

تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه‌ی موردی: مناطق شهر اصفهان)

اصغر ضرابی - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان
حمید صابری* - دانشجوی دوره دکترای رشته‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان
جمال محمدی - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان
حمیدرضا وارثی - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۸/۴

چکیده

هدف این مقاله بررسی و تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری و عوامل مؤثر بر آن از طریق ۷۵ شاخص مختلف (اجتماعی - اقتصادی، کالبدی و کاربری اراضی، زیست‌محیطی و دسترسی و ارتباطات) است. روش پژوهش تحلیلی و همبستگی است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های کمی برنامه‌ریزی، از جمله تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره‌ی تاپسیس، آنتروپی، ضریب پراکندگی، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل رگرسیون استفاده شده است. بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته از بین ۱۴ منطقه‌ی شهرداری اصفهان، منطقه‌ی ۸ در شاخص اجتماعی - اقتصادی، منطقه‌ی ۵ در شاخص کالبدی و کاربری اراضی، منطقه‌ی ۲ در شاخص زیست‌محیطی و منطقه‌ی ۳ در شاخص دسترسی و ارتباطات، رتبه‌ی اول را به‌خود اختصاص داده‌اند. در شاخص تلفیقی رشد هوشمند شهری، منطقه‌ی ۵ شهرداری بهترین حالت و منطقه‌ی ۱۴ بدترین وضعیت را داشته است. استفاده از ضریب پراکندگی نشان می‌دهد در بین شاخص‌های مختلف، بیشترین میزان نابرابری در شاخص‌های کاربری اراضی و کالبدی و کمترین میزان نابرابری در شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی بوده است. برابر آزمون آماری انجام‌گرفته بین شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی با شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند، همبستگی معنادار وجود دارد. نتایج حاصل از تحلیل "رگرسیون توأم" نشان می‌دهد از بین شاخص‌های چهارگانه، شاخص‌های کاربری اراضی و (دسترس‌ی و ارتباطات) بیشترین سطح معناداری در تبیین و پیش‌بینی رشد هوشمند شهری را دارند.

کلیدواژه‌ها: رشد هوشمند، تاپسیس، رتبه‌بندی، مناطق شهری، شهر اصفهان.

مقدمه

رشد فزاینده‌ی جمعیت شهرنشین و اسکان بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان در شهرها و تداوم این روند، آینده‌ی کره‌ی زمین را بیشتر با چشم‌اندازهای شهری مواجه می‌کند. این فضاهای برگزیده تا سال ۲۰۲۵ میلادی افزون بر ۵ میلیارد نفر جمعیت خواهند داشت که بیش از ۷۵ درصد جمعیت جهان را در خود جای خواهند داد. این فرایند عظیم شهرنشینی با محوریت ماشین، ضمن توسعه‌ی کالبدی شهرها، باعث از بین بردن زمین‌های کشاورزی و تحمیل هزینه‌های غیرقابل جبرانی بر محیط زیست شهرها شده است (رنه شورت، ۱۳۸۸، ۲۲۰)؛ از سوی دیگر، سرانه و الگوی مصرف نامناسب منابع در شهرها، آنها را در معرض ناپایداری بیشتر نسبت به روستاها قرار داده (صرافی، ۱۳۷۹، ۷) و مشکلات کالبدی، اجتماعی - اقتصادی فراوانی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به‌وجود آورده است (پوراحمد و دیگران، ۱۳۸۸، ۲۹).

در دو دهه‌ی گذشته در پاسخ به شرایط ناپایدار شهرها، مثالواره توسعه‌ی پایدار شهری همانند مؤلفه اساسی تأثیرگذار بر چشم‌انداز بلندمدت جوامع انسانی مطرح شد (قرخلو و دیگران، ۱۳۸۸، ۲). توسعه‌ی پایدار، در واقع فرایند دربرگیرنده‌ی کیفیت اجتماعی - اقتصادی، کالبدی و زیست‌محیطی است که اعضای جوامع محلی را به تولید و بازساخت زندگی هدفمند برای تحقق ابعاد پایداری هدایت می‌کند (توکلی نیا و استادی سیسی، ۱۳۸۸، ۳۳).

از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری، یکی از راهبردهای دستیابی به توسعه‌ی پایدار و ارتقای کیفیت محیط زیست شهری، متعادل ساختن توزیع فضایی کاربری‌ها از طریق "شکل پایدار شهر" است. در اواخر قرن بیستم با الهام از بنیان‌های علمی توسعه‌ی پایدار، رویکرد جدیدی با نام "شهرسازی نوین"^۲ و "رشد هوشمند"^۳ برای پایدارساختن فرم فضایی شهرها مورد توجه قرار گرفته است. طبق فرض اساسی این دیدگاه، توزیع متناسب کاربری‌ها و "شکل فشرده‌ی شهر" ضمن حفظ محیط زیست، باعث استفاده کمتر از خودرو برای حمل‌ونقل می‌شود (www.smartgrowth.org). این دیدگاه با مبانی نظری "شهر پایدار" و "شهر اکولوژیک" مد نظر است که در آن تلفیق کاربری‌های مسکونی و اشتغال با اولویت طراحی دسترسی پیاده، همسو است (زیاری، ۱۳۸۱، ۳۸۱)؛ در حقیقت راهبرد رشد هوشمند، سعی در شکل‌دهی مجدد شهرها و هدایت آنها به سوی اجتماع توانمند با دسترسی به محیط زیست مطلوب دارد (پور محمدی و قربانی، ۱۳۸۲، ۱۰۲).

هدف این مقاله، بررسی توزیع فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی تاپسیس^۴ است. فرضیه‌های این پژوهش عبارت‌اند از:

الف) مناطق شهر اصفهان از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند با یکدیگر تفاوت دارند.

ب) بین کاربری اراضی و رشد هوشمند ارتباط معنادار وجود دارد؛ یعنی در مناطقی که کاربری اراضی متنوع و با دسترسی مناسب وجود دارد، به الگوی رشد هوشمند نزدیک‌تر است.

1. Sustainable Urban Form

2. New Urbanism

3. Smart Growth

4. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

مبانی نظری

مروری بر ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که در دو دهه‌ی گذشته راهبرد رشد هوشمند در چارچوب نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار شهری و حمایت از الگوی شهر فشرده بنا شده است. در حقیقت، توجه به شهر فشرده و رشد هوشمند به دلیل آثار نامطلوب الگوهای توسعه‌ی پراکنده در زمینه‌های سیاسی و زیست‌محیطی به صورت وسیعی افزایش یافته است (حسین‌زاده دلیر، ۱۳۸۷، ۱۹۵). طرفداران این دیدگاه، شکل فشرده‌ی شهر را به دلیل ارتقای کارایی محیط شهری از نظر مصرف انرژی و کاهش سفرهای درون شهری مورد تأکید قرار می‌دهند (عزیزی، ۱۳۸۲، ۵۸-۵۹). طبق اسناد موجود، شهر فشرده می‌تواند استفاده از خودروی شخصی را تا ۷۰ درصد کاهش دهد (حاتمی‌نژاد و اشرفی، ۱۳۸۸، ۵۶). هانکی و مارشال معتقدند، شکل شهر و طرح محله‌ها در انتخاب نوع وسیله و فاصله‌ی طی شده، نقش زیادی دارند و تراکم جمعیت، کاربری زمین و حمل‌ونقل انبوه با سرانه‌ی سفر مرتبط هستند (Hankey & Marshall, 2009, 1). الکساندر و تومالتی (۲۰۰۲) در مقاله‌ای با عنوان "رشد هوشمند و توسعه‌ی پایدار" با استفاده از ۱۳ شاخص، ارتباط تراکم و توسعه‌ی شهری در ۲۶ منطقه‌ی شهرداری برتیش کلمبیا، کانادا را بررسی کردند. آنها در پژوهش خود به ارتباط تراکم با کارایی زیرساخت‌ها و کاهش استفاده از خودرو همراه با کارایی اکولوژیک و اقتصادی اشاره کردند (Alexander & Tomalty, 2002, 397).

