

تدوین الگوی توسعه پایدار شهری مبتنی بر توسعه مجدد با استفاده از الگوریتم خوشه بندی (مورد مطالعه: شهر اراک)

مهمین نسترن^۱

محمود محمدی^۲

عنایت الله محقق نسب^۳

چکیده

رشد جمعیت شهرها و نیاز روز افزون به مسکن و خدمات در شهرهای کشور، نیاز به توسعه‌ی کالبدی شهرها را ناگزیر کرده است. این توسعه در دهه‌های اخیر بیشتر از نوع توسعه بیرونی بوده است و تأمین خدمات و مسکن شهروندان از طریق افزودن به محدوده‌های شهری را دنبال می‌کرده است که به پراکنده رویی شهری و زوال محیط زیست پیرامونی و باغات و کشاورزی‌های همجوار منجر شده است. این در حالی است که توسعه میان افزا و به ویژه بازیافت زمین و توسعه مجدد به عنوان رویکردهایی کارا می‌تواند در جهت کاهش آسیب به محیط زیست و تحقق توسعه پایدار شهرها مورد نظر قرار گیرد. در این راستا هدف این تحقیق تدوین الگویی برای شناسایی

۱- دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

۳- کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول)

اراضی با قابلیت توسعه مجدد و بکارگیری آن در شهر اراک به عنوان نمونه است. بنابراین این تحقیق سعی در پاسخگویی به این پرسش‌ها دارد که چگونه می‌توان اراضی با قابلیت توسعه مجدد را (در راستای تحقق توسعه پایدار شهری) شناسایی نمود؟ و این اراضی در شهر اراک کدامند؟ بدین منظور الگوریتمی ابداعی به منظور شناسایی اراضی با قابلیت تخریب و توسعه مجدد طراحی شده است که در آن قطعات شهری بر اساس ۸ معیار کیفیت اینه، عمر بنا، ریزدانی نفوذپذیری، قیمت زمین، نرخ سرپرستی، نسبت مهاجرت و دسترسی به فضای سبز مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این الگوریتم ابداعی به صورت نمونه در شهر اراک پیاده‌سازی شده است. نتایج نشان می‌دهد الگوریتم ابداعی (خوشه بندی توانی بر مبنای ده) قابلیت خوبی در ترکیب با نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی دارد و در شناسایی اراضی با قابلیت تخریب و توسعه مجدد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین استفاده از الگوریتم مذکور در شهر اراک منجر به شناسایی ۴۱۷۸ قطعه با قابلیت توسعه مجدد شد که مساحتی برابر با ۸۵.۸ هکتار دارند و می‌تواند به منظور تحقق توسعه میان افزا در شهر اراک مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، الگوریتم خوشه بندی، توسعه مجدد، توسعه میان افزا، شهر اراک

مقدمه

افزایش جمعیت شهرها و نیازهای خدمات و مسکن آن‌ها مسئله‌ی توسعه شهری را با چالش‌های فراوانی روبرو کرده است و در طی دهه‌های اخیر، علاوه بر تغییرات در الگوهای کاربری اراضی، اثرات وسیعی روی جامعه، اقتصاد ناحیه‌ای و محلی و محیط زیست گذاشته است (Svoray, 2005: 339).

در ایران نیز با شروع اصلاحات اراضی، شهرنشینی به طور فزاینده‌ای گسترش یافت. شهر اراک از جمله شهرهایی بود که گسترش شهرنشینی در آن به علت صنعتی شدن بود. هجوم جمعیت به این شهر از اوایل احداث صنایع سنگین تا کنون، موجب شده است که محدوده‌ی شهری همواره گسترش یابد و دو روستای سنجان و کرهرود و همچنین محدوده‌ی صنعتی شهر وارد محدوده‌ی فعلی شهر گردد. این گسترش در حالی است که

تعداد طبقات ساختمان‌های شهر اراک دارای میانگین پایین ۱.۶ طبقه است و ساختمان‌های متروکه و مخروبه‌ی بسیاری را در دل خود جای داده است. این امر نشان از اهمیت و ضرورت توسعه میان‌افزا در شهر اراک را نشان می‌دهد. توسعه‌ای که می‌تواند از طریق بازسازی و استفاده‌ی مجدد از همین ساختمان‌های متروکه و فرسوده‌ی شهری محقق شود. با این حال اگرچه این امر واضح است که برخی از ساختمان‌های فرسوده و ناکارآمد را می‌توان از طریق توسعه مجدد و بازیافت زمین دوباره مورد استفاده قرار داد ولی هنوز شناسایی این ساختمان‌ها در حاله‌ای از ابهام و اختلاف است و ابزار مناسبی برای شناسایی آن‌ها وجود ندارد. در این راستا تحقیق حاضر در پی دستیابی به اهداف و پاسخ به پرسش‌های زیر است:

سوال اول: چگونه می‌توان اراضی با قابلیت توسعه مجدد را (در راستای تحقق توسعه پایدار شهری) شناسایی نمود؟

سوال دوم: اراضی با قابلیت توسعه در شهر اراک کدامند؟

هدف اول: تدوین الگویی برای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد

هدف دوم: شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد شهر اراک (بکارگیری الگوی معرفی شده در شهر اراک به عنوان نمونه)

با وجود تحقیقات در زمینه معیارها و شاخص‌های شناسایی اراضی ناکارآمد و با قابلیت توسعه مجدد (کمانرودی، ۱۳۸۵؛ عندلیب، ۱۳۸۶؛ جهانشاهی، ۱۳۸۲؛ صداقت رستمی و همکاران، ۱۳۹۰)، هنوز در دو مورد جای بحث وجود دارد. اول؛ نتایج این تحقیقات علیرغم شباهت‌های بسیار هنوز از اجماع نظر کافی برخوردار نیست. دوم؛ این تحقیقات هیچ کدام ابزاری را برای شناسایی اراضی ناکارآمد یا با قابلیت توسعه مجدد معرفی نمی‌کنند و تنها به معرفی معیارها و شاخص‌ها در حد نظری اکتفا کرده‌اند. بنابراین می‌توان گفت جنبه نوآورانه این تحقیق، ارائه ابزاری است که به کمک آن بتوان بر اساس شاخص‌های مذکور اراضی با قابلیت توسعه مجدد (اراضی ناکارآمد) را شناسایی کرد. این ابزار در تحقیق حاضر، یک الگوریتم خوشه‌بندی ابداعی است که توسط نگارندگان تدوین شده است.

