

# سنجش پتانسیل ترافیکی در شهرها با استفاده از مدل IHWP

## (مطالعه موردی: شهر ارومیه)

اصغر عابدینی، استادیار، دانشکده هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران  
رضا کریمی\*، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران  
\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [karimi699@yahoo.com](mailto:karimi699@yahoo.com)

دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۱۸ - پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۱۵

صفحه ۹-۲۲

### چکیده

در نظام برنامه ریزی شهری ارتباط مستقیمی بین کاربری زمین، معیارهای کالبدی و میزان عرضه تسهیلات حمل و نقل ارائه شده، وجود دارد. لذا هدف این تحقیق در نظر گرفتن معیارهای کالبدی، حمل و نقل و جمعیتی مؤثر در ایجاد ترافیک است تا با ترکیب شاخص های موجود با استفاده از مدل IHWP نقاط دارای پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را مورد ارزیابی قرار دهد. پژوهش حاضر با توجه به هدف آن از نوع تحقیقات کاربردی بوده و با توجه به روش انجام کار، از ماهیتی توصیفی-تحلیلی برخوردار می باشد. جهت اجرای تحقیق تعداد ۱۴ شاخص از میان عوامل مؤثر در ترافیک انتخاب شده و پس از توزیع پرسشنامه بین نخبگان به محاسبه امتیاز شاخص ها بر اساس مدل IHWP اقدام شده است. آماده سازی و فازی سازی لایه ها مبتنی بر رابطه هر کدام از شاخص ها با هدف تحقیق و براساس توابع سیگموئیدی به ترتیب در نرم افزار GIS و Idrisi صورت گرفته و در نهایت با استفاده از Weighted Sum به ترکیب شاخص های ۱۴ گانه با اعمال امتیاز آن ها اقدام شده است. گرایش تحقیقات حمل و نقل به مدل سازی ترافیک با تعداد شاخص های محدود و بخشی موجب شده این تحقیق با ترکیب زیر معیارهای مختلف حمل و نقل، جمعیتی و کالبدی به سنجش پتانسیل ترافیکی موجود در شهرها بپردازد. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که ۱۷ درصد از محدوده شهر ارومیه پتانسیل ترافیکی کم، ۷۷ درصد پتانسیل ترافیکی متوسط و ۶ درصد در محدوده پتانسیل ترافیکی زیاد قرار گرفته اند.

واژه‌های کلیدی: ترافیک، مدل IHWP، ارومیه، فازی، GIS

### ۱- مقدمه

ترافیک یاد می شود، نتیجه مشترک فعالیت زمینی (تقاضا) و قابلیت نظام حمل و نقل برای مقابله با این جریان ترافیکی (عرضه) است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). مهندسان ترافیک، ترافیک را با مایعی مقایسه می کنند که حجم معینی از آن باید درون سیستم جاده ای جریان یابد. ولی ترافیک شهری بیشتر ممکن است شبیه گازی باشد که برای پر کردن فضاهای در

افزایش جمعیت، مهاجرت از روستاها، توسعه شهرها و افزایش روزافزون وسایل نقلیه باعث بوجود آمدن مبحث بسیار مهمی به نام حمل و نقل و ترافیک شهری شده است و به تبع پیچیدگی های این موضوع لزوم ایجاد مدیریت جامع و یکپارچه حمل و نقل و ترافیک به امری اجتناب ناپذیر تبدیل گردیده است. جابجایی مردم و کالا در شهر که از آن به عنوان جریان

دسترس گسترش می‌یابد (Litman, 2015). کلان شهرهای ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه با چالشی به نام ترافیک روبرو هستند. به طوری که برخی از استراتژی‌های مدیریت تقاضای ترافیک که توسط برنامه‌ریزان محلی یا نمایندگان دولت برای غلبه بر نگرانی‌های مربوط به ترافیک مورد استفاده قرار می‌گیرد مبتنی بر تجارب غربی می‌باشد (Soltani & Esmaeili Ivaki, 2011). وضعیت ترافیک در کلان شهرها را می‌توان به عنوان یکی از شاخص‌های مهم کیفیت زندگی دانست. شاخص‌های ذهنی از پیمایش ادراکات، ارزیابی‌ها و رضایت ساکنان از زندگی شهری به دست می‌آیند در حالی که شاخص‌های عینی مربوط به حقایق قابل مشاهده هستند که غالباً از داده‌های ثانویه به دست می‌آیند (شاداب مهر، ۱۳۹۳).

جذب سفر اساس برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک می باشد به طوری که مهندس ترافیک و برنامه ریز شهری باید آثار توسعه های جدید مانند مجتمع اداری، مرکز خرید و توسعه مسکونی را در نظر داشته باشد (George & kattor, 2013). یکی از اهداف برنامه ریزی شهری، حصول اطمینان از وجود تعادلی کارآمد بین کاربری زمین، عوامل کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و قابلیت حمل و نقلی است. امروزه اغلب طرح‌های ترافیک و حمل و نقل شهری کشور به صورت بخشی و مستقل از واقعیات محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی تهیه و اجراء می شوند (علی بیگ و همکاران، ۱۳۸۸). طبیعتاً ارتباط مستقیمی بین کاربری زمین، معیارهای کالبدی و میزان عرضه تسهیلات حمل و نقل ارائه شده، وجود دارد. ترافیک و شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی ممکن است نقش مهمی را در تغییر انواع کاربری‌ها به ویژه دسترسی آن‌ها به مراکز اداری و جاده‌ها را در سطح شهرنشینی بازی کنند. برخی از محققان به این نتیجه رسیده اند که بین نحوه استفاده از زمین و تقاضای ترافیک رابطه وجود دارد که در این مورد مدل اثرات حمل و نقل و کاربری (LUTI) را برای شبیه سازی رابطه بین کاربری‌های شهری و حمل و نقل معرفی می کنند (Han et al., 2015). امروزه تراکم ترافیک به یکی از مشکلات جدی شهرها بخصوص شهرهای بزرگ تبدیل شده و به تبع آن اجرای روش‌های پیشرفته کنترل و مدیریت ترافیک به منظور کاهش تراکم ترافیک، بهبود سطح خدمت رسانی و کارایی

سیستم حمل و نقل شهری نیز با نتایج خوبی همراه بوده است. ارزیابی سطوح تراکم ترافیک در شبکه‌های ارتباطی یکی از ابزارهای مهم برای کنترل و مدیریت ترافیک می باشد چراکه به سازمان‌های مربوطه اجازه می‌دهد تا درک شفاف و واضحی از شرایط عملکردی شبکه ترافیکی که شامل اطلاعات زمانی و مکانی جاده‌های پر ترافیک می‌شود، داشته باشند (He et al., 2016). تراکم ترافیک ویژگی اساسی ماکروسکوپی جریان ترافیک است و در ارزیابی عملکرد ترافیک از نقطه نظر کاربران و اپراتورهای سیستم استفاده می‌شود و به عنوان متغیر کنترل آزادراه‌ها و سیستم‌های نظارتی کاربرد دارد (Al\_ Sobky and Mousa, 2011). بر اساس تحقیقات انجام گرفته، شهر ارومیه بعد از تهران دومین شهر پر تراکم به لحاظ مالکیت خودرو می‌باشد. ولی این عامل به تنهایی نمی‌تواند عامل ایجاد ترافیک در سطح شهر باشد چرا که عوامل مختلفی از قبیل تراکم جمعیتی، تنوع و کارایی حمل و نقل عمومی، مسیرهای پیاده و دوچرخه، توزیع انواع کاربری‌ها و ... در تولید و جذب ترافیک تأثیر گذار می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف در نظر گرفتن عوامل کالبدی، جمعیتی و حمل و نقل مؤثر در ایجاد ترافیک بر آن است تا با ترکیب شاخص‌های موجود با استفاده از مدل IHWP نقاط دارای پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را مورد ارزیابی قرار دهد.

