فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۱۰، شمارهٔ پیاپی ۳۶، بهار ۱۳۹۸
شاپا چاپی: ۵۲۲۹-۲۲۲۸ - شاپا الکترونیکی: ۳۸۴۵-۲۴۷۶
http://jupm.miau.ac.ir

پتانسیل‌یابی معابر مستعد جهت احداث ایستگاه‌های اتوبوس شهری با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) و الگوریتم پس انتشار خطا (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)

میلاد باقری: کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
شهاب مرادی پور: داکارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
میثم ارگانی[1]: استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶ صص ۷۴- ۶۳ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۰

چکیده

حمل و نقل همواره یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ساختار شهرها بوده است و در یک صده اخیر با گسترش انواع وسایل نقلیه موتوری و تغییرات فزاینده جمعیتی به یکی از اصلی‌ترین مشکلات شهرنشینی بدل گردیده است. با توجه به حجم مسافرت‌های درون شهری در شهر کرمانشاه، طراحی ایستگاه‌های اتوبوس به صورت استاندارد از جمله مواردی است که باعث پهلوگیری مناسب اتوبوس در ایستگاه‌ها، کاهش زمان پیاده و سوار شدن کاربران و تأثیر منفی کمتر این سیستم بر تردد سایر وسایل نقلیه می شود. هدف این پژوهش در گام نخست تعیین پهنه‌های مستعد دارای بیش‌ترین پتانسیل جهت احداث ایستگاه اتوبوس و در گام دوم تعیین بهترین معابر جهت احداث ایستگاه اتوبوس در میان این پهنه‌ها می‌باشد. از جمله ساختارهای مهم شبکه‌های عصبی، پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد که برای انجام این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. لذا در این مقاله با شناسایی معیارهای تأثیرگذار و به کارگیری شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، ۵۰۰ نقطه به عنوان نقاط آموزشی شبکه تهیه و تعداد ۱۰ لایه میانی نیز تعیین شد؛ سپس با اجرای شبکه پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه به دست آمدند. در گام بعد از میان پهنه‌های به دست آمده معابر مستعد جهت احداث ایستگاه مشخص گردیدند. در نهایت مشخص گردید که از میان ۶۵۹۳۸۳ متر معابر شهری کرمانشاه، ۶۵۰۱۲ متر آن مستعد احداث ایستگاه می باشد. هم چنین مشاهده شد که معابر مستعد در نزدیکی نقاط پرتراکم جمعیتی، مرکز شهر، مراکز فرهنگی و تجاری قرار دارند.

واژگان کلیدی: پتانسیل یابی، ایستگاه اتوبوس، شبکه عصبی، پرسپترون چند لای، کرمانشاه.

[1]. **نویسنده مسئول**: *argany@ut.ac.ir*. ۰۹۱۲۳۲۴۶۰۸۷

مقدمه:

حرکت عامل اصلی پویایی زندگی شهری و تداوم بخش کلیه فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در سطح شهرها است. همچنین، حمل و نقل و زیر ساخت‌های مرتبط با آن به صورت مستقیم بر توسعه کالبدی شهرها اثرگذار هستند. حمل و نقل شهری به عنوان بخشی از کل سیستم حمل و نقل یکی از اجزای سیستم ارتباطات شهری است که با هدف دسترسی بین کاربری‌های مختلف در محدوده شهر، کار عبور و مرور و جا به جایی انسان و کالا را بین این فضاهای انطباق یافته یا کاربری-ها را بر عهده دارد. ایستگاه‌های اتوبوس به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم حمل و نقل شهری، گره‌های سیستم حمل و نقل عمومی شهری به شمار می‌آیند و لازم است در محل‌هایی تعبیه شوند که ضمن افزایش پوشش و دسترسی این سیستم در مناطق مختلف شهر، موجب کاهش زمان سفر بین نقاط مختلف شهر شوند (*Ogden, 2017: 51*). معمولاً در سیستم‌های حمل و نقل شهری، فاصله زمانی مهم تر از فاصله مکانی و جغرافیایی است؛ ضمن این که توسعه حمل و نقل عمومی به عنوان مناسب‌ترین راهکار برای حل مشکلات حمل و نقل درون شهری مانند ازدحام، شلوغی، آلودگی هوا و مصرف زیاد فرآورده-های نفتی است (*Clark, 1957: 241*). با توجه به حجم مسافرت‌های درون شهری در شهر کرمانشاه طراحی ایستگاه‌های اتوبوس به صورت استاندارد، از جمله مواردی است که باعث پهلوگیری مناسب اتوبوس در ایستگاه‌ها، کاهش زمان پیاده و سوار شدن کاربران و تاثیر منفی کمتر این سیستم بر تردد سایر وسایل نقلیه می‌شود. در این پژوهش سعی شده است با بکارگیری شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و تعیین معیارهای تاثیرگذار پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه اتوبوس مشخص و سپس از میان پهنه‌های بدست آمده معابر دارای بیشترین پتاسیل جهت احداث ایستگاه اتوبوس تعیین شوند. لازم به ذکر است که در این پژوهش هدف تعیین مکان ایستگاه‌های اتوبوس در نقاط خاصی از معابر شهری نیست بلکه هدف از انجام این پژوهش نیل به اهداف زیر می باشد:

- شناسایی معیارهای تأثیرگذار در پتانسیل یابی پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه اتوبوس.
- تعیین پهنه‌های مناسب جهت احداث ایستگاه با توجه به معیارهای تاثیرگذار و با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه.
- مشخص کردن معابر مستعد در میان پهنه‌های تعیین شده جهت احداث ایستگاه اتوبوس.

مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش:

در این پژوهش از شبکه عصبی پرسپترون برای پیش بینی بهترین معابر برای احداث ایستگاه اتوبوس استفاده است. پیش بینی یکی از بهترین کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی است. شبکه‌های عصبی مصنوعی، در اصل به تقلید از سیستم‌های عصبی زیستی مغز انسان توسعه یافته‌اند (*Noori et al, 2011: 443*). از جمله ساختارهای مهم شبکه‌های عصبی، پرسپترون چند لایه[1] (*MLP*) با االگوریتم پس انتشار خطا[2]است که برای انجام این پژوهش استفاده شده است. این الگوریتم به خوبی قادر به تقریب توابع دل‌خواه می باشد (*Gomez et al, 2002: 25*). این ساختار شبکه عصبی در بررسی سامانه‌های پویای غیر خطی و دیگر مسائل تقریب تابع از اهمیت زیادی برخوردار است (*Hunter et al, 2000: 15*). در واقع یکی از الگوریتم‌های یادگیری *MLP*، الگوریتم پس انتشار خطاست. مبانی نظری این الگوریتم همان مبانی نظری روش‌های معمول مبتنی بر مشتقات جزئی گوس–نیوتون و نیتون–رافسون است (*Díaz-Álvarez et al, 2018: 140*). الگوریتم پس انتشار خطا دارای سه الگوریتم

---

1. *Multilayer Perceptron*
2. *Error Back-Propagation*

یادگیری است؛ شبکه با ضریب یادگیری ساده شبکه با ضریب یادگیری متغیر و شبکه ای که از روش لونبرگ – مارکوات استفاده می‌کند. در این مطالعه از روش لونبرگ – مارکوات برای آموزشی شبکه *MLP* استفاده شده است. در این نوع شبکه از یک لایه‌ی ورودی جهت اعمال ورودی‌های مسأله، یک لایهٔ پنهان و یک لایهٔ خروجی که نهایتاً پاسخ‌های مسأله را ارائه می-نماید، استفاده می‌شود. گره‌هایی که در لایهٔ ورودی هستند، نورون های حسی و گره‌های لایه‌ی خروجی، نورون‌های پاسخ دهنده هستند و در لایه‌ی پنهان نیز، نورون‌های پنهان وجود دارند (*Coulibaly et al, 2005: 891*). برای کار با شبکه عصبی مصنوعی ابتدا باید پارامترهای تاثیرگذار بر خروجی مورد نظر، به عنوان لایه‌های ورودی[1] به شبکه داده شوند و سپس تعدادی نقاط تعلیمی در اختیار شبکه قرار بگیرد، تا شبکه با استفاده از این نقاط[2] میزان تأثیر هر یک از لایه‌های ورودی را تعیین نماید، درواقع شبکه با این کار آموزش لازم را برای رو به رو شدن با مناطق جدید کسب می‌کند (*Díaz-Álvarez et al, 2018: 141*).

مایکل‌برنیک و رابرت سرورو برای طراحی دهکده‌های حمل و نقلی اصول چهارگانه‌ای را معرفی کرده‌اند که عبارتند از (*Kisi, 2005: 17*): الف) دهکده حمل و نقلی دارای فاصله حدود ۵۰۰ متر (۵ دقیقه پیاده روی) از ایستگاه حمل و نقل همگانی باشند. ب) ایستگاه‌های حمل و نقل و فضاهای شهری و عمومی پیرامون آن به عنوان مرکزیت دهکده به شمار می‌روند. ج) ایستگاه‌های حمل و نقل سبب تسهیل ارتباط ساکنان و کارکنان با دیگر مناطق، دسترسی آسان به مرکز شهر، مراکز اصلی فعالیتی و دیگر مقاصد عامه پسند شوند. د) فضاهای عمومی اطراف ایستگاه دارای نقشی عمده به عنوان یک نقطه گردهمایی اجتماعی و مکانی برای برگزاری مراسمات ویژه و رویدادهای مهم هستند. در مطالعه‌ای با استفاده از مدل تحلیل شبکه (*ANP*) و مدل منطق فازی[3] نشان داده شد که ایستگاه‌های اتوبوس موجود در شهر خرم‌آباد، از موقعیت مکانی مناسب برخوردار نبوده و نیازمند ساماندهی هستند (وارثی و همکارن، ۱۳۹۴). مطالعات نشان می‌دهد ۶۰ درصد مردم تهران از سیستم حمل و نقل عمومی استفاده می کنند که از این تعداد ۲۳ درصد از اتوبوس برای جابه جایی در شهر تهران استفاده می‌کنند (*Jalili et al, 2008: 14*). در پژوهشی، با پیش بینی سرمای دیررس بهاره ایستگاه خرمآباد با استفاده از مدل پرسپترون چند لایه به تاثیر آن بر سیستم حمل و نقل شهری، ضمن آشکارسازی رخداد وقوع نسبت به کاهش خسارات و اختلالات ناشی از آن به خودروها و تاسیسات زیرساختی حمل و نقل درون شهری پرداخته شد (تقوی گودرزی و همکارن، ۱۳۹۳: ۱۱۳). در پژوهشی دیگر به منظور بررسی تداخل‌های ناخواسته یا عمدی با توان سیگنالی ارسالی توسط ماهواره‌های موقعیت یاب[4] با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه به فیلتر کردن غیر خطی و ردیابی تداخلات خواسته و یا ناخواسته با توان سیگنالی ارسالی سیستم موقعیت یاب پرداخته شد (شفیعی و همکارن، ۱۳۹۴: ۱۱۱).