مثنوی (۱۳۸۲) با پژوهشی بر روی چهار فرم شهری مختلف در بریتانیا (شهرهای گلاسکو و ایست کیلبراید) نتیجه می‌گیرد که شکل شهر فشرده، ضمن کارا بودن از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی و دسترسی ساکنان به خدمات شهری بر دیگر اشکال کم‌تراکم برتری دارد (مثنوی، ۱۳۸۲، ۸۹) و (مثنوی، ۱۳۸۲، ۱۰۱).

در راستای چنین تفکراتی، در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰، در ایالات متحده، جنبش رشد هوشمند همانند یک رویکرد جدید برنامه‌ریزی به وجود آمد و در کشورهای کانادا و آمریکا به صورت روزافزون عمومیت یافت. این رویکرد ضمن برنامه‌ریزی کالبدی در سطح محلی، بر فرم فشرده، کاربری مختلط، گزینه‌های متعدد دسترسی و حمل‌ونقل پیاده تأکید می‌کند (Grant, 2007, 6). از جمله مروجان اصلی رشد هوشمند می‌توان به سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا^۱ (EPA) و انجمن برنامه‌ریزی آمریکا (APA)^۲ اشاره کرد. انجمن برنامه‌ریزی آمریکا رشد هوشمند را مشتمل بر ترکیبی از تجربه‌های برنامه‌ریزی، مقررات و توسعه تعریف می‌کند که از طریق شکل متراکم ساختمانی، توسعه میان فضاها و اعتدال در استانداردهای پارکینگ و خیابان باعث استفاده‌ی بهینه از زمین می‌شود، از اهداف آنها کاهش توسعه‌ی بی‌رویه، بازیافت زمین، حفاظت از محیط زیست و در نتیجه، ایجاد واحدهای همسایگی مطلوب است (حدادان یزدی، ۱۳۸۵، ۴۲). از نظر بولارد، این جنبش در جست‌وجوی مدیریت رشد از راه ایجاد جوامع سالم، قابل سکونت و پایدار است (Bullard, 2007, 3). به اعتقاد فیلت شهرسازی جدید، رشد هوشمند و توسعه‌ی پایدار، همگی در راستای مدیریت رشد

1. Environmental Protection Agency
2. American Planning Association (APA)

عمل می‌کنند (Flint, 2006, 132). در این رویکرد برخلاف شهرسازی مدرن و کارکردگرایانه‌ی "منشور آتن" که در آن شهر را به چهار منطقه‌ی مجزای "فعالیت، سکونت، تفریح و شبکه‌ی ارتباطی" تقسیم می‌کرد (مهدیزاده، ۱۳۷۹، ۷۳)، بر کاربری مختلط، دسترسی پیاده و حفاظت از محیط زیست تأکید می‌شود.

انجمن شهرسازان آمریکا معتقد است، ایجاد "کاربری‌های مختلط" ضمن برآورده کردن نیازهای ساکنان جامعه، نقش مؤثری در روح بخشیدن به مناطق شهری دارد، این نوع توسعه، دربرگیرنده‌ی مزیت‌های سرزندگی، پایداری، اجتماع‌پذیری، دسترسی مناسب، ایمنی، افزایش اندیشه‌های اجتماعی و فزاینده‌ی بهره‌وری از زیرساخت‌هاست (انجمن شهرسازی آمریکا، ۱۳۸۷، ۱۶۳-۱۹۴). از سوی دیگر، دسترسی پایدار با تلفیق برنامه‌ریزی کاربری زمین و در نتیجه "نزدیکی" و نه "تسهیل خودروسواری" تسهیل و تأمین شود (صرافی، ۱۳۸۰: ۲۳). به اعتقاد آنتونی داون،^۱ رئیس بخش اقتصادی مؤسسه بروکینگز، رشد هوشمند شهری، دارای ویژگی‌های زیر است:

- توسعه‌ی پیرامونی را محدود می‌کند؛
- کاربری زمین با تراکم بالا را تشویق می‌کند؛
- بر منطقه‌بندی مختلط تأکید می‌کند؛
- سفر با وسایل شخصی را کاهش می‌دهد؛
- بر بازسازی و تجدید مناطق قدیمی توجه دارد؛
- از فضاهای باز حمایت می‌کند (قربانی و نوشاد، ۱۳۸۷، ۱۶۶).

در حقیقت، رشد هوشمند، یک مفهوم ابزارمحور است که توافق چندانی در تعاریف آن وجود ندارد، اما طرفداران رشد هوشمند، بر اصول ده‌گانه‌ی آن که از سوی آژانس حفظ محیط زیست آمریکا (APA) ارائه شده، هم عقیده‌اند (Cowan, 2005, 357; Yang, 2009, 134):

- ایجاد کاربری‌های مختلط؛
- تأکید بر مزایای حاصل طراحی ساختمان‌های فشرده؛
- فراهم آوردن گزینه‌های مختلف انتخاب مسکن؛
- ایجاد محله‌هایی با دسترسی پیاده‌رو؛
- محله‌های دور از هم و گیرا با احساس هویت بالا؛
- حفاظت از فضاهای باز، زمین‌های کشاورزی، طبیعت زیبا و نواحی زیست‌محیطی حساس؛
- تقویت توسعه در جهت جوامع موجود؛
- فراهم آوردن تنوعی از گزینه‌های حمل‌ونقل؛
- تصمیم‌گیری‌های توسعه‌ی قابل پیش‌بینی؛
- تشویق جوامع و ذینفعان برای مشارکت در توسعه (www.smartgrowth.org).

جدول ۱. مقایسه‌ی ویژگی‌های رشد هوشمند و رشد پراکنده

شاخص	رشد هوشمند	رشد پراکنده
تراکم	تراکم بالاتر، فعالیت فشرده‌تر.	توسعه‌ی پایین‌تر، فعالیت پراکنده‌تر.
الگوی رشد	توسعه‌ی درونی (Brownfield) و توسعه‌ی اراضی متروکه.	توسعه‌ی پیرامونی شهر (Greenfield) و توسعه‌ی زمین‌های کشاورزی.
ترکیب کاربری‌ها	کاربری‌های ترکیبی.	زمین‌های سبز.
مقیاس	مقیاس انسانی، ساختمان‌ها، بلوک‌ها و جاده‌های کوچک‌تر. توجه به جزئیات؛ زیرا مردم چشم‌اندازهای نزدیک مثل پیاده‌روها را می‌نگرند.	<ul style="list-style-type: none"> - کاربری مجزا و جداگانه. - مقیاس بزرگ، بلوک و ساختمان‌های بزرگ‌تر، جاده‌های پهن‌تر، جزئیات کمتر؛ زیرا مردم چشم‌اندازهای دور مثل ماشین‌سواران را می‌نگرند.
خدمات عمومی (مغاره‌ها، مدارس و پارک)	محلی، پخش شده، کوچک‌تر، دسترسی پیاده مناسب.	منطقه‌ای، یک‌جا، بزرگ‌تر، نیاز به دسترسی خودرو.
حمل‌ونقل	الگوی کاربری و حمل‌ونقل چندگانه که پیاده‌ها، دوچرخه‌سوارها و حمل‌ونقل عمومی را پشتیبانی می‌کند.	الگوی کاربری و حمل‌ونقل خاص خودرو، مکان ضعیف برای پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و ترانزیت.
ارتباطات	جاده‌های ارتباطی بالاتر، مسیرهای پیاده‌رو، سفرهای مستقیم‌تر با روش‌های ماشینی و غیر ماشینی.	شبکه‌های جاده‌های زنجیره‌ای با بسیاری از جاده‌ها و پیاده‌روهای غیرمتصل و موانعی برای سفرهای غیرماشینی.
طراحی خیابان	طراحی خیابان برای جمع کردن تنوعی از فعالیت‌ها، روان کردن ترافیک.	طراحی خیابان برای بیشتر کردن حجم و سرعت ترافیک وسایل نقلیه موتوری.
فرایند برنامه‌ریزی	برنامه‌ریزی و هماهنگی بین اختیارات قانونی و سرمایه‌گذاری.	بدون برنامه‌ریزی با هماهنگی کم بین اختیارات قانونی و سرمایه‌گذاران.
فضای عمومی	تأکید بر قلمروهای عمومی (چشم‌انداز خیابان، نواحی پیاده‌رو، پارک‌های عمومی، تسهیلات عمومی)	تأکید بر قلمروهای خصوصی (حیاط‌ها، پیاده‌روی خرید، ورودی‌های جوامع، کانون‌های خصوصی).

