فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال دهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۸
صص: ۶۰۷-۵۹۹

اولویت‌بندی اقدامات لازم جهت تحقق شهر هوشمند (موردمطالعه: منطقه ٦ شهرداری تهران)

احمد نوحه گر[۱]

استاد دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

علی علوی نائینی

دانشجوی دکتری رشته برنامه ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

محمدجواد امیری

استادیار دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مهدی سلحشور

دانشجوی دکتری رشته برنامه ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله:۱۳۹۸/۰۲/۲۹ تاریخ صدور پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۲۵

چکیده

هر شهر باید باتوجه به شرایط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اقلیمی و مزیت‌های نسبی منحصر به فردی که دارد، بایستی راه خود را از میان انبوه راه‌ها برگزیند و به‌سوی هوشمند شدن بیشتر حرکت کند. در این مقاله با انتخاب شهر بارسلونا به عنوان شهر هوشمند و همچنین با در نظر گرفتن اقدامات هوشمندسازی در این شهر سعی شده‌است تا با مورد مطالعه قرار دادن منطقه ۶ شهرداری تهران که از مناطق مهم و مرکزی تهران به‌شمار می‌آید، در مورد انتخاب اقدامات لازم جهت هوشمندسازی در این منطقه تصمیم‌گیری شود. همچنین در این تحقیق تلاش شده‌است، با در نظر گرفتن اقدامات صورت گرفته در این شهر، با بهره بردن از نظر خبرگان، فعالیت‌های موثر و بهینه در جهت هوشمندسازی منطقه۶ شهرتهران را رتبه‌بندی کرده تا بهینه‌ترین اقدام را انتخاب و اقدامات دیگر اولویت‌بندی شوند. در نهایت با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره این اقدامات را رتبه‌بندی نموده تا در مرحله آخر بهینه‌ترین روش موجود انتخاب شود. برای این منظور از روش آنتروپی شانون برای وزن دهی به معیارها و جهت رتبه بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS استفاده شد. مطابق با نتیجه به‌دست آمده، در منطقه ۶ شهرداری تهران، بهینه‌ترین اقدام انتخاب شده، اجرای طرح حمل‌ونقل هوشمند می‌باشد.