روش تحقیق:

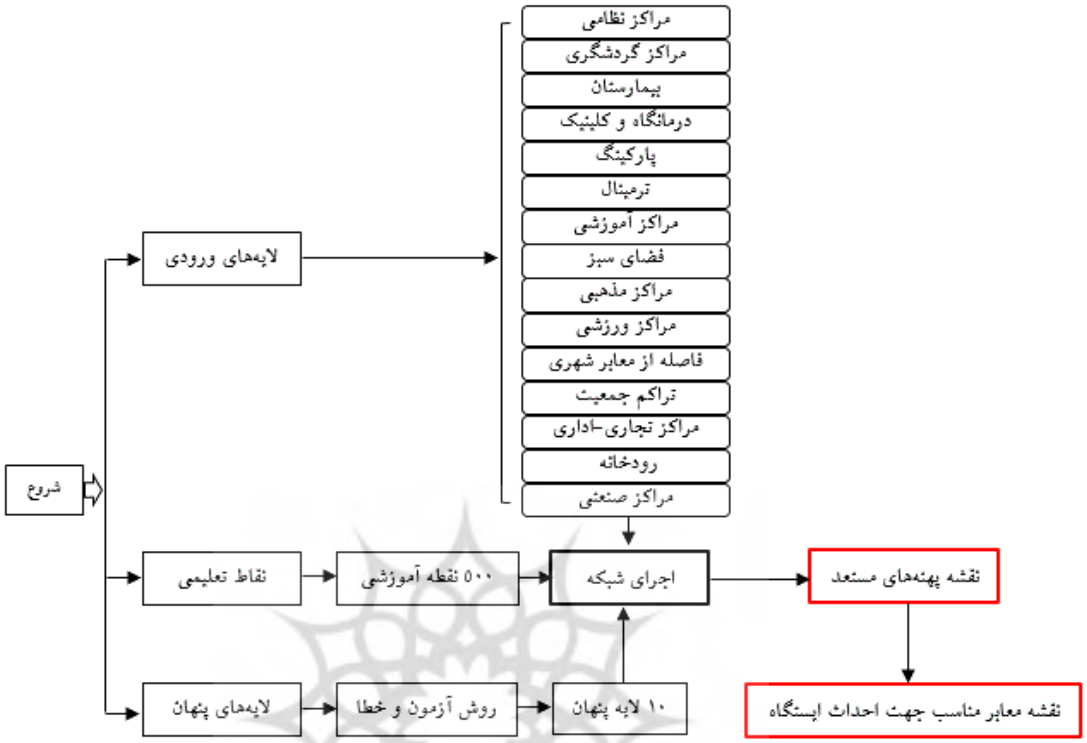
نوع پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی است که با استفاده از روش اسنادی-کتابخانه‌ای به معرفی معیارهای تاثیرگذار پرداخته شده است. در این مقاله با هدف تعیین معابر مناسب جهت احداث ایستگاه اتوبوس، ۱۵ معیار تاثیرگذار جهت احداث ایستگاه اتوبوس در پهنه‌های مستعد مشخص شدند. سپس لایه‌های اطلاعاتی معیارهای ذکر شده از شهرداری کرمانشاه تهیه و جهت انجام تحلیل‌های مکانی با استفاده از نرم‌افزار *ARC GIS* تابع تحلیلی فاصله بر روی نقشه‌ها اعمال و تمامی لایه‌ها با استفاده از رابطه زیر به مقادیر بین صفر و یک نرمال شدند.

$$X_{ij} = \frac{X_i - X_{MIN}}{X_{MAX} - X_{MIN}}$$

---

1. *Input*
2. *Target*
3. *Fuzzy Logical*
4. *Global Positioning System*

(۱) y ارزش نرمال شده لایه مورد نظر، X_i ارزش لایه ورودی، $Xmin$ کمترین ارزش لایه و $Xmax$ بیش‌ترین ارزش لایه مورد نظر می‌باشد. در مرحله بعد معیارهای تاثیرگذار بر پتانسیل‌یابی پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه اتوبوس، به عنوان لایه-های ورودی به شبکه داده می‌شوند. در شکل شماره (۱) روند اجرای پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۱- روند اجرای پژوهش – منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶.

شناسایی معیارهای تأثیرگذار لازمه روند پژوهش و شناسایی پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه می‌باشد. لذا با انجام یک مطالعه کتاب خانه‌ای توسط نگارندگان و در نظر گرفتن شرایط اجتماعی و طبیعی شهر کرمانشاه عوامل مؤثر در این زمینه استخراج گردیدند. در جدول شماره (۱) معیارهای تأثیرگذار در پتانسیل‌یابی پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه‌های اتوبوس ذکر گردیده‌اند.

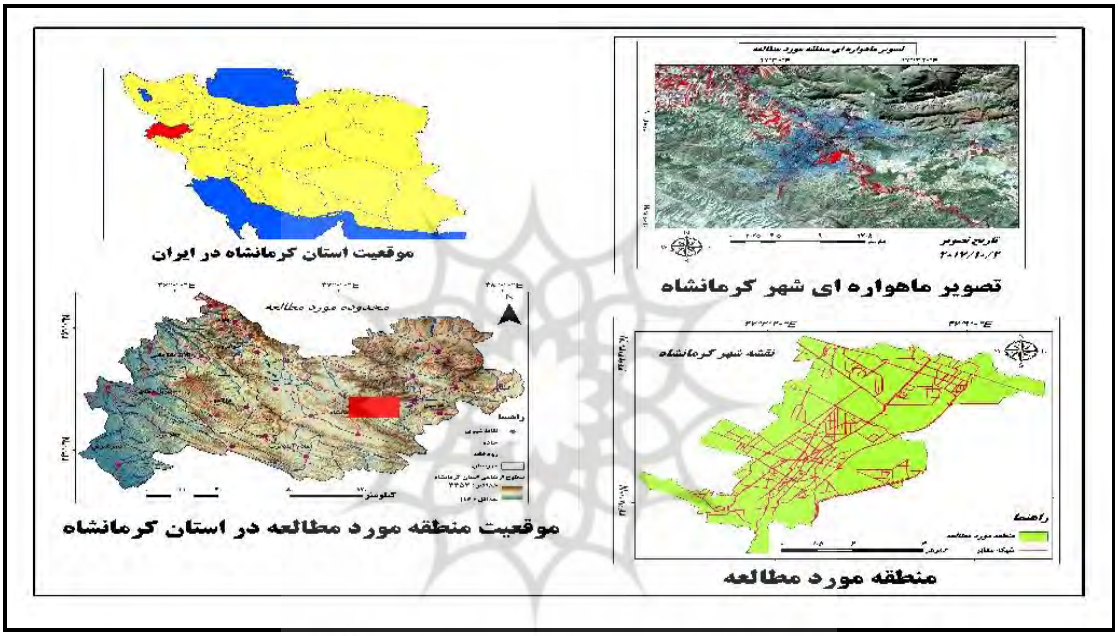
جدول ۱- عوامل تاثیر گذار در پتانسیل یابی معابر مستعد جهت احداث ایستگاه های اتوبوس