الگوریتم‌های خوشه‌بندی یکی از مهمترین ابزارهای خلاصه‌سازی اطلاعات هستند که در علوم مختلف استفاده‌ی بسیاری از آنها شده است. اگرچه استفاده از این الگوریتم‌ها در علوم مختلف توسعه یافته است ولی در مباحث جغرافیایی بیشتر تحقیقات در این زمینه معطوف به سطح‌بندی فضایی بوده است (شالی و رضویان، ۱۳۸۹). با این حال استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی در حمل و نقل عمومی (مقبل و همکاران، ۱۳۹۳) و مکانیابی کاربری‌ها (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲) نیز مورد استفاده قرار گرفته است. ولی در بحث شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد از این الگوریتم‌ها استفاده‌ای نشده است.

مبانی نظری

توسعه مجدد

توسعه اراضی با قابلیت تخریب و پاکسازی که از آن با عنوان توسعه مجدد یاد می‌شود، یکی از مهمترین راه‌های حصول زمین‌های مرغوب شهری است که در کنار استفاده از اراضی بایر و خالی در توسعه میان‌افزا^۱ مورد توجه قرار می‌گیرد. توسعه مجدد بازیابی خلاقانه‌ی زمین‌های ناکارآمد شهر و پیرامون (Northeast-Midwest Institute, 1999) و استفاده از قطعات زمین‌های متروکه، مستهلک، ناکارآمد و ساختمان‌های موجود رها شده در داخل شهر است که به منظور هدایت رشد شهری در مقابل توسعه در زمین‌های باز یا زراعی در حاشیه شهر به کار گرفته می‌شود. در جایی دیگر آمده است، توسعه مجدد به ساخت و ساز در نواحی قبلاً توسعه یافته گویند که شامل تخریب ساختارهای موجود و ساختن ساختارهای جدید یا نوسازی ساختارهای موجود است که معمولاً شکل و عملکرد شهری را تغییر می‌دهد (State of Maryland, 2001). این نوع از توسعه متأثر از طیف‌های مختلف نظریات و تکنیک‌هاست، اما به طور کلی می‌توان به سه جنبش عمده که مورد بحث توسعه میان‌افزا و توسعه مجدد بوده‌است، اشاره کرد (شریفیان، ۱۳۸۹: ۴۷):

توسعه پایدار: توسعه مجدد پس از درآمیختن با مفاهیم توسعه پایدار، به لحاظ زیست محیطی هم اهمیت پیدا می‌کند. هم اکنون از جمله مزایایی که توسعه مجدد ذکر می‌شود،

^۱. Infill Development

مزایای زیست محیطی و ارتقا شاخص‌های توسعه پایدار شهری است. به این ترتیب می‌توان رابطه توسعه میان‌افزا را با ابعاد زیست محیطی، به طور عمده متأثر از جنبش توسعه پایدار دانست. (Willey & Sons, 2006: 456 و پریزادی، ۱۳۹۱: ۴۴).

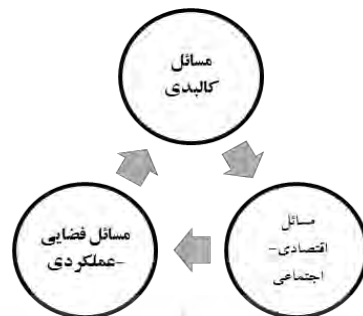
نوشهرسازی: توسعه‌ی مجدد در این اساسنامه به عنوان ابزاری برای محافظت از منابع محیطی، سرمایه‌گذاری اقتصادی و محافظت از پیکره‌ی اجتماعی است (Litman et al, 2005: 47).

رشد هوشمند: توسعه مجدد با رشد هوشمند شهر در ارتباط مستقیم بوده و بخشی از اصول و راهکارهای آن به شمار می‌رود (رهنما، ۱۳۸۷: ۵۳). رشد هوشمند را می‌توان اصطلاحی رایج برای یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل و کاربری اراضی دانست که از توسعه درونی شهر و کاربری‌های مختلط در مناطق شهری حمایت کرده و در تقابل با توسعه پراکنده و اتومبیل محور شهر قرار می‌گیرد (قربانی، ۱۳۸۷: ۱۶۵). در توسعه مجدد به مانند توسعه هوشمند، از بافت‌های تاریخی محافظت می‌شود و حمایت از این گونه بافت‌ها نقش عمده‌ای در این فرایند دارد (Kienitz, 2001: 5; Farris, 2001).

معیارهای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد

اراضی با قابلیت تخریب و توسعه مجدد همان اراضی هستند که دچار افت شهری شده و یا اراضی ناکارآمد شهری نامیده می‌شوند. بنابراین معیارهای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد همان معیارهای شناسایی اراضی ناکارآمد و اراضی دچار افت شهری می‌باشد.

معیارهای کالبدی و غیرکالبدی بسیاری بر افت شهری تأثیرگذارند ولی تاکنون معیار تشخیص و شناسایی بافت‌های فرسوده در کشور عملاً تنها معیار کالبدی بوده است. به همین منظور در این بخش با استفاده از تعاریف صاحب‌نظران این حوزه سعی شده است سیر تحول معیارهای شناسایی بافت‌های فرسوده‌ی شهری تعیین شود. مطالعات نگارندگان در خصوص معیارهای شناسایی بافت‌های فرسوده‌ی شهری منجر به تشخیص ۳ مساله اساسی در این حوزه شده است که در شکل ۱ ارائه می‌گردد.



شکل ۱: مسائل اساسی بافت‌های فرسوده‌ی شهری

افت شهری در ابتدا، به عنوان یک مساله کالبدی معرفی شد و به مسکن و ابنیه‌ی بدون استحکام و با عمر بالا نسبت داده شد ولی با افزایش رفاه عمومی مردم و مطرح شدن مباحثی همچون توسعه پایدار، ابعاد دیگری پیدا کرد. نگاه صرفاً کالبدی به این محدوده‌ها اگرچه مربوط به دهه‌ها پیش است ولی هنوز سازمان‌ها و موسساتی بر این باورند که افت شهری تنها به دلایل کالبدی روی می‌دهد. به طوری که شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی در ایران، بر آن بوده که بافت‌هایی به عنوان بافت دچار افت شهری شناسایی گردند که هر سه شاخص ریزدانگی، نفوذناپذیری و ناپایداری را داشته باشند (صداقت رستمی و همکاران، ۱۳۹۰).

