

## بررسی تأثیر هوشمند بودن پارکینگ‌های طبقاتی در مدیریت ترافیک به همراه طراحی و شبیه‌سازی پارکینگ طبقاتی هوشمند

هادی محمدی (مسئول مکاتبات)، استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

**E-mail: h.mohammadi@pnu.ac.ir**

زهره اناری، استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

فاطمه عمرانی، مربی، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

### چکیده

به منظور ایجاد شهر هوشمند و کاهش ترافیک، عوامل مختلفی دخالت دارد. در این مقاله، مدیریت ترافیک به کمک پارکینگ هوشمند انجام شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان تأثیر عامل هوشمند بودن پارکینگ‌های طبقاتی در زمینه مدیریت ترافیک صورت گرفته است. این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش‌های کمی گردآوری داده‌ها توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری شامل تمامی افرادی که در شهر اراک زندگی می‌کنند و از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند استفاده می‌کنند که تعداد ۳۸۴ نفر به روش نمونه‌گیری منظم انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای گردآوری داده‌ها، از ابزار پرسش‌نامه محقق ساخته استفاده شده است. ضریب آلفای کرونباخ پرسش‌نامه، ۰.۸۰۸ محاسبه شده است که نشان‌دهنده پایایی بالای ابزار است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که عوامل رفتاری و فرهنگی با میانگین ۳.۰۹۷، عوامل هوشمند بودن، حفاظتی و امنیتی با میانگین ۳.۱۰۸ و عوامل محیطی با میانگین ۳.۱۲۶ تأثیر معناداری بر استفاده از پارکینگ طبقاتی به جهت مدیریت ترافیک دارد. از آزمون t برای بررسی آمار استنباطی استفاده شده است. همچنین، به منظور آشنایی با ساختار پارکینگ طبقاتی، یک پارکینگ طبقاتی هوشمند طراحی و پیاده‌سازی شده است. اقدامات فرهنگی و آموزشی، افزایش و بهبود پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند می‌تواند در مدیریت ترافیک مؤثر باشد. لذا توصیه می‌شود سیاست‌گذاری و مطالعات علمی مطلوب و دقیق از سوی ارگان‌های مربوطه از جمله شهرداری و راهنمایی و رانندگی بر اساس آمارهای موجود انجام شود.

واژه‌های کلیدی: پارکینگ طبقاتی هوشمند، مدیریت ترافیک و عامل هوشمند بودن، نرم‌افزار پکت‌تریسر

یکی از راهکارهای پیشنهادی برای حل مشکل کمبود فضای پارکینگ و کاهش ترافیک شهری، استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند است. این پارکینگ‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند حسگرهای هوشمند، اینترنت اشیا (IoT) و سیستم‌های مدیریت خودکار، امکان تخصیص بهینه فضای پارک و کاهش زمان جستجوی رانندگان را فراهم می‌کند (رنجبر و شه دوست شیرازی، ۱۴۰۲؛ شاهرخ و خوشحال، ۱۴۰۰).

پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند نه تنها به کاهش ترافیک کمک می‌کنند، بلکه تأثیرات مثبتی بر کاهش مصرف سوخت، کاهش آلودگی هوا و افزایش بهره‌وری سیستم حمل‌ونقل شهری دارند. این سیستم‌ها با استفاده از حسگرهای پیشرفته، اطلاعات لحظه‌ای در مورد ظرفیت‌های خالی پارکینگ‌ها را به رانندگان ارائه می‌دهند و از توقف‌های غیرضروری در خیابان‌های پرتردد جلوگیری می‌کنند. همچنین، طراحی و شبیه‌سازی این پارکینگ‌ها می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مؤثر برای ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد آن‌ها در شرایط واقعی مورد استفاده قرار گیرد (قربانی و طباطبایی، ۱۳۹۹).

در این پژوهش، به بررسی تأثیر پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند در مدیریت ترافیک شهری در شهر اراک پرداخته شده است. ابتدا فرضیه‌هایی مطرح گردیده و سپس با استفاده از روش‌های آماری، فرضیه‌های مطرح‌شده مورد آزمون قرار گرفته است. پس‌از آن با استفاده از نرم‌افزار پکت تریسر شبیه‌سازی و مدل‌سازی یک پارکینگ هوشمند با یک سناریو مشخص انجام شده و کارایی پارکینگ‌های هوشمند ارزیابی شده است.

در نهایت، با توجه به اهمیت روزافزون مدیریت ترافیک در کلان‌شهرها، استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند به‌عنوان یک راه‌حل مؤثر، می‌تواند گامی مهم در جهت بهبود کیفیت زندگی شهروندان و کاهش مشکلات شهری باشد.

در قرن بیست‌ویک، رشد سریع جمعیت و توسعه شهرها، همراه با افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه شخصی، به یکی از چالش‌های بزرگ اجتماعی و شهری تبدیل شده است. این روند، مشکلات متعددی را در مدیریت شهری ایجاد کرده است که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کمبود فضای پارک مناسب، ترافیک سنگین و آلودگی هوا اشاره کرد. افزایش تعداد خودروها در شهرهای بزرگ به‌ویژه در کلان‌شهرهایی مانند تهران، مشهد و اصفهان، باعث شده است که مشکلات ناشی از کمبود پارکینگ، به یکی از دغدغه‌های جدی شهروندان و مسئولان شهری تبدیل شود (احمدی مقدم، ۱۳۸۹؛ طباطبایی و قربانی، ۱۳۹۳؛ اکبری، حسن‌زاده و نیکبخت، ۱۴۰۲؛ طاهر خانی و متوسلی، ۱۳۸۵).

یکی از دلایل اصلی این مشکل، عدم تناسب ظرفیت پارکینگ‌های موجود در ساختمان‌های تجاری و مسکونی با تعداد خودروهای در حال استفاده است. بسیاری از شهروندان برای جستجوی فضای پارک مناسب، زمان زیادی را در خیابان‌ها سپری می‌کنند که این امر علاوه بر تشدید ترافیک، باعث افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا می‌شود. از سوی دیگر، کمبود زیرساخت‌های مناسب برای وسایل نقلیه عمومی در ایران، باعث شده است که خودروهای شخصی همچنان انتخاب اول بسیاری از افراد برای تردد در شهر باشند. مشکلاتی مانند نبود معاینه فنی مناسب برای ناوگان حمل‌ونقل عمومی، توقف نامناسب تاکسی‌ها و سرویس‌های مدارس در مکان‌هایی مانند میدان‌ها و خیابان‌های پرتردد نیز بر پیچیدگی این معضل افزوده است (تقوی و حسینی، ۱۳۹۶؛ زیاری، کریمی و قاسمی، ۱۳۹۲).

در چنین شرایطی، مدیریت ترافیک شهری به‌عنوان یکی از وظایف کلیدی شهرداری‌ها و سایر نهادهای مسئول مطرح می‌شود. مدیریت مؤثر ترافیک نه تنها می‌تواند به کاهش ازدحام در خیابان‌ها کمک کند، بلکه با ارائه راهکارهای نوین، امکان بهبود کیفیت زندگی شهروندان را نیز فراهم می‌آورد (عبداللهی، ۱۳۹۹).