منبع: رهنما، ۱۳۸۷، ۶۰

در حقیقت، رشد هوشمند، افزون بر فرم فشرده‌ی شهر، به استفاده بهینه‌ی از فضاهای شهری برای ایجاد جوامع با دسترسی پیاده تأکید دارد. البته این دیدگاه مخالفانی دارد که معتقدند رشد هوشمند ارتباط چندانی با پایداری ندارد.

روش تحقیق

با توجه به اهداف پژوهش، نوع پژوهش کاربردی با روش توصیفی - تحلیلی است. جامعه‌ی آماری شامل مناطق چهارده‌گانه‌ی شهر اصفهان بر اساس بخش‌های کالبدی شهرداری و مسکن و شهرسازی در سال ۱۳۸۸ است. اطلاعات مورد نیاز از نتایج سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن (۱۳۸۵)، طرح بازنگری تفصیلی مناطق شهر اصفهان (۱۳۸۵) - (۱۳۸۷)، آمارنامه‌ی شهر اصفهان (۱۳۸۸)، و مهندسان مشاور تهیه‌کننده‌ی طرح بازنگری تفصیلی شهر اصفهان و... جمع‌آوری شده است. با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی تاپسیس و روش وزن‌دهی آنتروپی، نخست مناطق شهری برای شاخص‌های رشد هوشمند شهری رتبه‌بندی شده و از راه شاخص ضریب پراکندگی، میزان نابرابری‌ها مشخص می‌شود، سپس از روش مدل تحلیل خوشه‌ای به سطح‌بندی مناطق شهری و با استفاده از تحلیل رگرسیون به آثار هر یک از معیارهای (اجتماعی - اقتصادی، کاربری اراضی، دسترسی و زیست‌محیطی) بر شاخص ترکیبی رشد هوشمند شهری بیان می‌شود.

شاخص‌های تحقیق

در شاخص‌های رشد هوشمند شهری، بیشتر به تنوع کاربری اراضی، میزان دسترسی و کیفیت محیط زیست در ارتباط با تراکم جمعیت پرداخته می‌شود؛ از این رو سرانه‌ی کاربری‌ها و سهم هر کدام از کاربری‌ها به مساحت منطقه، مورد توجه است و هرچه تراکم ساختمانی، نسبت کاربری‌های مختلط و عمومی، فضای سبز و باز و فضای پیاده‌رو به سایر کاربری‌های عمومی در سطح محله‌ها بیشتر باشد، نشانگر هوشمندتر بودن آن منطقه است. در حقیقت، وجود کاربری‌های مختلط و دسترسی مناسب در منطقه، با برطرف کردن نیازهای ساکنان محله‌های مختلف در همان منطقه، باعث کاهش حجم سفر و ترافیک در شهر می‌شود. از سوی دیگر، رشد هوشمند به تمام شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و دسترسی توجه دارد. برای مثال شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی مانند، ضریب اشتغال زنان و مردان، تعداد دانش‌آموزان، بُعد خانوار، تعداد خانوار در واحد مسکونی و... با ایجاد سفر در منطقه، رابطه‌ی مستقیمی دارند. در این پژوهش به دلیل کمبود داده‌ها در برخی از شاخص‌ها مانند، حجم روان‌آب مناطق، میزان مصرف انرژی و میزان آلودگی هوای مناطق از پژوهش حذف شده و برخی شاخص‌های توسعه‌ی کالبدی اضافه شد. در مجموع این شاخص‌ها به چهار شاخص عمده‌ی (معیار) تقسیم شد که عبارت‌اند از: شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی (۱۷ شاخص)، شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی (۳۴ شاخص)، شاخص‌های زیست‌محیطی (۷ شاخص) و شاخص‌های دسترسی (شاخص ۱۳). از مجموع شاخص‌های ذکر شده یک شاخص به‌عنوان شاخص تلفیقی (ترکیبی) رشد هوشمند به‌وجود آمد (جدول ۲).

جدول ۲. شاخص‌های به‌کار رفته در پژوهش در مناطق شهری اصفهان

سهم جمعیتی منطقه، تعداد و سهم خانوارها، معکوس بُعد خانوار، تعداد خانوار در واحد مسکونی، معکوس بار تکفل، درصد باسوادی مناطق، درصد باسوادی مردان، درصد باسوادی زنان، درصد شاغلان به جمعیت ده‌ساله و بیشتر، نسبت شاغلان مرد، نسبت شاغلان زن، نرخ مشارکت، نرخ مشارکت مردان، نرخ مشارکت زنان، درصد دانش‌آموزان.	شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی (۱۷ شاخص)
تراکم ناخالص جمعیت، نسبت وسعت منطقه از شهر، سهم و سرانه‌ی کاربری مسکونی، سهم و سرانه‌ی کاربری تجاری و تجاری مختلط، سهم و سرانه‌ی کاربری آموزشی، سهم و سرانه‌ی کاربری فرهنگی - مذهبی، سهم و سرانه‌ی کاربری بهداشتی و درمانی، سهم و سرانه‌ی کاربری تفریحی، سهم و سرانه‌ی گردشگری، سهم و سرانه‌ی آموزش عالی، سهم و سرانه‌ی اداری و انتظامی، سهم و سرانه‌ی خدمات‌های اجتماعی، سهم و سرانه‌ی کاربری کارگاهی و صنعتی، سهم و سرانه‌ی کاربری تأسیسات، سهم و سرانه‌ی کاربری حمل‌ونقل و انبارداری، سهم و سرانه‌ی شهری. تعداد پروانه‌های ساختمانی به ده هزار نفر معکوس وسعت بافت‌های فرسوده، درصد واحدهای مسکونی ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر به کل واحدهای مسکونی، درصد واحدهای مسکونی بالای ۲۰۰ متر به کل واحدهای مسکونی.	شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی (۳۸ شاخص)
تعداد پارک عمومی به ده هزار نفر، سهم و سرانه‌ی پارک عمومی، سهم و سرانه‌ی فضای سبز (درخت، کشاورزی و فضای سبز حفاظتی)، سهم و سرانه‌ی مجاری آب (رودخانه، مادی، جوی آب، قنات)، سهم و سرانه‌ی فضاهای باز، بایر و کشاورزی، معکوس سرانه‌ی تولید زباله، میزان تولید زباله.	شاخص‌های زیست‌محیطی (۷ شاخص)
سرانه و سهم کاربری معابر، سهم و سرانه‌ی کاربری پارکینگ، تعداد پارکینگ به ده هزار نفر، درصد ظرفیت پارکینگ‌ها، نسبت پارکینگ به خودرو، نسبت معابر آسفالت به مساحت منطقه، نسبت معابر پیاده به مساحت منطقه، سرانه‌ی مالکیت خودرو، کل سفرهای تولید شده، نرخ تولید سفر.	شاخص‌های دسترسی (۱۳ شاخص)

منبع: نگارندگان

تشریح مدل تاپسیس (TOPSIS)^۱

هوانگ و یون^۲ در سال ۱۹۸۱ مدل تاپسیس را پیشنهاد کردند. این مدل یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است (مؤمنی، ۱۳۸۷، ۲۴). در روش‌های چندشاخصه از جمله تاپسیس، هدف، رتبه‌بندی و انتخاب گزینه‌ی برتر است (کهنسال و رفیعی، ۱۳۸۷، ۹۳). اساس این مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه‌ی انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص به‌طور یکسان افزایش یا کاهش می‌یابد؛ نمره‌های تاپسیس بین صفر و یک است، هر چه شاخص تاپسیس به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده‌ی ایده‌آل بودن رتبه آن است (مؤمنی، ۱۳۸۷، ۲۴-۲۹). ساختار کلی مدل به شرح زیر است (اصغر پور، ۱۳۸۷، ۲۶۰-۲۶۶):

۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: این ماتریس از n شاخص و m منطقه تشکیل شده است.