علاوه بر این رویکرد، می‌توان رویکرد دیگری را نیز در معیارهای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد (یا همان اراضی دچار افت شهری) تشخیص داد. در این رویکرد، علاوه بر توجه به مسائل کالبدی، مسائل اقتصادی و اجتماعی نیز در نظر گرفته می‌شود. صاحب‌نظران در این خصوص عنوان کرده‌اند که شرایط کالبدی، اقتصادی و اجتماعی نابسامان شهری، هم می‌تواند عامل ایجاد افت شهری و هم نشانه‌ی افت شهری باشد (کمانرودی، ۱۳۸۵: ۳۰ و عندلیب، ۱۳۸۶: ۳۶).

عدم کارایی بافت‌های فرسوده‌ی شهری و اثبات جدا افتادگی این بافت‌ها از شهر موجب شد نارسایی‌های فضایی و عملکردی نیز به معیارهای پیشین (کالبدی، اقتصادی و اجتماعی)

اضافه گردد. در اکثر منابع تخصصی نیز تلقی از بافت‌های دچار افت شهری، عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها می‌باشد که به دلیل افت وضعیت کالبدی، عدم برخورداری از شبکه دسترسی مناسب، کمبود خدمات و زیرساخت‌های شهری، مسائل اقتصادی، معضلات اجتماعی و زیست محیطی، آسیب پذیر بوده و از ارزش مکانی، محیطی، اقتصادی و اجتماعی نازلی برخوردارند (عندلیب، ۱۳۸۶: ۳۶).

بنابراین می‌توان گفت در جامع‌ترین رویکرد، افت شهری، تمرکز فضایی مشکلات محیطی، کالبدی، اقتصادی و اجتماعی است که به صورت سطوح بالای بیکاری، فقر و آلودگی وسیع محیطی ظاهر می‌گردد. به عبارت دیگر هرچند که کارشناسان و صاحب نظران شهری با توجه به دیدگاه‌های خود هر یک تعاریف متفاوتی از افت شهری را ارائه می‌کنند (Robert, 2000: 64).

این نگرش (توجه به هر سه معیار کالبدی، اقتصادی- اجتماعی و فضایی- عملکردی) در قوانین و نهادهای مرتبط با بافت‌های فرسوده کشور نیز دیده می‌شود. به طور مثال ماده یک از لایحه پایدارسازی بافت فرسوده شهری و روستایی مصوب مهر ۱۳۸۶ (شورای عالی شهرسازی و معماری، ۱۳۸۱: ۲). با این وجود هنوز معیارهای شناسایی بافت‌های فرسوده در کشور عملاً معطوف به عوامل کالبدی شامل استحکام بنا، عمر بنا و ریزدانی است و برای شناسایی بافت‌های فرسوده از معیارهای سه گانه مذکور در افت شهری استفاده نمی‌شود.

معرفی معیارها و شاخص‌های قابل استفاده در شهر اراک

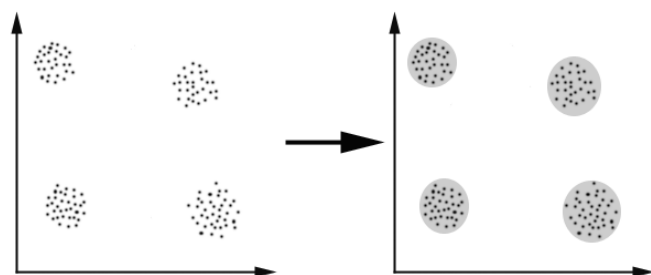
گفته شد که به طور کلی می‌توان مسائل یا معیارهای موثر بر ناکارآمدی را به سه دسته کالبدی، اقتصادی- اجتماعی و عملکردی- فضایی تقسیم کرد که برای هر یک از این معیارها می‌توان شاخص‌هایی را به کار برد. در این تحقیق بنابر اطلاعات در دسترس از شاخص‌های زیر برای سنجش معیارهای سه گانه فوق استفاده شده است.

جدول ۱- معیارها و شاخص‌های شناسایی اراضی با قابلیت تخریب و توسعه مجدد

کدمقوله	مقوله مستعد تخریب و توسعه مجدد (شاخص)	زیر معیار	معیار
X1	مخروبه و تخریبی	کیفیت ابنیه	کالبدی
X2	بیش از ۳۰ سال	عمر بنا	
X3	کمتر از ۱۰۰ متر	ریزدانگی	
X4	نقوذپذیری پایین	نقوذپذیری	
X5	۲۰۰ هزار تا ۱ میلیون	قیمت زمین	اقتصادی - اجتماعی
X6	بیشتر از ۲.۷ (کمتر از یک شاغل برای هر خانوار)	نرخ سرپرستی	
X7	بالای ۵۰ درصد	نسبت مهاجرت	
X8	محدوده‌های خارج از پوشش فضاهای سبز	دسترسی به فضای سبز	عملکردی فضایی
X9	محدوده‌های خارج از پوشش مراکز آموزشی محلی	دسترسی به مراکز آموزشی	
X10	محدوده‌های خارج از پوشش مراکز فرهنگی هنری محلی	دسترسی به مراکز فرهنگی	
X11	محدوده‌های خارج از پوشش مراکز تجاری خدماتی محلی	دسترسی به مراکز تجاری - خدماتی	
X12	محدوده‌های خارج از پوشش مراکز درمانی - بهداشتی محلی	دسترسی به مراکز درمانی بهداشتی	
X13	محدوده‌های خارج از پوشش مراکز مذهبی محله ای	دسترسی به مراکز مذهبی	

خوشه بندی

در خوشه بندی معمولاً دسته بندی و شناسایی گروه‌های همگن و مشابه از افراد، اشیاء و در این تحقیق قطعه، بلوک و به طور کلی آزمودنی‌ها بر اساس بررسی وجوه تشابه و تمایز آن‌ها صورت می‌گیرد. بدین صورت که برای هر یک از آزمودنی‌ها مشخصه‌های متعددی وجود دارد که آن‌ها را می‌توان بر اساس قرابتی که از لحاظ این ویژگی‌ها با هم دارند در دسته‌های همگن مشابه گروه بندی نمود (Hoppner et al, 1999: 23).