## ۲. ادبیات پژوهش

کمبود فضای پارکینگ و جستجوی طولانی مدت برای یافتن فضای مناسب، یکی از عوامل اصلی ایجاد ازدحام ترافیکی در شهرهای بزرگ است. بر اساس مطالعه‌ای توسط Shoup, D. (2005)، جستجوی پارکینگ می‌تواند تا ۳۰٪ از ترافیک شهری را تشکیل دهد و این نشان‌دهنده تأثیر پارکینگ بر ترافیک شهری است.

تاکنون در خصوص مدیریت شهری و بین‌شهری، مدیریت ترافیک و استفاده از پارکینگ‌های شهری تحقیقات متعددی انجام شده است. در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد.

در پژوهش چادهری (۲۰۲۴) از یک مدیریت هوشمند ترافیک و وسایل نقلیه با استفاده از روش یادگیری عمیق مبتنی بر Faster R-CNN استفاده شده است. با این روش، استخراج ویژگی‌ها از کل تصویر و اجرای هم‌زمان فرآیند استخراج ویژگی و طبقه‌بندی، سرعت و کارایی بالاتری را فراهم می‌کند. دقت تقسیم‌بندی با نسخه ارائه‌شده در این مقاله شبکه فعال توپولوژیکی توسعه‌یافته، بهبود داده شده است. نتایج تجربی برتری این چارچوب را نسبت به سایر روش‌ها نشان می‌دهد.

در پژوهش بیلدیریم و اوزویسال (۲۰۲۴)، در خصوص وسایل نقلیه خودران و مدیریت ترافیک شهری برای پایداری و تأثیرات انتقال خطوط کنترل و اختصاصی موردبررسی قرار گرفته است. در این مقاله، به کمک شبیه‌سازی عملکرد وسایل نقلیه خودران و وسایل نقلیه انسان‌محور مورد مقایسه قرار گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که خطوط اختصاصی تراکم محلی، اتلاف زمان را کاهش می‌دهد و از طرفی قابلیت اطمینان زمان سفر را نیز افزایش می‌دهد.

در پژوهش افلاکی و همکاران (۲۰۲۳)، یک سیستم کنترل و نظارت بلادرنگ و هوشمند پارکینگ ارائه شده است. به منظور مدیریت هوشمند پارکینگ از دو راه‌حل فنی با هزینه‌های مختلف ارائه شده است. راه‌حل اول از سنسور حرکت و راه‌حل دوم از

سنسور فاصله‌یاب جهت مدیریت محل پارک استفاده می‌کند. راه‌حل پیشنهادی بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده دقت تشخیص پلاک خودرو، زمان تأخیر انتقال و زمان تأخیر پردازش را اثبات می‌کند.

در پژوهش میشرال، قایار، پندام و شینده (۲۰۲۲)، یک شبکه خانه هوشمند با استفاده از محیط شبیه‌ساز پکت‌تریسر طراحی و پیاده‌سازی شده است. در این مقاله به نقش فناوری در دنیای امروز اشاره شده است. جهت طراحی سناریوی از ماژول‌هایی مانند تشخیص دود، مانیتورینگ دما، تشخیص حرکت، پایش دما و کنترل پنل خورشیدی با استفاده از باتری هوشمند استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان داده است که این دستگاه‌های هوشمند را می‌توان در یک شبکه به پورتال خانگی متصل کرد و اشیاء را با موفقیت مانیتور نمود.

در پژوهش فهیم و چادهاری (۲۰۲۱)، سیستم‌های پارکینگ هوشمند بر اساس جنبه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. پارکینگ‌ها از نظر رویکرد فناوری، حسگرهای مورد استفاده، فناوری‌های شبکه، رابط کاربری، رویکردهای محاسباتی و خدمات ارائه‌شده مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این مقاله، محققان و پژوهشگران را قادر می‌سازد تا بهترین پارکینگ هوشمند را متناسب با شرایط مختلف محیطی و معیار مزایا یا معایب هر روش شناسایی و به‌کارگیری نماید.

در پژوهش پیران و پیران (۱۳۹۹) به بررسی مشکلات حوزه حمل‌ونقل و ترافیکی و نحوه مدیریت آن در شهرهای درحال توسعه با تأکید بر حوزه اسلامشهر تهران پرداخته شده است. از روش توصیفی - تحلیلی و روش پرسشنامه‌ای در این مقاله استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد مسائل زیست‌محیطی، حمل‌ونقل همگانی اتوبوس، تاکسی، عابران پیاده و کم‌توان، زمان سفر، حمل‌ونقل شخصی، فرهنگ و رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی و غیره می‌تواند بر بهبود عملکرد مؤثر و کارساز باشد.

در جدول شماره ۱ خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر در خصوص مدیریت شهری، مدیریت ترافیک و هوشمندسازی پارکینگ‌ها آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه فعالیت‌های اخیر در خصوص مدیریت شهری و

#### پارکینگ هوشمند

| نام مرجع                            | توضیحات   |
|-------------------------------------|---|
| چادهری (۲۰۲۴)                       | مدیریت هوشمند ترافیک وسایل نقلیه به کمک روش یادگیری عمیق مبتنی بر Faster R-CNN استفاده شده است                    |
| بیلدیریم و اوزویسال (۲۰۲۴)          | وسایل نقلیه خودران و مدیریت ترافیک شهری جهت پایداری و تأثیر انتقال خطوط کنترل و اختصاصی مورد بررسی قرار گرفته است |
| افلاکی و همکاران (۲۰۲۳)             | از سیستم هوشمند بلادرنگ جهت کنترل و نظارت پارکینگ استفاده شده است   |
| میشرال، قایار، پندام و شبنده (۲۰۲۲) | شبکه خانه هوشمند در محیط پکت‌تریسر طراحی و پیاده‌سازی شده است   |
| فهیم و چادهاری (۲۰۲۱)               | سیستم پارکینگ هوشمند که تاکنون محققان مورد بررسی قرار دادند، از جنبه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند            |
| پیران و پیران (۱۳۹۹)                | مشکلات حوزه حمل‌ونقل و ترافیک و نحوه مدیریت آن در شهرهای در حال توسعه پرداخته شده است                             |

### ۳. مبانی نظری پژوهش

در کلان‌شهرها، از روش‌هایی مانند مترو، قطار شهری، حمل‌ونقل هوشمند و پل‌های چندطبقه جهت کاهش ترافیک استفاده شده است (جعفری حقیقت پور، صنعتی رودپشتی، معدنچی‌ها، ۱۴۰۲؛ حیدری و همکاران، ۱۴۰۲) ولی بخش تردد افراد در مکان‌های اصلی و به سمت مرکز شهر اجتناب‌ناپذیر است. به همین دلیل تردد وسایل نقلیه در مکان‌های شلوغ باعث ازدحام می‌شود. یکی از راهکارهای مهم برای کاهش ازدحام وسایل

حمل‌ونقل استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند است. سیستم‌های

پارکینگ هوشمند شامل موارد زیر است:

#### • سیستم مدیریت پرداخت پارکینگ (PMS)

اولین بخش سیستم هوشمند پارکینگ را سیستم‌های مدیریت پرداخت وجوه پارکینگ تشکیل می‌دهد که به اختصار PMD نامیده می‌شود. این سیستم بر اساس تجهیزات و امکانات می‌تواند به صورت نیمه مکانیزه و تمام مکانیزه در نظر گرفته شود.

