Archive of SID

پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۹
ص. ۶۱۱-۵۸۹
DOI: 10.22059/jhgr.2018.201090.1007182

سنجش و ارزیابی شاخص‌های شهر هوشمند در کلان‌شهر اهواز

محمدرحیم رهنما- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد
سیدمصطفی حسینی- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد
سمیه محمدی حمیدی*- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۰۹/۲۴

چکیده

امروزه، گسترش و توسعهٔ سریع شهرنشینی همراه افزایش انواع آلودگی‌های محیطی، تخریب چرخه‌های زیستی، استفادهٔ نادرست از زمین و ایجاد ساختارهای نامناسب در عرصه‌های مختلف زندگی موجب شده است تا توجه به شهر هوشمند به‌عنوان راهکاری بی‌بدیل در جهت حل معضلات شهری مورد توجه ویژهٔ مدیران و برنامه‌ریزان قرار گیرد. لذا، در این پژوهش به سنجش و ارزیابی وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند در شهر اهواز، که یکی از کلان‌شهرهای ایران است، پرداخته شده است. نوع تحقیق کاربردی و روش آن نیز توصیفی- تحلیلی است و جامعهٔ آماری آن ۱۰۹۵۳۸۹ نفر ساکن در شهر اهواز و تعداد ۳۸۴ نمونه است که با استفاده از فرمول کوکران برآورد شده است. شاخص‌های مورد مطالعه ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای شناسایی و تعریف عملیاتی شد. سپس، از طریق روش میدانی و ابزار پرسش‌نامه اطلاعات مورد نیاز از محدودهٔ مورد مطالعه به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده جمع‌آوری شد. در مرحلهٔ بعد، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره (PROMETHEE-GIGA) و نرم‌افزار PROMETHEE مناطق هفتگانهٔ کلان‌شهر اهواز از نظر شاخص‌های شهر هوشمند اولویت‌بندی شد. سپس، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار SPSS مناطق مورد مطالعه از نظر برخورداری از شاخص‌های شهر هوشمند در سه سطح سطح‌بندی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد شاخص تحرک و پویایی هوشمند با وزن ۰/۳۴۶ بیشترین اهمیت و شاخص شهروند هوشمند با وزن ۰/۰۱۰۸ کمترین اهمیت را در بین شاخص‌های شهر هوشمند دارد. همچنین، نتایج نشان داد مناطق سه و دو مطلوب‌ترین شرایط و منطقهٔ یک و پنج نامطلوب‌ترین شرایط را از نظر شاخص‌های شهر هوشمند دارا هستند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل خوشه‌ای، تصمیم‌گیری چندمعیاره، شهر هوشمند، کلان‌شهر اهواز، PROMETHEE- GIGA.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۲۶۵۸۱۵۶
Email: S_mohammadi@uma.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شهرهای کنونی سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که توسط شمار زیادی از شهروندان پیوسته، کسب‌وکارها، خطوط مختلف حمل‌ونقل و خدمات، و تسهیلات شهری احاطه شده‌اند (نیروتی، ۲۰۱۴: ۲). به عبارتی دیگر، شهرها و مناطق کلان‌شهری خانهٔ اصلی انواع مشاغل و موتور رشد اقتصادی کشورها محسوب می‌شوند. آن‌ها به‌عنوان مراکز نوآوری و خلاقیت اقتصادی نقش کلیدی بازی می‌کنند (هابنر، ۲۰۰۹: ۵). براساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل، تقریباً همهٔ رشد جمعیتی جهان برای آینده قابل پیش‌بینی در مناطق شهری و به‌ویژه مناطق شهری جهان سوم روی خواهد داد. به‌طوری‌که تا سال ۲۰۳۰ تقریباً ۶۰درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی خواهند کرد (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵: ۶). این افزایش جمعیت و شهرنشینی و تمرکز آن در شهرها اثرهای مستقیم بر کیفیت زندگی دارد. افزایش نیاز به خدمات و امکانات شهری در شهرها مشکلاتی برای شهرهای کنونی ایجاد کرده است. چنین نیازهایی به خدماتی مانند آب، برق، بهداشت، حمل و نقل عمومی، سیستم آموزشی، و امنیت محدود نمی‌شود. در حال تبدیل‌شدن به حالتی کاملاً پیچیده می‌شود. اگرچه پیشرفت عصر اطلاعات[1] به مهار منابع محاسباتی تصورناپذیر یک نسل پیش کمک کرده است و مشکلات منابع مورد درخواست آن‌ها را حل کرده، جواب‌گویی به مشکلات در حال پیچیده‌شدن جهان امروزی سخت و دشوار شده است (رابرتز و تسوکیاس، ۲۰۱۱). از طرفی دیگر، از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری، یکی از راهبردهای دست‌یابی به توسعهٔ پایدار ارتقای کیفیت محیط زیست شهری و متعادل‌کردن توزیع فضایی این نوع خدمات از طریق شکل پایدار است. در اواخر قرن بیست‌ویکم با الهام از بنیان‌های علمی توسعهٔ پایدار، رویکرد جدیدی به نام شهرسازی نوین و شهر هوشمند برای پایدارکردن فرم فضایی شهرها مورد توجه قرار گرفته است (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). این ایده تا اواسط دههٔ ۱۹۸۰، که ژاپنی‌ها شهر علم (کان سایی) را در کشور خودشان ایجاد کرده‌اند و استرالیایی‌ها شهر چندعملکردی را در اواخر دههٔ ۱۹۸۰ در ادلاید بنا کردند، ایدهٔ ناشناخته‌ای بود (قیسوندی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱). بنابراین، می‌توان گفت شهر همچون موجودی زنده در حال تغییر، تحول، و گسترش است و کاربری‌های عمومی در بسیاری از شهرها به دلایلی همچون گسترش شهرها و افزایش جمعیت و سایر موارد مرتبط قادر به ارائهٔ خدمات مطلوب به شهروندان نیست. بنابراین، به‌کارگیری فناوری اطلاعات در شهرها یا راه‌اندازی شهر الکترونیک از خاستگاه‌های مدیران شهری برای عرضهٔ مطلوب و استفادهٔ بهینه از خدمات شهری است (کیانی، ۱۳۹۰: ۵۷). به‌کارگیری فعال فناوری[2] (فناوری اطلاعات و ارتباطات) در شهرها به معنی حل مشکلات شهری و زیست‌محیطی در مقیاسی بی‌سابقه است. مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان مفهومی برای افزایش و اهمیت و کیفیت زندگی شهروندان در دستور کار سیاست‌گذاران شهری قرار گرفته است. با این حال، از این مفهوم تعریف مشترکی برای شناسایی این روند مشترک جهانی در دسترس نیست (نیروتی، ۲۰۱۴: ۲۵). همچنین، با توسعهٔ تکنیک‌های مختلف هوشمندی، در ادبیات اخیر شهرهای هوشمند[3] در هر دو رستهٔ پژوهشگران و محققان به‌دلیل داشتن ارزش بسیار در تسهیل فعالیت‌های اجتماعی توجهات زیادی را به‌سوی خود جلب کرده است (زنگ و همکاران، ۲۰۱۵: ۱). طیف وسیعی از انواع مفاهیم تولیدشده و کلمات یا صفاتی مانند دیجیتال یا هوشمند به جای آن استفاده می‌شود. بعضی از آن‌ها به استفاده از شهرهای هوشمند به‌عنوان یک پدیده بعنوان یک برچسب شهری به‌رسمیت می‌شناسند (هولاندز، ۲۰۰۸: ۳۰۳). شهر الکترونیک، شهر هوشمند، و شهر مجازی واژه‌هایی هستند که شهروند الکترونیک را به دنیای جدید و زندگی در شهرهای مدرن دعوت می‌کنند (کیانی، ۱۳۹۰:

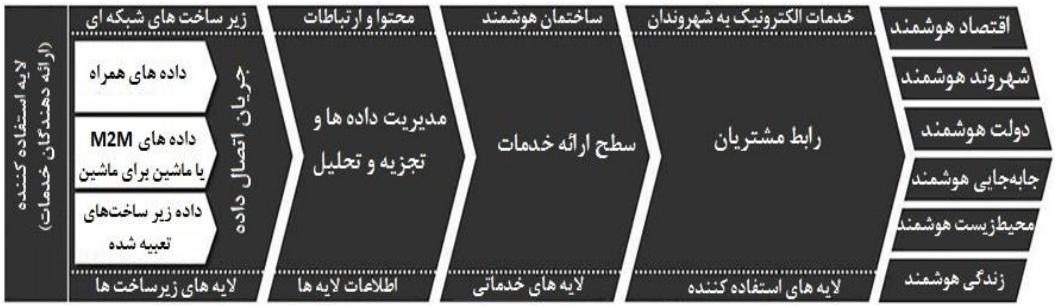
1. Information age
2. ICT
3. Smart City

www.SID.ir

Archive of SID

۴۵). مطابق گفتهٔ بسیاری از پژوهشگران، این شهرها در جهان امروز مسلماً آرمان‌شهرهای جدید قرن بیست‌ویکم به‌شمار می‌روند (داتا، ۲۰۱۵: ۲).

علاوه بر این، ایجاد شهرهای هوشمند به سادگی یک طرح مسئله و یا تغییر ظاهر بیرونی مناطق شهری نیست؛ آن تلاشی برای نوآوری شیوهٔ زندگی ساکنان خود شهر است. تونچ کارداگ[1] (۲۰۱۳) در رسالهٔ خود براساس اطلاعات، اجتماع، و مشخصه‌های شهری چارچوب شهر هوشمند را به‌صورت شکل ۱ ترسیم کرده است.



شکل ۱. چارچوب اجرای شهر هوشمند (کارداگ، ۲۰۱۳: ۲۷)

شهر الکترونیک شهروندان را از دنیای یک‌بُعدی شهرهای سنتی و امروزی به دنیای دوبُعدی می‌برد که دستاوردهای نوین اطلاعات و ارتباطات دنیای اینترنتی است (کیانی، ۱۳۹۰: ۴۵). شهری که به‌خوبی در راه رو به جلو به دنبال اجرای امورات اقتصاد، مردم، حکومت، تحرک، محیط زیست، و زندگی است در ترکیب هوشمند اوقات و فعالیت‌های شهروندان خود قاطع، مستقل، و آگاه ساخته شده است (جیفینجر، ۲۰۰۷). تحقیقات فراوانی در زمینهٔ طراحی و اجرای این نوع شهرها انجام گرفته است. به‌طوری‌که البرت میجر[2] و مانوئل پدرو رودریگز[3] با اشاره به رشد سریع شهرهای هوشمند به دسته‌بندی انتشارات و تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه پرداخته‌اند. طبق تحقیقات ایشان، تحقیقات انجام گرفته در سه دسته، دسته‌بندی شدند: دستهٔ اول بیشتر بر فناوری هوشمند، مردم هوشمند، یا همکاری‌های هوشمند؛ دستهٔ دوم بر چشم‌اندازی از تحولات و افزایش و تغییر حکومت؛ و دستهٔ سوم برنتایج بهتر یا فرایند بازتر یا متفاوت‌تر مشروعیت حکومت شهر هوشمند را ویژگی اصلی شهرهای هوشمند می‌شمارند (میجر، ۲۰۱۵: ۱).

