات مقدماتی در برنامه‌ریزی توسعه، شناخت اولیه و ارزیابی علمی وضعیت موجود مناطق و واحدهای برنامه‌ریزی (و به‌عبارت‌دیگر واحدهای تصمیم‌گیری) است که در قالب اندازه‌گیری و تعیین درجهٔ توسعه‌یافتگی واحدها یا مناطق مورد مطالعه انجام می‌گیرند (امینی فسخودی، ١٣٨٤، ص٤٠). گرچه در سال‌های اخیر روش‌های غیرآماری MADM از قبیل AHP یا روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی نیز از سوی برخی محققان این رشته‌ها به‌کار گرفته شده است، ولی مبنای کار در این‌گونه مطالعات ماتریس تصمیم‌گیری فوق و روش‌های به‌کارگرفته‌شده نیز به‌طور عام روش‌های چندمتغیرهٔ آماری نظیر تحلیل عوامل، تجزیهٔ کلاستر، تحلیل ممیزی و به‌ویژه روش آنالیز تاکسونومی است. علاوه بر آنکه این روش‌ها از قابلیت به‌کارگیری داده‌های نادقیق و معیارها، شاخص‌ها و مفاهیم نادرست تعریف از قبیل هنجارها و ارزش‌ها که اغلب سهم و نقش تعیین‌کننده و غیرقابل‌اغماضی در رابطه با جنبه‌های کیفی و انسانی توسعه دارند و از طرفی صریحاً قابل تعریف و دقیقاً قابل سنجش و اندازه‌گیری نیز نمی‌باشند، برخوردار نیستند، به‌دلیل ماهیت آماری و مبنای احتمالاتی خود نیز متکی به حجم نمونهٔ به اندازهٔ کافی بزرگ بوده، در نتیجه قادر به ارزیابی مستقل از یکدیگر مناطق برنامه‌ریزی و واحدهای تصمیم‌گیری (تحلیل جداگانهٔ تک‌تک واحدها) نیز نمی‌باشند. ابهام و عدم قطعیت ذاتی

حاکم بر علوم انسانی به‌طورکلی و به‌ویژه محیط‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری، نیازمند روش‌هایی است که امکان بررسی و صورت‌بندی ریاضی مفاهیم نادقیق و ناخوش تعریف این علوم را فراهم کنند. نظریهٔ مجموعه‌های فازی و منطق فازی، به‌عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل‌سازی و صورت‌بندی ریاضی ابهام و بی‌دقتی موجود در فرایندهای شناختی انسانی، ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی برای این منظور به‌شمار می‌روند. این نظریه که نخستین‌بار توسط پرفسور زاده دانشمند ایرانی‌الاصل دانشگاه کالیفرنیا در سال ۱۹٦۵ مطرح شد، حوزه‌های بسیاری از علوم مختلف مانند طبیعی، زیستی، علوم اجتماعی، مهندسی، علوم کامپیوتر، علوم سیستمی و همچنین، مدیریت، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری را فراگرفته است (Klir & Folger, 1988). منطق فازی به‌علت توانایی رقابت با هوشمندی انسانی و رهیافت نظام‌مند خود در بررسی شرایط و موقعیت‌های مبهم که ریاضیات متعارف کارایی زیادی ندارد، ابزار تکنیکی طبیعی را برای ارزیابی پدیده‌ها و امور فراهم کرده است (Andriantiatsaholiniaina & Kouikoglou, 2004). خوشه‌بندی به عمل تقسیم جمعیت ناهمگن به تعدادی از زیرمجموعه‌ها یا گروه‌های همگن گفته می‌شود. در دسته‌بندی هر داده به دسته‌ای ازپیش‌تعیین‌شده براساس دانش قبلی اختصاص می‌یابد اما در خوشه‌بندی هیچ دستهٔ ازپیش‌تعیین‌شده‌ای وجود ندارد. در واقع، خوشه‌بندی راهی برای یافتن ساختار داده‌های پیچیده فراهم می‌کند (بهرامی زنوز، ۱۳۹۰، ص۷). به همین دلیل در این تحقیق روش خوشه‌بندی برای گروه‌بندی مناطق بهینه با توجه به نوع لایه‌ها و داده‌های اطلاعاتی به‌کار گرفته شده است. به‌منظور شاخص‌سازی و خوشه‌بندی داده‌ها بیش از ۵۰ متغیر در قالب ۲۲ شاخص در رابطه با جنبه‌های مختلف برنامه‌ریزی انتخاب و داده‌های مربوط به آن‌ها از طریق لایه‌های Shape file استان، آمارنامه‌ها و سالنامه‌های آماری از سازمان‌ها و اداره‌ها مختلف جمع‌آوری و پردازش‌های بعدی به محیط Arc GIS وارد شد. شکل ۲ فهرست شاخص‌های تحقیق را همراه با دسته‌بندی اولیه آن‌ها در قالب ۳ شاخص اولیهٔ پایه نشان می‌دهد.



شکل ۲. چارچوب نگرش به موضوع و شاخص‌های تعیین مناطق بهینه به‌منظور توسعهٔ شهرها و شهرک‌های جدید (نگارندگان، ۱۳۹۵؛ زیاری، ۱۳۹٤؛ بهرام سلطانی، ۱۳۹٤)

جدول ۱. شاخص‌های مکان‌یابی و عوامل اثرگذار در احداث شهرهای جدید در پژوهش‌های پیشین

محیط طبیعی		
شاخص	منبع	N
ملاحظات آب‌وخاک	مخدوم، ۱۳٦۸؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳؛ رفیعیان و محمودی، ۱۳۹۳؛ منوری و صالحی، ۱۳۸۵	N۱
فاصله از گسل	نیتی، ۱۳۷۹؛ نگارش، ۱۳۸۲؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳؛ عزیزی، ۱۳۹۰؛ منوری و صالحی، ۱۳۸۵	N۲
وضعیت زمین‌شناسی	موسوی و همکاران، ۱۳۸۹؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۲؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳	N۳
وضعیت لرزه‌خیزی	منوری، ۱۳۷۳؛ نیتی، ۱۳۷۹؛ روستایی و همکاران، ۱۳۹۳؛ جعفری و حبیب‌پور، ۱۳۸۷، منوری و صالحی، ۱۳۸۵	N٤

ادامهٔ جدول ۱. شاخص‌های مکان‌یابی و عوامل اثرگذار در احداث شهرهای جدید در پژوهش‌های پیشین

محیط طبیعی		
شاخص	منبع	N
توپوگرافی	رنجبر و زیدی، ۱۳۸۷، عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲، گنجائیان و کردستانی، ۱۳۹٤، سازمان جغرافیایی نیروی مسلح، ۱۳۷٦	N٥
مناطق حفاظت‌شده	منوری، ۱۳۷۳، نیتی؛ ۱۳۷۹، زیاری، ۱۳۸۳؛ نصراللهی و صالحی قهفرخی، ۱۳۹۱؛ زالی و همکاران، ۱۳۹۲	N٦
مناطق سیل‌خیز	نیتی، ۱۳۷۹؛ رجائی، ۱۳۸۷؛ علمی، ۱۳۹۲؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳	N۷
میزان بارندگی	سلطانی، ۱۳۷۲؛ Badri et al., 1995؛ نیتی، ۱۳۷۹؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۵؛ محمدزاده، ۱۳۸٦	N۸
توان دفع پسماند	منوری، ۱۳۷۳؛ زیاری، ۱۳۸۳، فیروزبخت و همکاران، ۱۳۹۱؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳؛ طیبه و همکاران، ۱۳۹۳	N۹
رودخانه و شبکه هیدروگرافی	گودرزی، ۱۳۷۲؛ قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰؛ آفریده و همکاران، ۱۳۹۳؛ منوری و صالحی، ۱۳۸۵؛ زمردیان، ۱۳۸۷	N۱۰
محیط اجتماعی ـ اقتصادی		
شاخص	منبع	S
پراکنش فضایی نقاط روستایی	شکوهی و قرخلو، ۱۳۹۱؛ قنواتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ رفیعیان و محمودی، ۱۳۹۳	S۱
تراکم و جمعیت شهری	زیاری، ۱۳۸۳؛ بهرامی و امین‌زاده، ۱۳۸۹؛ قرخلو و زنگنه شهرکی، ۱۳۸۸؛ رفیعیان و محمودی، ۱۳۹۳	S۲
فاصله از مادرشهر	زیاری، ۱۳۸۳؛ قنواتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ خلیل‌آباد کلانتری، ۱۳۸۷؛ سرور و یحیی‌پور، ۱۳۹۱	S۳
فاصله از مراکز اشتغال و صنعت	زیاری، ۱۳۸۳؛ Blair & Premus, 1987؛ قنواتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ مسعودی‌راد و سجادیان، ۱۳۸۸؛ رفیعیان و محمودی، ۱۳۹۳	S٤
تراکم و جمعیت روستایی	زیاری، ۱۳۸۳؛ قربانی و سلیمان‌زاده، ۱۳۸۹؛ دارابی و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰؛ خلیل‌آباد کلانتری، ۱۳۸۷؛ مصطفوی و طلاچیان، ۱۳۸۸	S٥
پراکنش فضایی نقاط شهری	زیاری، ۱۳۸۳؛ نظریان و همکاران، ۱۳۸۵؛ قنواتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Yang & Lee, 1997؛ خلیل‌آباد کلانتری، ۱۳۸۷	S٦
دسترسی به شبکه و خطوط ارتباطی	نصیری و ناصر مقبل، ۱۳۹۳؛ Dhingr et al., 2009؛ بردبار، ۱۳۸۸؛ خلیل‌آباد کلانتری، ۱۳۸۷	S۷