#### ۱-۱- مبانی نظری

در چند دهه گذشته مدل‌های پیش‌بینی تقاضای سفر تا حد زیادی بهبود یافته‌اند و می‌توانند تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها را در شهر حمایت کنند. به طوری کلی مقایسه تحقیقات انجام شده در مورد پیش‌بینی تقاضای سفر بیانگر آن است که دو دسته از آن‌ها نادیده گرفته شده‌اند. ۱- ارزیابی دقت مدل پیش‌بینی کننده که مدل‌ها فاقد آن هستند. مطالعات موجود اختلاف زیادی را بین پیش‌بینی‌ها و تقاضای واقعی سفر نشان می‌دهد. ۲- مفهوم عدم قطعیت در مدل‌ها به صورت سطحی و پراکنده مورد توجه قرار می‌گیرد (Han, 2015).

با توجه به اینکه در اغلب شهرها برخی محدودیت های فنی و مالی در طراحی و اجرای شبکه های حمل و نقل عمومی سریع و مدرن وجود دارد و از بین سیستم های موجود، طراحی و اجرای سیستم اتوبوسرانی نسبت به سایر سیستم ها ارزان تمام می شود لذا ضرورت دارد با مطالعه دقیق و همه جانبه سیستم حمل و نقل عمومی و طراحی مناسب و معقول این سیستم در جهت گسترش سیستم اتوبوسرانی و توسعه آن در تمام قسمت های شهر بتوان از تردد وسایل نقلیه خصوصی در سطح شهر جلوگیری نموده و مشکلات ترافیکی و زیست-محیطی را تقلیل داد. تراکم به عنوان یکی از مهم ترین عوامل مربوط به کاربری زمین تأثیرات گوناگونی بر حمل و نقل دارد؛ به طوری که مثلاً افزایش تراکم سبب کاهش سرانه مالکیت و استفاده از خودرو به ویژه خودروهای شخصی و کاهش طول و زمان سفر می شود. تراکم می تواند شامل تعداد افراد، بخش های مسکونی، تجاری، اشتغال و یا هر فعالیت دیگری باشد (شیخ حسینی و شورچه، ۱۳۸۹).

تراکم شهری مرکب که شامل مناطق در بردارنده مراکز جمعیتی، تجاری، اداری، آموزشی، درمانی و ... است، رابطه نزدیکی با رفتار روزانه مردم دارد. تقاضای سفر در این مناطق یکنواخت نیست و بر اساس تغییر تراکم، تغییر می کند. با طراحی مناسب مناطق بر اساس نیازهای مختلف روزانه، می توان ترافیک را توزیع کرد و آن را کاهش داد. توزیع متمرکز مناطق کسب و کار در شهر باعث تمرکز منطقه ای ترافیک می شود (فرتوک زاده، ۱۳۹۱). کاربری مختلط اراضی شهری خصوصاً اراضی اطراف ایستگاه ها ضمن کاهش نقش سفرهای با اتومبیل، سفرهای پیاده از طریق ایجاد مقاصد سفر درناحیه و محوطه ایستگاه، مسافران بیشتری را به خود جلب می نماید. ترکیب کاربری های مختلف خصوصاً کاربری های اداری و مسکونی تأثیر زیادی در کاهش سفرهای کاری با اتومبیل دارد (قریب و اقدس وطن خواه، ۱۳۸۸).

در تحلیل کلی شاخص ها می توان گفت که میزان ترافیک در معابر کم عرض نسبت به معابر با عرض زیاد، بیشتر می باشد. ولی تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد که توسعه معابر درون شهری سبب می شود تا ضمن عرضه فضای بیشتر برای رانندگی، هزینه سفر کاهش یابد و این امر مشوق استفاده بیشتر از وسایل نقلیه است. در مقابل راه حل توسعه معابر به منظور حل مشکلات

ترافیکی، راهکار تنظیم جهت حرکت معابر (یک طرفه کردن خیابان، معکوس نمودن جهت خیابان و ...) قرار دارد که به عنوان یکی از ابزارهای مدیریت ترافیک، رفته رفته مورد توجه بیشتری قرار می گیرد (فردوسی و شکری فیروزجاه، ۱۳۹۳). بین تعداد واحدهای مسکونی و تعداد شاغلان با ترافیک رابطه مستقیم وجود دارد به طوری که افزایش تعداد شاغلان، افزایش رفت و آمد بین محل کار و سکونت را در پی داشته و در افزایش جریان ترافیک تأثیر گذار خواهد بود. در صورتی که واردات خودرو به شهر متناسب با ظرفیت زیرساخت های حمل و نقل نباشد منجر به ظهور پدیده ترافیک می گردد، که با نحوه توزیع فضائی کاربری ها در شهر نیز ارتباط پیدا می کند. در یک نتیجه گیری کلی می توان گفت بدون هماهنگی بین سیاست های مربوط به کاربری زمین یا همان برنامه ریزی فضایی شهر با بخش حمل و نقل شهری، امکان تحقق اهداف در برنامه ریزی حمل و نقل بسیار دشوار و حتی غیر ممکن به نظر می رسد.

#### ۱-۲- پیشینه تحقیق

برنامه ریزی در جهت حل مشکلات ترافیکی با بکارگیری روش ها و مدل های پیشرفته ترافیکی احتمالاً می تواند در کوتاه مدت رضایت بخشی از عموم به ویژه رضایت مسئولین سیاسی را تأمین نماید لیکن به علت ارتباط سیستمی عناصر و پدیده های شهری در بلند مدت منشاء بروز مسائل و مشکلات دیگری می گردد. به برخی از تحقیقات انجام گرفته در این زمینه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

Collura و Khanta (۲۰۱۴)، در پایان نامه ای با عنوان "ارزیابی مدل های شبیه سازی ترافیک در مناطق عملکردی؛ ناحیه نیوانگلند" با هدف بررسی گونه های مختلف مدل های شبیه سازی ترافیک مانند QUEWZ، Quick Zone، CORSIM و VISSIM به بررسی توانایی مدل های شبیه سازی به منظور اینکه خروجی ها و پیش بینی های مدل تا چه اندازه منطقی و قابل اتکاست، پرداخته اند. یافته ها نشان می دهد که نرم افزار Quick Zone در نواحی روستایی و آزاد راه ها، نرم افزار QUEWZ برای تعیین طول صف در آزاد راه ها، نرم افزار CORSIM و VISSIM برای تحلیل شبکه شریان های پیچیده و ارائه تصویری

از نواحی متراکم ترافیکی کاربرد بهتری داشته‌اند. نرم‌افزار CORSIM به دلیل توانایی ساخت شبکه ارتباطی پیچیده که توانایی انطباق با دستگاه‌های امروزی را دارد نسبت به بقیه قابلیت بیشتری دارد (Khanta and Collura, 2014).