معیار ها	نوع پردازش انجام شده
تراکم جمعیت؛ فاصله از بیمارستان، فاصله از پارکینگ، فاصله از ترمینال	اعمال تابع تحلیلی فاصله در محیط *Arc GIS* بر روی داده های شهرداری کرمانشاه و نرمال کردن لایه ها بین صفر و یک
فاصله از درمانگاه و کلینیک	
فاصله مراکز تجاری-اداری	
فاصله از مراکز آموزشی	
فاصله از رودخانه، فاصله از معابر ورزشی	
فاصله از مراکز نظامی و مذهبی	
فاصله از پارک و فضای سبز و رودخانه	
کاربری از مراکز گردشگری و ورزشی	
فاصله از مراکز ورزشی	

منبع- مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶.

قلمرو مکانی پژوهش:

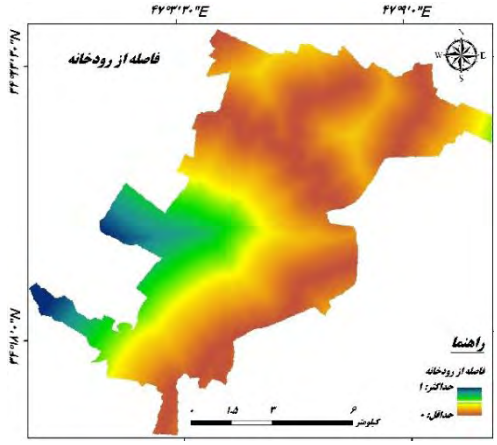
منطقه مورد مطالعه شهر کرمانشاه دارای مساحت ۹۶۵۲۵۵۲۵ متر مربع، به عنوان مرکز استان در شرق استان کرمانشاه و در ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. شهر کرمانشاه نهمین شهر پرجمعیت ایران و یکی از کلان شهرهای ایران و مرکز استان کرمانشاه می باشد. این شهرستان دارای جمعیتی بالغ بر ۹۴۷,۰۰۰ نفر در سال ۱۳۹۵ بوده است (درگاه ملی آمار، ۱۳۹۶). در حال حاضر مجموع ناوگان اتوبوس رانی درون شهری کرمانشاه ۳۴۲ دستگاه است که از این تعداد روزانه ۲۹۰ دستگاه اتوبوس، روزانه فعال هستند. اتوبوس‌های فعال ناوگان حمل و نقل درون شهری کرمانشاه در ۵۲۰ خط کار جابه‌جایی مسافران را در ۸۵۰ ایستگاه انجام و روزانه ۱۶۰ هزار نفر مسافر را جا به جا می‌کنند. طول کل معابر شهری در شهرستان کرمانشاه نیز ۶۵۹۳۸۳ متر می‌باشد (روزنامه باختر، ۱۳۹۶؛ خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)، ۱۳۹۶). شکل شماره (۲) قلمرو مکانی پژوهش را نشان می دهد.



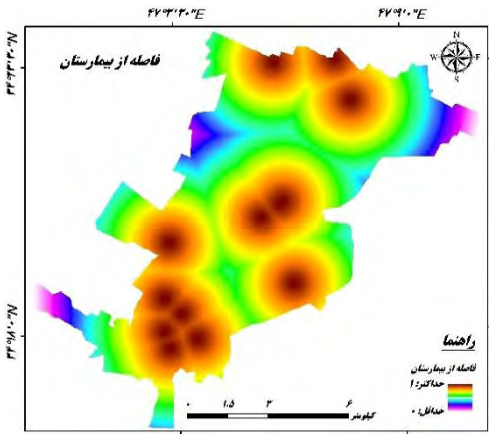
شکل ۲- نقشه محدوده مورد مطالعه

یافته‌های پژوهش:

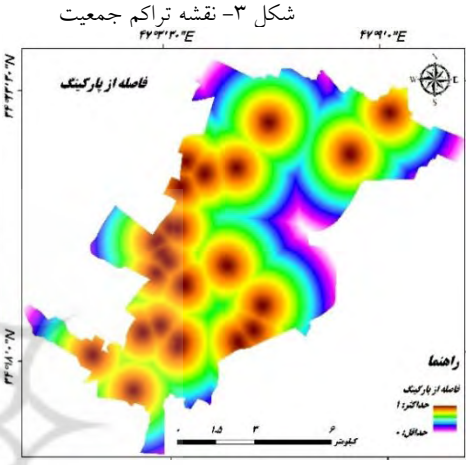
اکثر ایستگاه‌های اتوبوس شهر کرمانشاه بصورت نامتوازن در سطح شهر توزیع یافته‌اند و در بسیاری از موارد از نقاط تقاضای جمعیتی فاصله دارند لذا یافتن مکان مناسب جهت توزیع کارآمد ایستگاه‌های اتوبوس جهت بهبود سیستم حمل و نقل شهری و رفع مشکلات آن بسیار با اهمیت است. ۱۵ پارامتر مؤثر و کلیدی جهت احداث ایستگاه اتوبوس شامل: تراکم جمعیت شکل شماره (۳)، فاصله از بیمارستان شکل شماره (۴)، فاصله از پارکینگ شکل شماره (۵)، فاصله از درمانگاه و کلینیک شکل شماره (۶)، فاصله از مراکز تجاری-اداری شکل شماره (۷)، فاصله از ترمینال شکل شماره (۸)، فاصله از رودخانه شکل شماره (۹)، فاصله از مراکز آموزشی شکل شماره (۱۰)، فاصله از مراکز نظامی شکل شماره (۱۱)، فاصله از مراکز مذهبی شکل شماره (۱۲)، فاصله از مراکز ورزشی شکل شماره (۱۳)، فاصله از فضای سبز شکل شماره (۱۴)، فاصله از معابر شهری شکل شماره (۱۵)، فاصله از مراکز صنعتی شکل شماره (۱۶) و فاصله از مراکز گردشگری شکل شماره (۱۷) می باشند.