واژگان کلیدی: شهر هوشمند، تصمیم‌گیری چندمعیاره، منطقه ٦ شهرداری تهران،. TOPSIS

۱- (نویسنده مسئول) Nohegar@ut. ac. ir

مقدمه

افزایش مداوم جمعیت شهری و نیاز به حداقل کردن اثرات چندین مشکل در مناطق شهری مستلزم اجرای اقدامات قاطع و تصمیمات آموزنده به منظور بهبود کیفیت زندگی در شهرهای معاصر است (دامری و کوچیا، ۲۰۱۳). اتخاذ فن‌آوری اطلاعاتی و ارتباطی و ایجاد محیط‌های شهری هوشمند در حال حاضر یک واقعیت جدید ایجاد کرده‌است که در آن تکنولوژی تقریباً در روح تمام فعالیت‌های شهرهای مدرن دیده می‌شود. علاوه بر این، پیشرفت‌های فن‌آوری، توسعه پایدار شهرها را تسهیل می‌کند و باعث اکتشاف راه‌حل‌های موثر برای مشکلات موجود و مدیریت بهتر منابع موجود می‌گردد (نام و پاردو، ۲۰۱۱). در جوامع بشری، در صنعت و به ویژه در حوزه مدیریت شهری و هوشمندسازی، وجود شهرهای از پیش موجود مانند تهران و نیویورک در طراحی هوشمند شهرهای نوپدید تأثیرگذار بوده است (بنوولو و همکاران، ۲۰۱۶). اکنون شهر هوشمند به شهری گفته می‌شود که دارای مؤلفه‌های هوشمند شامل اقتصاد هوشمند، ترابری هوشمند، محیط زیست هوشمند، شهروندان هوشمند، سبک زندگی هوشمند و مدیریت اداری هوشمند است. ازجمله شناخته شده‌ترین شهرهای هوشمند می‌توان به بوسان (کره جنوبی (، وین (اتریش (، نیویورک (ایالات متحده (، توکیو و به کشورهای ژاپن، استرالیا، آلمان، انگلستان، اسپانیا، هلند، دانمارک و ایتالیا اشاره کرد. رایج‌ترین تعریف در استراتژی منجر به یک رویکرد جامع در شهر هوشمند، عمدتاً براساس شش بعد اساسی شناخته‌شده می‌شود که عبارتند از: دولت هوشمند، زندگی هوشمند، اقتصاد هوشمند، تحرک هوشمند، افراد هوشمند و محیط زیست هوشمند (گیفینگر و همکاران، ۲۰۰۷). شهرها برپایه سامانه‌های طبیعی و انسان‌ساز، زیرساخت‌ها، شبکه‌ها و محیط‌ها بنا شده‌اند، مؤلفه‌های بوم‌سازگان یک شهر زنده را می‌توان به شش حوزه شامل شهروندان، کسب‌وکارها، ترابری، ارتباطات و آب و انرژی تقسیم کرد. کارآیی و اثربخشی این حوزه‌ها تعیین‌کننده موفقیت مدیریت شهری برای نیل به اهداف خود است. آن‌چه مورد توجه است، این است که بیشتر استراتژی‌های موثر در تحقق شهر هوشمند، در جهت رسیدن به توسعه پایدار شهری از طریق کاربرد ICT[1] گام بر می‌دارند. شهرهای هوشمند پتانسیل زیادی در تحقق توسعه پایدار شهری دارند، زیرا شهر هوشمند، شهری است که نیازهای ساکنین فعلی خود را بدون به خطر انداختن منابع طبیعی برآورده می‌کند و در نتیجه از خطوط قرمز محیط زیستی تجاوز نمی‌کند (کروگستی و بیبری، ۲۰۱۷). امروزه شهرها صحنه اصلی رخدادهای اقتصادی، سیاسی و عملکردی جهان هستند. در کنار این نقش‌های مهم، شهرها با چالش‌های مختلفی رو به رو هستند. تقویت بهداشت، حل معضلات حمل‌ونقل، حفاظت از سیستم‌های انرژی، مدیریت بحران‌های شهری، اطمینان از پایداری محیط زیست و غیره از مهم‌ترین چالش‌هایی هستند که شهرها با آن رو به رو هستند. این مسائل، مستلزم راه حل‌های هوشمند هستند (کاراداگ، ۲۰۱۳). برخی مسائل مهم در بافت شهرهوشمند شامل مشارکت شهروندان در تلاش برای توسعه ابعاد هوشمندانه شهر و استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات برای رفع نیازهایشان مورد نیاز است. شهروندان عنصر اصلی و اساسی هر شهر را تشکیل می‌دهند و اکثریت آن‌ها تمایل به مشارکت در فعالیت‌های مشارکتی دارند تا بتوانند به بهترین راه‌حل‌ها برای حل مشکلات خود بپردازند. با این حال آن‌ها باید آموزش ببینند و به

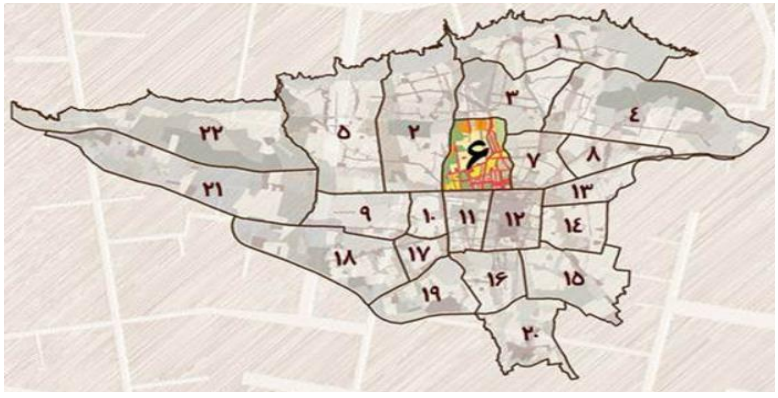
[1] Information and Communication Technologies