سلطانی و پناهی (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان "ظرفیت سنجی معابر درون شهری بر مبنای ویژگی‌های ساختاری و پیوند با فعالیت‌های مجاور؛ مطالعه موردی منطقه شش شهرداری شیراز" با هدف بررسی رابطه بین قابلیت‌های ساختاری معابر و کاربری زمین در حد فاصل محور معالی آباد و شهرک گلستان (منطقه ۶ شیراز) به این نتیجه رسیده‌اند که هر بخش از شبکه معابر در محدوده مطالعاتی به لحاظ ساختاری، از توانایی‌ها و قابلیت‌های به خصوصی برخوردار است که بایستی در مدیریت عرضه و تقاضای زیر ساخت‌ها و خدمات ترافیکی مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس، می‌توان یک گونه بندی از معابر بر مبنای قابلیت‌های ساختاری ارائه داد که در هر سطح، کاربری‌ها بر مبنای ظرفیت شبکه توزیع شوند (سلطانی و پناهی، ۱۳۹۳).

اودوی و همکاران (۲۰۱۱)، مقاله‌ای با عنوان "کاربری زمین و الگوی ترافیک در امتداد لاگوس، کریدور باجاری، لاگوس و نیجریه" انجام داده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کاربری غالب در امتداد کریدور به ترتیب مسکونی، نهادی و صنعتی بوده و همچنین ۱۲ نقطه درگیر با ترافیک که تحت تسلط کاربری تجاری می‌باشد، در امتداد کریدور شناسایی شده است. توزیع اتفاقی کاربری‌ها نیز باعث تداخل ترافیک تولید شده توسط کاربری‌ها شده است (Oduwaye et al., 2011).

اوینگ و همکاران (۲۰۱۱)، مقاله‌ای با عنوان "ترافیک تولید شده بر اثر توسعه کاربری‌های مختلط، مطالعه شش منطقه سازگار با اقدامات زیست محیطی" که هدف آن ایجاد روشی به منظور افزایش دقت پیش بینی آثار توسعه کاربری‌های مختلط می‌باشد، انجام شده است. نویسندگان به این نتیجه رسیده‌اند که به طور میانگین ۳ سفر از ۱۰ سفر تولید شده بر اثر توسعه کاربری‌های مختلط هیچ فشاری بر شبکه خیابان‌های خارجی وارد نمی‌کند و خیلی کم (به اندازه چند مایل خودرو) سفر تولید می‌کند. همچنین معادلات آماری به دست آمده از داده‌ها نشان می‌دهد که عوامل مؤثر بر کاهش سفر خودروها عبارتند از: ۱- مقدار

کلی و نسبی جمعیت و اشتغال در سایت مورد نظر ۲- اندازه سایت و تراکم فعالیت ۳- اندازه خانوار و مالکیت خودرو ۴- میزان اشتغال در فاصله پیاده روی از سایت ۵- اندازه بلوک‌ها در سایت و ۶- دسترسی به سایت با خودرو در ۳۰ دقیقه (Ewing et al., 2011).

اسدی و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهری؛ مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد" ضمن طرح اهداف، استراتژی و سیاست‌های مدیریت کاربری زمین و بیان رابطه آن با وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهری، به مطالعه موردی کاربری تجاری الماس شرق مشهد می‌پردازد. جهت بررسی تقاضای سفر و اثرات ترافیکی ناشی از مدیریت کاربری مذکور از مدل کلاسیک چهار مرحله‌ای حمل و نقل در محیط نرم افزار 2/EMME استفاده شده است. برای شبیه سازی پروژه در محیط نرم افزار دو سناریو مختلف تعریف شده که نتایج بدست آمده از تحلیل این سناریوها نشان می‌دهد مرکز تجاری الماس شرق با احداث در حاشیه شهر و اجرای صحیح استراتژی و سیاست‌های مدیریت کاربری زمین، توانسته به اهداف مطرح شده در آن دست یابد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۱).

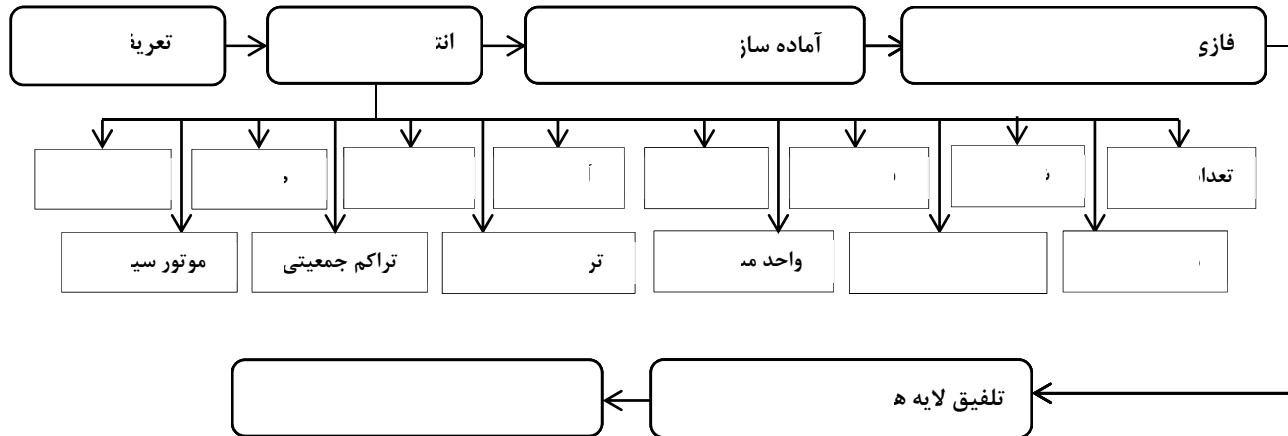
با توجه به اینکه اکثر تحقیقات صورت گرفته در زمینه حمل و نقل به مدل سازی ترافیک با تعداد شاخص‌های محدود و بخشی گرایش پیدا کرده ولی این تحقیق با ترکیب زیر معیارهای مختلف حمل و نقل، جمعیتی و کالبدی به سنجش پتانسیل ترافیکی موجود در شهرها پرداخته است.

### ۱-۳- روش تحقیق

این تحقیق با توجه به هدف آن از نوع تحقیقات کاربردی بوده و با توجه به روش انجام کار، از ماهیتی توصیفی-تحلیلی برخوردار می‌باشد. گردآوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی، مشاهده، توزیع پرسشنامه بین نخبگان و اطلاعات سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ صورت گرفته است. جهت تحقق خروجی تحقیق ابتدا از میان تحقیقات انجام گرفته و نیز بر اساس موجود بودن اطلاعات برای محدوده مورد مطالعه تعداد ۱۴ شاخص مؤثر در ایجاد ترافیک شامل کاربری اداری، تجاری، آموزشی، درمانی، فضای سبز،

صنعتی، تراکم جمعیتی و ساختمانی، مساحت معبر، تعداد خودروی سبک و موتور سیکلت، تعداد واحدهای مسکونی، تعداد شاغلان و حمل و نقل عمومی انتخاب شده است. برای تعیین اهمیت شاخص ها تعداد ۱۵ پرسشنامه به طور تصادفی بین اساتید دانشگاه و کارشناسان مدیریت شهری توزیع شده و سپس

عملیات رقومی سازی، ویرایش نقشه‌ها، ایجاد پایگاه اطلاعاتی و آماده سازی نقشه‌های رستری شاخص‌ها در نرم افزار GIS انجام شده است. در نهایت با استفاده از مدل IHWP به ترکیب شاخص‌ها جهت سنجش پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه اقدام شده است (شکل ۱).

