

تبیین شهر هوشمند و راهکارهای حمل و نقل هوشمند شهری

خسرو پور جوان*

مربی، گروه معماری، دانشکده فنی انقلاب اسلامی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران

تاریخ پذیرش نهایی: 1398/05/30

تاریخ دریافت مقاله: 1398/03/26

چکیده

مفهوم شهر هوشمند بر ساختار، سامانه و هویت آبدی‌هایی دلالت دارد که فناوری ارتباطات از دور به آن‌ها حیات می‌بخشد. در این مجتمع‌های زیستی، بیشتر ارتباطات و فعالیت‌های متداول حقیقی و واقعی مجازی می‌شوند؛ در نتیجه فرم‌ها و فضاها نیز قالب‌های هندسی، ادراکی و مفهومی جدید پیدا می‌کنند. برنامه‌ریزان و طراحان شهری با هوشمندسازی شهرها به دنبال حل مسائل و پدیده‌های شهری، طراحی محله‌های هوشمند مسکونی، شبکه راه‌ها و مکان‌های همگانی هوشمند هستند. از مهم‌ترین موارد در شهرهای توسعه‌یافته و هوشمند، رابطه میان هوشمندسازی شهر و چگونگی بهره‌گیری از سیستم‌های نوین در این مسیر است تا منجر به کاهش مشکلات حمل و نقل شهری می‌شود. این پژوهش پس از معرفی اهداف اصلی شهر هوشمند، سیستم‌های پیشرفته در سیستم حمل و نقل را مورد واکاوی قرار می‌دهد و در تلاش است تا پس از بررسی سیستم‌های حمل و نقل شهری به ارائه راه‌حل‌های مناسب بپردازد. شیوه جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای بوده و با توجه به ماهیت موضوع، با روش تحقیق توصیفی - تبیینی مطالب مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی:

اصول هوشمندسازی، حمل و نقل هوشمند، شهر الکترونیک، شهر هوشمند، ITS.

* نویسنده مسئول مکاتبات: pourjavan@tvu.ac.ir

1. مقدمه

شهر موجودی است زنده، پویا و متحول در چرخه زمان و بر بستر مکان؛ متشکل از اجزای فیزیکی و انسانی و روابط پیچیده میان آن‌ها و متبلور نقش و اندیشه‌ی والای انسان و متأثر از عوامل و شرایط اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و جغرافیایی. در دو قرن اخیر و پس از انقلاب صنعتی، تحولات بنیادینی در جوامع رخ داد. احداث کارخانه‌ها و افزایش تولیدات آن، گسترش فناوری در شهرها مانند راه آهن و اختراع برق، ساخت ساختمان‌های مدرن و صنعتی شدن کشاورزی، موجب ارائه خدمات نوین در شهرها و افزایش رفاه شهری شد. از مهم‌ترین پیامدهای انقلاب صنعتی، رشد شهرنشینی بود. انگلستان مبدأ اصلی آغاز انقلاب صنعتی بود. تا پیش از آن 90 درصد مردمان در روستاها ساکن بودند و تا اواسط قرن 19 میلادی نیمی در شهرها و نیمی در روستاها زندگی می‌کردند، اما امروزه بیش از 80 درصد مردم در شهرهای توسعه‌یافته انگلستان ساکن هستند. یکی از عوامل دگرگونی ساختار شهرها، اتومبیل بود. اتومبیل موجب تغییر بافت و کالبد شهرها شد [10]. رشد شهرنشینی موجب افزایش جمعیت شهرها و به دنبال آن توسعه شهرهای کوچک و بزرگ بود. در آغاز قرن نوزدهم، درحالی‌که تنها سه درصد از جمعیت دنیا در شهرها ساکن بودند، این میزان در ابتدای قرن بیستم به پانزده درصد افزایش یافت. در قرن بیست و یکم رشد شهرنشینی سرعت بسیار بالاتری به خود گرفت و با توجه به تحولات پس از انقلاب صنعتی، مردم روستاها به شهرها نقل مکان کردند؛ به طوری که جمعیت شهری به مرز 50 درصد کل جمعیت جهان رسیده است.

از آغاز ورود به قرن 21 میلادی، چالش دولت‌ها مهاجرت سریع شهروندان به شهرهای بزرگ است. همراه با موارد و خصیصه‌های مثبت که می‌تواند ناشی از تراکم جمعیت باشد و شهرها را دارای پتانسیل مثبت کند، جنبه‌های منفی گوناگونی مانند توسعه غیررسمی و حاشیه‌نشینی، تراکم ترافیک، اخلال در مدیریت زباله و دسترسی به منابع و افزایش جرم و جنایت را نیز همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین موضوعات در کلان‌شهرها سیستم حمل و نقل عمومی و ارزان برای شهروندان است تا مجاب شوند که از خودروی شخصی استفاده نکنند. رشد سریع جمعیت و تمرکز آن‌ها در شهرها در سراسر جهان، بر دورنمای زندگی اکثریت بشریت اثر می‌گذارد. شهرها با رشد هم معنی شده و به طور فزاینده‌ای در معرض بحران‌های ناگوار به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه هستند. فقر، تخریب محیط زیست، فقدان خدمات شهری، نزول زیربناهای موجود، فقدان دسترسی به زمین و سرپناه و در یک جمله ائتلاف سرمایه‌های طبیعی و انسانی از جمله بحران‌های مربوط به این موضوع هستند [11]. درحالی‌که بی‌توجهی به خدمات زیربنایی و خدمات عمومی شهری مانند سیستم‌های ریلی یا

هوشمندسازی خدمات رسانی به شهروندان سبب بروز مشکلات عدیده‌ای در شهرهای توسعه‌یافته می‌شود. یکی از مشکلات عدیده در شهرهای امروزی سیستم حمل و نقل شهری است که با رشد روزافزون جمعیت شهرها، بیش از پیش رخ‌نمایی می‌کند.

2. بیان مسئله

شهر هوشمند دارای مؤلفه‌هایی است که عملکردهای خدمات‌رسانی به شهروندان را متمایز می‌کند. یکی از این مؤلفه‌ها هوش شهری است. مفهوم هوش همواره به فرد نسبت داده شده و دستاوردهای برجسته ذهنی انسان را مشخص کرده است. هوش انسان دارای ویژگی‌های خاصی است مانند: ادراک (امکان دریافت و پردازش اطلاعات حسی برای نمایش جهان)، ارتباطات (امکان رد و بدل شدن اطلاعات)، یادگیری و حافظه (اجازه‌ارائه اطلاعات ذخیره‌شده از راه‌های مختلف، و برنامه‌ریزی و عمل بازخورد (امکان تدوین اهداف و ارزیابی پیشرفت)) [14]. یکی از معضلات و درگیری‌های همیشگی در شهرها و به‌ویژه در کلان‌شهرها، حمل و نقل و ترافیک درون‌شهری است. بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته برای حل این معضل راهکارهای متفاوتی را در پیش گرفته‌اند. کارگزاران شهرها همواره در تلاش برای کاهش معضلات حمل و نقل و پیامدهای آن بوده‌اند. مشکلات عدیده‌ای به دنبال مسائل حمل و نقل شهری در ابرشهرها پدید می‌آید، همچنین پرسش‌های بی‌شماری پیش روی یافتن پاسخی مناسب وجود دارد. سیستم‌های حمل و نقل شهری چه بهره‌ای از هوشمندسازی شهرها برده است؟ چه راهکارهای مناسبی برای کاهش معضلات حمل و نقل شهری وجود دارد؟ تأثیرپذیری جامعه، محیط زیست و شهروندان از هوشمندسازی سیستم حمل و نقل به چه میزان است؟ ضمن اینکه این پژوهش در نظر دارد با ارائه سیستم حمل و نقل هوشمند مناسب و ارائه راه‌حل‌ها، به کاهش معضلات شهری بپردازد. پژوهش حاضر بر آن است تا به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهد و به نتایجی در این زمینه دست یابد.