#### • سیستم هدایت پارکینگ (PGS)

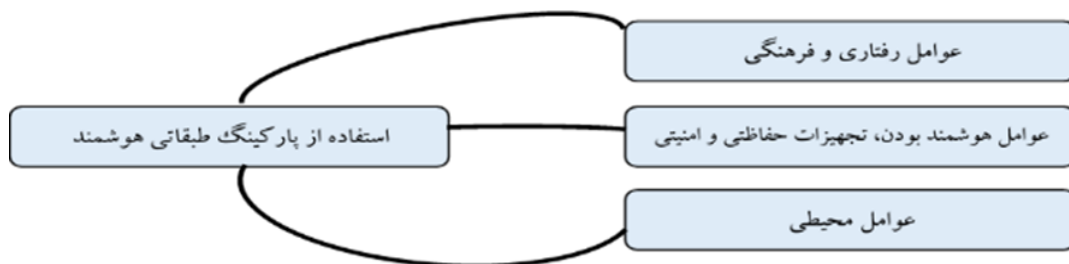
این سیستم با ارائه اطلاعات در مورد ظرفیت آزاد به تفکیک هر طبقه، راهروها و همه‌ی بخش‌هایی که امکان پارک خودرو وجود دارد، باعث هدایت سریع و بدون نگرانی رانندگان به جایگاه‌های آزاد می‌شود.

عملیات بخش‌های مختلف پارکینگ‌های هوشمند عبارت‌اند از: عملیات انجام شده در گیت‌های ورودی: این عملیات می‌تواند شامل موارد دریافت کارت، عکس‌برداری پلاک خودرو و بالا رفتن راه‌بند باشد.

عملیات انجام شده در بخش‌های داخلی: در این سیستم در هر فضای پارک روی سقف یک سنسور نصب می‌شود و اطلاعات سنسورها در تجهیز بنام Node Controller ذخیره می‌شود و این کنترلرها اطلاعات ورودی را با توجه به قوانین خاصی تغییر داده و اطلاعات جدید را به کنترلر مرکزی ارسال می‌کنند. کنترلر مرکزی اطلاعات را پردازش کرده و فرمان‌های مناسب را به نمایشگرها ارسال می‌کند. این نمایشگرها ماشین‌های ورودی را به سمت فضاهای خالی هدایت می‌کنند. در این سیستم تمامی اطلاعات در یک کامپیوتر به‌عنوان سرور ذخیره خواهد شد و نرم‌افزار کنترلی مناسب در اتاق کنترل نصب خواهد شد که اطلاعات را از سرور استخراج می‌کند و نمایش می‌دهد.

عملیات انجام شده در گیت‌های خروجی: عملیات گیت‌های خروجی شامل شناسایی خودرو، نمایش هزینه پارکینگ، ثبت اطلاعات، چاپ فاکتور و باز کردن راه‌بند است.

- ✓ سهولت و سرعت دریافت هزینه‌ها به صورت خودکار یا دستی
  - ✓ صرفه‌جویی و مدیریت مصرف انرژی
  - ✓ صرفه‌جویی در زمان و انرژی مشتری و در نتیجه افزایش رضایت‌مندی شهروندان
  - ✓ دسترسی سریع راننده به نخستین جای پارک در کوتاه‌ترین زمان و مسیر ممکن
  - ✓ کاهش ازدحام و راه‌بندان و در نتیجه کاهش آلودگی در فضای پارکینگ
  - ✓ قابلیت برنامه‌ریزی و مدیریت برای ساعات اوج ترافیک
  - ✓ کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش درآمد پارکینگ
- فرضیه‌ها عبارت‌اند از:
- عوامل رفتاری و فرهنگی بر استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند در شهر اراک تأثیر دارد.
- عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی در استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند تأثیر دارد.
- عوامل محیطی بر استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند تأثیر دارد. مدل مفهومی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. مدل مفهومی

می‌کنند و از پارکینگ طبقاتی هوشمند استفاده می‌کنند که با توجه به نامحدود بودن جامعه، اندازه نمونه طبق فرمول کوکران تعداد ۳۸۴ نفر برآورد شد و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی منظم، نمونه انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای گردآوری داده‌ها، از ابزار پرسش‌نامه محقق ساخته استفاده شد. برای اندازه‌گیری پایایی از شاخصی به نام ضریب پایایی استفاده گردید

تجهیزات سخت‌افزاری پارکینگ‌های هوشمند از موارد زیر تشکیل شده‌اند: نمایشگر ظرفیت پارکینگ، دستگاه تحویل و صدور کارت یا رسید کاغذی، کارت خوان برد بلند (با استفاده از این دستگاه می‌توان کارت‌های پارکینگ خودرو را از فاصله دور شناسایی کرد و در صورت مجاز بودن اقدام به باز کردن درب یا راه‌بند به صورت خودکار نمود)، دوربین پلاک خوان، تابلوهای راهنما، نمایشگر ظرفیت طبقات، سنسور آلتراسونیک مجهز به LED (این سنسورها پر یا خالی بودن فضا را تشخیص می‌دهند و همچنین، دارای LED جهت نمایش وضعیت آن فضا است.)، کنترلرها (از این کنترلرها برای جمع‌آوری اطلاعات سنسورهای آلتراسونیک و پردازش آن‌ها استفاده می‌شود.)، نمایشگر مبلغ، راه‌بند پارکینگ.

استفاده از پارکینگ‌های هوشمند دارای مزایایی است. در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

- ✓ کنترل دقیق ورود و خروج خودروها
- ✓ آگاهی کامل و دقیق از شمار و محل خودروهای موجود در پارکینگ در لحظه
- ✓ کاهش زمان ثبت خودرو در سیستم
- ✓ کاهش نیروی انسانی

#### ۴. روش پژوهش

##### ۴-۱ بخش آماری

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش‌های کمی گردآوری داده‌ها، توصیفی - تحلیلی از نوع پیمایشی است. جامعه آماری این پژوهش، کلیه افرادی که در شهر اراک زندگی

که مقدار پایایی کل پرسش نامه برابر ۰,۸۰۸ محاسبه شده است. ضرایب آلفای کرونباخ هر کدام از متغیرها در جدول ۲ آورده شده است.