۲- وزن‌دهی به شاخص‌ها: وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق مدل آنتروپی صورت گرفته است که ساختار آن به شرح

زیر است (اکبری و زاهدی کیوان، ۱۳۸۷، ۴۸-۴۶):

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (۱)$$

در مرحله‌ی بعدی مقدار آنتروپی هر یک از شاخص‌ها برآورد می‌شود:

$$\sum_j j = -k \sum_{i=1}^m [n_{ij} \ln(n_{ij})] = k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (۲)$$

مقدار آنتروپی هر یک از شاخص‌ها مقداری بین صفر و یک است. بعد از محاسبه‌ی آنتروپی هر شاخص، درجه

انحراف هر شاخص از طریق رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j \quad (۳)$$

وزن هر شاخص از طریق رابطه‌ی (۴) محاسبه می‌شود:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (۴)$$

۳- تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده: در این مرحله، با استفاده از فرمول زیر، ماتریس تصمیم‌گیری موجود را به

ماتریس بی‌مقیاس شده تبدیل می‌کنیم:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=0}^n x_{ij}^2}} \quad (۵)$$

۴- ماتریس بی‌مقیاس شده‌ی موزون: این ماتریس از طریق ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده در ماتریس وزن هر شاخص، حاصل می‌شود:

۵- یافتن ایده‌آل‌های مثبت و منفی: در این مرحله، بزرگ‌ترین مقدار هر شاخص به‌عنوان ایده‌آل مثبت (A^+) و کمترین مقدار هر شاخص به‌عنوان ایده‌آل منفی (A^-) تعیین می‌شود.

۶- محاسبه‌ی اندازه‌ی جدایی: این مرحله با کمک مرحله‌ی پنجم فاصله‌ی اقلیدسی هر گزینه از جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی مربوط به هر شاخص مسئله، محاسبه می‌شود:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \rightarrow i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

۷- برآورد نزدیکی نسبی A_i به راه‌حل ایده‌آل: این نزدیکی نسبی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CL_i = \frac{D_i}{(D_i^- + D_i^+)} \rightarrow 1 < CL \leq i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

۸- رتبه‌بندی هر یک از گزینه‌ها (شهرها) بر اساس CL_i

معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

جمعیت کلانشهر اصفهان از ۲۸۷,۸۹۸ نفر در سال ۱۳۴۵ به ۱,۶۰۲,۱۱۰ نفر در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است. نرخ رشد ۵۰ ساله این شهر برابر با ۳/۵ درصد در سال است. در سال ۱۳۸۵ کلانشهر اصفهان به‌عنوان سومین کلانشهر ایران از لحاظ اندازه‌ی جمعیتی، ۳۵/۲ درصد از جمعیت استان را به خود اختصاص داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵). این شهر بر اساس آخرین تقسیمات شهرداری، ۱۴ منطقه شهرداری دارد (شهرداری اصفهان، ۱۳۸۸). براساس طرح بازنگری تفصیلی اصفهان این کلانشهر ۱۷,۶۱۸ هکتار مساحت دارد و میانگین تراکم جمعیت این شهر برابر با ۹۱ نفر در هکتار است. بیشترین تراکم جمعیت متعلق به منطقه‌ی ۱۴ با ۱۵۵ نفر در هکتار و کمترین میزان تراکم جمعیت با ۶۱/۹ نفر در هکتار متعلق به منطقه‌ی ۹ است. منطقه‌ی ۱۴ به‌دلیل وجود اسکان غیررسمی و هجوم سیل مهاجران و منطقه‌ی ۹ به‌دلیل قرارگیری در اراضی حاشیه‌ای و داشتن سطح وسیعی از کاربری‌های باغ و زراعی کمترین تراکم جمعیت را دارد (جدول ۳).

جدول ۳. مشخصات مساحت، جمعیت و تراکم ناخالص مناطق شهر اصفهان

منطقه	مساحت* (هکتار)	جمعیت**	تراکم ناخالص (نفر در هکتار)	رتبه تراکم
۱	۱۰۴۳	۷۳۹۲۶	۹/۷۰	۱۱
۲	۶۴۳	۵۵۷۰۱	۶/۸۶	۱۰
۳	۱۱۸۱	۱۱۱۸۱۶	۷/۶۷	۱۳
۴	۱۰۲۰	۱۱۲۸۳۴	۶/۱۱۰	۳
۵	۱۵۴۹	۱۴۴۹۶۳	۶/۹۳	۶
۶	۱۱۶۸	۱۰۶۹۵۶	۹۲	۱۴
۷	۱۳۶۹	۱۳۱۳۳۷	۹/۹۵	۷
۸	۱۸۹۲	۲۰۵۴۳۷	۶/۱۰۸	۴
۹	۱۱۲۰	۶۹۳۳۱	۹/۶۱	۱۴
۱۰	۱۳۶۷	۱۸۹۹۷۶	۹/۱۳۸	۲
۱۱	۶۲۹	۵۶۲۴۶	۴/۸۹	۹
۱۲	۱۳۹۶	۹۵۱۳۶	۱/۶۸	۱۲
۱۳	۱۲۱۰	۱۰۹۱۰۱	۲/۹۰	۸
۱۴	۹۰۰	۱۳۹۳۶۰	۹/۱۵۴	۱
شهر	۱۷۶۱۸	۱۶۰۲۱۱۰	۹/۹۰	-

منبع: * مساحت مناطق شهر اصفهان بر اساس طرح تفصیلی بازنگری شهر اصفهان است. مساحت مناطق ۵ و ۶ بدون اراضی نظامی و پادگان‌ها برآورد شده است. ** آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.

تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند

برای رتبه‌بندی مناطق اصفهان از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند شهری با بهره‌گیری از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی تاپسیس و استفاده از مدل وزن‌دهی آنتروپی (اکبری و زاهدی کیوان، ۱۳۸۷، ۴۸-۴۶)، به تحلیل ساختار فضایی مناطق ۱۴ گانه کلانشهر اصفهان در چهار معیار اجتماعی - اقتصادی، کالبدی و کاربری اراضی، زیست‌محیطی و دسترسی و ارتباطات، پرداخته شده است.

بررسی‌های صورت گرفته نشان داد، در شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی، منطقه‌ی ۸ شهرداری با نمره‌ی تاپسیس ۰/۷۷۸۳ رتبه‌ی یک و منطقه‌ی ۲ با امتیاز ۰/۴۸۶ رتبه‌ی ۱۴ را به خود اختصاص داده است که مهم‌ترین علت آن، شکل‌گیری محله‌های نوین "خانه‌ی اصفهان" و "جابر انصاری" با ساختار اقتصادی - اجتماعی به نسبت قوی در منطقه‌ی ۸ و قرارگیری منطقه‌ی ۲ در حاشیه‌ی کلانشهر اصفهان به عنوان منطقه‌ی کشاورزی با ساختار نیمه‌روستایی است. میانگین امتیاز تاپسیس مناطق شهر اصفهان در شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی برابر با ۰/۴۱۸۶ و انحراف معیار این شاخص ۰/۲۱۹۹ است. طبق محاسبه‌های انجام شده، ضریب پراکندگی این شاخص ۰/۵۲۵ به دست آمد که نشانگر وجود تفاوت و پراکندگی نسبی در شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی مناطق شهر اصفهان است.