ادامهٔ جدول ۱. شاخص‌های مکان‌یابی و عوامل اثرگذار در احداث شهرهای جدید در پژوهش‌های پیشین

محیط طبیعی		
شاخص	**منبع**	**N**
حوزهٔ نفوذ مراکز شهری	علی‌بابایی و همکاران، ۱۳۸۱؛ زیاری، ۱۳۸۳، یزدان‌پناه شاه‌آبادی، ۱۳۹۰؛ دلیر و پورمحمدی، ۱۳۹۱	S۸
محیط انسان‌ساخت		
شاخص	**منبع**	**P**
وضعیت کاربری زمین	زیاری، ۱۳۸۳؛ Frenkel, 2001؛ مرصوصی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بهرام سلطانی، ۱۳۹٤	P۱
منابع آلایندهٔ محیط برحسب موقعیت استقرار	منوری، ۱۳۸۵؛ نصراللهی و صالحی قهفرخی، ۱۳۹۱؛ رفیعیان و محمودی، ۱۳۹۳	P۲
تأسیسات و تجهیزات	Mazzarol & Choo, 2003؛ زبردست، ۱۳۷۸؛ زیاری، ۱۳۸۳؛ Jungthirapanich & Colin, 1995	P۳
دسترسی به زیرساخت‌ها	رویانیان، ۱۳۷۲؛ Karakaya & Canel, 1998؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۵	P٤

خوشه‌بندی فازی (FCM)

هدف از خوشه‌بندی، تقسیم داده‌ها به مجموعه‌ای از دسته‌ها است که در آن هر دسته شباهت و نزدیکی بیشتری در مقایسه با داده‌های سایر دسته‌ها به هم دارند. الگوریتم‌های مختلفی برای خوشه‌بندی ارائه شده است که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به روش ابتکاری، سلسله‌مراتبی و خوشه‌بندی به روش افرازکردن اشاره کرد. الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی، روش‌های افرازکننده هستند که برای تخصیص داده‌ها به مجموعه‌ای از خوشه‌ها به‌کار گرفته می‌شوند. در این الگوریتم‌ها با به‌کارگیری یک تابع هدف که به‌عنوان شاخص ارزیابی به‌کار گرفته می‌شود، داده‌های موجود به‌طور بهینه خوشه‌بندی می‌شوند (Afrakhte & Bostani Amlashi, 2010, p.211). در این تحقیق، روش خوشه‌بندی فازی[1] به‌وسیلهٔ برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب[2] اجرا شد. به‌دلیل اینکه ورودی این

1. Fuzzy C-means Clustering
2. Matlab

مدل حداقل باید دو پارامتر باشد، پارامتر داده‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مختلف تعیین مناطق بهینه به‌منظور توسعهٔ شهرها و شهرک‌های جدید، در سه شاخص کلی با بیش از ۲۲ گویه (زیرشاخص) به‌کار گرفته شد. در ادامه الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی ارائه شده است. الگوریتم FCM توسط دان[1] (۱۹۷٤) و بزدک (۱۹۸۱) مطرح شد. به‌منظور بیان روش خوشه‌بندی فازی (FCM)، مجموعه‌ای از داده‌های $U = [\mu^*]C.n$ مدنظر قرار می‌گیرد. هدف خوشه‌بندی فازی، دسته‌بندی داده‌ها به تعداد (C) خوشه است و به‌صورت ماتریس $\{X_1, \dots, X_n\}$ که در آن μ_{ik} درجهٔ عضویت و تعلق داده k به خوشه Cام است، که به شرح زیر مدل می‌شود:

$$0 \leq \mu_{ik} \leq 1 \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{c} \mu_{ik} = 1 \qquad (2)$$

$$0 < \sum_{k=1}^{n} \mu_{ik} \leq n \qquad (3)$$

K=1,2,…, ,…, n i=1,2,…, c

در روابط یادشده، i تعداد خوشه‌ها و K تعداد داده‌ها است. از طرف دیگر، می‌توان نشان داد با کمینه‌کردن تابع هدف زیر، داده‌های موجود در هر خوشه نسبت به داده‌های موجود در خوشه‌های دیگر از شباهت بیشتر برخوردار خواهند بود.

$$J(P) = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{c} [\mu_{ik}]^m \|X_k - V_i\|^2 \qquad (4)$$

در رابطه فوق، m عددی بزرگتر از یک است که میزان درجهٔ عضویت را کنترل می‌کند، X_k بردار داده‌ها، V_i مرکز خوشه iام و $\|X_k - V_i\|^2$ نیز فاصلهٔ اقلیدسی بین داده‌ها و مراکز خوشه‌ها است. در مباحث خوشه‌بندی داده‌ها، شاخص‌های بیان می‌شود که غالباً مبنا مراکز خوشه‌ها هستند. برای کمینه‌کردن رابطهٔ ٤، باید همواره رابطه‌های ۵ و ٦ در تکرارهای مختلف به هنگام شوند.

1. Dunn & Bezdek

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} [\mu_{ik}] X_k^m}{\sum_{k=1}^{n} [\mu_{ik}]^m} \qquad (۵)$$

$$\mu_{ik}^{(t+1)} = \left[\sum_{j=k}^{c} \left(\frac{\left\| X_k - V_i^{(t)} \right\|^2}{\left\| X_k - V_j^{(t)} \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1} \qquad (٦)$$

در روابط فوق $\mu_{ik}^{(t+1)}$ درجهٔ عضویت داده Kام از دستهٔ Cام در تکرار (t+1)ام است. اجرای الگوریتم پیشنهادی مراحلی به شرح زیر دارد:

قدم اول: مقدار t را برابر صفر در نظر گرفته و یک کد اولیه $P^{(0)}$ ایجاد شد.

قدم دوم: در هر تکرار، مراکز خوشه‌ها را با به‌کارگیری رابطهٔ ۵ محاسبه کرده و یک مقدار برای m انتخاب می‌کنیم.

قدم سوم: $\mu_{ik}^{(t+1)}$ را با به‌کارگیری رابطهٔ ٦ محاسبه و کد اولیه را در تکرار (t+1)ام به‌هنگام شد (جهانبخش و همکاران، ۱۳۹۳، ص۸۸ ـ ۸۹). در نهایت، نقشهٔ خوشه‌بندی مکان‌های بهینه به‌منظور توسعهٔ شهری بر روی نقشهٔ استان، به‌منظور مقایسهٔ لایه‌ها ترسیم شد. بدیهی است چارچوب جامع مدل‌های خوشه‌بندی C-means، زمینهٔ لازم برای تحلیل خوشه‌ای سایر ورودی‌ها اعم از قطعی یا فازی را فراهم می‌کند (میرفخرالدینی و همکاران، ۱۳۹۱، ص٦۸).