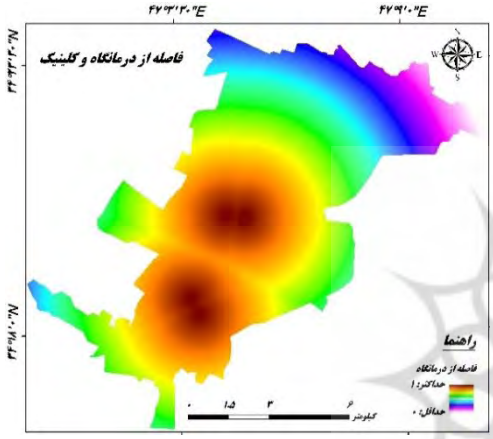
شکل ۳- نقشه تراکم جمعیت



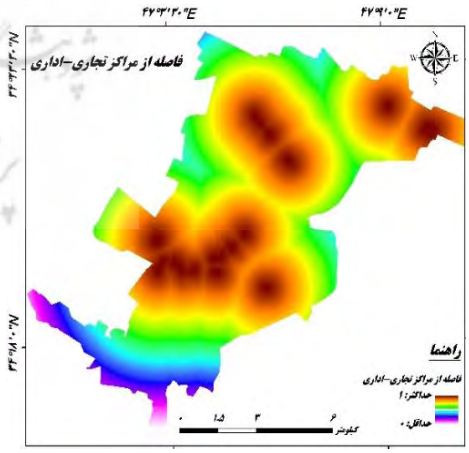
ش کل۴- نقشه فاصله از بیمارستان



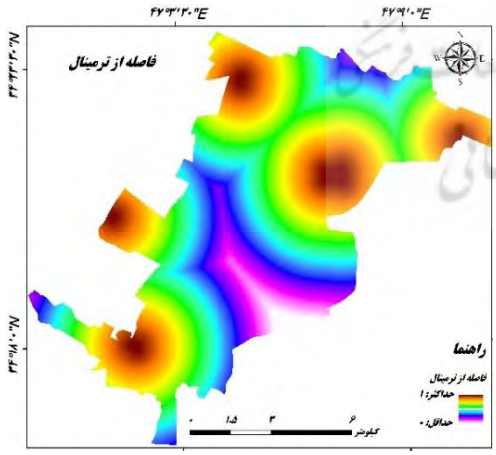
شکل ۵- نقشه فاصله از پارکینگ



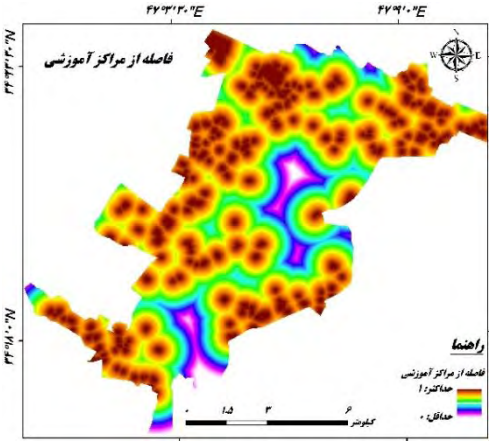
شکل۶- نقشه فاصله از درمانگاه



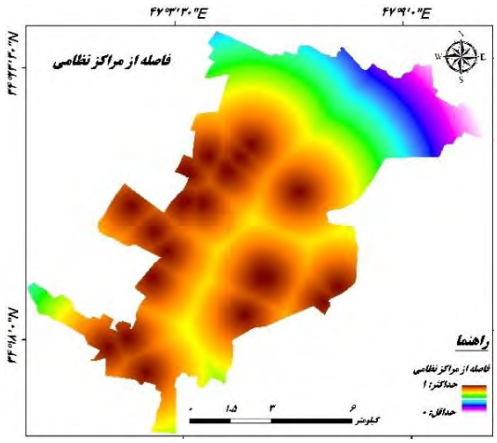
شکل ۷- نقشه فاصله از مراکز تجاری-اداری



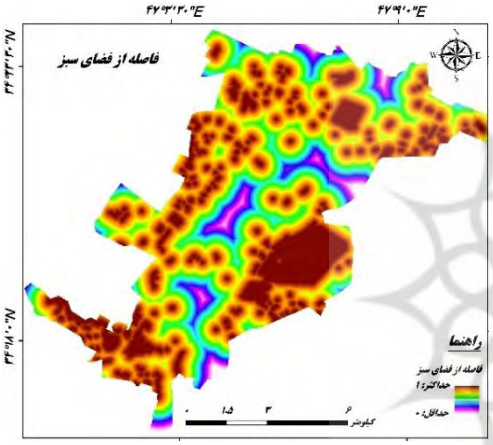
شکل ۸- نقشه فاصله از ترمینال



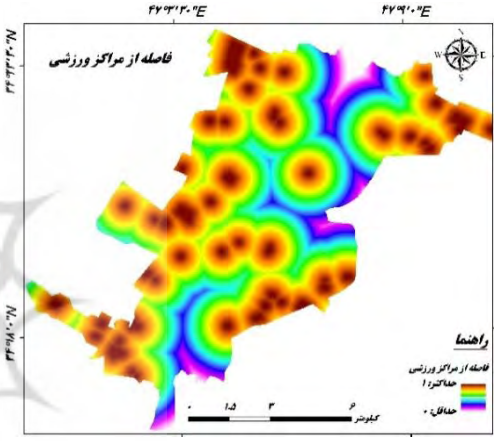
شکل ۱۰- نقشه فاصله از مراکز آموزشی



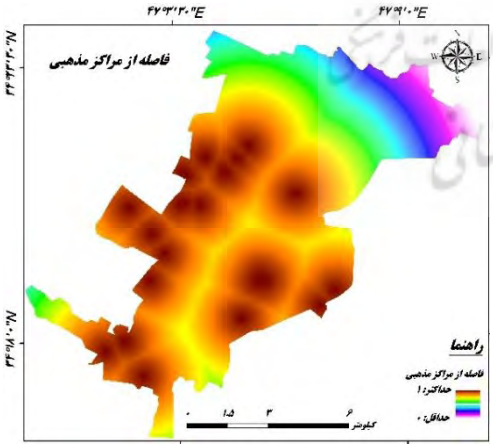
شکل ۱۱- نقشه فاصله از مراکز نظامی



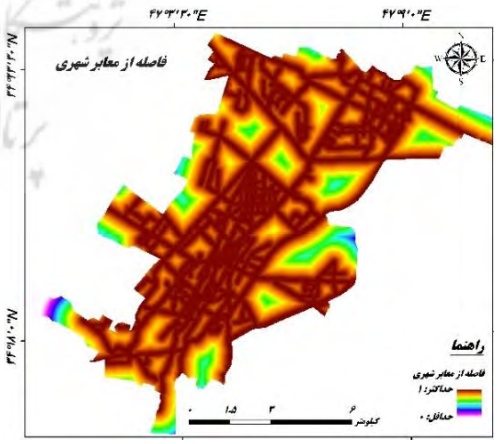
شکل ۱۴- نقشه فاصله از فضای سبز



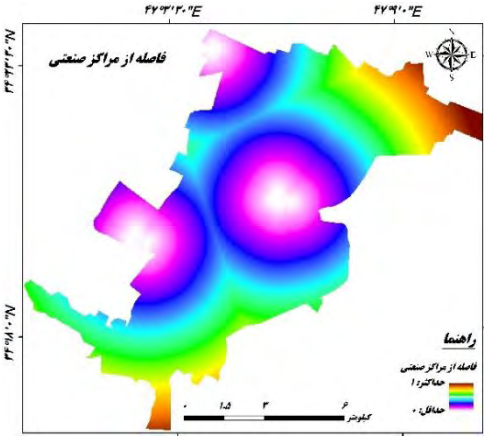
فاصله از مراکز آموزشی



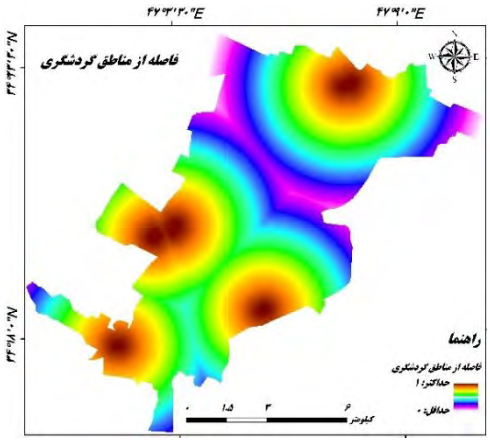
شکل ۱۶- نقشه فاصله از مراکز مذهبی



شکل ۱۵- نقشه فاصله از معابر شهری

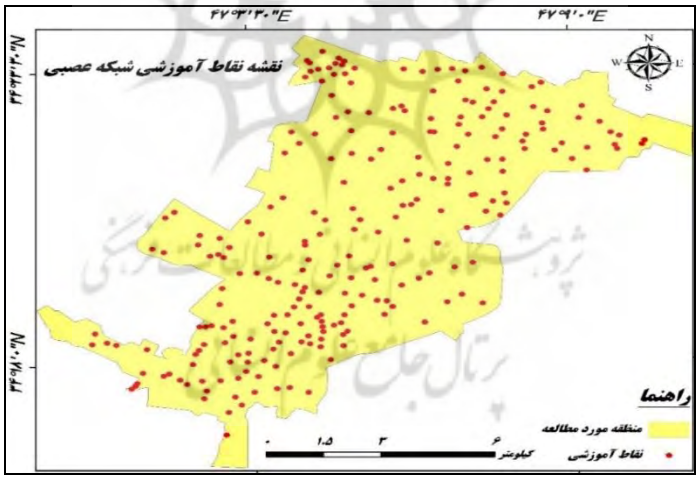


شکل ۱۶- نقشه فاصله از مراکز صنعتی