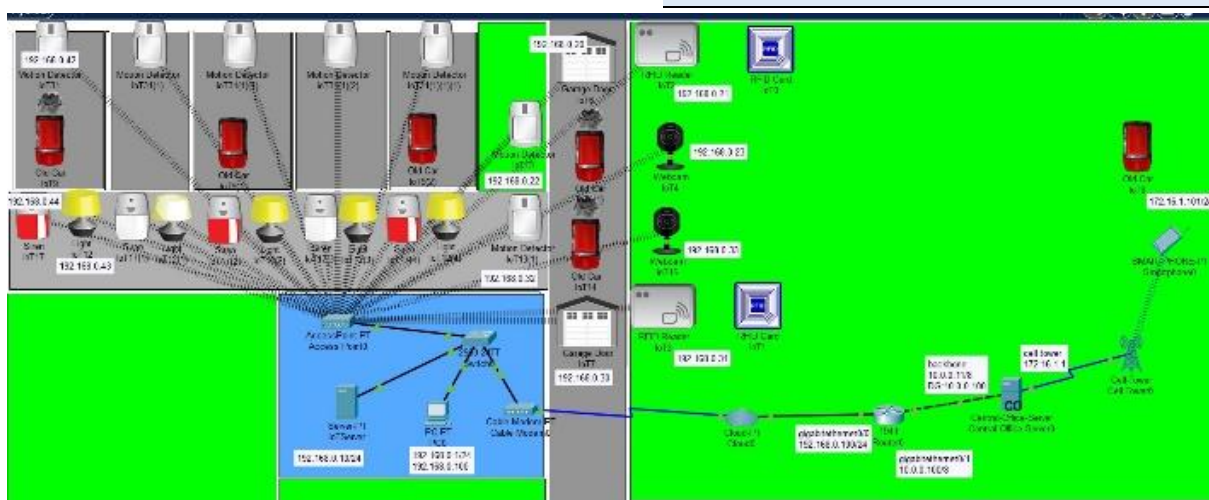
جدول ۲. ضرایب آلفای کرونباخ متغیرها

| متغیرها                                    | آلفای کرونباخ |
|--|---------------|
| عوامل رفتاری و فرهنگی                      | ۰,۷۴۴         |
| عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی | ۰,۹۷۵         |
| عوامل محیطی                                | ۰,۹۶۷         |

برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق، از آمار توصیفی به منظور بررسی ویژگی‌های جمعیت شناختی اعضای نمونه استفاده شده است. همچنین از روش آمار استنباطی شامل آزمون t با کمک نرم افزار Spss استفاده شده است.

#### ۴-۲ بخش پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند

به منظور پیاده‌سازی پارکینگ هوشمند یک سناریو با تعداد ۵ جایگاه پارک در نظر گرفته شده است. نمای کلی سناریو در شکل ۲ نشان داده شده است.



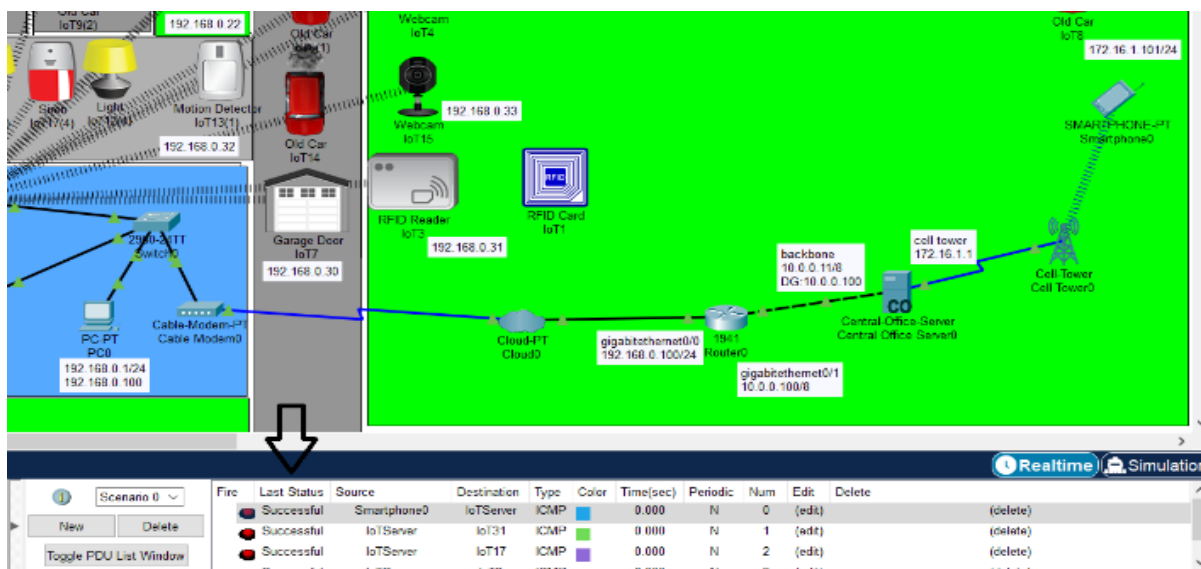
شکل ۲. نمای کلی پارکینگ هوشمند با ۵ جایگاه پارک

در این پارکینگ هوشمند از اجزای مختلفی استفاده شده است. بخش اول، سرور و سیستم‌های اطراف که از طریق سوئیچ به یکدیگر متصل شده‌اند. بخش دوم، ارتباط Access Point با

اشیائی مانند کارت شناسایی امواج (RFID Card)، آشکارساز حرکت (Motion Detector)، دوربین اینترنتی (Webcam)، درب گاراژ (Garage Door)، هشداردهنده (Siren) و چراغ (Light) استفاده شده است. بخش سوم، شامل ارتباط روتر با سرور اداره مرکزی (Central office server) است. بخش چهارم، برج سلولی (cell tower) و گوشی هوشمند (Smartphone) است.

۱۷۲.۱۶.۱.۱/۲۴ استفاده شده است. در شکل ۳ ارتباط موفق (Successful) اجزای مختلف شبکه نشان داده شده است.

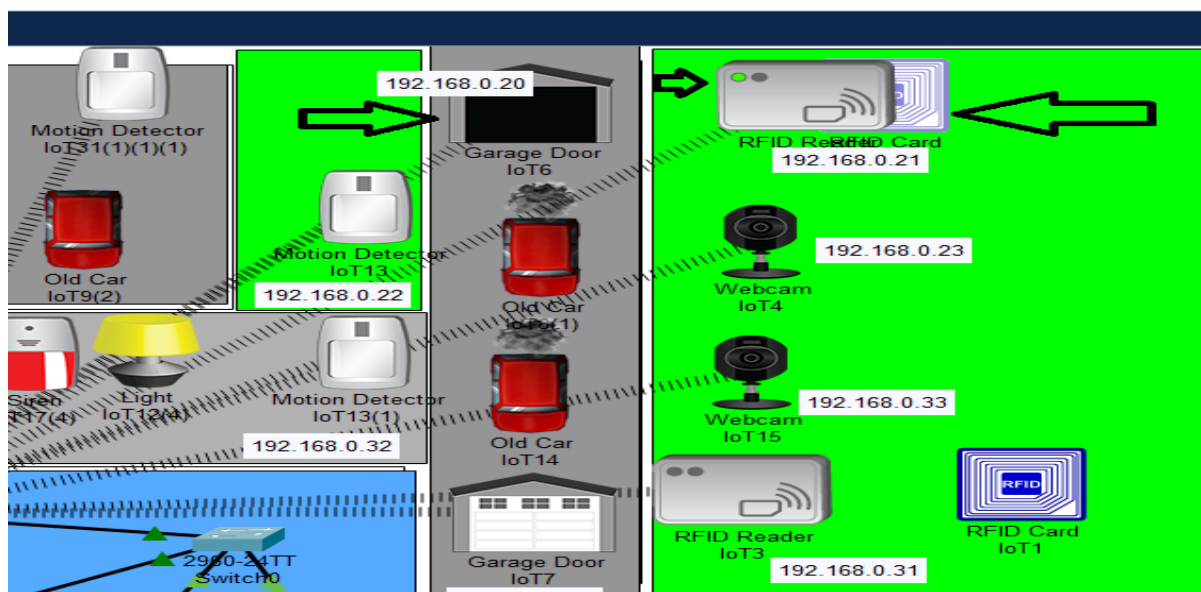
به منظور ارتباط شبکه‌ای، NetID متفاوتی استفاده شده است. در بخش اول و دوم از NetID: 192.168.0.0/24 و در بخش سوم از NetID: 10.0.0.0/8 و در بخش چهارم از NetID:



شکل ۳. ارتباط موفق اجزای مختلف شبکه با یکدیگر

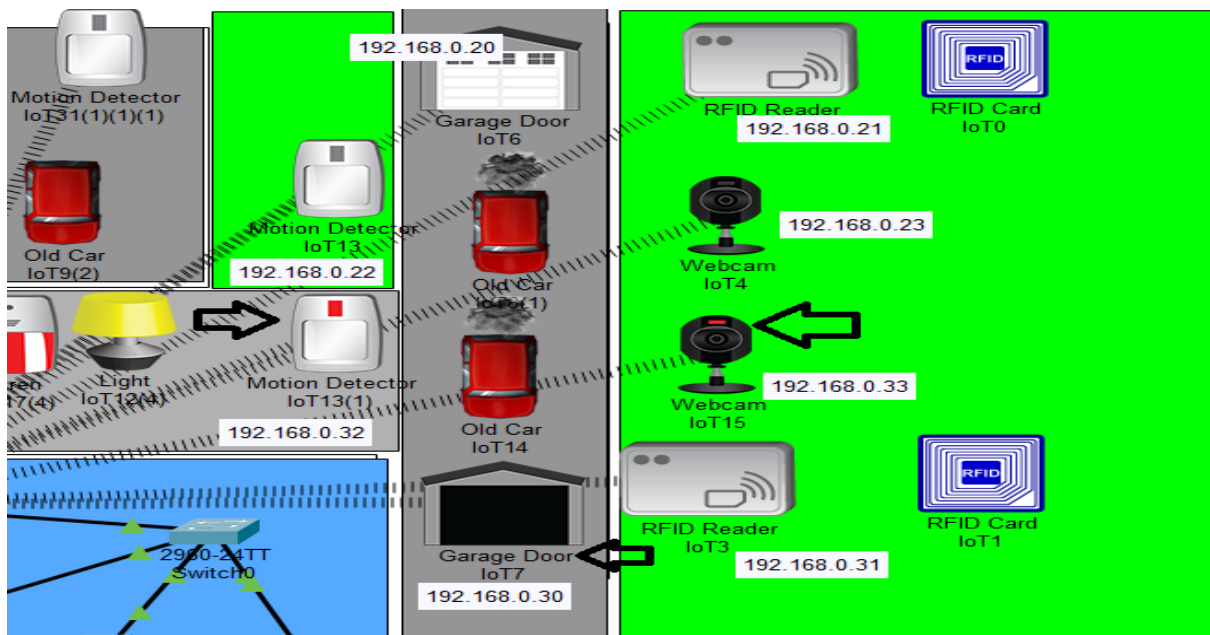
داده شده است با قرار دادن RFID card روی RFID Reader چراغ دستگاه سبز شده و درب پارکینگ باز می‌شود.

به منظور کنترل ورودی پارکینگ از دو روش RFID Reader و Webcam استفاده می‌شود. قبل از ارائه کارت روی دستگاه درب ورودی پارکینگ بسته است. همان‌طور که در شکل ۴ نشان



شکل ۴. باز شدن درب پارکینگ ورودی به کمک RFID Reader

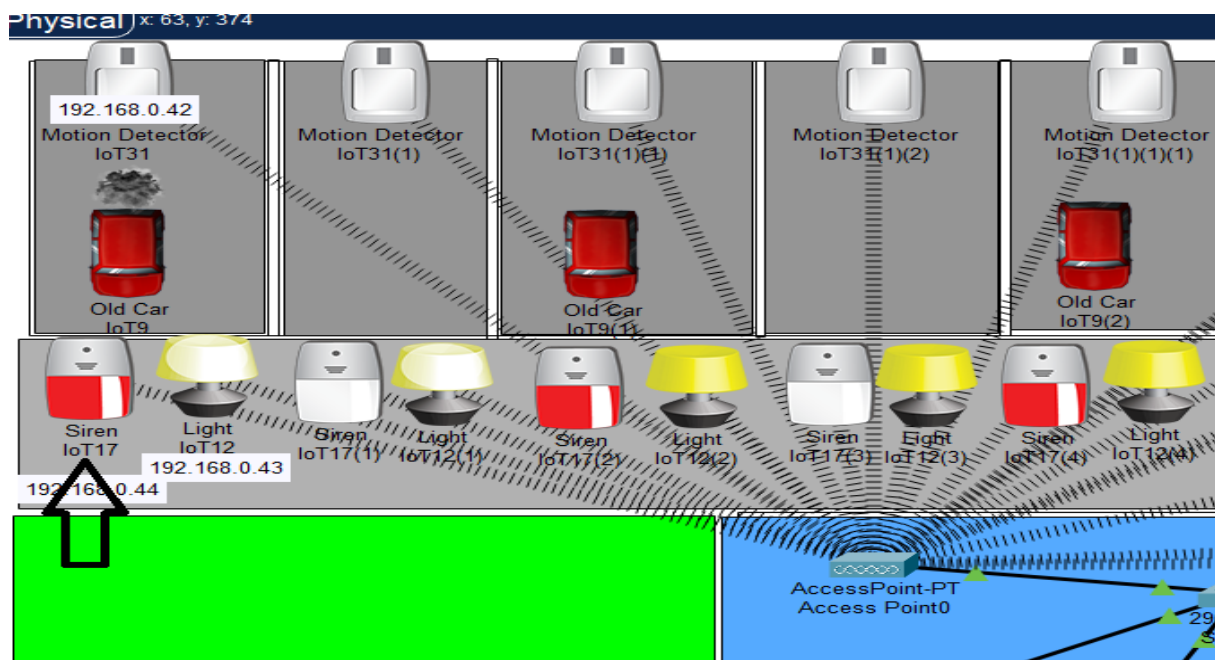
همین روند برای موقع خروج خودرو نیز پیش‌بینی شده است. برای درب پارکینگ خروجی عملکرد دوربین اینترنتی توضیح داده شده است. همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. باز شدن درب پارکینگ خروجی به کمک دوربین اینترنتی به همراه آشکارساز حرکت

Motion detector آن را حس کرده و چراغ هشداردهنده به رنگ قرمز تغییر وضعیت می‌دهد. این مسئله در شکل ۶ نشان داده شده است.