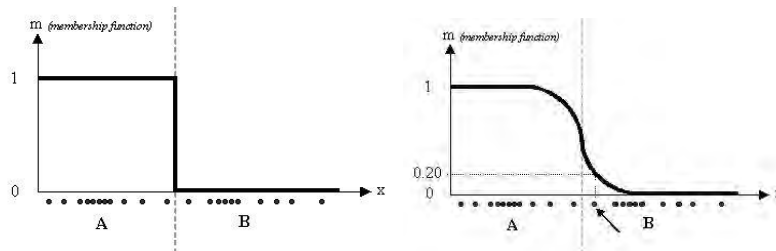
شکل ۲- نمونه ای از خوشه بندی نمونه‌های ورودی

چنین کاری می‌تواند به صورت ذهنی صورت گیرد، اما در حالتی که تعداد آزمودنی‌ها و صفات اندازه‌گیری شده در مورد آن‌ها زیاد باشد مشکل و مطمئناً نتایج مفید و قریب به واقعیت حاصل نخواهد شد (Johnson and Wichern, 1999: 550).

روش‌های خوشه‌بندی را می‌توان از دیدگاه‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرد. خوشه‌بندی-های سلسله مراتبی را از خوشه‌بندی‌های غیر سلسله مراتبی؛ خوشه‌بندی فازی را از غیرفازی (کلاسیک) و خوشه‌بندی ترکیبی را از ساده.

در بسیاری از روش‌های خوشه‌بندی، فاصله (میزان شباهت) داده‌های متعلق به یک خوشه نسبت به فاصله آن‌ها با داده‌های دیگر خوشه‌ها، معیار تعیین خوشه در نظر گرفته می‌شود (ژیانی رضایی و شیبانی، ۱۳۸۸: ۲۳). اگر این فاصله‌ها چندگانه در نظر گرفته شوند، آنگاه خوشه‌بندی از نوع سلسله مراتبی خواهد بود.

در توضیح خوشه‌بندی فازی و غیرفازی نیز می‌توان گفت، اگر هر داده با در نظر گرفتن میزان شباهت یا کمترین فاصله‌اش تا خوشه‌ها، دقیقاً در یکی از خوشه‌ها عضویت داشته باشد. به این نوع خوشه‌بندی، خوشه‌بندی کلاسیک یا غیرفازی و یا تجزیه سخت گفته می‌شود (ژیانی رضایی و شیبانی، ۱۳۸۸: ۲۳). ولی در خوشه‌بندی فازی (و یا تجزیه نرم) هر داده می‌تواند در بیش از یک خوشه عضویت داشته باشد. بنابراین اشتراک دو به دویی خوشه‌ها تهی نیست.



شکل ۳- خوشه بندی کلاسیک و فازی نمونه‌های ورودی

در توضیح خوشه‌بندی ترکیبی و خوشه‌بندی ساده یا منفرد نیز می‌توان گفت؛ در خوشه‌بندی منفرد تنها از یک الگوریتم خوشه‌بندی استفاده می‌شود ولی در خوشه‌بندی ترکیبی نتایج حاصل از الگوریتم خوشه‌بندی اول، وارد الگوریتم خوشه‌بندی دوم شده و نتیجه‌ی نهایی استخراج می‌شود. در ترکیب الگوریتم‌ها سعی می‌شود نقاط قوت هر یک گرفته شود تا نتایج بهتری بدست آید. در واقع هدف اصلی خوشه‌بندی ترکیبی جستجوی نتایج بهتر و مستحکم‌تر، با استفاده از ترکیب اطلاعات و نتایج حاصل از چندین خوشه‌بندی اولیه است (Fred and Lourenco, 2008: 7).

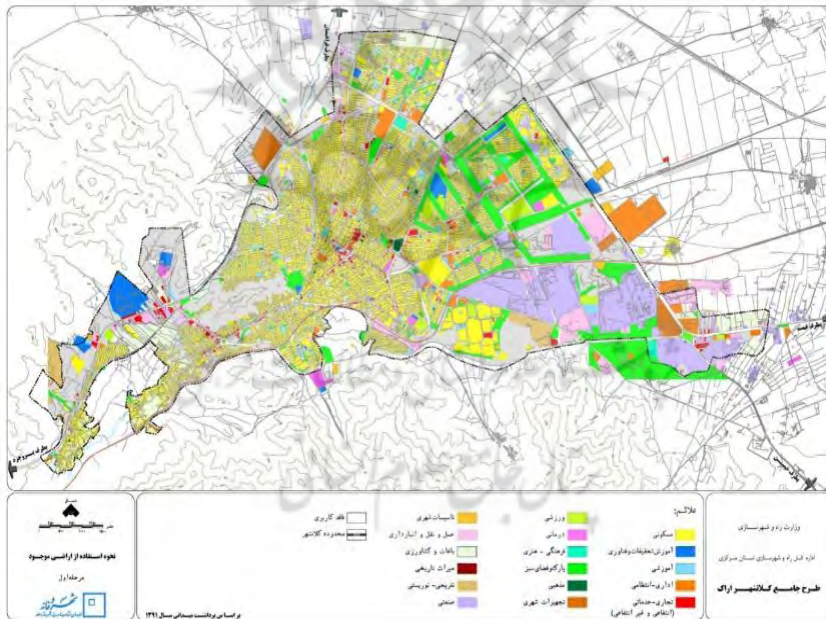
مواد و روش‌ها

روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی است. یکی از نکات مهم و درخور توجه این تحقیق خلاصه سازی اطلاعات قطعات ساختمانی است که به کوچکتر شدن مسئله تحقیق کمک بزرگی می‌کند. بدین منظور ابتدا سعی شده است تا با استفاده از مطالعه اسنادی، معیارها و شاخص‌های اراضی با قابلیت توسعه مجدد معرفی گردد و سپس قطعات ساختمانی شهر اراک نسبت به شاخص‌های این تحقیق مورد سنجش قرار گیرند. به علت گستردگی تعداد قطعات شهری، لازم است از طریقی به خلاصه سازی اطلاعات و ساده کردن مسئله اقدام شود. بدین منظور در این تحقیق از فنون خوشه بندی استفاده می‌شود. از آن جا که هر مسئله نیازمند روش‌ها و تکنیک‌های مناسب خود می‌باشد، در زمینه‌ی فوق یک الگوریتم خوشه‌بندی جدید با نام الگوریتم خوشه‌بندی توانی بر مبنای ده طراحی شده است. این الگوریتم تمامی قطعات شهری را بر پایه‌ی شاخص‌های کالبدی، اقتصادی،

اجتماعی و زیست محیطی اراضی با قابلیت توسعه مجدد ارزیابی می کند و آن‌ها را به تعدادی دسته یا خوشه تقسیم بندی می نماید. آنگاه گروهی از متخصصین به عنوان هیئت منصفه نسبت به امکان تخریب و توسعه مجدد هر دسته نظر می دهند. خوشه‌هایی که از نظر متخصصین قابلیت توسعه مجدد را داشته باشند، با یکدیگر جمع شده و به عنوان اراضی با قابلیت توسعه مجدد معرفی می شوند.