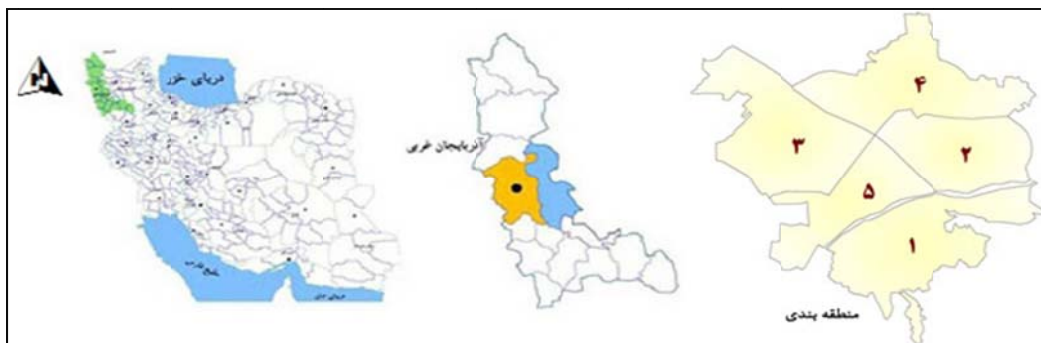


شکل ۱. فرآیند اجرای تحقیق

#### ۱-۴- شناخت محدوده مورد مطالعه

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی است که در شمال غربی کشور واقع شده و جمعیت آن بر اساس سرشماری عمومی سال ۱۳۹۰، ۶۶۷۴۹۹ نفر و تعداد خانوار آن ۱۹۶۳۵۳ خانوار می باشد. شهر ارومیه از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به شهرستان نقده، از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز ترکیه و عراق محدود می گردد (مهندسان مشاور طرح و آمایش، ۱۳۸۹) (شکل

۲). بر اساس نظام تقسیمات شهرداری، شهر ارومیه شامل ۵ منطقه شهری بوده بر اساس نتایج سرشماری ۱۳۹۰، دارای ۱۱۲۶۱۳ خودروی سبک می باشد که نشان دهنده بالا بودن میزان مالکیت خودرو می باشد به طوری که مطالعات بیانگر آن است که ارومیه با داشتن ۸۰ خودرو به ازای هر ۱۰۰۰ نفر که از تهران با رقم ۶۲ خودرو به ازای هر ۱۰۰۰ نفر نیز بیشتر است، دومین شهر پرتراфик ایران بعد از تهران است.



شکل ۲. موقعیت استان آذربایجان غربی و شهر ارومیه در کشور به همراه منطقه بندی شهر (مهندسین مشاور آرمانشهر، ۱۳۸۵)

## ۲- مدل پژوهش

رتبه بندی می شوند. بر این اساس با اهمیت ترین متغیر از نظر تأثیر در ایجاد ترافیک عدد ۱ و کم اهمیت ترین عدد را به خود اختصاص می دهد (جدول ۱).

### ۲-۲- مرحله دوم: فازی سازی عوامل مؤثر در ایجاد ترافیک

جهت فازی سازی شاخص ها در این تحقیق از تابع فازی سازی سیگموییدی در نرم افزار IDRISI استفاده شده است که داده ها را به صورت نسبی و با شیب ملایم از حالت کلاسیک به حالت فازی تبدیل می کند (شکل ۳ و ۴). انتخاب نوع توابع بر اساس رابطه شاخص ها با هدف تحقیق انجام می گیرد.

با توجه به نظرات کارشناسی اخذ شده متخصصین امر برای تمامی شاخص های مورد مطالعه در بخش های مختلف فروزی حاصل می شود. در این تحقیق شاخص های کاربری تجاری، اداری، آموزشی، درمانی، صنعتی، تراکم جمعیتی و ساختمانی، تعداد خودروی سبک و موتور سیکلت، تعداد واحد مسکونی با هدف تحقیق رابطه مستقیم و شاخص های مساحت معبر، حمل و نقل عمومی و کاربری فضای سبز با هدف تحقیق رابطه معکوس دارند (جدول ۲).

مدل IHWP ترکیبی از روش منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار کیومرث حبیبی در پایان نامه دکتری خود در دانشگاه تهران استفاده کرده است (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

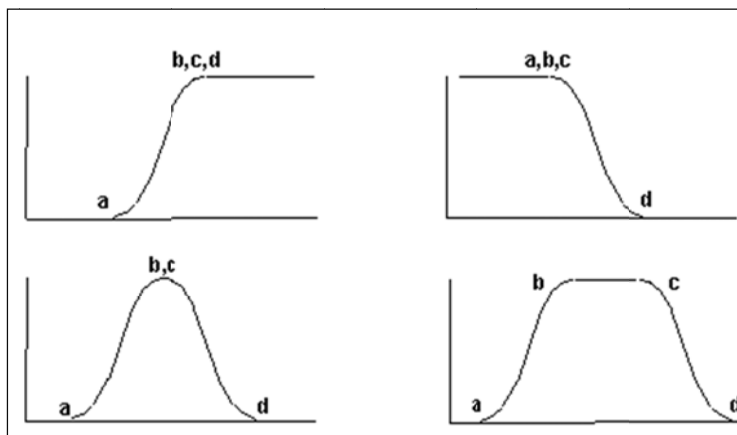
### ۲-۱- مرحله اول: تعیین ماتریس داده ها

ماتریس داده های این پژوهش از ۱۴ شاخص تشکیل شده است. نتایج حاصل از پرسشنامه های کارشناسی نشان دهنده اختلاف سطح و اهمیت داده ها نسبت به همدیگر است در نتیجه لازم است از میانگین رتبه های کسب شده در جهت سنجش پتانسیل ترافیکی استفاده کرد. جدول زیر میانگین و رتبه کسب شده هر متغیر را نشان می دهد همان طور که در جدول ۱ دیده می شود پس از شناسایی لایه های مورد بررسی براساس میزان اهمیت هر عامل در ایجاد ترافیک، ابتدا شاخص های انتخابی براساس شاخص دلفی رتبه بندی می شوند. سپس معکوس رتبه هر لایه به عنوان وزن آن در روش IHWP در نظر گرفته می شود. در مدل با توجه به نظرات کارشناسی افراد متخصص، ۱۴ شاخص ذکر شده در کلاس های مختلف بر اساس درجات مختلف اهمیت آن

جدول ۱. طبقه بندی شاخص ها جهت سنجش پتانسیل ترافیکی با استفاده از مدل IHWP

شاخص	رتبه	معکوس رتبه
کاربری تجاری	۱	۱۴
کاربری اداری	۱۱	۴
کاربری درمانی	۷	۸
کاربری آموزشی	۸	۷
کاربری صنعتی	۱۰	۵
کاربری فضای سبز و باغات	۱۳	۲
تراکم جمعیتی	۳	۱۲
تراکم ساختمانی	۵	۱۰
مساحت معبر	۴	۱۱
تعداد خودروی سبک	۲	۱۳