روش k-means

الگوریتم k-mean یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی است. حرف k که در اسم این الگوریتم وجود دارد، به این واقعیت اشاره می‌کند که هدف این الگوریتم پیداکردن تعداد ثابتی از خوشه‌ها براساس نزدیکی نقاط داده‌ها به هم است. الگوریتم k-mean به شرح زیر است:

۱. انتخاب K داده به‌عنوان مرکز خوشه؛

۲. تعیین فواصل بقیهٔ داده‌ها با مرکز خوشه‌ها؛

۳. قرارگیری داده‌هایی که به مرکز هر خوشه نزدیک‌ترند در آن خوشه؛

٤. محاسبهٔ میانگین هر خوشه به‌عنوان مرکز جدید خوشه؛

۵. تکرار مرحلهٔ دوم تا چهارم تا رسیدن با عدم‌تغییر در خوشه‌ها.

روش خوشه‌بندی K-mean به عواملی مانند تعداد خوشه و روش تعیین فاصلهٔ بین خوشه‌ها بستگی دارد. یکی از مهم‌ترین مسائل در خوشه‌بندی انتخاب تعداد خوشه‌های مناسب است. تعداد خوشه‌ای مناسب است که:

۱. **تراکم**: نمونه‌های موجود در یک خوشه تا حد امکان شبیه به یکدیگر باشند. معیار رایج برای تعیین میزان تراکم داده‌ها واریانس داده‌ها است؛

۲. جدایی: نمونه‌های متعلق به خوشه‌های متفاوت تا حد امکان از یکدیگر جدا باشند. عبارات یادشده را به این صورت نیز بیان می‌کنند که خوشه‌ها باید ماکزیمم فشردگی را داشته باشند و تا حد امکان جدایی آن‌ها نیز زیاد باشد. اگر تنها معیار فشردگی به‌کار گرفته شود، هر داده می‌تواند به‌صورت یک خوشه در نظر گرفته شود زیرا هیچ خوشه‌ای فشرده‌تر از خوشه‌ای با یک داده نمی‌باشد. اگر تنها معیار جدایی در نظر گرفته شود، بهترین خوشه‌بندی این است که کل داده‌ها یک خوشه در نظر گرفته شود، با این فرض که فاصلهٔ هر خوشه از خودش صفر است. بنابراین، باید ترکیب دو معیار یادشده به‌کار گرفته شود (Dehghan et al., 2012, p.2). خوشه‌بندی یکی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌نشده و فرایندی خودکار است که طی آن، یک مجموعه دادهٔ معین به یک مجموعه از کلاس‌ها یا خوشه‌ها تقسیم می‌شود. هدف از طبقه‌بندی داده‌ها به کمک چنین فرایندی، جداسازی آن‌ها به قسمی است که دو بردار داده در یک خوشه تا حد امکان به هم شبیه باشند و دو داده در دو خوشهٔ متفاوت تا حد امکان از یکدیگر متمایز شوند (George & Tsekouras, 2004, p.566). در این الگوریتم روش کار به این صورت است که k مرکز را به‌صورت تصادفی برای هر خوشه تعریف می‌کنیم. در مرحلهٔ بعد، هر داده متعلق به مجموعه داده‌های ورودی را به نزدیک‌ترین مرکز، مرتبط می‌کنیم. هنگامی‌که هیچ داده‌ای برای بررسی وجود نداشته باشد، مرحله اول تمام می‌شود. سپس، مراکز جدید برای توده‌های به‌دست‌آمدهٔ ناشی از مرحلهٔ قبل دوباره محاسبه می‌شوند. در گام بعد، یک اتصال بین داده‌های هر مجموعه و نزدیک‌ترین مرکز

به‌دست‌آمده برقرار می‌کنیم. در نتیجهٔ تکرار این حلقه، متوجه می‌شویم K جای خود را هر مرحله عوض می‌کند تا زمانی که دیگر تغییری در محل آن ایجاد نشود که در این حالت الگوریتم به پایان می‌رسد. هدف از اجرای این الگوریتم به‌حداقل‌رسانیدن تابع هدف است. این تابع هدف به‌صورت رابطهٔ ۷ تعریف می‌شود:

$$J = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k} \|xi - cj\|^2 \qquad (۷)$$

که در آن $\|xi - cj\|^2$ فاصلهٔ بین دادهٔ xi از مرکز خوشهٔ cj را محاسبه می‌کند و معمولاً فاصلهٔ اقلیدسی براساس فرمول ۸ به‌کار گرفته می‌شود.

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (xi - yi)^2} \qquad (۸)$$

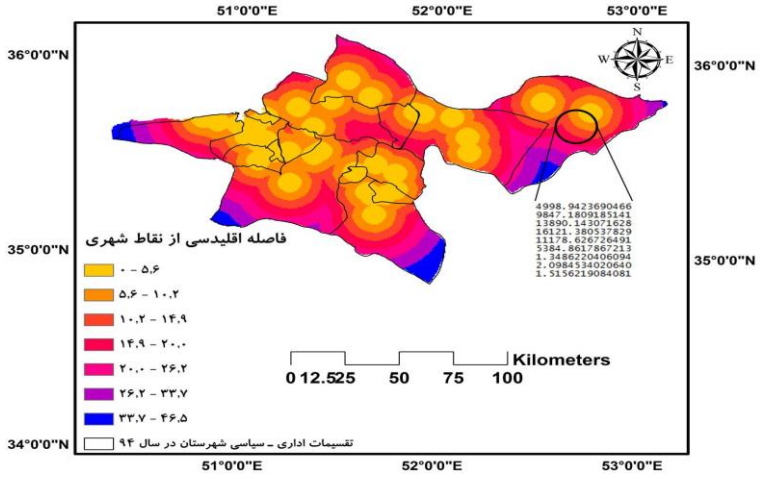
که d و n به ترتیب، نشان‌دهندهٔ فاصله و تعداد داده‌ها می‌باشند (Funatsu & Hasegawa, 2011).

مراحل کار

مرحلهٔ اول: استنتاج معیار و ضابطهٔ واحدی برای تعیین مکان‌یابی بهینه مستلزم اعمال چندین مرحله از فرایند پردازش در محیط نرم‌افزاری Arc GIS و استنتاج فازی در محیط Matlab است. به این ترتیب که در مرحلهٔ اول و براساس دسته‌بندی اولیهٔ انجام‌گرفته روی مجموعهٔ متغیرها و شاخص‌های سه‌گانهٔ اصلی حاصل می‌شوند. در این مرحله از کلیهٔ لایه‌های اطلاعاتی استان که با فرمت‌های مختلف (Shp, Xls, Txt,...) موجود بود، در محیط نرم‌افزاری Arc GIS به‌صورت (Shp Geodatabase) خروجی گرفته شد تا لایه‌ها بُرداری (Shape file) شوند. سپس، به نقشهٔ پایهٔ[1] استان اضافه شدند. به‌منظور اعمال پردازش، رستری‌کردن لایه‌ها و انجام چندین دستور درروش FCM و

1. Base map

K-means، ابتدا در قسمت نوارابزار تنظیمات محیطی و تحلیل رستری، محدودهٔ[1] محاسبهٔ تغییرات را استان قرار داده شد و اندازهٔ سلول‌ها[2] به ترتیب برابر ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر خواهد بود. در این مرحله از همهٔ لایه‌های اطلاعاتی (شاخص‌های تحقیق) براساس محدودهٔ استان، فاصلهٔ اقلیدسی گرفته شد تا لایه‌ها رستری شوند. بدین‌صورت هر سلول حاوی یک مقدار مشخص از عدد می‌شود که بیان‌کنندهٔ ارزش آن سلول است. با انجام‌دادن این عملیات، محدودهٔ نقشهٔ استان حاوی ماتریس ارزشی است که هر سلول دارای یک عدد منحصربه‌فردی می‌شود که همان اندازهٔ سلول‌ها هستند. این اعداد در مراحل بعد همان ماتریس نهایی داده‌هایی هستند که در فرایند خوشه‌بندی به‌کار گرفته می‌گیرند. شکل ۳ مرحلهٔ نهایی این فرایند برای لایهٔ اطلاعاتی نقاط شهری سال ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشهٔ رستری‌شدهٔ لایه‌ها برای به‌دست‌آوردن ارزش هر سلول و تشکیل ماتریس اولیه (نگارندگان، ۱۳۹۵)

مرحلهٔ دوم: در این مرحله با توجه به اینکه اندازه، حجم و ابعاد هر لایهٔ اطلاعاتی متفاوت بود برای یکسان‌سازی خروجی همهٔ لایه‌ها تصمیم گرفته شد که اندازهٔ سلول‌ها و ابعاد آن‌ها با