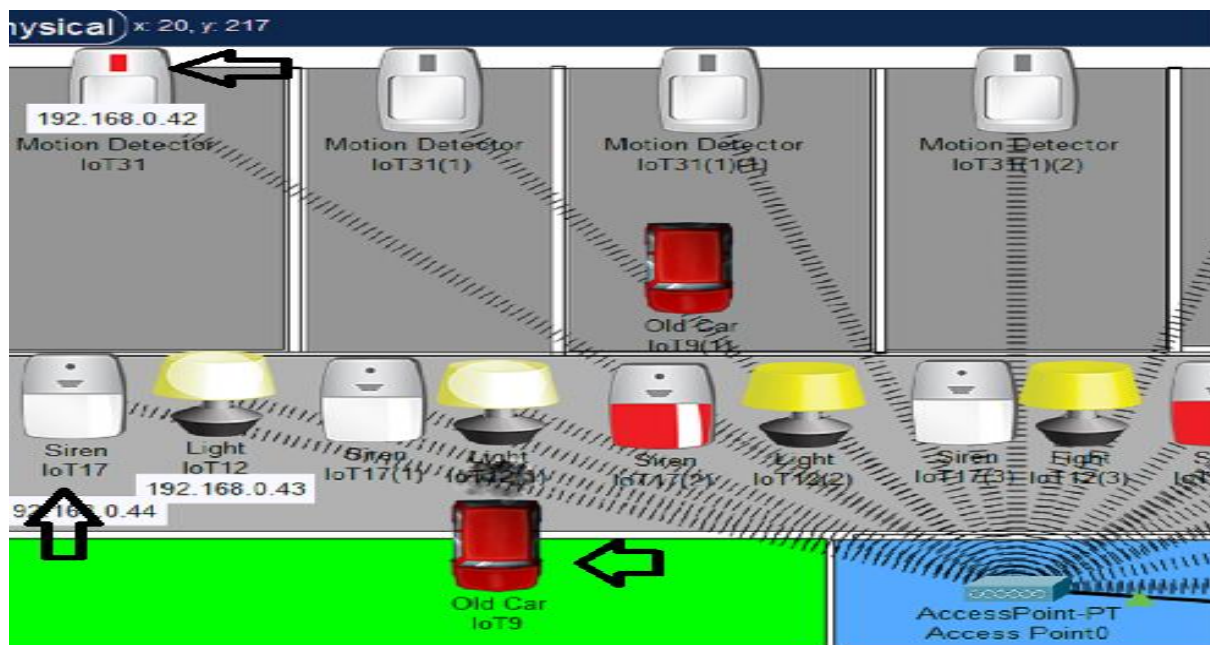
یکی از بخش‌های دیگر پارکینگ هوشمند استفاده از سیستم پر یا خالی بودن فضای پارک در پارکینگ طبقاتی است. بدین منظور، از آشکارساز حرکت، هشداردهنده و لامپ در هر فضای پارک استفاده شده است. اگر در فضای پارک ماشین قرار بگیرد



شکل ۶. وضعیت رنگ قرمز هشداردهنده به دلیل حضور ماشین در پارک شماره ۱

اگر در فضای پارک ماشینی نباشد رنگ هشداردهنده سفید خواهد بود. همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است ابتدا

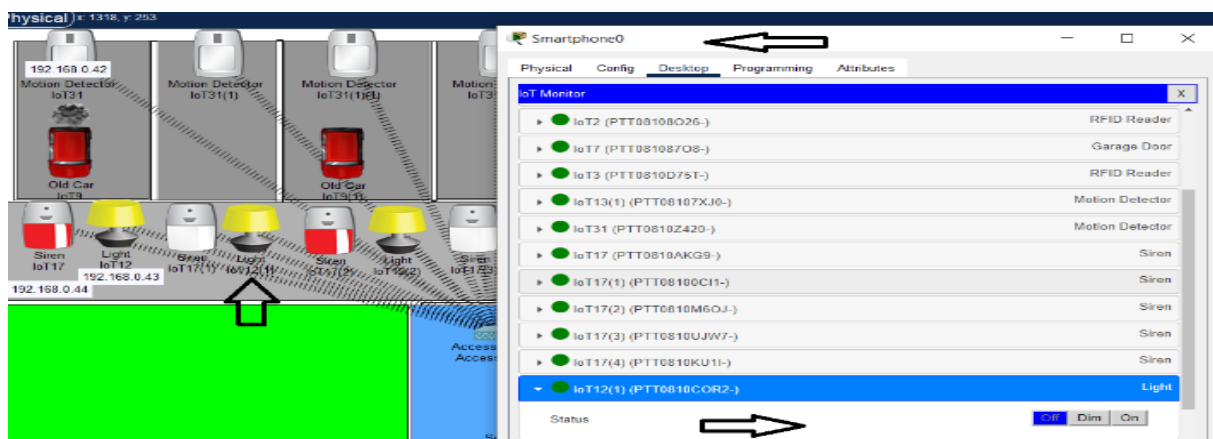
در پارک ۱ هشداردهنده به رنگ قرمز است. بعد از خارج شدن ماشین حسگر فعال شده و هشداردهنده به رنگ سفید تغییر می‌کند.



شکل ۷. تغییر رنگ هشداردهنده به سفید بعد از خارج شدن ماشین از پارک شماره ۱

دو خالی است. به همین دلیل وضعیت چراغ این پارک خاموش است.

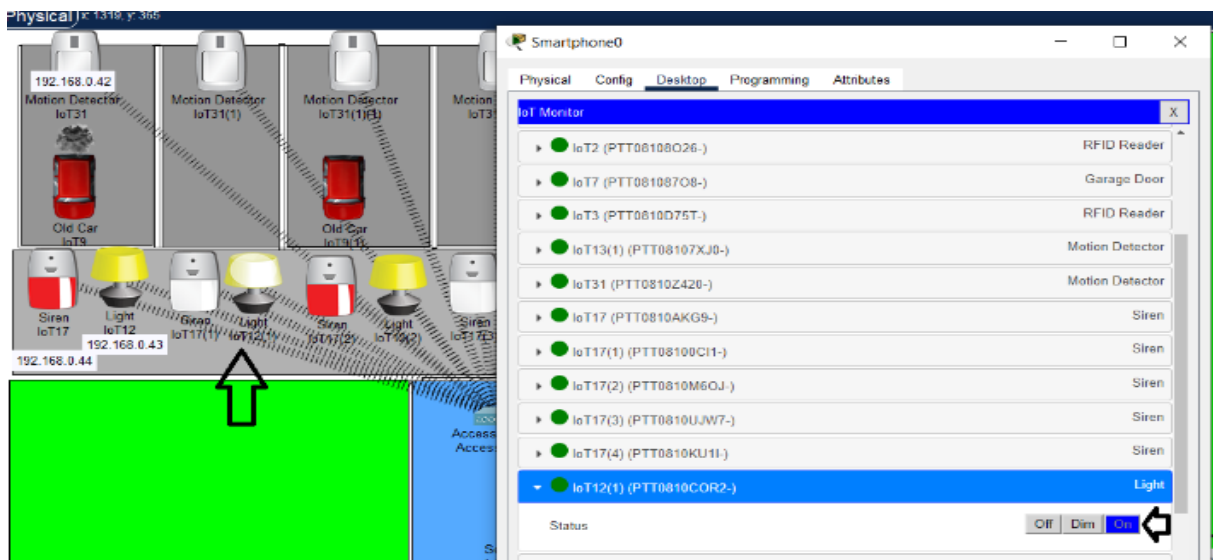
بخش آخر پارکینگ هوشمند، امکان رزرو محل پارک از طریق تلفن هوشمند از فاصله دور توسط شهروندان فراهم است. همان‌طور که در شکل ۸ نشان داده شده است محل پارک شماره



شکل ۸. وضعیت خاموش چراغ پارک شماره دو

پارک دو روشن خواهد شد. این فعالیت در شکل ۹ نشان داده شده است.