توصیف محدوده مورد مطالعه

به منظور مطالعات بافت فرسوده شهر اراک مطابق با مبانی نظری تحقیق چهار نظام کالبدی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی شهر اراک مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه به آن پرداخته می شود.



شکل ۴- شهر اراک

مأخذ: مهندسان مشاور شهر و خانه

خصوصیات کالبدی

خصوصیات کالبدی از مهم‌ترین خصوصیات شناسایی بافت‌های فرسوده‌ی شهری می‌باشند. در تحقیق حاضر این خصوصیات در سه حوزه‌ی عمر بنا، استحکام بنا و کیفیت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عمر بنا: حدود ۳۳ درصد از ساختمان‌های شهر اراک بیشتر از ۳۰ سال قدمت دارند و پس از آن ساختمان‌های با قدمت ۱۰ تا ۲۰ سال، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین حدود ۵۱ درصد ساختمان‌ها بالای ۲۰ سال قدمت دارند.

جدول ۲- تعداد و درصد ساختمان‌های شهر اراک بر اساس عمر بنا

مجموع	بیشتر از ۳۰ سال	۲۰ تا ۳۰ سال	۱۰ تا ۲۰ سال	۵ تا ۱۰ سال	کمتر از ۵ سال	تعداد
۸۷۶۵۴	۲۹۲۵۲	۱۵۵۱۳	۱۹۴۴۴	۱۱۴۲۸	۱۲۰۱۷	
۱۰۰	۳۳.۳۷	۱۷.۶۹	۲۲.۱۸	۱۳.۰۳	۱۳.۷۰	درصد

مأخذ: نگارندگان و مهندسان مشاور شهر و خانه ۱۳۹۳

استحکام بنا: حدود ۰.۸ درصد از ساختمان‌های شهر اراک از لحاظ استحکام در برابر مخاطرات طبیعی از قبیل زلزله کم‌دوام و حدود ۴۱ درصد نیمه بادوام بوده که این نشان دهنده آن است که تقریباً نیمی از ساختمان‌های شهر از استحکام لازم برخوردار نیستند.

جدول ۳- طبقه بندی ساختمان‌های مسکونی شهر اراک بر اساس پایداری اینیه

درصد	مساحت	درصد	تعداد	درصد
۱.۵	۲۱۸۵۸۵	۰.۸	۷۲۵	کم دوام
۳۸.۵	۵۹۲۱۶۷۵	۴۱.۴	۳۶۳۱۶	نیمه بادوام
۵۵.۵	۸۵۲۳۶۹۳	۵۶.۵	۴۹۵۳۳	با دوام
۴.۵	۷۰۰۸۴۷	۱.۲	۱۰۸۰	نامشخص
۱۰۰	۱۵۳۷۴۷۹۹	۱۰۰	۸۷۶۵۴	مجموع

مأخذ: نگارندگان و مهندسان مشاور شهر و خانه ۱۳۹۳

کیفیت ابنیه: از لحاظ کیفیت ابنیه ساختمان‌های نوساز شهر، حدود ۴ درصد کل بناها را به خود اختصاص داده‌اند و ۷۶ درصد از ساختمان‌ها قابل نگهداری و حدود ۵ درصد از ساختمان‌ها تخریبی و مخروبه می‌باشند.

جدول ۴- کیفیت ابنیه در شهر اراک

مجموع	واجد ارزش نگهداری	مخرو به	تخریبی	تعمیری	قابل نگهداری	نوساز و متناسب	در حال ساخت	
۸۷۶۵۴	۱۰	۳۲۱	۲۸۴۶	۱۹۰۵۰	۵۱۹۶۳	۱۲۶۳۶	۸۲۸	تعداد
۱۰۰	۰.۰۲	۰.۴۸	۴.۲۱	۱۳.۲۸	۷۶.۸۱	۳.۹۰	۱.۲۳	درصد

مأخذ: نگارندگان و مهندسان مشاور شهر و خانه ۱۳۹۳

خصوصیات اجتماعی

اغلب روستاهای اطراف شهر اراک را اقوام مختلف کرد، ترک، لر، تشکیل می‌دهند که اغلب نیز به شهر مهاجرت کرده و همین بافت متنوع را در شهر ایجاد می‌کنند. بنابراین از نظر اجتماعی و قومی تنوع وسیعی از اقوام ایرانی در منطقه (نقاط پیرامونی) و شهر اراک وجود دارد. در بین مهاجرانی که از نقاط مختلف به قصد اشتغال به شهر اراک می‌آیند آن-هایی که از لحاظ اقتصادی در سطح پایینی از اجتماع قرار گرفته‌اند به اجبار حاشیه شهر و بافت‌های فرسوده را جهت سکونت انتخاب می‌کنند که این امر موجب پراکندگی نامتوازن جمعیت و مشکلات و ناهنجاری‌های اجتماعی، فرهنگی و کاهش امنیت اجتماعی در این بافت‌ها می‌گردد.

جدول ۵- تعداد مهاجرین و درصد آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰

جمع	متولد جای دیگر			تعداد
	خارج از کشور	آبادی	شهر	
۱۷۳۹۹۵	۱۹۴۳	۱۰۷۰۵۰	۶۵۰۰۲	
۱۰۰	۰/۴	۶۱.۶	۳۸	درصد

مأخذ: سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ و محاسبات نگارندگان

خصوصیات اقتصادی شهر

نرخ بیکاری در شهر اراک طی دوره ۸۵-۶۵ از ۱۵ درصد به ۱۲.۵ درصد رسیده است که این نشان دهنده این می‌باشد که تعداد افراد بیکار طی این دوره زمانی کم شده است. با بررسی بارتکفل و در نظر گرفتن بعد خانوار که ۷.۳ نفر می‌باشد به این نتیجه می‌توان رسید که به طور متوسط در هر خانواده ۱ فرد شاغل وجود دارد. این به آن معنی است که در برخی از خانواده‌ها فرد شاغلی وجود ندارد و می‌توان تجمع این خانوارها را نشانه‌ای از افت اقتصادی در یک محدوده‌ی شهری دانست.