1. Extent
2. Cell Size

تنظیمات تحلیل فضایی[1] و محاسبات رستری[2] هماهنگ و یکنواخت شود. سپس، از هر یک از این لایه‌ها در انتها به دو صورت geotiff و تبدیل رستر به Ascii (Txt) خروجی گرفته شد. خروجی‌های گرفته‌شده از لایه‌ها باید به‌صورت فرمت قابل خوانا در محیط Matlab باشند. در انتها، لایه‌های خروجی (txt) با نرم‌افزار Notepad تغیر و پردازش یافتند. در این صورت هر فایل txt حاوی یک ماتریس است، در این ماتریس مختصات طول و عرض، تعداد سطر و ستون و ارزش عددی هر لایهٔ نقشه که همان اندازه‌های سلول هستند، وجود دارد ـ که همگی در یک عنوان (header) نمایش داده می‌شوند. برای خواناسازی انتقال به محیط Matlab باید عنوان مربوطه را که حاوی جدول ۳ است، حذف کنیم، به صورتی که فقط یک ماتریس باقی بماند. جدول ۲ مشخصات عنوان هر فایل txt برای همهٔ لایه‌های اطلاعاتی پردازش‌شده در یک ماتریس ۱۲۸*۷۱ برای روش K-means و ماتریس ۲۵۶*۱۴۲ را برای روش FCM نشان می‌دهد.

جدول ۲. اطلاعات عنوان (header) هر فایل txt برای روش‌های K-means و FCM

روش خوشه‌بندی	داده‌ها (ماتریس)	مشخصات ماتریس
K-means	۱۲۸	Ncols (تعداد ستون)
	۷۱	Nrows (تعداد سطر)
	-۳۳۲۱۳۳٫۰۴۸۴	Xllcorner (مختصات طولی‌ترین نقطه)
	۱۲۰۸۵۶۸٫۰۸۷۹	yllcorner (مختصات عرضی‌ترین نقطه)
	۲۰۰۰	Cell size (اندازهٔ سلول)
	-۹۹۹۹	NODATA_value (ارزش داده‌ای یافت نشده)
FCM	۲۵۶	Ncols (تعداد ستون)
	۱۴۲	Nrows (تعداد سطر)
	-۳۳۲۱۴۷٫۷۵۴۰۰	Xllcorner (مختصات طولی‌ترین نقطه)
	۱۲۰۸۵۹۳٫۶۶۲۲	yllcorner (مختصات عرضی‌ترین نقطه)
	۱۰۰۰	Cell size (اندازهٔ سلول)
	-۹۹۹۹	NODATA_value (ارزش داده‌ای یافت‌نشده)

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۵

1. Spatial analyst
2. Raster calculator

مرحلهٔ سوم: برای سنجش میزان جدایی خوشه‌ها توابع فاصله‌ای به‌کار گرفته شد. از جمله توابع فاصله: تابع اقلیدسی، تابع فاصلهٔ منهاتان است. تابع اقلیدسی زمانی به‌کار گرفته می‌شود که پارامترهای موردبررسی وزن داشته باشند و تأثیر فاصله در آن بیشتر مشخص می‌شود. در این تحقیق با توجه به اینکه همهٔ پارامترها و شاخص‌های تحقیق ارزش وزنی و تأثیر فاصله دارند، تابع فاصلهٔ اقلیدسی به‌کار گرفته شده است. پس از پردازش و تغییر لایه‌ها در دو مرحلهٔ قبل در این مرحله داده‌ها را به محیط Matlab فراخوانی و وارد کردیم. بدین صورت که با به‌کارگیری دستورهای بازخوانی فایل‌های قبل که از آن‌ها خروجی گرفته شد (geotiffread یا load در این محیط)، لایه‌ها یا همهٔ فایل‌های geotiff یا txt اضافه شدند. پس از اضافه‌کردن همهٔ لایه‌ها، دستور خوشه‌بندی k-means و FCM را اجرا کردیم.

۱. ابتدا از مقادیر همهٔ ماتریس داده‌ها ـ اعدادی که یک کمیت ارزشی نامعلوم (no data value) با مقدار ۹۹۹۹- را دارند، پیدا کرده و این مقادیر را از همهٔ ماتریس داده‌ها کنار گذاشتیم. به‌عبارتی، همهٔ عناصر ماتریس را نابرابر با ۹۹۹۹- قرار دادیم (idx~= -9999) اطلاعات بیشتر در جدول ۳ بیان شده است.

۲. با کنارگذاشتن مقادیر ۹۹۹۹- برای همهٔ ماتریس داده‌ها، ماتریس‌های جدیدی ساخته شد و برای برابرکردن تعداد سطر و ستون همهٔ ماتریس‌ها، مجدداً مقادیر جدید را برابر مقادیر ماتریس اولیه قرار دادیم. (به‌عبارتی: (idx) تعداد عناصر (سطر و ستون) ماتریس قدیم = ماتریس جدید). سپس، همهٔ ماتریس دادها را در یک ماتریس جدید قرار دادیم: (a,b,c,d,...][x] =) متغیر جدید.

۳. با ساختن متغیر جدید (x) همهٔ نتایج را به‌صورت k مجموعه قرار داده‌ایم و دستور k-means را اجرا کردیم. به‌طوری که همهٔ ماتریس داده‌ها در یک فضای خوشه‌بندی و برحسب حداکثر شباهت ـ حداکثر تفاوت نسبت به مرکز دسته، در چهار گروه قرار دادیم:

به‌عبارتی: result = kmeans (x,4)

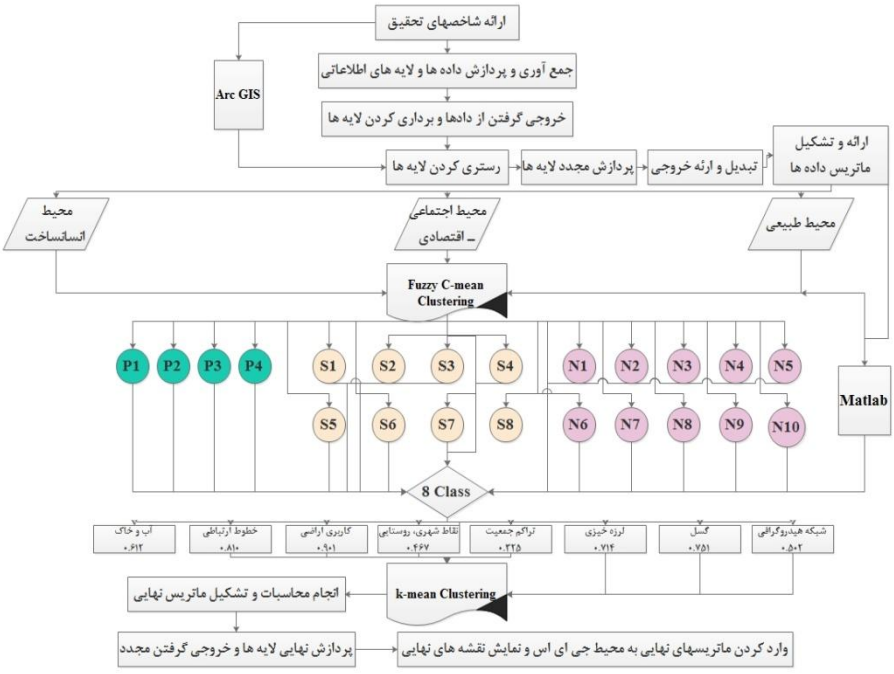
٤. در آخرین مرحله یک متغیر دیگر (r) ساخته شد تا عناصر آن (سطر ـ ستون) را برابر ماتریس داده‌های اولیه قرار دهیم و نتیجهٔ نهایی را در آن لحاظ کردیم. به‌طوری که ماتریس اولیه را

برابر با r قرار دادیم، r = (idx) = result. سپس، ماتریس را پردازش و در فرمت اولیه قرار دادیم و مجدداً در محیط GIS وارد کردیم تا نقشهٔ نهایی مناطق همگن براساس چهار خوشهٔ شبیه به هم حاصل شود. جدول ۳ و شکل ٤ فرایند کلی عملیات را نشان می‌دهد.