3. ضرورت پژوهش

شناخت بستر شهر و تأثیر مثبت یا منفی شهرهای بزرگ و به‌ویژه کلان‌شهرها از سیستم‌های هوشمند و الکترونیک شهری، امری ضروری است. همچنین ضرورت دارد به تأثیرات مثبت هوشمندسازی زندگی شهروندان آن جامعه پرداخته شود. یکی از مهم‌ترین موارد حساس در شهرهای بزرگ، هوشمندسازی سیستم حمل و نقل شهری و میزان تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر زندگی شهروندان است. از اواخر قرن بیستم جوامع بشری تحت تأثیر هوشمندسازی شهرها قرار گرفتند. یکی از مهم‌ترین مقوله‌های هوشمندسازی شهرها، بحث حمل و نقل شهری است. شهر به مثابه موجودی

زنده همواره در تکاپو و تحرک است. حال این تحرک و پویایی می‌تواند هوشمند باشد؛ از این رو بررسی معضلات و راه‌حل‌ها در این مسیر می‌تواند منجر به عملکرد بهتر سیستم شود.

4. پیشینه پژوهش

شهر هوشمند و ریشه آن را باید از جنبش رشد هوشمند دانست که در اواخر دهه 1980 و اوایل 1990 میلادی به وجود آمد و از سیاست‌های جدید برنامه‌ریزی شهری حمایت می‌کرد. پیگیری برای غلبه بر عوامل جانبی توسعه، استراتژی‌های رشد هوشمند می‌تواند به حفظ و توسعه محیط‌های شهری سالم، ایمن، راحت‌تر و جذاب کمک کند. اصطلاح شهر هوشمند نخستین بار در مورد بریزین¹ استرالیا و بلکسبرگ² در ایالت ویرجینیا ایالات متحده آمریکا به کار گرفته شد؛ جایی که فناوری اطلاعات و ارتباطات از مشارکت اجتماعی، کاهش شکاف دیجیتال و دسترسی به خدمات و اطلاعات پشتیبانی می‌کردند [4].

سوسانتی³ و همکاران (2016) در مقاله‌ای به نام «رشد هوشمند، شهر هوشمند و تراکم: در جستجوی شاخص مناسب برای تراکم مسکونی در اندونزی»، نشان دادند تراکم با میزان رضایتمندی مردم ارتباطی ندارد. با توجه به تراکم جمعیت، مشکلات شهری را می‌توان از طریق راه‌حل‌های دیجیتال کاهش داد و مدیریت مؤثر نواحی شهری را برای حمایت از مسائل پایداری اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی افزایش داد.

لاسیناک و ریتویچ⁴ (2017) در تحقیقی با عنوان شهر هوشمند، ایمنی و امنیت، تمرکز اصلی خود را بر ایمنی و امنیت در شهرهای هوشمند آینده قرار دادند و مطالعه آن‌ها در مورد برنامه شهر هوشمند، فقدان اهمیتی را که به این موضوع داده می‌شود، نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند که در همه زمینه‌ها باید توسعه فناوری پس از آموزش شهروندان در مورد استفاده از آن‌ها باشد. حتی پیشرفته‌ترین شهر هوشمند اگر ویژگی شهروند هوشمند و آموزش را از دست بدهد، موفق نخواهد بود.

ایلاریا برتتا⁵ (2018) در تحقیقی با عنوان «اثرات اجتماعی نوآوری‌های زیست‌محیطی در شهرهای هوشمند ایتالیایی» به ارائه نتایج حاصل از تحقیقات انجام‌شده روی پروژه‌های زیست‌محیطی هوشمند اجراشده در ایتالیا بر پایه تجزیه و تحلیل کیفی پروژه‌های زیست‌محیطی می‌پردازد که به منظور تجزیه و تحلیل اثرات اجتماعی آن‌ها به‌ویژه با اشاره به مسئله جامعه اجتماعی و خطر زیست‌محیطی ارائه شده است. 51 پروژه در چهار منطقه استان لومباردی تجزیه و تحلیل شد، با

1. Brisbane
3. Susanti
5. Ilaria Beretta

2. Blacksburg
4. Lacinak & Ristvej

توجه به سه حوزه مختلف (زیست محیطی، تحرک و انرژی) محققان به نتایج مختلفی دست یافتند. به طور کلی با توجه به پروژه‌های زیست محیطی توانستند تأکید کنند در چهار شهر مورد نظر شاهد خطر زیست محیطی نبوده‌اند و اغلب به طور مستقیم اثرات مفید پروژه‌ها به تمام گروه‌های اجتماعی هدایت شده است [2].

5. روش پژوهش

با توجه به ماهیت موضوع، این پژوهش به روش تحقیق توصیفی - تحلیلی است. در واقع تلاش شده است ابتدا به ویژگی‌های شهر هوشمند پرداخته شود و پتانسیل‌های شهر هوشمند بررسی و سیستم‌های هوشمند در حمل و نقل شهری مورد واکاوی قرار گیرد. برای جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، از شیوه مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای شامل مطالعه کتاب‌ها و مقاله‌های مرتبط استفاده شده است.