شهروند به کمک گوشی هوشمند می‌تواند با وارد شدن به IoTMonitor و زدن دکمه On این فضای پارک را برای خود رزرو نماید. با این کار چراغ پارک شماره دو به نشانه رزرو بودن



شکل ۹. رزرو پارک شماره دو توسط شهروند از راه دور و روشن شدن چراغ پارک دو

## ۵. تحلیل داده‌ها

۶۵ درصد افراد جامعه آماری دارای گواهینامه راهنمایی و رانندگی هستند.

برای بررسی هر یک از فرضیه‌های تحقیق، از آزمون t استفاده شده است. شرط استفاده از آزمون t، نرمال بودن متغیرها است. بدین منظور از نسبت چولگی و نسبت کشیدگی استفاده شده است. نتایج در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. بررسی نرمال بودن متغیرها (نسبت چولگی و نسبت کشیدگی)

| متغیر                                      | نسبت چولگی | نسبت کشیدگی |
|--|------------|-------------|
| عوامل رفتاری و فرهنگی                      | ۱,۳۱۷      | -۱,۵۷۱      |
| عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی | ۰,۸۶۷      | -۱,۱۶۳      |
| عوامل محیطی                                | ۱,۱۲۸      | -۱,۸۰۱      |

۵ درصد است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد فرضیه صفر مبنی بر متوسط بودن میزان تأثیر متغیرهای رفتاری و فرهنگی رد می‌شود. از آنجایی که کران‌های بالا و پایین فاصله اطمینان، مثبت است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت، عوامل رفتاری و فرهنگی تأثیر معناداری در استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند دارد.

با توجه به اینکه نسبت چولگی و نسبت کشیدگی همه متغیرها بین (۲ و -۲) است بنابراین مؤلفه‌ها نرمال بوده و می‌توان از آزمون t استفاده کرد. در جدول ۴ تأثیر عوامل رفتاری و فرهنگی به کمک آزمون t مورد بررسی قرار گرفته است. خطای آزمون به میزان ۵ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به این که سطح معناداری کمتر از

جدول ۴. تأثیر عوامل رفتاری و فرهنگی در استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند

| فاصله اطمینان |            | سطح معناداری | درجه آزادی | T      | میانگین | مؤلفه                 |
|---------------|------------|--------------|------------|--------|---------|-----------------------|
| کران بالا     | کران پایین |              |            |        |         |                       |
| ۳,۲۰۲         | ۲,۹۹۱      | ۰,۰۰۰        | ۳۸۳        | ۵۷,۶۸۵ | ۳,۰۹۷   | عوامل رفتاری و فرهنگی |

هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی رد می‌شود. از آنجایی که کران‌های بالا و پایین فاصله اطمینان، مثبت است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت، عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی تأثیر معناداری در استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند دارد.

در جدول ۵ تأثیر عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی به کمک آزمون t مورد بررسی قرار گرفته است. خطای آزمون به میزان ۵ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به این که سطح معناداری کمتر از ۵ درصد است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد فرضیه صفر مبنی بر متوسط بودن میزان تأثیر متغیرهای

جدول ۵. تأثیر عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی در استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند

| فاصله اطمینان |            | سطح معناداری | درجه آزادی | T      | میانگین | مؤلفه                                      |
|---------------|------------|--------------|------------|--------|---------|--|
| کران بالا     | کران پایین |              |            |        |         |  |
| ۳,۲۱۱         | ۳,۰۰۴      | ۰,۰۰۰        | ۳۸۳        | ۵۹,۲۲۱ | ۳,۱۰۸   | عوامل هوشمند بودن، تجهیزات حفاظتی و امنیتی |

میزان تأثیر متغیرهای محیطی رد می‌شود. از آنجایی که کران‌های بالا و پایین فاصله اطمینان، مثبت است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت، عوامل محیطی تأثیر معناداری در استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند دارد.

در جدول ۶ تأثیر عوامل محیطی به کمک آزمون t مورد بررسی قرار گرفته است. خطای آزمون به میزان ۵ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به این که سطح معناداری کمتر از ۵ درصد است، لذا با اطمینان ۹۵ درصد فرضیه صفر مبنی بر متوسط بودن

جدول ۶. تأثیر عوامل محیطی در استفاده از پارکینگ طبقاتی هوشمند

| فاصله اطمینان |            | سطح معناداری | درجه آزادی | T      | میانگین | مؤلفه       |
|---------------|------------|--------------|------------|--------|---------|-------------|
| کران بالا     | کران پایین |              |            |        |         |             |
| ۳,۲۳۲         | ۳,۰۱۹      | ۰,۰۰۰        | ۳۸۳        | ۵۷,۷۸۷ | ۳,۱۲۶   | عوامل محیطی |

بزرگ ایجاد پارکینگ‌های طبقاتی مرسوم است. مشکل عمده‌ای که این پارکینگ‌ها دارند، عدم مدیریت هوشمند شامل رزرو از راه دور، نمایشگرهای هوشمند و باز شدن اتوماتیک درب‌های ورودی و خروجی پارکینگ‌هاست. در این مقاله، سعی بر نمایش نحوه پیاده‌سازی پارکینگ طبقاتی هوشمند در محیط شبیه‌ساز شده است. در این پارکینگ هوشمند از ابزارهای هوشمند مانند شناسایی ورود و خروج خودرو با کارت RFID و دوربین اینترنتی، آشکارساز متحرک جهت وضعیت پر یا خالی بودن

## ۶. نتیجه‌گیری

اقدامات فرهنگی و آموزشی، بهبود و افزایش تعداد پارکینگ‌های طبقاتی هوشمند می‌تواند به‌طور مؤثری در مدیریت ترافیک شهرها تأثیرگذار باشد. این نتایج نشان‌دهنده اهمیت توجه به عوامل رفتاری، فرهنگی و محیطی در استفاده از پارکینگ‌های هوشمند است. یکی از اجزای تأثیرگذار در مدیریت ترافیک کاهش ترافیک در مکان‌های شلوغ و پرتردد است. در شهرهای

فضای پارک و رزرو از راه دور به کمک گوشی هوشمند استفاده شده است. استفاده از پارکینگ هوشمند، به مدیریت پارکینگ طبقاتی، کاهش ترافیک به جهت قابلیت رزرو محل پارک از راه دور و کاهش صف انتظار در ورود و خروج پارکینگ طبقاتی کمک خواهد کرد. در کارهای آتی، می توان به جنبه های عملیاتی، تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری پارکینگ هوشمند طبقاتی پرداخت.