تکنولوژی‌های جدید سازگار شوند تا هم افزایی برای کاهش مشکلات در حال ظهور ایجاد شود (سفرونیدز و همکاران، ۲۰۱۶). قبل از آغاز بحث مطالعات موردی، این نکته درخور توجه است که هریک از شهرها در نقاط مختلف دنیا، راه‌های مختلفی را برای هوشمند شدن طی کرده‌اند. بدین معنا که نمی‌توان برای همه شهرها یک نسخه مشترک پیچید تا همگان از آن پیروی کنند. بلکه هر شهر باید باتوجه به شرایط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اقلیمی و مزیت‌های نسبی منحصر به فردی که دارد، راه خود را از میان انبوه راه‌ها برگزیند و به‌سوی هوشمند شدن بیشتر حرکت کند.

یکی از مجموعه مطالعات و اقدامات موفق در زمینه هوشمندسازی شهرها، در شهر بارسلونا صورت گرفته‌است که در این تحقیق سعی شده‌است با در نظر گرفتن اقدامات صورت گرفته در این شهر، با بهره بردن از نظر خبرگان، فعالیت‌های موثر و بهینه در جهت هوشمندسازی منطقه۶ شهرتهران را رتبه‌بندی کرده تا بهینه‌ترین اقدام را انتخاب و اقدامات دیگر اولویت‌بندی شوند. آن‌چه قابل ذکر است، انتخاب شهر بارسلونا به این علت است که هوشمندسازی در این شهر به صورت کامل و موفق اجرا شده است.

منطقه مورد مطالعه

مطابق با شکل ۱، مرکزیت مکانی منطقه شش در شهر تهران و قرارگیری در قلب هسته جدید مرکز شهری از یک سو، و موقعیت ارتباطی آن با مناطق شمالی (۱ و ۳)، مناطق جنوبی (۱۰، ۱۱ و ۱۲)، مناطق شرقی (٤ و ۸) و مناطق غربی (۲ و ۵ (موجب استقرار فعالیت‌های گوناگون با سطح و شعاع عملکرد گسترده و در نهایت، مرکزیت کارکردی آن گردیده است. این منطقه در شرایط فعلی بر اساس مرزهای مصوب به شش ناحیه و هیجده محله تفکیک و مرزبندی شده است. در منطقه متوسط نواحی ۳۵ هکتار، و متوسط جمعیت آن نیز به‌طور تقریبی، ٤۱۵۰۰ نفر بوده است. در این میان کم جمعیت‌ترین ناحیه، ناحیه یک و پرجمعیت‌ترین ناحیه، ناحیه چهار و به لحاظ وسعت نیز، نواحی سه و چهار به‌ترتیب کوچکترین و بزرگترین نواحی از بین نواحی شش گانه‌اند (شجاع عراقی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل۱- نمایی کلی از موقعیت جغرافیایی منطقه٦ شهرداری تهران (نویسندگان، ۱۳۹۸)

مواد و روش‌ها

در این مطالعه جهت انتخاب بهینه‌ترین روش‌های موثر در تحقق شهر هوشمند در منطقه ٦ شهرداری تهران، ابتدا می‌بایست معیارها و گزینه‌های مد نظر مشخص شود و روایایی و پایایی آن‌ها توسط خبرگان تایید گردد. برای در

نظرگرفتن گزینه‌ها مجموعه اقدامات انجام شده موفق در شهر بارسلونا انتخاب گردیده‌اند. سپس مراحل لازم برای انجام فرآیند تصمیم‌گیری برای رسیدن به بهینه‌ترین گزینه انجام گرفته‌است.