در ایران، به‌عنوان یک کشور در حال توسعه، از دههٔ ۱۳۴۰ ش شهرنشینی ابعاد تازه‌ای به خود گرفت و رشد شتابان شهرنشینی آغاز شد (نظریان، ۱۳۸۵: ۶۳). از آن زمان جمعیت شهرها هم به‌علت رشد طبیعی بالا هم به‌علت پدیدهٔ مهاجرت روستا- شهری با سرعت بالایی رشد یافت. شهر اهواز نیز، مانند سایر شهرهای ایران، در چندین سال رشد شتابان و لجام‌گسیخته‌ای داشته و به‌علت داشتن رشد طبیعی جمعیت، مهاجرپذیری، گسترش خدمات، برنامه‌های عمرانی مختلف، و ... تحولات جمعیتی و کالبدی زیادی به خود دیده است. به‌طوری‌که جمعیت این کلان‌شهر از ۱۲۰۰۹۸ نفر در سرشماری سال ۱۳۳۵ به ۱۰۹۵۳۸۹ نفر در آخرین سرشماری نفوس و مسکن کشور رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). شهر هوشمند واقعیتی است که با توجه به گسترش روزافزون تکنولوژی اطلاعات در شهر و در راستای پاسخ‌گویی به نیازهای جدید شهروندان در زندگی شهری آنان پا به عرصهٔ حضور گذاشته است که می‌تواند در رفع بسیاری از مشکلات پیش روی شهرهای جهان سوم مؤثر باشد. بنابراین، نگارندگان در پژوهش حاضر کوشیده‌اند با استفاده از تکنیک‌های کمّی به شناخت وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند در کلان‌شهر اهواز بپردازند و میزان تحقق‌پذیری شاخص‌های شهر هوشمند را در این

1. Tunc Kardag
2. Albert Meijer
3. Manuel Pedro Rodríguez Bolívar

www.SID.ir

Archive of SID

کلان‌شهر ارزیابی کنند. بنابراین، هدف از این پژوهش ارزیابی و سنجش میزان تحقق‌پذیری الگوی شهری هوشمند در مناطق مختلف این شهر است و در راستای این هدف به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که مناطق مختلف کلان‌شهر اهواز از نظر شاخص‌های شهر هوشمند در چه وضعیتی قرار دارند؟

پیشینهٔ پژوهش

اگرچه مطالعه در زمینهٔ شهر هوشمند در مرحلهٔ جنینی است، استفاده از تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات در شهر جدید نیست (دامری و رزنتال- سابروکس، ۲۰۱۴؛ توح و لاو، ۱۹۹۳؛ توکماکوف و بلینگتون، ۱۹۹۴؛ پورون سد و همکاران، ۲۰۱۵). در سال‌های اخیر شاهد تلاش‌های جهانی در جهت توسعهٔ تکنیک‌هایی جهت فعال‌کردن شهرهای هوشمند برای بهبود زندگی شهروندان بوده‌ایم. این راه‌حل (شهر هوشمند) معمولاً فضاهایی وسیع در مقیاس‌های زمانی طولانی و حجم انبوهی از داده‌ها و اطلاعات را طلب می‌کند (مینگ کوح و همکاران، ۲۰۱۵). از جمله پژوهش‌های خارجی در زمینهٔ شهر هوشمند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: هانگ[1] (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با نام «پژوهش در منابع ضروری مستقر در شهر هوشمند بر مبنای الگوریتم هپسو»[2] با هدف تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی به شبیه‌سازی منابع ضروری در یک شهر هوشمند پرداخت. پراتیک و همکاران[3] (۲۰۱۴) در تحقیقی با نام «مدل‌های سه‌بُعدی اطلاعات شهری در ساخت یک شهر هوشمند، مورد مطالعه: پروژهٔ اسکاپ»[4] به‌منظور ایجاد و تدوین ابزارهایی برای ساخت یک شهر هوشمند به مطالعه در حوزه‌های بهبود پویایی و تحرک شخصی، ارزیابی پتانسیل انرژی خورشیدی، شبیه‌سازی، و نقشه‌برداری صدا پرداختند. کارداگ (۲۰۱۳) در پایان‌نامهٔ خود با نام «ارزیابی رویکرد شهر هوشمند» با هدف تشریح مفهوم شهر هوشمند و توان آن برای حل چالش‌های پیچیدهٔ شهری به تجزیه و تحلیل نمونه‌هایی از شهرهای جهان با تأکید بر شهر هوشمند سنگاپور پرداخت. کالداهل و همکاران[5] در پروژه‌ای (۲۰۱۳) با عنوان «شهر هوشمند، یک استراتژی توسعهٔ پایدار برای یک شهر جهانی» به بررسی مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان ساختار شهری بالقوه که می‌تواند به چالش‌های اجتماعی و اقتصادی جامعه رسیدگی کند پرداختند. درنهایت، برای پیشبرد این امر، رویکرد توسعهٔ پایدار[6] را برای کمک به سوی هوشمندی پیشنهاد کردند. همچنین، رودلف جیفینجر (۲۰۰۷) نیز در پروژه‌ای با همکاری پژوهشگرانی از دانشگاه‌های وینا[7]، لجابلجانا[8]، و وان دلف[9] با نام «شهر هوشمند (رتبه‌بندی شهرهای میانه‌اندام اروپایی)»، با اشاره به نقش شهرهای میانه‌اندام، به رتبه‌بندی پنجاه شهر متوسط‌اندام اروپایی با استفاده از ۷۴ شاخص و بهره‌گیری از روش استانداردسازی[10] پرداختند.

با توجه به نوپابودن مفهوم شهر هوشمند در محافل علمی جغرافیا، به‌خصوص در برنامه‌ریزی شهری کشور ایران، تاکنون در پژوهش‌های انجام‌گرفته در کشورمان پیرامون شهر هوشمند بیشتر به بررسی و ارزیابی مفاهیم و ابعاد شهر هوشمند به‌صورت تئوریکی و کمتر به ابعاد عملی و اجرایی آن پرداخته شده است. در زیر به چند نمونه از این تحقیقات اشاره می‌شود: کیانی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با نام «شهر هوشمند ضرورت هزارهٔ سوم در تعاملات یک‌پارچهٔ شهرداری الکترونیک (ارائهٔ مدل مفهومی- اجرایی با تأکید بر شهرهای ایران)» به بررسی نقش شهر هوشمند و واکاوی خدمات

1. Hong Ye
2. Hierarchy Particle Swarm Optimization Algorithm (HPSO)
3. Protic and et al.
4. i-SCOPE
5. Colldahl et al.
6. Strategic Sustainable Development
7. The Centre of Regional Science at the Vienna University of Technology
8. The Department of Geography at University of Ljubljana
9. Urban and Mobility Studies at the Delft University of Technology
10. z-transformation

www.SID.ir

Archive of SID

شهرهای الکترونیک جهان به شهروندان و نیز وضعیت ایجاد شهرداری‌های الکترونیک ایران پرداخت. نتایج تحقیقات وی نشان داد که شهر هوشمند در شهرهای مطرح دنیا متناسب با فناوری اطلاعات و ارتباطات روند متعارفی را طی کرده است؛ اما این وضعیت در ایران سیر مطلوبی را طی نکرده است. همچنین، قیسوندی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی با نام «شهر هوشمند، تکوین انقلاب شهری نوین، شهر الکترونیک واقعیت شهرهای فردا» به روشی توصیفی و تحلیلی به ضرورت پذیرش واقعیت‌های موجود و در حال توسعه در تکامل شهر هوشمند برای آیندهٔ شهرها تأکید کرده است. نژادابراهیمی و فرشچیان (۱۳۹۰) در تحقیقی با نام «تعاملات اجتماعی: رویکردی بنیادین به‌سوی هوشمندسازی شهر اسلامی» با رویکردی تحلیلی- تطبیقی به بررسی ابعاد مختلف شهر هوشمند پرداختند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد نحوهٔ انتقال، تعلیم، و آموزش زندگی هوشمند و سالم در خلال ورود به زندگی مدرن و توجه به ویژگی‌های سیستمی هر اجتماع برای هوشمندسازی سیستم زندگی اجتماعات شهرهای اسلامی ضروری است. در این پژوهش، ضمن توجه به ابعاد و زوایای نظری شهر هوشمند، با بهره‌گیری از روش پرومته- که یکی از روش‌های مهم تصمیم‌گیری چندمعیاره است- به رتبه‌بندی مناطق شهر اهواز از نظر شاخص‌های شهر هوشمند پرداخته شده است.

مبانی نظری

شهرسازی مدرن یک جنبش بین‌المللی است که از اواخر دههٔ ۱۹۸۰ و اوایل دههٔ ۱۹۹۰ آغاز شده است و الگوی شهر هوشمند در پی سازمان‌دهی ارتباطات بین توسعه و ارتقای سطح کیفیت زندگی در شهرسازی مدرن به‌وجود آمده است. الگوی شهر هوشمند ریشه‌های خود را از جنبش رشد هوشمند اواخر دههٔ ۱۹۹۰، که از سیاست‌های جدید شهرسازی مدرن است، گرفته است. این الگوی شهرسازی در سال ۲۰۰۵ توسط تعدادی از شرکت‌های فناوری سیسکو[1] (۲۰۰۵) و ای بی ام[2] (۲۰۰۹) و زیمنس[3] (۲۰۰۴) برای استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی پیچیده برای ادغام بهره‌برداری از زیرساخت‌ها و خدمات ساختمان‌های شهری مانند حمل و نقل، توزیع برق، آب، و امنیت عمومی تصویب شد و تقریباً از آن زمان به بعد به معنی هر نوع فناوری مبتنی بر خلاقیت در برنامه‌ریزی و توسعه و عملکرد شهر استعمال می‌شود (هریسون و دانلی، ۲۰۱۱: ۲). امروزه نیز شهر هوشمند و شهر الکترونیک به‌عنوان راهکار بی‌بدیل حل معضلات شهری مورد توجه شهرسازان و مدیران شهری واقع شده است (کیانی، ۱۳۹۰: ۳۹). سوابق نشان می‌دهد، متناسب با زیرساخت‌های موجود و درحال توسعه، کشورهای مختلف تلاش کرده‌اند شهر الکترونیک و شهر هوشمند را به گونه‌ای پیش ببرند که بتوانند در عرصهٔ دنیای فناوری از همهٔ امکانات خویش بهره‌برداری کنند. باوجوداین، در بسیاری از شهرها روند مطلوب و ایده‌آل طی نشده است (کیانی، ۱۳۹۰: ۴۴).

برچسب شهر هوشمند معمولاً برای توصیف شهری که توانایی پشتیبانی از روش‌های یادگیری، توسعهٔ فناوری و نوآوری را دارد استفاده می‌شود (کومنینوس و سفرتزی، ۲۰۰۹). درواقع، در الگوی شهری هوشمند، تکنولوژی‌های گوناگون برای بهبود زندگی شهروندان با هم ترکیب و استفاده می‌شود (شهرداری مشهد، ۱۳۹۳: ۴). بنابراین، شهر هوشمند نه یک واقعیت، بلکه یک استراتژی توسعهٔ شهری است و در آن تکنولوژی محور توسعهٔ آینده است. به‌طوری‌که سازمان حفاظت محیط زیست امریکا این الگو را راهی برای کاهش آلودگی هوا معرفی کرده است (وال‌مسمی، ۲۰۰۶: ۱۳). در این الگوی توسعه همهٔ خدمات مورد نیاز شهروندی از طریق شبکه‌های اطلاع‌رسانی تأمین می‌شود و در این صورت دیگر به ارائهٔ خدمات از طریق سازمان‌ها نیازی نخواهد بود (کیانی، ۱۳۹۰: ۴۱) و مردم مجبور نیستند بین محل‌ها

1. Cisco
2. IBM
3. Siemens

www.SID.ir

Archive of SID

سفر دائم داشته باشند (بهزادفر، ۱۳۸۲: ۱۵). این الگوی توسعه از بدیل‌های عمدهٔ توسعه و یک روش پیشنهادی برای اصلاح توسعهٔ شهری است و با مبانی شهر پایدار و شهر اکولوژیک، که در آن تلفیق کاربری‌های مسکونی و اشتغال با اولویت طراحی دسترسی پیاده مد نظر است، مورد نظر است (میلر و هول، ۲۰۰۲: ۳۱). الگوی هوشمند به دنبال ایجاد تعادل بین نیازهای افراد با مشاغل و توسعهٔ اقتصادی است (پیرسر، ۲۰۰۱: ۲۷۸) و با خلق الگوهای کاربری اراضی قابل دسترس، بهبود فرصت‌های حمل و نقلی، خلق جوامع قابل زیست، و کاهش هزینه‌های خدمات عمومی (لیتمن، ۲۰۰۵: ۵) یک‌پارچگی اکولوژیکی را در دوره‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش می‌دهد و کیفیت زندگی را به روش معتبر افزایش می‌دهد (جهانشاهی، ۱۳۹۲).