۱	۱۴	تعداد موتور سیکلت
۹	۶	تعداد واحد مسکونی
۳	۱۲	تعداد شاغلان
۶	۹	حمل و نقل عمومی (شبکه اتوبوسرانی)

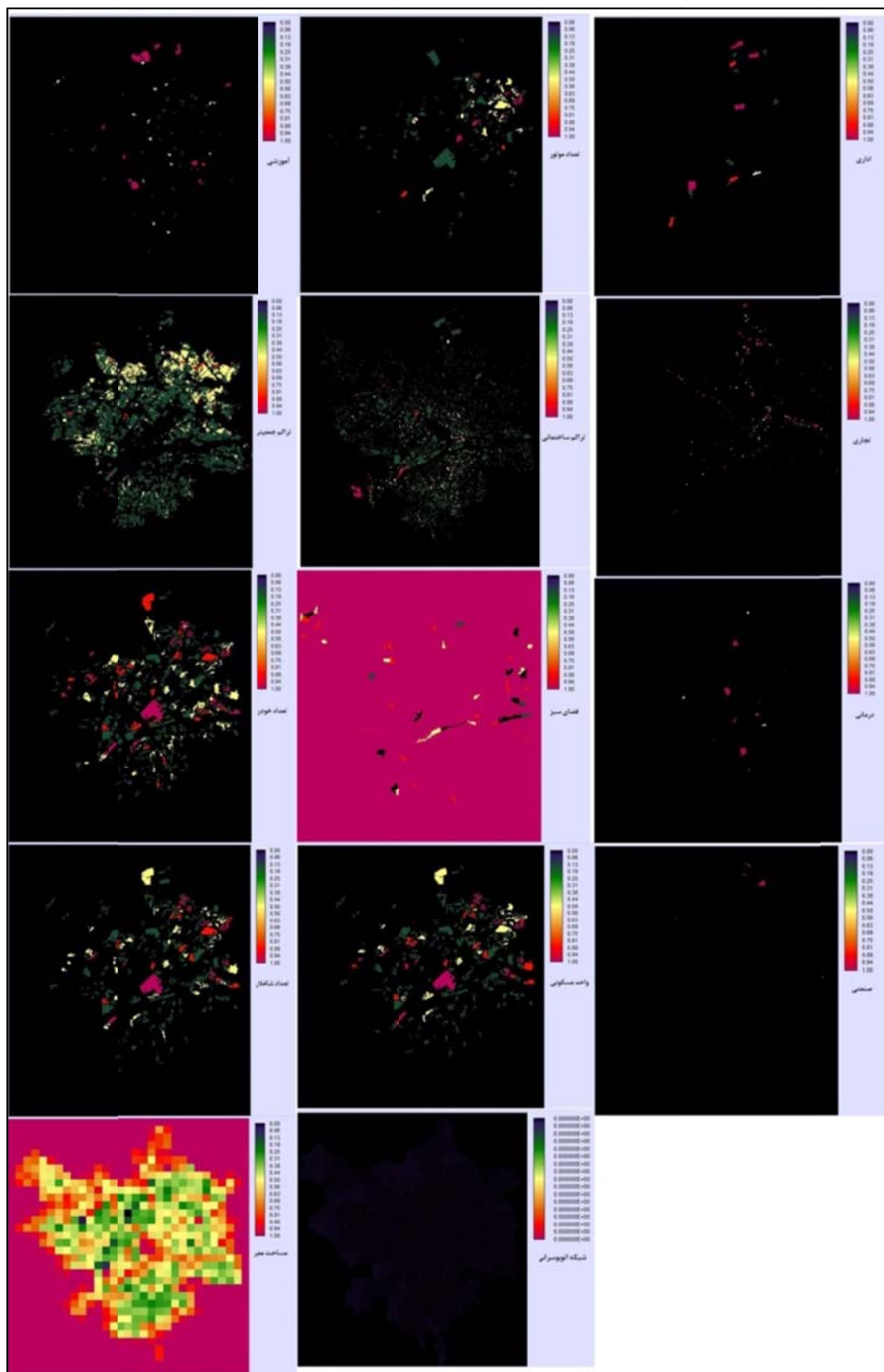


شکل ۳. توابع سیگموئید جهت فازی سازی شاخص ها

جدول ۲. مقادیر مورد استفاده برای توابع عضویت فازی و مقادیر نقاط کنترلی برای استاندارد سازی شاخص ها

نوع عضویت	نقاط کنترل		امتیاز لایه	شاخص
	c یا a	d یا b		
increasing	۱۰	۱۳۵۱۸	۱۴	کاربری تجاری
increasing	۰	۴۴۴	۱۳	تعداد خودروی سبک
increasing	۰	۹۸۵	۱۲	تراکم جمعیتی
decreasing	۴۰	۸۶۷۲۱	۱۱	مساحت معبر
increasing	۰	۹۶۰	۱۰	تراکم ساختمانی
increasing	۰	۷۹۹	۹	تعداد واحد مسکونی
increasing	۲۹۵	۸۱۷۹۸	۸	کاربری درمانی
increasing	۱۹۷	۱۳۲۷۹۹	۷	کاربری آموزشی
decreasing	۰	۱	۶	حمل و نقل عمومی
increasing	۶۵۵	۶۰۸۷۲	۵	کاربری صنعتی
increasing	۲۳۶	۱۵۹۵۵۰	۴	کاربری اداری
increasing	۰	۸۳۲	۳	تعداد شاغلان
decreasing	۱۸۸	۲۲۶۹۷۷	۲	کاربری فضای سبز و باغات
increasing	۰	۲۳	۱	تعداد موتور سیکلت

پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۵۲، پاییز ۱۳۹۶



شکل ۴. شاخص های فازی شده بر اساس توابع سیگموئیدی



## ۳-۲- مرحله سوم: وزن دهی به دادها بر اساس مدل

### IHWP

محاسبه امتیاز لایه های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) به شکل روابط ریاضی زیر است [حبیبی و همکاران، ۱۳۹۱].

$$j = D - (N - i) X \quad (1)$$

امتیاز به دست آمده برای طبقه بندی های مختلف هر شاخص  $j =$

$$X = D / N \quad (2)$$

امتیاز اولیه هر شاخص  $X =$

رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندی های مختلف هر شاخص  $i =$

امتیاز بدست آمده از مدل دلفی  $D =$

تعداد کلاس های هر شاخص  $N =$

در جدول ۳ اعداد داخل پرانتز شاخص ها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی ( $D$ ) و اعداد داخل پرانتز طبقه بندی هر شاخص، رقم اختصاص داده شده به طبقه بندی های مختلف هر شاخص ( $i$ ) است. در نهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخص ها محاسبه شده است. به عنوان مثال بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه ها شاخص تعداد واحد مسکونی رتبه ششم را در سنجش پتانسیل ترافیکی به خود اختصاص داده است که با توجه به شاخص های ۱۴ گانه معکوس رتبه ۹ را اخذ می کند. نقشه تعداد واحد مسکونی در طیفی از ۱ تا ۵ طبقه بندی شده که کلاس ۱ حاکی از کمترین تعداد واحد و کلاس ۵ حداکثر تعداد واحد مسکونی در شهر را نشان می دهد حال اگر وزن داده را بر تعداد کلاس تقسیم نمائیم به هر کلاس معادل ۱/۸ اختصاص می یابد. بدیهی است که بیشترین وزن یعنی ۹ به بیشترین تعداد واحدهای مسکونی و کم ترین وزن یعنی ۱/۸ به کم ترین تعداد واحد مسکونی اختصاص می یابد (جدول ۳).