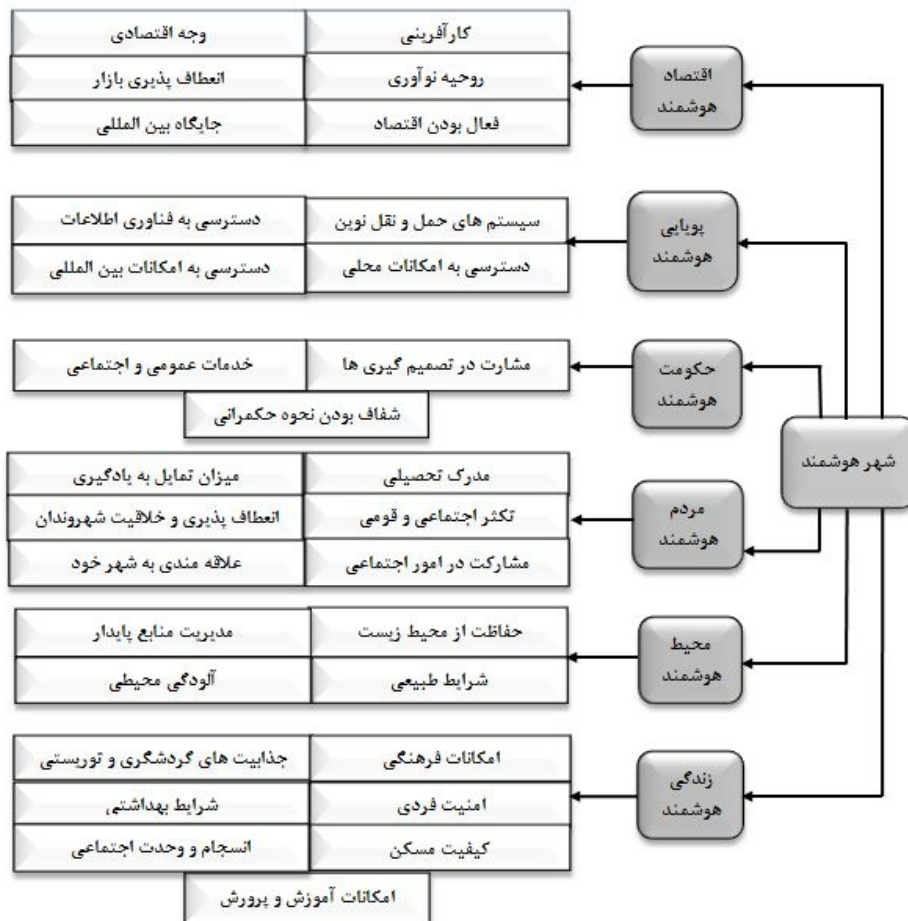
6. چهارچوب نظری

6-1. شهر الکترونیک

شهر الکترونیک، شهر هوشمند و شهر مجازی واژه‌هایی هستند که شهروند الکترونیک را به دنیای جدید و زندگی در شهرهای مدرن دعوت می‌کنند؛ شهری که در آن می‌توان به طور آنلاین خرید کرد، حساب‌های خود را آنلاین پرداخت کرد، آنلاین جلسه برگزار کرد و حتی آنلاین سفر کرد. شهر الکترونیک شهروندان را از دنیای یک‌بعدی شهرهای سنتی و امروزی، به دنیای دوبعدی می‌برد که دستاورد فناوری‌های نوین اطلاعات و ارتباطات دنیای اینترنتی است. شهر الکترونیک، شهری بیست و چهار ساعته است که امور شهری در تمام شبانه‌روز در آن جریان دارد. شهروندان می‌توانند از طریق اینترنت، در هر زمان و هر مکان به اطلاعات و خدمات آموزشی، تفریحی، تجاری، اداری، بهداشتی و غیره مورد نیاز خود دسترسی پیدا کنند.

کارت‌های هوشمند، بانکداری الکترونیک، آموزش الکترونیک، سلامت الکترونیک، تجارت الکترونیک و دولت الکترونیک واژه‌هایی هستند که هرروزه به گوش شهروندان می‌رسند، اما تمام این‌ها وقتی در شهری واحد کنار هم جمع می‌شوند، شهر الکترونیک را به وجود می‌آورند. ارائه خدمات با سرعت و کارایی بالا در حوزه شهر، همزمان با کاهش هزینه‌ها و ترافیک، آلودگی‌ها و غیره در شهر الکترونیک متصور است. فراهم آوردن زیرساخت‌های ارتباطی، شبکه‌افزار، نرم‌افزار، انسان‌افزار، زیرساخت‌های امنیتی و توسعه نهادهای اطلاعاتی از جمله پیش‌زمینه‌های ایجاد شهر الکترونیک است. شهرها بر حسب میزان استفاده از خدمات الکترونیک، طبقه‌بندی می‌شوند. در برخی مناطق دنیا مانند آمریکا، نمونه‌های موفقی

از شهرهای الکترونیک وجود دارد. ایجاد شهرهای هوشمند یکی از مهم‌ترین اهداف فناوری اطلاعات است که شهرداری‌ها نقش عمده‌ای در تحقق آن دارند [11].



شکل 1. مدل مفهومی شهر هوشمند [13]

6-2. شهر سالم

از سال 1970 میلادی به بعد، جابه‌جایی با اتومبیل در اروپا تقریباً 150 درصد افزایش داشت. در مقابل، رفت‌وآمد با وسیله حمل‌ونقل عمومی با افزایش کمتری مواجه و مسافرت با دوچرخه و پای پیاده کاهش یافت. افزایش وابستگی به اتومبیل هم علت و هم نتیجه حومه‌نشینی است. بسیاری از شهروندان و سیاست‌مداران از مشکلات مربوط با پراکندگی شهری آگاه بودند. مهم‌ترین این مشکلات،

افزایش آلودگی هوا، آلودگی صوتی، تراکم ترافیک، خطر صدمات جاده‌ای، افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش فضای سبز مطبوع در اروپا بود. ایده شهر سالم نخستین بار در تورنتو کانادا با حمایت سازمان بهداشت جهانی، توسط لئونارد دهل و تریور هانکوک مطرح شد. در کنفرانسی با همین نام شهر سالم چنین مطرح شد: «شهری که پیوسته در حال توسعه دادن به آن دسته از سیاست‌های عمومی و محیط‌های فیزیکی و اجتماعی است که مردم را به حمایت متقابل از یکدیگر برای تحقق تمامی عملکردهای زندگی و تکامل ظرفیت آن‌ها قادر می‌سازد». در سال 1985 دفتر اروپایی سازمان بهداشت، برنامه ارتقای سلامت را با عنوان پروژه شهر سالم پیشنهاد کرد و مشارکت مردم به‌عنوان یکی از چهار ضرورت تحقیق پروژه مطرح شد [13].

6-3. تعاریف شهر هوشمند

1. دولت هوشمند (مشارکت): مشارکت در تصمیم‌گیری، خدمات عمومی و اجتماعی، حکومت شفاف، استراتژی‌های سیاسی و دیدگاه‌ها؛
2. جامعه هوشمند (رقابت): سطح صلاحیت، وابستگی به یادگیری با عمر طولانی، کثرت قومی و اجتماعی، انعطاف‌پذیری، خلاقیت، جهان‌وطنی، ذهن باز، مشارکت در زندگی عمومی؛
3. اقتصاد هوشمند (رقابت): روح نوآورانه، کارآفرینی، تصویر اقتصادی و علائم تجاری، بهره‌وری، انعطاف‌پذیری بازار کار، بین‌المللی بودن، قابلیت تبدیل؛
4. جابه‌جایی هوشمند (حمل و نقل و ICT): دسترسی محلی، دسترسی ملی (درونی)، دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT، سیستم‌های حمل و نقل پایدار، نوآور و ایمن؛
5. زندگی هوشمند (کیفیت زندگی): امکانات فرهنگی، شرایط بهداشتی، ایمنی فردی، کیفیت مسکن، امکانات آموزش و پرورش، جذابیت‌های توریستی، انسجام اجتماعی [8].

6-4. مدل شهر دیجیتالی

این مدل که در همایش شهر الکترونیک تایپه در سال 2002 میلادی ارائه شده است عبارت است از: (1) زندگی الکترونیک، (2) سازمان الکترونیک، (3) دولت الکترونیک، (4) زیرساختار الکترونیک مدل شهر الکترونیک [11].