اجزای مفهومی یک شهر هوشمند شامل سه دسته فناوری، مردم، و نهادهاست. یک شهر زمانی می‌تواند شهری هوشمند معرفی شود که سرمایه‌گذاری‌ها در نواحی خاصی از توسعه باعث پایداری رشد و تغییر کیفیت زندگی شهروندان شود (دیویس و پاردو، ۲۰۰۲). با این حال، باید متذکر شد که شهر هوشمند فقط به پیشرفت‌های تکنولوژیکی محدود نمی‌شود، بلکه اهداف توسعهٔ اجتماعی– اقتصادی را نیز دربر می‌گیرد (نم و پاردو، ۲۰۱۱: ۶). شمول اجتماعی نیز یکی از مشخصه‌های کلیدی شهر هوشمند است (آل‌وینکه و کرویک‌شنک، ۲۰۱۱) و باید از هر فرصت برای استفاده از سرمایه‌گذاری توسعهٔ اقتصادی و سرمایه‌گذاری توسعهٔ اجتماعی استفاده کرد (اسکات، ۲۰۱۰: ۳۶). همچنین، استفاده از فناوری اطلاعات در شهر هوشمند می‌تواند مزایای مختلفی به شرح ذیل داشته باشد:

کاهش مصرف منابع (به‌ویژه انرژی و آب) و کمک به کاهش دی‌اکسید کربن و گازهای گلخانه‌ای؛

بهبود استفاده از ظرفیت زیرساخت‌های موجود. از این رو، بهبود کیفیت زندگی و کاهش نیاز برای پروژه‌های ساخت‌وساز سنتی مورد توجه است (استکهلم، ۲۰۰۶)؛

ساخت خدمات جدید در دسترس شهروندان و مسافران، مانند هدایت و مصرف در بهترین روش برای بهره‌برداری‌های متعدد مقررات حمل و نقل (سنگاپور، ۲۰۱۱)؛

بهبود شرکت‌های تجاری از طریق انتشار اطلاعات در زمان واقعی برای بهره‌برداری از خدمات شهری؛

به‌طور کلی، در جهان امروز، شهر هوشمند به‌عنوان یک الگوی توسعهٔ شهری برای آینده توجه دولت‌ها را به‌طور ویژه به خود جلب کرده است (هانگ، ۲۰۱۵: ۱) و به‌عنوان روشی نوین در جهت حل بسیاری از مشکلات موجود در مسیر مدیریت کارآمد شهری مطرح شده است. با این حال، تعاریف متفاوتی از شهر هوشمند برای آن ارائه شده است که در زیر به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود:

شهر هوشمند یک تکنولوژی بالا در یک شهر فشرده و پیشرفته محسوب می‌شود که افراد، اطلاعات، و سایر عناصر شهر با استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور ایجاد یک ارتباط پایدار، ایجاد شهری سبزتر، رقابتی، و نوآورانه‌تر در راستای افزایش سطح کیفیت زندگی عمل می‌کنند (باکیک و همکاران، ۲۰۱۲).

شهر هوشمند به معنی استفادهٔ کامل و بهینه از تکنولوژی و منابع موجود به‌صورت هوشمند و هماهنگ به‌منظور دست‌یابی به مراکز شهری قابل سکونت و پایدار است (باریونووو و همکاران، ۲۰۱۲).

شهر هوشمند تلاشی برای ترکیب اطلاعات و فناوری اطلاعات و تکنولوژی وب[1] با دیگر روش‌های برنامه‌ریزی شهری جهتِ یافتن راه‌حل‌های نوآورانه، خلاق، و کارآمد برای کمک به افزایش پایداری و زیست‌پذیری شهر برای شهروندان آن است (نم و پاردو، ۲۰۱۱).

طبق تعریف کاراگلیو و نیجکامپ (۲۰۱۱) از شهر هوشمند، هنگامی یک شهر هوشمند است که سرمایه‌گذاری در

1. Web

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌های اجتماعی، انسانی، سیستم حمل و نقل ارتباطات مدرن، رشد اقتصادی پایدار و کیفیت زندگی بالا با مدیریت خردمند منابع طبیعی از طریق مشارکت دولت همراه باشد (کاراگلیو و نیجکامپ، ۲۰۱۱: ۶). ذی‌نفعان شهرهای هوشمند براساس علایق و تعاملاتشان با شهر به سه دستهٔ زیر تقسیم می‌شوند:

مصرف‌کنندگان: این گروه نمایندهٔ افراد فعال درون یک شهر هستند. آن‌ها درصدد برآوردن نیازهایشان برای دست‌یابی به یک زندگی با کیفیت بیشتر، راحت‌تر، ایمن‌تر، و مناسب‌ترند.

مدیران شهری: این دسته سازمان‌هایی نظیر دولت محلی، توسعه‌دهندگان املاک و عاملان زیرساخت‌های شهری‌اند. هدف اصلی این گروه توسعهٔ مداوم شهر است و از این رو به مدیریت، برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و رشد محیط شهری- که فعالیت مصرف‌کننده را پشتیبانی می‌کند- می‌پردازند. از اهداف کلان این گروه می‌توان به ساخت جامعه‌ای منسجم با اقتصادی پویا و عملکردهای مؤثر شهری اشاره کرد.

عقیدهٔ جهانی: این گروه خواستار کاهش بار بر محیط در سطح جهانی‌اند و اولویت‌هایشان شامل کاهش نشر کربن، استفادهٔ بهینه از منابع طبیعی، و حفظ گونه‌های گیاهی و حیوانی و به طور کلی کاهش بار شهر بر محیط است (یوشیکاوا و همکاران، ۲۰۱۲).

رویکرد شهر هوشمند دارای شش شاخص است که هستهٔ اصلی آن حمل و نقل هوشمند است (کارداگ، ۲۰۱۴: ۱). در ادامه به تشریح مختصر هر مورد پرداخته می‌شود.

محیط زیست هوشمند: منظور از محیط زیست هوشمند استفاده از فناوری‌های جدید برای حفظ منابع زیست‌محیطی است. بنابراین، یکی از اهداف اصلی شهر هوشمند بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی از طریق مدیریت صحیح منابع است. به‌طور کلی، هدف اصلی محیط زیست هوشمند پایداری محیطی زیست و کاهش استفاده از انرژی به کمک فناوری و تشویق به کاهش مصرف و بازیافت است.

اقتصاد هوشمند: فناوری اطلاعات زمینهٔ گسترش فعالیت‌های اقتصادی را در بستر نرم‌افزارها و شبکهٔ اینترنت فراهم کرده است. افزایش تعداد فرصت‌های شغلی، افزایش صادرات، افزایش تولید، و ایجاد منطقه‌ای برای پرورش ایده‌های جدید جزئی از اهداف هوشمندسازی اقتصاد است. به‌طور کلی، هدف از پیاده‌سازی اقتصاد هوشمند را می‌توان توسعهٔ رقابت منطقه‌ای- جهانی، کمک به حفظ جمعیت روستایی، استفاده از ابزارهای الکترونیکی، و دسترسی شهروندان به فرصت‌های کسب‌وکار بیان کرد.

جابه‌جایی هوشمند: کلید جابه‌جایی هوشمند حمل و نقل هوشمند است. این سیستم شامل مجموعه‌ای از فناوری‌ها و تجهیزات و حسگرهای پیشرفته و پردازشگرهاست که امکان تعامل بخش‌های مختلف مدیریت حمل و نقل را فراهم می‌کند. به‌طور کلی، هدف اصلی این شاخص دست‌یابی به سیستم حمل و نقل هوشمند، کاهش گره‌های ترافیکی، و ایجاد فرهنگ‌هایی مانند استفاده از وسایل نقلیهٔ جدید است.

شهروند هوشمند: در این بُعد از شهر هوشمند مسائل آموزشی، پرورش روحیهٔ خلاقیت، و جلب مشارکت عمومی در اجرای امور شهری مدنظر است. به‌طور کلی، هدف از اجرای شهروند هوشمند ارائهٔ بهتر خدمات آموزشی در مناطق شهری و روستایی و آموزش مجازی و از راه دور برای آگاه‌سازی هر چه بیشتر شهروندان است.

دولت هوشمند: فناوری اطلاعات در شهر هوشمند باعث می‌شود تا دولت‌ها در ارائهٔ خدمات خود به شهروندان بهتر عمل کنند. اهداف عمده از اجرای دولت هوشمند را می‌توان توسعهٔ فرایندهای جامع، ایجاد پل ارتباطی قوی میان نهادهای مختلف، و بهبود دسترسی به خدمات بیان کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

زندگی هوشمند: داشتن امنیت، برخورداری از سلامت و فرهنگ غنی، و همچنین توسعهٔ گردشگری از مصادیق زندگی هوشمند به‌شمار می‌آید. سیستم‌های یک‌پارچهٔ امنیتی (پلیس، آتش‌نشانی و ...) مستقر در سطح شهر نقش مهمی در امنیت شهر هوشمند دارند. از اهداف اصلی اجرای زندگی هوشمند نیز می‌توان دسترسی به خدمات بهداشتی و درمانی الکترونیک، هوشمندسازی خانه، و اتوماسیون را نام برد (کمیتهٔ الکترونیک و شهرهای مبتنی بر دانش، ۲۰۰۹).

جدول ۱. شاخص‌ها و نماگرهای مربوط به الگوی شهر هوشمند

ردیف	شاخص‌ها	نماگرها
۱	جابه‌جایی هوشمند	۱) درصد مساحت تحت پوشش خطوط تاکسیرانی؛ ۲) درصد مساحت تحت پوشش خطوط اتوبوس‌رانی؛ ۳) درصد مساحت تحت پوشش مسیرهای دوچرخه‌سواری طراحی‌شده؛ ۴) رضایت از کیفیت دسترسی به سیستم‌های حمل و نقل عمومی؛ ۵) رضایت از کیفیت داخلی سرویس‌های حمل و نقل عمومی؛ ۶) تعداد رایانهٔ شخصی در منازل؛ ۷) دسترسی به اینترنت در منازل؛ ۸) میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیر موتوری؛ ۹) استفاده از ماشین‌های مقرون به صرفه.
۲	شهروندان هوشمند	۱) میزان تحصیلات؛ ۲) تسلط به زبان‌های خارجی؛ ۳) تعداد ساعات مطالعه؛ ۴) تمایل به شرکت در دوره‌های آموزشی؛ ۵) میزان دانش نسبت به قوانین مدیریت شهری؛ ۶) تعداد و سهم جمعیت باسواد؛ ۷) تمایل به شرکت در انتخابات شورای شهر؛ ۸) میزان مشارکت در امور داوطلبانه.
۳	زندگی هوشمند	۱) درصد حضور در سینما؛ ۲) درصد حضور و بازدید از موزه‌ها؛ ۳) میزان رضایت از کیفیت نظام سلامت؛ ۴) میزان رعایت حداقل استانداردهای ساخت‌وساز؛ ۵) میزان رضایت از وضعیت مسکن؛ ۶) میزان رضایت از سیستم آموزشی؛ ۷) تعداد بازدید از مکان‌های توریستی- تفریحی جذاب؛ ۸) تعداد و سرانهٔ بیمارستان؛ ۹) تعداد و سرانهٔ تخت بیمارستان؛ ۱۰) درصد سهم تخت بیمارستان؛ ۱۱) تعداد پزشکان؛ ۱۲) میزان تراکم جمعیت؛ ۱۳) سهم ورزش بانوان.
۴	محیط زیست هوشمند	۱) میزان تلاش‌های فردی برای حفاظت از محیط زیست؛ ۲) نوع تفکرات در خصوص حفاظت از طبیعت؛ ۳) تعداد پارک‌ها و فضاهای سبز؛ ۴) مساحت پارک‌ها؛ ۵) سرانهٔ فضای سبز؛ ۶) درصد جمعیت تحت پوشش سیستم فاضلاب شهری.
۵	دولت هوشمند	۱) میزان اهمیت مسائل سیاسی برای شهروندان؛ ۲) میزان تمایل به فعالیت‌های سیاسی؛ ۳) میزان رضایت از کیفیت مدارس؛ ۴) میزان رضایت از مبارزه با فساد و جرائم؛ ۵) میزان رضایت از عملکرد شورای شهر؛ ۶) میزان رضایت از عملکرد شهرداری؛ ۷) تعداد و سهم مهدکودک نسبت به جمعیت کودکان؛ ۸) تعداد فرهنگسراها.
۶	اقتصاد هوشمند	-