مجموعه اقدامات انجام شده جهت هوشمندسازی شهر بارسلونا:

اولین دسته از اقدامات هوشمندسازی در شهر بارسلونا، آبیاری هوشمند است که یکی از ابتکار عمل‌ها در این روش، مربوط به ایجاد سیستم هوشمند برای آبیاری پارک‌های شهر بارسلونا می‌باشد که در بسیاری از پارک‌های این شهر راه اندازی شده است. این سیستم توسط زیرساخت ارتباطی که در شبکه آبیاری شهر ایجاد شده استفاده از منابع آبی را به نحو احسن مدیریت می‌کند. در این زیرساخت از سیستم کنترل نظارتی و داده برگیری SCADA[1] که متناسب با شهر بارسلونا طراحی شده، استفاده می‌شود.

دسته دوم از این اقدامات، راه‌اندازی شبکه هوشمند است که دارای مؤلفه‌هایی نظیر انرژی تجدیدپذیر، توزیع هوشمند، خانه‌های هوشمند و خودروهای هوشمند می‌باشد. در باب توزیع هوشمند برق در شهر بارسلونا سیستمی ایجاد گردیده است که ویژگی کلیدی آن تشخیص خودکار قطع برق می‌باشد. امروزه در بسیاری از نقاط دنیا قطع برق توسط شهروندان اطلاع داده می‌شود، اما این سیستم توسط توزیع، کنتورها و سنسورهای هوشمند این امکان را فراهم کرده است که محل و علت قطع برق به‌سرعت به‌صورت خودکار شناسایی گردد.

ازسومین دسته از تلاش‌های صورت گرفته می‌توان به شبکه حمل‌ونقل بارسلونا اشاره کرد. این شبکه با ایجاد خطوط اتوبوسرانی عمود بر هم امکان سفر به هر نقطه از شهر را تنها با یک جابجایی به مسافران می‌دهد و اتوبوس‌های هایبریدی استفاده شده در این شبکه به میزان قابل توجهی آلایندگی‌های صوتی و محیط‌زیستی را کاهش می‌دهد.

از ابتکار عمل‌های دیگر در شهر بارسلونا در زمینه زندگی هوشمند باید به سیستم وای -فای این شهر اشاره کرد. این سیستم که در ۱۹۳ تأسیسات شهری و ۲۷۶ خیابان و در مجموع ٤٦١ منطقه شهر ارائه می‌شود به شهروندان این امکان را می‌دهد که در بسیاری از خیابان‌های شهر به اینترنت مجانی متصل شوند. این دسترسی به اینترنت در شهرهای اروپا یک نمونه منحصر به فرد می‌باشد. شورای شهر بارسلونا این سیستم را در پارک‌ها و بوستان‌ها و اماکن بازی بچه‌ها نیز توسعه داده است.

پنجمین دسته از اقدامات انجام شده، راه‌اندازی سیستم خدمات مراقبت تلفنی است که این سیستم، خدماتی مراقبتی و درمانی برای افراد کهنسال و یا معلول و ناتوان ارائه می‌دهد که ساعات زیادی را تنها سپری می‌کنند. این خدمت که جزو بهترین خدمات اورژانسی است به‌صورت ٢٤ ساعت شبانه روز در تمام سال ارائه می‌شود. در خانه متقاضیان سنسوری نصب می‌شود که از طریق سیستم تلفن به مرکز خدمات متصل می‌شود و افراد تحت پوشش تنها با فشار یک دکمه به مرکز متصل می‌شوند و افراد این مرکز به سرعت به درخواست‌ها رسیدگی می‌کنند.

ششمین دسته از ابتکارعمل‌های صورت گرفته در زمینه حمل‌ونقل هوشمند، چراغ راهنمای هوشمند است که هدفش کمک به افراد نابینا برای گذر از خیابان و کاهش آلودگی صوتی می‌باشد. این سیستم شامل یک دستگاه هوشمند کنترل از راه دور است که در نزدیکی چراغ راهنما نصب می‌شود و به هنگام سبز شدن چراغ سیگنال‌هایی صوتی برای مدت

[1] Supervisory Control And Data Acquisition

زمان مناسب جهت عبور نابینایان پخش می‌کند. علاوه‌بر آن کاربرد دیگر این چراغ‌های هوشمند بازگشایی مسیر برای عبور خودروهای آتش‌نشانی می‌باشد (زایگیاریس، ۲۰۱۳). مواردی که در شهر بارسلونا در جهت هوشمندسازی انجام شده‌است، عمدتا شامل مواردی است که از نظر اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی مورد نیاز شهر تهران است.