## ۷. پیشنهادها

۱- لازم است که سیاست گذاری ها و مطالعات علمی با دقت و بر اساس آمارهای موجود از سوی ارگان های مربوطه، مانند شهرداری و راهنمایی و رانندگی، انجام شود.  
۲- ایجاد برنامه های آموزشی و فرهنگ سازی برای آشنایی بیشتر شهروندان با مزایای پارکینگ های هوشمند و تأثیر آن بر کاهش ترافیک ضروری است.  
۳- پیشنهاد می شود که زیرساخت های پارکینگ های طبقاتی هوشمند به طور مستمر به روز و توسعه یابند تا پاسخگوی نیازهای روزافزون ترافیکی در شهرها باشند.

## ۸. سپاسگزاری

در اینجا از تمامی افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند، سپاسگزاری می کنیم. همچنین از تمامی افرادی که در جمع آوری داده ها به ما کمک کردند، به ویژه شهروندان محترم اراک که با همکاری و مشارکت خود به این تحقیق اعتبار بخشیدند، قدردانی می کنیم.

## ۹. پی نوشت ها

1. Chaudhuri
2. Yıldırım and Özuysal
3. Mishra1, Ghayar, Pendam and Shinde
4. Fahim, Hasan and Chowdhury

## ۱۰. مراجع

- احمدی مقدم، اسماعیل. (۱۳۸۹). "انضباط ترافیکی،

ضرورت ها و پیامدهای آن". *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۵(۱۹)، ۵۹-۷۱.

<https://sid.ir/paper/154256/fa>

- اکبری، محمدعلی؛ حسن زاده، محمدرضا و نیکبخت نصرآبادی، مهدی. (۱۴۰۲). "الگوی مدیریت ترافیک در شهرهای دارای بافت تاریخی". *مدیریت شهری و روستایی*، ۲۲(۷۳)، ۲۶-۴۰.

<http://ijurm.imo.org.ir/article-1-3447-fa.html>

- پیران، فاطمه و پیران، حمیدرضا. (۱۳۹۹). "بررسی مشکلات حوزه حمل و نقل و ترافیکی و نحوه مدیریت آن در شهرهای در حال توسعه با تأکید بر اسلامشهر". *معماری شناسی*، ۳(۱۵).

<https://sid.ir/paper/527468/fa>

- تقوی، عظیم؛ سادات حسینی، سید محمد؛ شریفی، سید همایون. (۱۳۹۶). "بررسی لزوم اعمال محدودیت تردد در طرح زوج و فرد". *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۴۴(۱۲)، ۱۱۱-۱۲۹.

<https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1387975>

- جعفری حقیقت پور، پگاه؛ صنعتی رودپشتی، شهریار؛ معدنچی ها، محمدحسین. (۱۴۰۲). "کاربرد بهینه حمل و نقل هوشمند در کاهش گره های ترافیکی و آرام سازی جریان عبوری تقاطع شهری". *فصلنامه مهندسی ترافیک*، ۹۴(۱۴۰۲)، ۱۱-۲۴.

[https://www.trafficmag.ir/article\\_709382.html#ar\\_info\\_pnl\\_cite](https://www.trafficmag.ir/article_709382.html#ar_info_pnl_cite)

- حیدری، مصطفی؛ غلامی، علی؛ سلیمانی، محمود؛ حاذقی، مانی؛ فیروزه ای، فرشید؛ محسنیان، سید حسن و پژومندراد، علی. (۱۴۰۲). "ساخت مدل طول چرخه بر مبنای داده های شبیه سازی با الگوریتم هوش مصنوعی GP-نقدی بر شبیه سازی ترافیکی". *فصلنامه مهندسی ترافیک*، ۹۳(۱۴۰۲)، ۹۱-۱۰۴.

[https://www.trafficmag.ir/article\\_708067.html](https://www.trafficmag.ir/article_708067.html)

- Elfaki, A. O., Messoudi, W., Bushnag, A., Abuzneid, S., & Alhmiedat, T. (2023). "A smart real-time parking control and monitoring system". *Sensors*, 23(24), 9741.

- Fahim, A., Hasan, M., & Chowdhury, M. A. (2021). "Smart parking systems: comprehensive review based on various aspects". *Heliyon*, 7(5).

- Mishra, A., Ghayar, J., Pendam, R., & Shinde, S. (2022). "Design and implementation of smart home network using Cisco packet tracer". In *ITM Web of Conferences* (Vol. 44, p. 01008). EDP Sciences.

- Yıldırım, Z. B., & Özuysal, M. (2024). "Autonomous vehicles and urban traffic management for sustainability: Impacts of transition of control and dedicated lanes". *Sustainability*, 16(19), 8323.

- رنجبر، سارا و شه دوست شیرازی، هادی. (۱۴۰۲). "استفاده از اینترنت اشیا به منظور مکان‌یابی پارکینگ هوشمند". فصلنامه پژوهش‌های نوین در شهر هوشمند، ۱۳(۳)، ۱۹-۱۳.

<https://www.sid.ir/paper/1113362/fa>

- زیاری، کرامت اله، کریمی قطب‌آبادی، فضل اله و قاسمی، فروغ. (۱۳۹۲). "الگوی فضایی حوادث ترافیک درون‌شهری در شهر شیراز". برنامه‌ریزی فضایی، ۳(۴) (پیاپی ۱۱)، ۱۱۷-۱۳۲.

<https://sid.ir/paper/223739/fa>

- شاهرخ، سمیرا و خوشحال، فاطمه. (۱۴۰۰). "هوشمندسازی و مدیریت پارکینگ‌ها در مجتمع‌های چندمنظوره". کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط‌زیست.

<https://sid.ir/paper/901784/fa>

- طاهرخانی، حبیب و متوسلی، محمد. (۱۳۸۵). "مدیریت بافت تاریخی شهرهای ایران". مدیریت شهری، ۵(۱۸).

<https://sid.ir/paper/465629/fa>

- عبدالهی، عادل. (۱۳۹۹). "تحلیل کیفی پیامدهای اجتماعی و اقتصادی احداث پارکینگ طبقاتی میدان شهید باقری". ارزیابی تأثیرات اجتماعی، ۱(۱)، ۴۳-۶۴.

<https://sid.ir/paper/270560/fa>

- قربانی کلخواجه، اشکان و طباطبایی، سیدعباس. (۱۳۹۹). "مشکلات حمل‌ونقل و ترافیک در بافت فرسوده شهری با مطالعه موردی بافت فرسوده محله عامری شهر اهواز". اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران و توسعه پایدار ایران.

<https://civilica.com/doc/348221/>

- Chaudhuri, A. (2024). "Smart traffic management of vehicles using faster R-CNN based deep learning method". *Scientific Reports*, 14(1), 10357.