منبع: نویسندگان به نقل از (کمپانی هیتچی،۲۰۱۱؛ کمیتهٔ الکترونیک و شهرهای مبتنی بر دانش، ۲۰۰۹؛ یوشیکاوا و همکاران، ۲۰۱۲)

روش تحقیق

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی است و با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی انجام شده است. در این پژوهش نخست با استفاده از مطالعات و منابع کتابخانه‌ای و اسنادی شش شاخص محیط زیست هوشمند، شهروندان هوشمند، دولت هوشمند، زندگی هوشمند، اقتصاد هوشمند، و جابه‌جایی هوشمند برای شهر هوشمند شناسایی شد (جدول ۱)، که در این میان، شاخص اقتصاد هوشمند به‌علت عدم دسترسی به نماگرهای آن حذف و پنج شاخص دیگر مبنای تحقیق قرار گرفت. در مرحلهٔ بعد، با استفاده از روش نمونه‌گیری کوکران حجم نمونه برابر با ۳۸۴ نفر از جمعیت ۱۰۹۵۳۸۹ شهر اهواز در سال ۱۳۹۰[1] برآورد شد. سپس، ۴۴ متغیر برای پنج شاخص مورد نظر در تحقیق شناسایی شد، که اطلاعات مربوط به ۲۸ نماگر از طریق پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته و اطلاعات ۱۶ نماگر از طریق آمارنامهٔ شهر اهواز، سازمان تاکسیرانی و اتوبوس‌رانی شهر اهواز، دانشگاه علوم پزشکی شهر اهواز، معاونت خدمات شهری و معاونت حمل و نقل و

۱. با احتساب منطقهٔ پنج (کوت عبدالله) (معاونت برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهرداری اهواز، ۱۳۹۲)

www.SID.ir

Archive of SID

ترافیک شهرداری اهواز، و پایگاه‌های اینترنتی حاصل شد. پس از طراحی ابزار پرسش‌نامه و تأیید روایی آن با استفاده از روش محتوایی و صوری، با توزیع ۵۵ پرسش‌نامه در سطح هر منطقه[۱]، داده‌های میدانی به روش نمونه‌گیری تصادفی از میان ساکنان مناطق شهر اهواز جمع‌آوری شد. در مرحلهٔ بعد، با ورود داده‌های گردآوری‌شده به محیط نرم‌افزاری SPSS پایایی ابزار سنجش با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ برابر با ۰٫۸۰۵ برآورد شد، که نشان‌دهندهٔ پایایی نسبتاً بالای ابزار سنجش است. سپس، وزن و اهمیت هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون تعیین شد. در مرحلهٔ بعد، از طریق روش تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ پرامتی[۲] و نرم‌افزار آن مناطق شهر اهواز به لحاظ شاخص‌های شهر هوشمند اولویت‌بندی شد. سرانجام، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار اس پی اس اس مناطق مورد مطالعه از نظر برخورداری از شاخص‌های شهر هوشمند در سه سطح مطلوب، نیمه‌مطلوب، نامطلوب سطح‌بندی شد.

جدول ۲. سنجش میزان پایایی پرسش‌نامه

شاخص	جابه‌جایی هوشمند	شهروندان هوشمند	زندگی هوشمند	محیط زیست هوشمند	دولت هوشمند	کل پرسش‌نامه
تعداد نماگرها	۶	۷	۷	۲	۶	۲۸
پایایی	۰٫۸۲۴	۰٫۶۹۷	۰٫۸۵۷	۰٫۸۶۲	۰٫۷۸۶	۰٫۸۰۵

منبع: نویسندگان

روش پرومته[۳]: روش پرومته را در دههٔ ۱۹۸۰ میلادی دو پروفسور بلژیکی به نام ژان پیر برنر[۴] و برتراند مارسکال[۵] برای اجرای رتبه‌بندی ارائه کردند. در این روش، که به روش ساختاریافتهٔ رتبه‌بندی ترجیحی برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها معروف است، رتبه‌بندی گزینه‌ها با مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها در هر شاخص انجام می‌شود.

این روش برای حل مسائلی به‌صورت رابطهٔ $\{f_j(a), f_j(a), f_j(a), .. f_k(a) \int a \in A\}$ کاربرد دارد که در آن A مجموعه‌ای از گزینه‌هاست که باید از میان آن‌ها انتخاب انجام گیرد و j= ۲,۱ k ,…, در رابطهٔ fj (a) است که نشان‌دهندهٔ ارزش شاخص j ام در گزینهٔ a است. در این روش مقایسه بر پایهٔ یک تابع تعمیم‌یافته با دامنهٔ (۰,+۱) انجام می‌گیرد. تابع ترجیح P برای مقایسهٔ دو گزینهٔ a و b از نظر شاخص j به گونهٔ $Pj(a,b) = P_j\left[d_j(a,b)\right]$ است که $d_j(a,b) = f_j(a) - f_j(b)$ بیانگر تفاوت اندازه‌ها در شاخص j است. روش پرامتی شش معیار تعمیم‌یافته را برای تعریف تابع برتری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. جدول ۳ توابع تعمیم‌یافته را نشان می‌دهد.

مثالی از تابع V (نوع پنجم) با پارامترهای q=۲.۰ و p=۵.۰ در شکل ۵ آمده است. اگر میزان تفاوت کمتر از ۰٫۲(q) باشد، هیچ برتری وجود ندارد. از سوی دیگر، اگر این تفاوت بزرگ‌تر از ۰٫۵(p) باشد، گزینه‌ای که امتیاز بیشتری دارد نسبت به گزینهٔ دیگر دارای اولویت کامل (۱) خواهد بود. اگر تفاوت گزینه‌ها بین دو مقدار ۰٫۲ و ۰٫۵ باشد، اولویت گزینه‌ها همانند تابع خطی ترجیح خواهد بود. در اینجا میزان تسلط یک گزینه نسبت به گزینهٔ دیگر به‌دست می‌آید (برنس و مارسچل، ۱۹۹۹: ۳۰۴).

---

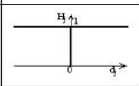
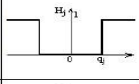
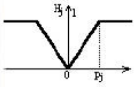
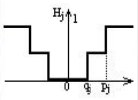
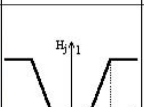
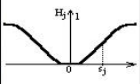
۱. یک پرسش‌نامه برای توزیع یکسان پرسش‌نامه ها در سطح مناطق اضافه شد.

2. PROMETHEE- GIGA
3. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
4. Jean Pierre Brans
5. Bertland Mareschal

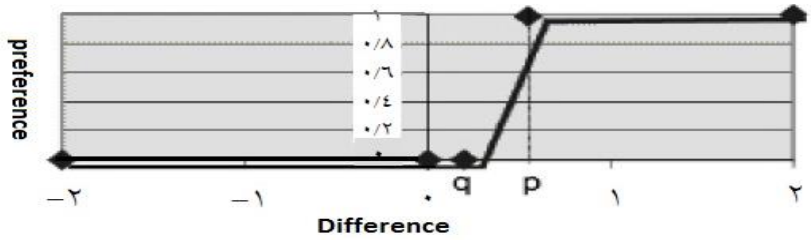
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. توابع تعمیم‌یافتهٔ روش پرومته

نوع	نام	پارامتر	رابطه	شکل	شرح
۱	معیار عادی	–	$P(d)=\begin{cases}0 & d=0\\ 1 & d>0\end{cases}$		در صورتی که امتیازهای دو گزینه برابر باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت.
۲	معیار بخشی (U شکل)	q	$P(d)=\begin{cases}0 & d\le q\\ 1 & d>q\end{cases}$		تا زمانی که تفاوت امتیازهای دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت.
۳	معیار V شکل (معیار خطی)	p	$P(d)=\begin{cases}\frac{d}{p} & d\le p\\ 1 & d>p\end{cases}$		با تغییر امتیازها در فاصله صفر تا p میزان اولویت به صورت خطی تغییر می‌کند. اگر تفاوت بیشتر از P باشد، گزینه مورد نظر کاملاً اولویت دارد.
۴	معیار هم سطح	q, p	$P(d)=\begin{cases}0 & d\le q\\ \frac{1}{2} & q<d\le p\\ 1 & d>p\end{cases}$		اگر تفاوت امتیازهای دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. در صورتی که تفاوت بین دو مقدار q و p باشد، یک برتری نسبی وجود دارد. اگر میزان تفاوت بیش از p باشد، اولویت کامل وجود دارد.
۵	معیار V شکل با ناحیه بی‌تفاوتی	q, p	$P(d)=\begin{cases}0 & d\le q\\ \frac{d-q}{p-q} & q<d\le p\\ 1 & d>p\end{cases}$		اگر تفاوت امتیازهای دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. با تغییر امتیازها در فاصله q تا p میزان اولویت به صورت خطی تغییر می‌کند. اگر میزان تفاوت بیش از p باشد، اولویت کامل وجود دارد.
۶	معیار گاوسی	δ	$P(d)=1-e^{-\frac{d^2}{2\delta^2}}$		با تفاوت میان امتیازهای گزینه‌ها، میزان اولویت بر طبق رابطه افزایش پیدا می‌کند.