شکل ۱۷- نقشه فاصله از مناطق گردشگری

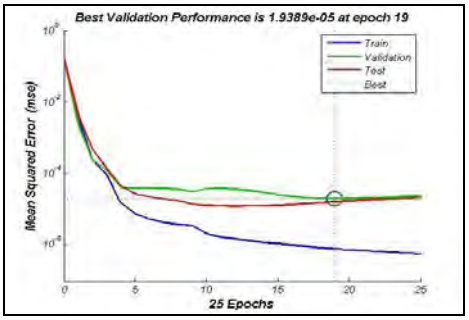
لازم به ذکر است در نظر نگرفتن برخی معیارها همانند مناطق مسکونی یا مناطق صنعتی به علت هم پوشانی با معیارهای موجود یا عدم تاثیرگذاری در مناطق شهری بوده است. این ۱۵ پارامتر به عنوان ورودی به شبکه معرفی گردیدند. پس از تهیه شاخص‌های ورودی، برای تهیه نقاط تعلیمی، ۵۰۰ نمونه آموزشی انتخاب شد. این نقاط آموزشی به سه بخش که؛ بخش نخست برای آموزش، بخش دوم برای متوقف کردن محاسبات وقتی خطا رو به افزایش می‌گذارد و بخش سوم برای راستی آزمایی شبکه، تقسیم شدند. از ۵۰۰ نقطه آموزشی ۷۰ درصد نقاط (۳۵۰ نقطه) در آموزش شبکه، ۱۵ درصد (۷۵ نقطه) جهت اعتبار سنجی که به منظور کالیبره کردن مدل استفاده می‌شوند و در نهایت ۱۵ درصد (۷۵ نقطه) باقی مانده به منظور ارزیابی و نتیجه‌گیری استفاده می شوند. شکل شماره (۱۸) نشان دهنده‌ی پراکندگی نقاط آموزشی شبکه می باشد.



شکل ۱۸- نقشه نقاط آموزشی شبکه عصبی- منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۶.