جدول ۳. فرایند اجزای خوشه‌بندی

1. [center, U, obj_ fcn] = fcm (data, cluster_n) 2. data = rand (100, 2); 3. [center, U, obj_ fcn] = fcm (data, 2) 4. Plot (data(:,1), data (:,2,'o') ; 5. (index1 = find) (U(1,:) == maxU) ; 6. (Index2 = find) (U(2,:) == maxU) ; 7.line(data(index1,1),data(index1,2),'linestyle','none,…' 8. line(data(index2,1),data(index2, 9),'linestyle','none,…'	**فرایند اجزای دستور FCM در محیط مطلب**
1. IDX = kmeans (X,k) 2. [IDX, C, Sumd] = kmeans (X,K) 3. [IDX, C, Sumd, D] = Kmeans (X,K) 4. […] = Kmeans …, Param1, val1, Param2, Va12,…)	**فرایند اجزای دستور K-means در محیط مطلب**

منبع: خروجی نرم‌افزار Matlab 2013



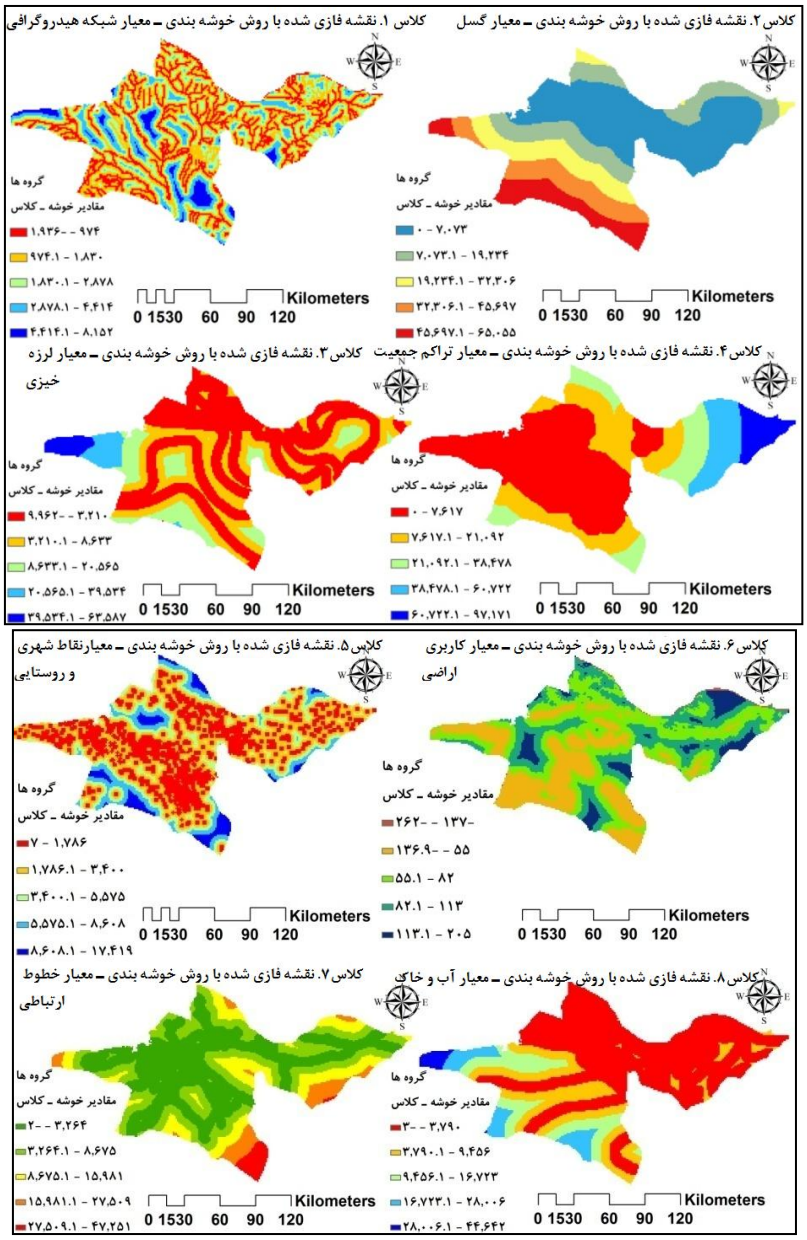
شکل ٤ . فرایند عملیات پژوهش

در حقیقت، تحلیل مکان‌یابی با روش خوشه‌بندی تفاوت‌های اساسی با انواع روش‌های پیشین از قبیل مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سایر تحلیل‌های ریاضی و رتبه‌بندی دارد. به این صورت که تحلیل شاخص‌ها در این روش براساس کمیت‌های مشابه در مرکز خوشه با درجهٔ عضویت بالا و تحلیل رقومی سلول پایه انجام می‌گیرد. در فرایند پردازش‌های کمی و مدل‌سازی شاخص‌ها پس از رستری‌کردن و تعیین فاصلهٔ مطلوب، همهٔ شاخص‌های ۲۲گانه در یک حلقهٔ تعریف‌شده بر مبنای اصل تشابه ـ اختلاف در ۸ کلاس خروجی مشخص شدند. مفهوم کلاس در این رابطه به معنای تعلق شاخص‌ها به خوشه‌های با حداکثر شباهت است. در اینجا دیگر برخلاف روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، رتبه‌بندی یا اولویت‌بندی مد نظر نیست، بلکه هدف تحلیل هم‌جمعی خوشه‌ای براساس مقادیر ۰ و ۱ است. در این صورت مهم‌ترین کلاس‌های پردازش‌شده و اثرگذار در ۸ کلاس خروجی شامل معیارهای گسل، شبکهٔ هیدروگرافی، تراکم جمعیت، لرزه‌خیزی، کاربری اراضی، نقاط شهری ـ روستای، معیارهای آب‌وخاک و خطوط ارتباطی خواهند بود، که در نهایت پس از همپوشانی فازی، مناطق بهینه براساس بالاترین درجهٔ عضویت یک مشخص خواهند شد.

جدول ٤. درجهٔ ورودی، خروجی و مرکزیت مفاهیم کلاس

مفهوم	مرکزیت	درجهٔ ورودی	درجهٔ خروجی
Class1 ـ گسل	۰٫۷۰	٤٫۳۷	۰٫۷۵۱
Class2 ـ شبکهٔ هیدروگرافی	۰٫۷٦	۳٫۵۷	۰٫۵۰۲
Class3 ـ تراکم جمعیت	۰٫۵۰	۵٫۵۱	۰٫۳۲۵
Class4 ـ لرزه‌خیزی	۰٫۸٦	٤٫۱۲	۰٫۷۱٤
Class5 ـ کاربری اراضی	۰٫٤۵	۳٫۷٦	۰٫۹۰۱
Class6 ـ نقاط شهری ـ روستایی	۰٫۳۳	۲٫۸۸	۰٫٤٦۷
Class7 ـ آب‌وخاک	۰٫۱٤	۲٫۹۵	۰٫٦۱۲
Class8 ـ خطوط ارتباطی	۰٫٦۳	۳٫۰۸	۰٫۸۱۰

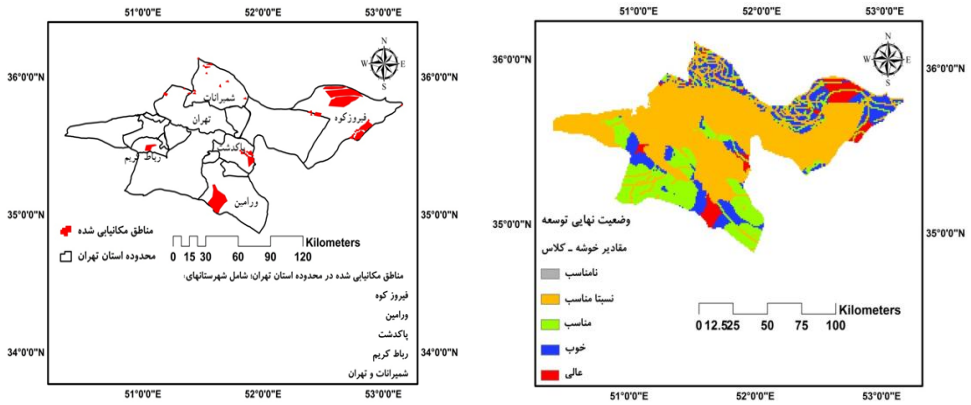
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹٤



شکل ۵. کلاس نقشه‌های به‌دست‌آمده برای همهٔ لایه‌های اطلاعاتی به همراه مقادیر خوشه‌بندی با به‌کارگیری روش FCM (یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۵)

مزیت خوشه‌بندی این است که می‌توان مقادیر زیادی داده را به‌کار گرفت و به‌عنوان روشی سریع، اصولی، دقیق و هدفمند، مبنای هرگونه تحلیل قرار داد. نتایج مطالعات در این پژوهش بیانگر نقش مشترک شاخص‌های طبیعی و انسانی در رویکرد جامع به مقولهٔ مکان‌یابی است. در حقیقت، میزان توفیق در اهداف مکان‌یابی رابطهٔ مستقیمی با روش به‌کارگرفته‌شده، دید نظام‌مند و فرایندی به فضای سکونت، اشتغال و فعالیت دارد. آمایش سرزمین بر آن است تا با کشف این فرایندها به منطق توسعه و توجیه فُرم آن پاسخ درخور و شایسته‌ای دهد و با اراده و اختیار، سرزمین را اصلاح، ساماندهی و چشم‌انداز توسعهٔ آتی ترسیم کند. از این رو به‌کارگیری روش‌های کارآمد در مباحث مکان‌یابی و مکان‌گزینی جمعیت، از اصول مهم آمایش سرزمین است. شکل ٤ فرایند به‌کارگیری روش و شکل ٥ نتایج خوشه‌بندی کلاس‌ها را نشان می‌دهند.

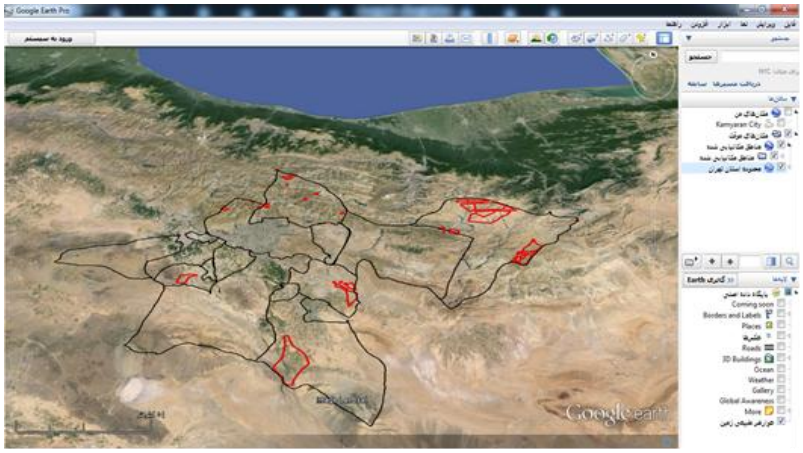
همان‌طور که از نقشه‌های بالا پیداست، در نهایت، به‌کارگیری روش خوشه‌بندی FCM، ۸ کلاس نقشه به‌صورت ۱۰ خوشه برای همهٔ لایه‌های و شاخص‌های تحقیق خروجی گرفته شد. بنابراین، به‌منظور نمایش نقشهٔ نهایی مکان بهینهٔ توسعهٔ شهری جدید تکنیک همپوشانی فازی لایه‌ها[1] به‌کار گرفته شد. شکل ٦ فرایند نهایی مکان‌یابی روش خوشه‌بندی فازی FCM را نمایش می‌دهد.



شکل ۶. مناطق بهینهٔ توسعهٔ شهرهای جدید با روش FCM و تکنیک Fuzzy overlay (یافته‌های تحقیق،۱۳۹۵)

1. Fuzzy Overlay

شکل ۷ نشان می‌دهد بهترین مناطق برای توسعهٔ آتی شهرهای جدید در استان تهران در محدودهٔ شرقی و جنوب استان است که با رنگ قرمز نشان داده شده است. این مناطق به‌طور عمده دارای فاصلهٔ مطلوب و به دور از سایت شهرهای جدید استان هستند.

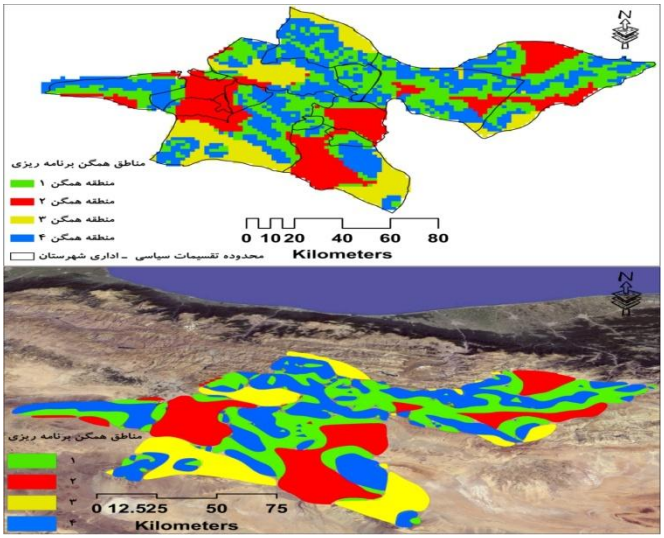


شکل ۷. انطباق پهنه‌های حاصله با واقعیت زمینی در نرم‌افزار Google Earth (ترسیم نویسندگان، ۱۳۹۵)

راهبردهای توسعهٔ یکپارچه

در طول چند دههٔ گذشته مخصوصاً در کشورهای جهان سوم، در اغلب مدل‌های مکانیکی به‌کارگرفته‌شده برای توسعه، نوعی جدایی‌نگری و جدایی‌گزینی میان شهر و روستا در برنامه‌ریزی‌ها وجود داشته است که ناشی از حاکمیت نگرش متمرکزگرایانه، بخشی، از بالا به پایین و غیردموکراتیک در فرایندهای برنامه‌ریزی بوده است. در پاسخ به این روندها، راهبردها و نظریه‌های مختلفی توسط برنامه‌ریزان و اندیشمندان مطرح شده است که به نظر می‌رسد جامع‌ترین آن‌ها نگرش آمایشی و همسونگر به فضا باشد. ماهیت بسیاری از مشکلات کنونی بشر در دید محدود و تک‌بعدی او به مسائل ریشه دارد. جهان پیرامون ما به‌دلیل پویایی و سرعت تغییرات و همچنین، تنوع موضوعات از ساختاری پیچیده دارد. درک و تحلیل این تغییرات و موضوعات، جز

با درک کلیت سیستم‌ها امکان‌پذیر نیست. دیوید هاروی[1]، جغرافیدان برجستهٔ انگلیسی معتقد است، نگرش سیستمی قادر است برای جهان پیچیدهٔ ما جواب‌های قانع‌کننده‌ای پیدا کند. از این رو به‌منظور ادارهٔ مناطق پهنهٔ سرزمین و ارائهٔ راهبردهای مطلوب در فرایند توسعه الزامی است که شناخت جامعی پیرامون مناطق صورت گیرد. بدین منظور برای طراحی یک نظام مطلوب تصمیم‌گیری برای انواع توسعه به‌ویژه توسعهٔ شهری ـ همان‌طور که در نقشهٔ شکل ۵ مکان‌های بهینه برای توسعهٔ شهرهای جدید مشخص شد، روش K-means می‌تواند در شناسایی مناطق همگن برنامه‌ریزی بسیار مفید واقع شود. از این رو می‌توان برای هریک از مناطق همگن و شبیه به هم یک نوع طرح و برنامه ارائه کرد. نقشهٔ شکل ۸ که با روش k-means تهیه شده است، استان تهران را به ٤ منطقهٔ کلان همگن برنامه‌ریزی تقسیم کرده است. بدین صورت که برای توسعهٔ شهرهای جدید در مکان‌های آینده شناخت بهتری به‌دست می‌دهد و می‌توان برای شهرهای جدید در نواحی مختلف، اما همگن برنامه‌ریزی به یک راهبرد ارائه کرد.