5-6. تفاوت شهر هوشمند با مدل شهر دیجیتال

طرح شهرهای هوشمند تلاشی آگاهانه برای استفاده از فناوری اطلاعات برای تبدیل زندگی و کار در منطقه خود در راه‌های مهم و اساسی به جای راه‌های افزایشی است. تمایزهای مفهومی و عملی بین شهرهای دیجیتال و شهر هوشمند وجود دارد. برچسب شهر هوشمند معمولاً برای توصیف شهری استفاده می‌شود که توانایی پشتیبانی از روش‌های یادگیری، توسعه فناوری، و نوآوری را دارد. در این معنا، هر شهر دیجیتال الزاماً باهوش نیست، اما هر شهر هوشمند دارای اجزای دیجیتال است. نظرات در ارتباط بین شهر واقعی و شهر مجازی متفاوت است. شهرهای دیجیتال شامل هر تابعی از شهر مانند کار، مسکن، جنبش، تفریح و سرگرمی و محیط زیست است.

شهر هوشمند در درجه اول شامل توابع پژوهش، انتقال فناوری، توسعه محصول و نوآوری فناوری، به‌عنوان بستر صنایع نوآورانه شبیه به شهر دانش است [11].

6-6. اصول رشد هوشمند شهری

رشد هوشمند نوعی برنامه‌ریزی است که با استفاده از عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی توسعه را به نواحی دایر و مجهز به زیرساخت‌های لازم و نواحی که می‌توانند به تأسیسات مورد نیاز تجهیز شوند، هدایت می‌کند. رشد هوشمند به اصول توسعه و عملیات برنامه‌ریزی اشاره دارد که الگوی کاربری زمین و حمل‌ونقل مؤثر را ایجاد کرده است و نتایج آن دسترسی بیشتر الگوهای کاربری و سامانه حمل‌ونقل چندگانه است. در مقابل رشد هوشمند، پراکندگی شهری مطرح می‌شود.

رشد هوشمند دارای اصولی است که این اصول شامل ده اصل است:

اصل اول: کاربری اراضی ترکیبی؛

اصل دوم: بهره‌گیری از طراحی ساختمان‌های فشرده؛

اصل سوم: ایجاد طیفی از گزینه‌ها و شیوه‌های متنوعی از مسکن؛

اصل چهارم: ایجاد جوامع پیاده‌محور؛

اصل پنجم: مشخصه پرورشی، جوامع جذاب با حس قوی مکانی؛

اصل ششم: حفظ فضاهای باز، زمین‌های کشاورزی، زیبایی طبیعی و مناطق حساس زیست‌محیطی؛

اصل هفتم: تقویت و هدایت توسعه به سمت جوامع موجود؛

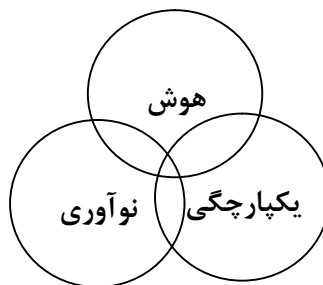
اصل هشتم: ایجاد مجموعه‌ای از گزینه‌های حمل‌ونقل؛

اصل نهم: تصمیمات توسعه‌ای قابل‌پیش‌بینی، عادلانه و مقرون‌به‌صرفه؛

اصل دهم: تشویق همکاری‌های قوی جامعه‌ای [6].

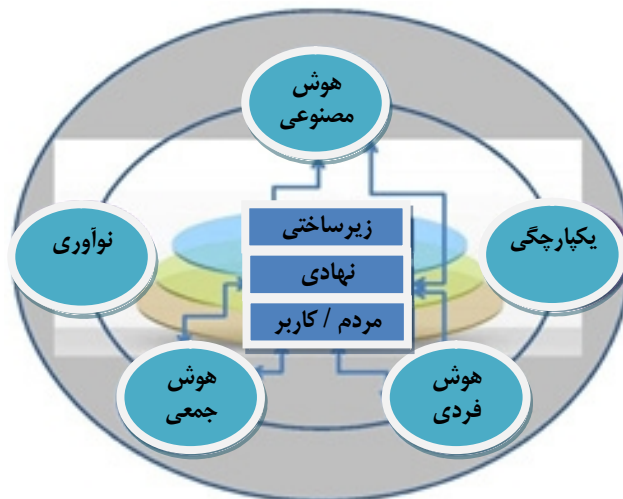
6-7. مدلی برای هوشمندسازی شهر

شهر هوشمند به واسطه ساختار پیچیده‌اش دارای شاخصه‌هایی است که می‌توان چهارچوبی برای بررسی زمینه‌ها و بسترهای مؤثر در جریان شکل‌گیری آن ارائه کرد؛ مدلی مفهومی که دارای سه شاخصه اصلی هوش، یکپارچگی و نوآوری است. همچنین با این سه مؤلفه می‌توان به مدلی مفهومی، برای هوشمندسازی شهرها براساس شاخصه‌های کلیدی آن دست یافت.



شکل 2. مدل مفهومی شهر هوشمند [14]

مدل مفهومی هوشمندسازی براساس سه عامل بالا منجر به شکل‌گیری مدلی برای مدیریت شهر می‌شود که دارای پنج شاخصه اصلی است: «هوش مصنوعی، یکپارچگی، نوآوری، هوش فردی و هوش جمعی». هوش مصنوعی مستقیم زیرساخت‌های شهری را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. زیرساخت‌های شهری در شهرهای هوشمند مانند سیستم حمل و نقل هوشمند، تولید نیرو و بهینه‌سازی، مصرف آب و برق، راه‌اندازی آزادراه‌های شهری و بدون عوارض، به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند در جریان خدمات فزاینده شهری، شبکه‌های ارتباطی با سرعت بالا، امکان اتصال شهرها، خدمات شغلی و شهروندی. هوش شهری می‌تواند موجب گسترش خدمات در شهرها و کاهش هزینه‌های شهروندان شود. این امر نیازمند جانمایی هوش در زیرساخت‌های شهری است.



شکل 3. شاخصه‌های اصلی هوشمندسازی [14]

7. معیارهای اصلی توسعه شهر هوشمند

توسعه شهر هوشمند به معیارهایی نیاز دارد. پنج معیار اصلی مورد نیاز برای توسعه شهر هوشمند عبارتند از:

1. زیرساخت‌های پهنای باند که مبنایی برای ارزیابی ظرفیت محلی در زمینه ارتباط دیجیتالی است، زیرا وابستگی فزاینده شرکت‌ها و مؤسسه‌ها به ارتباطات و داده‌ها، موجب افزایش اهمیت پهنای باند به عنوان زیرساختی ارتباطی می‌شود و این عامل تسهیل‌کننده روند انجام کار برای توسعه و بهبود به حساب می‌آید؛

2. نیروی کار دانش‌بنیان، مبنایی برای اندازه‌گیری ظرفیت جمعیت واجد شرایط برای فعالیت‌های دانش‌بنیان به شمار می‌آید و جمعیت آماری آن شامل فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در علوم پایه و مهندسی و رشته‌های پزشکی و نیروی انسانی شاغل در کارخانه‌ها، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی می‌شود که به نوعی با تولید دانش و ارائه خدمات پژوهشی مرتبط است؛