در شاخص‌های سی‌وهفت‌گانه کاربری اراضی و کالبدی، منطقه‌ی ۵ شهرداری رتبه‌ی یک و منطقه‌ی ۱۰ رتبه‌ی آخر را به دست آورد. منطقه‌ی یک، به دلیل قرارگیری در نیمه‌ی جنوبی اصفهان با ساختار کالبدی برنامه‌ریزی شده و تنوع کاربری‌ها، در شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی، تعادل نسبی دارد. این منطقه، به صورت عرفی جزء مناطق مرفه اصفهان محسوب می‌شود؛ اما منطقه‌ی ۱۰ شهرداری از لحاظ ساختار کالبدی و شاخص‌های سطح و سرانه‌ی کاربری

اراضی بدترین وضعیت را دارد. این منطقه با ۱۸۹,۹۷۶ نفر، از مناطق پرجمعیت شهر اصفهان است. افزایش جمعیت ضمن بالابردن تراکم آن، باعث کاهش سرانه‌های کاربری اراضی در این منطقه شده است. این منطقه با ساختار فضایی سنتی و نیمه‌سنتی در حاشیه‌ی شمال غربی شهر اصفهان قرار دارد از محله‌های عمده آن می‌توان به "جی" و "پروین" اشاره کرد.

میانگین امتیاز تاپسیس مناطق شهر اصفهان در شاخص مذکور برابر با ۰/۱۵۱۱ و انحراف معیار آن ۰/۱۶۴۲ است. ضریب نابرابری مناطق اصفهان از این شاخص بسیار بالاست (۰/۱۰۸۶) و بیانگر تفاوت در ساختار کالبدی و سطح و سرانه‌ی کاربری اراضی در بین مناطق است. مناطق (۵، ۶، ۱۳، ۸ و ۴) امتیاز بالاتر از میانگین و سایر مناطق شهر امتیاز پایین‌تر از میانگین دارند. نکته‌ی جالب‌توجه اینکه، تمام مناطق حاشیه‌ی جنوبی زاینده‌رود از نظر شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی بهترین حالت را دارند.

از لحاظ شاخص‌های زیست‌محیطی منطقه‌ی ۲ شهرداری به دلیل داشتن ۲۷۹ هکتار زمین کشاورزی و باغی (معادل ۴۳ درصد مساحت منطقه) و نمره‌ی تاپسیس ۰/۷۱۷۱، از مجموع شاخص‌های زیست‌محیطی رتبه‌ی یک و منطقه‌ی ۱۳ با امتیاز ۰/۰۵۲۹ رتبه‌ی آخر را به خود اختصاص داده است. میانگین امتیاز تاپسیس شاخص‌های زیست‌محیطی برابر با ۰/۲۹۲۸ و انحراف معیار آن برابر با ۰/۲۱۵۵ است. ضریب اختلاف با مقدار ۰/۷۳۶ نشانگر نابرابری به نسبت بالا بین مناطق شهر است.

شاخص‌های دسترسی و ارتباطی به عنوان شریان‌های حیاتی شهر، نقش مهمی در ارتقای کیفیت رشد هوشمند بازی می‌کنند؛ با توجه به محاسبه‌های انجام شده، منطقه‌ی ۳ با امتیاز ۰/۶۶۶۷ در رتبه‌ی نخست و منطقه‌ی ۱۴ با امتیاز ۰/۰۳۶۶ در رتبه‌ی آخر قرار دارد. شکل‌گیری فضاهای مخصوص پیاده، راه‌های دوچرخه‌رو و وجود پارکینگ‌های متعدد در منطقه‌ی ۳ باعث بالارفتن امتیاز تاپسیس این منطقه و ساختار نامناسب دسترسی منطقه‌ی ۱۴ به عنوان یک بافت حاشیه‌ای و خودرو از علل کاهش امتیاز تاپسیس آن است.

میانگین امتیاز شاخص‌های دسترسی و ارتباطی ۰/۲۵۱۹ و انحراف معیار آن ۰/۲۳۶۹ است. ضریب نابرابری ۰/۹۴۰ بیانگر تفاوت بسیار بین مناطق از لحاظ این شاخص است. مناطق ۳، ۴، ۵، ۱۲ و ۶ امتیاز بالاتر از میانگین و سایر مناطق امتیاز پایین‌تر از میانگین دارند (جدول ۲).

در بین شاخص‌های چهارگانه‌ی ذکر شده، بیشترین میزان ضریب نابرابری به ترتیب به شاخص (کالبدی - کاربری اراضی)، (دسترسی - ارتباطی) و زیست‌محیطی اختصاص دارد و کمترین میزان نابرابری بین شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی دیده می‌شود.

شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند

برای دست‌یابی به رتبه‌بندی قطعی از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند، همه‌ی ۷۵ شاخص با استفاده از مدل تاپسیس به صورت تلفیقی مورد محاسبه قرار گرفت و نتایج کم‌وبیش متفاوتی به دست آمد. از لحاظ شاخص‌های تلفیقی منطقه‌ی ۵ با امتیاز تاپسیس ۰/۶۳۳۷ در رتبه‌ی یک قرار گرفت. این منطقه در شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی هم بالاترین

امتیاز را داشت. رتبه‌ی آخر به منطقه ۱۴ با امتیاز تاپسیس ۰/۰۵۲۸ + تعلق گرفت که از لحاظ شاخص دسترسی و ارتباطی هم در رتبه آخر قرار داشت.

در مجموع منطقه‌ی ۵ به‌عنوان یک منطقه‌ی کمابیش نوساز با توزیع متناسب کاربری اراضی و تراکم بالای ساختمانی (بیش از ۲۲۰ درصد) و ساختار اقتصادی و اجتماعی، دسترسی مناسب و محیط زیست به‌نسبت مطلوب به‌عنوان برخوردارترین منطقه‌ی اصفهان و منطقه‌ی ۱۴ با بافت غالب اسکان غیر رسمی و آشفته، محروم‌ترین منطقه از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند رتبه‌بندی شد. میانگین شاخص‌های تلفیقی برابر ۰/۲۰۴۷ + و انحراف معیار ۰/۱۴۰۴ + است. مناطق ۵، ۶، ۳، ۸ و ۵ امتیاز بالاتر از میانگین و سایر مناطق امتیاز پایین‌تر از میانگین شهر را دارند.

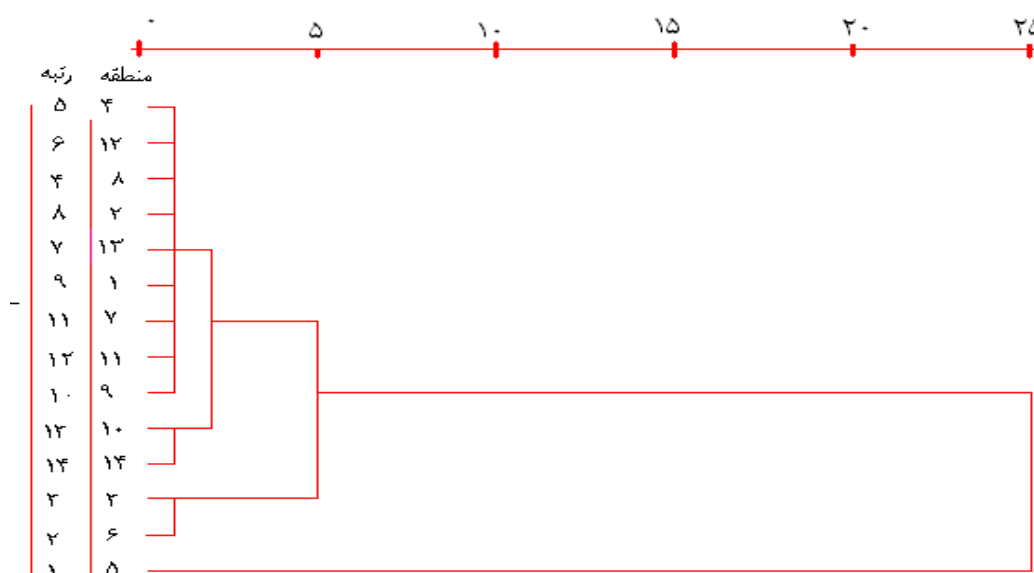
با استفاده از ضریب نابرابری، میزان هماهنگی و تعادل در شاخص‌های رشد هوشمند شهری بین مناطق چهارده‌گانه شهر اصفهان محاسبه و مقداری برابر ۰/۶۸۶ + به‌دست آمد که نشان‌دهنده‌ی ناهمگنی و واگرایی بین مناطق شهری از لحاظ شاخص‌های مذکور است. این نابرابری متأثر از توزیع نامناسب امکانات و خدمات در سطح شهر است. با توجه به امتیاز تاپسیس و ضریب نابرابری محاسبه شده، بین مناطق اصفهان از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند تفاوت و نابرابری وجود دارد؛ بنابراین فرضیه‌ی اول ثابت می‌شود.