جدول ۶- نرخ اشتغال، نرخ بیکاری و بار تکفل در شهر اراک در سالهای ۸۵-۶۵

سال	کل جمعیت	جمعیت شاغل	جمعیت بیکار	نرخ اشتغال	نرخ بیکاری	بار تکفل
سال ۸۵	۴۴۴۶۶۰	۱۲۴۶۵۸	۱۷۸۴۵	۸۷.۵	۱۲.۵	۲.۶
سال ۷۵	۳۸۰۷۵۵	۸۸۰۵۴	۱۰۹۳۹	۸۹	۱۱	۳.۳
سال ۶۵	۲۶۵۳۴۹	۵۷۳۷۹	۱۰۱۶۴	۸۵	۱۵	۳.۶

مأخذ: سرشماری مرکز آمار ایران و محاسبات نگارندگان

خصوصیات زیست محیطی

باد غالب در شهر اراک از سمت غرب بوده و پالایشگاه و پتروشیمی در جنوب غرب شهر واقع شده است که به انتقال آلودگی به سمت شهر کمک می‌کند. از طرف دیگر قرارگیری صنایع در سمت شرق شهر و داخل محدوده در مواقعی که هوای آرام حکم- فرماست، موجب آلودگی هوای این شهر می‌شود. از این روی پراکندگی و گستردگی فضاهای سبز و باز شهری امری مهم در شهر اراک است. در وضع موجود، کاربری‌های سبز شهری، بیشتر در نواحی شرقی و جدید ساخت شهر قرار دارند. این محدوده‌ها از سرانه‌ی فضای سبز بالا برخوردارند. همچنین اراضی دو روستای سنجان و کرهرود در غرب شهر که اکنون داخل محدوده‌ی شهری محسوب می‌شوند نیز به علت بافت ارگانیک و روستاییشان و همچنین وجود اراضی زراعی و باغات دسترسی خوبی به فضاهای سبز و باز شهری دارند. ولی در مرکز شهر، سرانه فضاهای سبز بسیار پایین است.

مدلسازی مسئله

تشریح مدل خوشه بندی استفاده شده در تحقیق حاضر

باتوجه به ماهیت داده‌ها و نتایج مورد انتظار از خوشه‌بندی در این تحقیق، خوشه بندی این مسئله باید اولاً از نوع کلاسیک باشد، زیرا نمی‌توان گفت یک قطعه هم مناسب تخریب و توسعه مجدد هست و هم مناسب این امر نیست. ثانیاً هیچ کدام از روش‌های موجود خوشه‌بندی مبتنی بر تشابه یا فاصله (در واقع تشابه بین دو شی، میزان فاصله بین آن دو شی می‌باشد. در بیشتر موارد مقدار فاصله اقلیدسی بین دو شی به عنوان معیار مشابهت استفاده می‌شود) (Van der Heijden et al, 2004: 423) نظیر C-Median و K-mean و... قابل استفاده در این مسئله نیستند. زیرا تحلیل‌های ریاضی مبتنی بر فاصله منجر به خوشه‌بندی می‌شود ولی درکی از این تحلیل‌ها برای گروه متخصصین شهری (تصمیم گیرندگان امر تخریب و توسعه مجدد) به وجود نمی‌آید. به عبارت دیگر نمی‌توان گفت به طور دقیق هر خوشه شامل چه مشخصاتی است و نمی‌توان بر اساس آن تصمیم به تخریب یا نگهداشت محلی را اتخاذ نمود. بنابراین باید خوشه‌بندی جدیدی مبتنی بر مسئله این تحقیق تدوین گردد که هم از نوع کلاسیک باشد و هم تنها داده‌های کاملاً یکسان را در یک خوشه قرار دهد. این خوشه‌بندی که نگارنده‌ی مسئول مقاله، آن را ابداع کرده است، خوشه‌بندی توانی بر مبنای ۱۰ نامیده می‌شود.

خوشه بندی توانی بر مبنای ۱۰

ورودی مدل خوشه‌بندی ماتریسی از داده‌ها می‌باشد. هر مشاهده نسبت به یک قطعه زمین شامل n متغیر اندازه گیری شده می‌باشد که در یک ماتریس با n ستون و یک سطر به صورت زیر قرار می‌گیرد.

رابطه (۱)

$$X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}], X_i \in \{0, 1\}$$

که در آن X_i قطعه زمین شماره i ام است و X_{in} مقادیر اندازه گیری شده برای هر یک از متغیرهاست. بنابراین مجموعه ای از N مشاهده، بیانگر یک ماتریس $N \times n$ به صورت زیر است.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{N1} & X_{N2} & \dots & X_{Nn} \end{bmatrix}$$

اگر درایه‌های این ماتریس $N \times n$ را X_{ij} بنامیم، محدودیتی نیز به شرح زیر برای تمامی درایه‌ها وجود دارد:

$$S.t \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$X_{ij} = 0 \text{ or } 1$$

پس از آنکه داده‌ها با رعایت قید مذکور وارد ماتریس X شد، آنگاه فرایند خوشه‌بندی بر اساس رابطه زیر آغاز می‌شود.

$$\text{for each } i; \sum_{j=1}^n (X_{ij} * 10^{(n-j)}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$j = \{1-n\}$$

$$i = \{1-N\}$$

اگر مجموعه بدست آمده از رابطه (۳) را مجموعه K بنامیم. مجموعه K شامل N عضو (تعداد سطرهای ماتریس X) خواهد بود. همچنین می‌دانیم با توجه به محدودیت رابطه (۲) تنها امکان ایجاد $2n$ حالت متفاوت وجود دارد. اگر مجموعه‌ی این حالات ممکن را K' بنامیم، برای شمارش دسته‌ها با اعضای یکسان خواهیم داشت:

$$CK' = \text{Count if } (k=k') \quad \text{رابطه (۴)}$$

با توجه به این ۴ رابطه، خوشه‌بندی توانی بر مبنای ۱۰ صورت می‌گیرد و خوشه‌ها و تعداد اعضای هر یک از خوشه‌ها مشخص می‌گردد. الگوریتم خوشه‌بندی توانی بر مبنای ۱۰ را می‌توان شامل مراحل زیر دانست:

جدول ۷- الگوریتم خوشه بندی کلاسیک توانی بر مبنای ۱۰

شروع

ماتریس N در n با نام X را وارد کن

در هر سطر ماتریس X ، به ترتیب درایه‌ها را ضرب در $10(n-z)$ کن

برای هر سطر حاصلضرب‌های مرحله‌ی قبل را با یکدیگر جمع کن

نتایج فرایند مذکور به ازای تمامی سطرها را وارد مجموعه‌ای به نام K کن

مجموعه‌ی دیگری شامل تمامی جایگشت‌های ۰ و ۱ در فضای n تایی با نام K' ایجاد کن

اعضای مجموعه‌ی K را با اعضای K' مقایسه کن و مقادیر برابر را شمارش کن

یافته‌ها و بحث

خروجی تحلیلی الگوریتم خوشه‌بندی مذکور نهایتاً قطعات شهری را به ۱۵۶ خوشه با اعضای یکسان تقسیم کرده است. با ساده شدن و کوچک شدن مسئله حال می‌توان از فنون هیئت منصفه برای تعیین قطعات با قابلیت تخریب و توسعه مجدد استفاده کرد. بدین منظور گروهی از متخصصین شهرسازی (شامل دو نفر برنامه ریز شهری، یک نفر کارشناسی ارشد مرمت و دو نفر دکترای شهرسازی) هر یک از خوشه‌ها را بررسی کرده و نسبت به قابلیت تخریب و توسعه مجدد آن نظر داده‌اند. در ستون آخر این جدول، نظر هیئت منصفه نسبت به تخریب و توسعه مجدد قطعات مربوط به هر خوشه آمده است.

جدول ۸- نمونه خوشه بندی قطعات شهری

شماره خوشه‌ها	کد مقولات (مشخصه‌ها)													تعداد قطعات هر خوشه	اراضی دچار افت شدید شهری	
	X1	X2	X3	X4	X8	X5	X6	X7	X9	X10	X11	X12	X13			
10110000010															122	
101101001000															20	
101110000000															46	
101111011001															2	*
110000011000															3941	
110000100000															37	
110001000100															80	
110001110001															3	*
110010010010															694	
110010110000															84	*
110011010100															11	
110011110110															6	*
110100010100															2121	
110100100100															3	
110101000000															52	

نظرات هیئت منصفه درباره قابلیت تخریب و توسعه مجدد هر خوشه نشان داد جمعاً تعداد ۴۱۷۸ قطعه با قابلیت پاکسازی (تخریب) و توسعه مجدد در کلان شهر اراک وجود دارد که مساحتی بالغ بر ۸۵.۸ هکتار دارند و پراکنش آن‌ها در شهر اراک مطابق نقشه زیر است.



شکل ۵- پراکنش اراضی با قابلیت تخریب و توسعه مجدد در شهر اراک

نتیجه گیری

توسعه مجدد به عنوان یکی از رویکردهای اصلی توسعه میان افزا، منبع مهمی برای بازیافت زمین به شمار می رود. در این راستا، اولین گام شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد است که با دو چالش اساسی روبروست. اول اینکه معیارهای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد (علیرغم تلاش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است) هنوز نامشخص است و دوم اینکه تا کنون ابزار مناسبی برای استفاده از این معیارها و شاخص‌ها در تعیین اراضی با قابلیت توسعه مجدد به کار گرفته نشده است. در این راستا تحقیق حاضر در جهت حل این مسئله گام برداشته و به ارائه الگویی برای تشخیص اراضی با قابلیت توسعه مجدد پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد:

اول؛ اراضی با قابلیت توسعه مجدد شهری در چهار زمینه‌ی کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی دچار افت کیفیت نسبت به سایر نواحی شهر هستند. این بدان معنی است که در تعیین و شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد می‌بایست به هر چهار معیار فوق توجه کرد.

دوم؛ دیگر نتیجه‌ی مهم این تحقیق، تدوین الگویی برای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد با استفاده از ابزاری علمی و تکرار پذیر است. در این مقاله سعی شد تا با تلفیق الگوریتم خوشه‌بندی و فنون هیئت منصفه، ابزاری منطقی و قابل تکرار برای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد تدوین شود که قادر به سنجش قطعات کوچک شهری نیز باشد. تلفیق فنون هیئت منصفه با الگوریتم خوشه‌بندی، به معنای تلفیق عامل انسانی با عامل کامپیوتری است.

سوم؛ نتیجه‌ی دیگر این تحقیق در خصوص توانمندی این الگوریتم و همچنین قابلیت‌های آن در ترکیب با نرم افزارهای جغرافیایی به خصوص نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است. نتایج نشان می‌دهد، الگوریتم ابداعی خوشه‌بندی توانی بر مبنای ده قابلیت خوبی در یکپارچه شدن با نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی دارد و می‌تواند برای شناسایی قطعات با قابلیت توسعه مجدد مورد استفاده قرار گیرد.

چهارم؛ آخرین نتیجه‌ی این تحقیق مربوط به نمونه‌ی مورد مطالعه‌ی این تحقیق است. بکارگیری الگوی معرفی شده در این تحقیق بر روی شهر اراک نشان داد اراضی باقابلیت توسعه مجدد در شهر اراک ۸۵.۸ هکتار می‌باشد که بیشتر در مرکز شهر و محدوده‌های الحاقی روستاهای سنجان و کرهرود متمرکز شده‌اند. اراضی معرفی شده می‌تواند بخش مهمی از نیازهای مربوط به زمین شهری را برطرف ساخته و نیاز به توسعه‌های بیرونی و افزایش محدوده‌ی شهری را کاهش دهد.

تحقیق حاضر را می‌توان با یکپارچه سازی کامل الگوریتم خوشه‌بندی و نرم افزار ArcGIS توسعه داد. به عبارت دیگر از آنجا که هدف اصلی این تحقیق، تدوین الگویی برای شناسایی اراضی با قابلیت توسعه مجدد است، الگوریتم خوشه‌بندی توانی بر مبنای ده به صورت فرمول‌های ریاضی و شبه کدهای برنامه نویسی ارائه شده است. در این مقاله برنامه نویسی الگوریتم خوشه بندی در فضای نرم افزار Matlab صورت گرفته است و داده-های مربوط به هر قطعه از نرم افزار ArcGIS استخراج شده است و فرایند انتقال داده از نرم افزاری به نرم افزار دیگر توسط کاربر انسانی صورت گرفته است. اما محققان می‌توانند الگوریتم خوشه بندی را به صورت یک افزوده برای نرم افزار ArcGIS تعریف کنند و این دو را به صورت کاملاً یکپارچه مورد استفاده قرار دهند.