## ۳-۲-۴- مرحله چهارم: تلفیق نقشه ها

در این مرحله با استفاده از ابزار Weighted Sum در نرم افزار GIS به تلفیق نقشه های فازی شده با تأثیر امتیاز بدست آمده از مدل IHWP اقدام شده است.

## ۳- تحلیل

### ۳-۱- تحلیل یافته ها

نتایج حاصل از تلفیق لایه های اطلاعاتی شاخص ها بر اساس مدل IHWP بیانگر آن است که حدود ۱۱۱۶ هکتار از سطح شهر ارومیه شامل ۱۷ درصد پتانسیل ترافیکی کم، ۵۰۱۳ هکتار شامل ۷۷ درصد پتانسیل ترافیکی متوسط و ۳۵۳ هکتار شامل ۶ درصد در محدوده پتانسیل ترافیکی زیاد قرار گرفته است. همچنین نتایج حاصله به تفکیک مناطق ۵ گانه بیانگر آن است که در منطقه یک ۲۴ درصد محدوده پتانسیل ترافیکی کم، ۷۵ درصد پتانسیل متوسط و ۱ درصد پتانسیل ترافیکی زیاد دارد. در منطقه دو نیز ۲۲ درصد محدوده پتانسیل ترافیکی کم، ۷۱ درصد پتانسیل متوسط و ۷ درصد پتانسیل ترافیکی زیاد دارد. در منطقه سه ۱۶ درصد محدوده را پتانسیل ترافیکی کم، ۸۲ درصد پتانسیل متوسط و ۲ درصد محدوده را پتانسیل ترافیکی زیاد شامل می شود. در منطقه چهار ۱۱ درصد محدوده در پتانسیل ترافیکی کم، ۸۲ درصد پتانسیل متوسط و ۷ درصد در محدوده پتانسیل ترافیکی زیاد قرار گرفته است. در منطقه پنج نیز ۱۴ درصد محدوده را پتانسیل ترافیکی کم، ۷۲ درصد پتانسیل متوسط و ۱۴ درصد را پتانسیل ترافیکی زیاد شامل می شود (شکل ۵).

### ۳-۲- تحلیل شاخص ها

نتایج حاصل از تحلیل شاخص شبکه اتوبوسرانی در شهر ارومیه بیانگر آن است که ۷۳ درصد محدوده شهر تحت پوشش شعاع دسترسی پیاده (۴۰۰ متر) و ۲۷ درصد فاقد دسترسی پیاده به محدوده تحت پوشش شبکه اتوبوسرانی می باشد. بر اساس شاخص کاربری آموزشی ۲۴ درصد کاربری های آموزشی شهر مساحتی کمتر از ۵۰۰۰ متر مربع، ۲۰ درصد مساحتی بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر مربع، ۱۰ درصد مساحتی بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر مربع، ۳ درصد مساحتی بین ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر مربع و ۴۴ درصد مساحتی بیشتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع دارند. در شاخص

تراکم جمعیتی ۵۰ درصد محدوده شهر تراکم جمعیتی کمتر از ۱۵۰ نفر در هکتار، ۳۹ درصد تراکم بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ نفر در هکتار، ۱۰ درصد تراکم ۳۰۰ تا ۴۵۰ نفر در هکتار و ۱ درصد تراکم بین ۴۵۰ تا ۶۰۰ نفر در هکتار دارند. با توجه به شاخص تعداد موتورسیکلت ۸۹ درصد محدوده شهر تعداد موتورسیکلت کمتر از ۳ عدد، ۷ درصد تعداد موتور بین، ۴ تا ۶ عدد، ۳ درصد تعداد موتور بین ۷ تا ۹ عدد و ۱ درصد تعداد موتور بیشتر از ۱۲ عدد دارند.

بر اساس شاخص تراکم ساختمانی ۸۸ درصد محدوده شهر تراکم ساختمانی کمتر از ۱۵۰ درصد، ۱۱ درصد تراکم بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ درصد و ۱ درصد تراکم ساختمانی بیشتر از ۳۰۰ درصد دارند. در تحلیل شاخص کاربری اداری ۳۴ درصد کاربری‌های اداری شهر مساحتی کمتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع، ۱۶ درصد مساحتی بین ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ متر مربع، ۳ درصد مساحتی بین ۴۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع، ۱۴ درصد مساحتی بین ۶۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ متر مربع و ۳۳ درصد مساحتی بیشتر از ۸۰۰۰۰ متر مربع دارند. برای شاخص کاربری درمانی ۱۰ درصد کاربری‌های درمانی شهر مساحتی کمتر از ۵۰۰۰ متر مربع، ۷ درصد مساحتی بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر مربع، ۹ درصد مساحتی بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر مربع، ۵ درصد مساحتی بین ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر مربع و ۶۹ درصد مساحتی بیشتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع دارند.

نتایج حاصل از تحلیل شاخص تعداد خودروی سبک بیانگر آن است که ۶۹ درصد از محدوده شهر تعداد خودروی کمتر از ۵۰ عدد، ۱۷ درصد تعداد خودروی بین ۵۰ تا ۱۰۰ عدد، ۶ درصد تعداد خودروی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد، ۴ درصد تعداد خودروی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ عدد و ۴ درصد تعداد خودروی بیشتر از ۲۰۰ عدد دارند.

در تحلیل شاخص کاربری صنعتی می‌توان گفت ۲ درصد کاربری‌های صنعتی شهر مساحتی کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع، ۵