3. نوآوری معیار مهمی برای ارزیابی میزان توانایی جوامع در ایجاد محیط‌های نوآورانه است که توانایی جذب طبقه خلاق و کسب‌وکارهای خلاقانه را داشته باشد. در بسیاری موارد، نوآوری به ایجاد خوشه‌هایی با فناوری بالا اشاره دارد و به معنای یافتن روش‌هایی با هدف ارتقای سطح کیفی خدمات ارائه‌شده به مشتریان است؛

4. دموکراسی دیجیتالی معیاری است که دولت و برنامه‌های بخش دولتی و خصوصی را از نظر

میزان غلبه بر شکاف دیجیتالی و اطمینان‌یابی از امکان دسترسی برابر همه اقشار جامعه به پهنای باند و بهره‌گیری از اطلاعات، ارزیابی می‌کند؛

5. بازاریابی آخرین معیاری است که جذابیت جوامع و میزان رقابت آن‌ها با سایر شهرها و مناطق را مورد سنجش قرار می‌دهد. بازاریابی مؤثر به‌عنوان عاملی کلیدی نقش مهمی را در کمک به توسعه اقتصادی، افزایش پهنای باند و زمینه‌سازی برای جذب نیروی کار ایفا می‌کند [7].

7-1. ضرورت توجه به عرصه حمل و نقل در شهرهای هوشمند

حمل و نقل شهری همواره یکی از مسائل مهم در شهرهای هوشمند است. توسعه فرایند تقاضای سفر در شهرها، افزایش زمان تلف شده برای جابه‌جایی، گسترش تصادف‌ها، آلودگی‌های زیست‌محیطی، مشکلات نظارت و مدیریت ترافیک، افزایش خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از تصادف‌ها، کاهش رضایت‌مندی بهره‌برداران و کاهش منابع انرژی، از مهم‌ترین دلایل ضرورت تأمین حمل و نقل ایمن در شهرها است. توجه به ایجاد شبکه‌های جدید حمل و نقل سبب ایجاد انگیزه بیشتر برای تولید سفر در کاربران خواهد شد؛ از این رو توسعه معابر و راه‌سازی، استفاده بهینه از امکانات و منابع موجود و ارتقای سطح ایمنی، کارایی و بهره‌وری شبکه حمل و نقل شهری با بهره‌گیری از پیشرفت‌های حاصل از فناوری‌های نوین، داشتن نوآوری و ابتکار عمل در برنامه‌های توسعه‌ای و مباحث مرتبط با مدیریت ترافیک شهری مورد توجه بسیار قرار گرفته است. یکی از جدیدترین و مؤثرترین راهکارهای مدیریت ترافیک که از فناوری اطلاعات ریشه می‌گیرد، ایده به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل است که می‌تواند در راستای تحقق شهرداری الکترونیکی افق تازه‌ای برای دستیابی به تحرک پویا و روان در جامعه ارتباطی و اطلاعاتی و ارائه خدمات بهتر به شهروندان ایجاد کند [5]. سیستم هوشمند حمل و نقل نخستین بار در آمریکا در سال 1990 میلادی وارد مدیریت حمل و نقل شهرها شد. امروزه دست‌اندرکاران برای حل معضلات حمل و نقل در شهرها با استفاده از سیستم‌های هوشمند در شهرها و روش‌های نوین، به دنبال حل مشکلات پیش روی این معضل هستند.

7-2. مهم‌ترین اهداف در سیستم حمل و نقل شهر هوشمند

شهر هوشمند نخستین و مهم‌ترین هدف خود را در این مسیر در استفاده از حداقل اتومبیل و ارتقای کیفیت زندگی در سیستم حمل و نقل معرفی کرده است. مهم‌ترین موارد در این حوزه شامل موارد زیر است:

• خلق جوامع خوداتکا، کاستن مسافت‌ها، تشویق به پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری؛

• ایجاد جوامعی جذاب با هویت مکانی؛

- تشویق به توسعه متراکم، کاهش اندازه قطعات و عقب‌نشینی ساختمان‌ها و به حداقل رساندن اندازه خیابان‌ها؛
- تشویق به توسعه‌های مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی؛
- مدیریت بهینه پارکینگ؛
- شبکه‌های مناسب جاده‌ها، باریک‌نگه‌داشتن خیابان‌ها در مناطق مسکونی؛
- بهبود شرایط سفرهای غیرموتوری در مقابل تشویق به پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری؛
- مدیریت خدمات عمومی شهری؛
- ایجاد فضای پارکینگ برای دوچرخه‌ها؛
- توسعه استفاده از دوچرخه با ایجاد مراکز اجاره دوچرخه در سطح شهر؛
- ایجاد مسیر امن برای دوچرخه‌سواران؛
- استفاده دوباره از زمین‌های سوخته [15].

3-7. ارائه مدل هوشمند در حمل‌ونقل شهری براساس ITS¹

با توجه به پیشرفت‌های حاصل در فناوری، ارتباطات و الکترونیک در دهه 1980 میلادی، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مورد توجه قرار گرفتند. ITS به معنی ایجاد و به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند الکترونیک، ارتباطات، سیستم‌های پیشرفته کنترل به منظور ارتقای سطح ایمنی، کارایی و ارزانی در حمل‌ونقل است که برای شیوه‌های مختلف هم از لحاظ حمل‌ونقل جاده‌ای، راه‌آهن، هوایی و دریایی قابل تعمیم است.

ITS مجموعه‌ای از ابزارها و امکانات و تخصص‌ها مانند مفاهیم مهندسی ترافیک، فناوری‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری و مخابراتی است که هماهنگ و مجتمع برای بهبود کارایی و ایمنی در سیستم حمل‌ونقل به کار گرفته می‌شود. تعدادی زیادی سیستم حمل‌ونقل هوشمند به ثبت رسیده‌اند اما به دلیل جوانی و تازگی آن هنوز تعریف کاملی از ITS ارائه نشده است [16]. تعریفی که در سال 1998 توسط انجمن حمل‌ونقل هوشمند آمریکا در ارتباط با ایده ITS به صورت عام مورد قبول قرار گرفت، به این شرح بود که مردم از فناوری در حمل‌ونقل برای صرفه‌جویی در وقت و پول در زندگی روزمره استفاده می‌کنند. تعریف رسمی‌تری که در آوریل سال 1999 توسط اداره حمل‌ونقل آمریکا منتشر شد بدین شرح است: سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، اطلاعات مربوط به جابه‌جایی مسافر و کالا را جمع‌آوری، نگهداری، پردازش و توزیع می‌کنند. سیستم حمل‌ونقل هوشمند یا ITS با استفاده و به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند الکترونیک، ارتباط و سیستم‌های کنترل سبب ارتقای سطح ایمنی، کارایی و ارزانی در حمل‌ونقل می‌شود که برای شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل مانند جاده، راه‌آهن، هوایی و دریایی قابل تعمیم است.