منابع

- پریزادی، طاهر. (۱۳۹۱). «عدالت فضایی با رویکرد تقویت شهرهای میانی»، *نشریه مطالعات مدیریت شهری*. دوره ۴. شماره ۱. صفحات ۴۳-۵۶.
- جهانشاهی، محمد حسین. (۱۳۸۲). «*بافته‌های فرسوده و مشکل ساز شهری، جستارهای شهرسازی*»، بهار، شماره ۴، صص ۱۷-۲۵
- رهنما، محمدرحیم؛ عباسی، غلامرضا. (۱۳۸۷). «*اصول مبانی مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر*». مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- ژبانی رضایی، حامد، شیبانی، فهیمه. (۱۳۸۸). «الگوریتم جدید برای خوشه بندی داده‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها». *مجله ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان*، سال هفتم، شماره ۲ (پیاپی ۲۵)، تابستان ۸۹، صص ۲۳-۴۲.
- شالی، محمد؛ رضویان، محمدتقی. (۱۳۸۹). «*نابرابری‌های منطقه‌ای در استان آذربایجان شرقی با استفاده از روش تاکسونومی و خوشه بندی نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*». دوره ۱۰، شماره ۱۱. صفحات ۲۵-۴۰.
- شریفیان، احسان. (۱۳۸۹). «*توسعه میان افزا. بهره گیری از ظرفیت‌های درونی شهر*»، *ماهنامه منظره*، شماره ۱۰.
- صداقت رستمی، کبریا. اعتماد، گیتی. بیدرام، رسول. ملاذ، جعفر. (۱۳۹۰). «*تدوین شاخص‌های شناسایی بافته‌های ناکارآمد، نشریه برنامه ریزی فضایی*، شماره اول، صص ۱۲۰-۱۰۳
- عندلیب، علیرضا. (۱۳۸۶). «*راهبردها و سیاستهای نوسازی بافته‌های فرسوده شهر تهران*»، تهران انتشارات سازمان نوسازی شهر تهران، چاپ دوم.
- قربانی، رسول. (۱۳۸۷). «*راهبرد رشد هوشمند در توسعه شهری*»، *مجله جغرافیا و توسعه*.
- کلانتری خلیل آباد، حسین. (۱۳۸۵). «*برنامه ریزی مرمت بافت تاریخی شهر یزد*»، تهران: فراگستر.

- کمانرودی، موسی. (۱۳۸۵). «تعاریف فرسودگی و نظام مداخله»، *فصل نامه اندیشه‌ی ایران‌شهر*، شماره ۹ و ۱۰، دفتر تحقیقات فرهنگی.
- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). سرشماری نفوس و مسکن.
- مقبل باعرض، عباس؛ عادل، آذر؛ میرمهدی، سیدمهدی. (۱۳۹۳). «بخش بندی بازار حمل و نقل عمومی شهری با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (مطالعه موردی: منطقه شش شهر تهران)». *نشریه اقتصاد و مدیریت شهری*. دوره ۲، شماره ۷، صفحات ۳۵ تا ۵۰.
- مقررات شهرسازی و معماری و طرح‌های توسعه و عمران مصوب شورایی عالی شهرسازی و معماری ایران (از تاریخ تاسیس تا پایان شهریور ۱۳۸۸). گردآوری و تنظیم دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری.
- مهندسین مشاور شهر و خانه، (۱۳۹۳). طرح جامع کلان شهر اراک.
- میرزایی ترک، سهام؛ عشور نژاد، غدیر؛ فرجی سبکبار، حسنعلی. (۱۳۹۲). «به کارگیری آنالیز خوشه بندی خاکستری در مدلسازی مکانیابی پارکینگ‌های عمومی شهری مطالعه موردی: پهنه بندی منطقه ۶ شهر تهران». *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. دوره ۱۳، شماره ۲۹، صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۸.
- Faceli, K., Marcilio, C.P., Souto, D., (2006). Multi objective Clustering Ensemble, *Proceedings of the Sixth International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS'06)*.
- Farris, J. Terrence. (2001). The Barrier to using urban infill development to achieve smart growth, *Housing Policy Debate*. Volume 12, issue 1.
- Fred, A.L., Lourenco, A., (2008). Cluster Ensemble Methods: from Single Clusterings to Combined Solutions, *Studies in Computational Intelligence (SCI)*, 126, 3-30.
- Hoppner, F., Kalwon, F., Ruse, RK., et al. (1999). *Fuzzy Cluster Analysis. Methods for Classification, Data Analysis and Image Recognition*. Wiley & sons.
- Johnson, R., Wichern, D. (1999). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Wiley&sons. New York, 550p.

- Keinitz, R. (2001). Managing Maryland Growth: Models and Guidelines for Infill Development. Maryland Department of Planning; retrived from <http://www.mdp.state.md.us/planningact/download/infill.pdf>
- Litman, T. (2005). Land Use Impacts on Transport. Originally Published in World *,Transport Policy & Practice*. Vol 1. No. 4.
- Northeast-Midwest Institute. (1999). *Congress for the New Urbanism, Strategies for Successful Infill Development*.
- Rabert, P. and Sykes, H. (eds.) (2000) *Urban Regeneration: A Handbook*, London: sage.
- State of Maryland. (2001). Models and Guidelines for Infill Development. http://www.mdp.state.md.us/mgs/infill/infillfinal_1.pdf
- Svoray et al, Pua Bar. (Kuitiel), Tsafrá Banner. (2005). Urban land use allocation in a Mediterranean Ecotone: Habitat heterogeneity model incorporated in a GIS using a Multi Criteria Mechanism. *Journal of Landscape and Urban Planning*, Volume 72, pp 337-351.
- Van der Heijden, F., Duin, R.P.W., de Ridder, D., and Tax, D.M.J. (2004). *Classification, Parameter Estimation and State Estimation*. John Wiley & sons Ltd, England, 423p.
- Willey, John & Sons. (2006). *Planning and Urban Design Standards*, American Planning Association (APA).