منبع: راجو و کومار، ۱۹۹۹: ۱۱۹؛ کالوجراس و همکاران، ۲۰۰۴



شکل ۲. مثالی از یک معیار تعمیم‌یافته

رتبه‌بندی پایانی یا اولویت دو گزینه با جمع‌کردن اولویت همهٔ شاخص‌ها به‌دست می‌آید که به آن مقدار کلی گفته می‌شود و با رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید (لنرر و پاستیجن، ۲۰۰۲: ۳۳۱).

$$\pi(a,b)=\sum_{j=1}^{k} w_j p_j(a,b), (\sum_{j=1}^{k} wj=1)$$

به‌گونه‌ای که wj برابر وزن شاخص j ام است. اگر تعداد گزینه‌ها (که با n نشان داده می‌شود) بیشتر از دو تا باشد، رتبه‌بندی پایانی به‌وسیلهٔ مجموع مقادیر مقایسات زوجی به‌دست می‌آید. برای هر گزینه‌ای که $a\in A$ و با درنظرگرفتن گزینه‌های دیگر $x\in A$ می‌توان جریان رتبه‌بندی زیر را به‌دست آورد (برنس و همکاران، ۱۹۹۸).

$$\Phi^{+}(a)=\frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(a,x)$$ (جریان رتبه‌بندی مثبت یا جریان خروجی)

این جریان نشان می‌دهد که گزینهٔ a به چه اندازه نسبت به گزینه‌های دیگر اولویت دارد. بزرگ‌ترین $\Phi^{+}(a)$ به معنای بهترین گزینه است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\Phi^{-}(a)=\frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(x,a)$$ (جریان رتبه‌بندی منفی یا جریان ورودی)

این جریان نشان می‌دهد سایر گزینه‌ها تا چه میزان بر گزینهٔ a اولویت دارند. این جریان، درحقیقت، ضعف گزینهٔ a است. کوچک‌ترین $\Phi^{-}(a)$ نشان‌دهندهٔ بهترین گزینه است. گزینه‌ها را می‌توان با جریان مثبت یا جریان منفی رتبه‌بندی کرد. اما این دو رتبه‌بندی به‌طور معمول یکسان نیستند. رتبه‌بندی جزئی در PROMETHEE I به این ترتیب است (برنس و مارسچل، ۱۹۹۹: ۳۰۷).

$$(aP^{I}b) \text{ اگر } \begin{cases}\Phi^{+}(a)>\Phi^{+}(b),\Phi^{-}(a)<\Phi^{-}(b)\\ \Phi^{+}(a)>\Phi^{+}(b),\Phi^{-}(a)=\Phi^{-}(b)\\ \Phi^{+}(a)=\Phi^{+}(b),\Phi^{-}(a)<\Phi^{-}(b)\end{cases}$$

$$(aI^{I}b) \quad \text{اگر } \Phi^{+}(a)=\Phi^{+}(b),\Phi^{-}(a)=\Phi^{-}(b)$$

$$(aR^{I}b) \quad \text{اگر نه}$$

$aP^{I}b$: گزینهٔ a بر گزینهٔ b برتری دارد، زیرا بیشترین توانمندی a با کمترین کاستی آن همراه شده است.

$aI^{I}b$: هر دو جریان رتبه‌بندی مثبت و برابرند.

$aR^{I}b$: گزینه‌ها مقایسه‌ناپذیرند. زیرا توانمندی گزینهٔ a با کاستی کم گزینهٔ دیگر همراه شده است. این امر به‌طور معمول وقتی اتفاق می‌افتد که گزینهٔ a روی مجموعه معیارهایی که گزینهٔ b ضعف دارد قوی است و در مقابل گزینهٔ b در معیارهای دیگر نسبت به گزینهٔ a قوی‌تر است. در این صورت، گزینه‌ها مقایسه‌ناپذیرند. تصمیم‌گیرندگان همیشه خواهان رتبه‌بندی کامل‌اند، زیرا تصمیم‌گیری ساده‌تر خواهد بود. محاسبهٔ جریان خالص رتبه‌بندی این امکان را فراهم می‌کند (بیبیک و پلازبت، ۱۹۹۸).

$$\Phi\ (a)=\Phi^{+}(a)-\Phi^{-}(a)$$

این جریان حاصل توازن میان جریان‌های رتبه‌بندی مثبت و منفی است. جریان خالص بالاتر نشان‌دهندهٔ گزینهٔ برتر است. این نسخه از روش را PROMETHEE II می‌نامند. بنابراین، رتبه‌بندی کامل به‌وسیلهٔ PROMETHEE II این گونه خواهد بود:

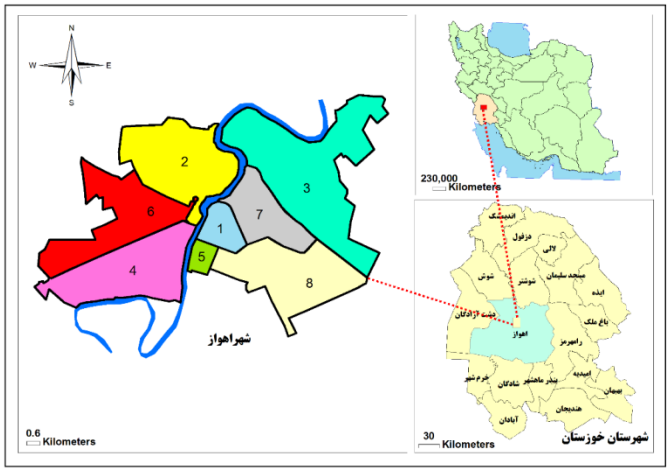
$$\begin{cases}(aP^{II}b) & \text{اگر } \Phi(a)>\Phi(b)\\ (aI^{II}b) & \text{اگر } \Phi(a)=\Phi(b)\end{cases}$$

قلمرو پژوهش

در این تحقیق به مطالعهٔ شهر اهواز پرداخته شده است. شهر اهواز، مرکز استان خوزستان، یکی از کلان‌شهرهای ایران است. این شهر، که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد، در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقهٔ عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقهٔ طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است. بر پایهٔ آخرین آمار رسمی، ۳۲درصد مردم استان خوزستان در کلان‌شهر اهواز زندگی می‌کنند. از این جمعیت ۳۵درصد در حاشیهٔ شهر مستقرند و از این رو پس از کلان‌شهر مشهد، اهواز جایگاه دوم حاشیه‌نشینی را داراست. ۵۱درصد نفت شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب کشور ایران در اهواز تولید می‌شود و برخی از بزرگ‌ترین کارخانه‌های مادر کشور در این شهر جای دارد. این شهر طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ دارای ۱۰۹۵۳۸۹ نفر جمعیت بوده و هم‌اکنون دارای هشت منطقه است.

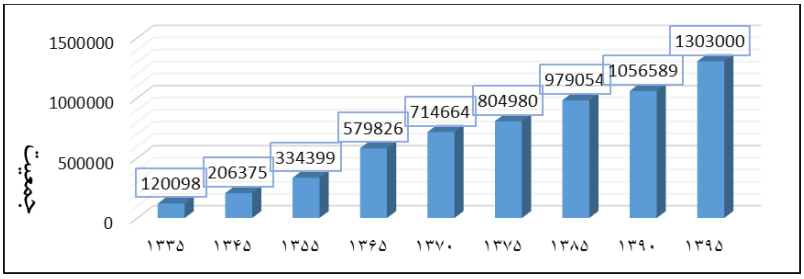
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. موقعیت شهر اهواز در تقسیمات کشوری

جدول ۴. جمعیت شهر اهواز



مأخذ: (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری اهواز: ۱۳۹۵).

بحث و یافته‌ها

تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

به‌منظور تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، شاخص‌ها در ستون‌ها و گزینه‌ها در سطرهای ماتریس قرار می‌گیرند. سطر اول ماتریس تصمیم‌گیری به شاخص‌ها، سطر دوم به وزن شاخص‌ها که در این پژوهش با استفاده از روش آنتروپی شانون به‌دست آمده، سطر سوم به نوع شاخص‌ها (نشان‌دهندهٔ حداکثری یا حداقلی‌شدن شاخص‌هاست)، و سطر چهارم به نوع معیار تعمیم‌یافته که می‌تواند یکی از شش معیار موجود در جدول ۳ باشد اختصاص دارد. در سایر سطرهای ماتریس وضعیت مناطق شهر اهواز در شاخص‌های مورد مطالعه قرار می‌گیرد. جدول ۵ ماتریس تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس اولیهٔ تصمیم‌گیری

شاخص	محیط هوشمند	تحرک و پویایی هوشمند	دولت هوشمند	زندگی هوشمند	شهروند هوشمند
وزن	0.30215	0.346271	0.01616	0.324591	0.010829
نوع شاخص	Max	Max	Max	Max	Max
معیار تعمیم‌یافته	V- Shape	V- Shape	V- Shape	V- Shape	V- Shape
منطقهٔ ۱	268220	632	855	817	1310
منطقهٔ ۲	470872	1875	841	1989	1312
منطقهٔ ۳	568317	1980	761	1836	1629
منطقهٔ ۴	709557	1342	978	1014	1370
منطقهٔ ۵	207921	747	918	813	1338
منطقهٔ ۶	637957	866	970	826	1392
منطقهٔ ۷	354341	941	997	884	1335
منطقهٔ ۸	493433	1095	933	897	1350

منبع: محاسبات نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبهٔ میزان تفاوت هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها

در این مرحله براساس رابطهٔ $d_j(a,b) = f_j(a) - f_j(b)$ میزان تفاوت هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها سنجیده می‌شود. در این پژوهش همهٔ شاخص‌ها دارای جهت مثبت‌اند. اما اگر شاخصی دارای جهت منفی باشد، رابطهٔ فوق معکوس می‌شود.

جدول ۶. میزان تفاوت هر منطقه با سایر مناطق

	شاخص / گزینه	شهروند هوشمند	زندگی هوشمند	دولت هوشمند	تحرک و پویایی هوشمند	محیط هوشمند
میزان تفاوت گزینهٔ A1 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۲	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	14	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	94	0	0
	منطقهٔ ۵	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۶	0	4	0	0	60299
	منطقهٔ ۷	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۸	0	0	0	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A2 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	2	1172	0	1243	202652
	منطقهٔ ۳	0	153	80	0	0
	منطقهٔ ۴	0	975	0	533	0
	منطقهٔ ۵	0	1176	0	1128	262951
	منطقهٔ ۶	0	1163	0	1009	0
	منطقهٔ ۷	0	1105	0	934	116531
	منطقهٔ ۸	0	1092	0	780	0
میزان تفاوت گزینهٔ A3 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	319	1019	0	1348	300097
	منطقهٔ ۲	317	0	0	105	97445
	منطقهٔ ۴	259	822	0	638	0
	منطقهٔ ۵	291	1023	0	1233	360396
	منطقهٔ ۶	237	1010	0	1114	0
	منطقهٔ ۷	294	952	0	1039	213976
	منطقهٔ ۸	279	939	0	885	74884
میزان تفاوت گزینهٔ A4 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	60	197	123	710	441337
	منطقهٔ ۲	58	0	137	0	238685
	منطقهٔ ۳	0	0	217	0	141240
	منطقهٔ ۵	32	201	60	595	501636
	منطقهٔ ۶	0	188	8	476	71600
	منطقهٔ ۷	35	130	0	401	355216
	منطقهٔ ۸	20	117	45	247	216124
میزان تفاوت گزینهٔ A5 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	28	0	63	115	0
	منطقهٔ ۲	26	0	77	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	157	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۶	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۷	3	0	0	0	0
	منطقهٔ ۸	0	0	0	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A6 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	82	9	115	234	369737
	منطقهٔ ۲	80	0	129	0	167085
	منطقهٔ ۳	0	0	209	0	69640
	منطقهٔ ۴	22	0	0	0	0
	منطقهٔ ۵	54	13	52	119	430036
	منطقهٔ ۷	57	0	0	0	283616
	منطقهٔ ۸	42	0	37	0	144524
میزان تفاوت گزینهٔ A7 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	25	67	142	309	86121
	منطقهٔ ۲	23	0	156	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	236	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	19	0	0
	منطقهٔ ۵	0	71	79	194	146420
	منطقهٔ ۶	0	58	27	75	0
	منطقهٔ ۸	0	0	64	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A8 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	40	80	78	463	225213
	منطقهٔ ۲	38	0	92	0	22561
	منطقهٔ ۳	0	0	172	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۵	12	84	15	348	285512
	منطقهٔ ۶	0	71	0	229	0
	منطقهٔ ۷	15	13	0	154	139092

منبع: محاسبات نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبهٔ $Pj(a, b)$**:** این مقدار از قراردادن d_i در تابع برتری مربوط به هر شاخص به‌دست می‌آید.