جدول ۴. رتبه‌بندی مناطق شهری اصفهان از نظر شاخص‌های رشد هوشمند با استفاده از مدل تاپسیس

شاخص‌ها	شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی		شاخص‌های کاربری اراضی و کالبدی		شاخص‌های زیست‌محیطی		شاخص‌های دسترسی و ارتباطات		شاخص‌های تلفیقی	
	رتبه	میزان تاپسیس	رتبه	میزان تاپسیس	رتبه	میزان تاپسیس	رتبه	میزان تاپسیس	رتبه	میزان تاپسیس
۱	۱۱	۰/۲۵۰۰	۹	۰/۷۳۲	۱۲	۰/۱۲۴۲	۳	۰/۵۸۳۸	۹	۰/۱۸۱۰
۲	۱۴	۰/۰۴۸۶	۸	۰/۰۷۸۹	۱	۰/۷۲۷۱	۱۲	۰/۰۵۹۷	۸	۰/۱۸۵۶
۳	۹	۰/۳۹۱۶	۷	۰/۰۸۰۵	۱۳	۰/۱۰۹۹	۱	۰/۶۶۶۷	۳	۰/۲۴۱۴
۴	۱۰	۰/۳۸۵۶	۵	۰/۱۶۶۸	۴	۰/۳۸۸۹	۴	۰/۴۱۷۹	۵	۰/۲۰۹۲
۵	۲	۰/۶۷۹۰	۱	۰/۶۵۵۲	۸	۰/۲۲۵۴	۲	۰/۶۳۱۱	۱	۰/۶۳۳۷
۶	۸	۰/۴۱۸۳	۲	۰/۳۰۳۲	۵	۰/۲۸۷۰	۶	۰/۲۹۷۷	۲	۰/۲۹۹۰
۷	۵	۰/۵۲۲۱	۶	۰/۱۲۲۷	۹	۰/۲۱۳۸	۷	۰/۱۴۲۷	۱۱	۰/۱۲۹۱
۸	۱	۰/۷۷۸۳	۴	۰/۱۹۱۰	۷	۰/۲۵۴۸	۱۱	۰/۰۷۸۵	۴	۰/۲۰۹۵
۹	۱۲	۰/۱۳۱۶	۱۱	۰/۰۶۱۵	۲	۰/۵۹۴۵	۹	۰/۰۸۴۶	۱۰	۰/۱۴۹۰
۱۰	۳	۰/۶۷۷۹	۱۴	۰/۰۲۸۹	۱۰	۰/۱۸۴۳	۸	۰/۰۸۴۸	۱۳	۰/۰۵۹۸
۱۱	۱۳	۰/۱۲۸۴	۱۰	۰/۰۶۷۰	۳	۰/۴۶۷۱	۱۲	۰/۰۵۳۱	۱۲	۰/۱۱۶۴
۱۲	۷	۰/۴۲۷۳	۱۲	۰/۰۴۵۵	۱۲	۰/۱۱۴۲	۵	۰/۳۴۸۰	۶	۰/۲۰۹۲
۱۳	۶	۰/۴۷۵۵	۳	۰/۱۹۶۰	۱۴	۰/۰۵۲۹	۱۳	۰/۰۴۲۲	۷	۰/۱۹۰۰
۱۴	۴	۰/۵۴۶۱	۱۳	۰/۰۴۵۴	۱۱	۰/۱۷۵۰	۱۴	۰/۰۳۶۶	۱۴	۰/۰۵۲۸
میانگین		۰/۴۱۸۶		۰/۱۵۱۱		۰/۲۹۲۸		۰/۲۵۱۹		۰/۳۰۴۷
انحراف معیار		۰/۲۱۹۹		۰/۱۶۴۲		۰/۲۱۵۵		۰/۲۳۶۹		۰/۱۴۰۴
ضریب پراکنندگی		۰/۵۲۵		۰/۱۰۸۶		۰/۷۳۶		۰/۹۴۰		۰/۶۸۶

منبع: نگارندگان

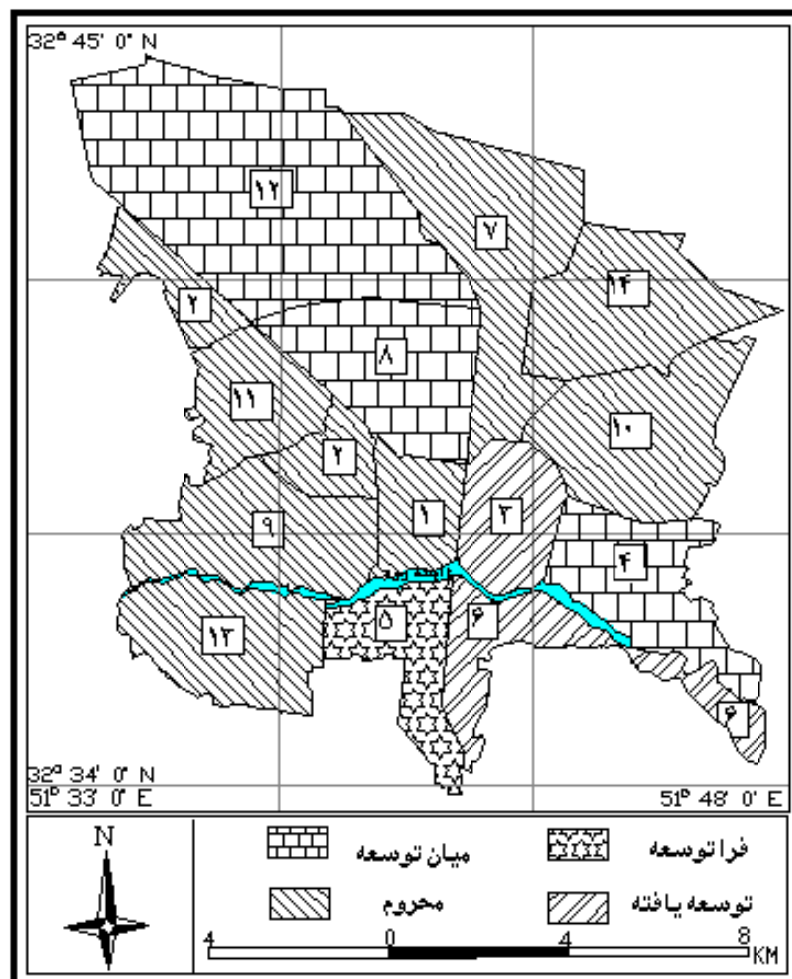
با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، مناطق چهارده‌گانه در سه دسته خوشه‌بندی شد. منطقه ۵ به‌تنهایی در یک خوشه‌ی جدا و به‌عنوان منطقه‌ی فراتوسعه و در خوشه‌ی دوم مناطق ۶ و ۳ شهرداری به‌عنوان مناطق توسعه‌یافته رتبه‌بندی شد. در خوشه سوم به‌دلیل تفاوت زیاد در شاخص‌های رشد هوشمند، مناطق به دو زیرخوشه‌ی مناطق کمتر توسعه‌یافته، شامل مناطق (۸، ۴، ۱۳، ۱۲، ۲، ۱، ۹، ۷ و ۱۱) و زیرخوشه‌ی مناطق محروم، شامل مناطق (۱۰ و ۱۴) طبقه‌بندی شدند (نمودار ۱). این خوشه‌ها به‌صورت نقشه‌ی رتبه‌بندی در زیر ارائه شده است (شکل ۱). قرارگیری سطح توسعه‌ی مناطق بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری در سه خوشه‌ی متفاوت، بیانگر نابرابری فضایی بین کاربری‌ها و پراکنش جمعیت است. درحقیقت، مناطق برخوردار و نیمه‌برخوردار مانند، منطقه ۵، ۶ و ۳، ساختاری هوشمندانه و متفاوت‌تر از سایر مناطق شهری دارند.