روش تصمیم‌گیری مورد استفاده در تحقیق:

در این تحقیق، برای اثبات روایی ماتریس تصمیم‌گیری نهایی، روایی محتوایی آن مورد بررسی قرار گرفته است که برای این منظور از نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوا استفاده شده است. همچنین برای محاسبه پایایی پرسش‌نامه مربوط به ماتریس تصمیم‌گیری از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده و مقدار این ضریب در نرم‌افزار SPSS[1] محاسبه شده است. از آن‌جایی که مقدار ضریب آلفای کرونباخ از ۰/۷ بیشتر شده است، بنابراین ماتریس تصمیم‌گیری تعیین شده پایا می‌باشد و این ماتریس روا و پایا می‌تواند مبنای محاسبات در رویکرد تصمیم‌گیری مربوطه قرار گیرد. جهت انتخاب بهترین گزینه ابتدا باید وزن معیارها تعیین شود که برای این منظور در این پژوهش از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون استفاده شده‌است. همچنین وضعیت هر گزینه در هر شاخص توسط خبرگان تعیین شده و میانگین نظرات آنان به عنوان ماتریس تصمیم‌گیری نهایی در نظر گرفته شده و جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS[2] استفاده شده‌است. علت استفاده از این روش، این است که هم گزینه‌های ایده‌آل و هم گزینه‌های غیر ایده‌آل را درنظر می‌گیرد. در ادامه به شرح انجام مراحل پرداخته شده‌است.

تعیین وزن معیارها با روش آنتروپی شانون:

آنتروپی، بر اساس داده‌های ماتریس تصمیم گیری، وزن معیارها را تعیین می‌کند. در این روش، ماتریس تصمیم D با m گزینه و n معیار با اجزای x_{ij} در نظر گرفته می‌شود که در آن x_{ij} وضعیت گزینه i را نسبت به معیار j نشان می‌دهد. سپس اجزای ماتریس D نرمال سازی شده و به P_{ij} تبدیل می‌شوند. برای هر شاخص مقدار آنتروپی با معادله (۱) تعیین می‌گردد (چانشنگ و همکاران، ۲۰۱۲).

$$E_j = -R\sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ln p_{ij} \qquad (۱)$$

R یک مقدار ثابت است و با استفاده از رابطه (۲) به دست می‌آید.

$$R = \frac{1}{\ln m} \qquad (۲)$$

سپس درجه انحرافی d_j برای هر معیار با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

$$d_j = \left|1 - E_j\right| \qquad (۳)$$

وزن معیار j ام با روش آنتروپی با استفاده از رابطه (٤) به دست می‌آید (ونگ و همکاران، ۲۰۱۲).

$$\beta_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \qquad (٤)$$

[1] Statistical package for social science
[2] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

رتبه بندی گزینه‌ها:

مرحله۱) ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس تصمیم‌گیری از m گزینه و n معیار تشکیل شده است و وضعیت گزینه i نسبت به معیار j با x_{ij} نشان داده می‌شود و بنابراین یک ماتریس $(x_{ij})_{m\times n}$ است.

مرحله۲) ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس

از آن‌جایی که معیارها وزن‌های متفاوتی دارند، جهت دستیابی به داده‌های قابل مقایسه، باید آن‌ها را بی‌مقیاس کرد. جهت بی‌مقیاس سازی از رابطه ۵ استفاده می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (۵)$$

$$i = 1,2,...,m \quad j = 1,2,...,n$$

مرحله۳) محاسبه ماتریس بی‌مقیاس موزون

پس از بی‌مقیاس سازی، ماتریس بی‌مقیاس شده موزون از رابطه ٦ به‌دست می‌آید.