جدول ۷. میزان برتری هر گزینه نسبت به گزینه‌های دیگر

	گزینه / شاخص	شهروند هوشمند	زندگی هوشمند	دولت هوشمند	تحرک و پویایی هوشمند	محیط هوشمند
میزان تفاوت گزینهٔ A1 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۲	0	0	0.014042	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	0.094283	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۵	0	0.002011	0	0	0.084981
	منطقهٔ ۶	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۷	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۸	0	0	0	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A2 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.001228	0.589241	0	0.627778	0.285604
	منطقهٔ ۳	0	0.076923	0.080241	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0.490196	0	0.269192	0
	منطقهٔ ۵	0	0.591252	0	0.569697	0.370585
	منطقهٔ ۶	0	0.584716	0	0.509596	0
	منطقهٔ ۷	0	0.555556	0	0.471717	0.164231
	منطقهٔ ۸	0	0.54902	0	0.393939	0
میزان تفاوت گزینهٔ A3 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.195826	0.512318	0	0.680808	0.422936
	منطقهٔ ۲	0.194598	0	0	0.05303	0.137332
	منطقهٔ ۴	0.158993	0.413273	0	0.322222	0
	منطقهٔ ۵	0.178637	0.514329	0	0.622727	0.507917
	منطقهٔ ۶	0.145488	0.507793	0	0.562626	0
	منطقهٔ ۷	0.180479	0.478632	0	0.524747	0.301563
	منطقهٔ ۸	0.171271	0.472097	0	0.44697	0.105536
میزان تفاوت گزینهٔ A4 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.036832	0.099045	0.12337	0.358586	0.621989
	منطقهٔ ۲	0.035605	0	0.137412	0	0.336386
	منطقهٔ ۳	0	0	0.217653	0	0.199054
	منطقهٔ ۵	0.019644	0.101056	0.060181	0.300505	0.706971
	منطقهٔ ۶	0	0.09452	0.008024	0.240404	0.100908
	منطقهٔ ۷	0.021486	0.065359	0	0.202525	0.500617
	منطقهٔ ۸	0.012277	0.058824	0.045135	0.124747	0.30459
میزان تفاوت گزینهٔ A5 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.017188	0	0.06319	0.058081	0
	منطقهٔ ۲	0.015961	0	0.077232	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	0.157472	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۶	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۷	0.001842	0	0	0	0
	منطقهٔ ۸	0	0	0	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A6 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.050338	0.004525	0.115346	0.118182	0.521081
	منطقهٔ ۲	0.04911	0	0.129388	0	0.235478
	منطقهٔ ۳	0	0	0.209629	0	0.098146
	منطقهٔ ۴	0.013505	0	0	0	0
	منطقهٔ ۵	0.033149	0.006536	0.052156	0.060101	0.606063
	منطقهٔ ۷	0.034991	0	0	0	0.399709
	منطقهٔ ۸	0.025783	0	0.037111	0	0.203682
میزان تفاوت گزینهٔ A7 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.015347	0.033685	0.142427	0.156061	0.121373
	منطقهٔ ۲	0.014119	0	0.156469	0	0
	منطقهٔ ۳	0	0	0.23671	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0.019057	0	0
	منطقهٔ ۵	0	0.035696	0.079238	0.09798	0.206354
	منطقهٔ ۶	0	0.02916	0.027081	0.037879	0
	منطقهٔ ۸	0	0	0.064193	0	0
میزان تفاوت گزینهٔ A8 با سایر گزینه‌ها	منطقهٔ ۱	0.024555	0.040221	0.078235	0.233838	0.317399
	منطقهٔ ۲	0.023327	0	0.092277	0	0.031796
	منطقهٔ ۳	0	0	0.172518	0	0
	منطقهٔ ۴	0	0	0	0	0
	منطقهٔ ۵	0.007366	0.042232	0.015045	0.175758	0.402381
	منطقهٔ ۶	0	0.035696	0	0.115657	0
	منطقهٔ ۷	0.009208	0.006536	0	0.077778	0.196027

منبع: محاسبات نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبهٔ $\pi(a,b)$: پس از محاسبهٔ میزان برتری هر گزینه نسبت به سایر گزینه باید مجموع موزون برتری گزینه‌ها نسبت به یکدیگر بررسی شود. مجموع موزون برتری گزینهٔ a نسبت به b، که با $\pi(a,b)$ نشان داده می‌شود، براساس رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\pi(a,b)=\sum_{j=1}^{k} w_j\, p_j(a,b), (\sum_{j=1}^{k} w_j = 1)$$

در این رابطه w_j وزن شاخص j ام است.

جدول ۸. میزان مجموع موزون برتری گزینه‌ها

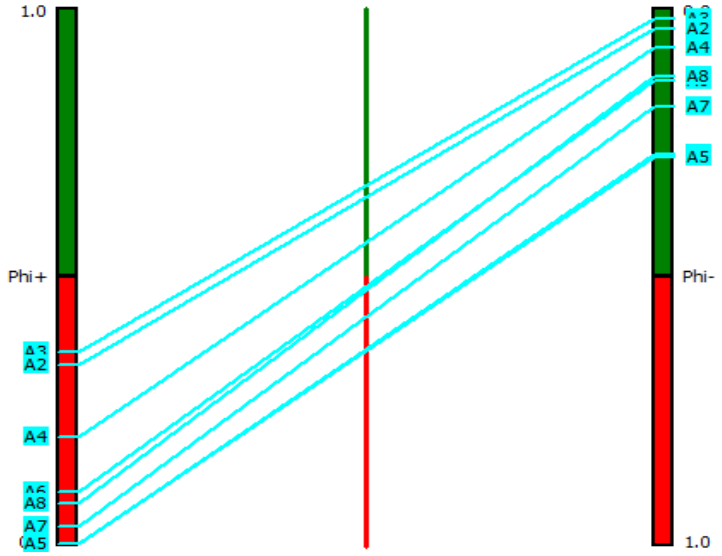
$\sum\pi(1,x)=0.02808$	$\sum\pi(2,x)=2.348861$	$\sum\pi(3,x)=2.512446$	$\sum\pi(4,x)=1.408769$
$\sum\pi(x,1)=1.89268$	$\sum\pi(x,2)=0.255662$	$\sum\pi(x,3)=0.13365$	$\sum\pi(x,4)=0.500223$
$\sum\pi(5,x)=0.025305$	$\sum\pi(6,x)=0.700034$	$\sum\pi(7,x)=0.244129$	$\sum\pi(8,x)=0.542086$
$\sum\pi(x,5)=1.929991$	$\sum\pi(x,6)=0.946672$	$\sum\pi(x,7)=1.275819$	$\sum\pi(x,8)=0.875013$

منبع: محاسبات نگارندگان

محاسبهٔ Φ^+ و Φ^-: جریان اولویت‌بندی مثبت Φ^+ نشان می‌دهد هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها به چه میزان اولویت دارد. جریان اولویت‌بندی منفی Φ^- نیز نشان می‌دهد دیگر گزینه‌ها به چه اندازه در یک گزینهٔ خاص برتری دارند (جدول ۹ و شکل ۴). به‌منظور محاسبهٔ مقدار Φ^- و Φ^+ از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود.

$$\Phi^{-}(a)=\frac{1}{n-1}\left[\sum_{x\in A}\pi(x,a)\right]$$

$$\Phi^{+}(a)=\frac{1}{n-1}\left[\sum_{x\in A}\pi(a,x)\right]$$



شکل ۴. وضعیت گزینه‌ها براساس PROMETHEE I

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طورکه در شکل ۴ نمایش داده شده است، بخش چپ شکل نمایشگر جایگاه مناطق در جریان اولویت‌بندی Φ^+ است و بخش راست شکل نیز نمایشگر جایگاه مناطق در جریان اولویت‌بندی Φ^- است و خط وسط نیز محور تصمیم است. نتیجهٔ عددی محاسبات به‌صورت جدول ۹ به‌دست آمده است.

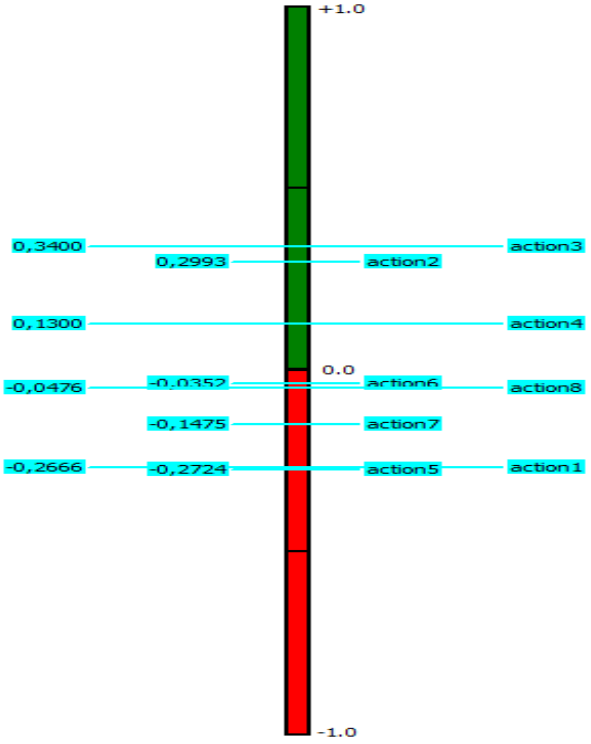
جدول ۹. مقادیر محاسبه‌شدهٔ Φ^+ و Φ^-

	منطقهٔ ۱	منطقهٔ ۲	منطقهٔ ۳	منطقهٔ ۴	منطقهٔ ۵	منطقهٔ ۶	منطقهٔ ۷	منطقهٔ ۸
Φ^-	0.270383	0.036523	0.019093	0.07146	0.275713	0.135239	0.18226	0.125002
Φ^+	0.004011	0.335552	0.358921	0.201253	0.003615	0.100005	0.034876	0.077441

منبع: محاسبات نگارندگان

همان‌طورکه جدول ۹ و شکل ۴ نشان می‌دهد، منطقهٔ ۳ دارای بیشترین مقدار در جریان اولویت‌بندی مثبت و کمترین مقدار در جریان اولویت‌بندی منفی است. و منطقهٔ ۵ دارای کمترین مقدار در جریان اولویت‌بندی مثبت و بیشترین مقدار در جریان اولویت‌بندی منفی است.

محاسبهٔ Φ و اولویت‌بندی نهایی: در این مرحله جریان خالص اولویت‌بندی، که نشان‌دهندهٔ میزان قدرت و برتری هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌هاست، از طریق تفریق جریان اولویت‌بندی مثبت بر جریان اولویت‌بندی منفی براساس رابطهٔ $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$ محاسبه می‌شود. شکل ۵ اولویت‌بندی نهایی مناطق مورد مطالعه براساس شاخص‌های شهر هوشمند و شکل ۶ وضعیت گزینه‌ها و معیارها را نسبت به محور تصمیم نشان می‌دهد (بخش سبز مناسب‌بودن وضعیت و بخش قرمز نیز نامناسب‌بودن است).