شکل ۱. خوشه‌بندی مناطق شهر اصفهان از نظر شاخص‌های رشد هوشمند شهری

برای تحلیل فضایی کارآمدتر با مینا قرار دادن میانگین امتیاز تاپسیس، نقشه‌ی رتبه‌بندی مناطق کشیده شد. در این نقشه، مناطق بالاتر از میانگین شهر در سه دسته فراتوسعه، توسعه‌یافته و میان توسعه و مناطق پایین‌تر از میانگین نیز در طبقه‌ی محروم دسته‌بندی شدند (شکل ۲).

بررسی ارتباط میان رتبه‌ی تراکم جمعیت با رتبه‌ی شاخص‌های تلفیقی رشد در سطح مناطق هوشمند نشان می‌دهد که بین تراکم جمعیتی و شاخص‌های رشد هوشمند ارتباط معناداری وجود ندارد و دلیل آن گستردگی بیش از حد شهر اصفهان و تراکم ساختمانی پایین در بیشتر مناطق شهر اصفهان است، اما بین رتبه‌ی شاخص‌های کالبدی و کاربری اراضی و رتبه‌ی شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند ارتباط معنادار ۰/۹۳ وجود دارد.



شکل ۲. سطح‌بندی مناطق شهر اصفهان بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری

مدل برازش رگرسیونی عوامل تبیین‌کننده رشد هوشمند شهری

برای پیش‌بینی شاخص‌های تأثیرگذار بر رشد هوشمند از تحلیل رگرسیون استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی به روش توأم^۱ نشان داد که بین شاخص‌های چهارگانه (اجتماعی - اقتصادی، کاربری اراضی و کالبدی، حمل‌ونقل و ارتباطات و محیط زیست)، شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی و زیست‌محیطی از مدل نهایی برازش رگرسیونی معنادار نیست و شاخص‌های کاربری اراضی، کالبدی و دسترسی و ارتباطات معنادارند. معنادار نبودن برخی از شاخص‌ها را می‌توان به علت همبستگی ضعیف آن با متغیر وابسته (شاخص‌های تلفیقی) دانست. شاخص‌های چهارگانه‌ی وارد شده بر مدل، به میزان ۹۳ درصد از تغییرات شاخص‌های تلفیقی (رشد هوشمند) را تبیین می‌کنند و باقی‌مانده واریانس‌ها با عوامل ناشناخته که در این پژوهش نیامده است، تبیین و پیش‌بینی می‌شوند (جدول ۵).

جدول ۵. آماره‌های تحلیل رگرسیون چندمتغیره شاخص‌های رشد هوشمند شهری

اِستبَاه معیار	ضرب تبیین تصحیح شده	ضرب تبیین	ضرب همبستگی چندگانه
۰/۰۳۷۲	۰/۹۳۰	۰/۹۵۱	۰/۹۷۵

منبع: برآوردهای نگارنده

در جدول (۶) معنادار بودن رگرسیون رابطه بین متغیرها با سطح معناداری (Sig : ۰/۰۰۰) نشان داده شده که معنادار بودن آن را در ۹۹ درصد تأیید می‌کند.

جدول ۶. تحلیل واریانس رگرسیون چندگانه شاخص‌های رشد هوشمند شهری

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	کمیت F	سطح معناداری
اثر رگرسیونی	۰/۲۴۴	۴	۰/۰۶۱	۴۳/۸۶	۰/۰۰۰
باقی مانده	۰/۰۱۲	۹	۰/۰۰		
کل	۰/۲۵۶	۱۳	-		

منبع: برآوردهای نگارندگان

با نگاهی به مقادیر بتا $\hat{\alpha}$ در جدول (۷) مشخص می‌شود که بخش کاربری اراضی کالبدی، بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی و توسعه‌ی ساختار فضایی رشد هوشمند مناطق شهر اصفهان داشته است، به طوری که یک واحد تغییر در بخش کالبدی و کاربری اراضی، ۰/۸۳۴ واحد تغییر در شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند ایجاد خواهد کرد. بخش دسترسی و ارتباطات نیز به‌ازای یک واحد تغییر در انحراف معیار، ۰/۳۱۷ تغییر در شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند خواهند داشت. شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی اثر معکوس و کاهنده دارند (جدول ۷).

جدول ۷. آماره‌های ضرایب مدل رگرسیون شاخص‌های رشد هوشمند شهری

سطح معناداری	t	ضرایب استاندارد شده		نام متغیر
		بتا $\hat{\alpha}$	خطا B	
۰/۴۰۳	۰/۸۷	-	۰/۰۶۱	عرض از مبدأ
۰/۶۳۹	-۰/۴۸۶	-۰/۰۶۵	۰/۰۸۵	اجتماعی - اقتصادی
۰/۳۳۴	۰/۵۴۳	۰/۰۷۱	۰/۰۸۵	زیست‌محیطی
۰۰۰	۸/۰۶۸	۰/۸۳۴	۰/۰۸۸	کاربری اراضی و کالبدی
۰/۰۱۴	۳/۰۴۳	۰/۳۱۷	۰/۰۶۲	دسترسی و ارتباطات

متغیر وابسته: شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند.

با توجه به آزمون آماری همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون فوق فرضیه‌ی دوم، یعنی ارتباط بین کاربری اراضی و رشد هوشمند ثابت می‌شود.

نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی و رتبه‌بندی مناطق شهری اصفهان از نظر شاخص رشد هوشمند شهری با استفاده از مدل تاپسیس و روش آنتروپی پرداخت. نتایج حاصل از رتبه‌بندی نشان می‌دهد که مناطق چهارده‌گانه شهر اصفهان هر کدام در شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی، کالبدی و کاربری اراضی، محیط زیست و شاخص‌های دسترسی و ارتباطی نتایج و رتبه‌های مختلفی به دست آوردند. این امر نشانگر نابرابری و تفاوت چشم‌گیر در برخی از شاخص‌هاست. بیشترین میزان نابرابری بین شاخص‌های کاربری اراضی و کالبدی و کمترین نابرابری بین شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی مشاهده شد. برای دستیابی به رتبه‌ی ترکیبی، کلیه‌ی شاخص‌های هفتادوپنج‌گانه به صورت تلفیقی و جداگانه مورد آزمون قرار گرفت؛ سپس میزان تاپسیس هر شاخص محاسبه شده و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، مناطق شهر اصفهان در سه خوشه و چهار سطح طبقه‌بندی شدند. طبق نتایج تلفیقی، شاخص رشد هوشمند منطقه ۵ شهرداری اصفهان با نمره‌ی تاپسیس ۰/۶۳۳۷ در رتبه یک و منطقه‌ی ۱۴ با امتیاز تاپسیس ۰/۰۵۲۸ در رتبه آخر قرار گرفت. در شهر اصفهان این مناطق، به‌عنوان دو قطب متضاد بسیار برخوردار و محروم در سطح منطقه مطرح هستند.