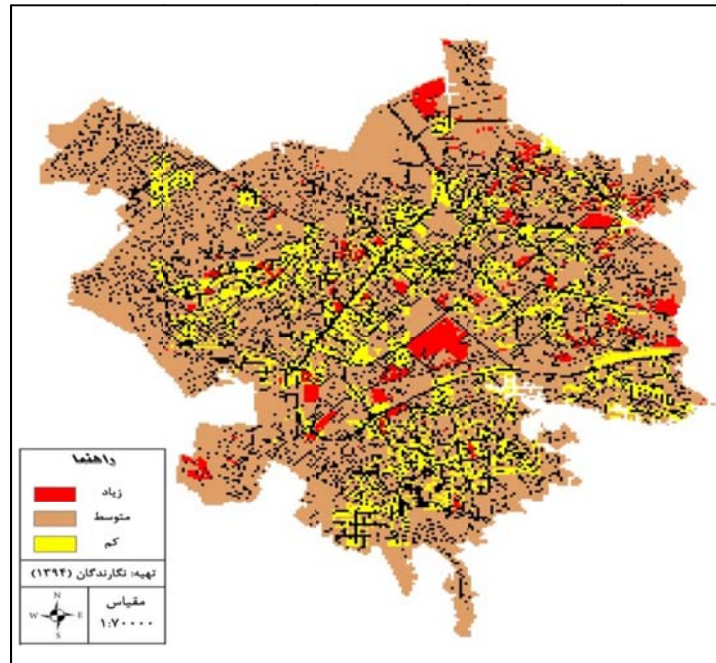
درصد مساحتی بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مربع، ۲ درصد مساحتی بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر مربع، ۵ درصد مساحتی بین ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر مربع و ۸۶ درصد مساحتی بیشتر از ۲۵۰۰ متر مربع دارند. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل شاخص کاربری فضای سبز می‌توان بیان کرد که ۳۵ درصد کاربری‌های فضای سبز شهر مساحتی کمتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع، ۱۶ درصد مساحتی بین ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ متر مربع، ۱۴ درصد مساحتی بین ۴۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع، ۷ درصد مساحتی بین ۶۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ متر مربع و ۲۷ درصد مساحتی بیشتر از ۸۰۰۰۰ متر مربع دارند. بر اساس شاخص تعداد واحد مسکونی ۷۶ درصد محدوده شهر تعداد واحد مسکونی کمتر از ۱۰۰ واحد، ۱۵ درصد تعداد واحد مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ واحد، ۴ درصد تعداد واحد مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ واحد، ۲ درصد تعداد واحد مسکونی بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ واحد و ۴ درصد تعداد واحد مسکونی بیشتر از ۴۰۰ واحد دارند. در تحلیل شاخص تعداد شاغلان می‌توان به این نکته اشاره کرد که ۷۵ درصد محدوده شهر تعداد شاغلان کمتر از ۱۰۰ نفر، ۱۴ درصد تعداد شاغلان بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ نفر، ۵ درصد تعداد شاغلان بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ نفر، ۲ درصد تعداد شاغلان بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ نفر و ۳ درصد تعداد شاغلان بیشتر از ۴۰۰ نفر دارند. نتایج مربوط به محاسبه مساحت شاخص کاربری تجاری بیانگر آن است ۴۹ درصد کاربری‌های تجاری در شهر مساحتی کمتر از ۵۰۰ متر مربع، ۱۵ درصد مساحتی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع، ۱۰ درصد مساحتی بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر مربع، ۸ درصد مساحتی بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مربع و ۱۸ درصد مساحتی بیشتر از ۳۰۰۰ متر مربع دارند. نتایج بدست آمده از محاسبات مربوط به مساحت هر طبقه از لایه اطلاعاتی مساحت معابر بیانگر آن است که ۱۹ درصد مساحت معابر در شبکه مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مربع مساحتی کمتر از ۱۵۰۰۰ متر مربع، ۳۵ درصد مساحت معابر در شبکه مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مربع مساحتی بین ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ متر مربع، ۱۷ درصد مساحت معابر در شبکه

مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مساحتی بین ۳۰۰۰۰ تا ۴۵۰۰۰ متر مربع، ۲۴ درصد مساحت معابر در شبکه مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مساحتی بین ۴۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع دارند.

مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مساحتی بین ۳۰۰۰۰ تا ۴۵۰۰۰ متر مربع، ۲۴ درصد مساحت معابر در شبکه مربعی به اندازه ۴۰۰X۴۰۰ متر مساحتی بین ۴۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع دارند.

جدول ۳. نمونه‌ای از طبقه بندی شاخص‌ها و محاسبه امتیاز مربوط به هر طبقه با استفاده از مدل IHWP

شاخص	طبقه بندی	امتیاز	شاخص	طبقه بندی	امتیاز
تجاری (۱۴)	کمتر از ۵۰۰ متر مربع (۱)	۲/۸	مساحت معبر (۱۱)	کمتر از ۱۵۰۰۰ متر مربع (۵)	۲/۲
	بین ۵۰۱ تا ۱۰۰۰ متر مربع (۲)	۵/۶		بین ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ متر مربع (۴)	۴/۴
	بین ۱۰۰۱ تا ۲۰۰۰ متر مربع (۳)	۸/۴		بین ۳۰۰۰۰ تا ۴۵۰۰۰ متر مربع (۳)	۶/۶
	بین ۲۰۰۱ تا ۳۰۰۰ متر مربع (۴)	۱۱/۲		بین ۴۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع (۲)	۸/۸
	بیشتر از ۳۰۰۰ متر مربع (۵)	۱۴		بیشتر از ۶۰۰۰۰ متر مربع (۱)	۱۱
واحد مسکونی (۹)	کمتر از ۱۰۰ واحد (۱)	۱/۸	فضای سبز (۶)	کمتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع (۵)	۰/۴
	بین ۱۰۱ تا ۲۰۰ واحد (۲)	۳/۶		بین ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ متر مربع (۴)	۰/۸
	بین ۲۰۱ تا ۳۰۰ واحد (۳)	۵/۴		بین ۴۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ متر مربع (۳)	۱/۲
	بین ۳۰۱ تا ۴۰۰ واحد (۴)	۷/۲		بین ۶۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ متر مربع (۲)	۱/۶
	بیشتر از ۴۰۰ واحد (۵)	۹		بیشتر از ۸۰۰۰۰ متر مربع (۱)	۲



شکل ۵. نقشه پتانسیل سنجی ترافیک در شهر ارومیه بر اساس مدل (IHWP)

پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۵۲، پاییز ۱۳۹۶

## ۴- نتیجه گیری

با توجه به اهمیت برنامه ریزی کاربری اراضی و در کنار آن حمل و نقل جهت تأمین نیازمندی های فعالیت های کاربری اراضی، اطلاع از میزان تقاضای حمل و نقل با توجه به کاربری ها از اساسی ترین موارد در برنامه ریزی است، چرا که بدون آگاهی از این عوامل، برنامه ریزی درست امکان پذیر نخواهد بود. توزیع مناسب و برابر امکانات و پیشرفت ها در نقاط مختلف شهر، عامل مهمی در کاهش بار ترافیک در نقاط پر ازدحام شهر است. کلیه امکانات رفاهی و شهری در مناطق مختلف شهر باید به صورت یکسان توزیع شود تا از جابه جایی های شهروندان از نقاط محروم از امکانات به نقاط پیشرفته و مجهز شهری کاسته شود. امروزه مشکلات ناشی از افزایش بار ترافیکی به سبب عدم توجه به زیر ساخت های شهری و برنامه ریزی حمل و نقل و همچنین عدم برنامه ریزی و اجرای صحیح در تخصیص کاربری اراضی و توسعه نادرست شهری از یک طرف و سیاست نادرست تولید و عرضه وسایل نقلیه و هم چنین تقاضای بالا برای وسایل نقلیه شخصی به دلیل نارسایی سیستم حمل و نقل عمومی شهرها از طرف دیگر و بسیاری مسایل دیگر ایجاد شده است. لذا این تحقیق در پی آن بوده تا پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را بر اساس شاخص های کاربری اداری، تجاری، آموزشی، درمانی، فضای سبز، صنعتی، تراکم جمعیتی و ساختمانی، مساحت معبر،