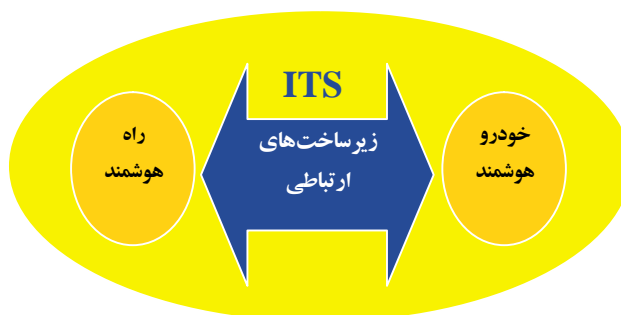
1. Intelligent Transportation System

4-7. تاریخچه ITS در حمل و نقل جاده‌ای

مبدأ کنترل آمدوشد، به پیشینه اتومبیل یا به دهه 1860 در لندن باز می‌گردد؛ زمانی که یک چراغ راهنمایی برای ایمنی اعضای پارلمان در تقاطع زدیک پارلمان نصب شد. در امریکا بعضی از شکل‌های اولیه کنترل ترافیک از انواع چراغ‌های قدیمی که در دهه 1910 نصب شده بود، هم اکنون نیز وجود دارد. نخستین چراغ راهنمایی به شکل امروزی در سال 1920 در دیتوریت و میشیگان مورد استفاده قرار گرفت. از این شروع ساده، سیستم‌های کنترل آمدوشد که دربرگیرنده گستره وسیعی از تجهیزات مانند چراغ‌های هوشمند کنترل تقاطع‌ها، تابلوهای متغیر، سیستم‌های کنترل سرعت و غیره است، به وجود آمد. به مرور زمان چراغ‌های کنترل ترافیک از شکل ابتدایی با زمان بندی ثابت به شکل امروزی خود یعنی کنترل تقاطع براساس شمارش ترافیک موجود ارتقا یافت. در سال 1920 در ایالات متحده سیستم‌هایی نصب شد که با استفاده از رایانه‌های آن زمان (IBM1800) برنامه‌ریزی شده بود. انجام کارهای فوق در آن زمان در واقع آغازی برای استفاده از سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک بود، زیرا این روش‌ها شیوه پیشرفت و سیستماتیک‌شدن را برای کنترل ترافیک دنبال می‌کردند. این تاریخچه در علم ترافیک نشان‌دهنده تلاش برای یافتن راه‌های مناسب به منظور ایجاد یکنواختی در جریان آمدوشد، افزایش ایمنی کاربران و کسب کارایی بیشتر از زیرساخت‌های موجود در راه‌ها بود. برنامه ITS که در دهه 90 میلادی بسیار مورد توجه قرار گرفت، ریشه‌های مشخصی دارد که به فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای در دهه 60 میلادی توسط دولت فدرال امریکا و همکاری صنعت و دانشگاه، باز می‌گردد. در آن زمان پروژه‌های توسط دفتر راه‌های عمومی (BPR) که در حال حاضر اداره بزرگراه‌های دولت فدرال (FHWA) نامیده می‌شود، برای بهبود ایمنی و افزایش کارایی سفرهای بین‌شهری تعریف شد. این برنامه از نظر حجم، دیدگاه و مفاهیم، با فعالیت‌های تحقیقاتی گذشته تفاوت برجسته‌ای داشت. در بطن این برنامه ایجاد و به‌کارگیری ارتباطات الکترونیکی و سیستم‌های پیشرفته کنترل، برای استفاده در وسایل نقلیه و راه، به منظور بهره‌گیری جامعه و کاربران، مدنظر قرار گرفته بود [9].

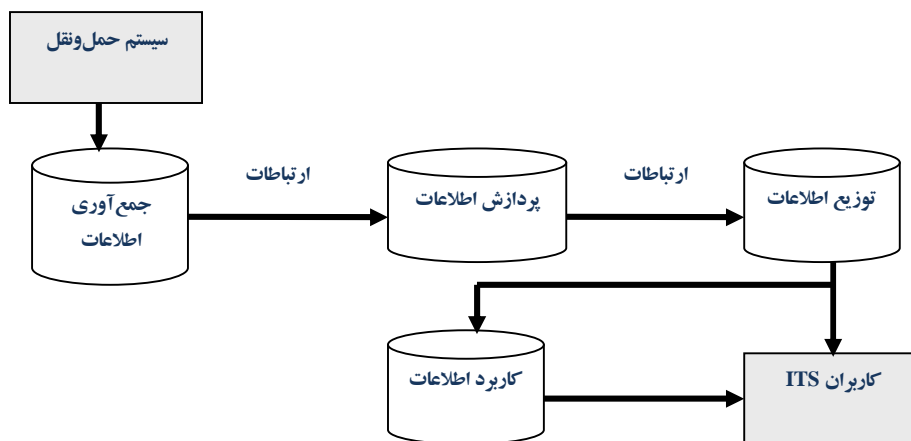
4-7. ساختار و شیوه عملکرد ITS

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل براساس فناوری‌های کنترل و اطلاعات کار می‌کنند که در واقع هسته اصلی وظایف و عملکرد چنین سیستم‌هایی است. از یک دیدگاه کلی می‌توان گفت ITS از سه جزء اصلی تشکیل شده است که عبارتند از: راه هوشمند، وسایل نقلیه هوشمند و زیرساخت‌های ارتباطی.



شکل 4. ساختار و شیوه عملکرد ITS [5]

راه هوشمند، جاده یا بزرگراهی است که در بخش تأسیسات زیربنایی قرار می‌گیرد و شامل انواع تجهیزات لازم نصب‌شده در جاده و همچنین رعایت چهارچوبی مناسب و استاندارد برای یکپارچه کردن عملکرد اجزای مختلف سیستم در محدوده وسیعی از خدمات ITS به منظور تبادل محدوده وسیعی از اطلاعات ما بین کاربران شامل رانندگان، وسایل نقلیه و عابران پیاده است [5]. وسایل نقلیه هوشمند عبارتند از: وسایل نقلیه‌ای که برای ارائه بخشی از خدمات تعریف‌شده در ITS مجهز به تجهیزات خاصی هستند. زیرساخت‌های ارتباطی فناوری است که جریان اطلاعات را بین وسایل نقلیه هوشمند و راه هوشمند برقرار می‌سازد. جریان اطلاعات در این فناوری شامل مراحل مانند جمع‌آوری و دریافت داده‌ها، انتقال داده‌ها و پردازش داده‌ها و همچنین توزیع و بهره‌برداری از اطلاعات پردازش‌شده است که برای عملکرد صحیح و مناسب سیستم لازم است تا زنجیره ارتباطی مناسبی بین آن‌ها تعریف و ایجاد شود.



شکل 5. زنجیره ارتباطی در ITS [5]

با توجه به تعاریف ارائه‌شده از ITS و به منظور روشن‌شدن موضوع لازم است به برخی از مهم‌ترین

کاربردهای ITS در این قسمت اشاره شود. آشنایی با کاربردهای ITS سبب هرچه روشن تر شدن تعریف آن می شود. ITS طیف گسترده‌ای از کاربردها را شامل می شود؛ از سیستم‌های پیشرفته کنترل چراغ‌های راهنمایی تا کنترل تراکم آزادراه از طریق رمپ‌های ورودی و سیستم‌های اعلان خطر تصادف. کاربردهای ITS را می توان به دو گروه اصلی زیرساخت‌های هوشمند و وسایل نقلیه هوشمند تفکیک کرد. هریک از این گروه‌های اصلی خود شامل زیرگروه‌های دیگری است که در آن کاربردهای ITS به وضوح مشخص شده است [9].