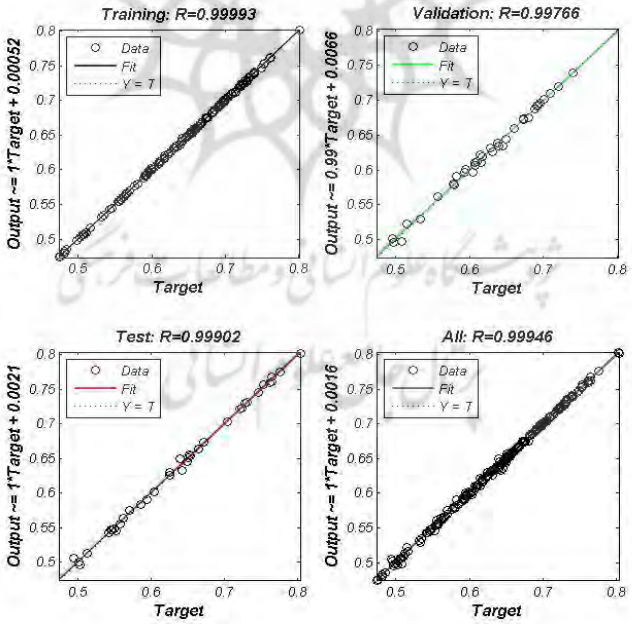
بعد از انتخاب ورودی‌ها و نقاط آموزشی شبکه، تعداد لایه‌های پنهان مشخص می‌شود. برای انتخاب تعداد نورون‌های لایه‌های میانی یا پنهان روش‌های زیادی وجود دارد؛ یکی از کارآمدترین این روش‌ها روش آزمون و خطاست که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. در این روش بهترین انتخاب برای تعداد نورون‌های لایه میانی، زمانی ایجاد می شود که طی مراحل آموزش و آزمایش شبکه، خطای شبکه به کمترین مقدار ممکن برسد. تعداد لایه‌های پنهان شبکه در این تحقیق، ۱۰ لایه انتخاب شد. بعد از تعیین تعداد لایه‌های پنهان در نهایت کل منطقه مورد مطالعه در اختیار شبکه تعلیم دیده قرار گرفته و شبکه *MLP* با ساختار ۱۵ لایه ورودی، ۱۰ لایه میانی، یک نورون در لایه خروجی که باعث به دست آمدن یک نقشه خروجی

می شود (نقشه پهنه‌های مناسب جهت احداث ایستگاه اتوبوس) و الگوریتم آموزش لونبرگ–مارکوات، اجرا شد. شکل شماره (۱۹) تعداد دفعات تکرار در شبکه را نشان می دهد.



شکل ۱۹- برازش تعداد دفعات تکرار در شبکه عصبی- منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۶.

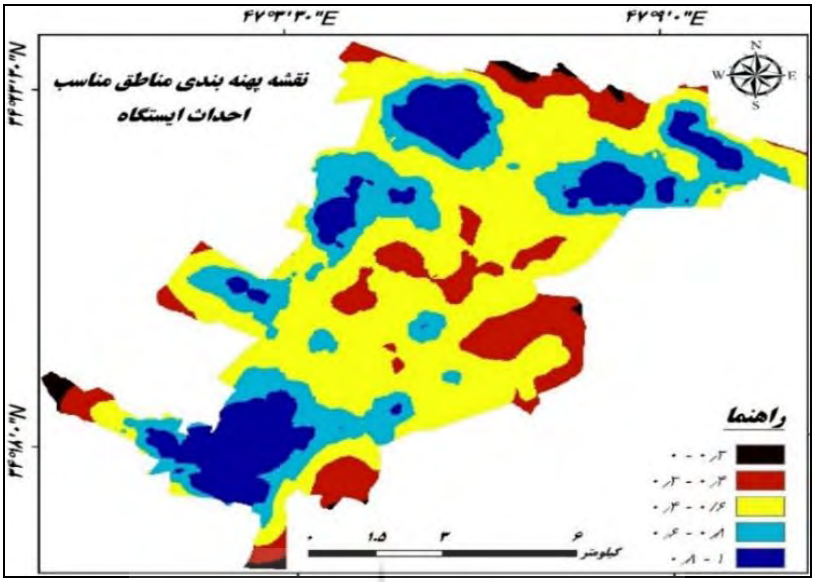
همان طور که در شکل مشخص شده است شبکه بعد از ۲۵ بار تکرار متوقف شده و به آموزش‌های لازم دست پیدا کرده است. مشاهده می‌شود که شبکه در تکرار ۱۹ به بهینه‌ترین حالت ممکن یعنی بیشترین همبستگی و کمترین خطا رسیده است. در شکل شماره (۲۰) نمودار برازش و ضرایب رگرسیون مراحل آموزش، صحت سنجی و آزمون نهایی شبکه عصبی نشان داده شده‌اند که بیانگر مقادیر بالایی است که برای این مراحل به دست آمده است. در شبکه عصبی مصنوعی جلوگیری از یادگیری بیش از حد شبکه بسیار مهم است، زیرا در این حالت شبکه به جای یادگیری و درک روابط بین پارامترها شروع به از بر کردن اطلاعاتی می کند که در اختیار آن گذاشته شده است (*Díaz-Álvarez et al, 2014: 140*). بخش دوم داده‌های آموزشی برای همین امر در شبکه تعبیه شده که برای این مرحله نیز ضریب ۰,۹۳ به دست آمد.