$$V_{ij} = w_j \times n_{ij} \quad (٦)$$

n_{ij}: داده‌های بی‌مقیاس

w_j: وزن معیار j ام

مرحله٤) تعیین جواب‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل:

برای تعیین جواب‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل از روابط ۷ و ۸ استفاده می‌شود.

$$A^+ = (\max_i V_{ij} \mid j \in J_1), (\min_i V_{ij} \mid j \in J_2) \quad (۷)$$

$$A^- = (\min_i V_{ij} \mid j \in J_1), (\max_i V_{ij} \mid j \in J_2) \quad (۸)$$

جواب ایده‌آل، جوابی است که برای شاخص‌های مثبت بیشترین مقدار و برای شاخص‌های منفی کمترین مقدار را داشته باشد. جواب ضد ایده‌آل، جوابی است که برای شاخص‌های مثبت کمترین مقدار و برای شاخص‌های منفی بیشترین مقدار را داشته باشد.

مرحله۵) محاسبه فاصله هر گزینه از جواب ایده‌آل و ضد ایده‌آل

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (۹)$$

$$j = 1,2,...,n$$

$$i = 1,2,...,m$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (۱۰)$$

مرحله٦) رتبه‌بندی گزینه‌ها

جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها مقادیر C_iها با هم مقایسه می‌شوند. هرچه مقدار C_i بیشتر باشد، گزینه در رتبه بالاتری قرار می‌گیرد (اوزکان و همکاران، ۲۰۱۷).

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

$$0 \le C_i \le 1$$

$$i = 1,2,...,m$$

یافته‌ها

پس از تایید روایی و پایایی پرسش‌نامه تصمیم‌گیری توسط۱۶ نفر از خبرگان که شامل مهندسان شهرسازی، برنامه-ریزان شهری، مهندسان کشاورزی، مخابرات و محیط زیست می‌باشند، ماتریس تصمیم‌گیری روا و پایا بین خبرگان توزیع شد تا وضعیت هر گزینه نسبت به هر معیار را تعیین کنند. پس از به‌دست آوردن میانگین نظرات خبرگان، ماتریس نهایی تصمیم‌گیری به‌دست آمد، که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- ماتریس تصمیم‌گیری

معیار گزینه	اقتصادی	محیط زیستی	اجتماعی
آبیاری هوشمند	۸/۳۳	۹	۷
شبکه هوشمند	۷	۷/٦٦	۵/۷
شبکه حمل و نقل هوشمند	۹	۹	۸/۳
سیستم وای-فای هوشمند	٦/۳۳	۵	۸/٤
سیستم خدمات مراقبت تلفنی	۵/٦٦	۵	۹
چراغ راهنمای هوشمند	٦/۳۳	٤/۳۳	۷/۸

منبع: یافته‌های پژوهش

به کمک ماتریس تصمیم‌گیری به‌دست آمده، وزن معیارها با روش آنتروپی شانون به‌دست آمد که در جدول ۲ نشان داده شده‌است.

جدول۲- مقادیر آنتروپی، درجه انحراف و وزن معیارها

معیار	وزن معیار	درجه انحراف	آنتروپی
اقتصادی	۰/۲	۰/۰۰۸	۰/۹۹۲
محیط زیستی	۰/٦٤	۰/۰۲٤	۰/۹۷۵
اجتماعی	۰/۱٦	۰/۰۰۵۹	۰/۹۹٤

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از به‌دست آوردن وزن معیارها، گزینه‌ها به‌وسیله روش TOPSIS رتبه‌بندی گردید. برای این منظور ابتدا بایستی ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شود. ماتریس نرمال شده در جدول ۳ نشان داده شده‌است.