6-7. ضرورت ITS

- ارزانی روش‌های ITS نسبت به روش‌های سنتی؛
- حل معضلات حمل و نقل و بازدهی بیشتر؛
- پاسخ‌گویی روش‌های سنتی به معضلات حمل و نقل؛
- به کارگیری زیرسامانه‌ای هوشمند در حمل و نقل کشور؛
- ایمنی و امنیت بیشتر؛
- رضایت کاربران و افزایش اعتماد و اطمینان مردم به مسئولان؛
- کارایی بیشتر؛
- کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از ترافیک (حفظ محیط زیست)؛
- جلوگیری از اتلاف وقت؛
- کاهش تصادف‌ها؛
- کاهش هزینه‌ها؛
- کاهش مصرف سوخت؛
- افزایش بازدهی معابر (دستیابی همگان به اطلاعات ترافیکی برای انتخاب مسیر) [12].

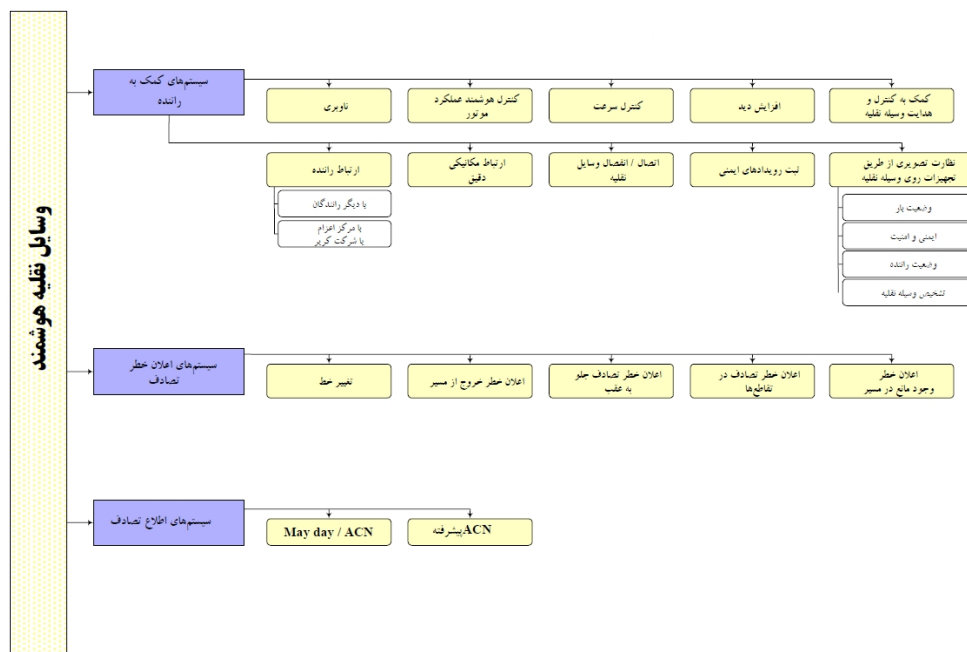
7-7. ITS و دریافت عوارض

دریافت عوارض الکترونیکی و خودکار از رانندگان در مسیرهای پرتراffic، یکی از کاربردها و مزایای سیستم حمل و نقل هوشمند است که به وسیله آن می توان کارایی حمل و نقل عمومی را بالا برد و با مجهز کردن وسایل حمل و نقل عمومی به آن، برای فاصله زمانی حرکت این خودروها و اولویت عبور در تقاطع‌ها برنامه‌ریزی دقیقی کرد. این سیستم که در امریکا توسعه یافته است، می تواند عوارض مربوط به عبور وسایل نقلیه از یک راه یا پل را بدون توقف خودروها دریافت کند. در آینده با استفاده از

سیستمی که در آن ماهواره با سطح گردش نزدیک به زمین به کار گرفته می‌شود، می‌توان تمام وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها و جاده‌های کشور را ردیابی کرد و براساس کیلومتر طی شده یا مدت زمان برای دریافت عوارض اقدام کرد که موجب کاهش ترافیک در خیابان‌ها و بزرگراه‌ها می‌شود.

7-8. ناوگان حمل‌ونقل عمومی و ITS

الگوی وسایل نقلیه هوشمند و ناوگان حمل‌ونقل عمومی یکی دیگر از بسترهایی است که می‌تواند از خدمات ITS بهره‌مند شود. فناوری GPS و ITS این امکان را در اختیار ناوگان اتوبوسرانی قرار می‌دهد که در هر لحظه و موقعیت مکانی هر دستگاه اتوبوس خود را ردیابی کند (شکل شماره 6). این کار دو مزیت دارد: نخست اینکه کنترل‌کننده می‌داند در هر لحظه تراکم و کمبود ناوگان کجاست و به‌اصطلاح می‌تواند مدیریت ناوگان کند؛ دوم اینکه با این سیستم می‌توان به مسافران در مورد زمان دقیق ورود هر اتوبوس به ایستگاه و مدت انتظار برای آن اطلاع‌رسانی کرد [17].



شکل 6. الگوی وسایل نقلیه شهر هوشمند [9]

7-9. کاربرد ITS در کشورهای دیگر

در سیدنی استرالیا به منظور افزایش کارایی حمل‌ونقل از سیستم‌های مدیریت ترافیک پیشرفته

استفاده می‌کنند. این سیستم‌ها سال‌های زیادی با کارایی مناسب در حال کار است و با تنظیم چراغ‌ها توانسته است ترافیکی به ظرفیت یک آزادراه را از یک خیابان شریانی شهری عبور دهد. ژاپن استفاده از تجهیزات داخل وسیله نقلیه را برای کمک به رانندگان در حرکت به سمت مقصد تعیین شده رواج داده است. چنین تجهیزاتی چندین سال پیش در ایالت‌های فلوریدا و اورلاندو در آمریکا آزمایش شده بود. در حال حاضر این سیستم در آمریکا در حال گسترش است و براساس سیستم مکان‌یابی جهانی GPS و نقشه دیجیتالی که در داخل وسیله نصب شده است، عمل می‌کند [12].