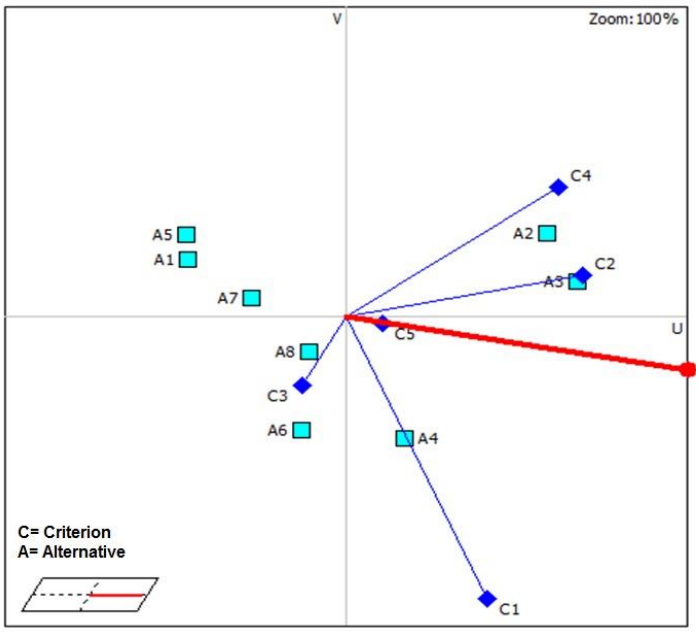


شکل ۵. اولویت‌بندی نهایی مناطق مورد مطالعه براساس PROMETHEE II، منبع: محاسبات نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور کلی، هر چه میزان Φ بالاتر باشد، نشان‌دهندهٔ وضعیت مناسب‌تر منطقه از نظر شاخص‌های شهر هوشمند است. شکل ۵ نتایج حاصل از محاسبهٔ جریان خالص اولویت‌بندی مناطق را نشان می‌دهد. نتایج تحقیق نشان داد منطقهٔ ۳ با میزان $\Phi = 0.340$ و منطقهٔ ۵ با $\Phi = -0.2724$ به‌ترتیب در بهترین و بدترین وضعیت از نظر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارند (شکل ۵).



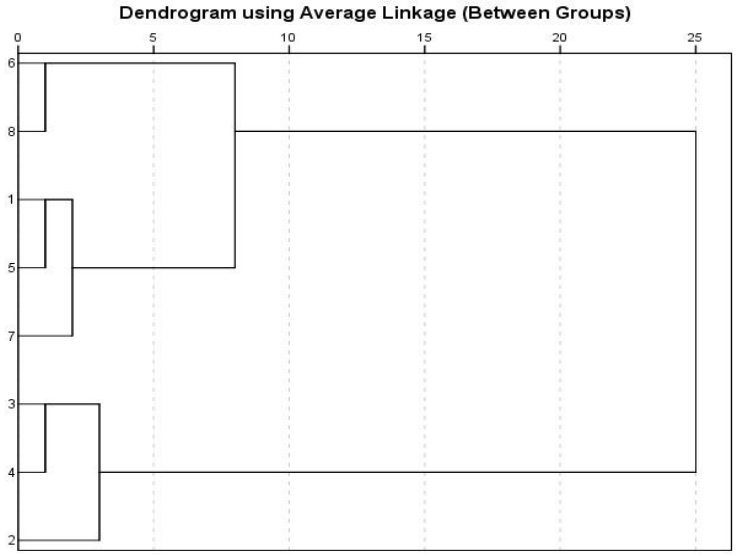
شکل ۶. تحلیل GAIA وضعیت هوشمندی مناطق شهر اهواز

نتایج حاصل از تحلیل GAIA، که وضعیت قرارگیری گزینه‌ها را نسبت به سایر گزینه‌ها و شاخص‌های مؤثر در ماتریس تصمیم نشان می‌دهد، گویای آن است که منطقهٔ ۳ شهر اهواز نسبت به سایر مناطق این شهر به محور تصمیم در ماتریس GAIA نزدیک‌تر است که این امر نیز وضعیت بهتر این منطقه را نسبت به سایر مناطق شهر اهواز از نظر شاخص‌های شهر هوشمند تأیید می‌کند (شکل ۶). همچنین، نتایج حاصل از تحلیل GIGA نشان می‌دهد که متغیرهای شاخص دولت هوشمند و شهروند هوشمند نقش مؤثری در جایگاه این منطقه از نظر ویژگی‌های شهر هوشمند داشته است که در این میان نقش شاخص دولت هوشمند برجسته‌تر است. همچنین، باید یادآور شد هرچند منطقهٔ ۳ شهر از نظر شاخص‌های شهر هوشمند در رتبهٔ اول قرار دارد، این منطقه از نظر سه شاخص محیط هوشمند، جابه‌جایی هوشمند، و زندگی هوشمند در شرایط خوبی قرار ندارد و در این میان شاخص محیط هوشمند در نامناسب‌ترین شرایط است. در این پژوهش، پس از تعیین اولویت مناطق، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار SPSS مناطق شهر اهواز از نظر برخورداری از شاخص‌های شهر هوشمند در سه سطح مطلوب، نیمه‌مطلوب، و نامطلوب سطح‌بندی شد (شکل ۷).

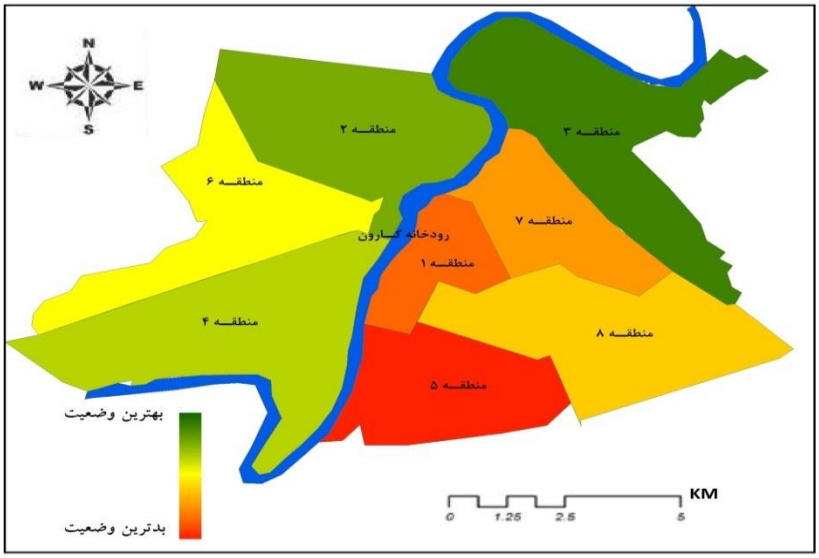
براساس نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای، مناطق ۳، ۲، و ۴ شهر اهواز در وضعیت مطلوب، مناطق ۶، ۱، و ۸ در وضعیت نیمه‌مطلوب، و مناطق ۵ و ۷ در وضعیت نامطلوب از نظر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارند. شکل ۸ نیز نقشهٔ سطح‌بندی مناطق شهر اهواز را براساس بهره‌مندی از شاخص‌های شهر هوشمند نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. نموداری خوشه‌ای مطلوبیت هوشمندی مناطق شهر اهواز



شکل ۸. نقشهٔ سطح‌بندی مناطق کلان‌شهر اهواز از نظر شاخص‌های شهر هوشمند

نتیجه‌گیری

امروزه، در جهت انتظام‌بخشی به راهبردهای توسعهٔ پایدار شهری، مبحث شهر هوشمند برای پاسخ‌گویی به مشکلات فزایندهٔ ناشی از گسترش سریع شهرنشینی، افزایش حجم و تعداد سفرهای شهری، و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی، به‌عنوان راهبردی مهم در جهت انتظام‌بخشی و تسریع روند تحقق توسعهٔ پایدار شهری مورد توجه ویژهٔ کارشناسان و صاحب‌نظران مسائل شهری قرار گرفته است. استفادهٔ بهینه از فضاهای شهری، توسعهٔ حمل و نقل عمومی، طراحی مسیرهای پیاده و دوچرخه، ارتقای فرهنگ عمومی برای کاهش مصرف سوخت و استفاده از وسایل حمل و نقل همگانی از راهبردهای اساسی برای دست‌یابی به الگوی شهر هوشمند به‌شمار می‌رود. بر این مبنا، در این پژوهش به بررسی و سنجش شاخص‌های شهر هوشمند در کلان‌شهر اهواز پرداخته شد. نتایج تحقیق- ضمن آنکه نشان داد شاخص تحرک و پویایی هوشمند با وزن ۰٫۳۴۶ بیشترین اهمیت و شاخص شهروند هوشمند با وزن ۰٫۰۱۰۸ کمترین اهمیت را در بین شاخص‌های شهر هوشمند دارد (جدول ۵)- گویای آن است که منطقهٔ ۳ و منطقهٔ ۲ شهر

www.SID.ir

Archive of SID

اهواز به‌ترتیب با $\Phi = 0.340$ و $\Phi = 0.299$ مطلوب‌ترین شرایط را دارند و منطقهٔ ۵ با $\Phi = -0.2724$ نامطلوب‌ترین شرایط را از نظر شاخص‌های شهر هوشمند دارد (شکل ۶). همچنین، نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای نشان داد مناطق ۳، ۲، و ۴ شهر اهواز در وضعیت مطلوب، مناطق ۸، ۶ و ۱ در وضعیت نیمه‌مطلوب، و مناطق ۵، و ۷ در وضعیت نامطلوب از نظر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارند (شکل ۷).

کلان‌شهر اهواز دارای منابع و ظرفیت‌های فراوانی برای هوشمندشدن است. با این حال، در مقایسه با دیگر کلان‌شهرهای کشور پیشرفت کمتری داشته است. همچنین، از زمان جنگ تا به امروز این کلان‌شهر از سرتاسر استان‌های ایران با توجه به ظرفیت‌های اشتغال مهاجر پذیرفته است و این تفاوت‌های فرهنگی باعث ضعیف‌شدن انسجام اجتماعی و مطالبه‌گر و پرسشگرنبودن مردم این شهر شده است. این عومل همراه دیگر عوامل درونی و بیرونی باعث عدم رشد و توسعهٔ این کلان‌شهر به مرور زمان شده است و این عدم توسعه به یکی از دغدغه‌های اصلی شهروندان و مسئولان شهری تبدیل شده است.

با توجه به ضرورت امر و یافته‌های تحقیق حاضر، باید در کلیهٔ مناطق شهر اهواز زمینه‌های زیرساختی برای ایجاد و گسترش شبکه‌های ارتباطی و تکنولوژیکی فراهم شود؛ در این میان توجه ویژه به مبحث حمل و نقل هوشمند و مسکن سبز همراه آموزش شهروندان با مبانی و اصول و تکنولوژی‌های نوین می‌تواند زمینه‌ساز دست‌یابی به شهر هوشمند باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. بهزادفر، مصطفی، ۱۳۸۲، ضرورت‌ها و موانع ایجاد شهر هوشمند در ایران، نشریهٔ *هنرهای زیبا*، ش ۱۵، صص ۱۴-۲۷.

۲. جهانشاهی، هاجر، ۱۳۹۲، فرم شهری مطلوب، الگویی جهت نیل به توسعهٔ پایدار، *همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری*، بوکان، شرکت سازهٔ کویر.

۳. شهرداری مشهد، ۱۳۹۳، سی‌وششمین نشست هم‌اندیشی شهر هوشمند، معاونت برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهرداری مشهد.

۴. ضرابی، اصغر؛ صابری، حمید؛ محمدی، جمال و وارثی، حمیدرضا، ۱۳۹۰، تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعهٔ موردی، مناطق شهر اصفهان)، فصل‌نامهٔ *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، دورهٔ ۴۳، ش ۳، صص ۱-۱۷.

۵. قرخلو، مهدی و حسینی، سیدهادی، ۱۳۸۶، شاخص‌های توسعهٔ پایدار شهری، فصل‌نامهٔ *جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای*، دورهٔ ۴، ش ۸، صص ۱۵۷-۱۷۸.

۶. قیسوندی، حمید؛ قیسوندی، آرمان و قیسوندی، کیهان، ۱۳۹۰، شهر هوشمند، تکوین انقلاب شهری نوین، شهر الکترونیک واقعیت شهرهای فردا، نشریهٔ *کتاب ماه و هنر*، ش ۱۵۵، صص ۳۶-۴۵.