تعداد خودروی سبک و موتور سیکلت، تعداد واحدهای مسکونی، تعداد شاغلان و حمل و نقل عمومی از طریق کاربرد مدل IHWP مورد سنجش قرار دهد. برای این منظور تعداد ۱۴ شاخص از میان عوامل مؤثر در ترافیک انتخاب شده و پس از توزیع پرسشنامه بین نخبگان به محاسبه امتیاز شاخص ها بر اساس مدل IHWP اقدام شده است. آماده سازی و فازی سازی لایه ها در نرم افزار GIS و Idrisi صورت گرفته و در نهایت با استفاده از Weighted Sum به ترکیب شاخص های ۱۴ گانه با اعمال امتیاز آن ها اقدام شده است. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که ۱۷ درصد از محدوده شهر ارومیه پتانسیل ترافیکی کم، ۷۷ درصد پتانسیل ترافیکی متوسط و ۶ درصد در محدوده پتانسیل ترافیکی زیاد قرار گرفته اند (جدول ۴). در نتیجه می توان گفت که بخش زیادی از سطح شهر ارومیه به لحاظ پتانسیل ترافیکی در طبقه ترافیکی متوسط قرار دارد و در صورتی که در طرح های مربوط به برنامه ریزی، طراحی و حمل و نقل شهری تعادل بین جمعیت، فضا و فعالیت ملاک عمل قرار نگیرد طی سال های آتی کلاس طبقه ترافیکی متوسط می تواند به نقاط با تراکم ترافیکی زیاد تبدیل شود و همین امر می تواند مشکلات جبران ناپذیری را به سیستم شهری وارد سازد.

جدول ۴. نتایج حاصل از سنجش پتانسیل ترافیک در شهر ارومیه و مناطق ۵ گانه

محدوده	پتانسیل ترافیک (درصد)		
	کم	متوسط	زیاد
منطقه یک	۲۴	۷۵	۱
منطقه دو	۲۲	۷۱	۷
منطقه سه	۱۶	۸۲	۲
منطقه چهار	۱۱	۸۲	۷
منطقه پنج	۱۴	۷۲	۱۴
شهر	۱۷	۷۷	۶

## ۵- مراجع

- اسدی، م. و رهنما، م. ر. و لگزیان، م. (۱۳۹۱)، "بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهری؛ مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد"، مدیریت شهری، شماره ۳۰، ص. ۱۴۴-۱۳۱.
- حبیبی، ک. و جوانمردی، ک. و زندی، پ. (۱۳۹۱)، "پیاده سازی مدل فازی و تحلیل سلسله مراتبی معکوس جهت تعیین آسیب پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله (نمونه موردی: محله سرپوله شهر سنندج)"، ساخت شهر، دوره دهم، شماره ۲۰، ص. ۳۳-۲۵.
- زنگی آبادی، ع. و رضائی، م. و مؤمنی شهرکی، م. و میرزایی، س. (۱۳۹۲)، "ارزیابی آسیب پذیری بخش مرکزی کلان شهرهای ایران در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل IHWP مطالعه موردی: منطقه ۳ شهر اصفهان"، آمایش جغرافیایی فضا، شماره ۸، ص. ۱۵۶-۱۳۷.
- سلطانی، ع. و پناهی، ن. (۱۳۹۳)، "ظرفیت سنجی معابر درون شهری بر مبنای ویژگی‌های ساختاری و پیوند با فعالیت‌های مجاور، مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری شیراز"، پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال پنجم، شماره ۱۹، ص. ۳۸-۲۱.
- شیخ حسنی، ح. و شورچه، م. (۱۳۸۹)، "تبیین اثرات برنامه ریزی کاربری زمین بر حمل و نقل شهری"، دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ص. ۲۶-۱.
- شاداب مهر، ه. (۱۳۹۳)، "رابطه خصوصیات مناطق شهری با رفتارهای قانون گریزانه ترافیکی"، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، شماره ۳۵، ص. ۳۸-۱۵.
- عباسی، م. و امامی میبدی، م. و ضیایی، م. (۱۳۹۲)، "تعیین میزان تولید و جذب سفر کاربری‌های مختلف شهر مشهد"، دوازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ص. ۱۴-۱.
- علی بیگ، الف. و علیزاده، ن. و حجتی، ع. (۱۳۸۸)، "بررسی راهکارهای کاهش ترافیک در کلان شهر تهران"، مطالعات مدیریت شهری، سال اول، پیش شماره دوم، ص. ۱۳۴-۱۰۷.
- فردوسی، س. و شکری فیروزجاه، پ. (۱۳۹۳)، "کاهش معضلات ترافیک درون شهری با رویکرد تنظیم جهت حرکت معابر"، مطالعات برنامه ریزی شهری، سال دوم، شماره ۷، ص. ۱۱۰-۸۷.
- فرتوک زاده، ح. ر. و رجبی نهوجی، م. (۱۳۹۱)، "مدل سازی پویای ترافیک کلان شهرها به منظور ارائه سیاست‌های بهبود حمل و نقل (نمونه موردی: کلان شهر تهران)"، پژوهشنامه حمل و نقل، سال نهم، شماره اول، ص. ۸۱-۶۳.
- قریب، ف. و اقدس وطن خواه، م. (۱۳۸۸)، "بررسی اثرات کاربری زمین و توسعه شهری بر حمل و نقل سریع همگانی"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۳، ص. ۲۵۶-۲۴۹.
- مهندسان مشاور طرح و آمایش (۱۳۸۹)، "مطالعات طرح جامع تجدید نظر شهر ارومیه"، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی.
- Al\_ Sobky, Al. and Mousa, R. (2011), "Traffic Density Determination and its Applications Using Smartphone", Alexandria Engineering Journal, No. 55, pp. 513- 523.

- He, F., Yan, X., Liu, Y. and Ma, L. (2011), "Traffic Congestion Assessment Method for Urban Road Networks Based on Speed Performance Index", *Procedia Engineering*, No. 137, pp. 425- 433.
- Khanta, P.R. and Collura, J. (2014), "Evaluation of Traffic Simulation Models for Work Zones in the New England Area", *Master of Science in Civil Engineering*, University of Massachusetts, pp. 1- 72.
- Litman, T. (2015), "Generated Traffic and Induced Travel, Implications for Transport Planning", *Transport Policy Institute*, pp. 1- 38.
- Oduwaye, L., Alade, W. and Adekunle, S. (2011), "Land Use and Traffic Pattern along Lagos – Badagry Corridor, Lagos", *Nigeria, REAL CORP*, pp. 525- 532.
- Soltani, A. and Esmaeili Ivaki Y. (2011), "The influence of urban physical form on trip generation, evidence from metropolitan Shiraz, Iran", *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 4, No. 9, pp. 1168- 1174.
- <https://fa.wikipedia.org/wiki>.
- Ewing, R. Greenwald, M., Zhang, M., Walters, J., Feldman, M., Cervero, R., Frank, L., and Thomas, J. (2011), "Traffic Generated by Mixed-Use Developments —Six-Region Study Using Consistent Built Environmental Measures", *JOURNAL OF URBAN PLANNING AND DEVELOPMENT*, Vol. 137, No. 3, pp. 248- 261.
- George, p. and Kattor, G.J. (2013) "Forecasting Trip Attraction Based on Commercial Land Use Characteristics", *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 2, Issue 9, pp. 471- 479.
- Han, Y. (2015), "Temporal Transferability Assessments of Vehicle Ownership Models and Trip Generation Models for Boston Metropolitan Area", *Massachusetts Institute of Technology*, pp. 1- 161.
- Han, H., Yang, Ch. and Song, J. (2015), "Scenario Simulation and the Prediction of Land Use and Land Cover Change in Beijing, China", *Sustainability*, No.7, pp. 4260-4279.