10-7. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS¹

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا سامانه اطلاعات مکانی که به اختصار GIS نامیده می‌شود، سیستمی رایانه‌ای برای مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی است. در حقیقت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، می‌توانیم با اطلاعات جغرافیایی را به دانسته‌های مؤثر در تصمیم‌گیری تبدیل کرد. سیستم اطلاعات جغرافیایی باید قابلیت‌های زیر را داشته باشد:



شکل 7. ساختار جغرافیایی GIS [18]

- GIS سیستمی کامپیوتری است که چهار قابلیت اساسی در رابطه با داده‌های مکانی فراهم می‌آورد:
- ورودی داده‌ها؛²
 - مدیریت داده‌ها که عبارت است از ذخیره و بازیابی داده‌ها؛³
 - پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها؛⁴
 - خروجی داده‌ها.¹

1. Geographic Information System
3. Data Storage and Retrieval

2. Input
4. Manipulation and Analysis

نتیجه‌گیری

چالش‌های جامعه آینده خواهان روش‌های جدید نوآوری است؛ تغییری در تفکر، انجام کارها و سازمان‌دهی آن‌ها. نه تنها استراتژی‌ها، ایده‌ها و روش‌های نوین سازمان برای رویارویی با چالش‌های جامعه وجود دارد، بلکه مشارکت خلاقانه فعال رابطه‌ای مهم و اساسی را برای تحقق جامعه تبدیلی نشان می‌دهد. این امر در مورد این نیست که چه کسی گرداننده است، بلکه در مورد یافتن یک گرداننده متقابل است. یک شهر در آینده باید شهر هوشمند اجتماعی باشد که قادر است جامعه را به حیطه مشارکتی تبدیل کند؛ یعنی جایی که ابتکار مشارکتی رخ می‌دهد. تأثیرات مثبت سیستم‌های هوشمند بر عملکردهای شهری موجب آسایش، امنیت، کاهش هزینه‌های جاری و حفظ محیط زیست می‌شود. ضمن اینکه امروزه به جهت رشد بی‌سابقه جمعیت شهرها و مهاجرت بی‌رویه، ضرورت دارد با بهره‌گیری از سیستم‌های نوین و هوشمند در عملکردهای مهم شهری مانند حمل‌ونقل شهری تلاش شود آرامش شهروندان بیشتر شود. سیستم حمل‌ونقل عمومی ITS که از اواخر قرن بیستم تحولات بسیاری را در غرب به وجود آورد، راهکار مناسبی برای رشد روزافزون شهرهاست. این سیستم برای استفاده در شهرهای هوشمند نیاز به زیرساخت‌هایی دارد که اجرای صحیح آن می‌تواند شهری با توان بالا در حمل‌ونقل شهری برای شهروندان ایجاد کند. نتایج حاصل از بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل شهری را می‌توان در موارد زیر برشمرد:

دستاوردهای به‌کارگیری سیستم‌های نوین و هوشمند در حمل‌ونقل شهری

1. بهره‌وری از سیستم و دانش روز مانند ITS و GIS برای رسیدن به اهداف موفق در سیستم حمل‌ونقل شهری؛
2. تولید اتومبیل‌های برقی برای کاهش آلودگی هوا؛
3. گسترش سیستم‌های حمل‌ونقل شهر ارزان‌قیمت و پاک همچون منوریل، بی‌آرتی، مترو و تراموا؛
4. ایجاد پیاده‌راه‌های امن و با کیفیت بصری خوب و هوای پاکیزه؛
5. کاهش ترافیک شهری از طریق سوق دادن شهروندان به استفاده از وسیله‌های نقلیه هوشمند؛
6. افزایش سرعت حمل‌ونقل شهری؛
7. کاهش هزینه‌های جاری حمل‌ونقل شهروندان؛
8. کاهش آلودگی محیط زیست و افزایش فضای سبز؛
9. کاهش اتلاف انرژی؛
10. گسترش فرهنگ پیاده‌روی در میان شهروندان.

منابع

- 1- امین نژاد، ک. (1396)، شهر هوشمند (درآمدی بر مفهوم، مبانی، محورها و مصادیق شهر هوشمند)، سندج: انتشارات علمی کالج.
- 2- ابراهیمی، م؛ معروف، م. (1397)، «توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری؛ تحلیلی بر مؤلفه‌ها، ویژگی‌ها و مزایای شهر هوشمند»، همایش علوم اجتماعی، شماره 35، صص 39-48.
- 3- بهزادفر، م. (1382)، «ضرورت‌ها و موانع ایجاد شهر هوشمند در ایران»، فصلنامه هنرهای زیبا، شماره 15، صص 14-27.
- 4- پوراحمد، ا؛ زیاری، ک؛ حاتمی نژاد، ح؛ پارساآبادی، ش. (1397)، «مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند»، فصلنامه باغ نظر، صص 5-26.
- 5- پورحیدر، م. (1388)، «مروری بر به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در مدیریت ترافیک شهری»، دومین کنفرانس بین المللی شهرداری الکترونیکی، صص 8-15.
- 6- سلمانی مقدم، م؛ زمانی جاوید، م. (1392)، «بررسی توسعه فیزیکی منطقه 18 شهرداری تهران با تکیه بر شاخص رشد هوشمندی»، دوفصلنامه جغرافیا، شماره 26، صص 49-77.
- 7- خدایی، م. (1397)، «عوامل اثرگذار بر شیوه هوشمندسازی شهرها»، پژوهش‌های نوین علوم جغرافیایی، معماری و شهرسازی، شماره 15، صص 73-89.
- 8- روستایی، ش؛ قنبری، ح. (1392 در حال انتشار)، «تئوری شهر هوشمند و حکمروایی شهری»، صص 28-1، برداشت از وبلاگ.
- 9- فریبرز عراقی، ف؛ شهپر افراشته، ا؛ سالاری جوینی، ا. (1381)، گزارش مقدمه‌ای بر سیستم‌های حمل و نقل هوشمند، شورای اصلاحات وزارت راه و ترابری کمیته فناوری اطلاعات (IT)، تهران.
- 10- قبادیان، و. (1395)، مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، چاپ سی‌ویکم، تهران.
- 11- کیانی، ا. (1390)، «شهر هوشمند ضرورت هزاره سوم در تعاملات یکپارچه شهرداری الکترونیک»، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره 14، صص 39-64.
- 12- علی بیگ، ا؛ علیزاده، ن؛ حجتی، ع. (1388)، «بررسی راهکارهای کاهش ترافیک در کلان‌شهر تهران»، پژوهش مطالعات شهری، شماره 2، صص 107-134.
- 13- لطفی، ص؛ نیک‌پور، ع؛ مهدوی، س. (1396)، «ارزیابی رابطه میان شهر هوشمند و کاهش مشکلات

حمل و نقل عمومی در شهر ساری»، فصلنامه جغرافیا و آمایش منطقه‌ای، شماره 24، پاییز 96، صص 21-38.

14- مولایی، م؛ شاه‌حسینی، گ؛ دباغچی، س. (1395)، «تبیین و واکاوی چگونگی هوشمندسازی شهرها در بستر مؤلفه‌ها و عوامل کلیدی اثرگذار»، فصلنامه نقش جهان، شماره 3، صص 75-93.

15- نسترن، م؛ ایزدی، آ؛ مطلوبی، ف. (1392)، «تحلیل ابعاد کالبدی - اجتماعی رشد هوشمند در شهر اصفهان»، پژوهش هنر دانشگاه هنر اصفهان، شماره 6، صص 17-30.

16- Chowdhury, M. & Sadek (2003), *Fundamental of Intelligent Transportation System Planning*, Artech House, Newyork.

17- Kumagai, Y. & kenzo A. (2000), *Recommende Approach to Introducing ITS in Asian Countries*, p. 13.

18- <http://www.gisplus.ir>