۷. کیانی، اکبر، ۱۳۹۰، شهر هوشمند ضرورت هزارهٔ سوم در تعاملات یک‌پارچهٔ شهرداری الکترونیک (ارائهٔ مدل مفهومی- اجرایی با تأکید بر شهرهای ایران)، فصل‌نامهٔ *جغرافیایی آمایش محیط*، دورهٔ ۴، ش ۱۴، صص ۳۹-۶۴.

۸. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰، *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*.

۹. معاونت برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهرداری اهواز، ۱۳۹۲، *آمارنامهٔ سال ۱۳۹۲ شهر اهواز شهر اهواز*، انتشارات روابط عمومی و امور بین‌الملل شهرداری اهواز.

۱۰. نژادابراهیمی، احد و فرشچیان، امیرحسین، ۱۳۹۰، تعاملات اجتماعی: رویکردی بنیادین به‌سوی هوشمندسازی شهر اسلامی، *همایش ملی شهر هوشمند*، مؤسسهٔ آموزش عالی سپهر اصفهان.

۱۱. نظریان، اصغر، ۱۳۸۵، *جغرافیای شهری ایران*، چ ۷، انتشارات دانشگاه پیام نور.

12. Allwinkle, S. and Cruickshank, P., 2011, Creating Smart -er Cities: An Overview, *Journal of Urban Technology*, Vol. 18, PP. 1-16.

13. Babic, Z. and Plazibat, N., 1998, Ranking of enterprises based on multicriterial analysis, *international Journal of Production Economics*, Vol. 56-57, PP. 29-35.

14. Bakıcı, T.; Almirall, E. and Wareham, J., 2012, A Smart City Initiative: The Case of Barcelona, *Journal of the Knowledge Economy*, Vol. 2, No. 1, PP. 1-14.

15. Barrionuevo, J. M.; Berrone, P. and Ricart, J. E., 2012, Smart Cities, Sustainable Progress, *IESE Insight*, Vol. 14, PP. 50-57.

16. Brans, J. P.; Macharis, C.; Kunsch P.L.; Chevalier, A. and Schwaninger, M., 1998, Combining multicriterria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic processes, An iterative real- time procedure; *European Journal of operational research*, Vol. 109, PP. 428-441.

17. Brans, J. P. and Mareschal, B., 1999, The PROMCALC-GAIA decision support system for multicriteria decision aid, *Decision Support Systems*, Vol. 12, No. 4/5, PP. 297-310.

18. Caragliu, A. and Nijkamp, P., 2011, Smart cities in Europe, Amsterdam: *VU University of Amsterdam*, Vol. 48, PP. 1-12.

19. Colldahl, C.; Frey, S. and Kelemen, J., 2013, *Smart Cities: Strategic Sustainable Development for an Urban World*, School of Engineering Blekinge Institute of Technology Karlskrona, Sweden 2013, Supervisor: Professor Karl- Henrik Robert.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Dameri, R. P. and Rosenthal-Sabroux, C., 2014, Smart City and Value Creation. In R. P. Dameri & C. Rosenthal-Sabroux (Eds.), *Smart City. How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, Switzerland: Springer International Publishing. Doi: 10.1007/978-3-319-06160-3_1 (2014).

21. Datta, A., 2015, *New urban utopias of postcolonial India Entrepreneurial urbanization' in Dholera smart city*, Gujarat, School of Geography, Faculty of Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK.

22. Dawes, S. and Pardo, A., 2002, Building collaborative digital government systems. In *Advances in Digital Government: Technology, Human Factors, and Policy*, eds. W. J. McIver and A. K. Elmagarmid, Norwell, 110-138. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.

23. Giffinger, R.; Fertner, C.; Kramar, H.; Kalasek, R.; Pichler-Milanović, N. and Meijers, E., 2007, *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities Vienna*, Austria: Centre of Regional Science (SRF Vienna University of Technology).

24. Harrison, C. and Donnelly, I., 2011, A THEORY OF SMART CITIES, Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011, Hull, UK, *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS*.

25. Hitachi Company, 2009, The Committee of Digital and Knowledge based Cities of UCLG.

26. Hollands, R. G., 2008, Will the real smart city please stand up? *City*, Vol, 12, No. 3, PP. 303-320.

27. Hong, Ye, 2015, Research on Emergency Resource Scheduling in Smart City based on HPSO Algorithm, *International Journal of Smart Home*, Vol. 9, No. 3, PP. 1-12. http://dx.doi.org/10.14257/ijsh.2015.9.3.01.

28. Hübner, D., 2009, Promoting sustainable urban development in Europe Achievements and Opportuities, European Commission, Directorate-General for Regional Policy Unit C2 – Urban development, territorial cohesion, © European Communities, April 2009.

29. Kalogeras, N.; Baourakis, G.; Zopounidis C. and Dijk, G., 2004, Evaluating the financial performance of agri- food firms: A multicriteria decision-aid approach, *Journal of Food Engineering*, Vol. 70, PP. 365-371.

30. Kardag, T., 2013, *An evaluation of the smart city approach*, a thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of middle east technical university.

31. Komninos, N. and Sefertzi, Z., 2009, Intelligent cities: R&D offshoring, Web 2.0 product development and globalization of innovation systems, *Paper presented at the Second Knowledge Cities Summit 2009*. Available at http://www.urenio.org/wpcontent/uploads/2008/11/Intelligent-Cities-Shenzhen-2009-Komninos -Sefertzi.pdf.

32. Leeneer, De. I. and Pastijn, H., 2002, Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques, *European Journal of Operational Research*, Vol. 139, PP. 327-338.

33. Litman, T., 2005, *Evaluating Criticism of Smart Growth*, Victoria transport policy institute. (www.vtpi.org).

34. Marsal-Llacuna, M.L.; Colomer-Llina, J., and Mele´ndez-Frigola, J., 2014, *Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative*, Technological Forecasting and Social Change.

35. Meijer, A., 2015, Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance, Published online before print April 29, 2015, doi: 10.1177/0020852314564308 International *Review of Administrative Sciences* April 29, (2015) 0020852314564308.

36. Miller, J. S. and Hole, L. A., 2002, Smart growth debate, *Social-Economic planning sciences*, No. 36.

37. Ming Koh, J.; Sak, M. and Hwee-Xian Hwee, T., 2015, Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2015 *IEEE Tenth International Conference on*, *INSPEC Accession* Number: 15141977, 7-9 April (2015), Singapore.

www.SID.ir

Archive of SID

38. Nam, T. and Pardo, A., 2011, Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. Proceedings of the 12thAnnual International Conference on Digital Government Research.http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/dgo_2011_smartcity/ dgo_2011_smartcity. Pdf (accessed on January 17, 2013).

39. Neirotti, P.; De Marco, A.; Cagliano, A. C.; Mangano, G. and Scorrano, F., 2014, Current trends in Smart City initiatives, Some stylized facts, Cities, Vol. 38, PP. 25-36.

40. Peiser, R., 2001, Decomposing Urban Sprawl, *Town Planning Review*, Vol. 72, No. 3.

41. Protic, D.; Nestorov, I. and Vucetic, I., 2014, 3D Urban Information Models in making a "smart city" the i-SCOPE project case Study. UDC: 007:528.9]:004; 007:912]:004; 004.92 DOI: 10.14438/gn.2014.17 Typology: 1.04 *Professional Article* Vol. 2, No. 3.

42. Puron Cid, G.; Gil-Garcia, J. R. and Zhang, J., 2015, Smart Cities, Smart Governments and Smart Citizens: A Brief Introduction, *International Journal of E-Planning Research*, Vol. 4, No. 2, iv-vii.

43. Raju, K. S. and Kumar, D. N., 1999, Multicriteria decision making in irrigation planning; *Agricultural System*, Vol. 62, PP. 117-129.

44. Roberts, F. and Tsoukiàs, A., 2011, *Workshop Booklet: Smart Cities, Monday 26 September and Tuesday 27 September 2011*, Université Paris Dauphine (room A709) (2011), Paris, France.

45. Scott, W. R., 2000, *Institutions and Organizations*, Thousand Oaks, CA: Safe Publications.

46. Singapore, 2011, *Singapore Live Traffic*, http://www.livetraffic.sg/mobileapp.

47. Stockholm, 2006, Stockholm for socket, Facts and Results from the Stockholm Trial, see http://www.stockholmsforsoket.se/upload/Hushall_eng.pdf.

48. The Committee of Digital and Knowledge based Cities of UCLG, 2009, *SMART CITIES STUDY: International study on the situation of ICT*, innovation and Knowledge in cities.

49. Toh, M. H. and Low, L., 1993, The intelligent city: Singapore achieving the next lap: practitioner's forum, *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 5, No. 2, PP. 187-202 .

50. Tokmakoff, A. and Billington, J., 1990, Consumer services in smart city Adelaide. In Bjerg and Borreby (Eds.), *Paper published at HOIT 94. Proceedings of an International Cross-disciplinary Conference on Home-Oriented Informatics*, Telematics & Automation, University of Copenhagen.

51. Walmesley, A., 2006, Greenwas: multiplying and diversifying in the 21st sentury, *Landscape and urban planning*, Vol. 76.

52. Yoshikawa, Y.; Sato, A.; Hirasawa, S.; Takahashi, M. and Yamamoto, M., 2012, Hitachi's Vision of the Smart City, *Hitachi Review*, Vol. 61, No. 3.

53. Zheng, R.; Yao, C.; Jin, H.; Zhu, L.; Zhang, Q. and Deng, W., 2015, Parallel Key Frame Extraction for Surveillance Video Service in a Smart City, Published: August 18, 2015, DOI: 10.1371/journal.pone.0135694, Copyright: © 2015 Zheng et al.

54. Behzad-Far, M.,2003, Necessities and obstacles to creating a smart city in Iran, *Journal of Honahaye-ziba*, Vol. 15, PP. 14-27.

55. Jahanshahi, H.,2013, Optimal urban form, a model for achieving sustainable development, *National Conference on Sustainable Architecture and Urban Development, Bukan, Sazeh Kavir Company*.

56. Mashhad Municipality., 2014, 36th Smart City Symposium, *Deputy of Planning and Development of Mashhad Municipality*.

57. Zarabi, A., saberi, H., Mohammadi, J., Varesi, H. ,2011, Spatial Analysis of Smart Growth Indicators (The Case Study: Regions of Isfahan), *Journal of Human Geography Research*, Vol. 43, PP. 1-18.

58. Gharkhloo, M. and Hosseini, S. H., 2007, Urban Sustainable Development Indicators, *Journal of Geography and Regional Development*, Vol. 4, PP. 157-178.

www.SID.ir

Archive of SID

59. Gheisvandi, H.; Gheisvandi, A. and Gheisvandi, K., 2011, Smart City: The Development of a New Urban Revolution-Electronic City- The Reality of Tomorrow's Cities, *Journal of the moon book (Art)*, Vol. 155, PP. 36-45.

60. Kiani, A., 2011, The Smart City the Necessity of the Third Millennium in Integrated Electronic Municipality Interactions (Presenting a Conceptual-Executive Model with Emphasis on Iranian Cities), *Journal of Environmental Based Territorial Planning*, Vol. 4, PP. 39-64.

61. Statistics Center of Iran, 2011, General Census of Population and Housing. https://www.amar.org.ir/

62. Deputy of Planning and Development of Ahvaz Municipality, 2013, Ahvaz City Statistics of 2013, *Relations and International Affairs Publications of Ahvaz Municipality*.

63. Nejad-Ebrahimi, A. and Farshchian, A.H., 2011, Social Interactions: A Fundamental Approach to Smartening the Islamic City, *National Smart City Conference*, Sepehr Higher Education Institute, Isfahan.

64. Nazarian, A., 2006, Urban Geography of Iran, 7th Edition, *University of Payame Noor Press*.

www.SID.ir