شکل ۸. نقشهٔ نهایی براساس روش خوشه‌بندی k-means برای ٤ منطقهٔ همگن برنامه‌ریزی (ترسیم نویسندگان، ۱۳۹۵)

1. David Harvey

نتیجه و پیشنهادها

یکی از اصول مرتبط با توسعهٔ متوازن شبکه‌های شهری ایجاد شهرهای جدید و تعریف عملکرد مطلوب برای این‌گونه شهرها است. بررسی شواهد موجود نشان می‌دهد ایجاد شهرهای جدید در استان تهران (از دههٔ ۱۳۷۰) به‌طور عمده، با ضعف ساختاری ـ عملکردی، عدم توفیق در جذب کامل جمعیت، مسائل اشتغال و محیط زیست، وابستگی به مادرشهر، مسائل دسترسی و امکانات زیرساختی روبه‌رو بوده است. فارغ از عوامل یادشده، این شهرها نتوانسته‌اند از بار اضافی جمعیت تهران بکاهند و به‌اصطلاح آن را پالایش کنند. براساس سرشماری سال ۱۳۹۰، استان تهران در مجموع، بیش از ۱۲٫۱۸ میلیون نفر جمعیت داشته است که از این رقم، ۱۱٫۳ میلیون نفر در نقاط شهری و ۸۷۷ هزار نفر در نقاط روستایی سکونت دارند. از این حیث، استان تهران ۱۶٫٤ درصد جمعیت کل کشور، ۲۰ درصد جمعیت شهری و ٤٫۳ درصد جمعیت روستایی کشور را در خود جای داده است، در حالی که به لحاظ وسعت، کمتر از ۱ درصد از سطح کشور را شامل می‌شود. رشد طبیعی جمعیت استان و مهاجرت بسیار بالا، باعث شده است این استان بیشترین جمعیت ساکن، بیشترین پذیرش مهاجر و بیشترین تراکم جمعیتی را در بین سایر استان‌های کشور داشته باشد. جمعیت انبوه استان نیازمند سطوح کاربری بسیار زیادی برای سکونت، اشتغال، حمل‌ونقل، خدمات، تفریح و سایر فعالیت‌ها است. یکی از شاخص‌های بارز توسعهٔ کلان‌شهری، کاهش رشد جمعیت در شهر اصلی و افزایش جمعیت در نقاط پیرامونی است. این پدیده به‌طور بارزی در دههٔ ۱۳٦۰ در تهران و اطراف آن ظاهر شد. مقایسهٔ نرخ رشد سالانهٔ جمعیت در شهر تهران و نقاط شهری و روستایی پیرامون آن، در طول ۵ دههٔ گذشته (۱۳۹۵ ـ ۱۳٤۵) از تحول معناداری خبر می‌دهد که معرف گرایش تبدیل تهران و نقاط پیرامونی آن به یک منطقهٔ کلان‌شهری است. این موضوع منعکس‌کنندهٔ بعد جغرافیایی تحولات جمعیتی و فعالیتی منطقه و واقعیت فضایی منطقهٔ کلان‌شهری تهران است. تحولات جمعیتی و اقتصادی منطقهٔ کلان‌شهری تهران حاکی از لزوم تغییر در نظام مدیریت و برنامه‌ریزی فضایی منطقه است. از این رو یکی از ابعاد بسیار مهم برنامه‌ریزی، لزوم توجه به مکان‌های جدید به‌منظور استقرار و ساماندهی جمعیت در کانون‌های جدید یا به‌عبارتی، توسعهٔ شهرهای جدید است که در این مقاله به بررسی این مهم پرداخته شد. در این

پژوهش برای تعیین مناطق بهینه به‌منظور توسعهٔ شهرها و شهرک‌های جدید استان تهران روش‌های خوشه‌بندی FCM و k-means به‌کار گرفته شد. از روش FCM برای تحلیل داده‌های مناطق بهینهٔ استان تهران برای توسعهٔ شهرهای جدید در سه بعد کلی و بیش از ۲۰ لایهٔ اطلاعاتی به‌کار گرفته شد که نقشهٔ نهایی تهیه‌شده نشان می‌دهد شرق و جنوب استان تهران برای توسعهٔ شهرهای جدید مناسب است. در مرحلهٔ نهایی نیز چهار منطقهٔ همگن برنامه‌ریزی به‌منظور مدیریت یکپارچهٔ شهرها، توسعهٔ شهرهای جدید و انواع برنامه‌ریزی‌ها در استان با روش k-mean تهیه شد. در نهایت، می‌توان گفت مناطق مکان‌یابی‌شده در محدوده‌های شرقی و جنوبی استان به‌دلیل داشتن پهنه‌ای هموار و وسیع برای توسعهٔ شهری مناسب است، اما مناطق غربی و شمالی با داشتن لکه‌ها و مناطق کوچک برای توسعهٔ شهرک مناسب‌تر است.

بنابراین، محدوده‌های مکان‌یابی‌شده (شرق و جنوب استان) در این تحقیق نشان می‌دهند فاصلهٔ مطلوب و شرایط بهینهٔ مکانی احداث در حوزه‌هایی که به‌طور عمده، موجب افزایش پیوندهای شهری و شبکه‌ای میان‌منطقه‌ای (هم‌جواری با استان‌های مازندران، سمنان و قم) در حوزه‌های شرق و جنوب استان که به‌طور عمده، با مسائل زیرساختی، تفرق جمعیت، ضعف ساختاری و ارتباطی روبه‌رو هستند مناسب‌تر به نظر می‌رسد که پیرو سیاست‌های کلی آمایش سرزمین در ایران است که می‌تواند در تزریق توسعهٔ منطقه‌ای شرق استان و حتی شرق کشور مؤثر واقع شود. در جمع‌بندی، در زمینهٔ احداث شهرهای جدید در استان تهران، پیشنهادهای زیر که به‌نوعی پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق نیز می‌باشد، ضروری به نظر می‌رسد:

۱. ایجاد شهرهای جدید در استان تهران پیرو سیاست‌های آمایش ملی قبل از هر چیز باید در نواحی کم‌توسعه و جمعیت متفرق با هدف رشد مراکز و نشت توسعهٔ منطقه‌ای (trickle down)، رفع شکاف‌ها و نگهداشت جمعیت همراه با تعریف عملکردهای جدید در بستر شبکهٔ شهری ملی ـ منطقه‌ای همراه باشد. چنین رویکردی نیازمند رعایت فاصلهٔ جغرافیایی مطلوب از کلان‌شهر تهران و گزیش بهترین راه‌حل‌ها در یک تحلیل چندمتغیره با محوریت عوامل محلی و محیطی، و لحاظ‌کردن رویکردهای کلان اقتصاد و محیط زیست ملی است؛

۲. ایجاد و زایش هر نقطهٔ شهری در استان تهران بازخوردها و عملکردهای محلی تا ملی خواهد داشت. در احداث شهرهای جدید باید رویکردی شبکه‌ای و جامع به همهٔ سطوح داشت. در سطح محلی مهم‌ترین بحث مرتبط با بستر شهر است. در این صورت باید وضع موجود و آینده را در ارتباط با منابع پایدار زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا و جز آن) و سایر جوانب (مخاطرات محیطی و انسانی) مورد ارزیابی و آینده‌نگری قرار داد.

منابع و مآخذ

۱. امینی فسخودی، عباس (۱۳۸٤). کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه‌ریزی و توسعهٔ منطقه‌ای. *مجلهٔ دانش و توسعه*، شمارهٔ ۱۷، صفحات ۳۹-٦۲.

۲. بهرام سلطانی، کامبیز (۱۳۹٤). *محیط زیست در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و شهری، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی*. جلد دوم، تهران: نشر شهیدی: تهران.

۳. بهرامی زنوز، مریم (۱۳۹۰). داده‌کاوی: کشف پنهان داده‌ها، ادارهٔ تحقیقات و کنترل ریسک بانک سپه ـ ضرورت تدوین الگوی رتبه‌بندی بانک‌ها و ارائه مدل پیشنهادی.

٤. پورمحمدی، محمدرضا و قربانی، رسول (۱۳۸۲). ابعاد و راهبردهای پارادایم متراکم سازی فضاهای شهری. *فصل‌نامهٔ مدرس*، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲، صفحات ۱۰۷-۸۵.

۵. تقوایی، مسعود و سرایی، محمدحسین (۱۳۸۳). گسترش افقی شهر و ظرفیت‌های موجود زمین، مورد: شهر یزد. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، شمارهٔ ۵۵، صفحات ۱۵۲-۱۳۳.

٦. جهانبخش، سعید، زینالی، بتول و اصغری سراسکانرود، صیاد (۱۳۹۳). تحلیل و پهنه‌بندی فراوانی توفان‌های گردوغباری ایران با استفاده از خوشه‌بندی فازی (FCM). دوفصل‌نامهٔ بوم‌شناسی شهری، سال ۵، شمارهٔ ۲، پیاپی ۱۰، صفحات ۸۵ ـ ۹۸.