جدول۳- بی‌مقیاس شده ماتریس تصمیم‌گیری

معیار	گزینه	اقتصادی	محیط زیستی	اجتماعی
آبیاری هوشمند		۰/٤۷۲	۰/۵۲۸	۰/۳٦۹
شبکه هوشمند		۰/۳۹٦	۰/٤۵۰	۰/۲۹۸
شبکه حمل و نقل هوشمند		۰/۵۰۹	۰/۵۲۹	۰/٤۳۷
سیستم وای-فای هوشمند		۰/۳۵۹	۰/۲۹٤	۰/٤۳۹
سیستم خدمات مراقبت تلفنی		۰/۳۲۱	۰/۲۹۳	۰/٤۷٤
چراغ راهنمای هوشمند		۰/۳۵۹	۰/۲۵۵	۰/٤۰٤

سپس وزن معیارها در ماتریس بی‌مقیاس شده اعمال شد و ماتریس بی‌مقیاس موزون مطابق با جدول ٤ به‌دست آمد.

جدول٤- ماتریس بی‌مقیاس موزون

معیار	گزینه	اقتصادی	محیط زیستی	اجتماعی
آبیاری هوشمند		۰/۰۹۵	۰/۳۳٤	۰/۰۵۸
شبکه هوشمند		۰/۰۸۰	۰/۲۸۹	۰/۰٤۷
شبکه حمل و نقل هوشمند		۰/۱۰۳	۰/۳۳۹	۰/۰٦۸
سیستم وای-فای هوشمند		۰/۰۷۲	۰/۱۸۹	۰/۰٦۹
سیستم خدمات مراقبت تلفنی		۰/۰٦۵	۰/۱۸۸	۰/۰۷٤
چراغ راهنمای هوشمند		۰/۰۷۲	۰/۱٦٤	۰/۰٦۳

منبع: یافته‌های پژوهش

برای هر معیار، گزینه‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل مطابق جدول ۵ به‌دست آمد.

جدول۵- مقدار ایده‌آل و ضد ایده‌آل هر معیار

معیارها	مقدار ایده‌آل	مقدار ضد ایده‌آل
اقتصادی	۰/۱۰۲۵	۰/۰٦٤٦
محیط زیستی	۰/۳۳۹۹	۰/۱٦۳٦
اجتماعی	۰/۰۷٤۱	۰/۰٤٦٦

منبع: یافته‌های پژوهش

در مرحله بعد فاصله ایده‌آل، ضد ایده‌آل، شاخص رتبه‌بندی و رتبه‌بندی گزینه‌ها برای هر گزینه به‌دست آمده که مطابق جدول ٦ نشان داده شده است.

جدول٦- رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از فاصله ایده‌آل و ضد ایده‌آل

گزینه‌ها	فاصله ایده‌آل	فاصله ضد ایده‌آل	شاخص رتبه‌بندی	رتبه‌بندی گزینه‌ها
آبیاری هوشمند	۰/۰۱۸	۰/۱۸۱	۰/۹۰۸	۲
شبکه هوشمند	۰/۰٦۱	۰/۱۲۷	۰/٦۷۲	۳
شبکه حمل و نقل هوشمند	۰/۰۰۵	۰/۱۸۳	۰/۹۷۰	۱
سیستم وای-فای هوشمند	۰/۱۵٤	۰/۰۳٤	۰/۱۸۱	۵
سیستم خدمات مراقبت تلفنی	۰/۱۵٦	۰/۰۳۷	۰/۱۹۳	٤
چراغ راهنمای هوشمند	۰/۱۷۹	۰/۰۱۸	۰/۰۹۲	٦

منبع: یافته‌های پژوهش

به‌این ترتیب مطابق با جدول ٦ اقدامات هوشمندسازی برای منطقه ٦ شهرداری تهران، رتبه بندی شدند که مطابق با این رتبه‌بندی اجرای طرح شبکه حمل‌ونقل هوشمند به عنوان اولویت اول، آبیاری هوشمند در رتبه دوم، شبکه هوشمند در رتبه سوم، سیستم خدمات مراقبتی تلفنی در رتبه چهارم، سیستم وای-فای هوشمند در رتبه پنجم و چراغ راهنمای هوشمند در رتبه ششم قرار گرفته است.