بین تراکم جمعیتی و شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند ارتباط همبستگی معناداری مشاهده نشد، این برخلاف نظریه‌ی رشد هوشمند در ادبیات جهانی است که مناطق متراکم معمولاً خدمات بیشتری دارند، اما بین شاخص‌های کاربری اراضی و شاخص تلفیقی رشد هوشمند، ارتباط و همبستگی معنادار به دست آمد. برآزش رگرسیونی به روش توأم نشان می‌دهد که بخش کاربری اراضی کالبدی بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی و توسعه‌ی ساختار فضایی رشد هوشمند در مناطق شهر اصفهان داشته است؛ به طوری که یک واحد تغییر در انحراف بخش کالبدی و کاربری اراضی ۰/۸۳۴ واحد تغییر در شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند ایجاد خواهد کرد.

برای دستیابی به توسعه‌ی پایدار شهری اصفهان، باید استراتژی رشد هوشمند را به‌عنوان راهبرد پیروز در انتظام‌بخشی به شکل پایدار شهری قرار داد. این کار، ضمن حفظ محیط زیست، از گسترش بی‌رویه شهر جلوگیری کرده و باعث کاهش حجم سفر در سطح مناطق و محله‌ها می‌شود. برای دستیابی به چنین پایداری، نیاز به طراحی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر اساس دسترسی پیاده و همچنین افزودن خدمات در کل شهر است. استفاده بهینه از فضاهای بایر، تکمیل سریع متروی شهر اصفهان، افزایش تراکم ساختمانی در نواحی حاشیه‌ی شهر، طراحی مسیرهای پیاده و دوچرخه از راهبردهای اساسی برای دستیابی به الگوی رشد هوشمند در مناطق شهر اصفهان به شمار می‌روند. با توجه به نابرابری در شاخص‌های رشد هوشمند، مناطق "فرو توسعه" مانند، مناطق ۱۴، ۱۰ باید در اولویت نخست برنامه‌ریزی و مناطق میان توسعه در اولویت دوم توسعه قرار گیرند. طراحی محله‌ها و مناطق شهر اصفهان با الگوی رشد هوشمند، نقش زیادی در کاهش تولید سفر و کاهش آلودگی خواهد داشت.

منابع

- Akbary, N. & Zahedi Keywan, M., 2008, **Multi Purpose Decision Making and its Application**, Shahrdari Press, Tehran.
- Alexander, D. & Tomalty, R., 2002, **Smart Growth and Sustainable Development: Challenges, Solutions, and Policy Directions**, Local Environment, Vol. 7, No. 4, pp.397-409.
- American Planning Association, 2009, **Planning and Urban Design Standards, Places and Place Making**, Translated by G. Etemad and Others, Iranian Society Consulting Engineers Press, Tehran.
- Asgarpour, M.J., 2008, **Multiple-criteria Decision Making**, University Tehran of Press, Tehran.
- Azizi, M., 2003, **Density in Urban Planning**, University of Tehran Press.
- Bullard, R.D., 2007, **Growing Smarter Achieving Livable Communities, Environmental Justice, and Regional Equity**, the MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
- Consulting Engineers of Nghshe Jahan Pars., 2008, **Comparison Area, Percent and Percapita Land Use Detailed Plan of All Isfahan Region**, Municipality of Isfahan Press, Isfahan.
- Consulting Engineers of Shar o Khaneh, 2009, **Detail Plan of Isfahan Region (7, 8, 12 and 14)**, Isfahan.
- Cowan, R., 2005, **The Dictionary of Urbanism**, Streetwise Press.
- Flint, A., 2006, **This Land: the Battle over Sprawl and the Future of American**, the Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Gharkhlou, M., Abdi Yangikand, N., Zanganeh Shahraki. S., 2009, **Analysis of the Level of Urban Sustainability Settlements of Sanandaj**, Human Geography Research Quarterly, No. 69, pp. 1-16.
- Ghorbani, R. & Poormahamadi, M., 2003, **Dimensions and Strategies of Compact Urban Space**, Journal of Spatial Planning Quarterly Publication, Vol. 7, No. 29, pp.85-108.
- Ghorbani, R. and Nooshad, R., 2008, **Smart Growth Strategy in Urban Development**, Journal of Geography and Development, Vol. 12, pp. 163-180.
- Grant, J., 2007, **Encouraging Mixed Use in Practice. Incentives, Regulations, and Plans: The Role of States and Nation-states in Smart Growth Planning**, Edited by Gerrit-Jan Knaap, Huibert, A. Haccoû, Kelly J. Clifton and John W. Frece, Published by Edward Elgar Publishing.
- Hadadan yazdi, K., 2007, **Recognition and Control of Urban Land Development Patterns through Inefficient Urban Region Emphasis on: Smart Growth (Case Study: Yaftabad District)**, MA. Thesis, Supervisor: M., Rafieian, Department of Urban & Regional Planning Faculty of Art Tarbiat Modarres University, Tehran.
- Hankey, S. and Marshall, G.D., 2009, **Impacts of Urban Form on Future, US Passenger – vehicle Greenhouse Gas Emissions**, Energy Policy, www.elsevier.com/locate/enpol.
- Hataminejad, A., Pourtaheri, M. & Ahmadi, A., 2010, **The Effects of Commercial Tourism on Physical-spatial Development of Urban Areas (Case Study: Baneh City)**, Human Geography Research Quarterly, (70), pp. 91-109.

- Hossinzadeh Dalir, H., 1999, **Urban Development Process and Theory of Density City**, First Conference of Sustainable Management in Urban Region, Municipality of Tabriz.
- Kalantari, K., 2003, **Analyzing Data in Social Sciences**, Sharif Publication, Tehran.
- Kohansal, M. & Rafieei, R., 2009, **Choice and Ranking Rainy Irrigation and Traditional Systems in Khorasan Razavi Province**, Agriculture Industry Magazine, Vo1. 22, No. 1, p. 91.
- Masnavi, M., 2004, **Sustainable Development and New Paradigm in Urban Development**, Enviromenyal Magazine, Vol. 31, pp. 104-189.
- Mehdizadeh, J., 2001, **Land Use Planning: The Transformation of Approaches and Methods**, A Quarterly Journal of Urban Management, Vol. 1, No. 4, pp. 70-79.
- Momeni, M., 2009, **New Approach in Operation Research**, University Tehran of Press, Tehran.
- Municipality of Isfahan, 2009, **Statistics of Isfahan**, Municipality of Isfahan Press, Isfahan.
- Pourahmad, A., Akbarpourssarskanroud, M. & Sotoudeh, S., 2009, **Management of Urban Green Space in Zone 9 of Tehran**, Human Geography Research Quarterly, No. 69, pp. 29-50.
- Rahnama, M.R., and Abaszadeh, GH. R., 2009, **Fundamental and Models of Urban Form Measuring**. Jahad Danshghahi Mashhad University Press, Mashhad.
- Rennine Short, J., 2009, **Urban Theory a Critical Assessment**. Translated by K. Ziyari and Others, University Tehran of Press, Tehran.
- Sarrfi, M., 2001, **What Is Sustainable City?** A Quarterly Journal of Urban Management, Vol. 1, No. 4, pp. 6-12.
- Sarrfi, M., 2002, **The Fundamental of Sustainable Development in Tehran Metropolis**, Conference Development and Anti Development of Social- cultural in Tehran.
- Stataistical Center of Iran, 2006, **Census of Population and Housing**, Statistical Center of Iran, Tehran.
- Tavakolinia, J., Ostadi Sisi, M., 2010, **An Analysis of Sustainability in Neighborhoods of Tehran Metropolis with Emphasis on The Assistant Councils Function (Case Studies: Even, Darakeh, Velenjak)**, Human Geography Research Quarterly, No. 70, pp. 29-43.
- www.smartgrowth.org/about.
- Yang, F., 2009, **If 'Smart' is 'Sustainable'? An Analysis of Smart Growth Policies and Its Successful Practices**, A Thesis Submitted to the Graduate Faculty in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Community and Regional Planning, Iowa State University Ames.
- Ziyari, K., 2002, **Sustainable Development and Responsibility of Urban Planner in 21Century**, Magenze of Human and Literature Faculty of Tehran University, Vol. 160, pp. 371-385.