۷. حاتمی‌نژاد، حسین، ربانی، طاها، محمدی ورزنه، ناصر و اسدی، صالح (۱۳۹۱). توسعهٔ کالبدی- فضایی شهر ورزنه و ارائهٔ راهبردهای توسعهٔ آتی شهر. مجلهٔ *آمایش سرزمین*، دورهٔ ٤، شمارهٔ ۲، صفحات ۷٤-۵۳.

۸. حجتی اشرفی، غلامرضا (۱۳۷۰). *مجموعهٔ قوانین و مقررات شهرداری و شوراهای اسلامی*. تهران: نشر گنج دانش.

۹. حسین‌زاده دلیر، کریم، صدر موسوی، میرستار، حیدری چیانه، رحیم و رضاطبع، سیده خدیجه (۱۳۸۹). درآمدی بر رویکرد جدید استراتژی توسعهٔ شهری (CDS) در فرایند برنامه‌ریزی شهری با تأکید بر چالش‌های فراروی طرح‌های جامع در ایران. *فصل‌نامهٔ فضای جغرافیایی*، سال ۱۱، شمارهٔ ۳٦، صفحات ۲۱۰-۱۷۳.

۱۰. خزاعی‌نژاد، فروغ و سیف‌الدینی، فرانک (۱۳۹۱). ارزشیابی عملکرد شهر جدید اندیشه. *مجلهٔ آمایش سرزمین*، دورهٔ ٤، پیاپی ۷، صفحات۹٦ ـ ۷۵.

۱۱. دهقان، ندا، زارع، آرزو ، پیوندی، پدرام و هادی‌زاده، محسن (۱۳۹۱). استفاده از روش خوشه‌بندی k-mean جهت گروه‌بندی فرم بدن. هشتمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران، اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱، دانشگاه یزد.

۱۲. رهنما، محمد و عباس‌زاده، غلامرضا (۱۳۸۵). مطالعهٔ تطبیقی درجهٔ پراکندگی/فشردگی کلان‌شهرهای سیدنی و مشهد. مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، شمارهٔ ٦، صفحات ۱۰۱-۱۲۸.

۱۳. زیاری، کرامت‌الله (۱۳۹۰). *برنامه‌ریزی شهرهای جدید*. چاپ دوازدهم، تهران: سمت.

۱٤. زیاری، کرامت‌الله (۱۳۹٤). *کارگاه برنامه‌ریزی آمایش سرزمین*. جزوهٔ کلاسی مقطع کارشناسی ارشد، گرایش برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران.

۱۵. زیاری، کرامت‌الله، مهدنژاد، حافظ و پرهیز، فریاد (۱۳۸۸). *مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری*، چاپ اول، تهران: دانشگاه بین‌المللی چابهار.

۱٦. سجادزاده، حسن و رحمانی، امیر (۱۳۹۳). الگوی گسترش فضایی منطقهٔ ۱۳ شهر تهران. *فصل‌نامهٔ علمی پژوهشی نظر*، سال ۱۱، شمارهٔ ۲۹، صفحات ۵۸-٤۷.

۱۷. شمس، مجید، و حجی ملایری، پریسا (۱۳۸۸). توسعهٔ فیزیکی و تأثیر آن در تغییرات کاربری اراضی شهر ملایر (۱۳٦۵ و ۱۳۸۵). *فصل‌نامهٔ جغرافیایی آمایش*، سال ۲، شمارهٔ ٦، صفحات ٦۱-۷٦.

۱۸. عباس‌زاده، غلامرضا (۱۳۸۵). *الگوسازی رشد کالبدی بافت شهری در راستای توسعهٔ پایدار، نمونهٔ موردی: شهر مشهد*. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۹. عزیزپور، ملکه، حسین‌زاده دلیر، کریم و اسماعیل‌پور، نجما (۱۳۸۸). بررسی رابطهٔ رشد افقی سریع شهر یزد و تحرکات جمعیتی در این شهر. *فصل‌نامهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، دورهٔ ۲۰، شمارهٔ ۲، صفحات ۱۲٤-۱۰۵.

۲۰. کاردار، سعید، رحمانی، محمد و ملاآقاجانزاده، ساره (۱۳۸۸). طرح استراتژی توسعهٔ شهری

(CDS) رویکردی؛ راهبردی و نوین در مدیریت، طراحی و برنامه‌ریزی شهری. *فصل‌نامهٔ راهبرد*، شمارهٔ ۵۲، صفحات ۱۹۹-۱۸۳.

۲۱. کلانتری خلیل‌آباد، حسین و اسکندری نوده، محمد (۱۳۸۷). ارزیابی مکان‌گزینی شهرهای جدید با استفاده از مدل توان اکولوژیکی (مورد: هشتگرد، پرند و اندیشه). *مجلهٔ مطالعات اجتماعی ایران*، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۲، صفحات ۱۸۳ ـ ۱۶۵.

۲۲. مثنوی، محمدرضا (۱۳۸۲). توسعهٔ پایدار و پارادایم‌های جدید توسعهٔ شهری: شهر فشرده و شهر گسترده. *فصل‌نامهٔ محیط‌شناسی*، شمارهٔ ۳۱، صفحات ۱۰۴-۸۹.

۲۳. مرکز آمار ایران (۱۳۹۱). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، سالنامهٔ آماری استان تهران، گزیدهٔ اطلاعات ۱۳۹۱.

۲۴. مهندس مشاور ستیران (۱۳۵۴). سنتز اطلاعات: شناسایی نقاط گروهی؛ سازمان برنامه‌وبودجه، تهران.

۲۵. میرفخرالدینی، سید حیدر، پورمحمدی، مسعود و میرفخرالدینی، فائزه‌السادات (۱۳۹۱). رتبه‌بندی حالات بالقوهٔ زیان‌آور با استفاده از تحلیل خوشه‌ای فازی (مطالعهٔ موردی: واحد فولادسازی شرکت فولاد آلیاژی ایران). *فصل‌نامهٔ علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، سال ۱۰، شمارهٔ ۲۷، صفحات ۸۷-۶۳.

۲۶. وارثی، حمیدرضا و احمدی، صغری (۱۳۹۰). بررسی عملکرد شهرهای جدید با تأکید بر جمعیت‌پذیری (نمونهٔ موردی: شهر جدید مجلسی). *فصل‌نامهٔ علمی ـ ترویجی جمعیت‌شناسی*، شماره‌های ۷۵ و ۷۶، صفحات ۱۷۷ ـ ۱۵۷.

27. Afrakhteh, H. & Bostani Amlashi, Y. (2010), the new method for clustering of wind speed data in wind power stations by FCM and PSO algorithm. *Computer and Electric Engineering Journal of Iran*, 3, 210-214.
28. Andriantiatsaholiniaina, L.A. & Kouikoglou, V.S. (2004). Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis. *Journal Ecological Economics*, 48(2), 149- 172.
29. Cities Alliance (2006b). *City Development Strategy Guidelines: Driving Urban Performance*. Washington D.C: Cities Alliance.
30. Dursoa, P. & Giordani, P. (2006). A weighted fuzzy c-means clustering model for fuzzy data. *Journal Computational Statistics & Data Analysis*, 50, 1496- 1523.

31. *31.EPA (U.S Environmental Protection Agency). NSR 90-Day Review Background Paper, June 22, 2001. New Source Review, U.S Environmental Protection Agency (online). Available: http://www.epa.gov/nsr/documents/nsr_review.pdf (accessed Dec. 16, 2005).*
32. Ewing, R. (1997). Counterpoint: Is Los Angeles-style sprawl desirable? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 107-126.
33. Hess, G.R. (2001). Just what is sprawl, anyway?. Available at www.ncsu.edu/grhess.
34. George, E., Tsekouras, H.S. (2004). A new approach for measuring the validity of the fuzzy c-means algorithm. *Journal Advances in Engineering Software*, 35, 567–575.
35. *Kimito Funatsu and Kiyoshi Hasegawa (2011). New fundamental*
36. *technologies in data mining.* First published January, Printed in India.
37. Klir, G.J. & Folger, T.A. (1988*). Fuzzy Sets, Uncertainty and Information*. NJ: Prentice Hall.