بحث و نتیجه گیری

با رشد شهرها و افزایش روزافزون فشار جمعیت، بحث هوشمندسازی شهری در نقاط مختلف جهان مورد توجه قرار گرفته‌است. در کشور ایران نیز فراوانی جمعیت در کلانشهرهایی هم‌چون تهران رو به افزایش است. از این رو تحقق هوشمندسازی شهری در کلان‌شهرها امری ضروری به‌نظر می‌رسد، چرا که با افزایش جمعیت، مسائل شهری و در پی آن بحران‌های شهری نیز رو به فزونی می‌روند. لذا در این مقاله با در نظر گرفتن منطقه ٦ شهرداری تهران به عنوان منطقه مورد مطالعه، گزینه‌های مختلف هوشمندسازی برای این منطقه مورد بررسی قرار گرفتند که در نهایت بر اساس نظر خبرگان حوزه‌های شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، محیط زیست، کشاورزی و مخابرات اجرای طرح شبکه حمل‌ونقل هوشمند به عنوان اولویت اول، آبیاری هوشمند در رتبه دوم، شبکه هوشمند در رتبه سوم، سیستم خدمات مراقبتی تلفنی در رتبه چهارم، سیستم وای-فای هوشمند در رتبه پنجم و چراغ راهنمای هوشمند در رتبه ششم انتخاب شدند. مطابق با این اولویت‌بندی صورت گرفته، آن‌چه مهم و ضروری است، این است که شهرداری به عنوان متولی انجام امور شهری، بایستی با سازمان‌های خدماتی نظیر اداره مخابرات، اداره برق، اداره آب و غیره به صورت هماهنگ در جهت اجرای طرح هوشمندسازی شهری گام بردارد. شناسایی موانع و مشکلات پیش رو در اجرای طرح هوشمندسازی شهری از دیگر مواردی است که باید شهرداری نسبت به انجام آن اقدام نماید.

منابع

شجاع عراقی، مهناز؛ تولایی، سیمین و ضیائیان، پرویز (۱۳۹۰). مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ٦ شهرداری تهران)، نشریه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۱۰، پاییز ۱۳۹۰، ص ٦۰-٤۱.

Benevolo, C. , Dameri, R. P. , & D'Auria, B. 2016. Smart mobility in smart city. In Empowering Organizations ; pp. 13-28 .

Bibri, S. E. , Krogstie, J. 2017. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. Sustainable Cities and Society ; pp. 183-212 .

Chuansheng X. , Dapeng D. , Shengping H. , Xin X. , Yingjie C. 2012. Safety evaluation of smart grid based on AHP-entropy method , Systems Engineering Procedia, Vol. 4, pp. 203-209 .

Dameri, R. P. , Cocchia, A. 2013. Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. In X Conference of the Italian Chapter of AIS, ITAIS ; pp. 1-8 .

Giffinger, R. , Fertner, C. , Kramar, H. , Kalasek, R. , Pichler-Milanovic, N. , Meijers, E. 2007. Smart cities. Ranking of European medium-sized cities, Final Report, Centre of Regional Science, Vienna UT .

Karadağ, T. U. N. Ç. 2013. An evaluation of the smart city approach (Doctoral dissertation, Doctoral Dissertation, 2013. Middle East Technical University) .

Nam, T. , Pardo, T. A. 2011. Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. In Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance ; pp. 185-194 .

Özcan EC, Ünlüsoy S, Eren T. 2017. A combined goal programming–AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants , Renewable and Sustainable Energy Reviews,Vol. 78, pp. 10-23 .

Sophronides, P. , Steenbruggen, J. , Scholten, H. , Giaoutzi, M. 2016. Geodesign the multi-layered water safety. Research in Urbanism Series, 4, pp. 113-138 .

Wang E. , Alp N. , Shi J. , Wang C. , Zhang X. , Chen H. 2010. Multi-criteria building energy performance benchmarking through variable clustering based compromise TOPSIS with objective entropy weighting , Energy, Vol. 125, pp. 197-210 .

Zygiaris, S. 2013. Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. Journal of the Knowledge Economy, 4 (2), pp. 217-231 .