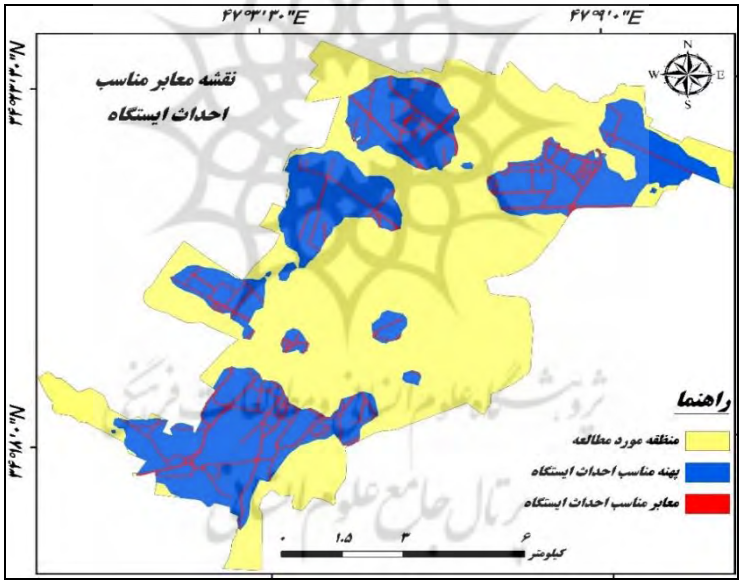
شکل ۲۰- نمودار برازش و ضریب همبستگی در مراحل مختلف شبکه – منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶.

ضریب رگرسیون کلی شبکه نیز که حاصل شرکت کلیه داده‌ها در اجرای شبکه می باشد، ۹۵ درصد به‌دست آمد. خروجی که از این مرحله به دست آمد یک لایه با ارزش بین صفر و یک است، که هر چقدر به سمت یک نزدیک‌تر شویم آن

پهنه برای تعیین معابر مستعد جهت احداث ایستگاه اتوبوس از پتانسیل بالاتری برخوردار است. در شکل شماره (۲۱) نقشه پهنه‌های مناسب نشان داده شده است.



شکل ۲۱- نقشه پهنه های مناسب جهت احداث ایستگاه – منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۶.



شکل ۲۲- نقشه معابر مناسب احداث ایستگاه اتوبوس – منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۶.

در گام بعد باید از میان پهنه‌های بدست آمده، معابر مناسب جهت احداث ایستگاه مشخص شوند. لذا در محیط نرم‌افزار *Arc GIS* نقشه شبکه معابر به نقشه پهنه‌های مستعد تعیین شده اضافه شد و در ادامه با توجه به این که ایستگاه‌های اتوبوس در لبه‌ی معابر قرار دارند، با اجرای یک بافر ۵ متری از هر دو طرف معابر، خطوط مستعد جهت احداث ایستگاه تعیین شدند. این خطوط در شکل شماره ۲۲ نشان داده شده‌اند.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

شبکه حمل و نقل تشکیل دهنده استخوان بندی اصلی فضایی شهرها بوده و دارای تأثیراتی بنیادین بر شکل و جهت‌گیری توسعه درون شهری است. از همین رو شناخت و پیش بینی تغییرات سیستم حمل و نقل شهری، نقش به‌سزایی در بررسی سیر تحول ساختار شهرها ایفا می‌کند. از جمله اجزای مهم سیستم حمل و نقل درون شهری، سیستم حمل و نقل اتوبوس‌رانی درون شهری می باشد؛ لذا بسیار ضروری است که ایستگاه‌های اتوبوس با توجه به در نظر گرفتن عوامل موثر از جمله تقاضای نقاط جمعیتی، دسترسی به تسهیلات شهری و غیره، به گونه ای در سطح معابر شهری توزیع شوند که سیستم حمل و نقل اتوبوس‌رانی توانایی پاسخ به تقاضاهای موجود را داشته باشد. در شهر کرمانشاه نیز در طی سال‌های اخیر همگام با توسعه فزآینده در شهرنشینی و رشد جمعیت، تقاضا برای سفرهای درون شهری افزایش قابل توجهی داشته است و موجب بروز مشکلات ترافیکی در سطح خیابان‌های شهر گردیده است. در این پژوهش با بررسی‌های کتابخانه‌ای معیارهای موثر در پتاسیل یابی پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه‌های اتوبوس تعیین و سپس جهت تعیین پهنه‌های مناسب جهت احداث ایستگاه از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا در محیط نرم‌افزار متلب استفاده شده است. سپس با مشخص کردن معابر اصلی شهر در نقشه پهنه‌های مستعد حاصل از خروجی الگوریتم شبکه عصبی*MLP* و اعمال بافر ۵ متری برای معابر، خطوط مستعد جهت احداث ایستگاه بدست آمدند. در این پژوهش از میان ۶۵۹۳۸۳ متر معابر شهری کرمانشاه، ۶۵۰۱۲ متر از این معابر مستعد احداث ایستگاه اتوبوس می باشند، که ۹٫۸۵ درصد از کل معابر شهری را شامل می‌شود. در جدول شماره (۲) اطلاعات کامل در این رابطه ارائه شده است.

جدول ۲- اطلاعات کمی حاصل از نتایج پژوهش

مساحت شهر کرمانشاه بر حسب مترمربع	۹۶۵۲۵۵۲۵
طول معابر شهری کرمانشاه بر جسب متر	۶۵۹۳۸۳
مساحت پهنه‌های مستعد بر حسب مترمربع	۲۱۵۴۷۸۹۶
طول معابر مناسب جهت احداث ایستگاه بر حسب متر	۶۵۰۱۲
میزان معابر مستعد بر حسب درصد	۹٫۸۵
میزان پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه بر حسب درصد	۲۲٫۳۲

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۶.

کل مساحت منطقه مورد مطالعه ۹۶۵۲۵۵۲۵ مترمربع می‌باشد که از این سطح مساحت پهنه‌های مستعد جهت احداث ایستگاه ۲۲٫۳۲ درصد از کل منطقه مورد مطالعه است. هم چنین شکل شماره (۲۲) نشان دهنده‌ی این است که معابر مستعد جهت احداث ایستگاه در نقاط تقاضای جعیتی شهر، مرکز شهر و مراکز فرهنگی شهر واقع شده‌اند. در نهایت اینکه، شواهد گوناگون نشانگر آن است که با توجه به گسترش شتابناک شهرنشینی و محدودیت سطوح شهری در شهر کرمانشاه و در عین حال گرایش فزاینده‌ای که به ایجاد کیفیت در سیستم حمل و نقل عمومی وجود دارد، در آینده تنها گونه‌هایی از حمل و نقل که کاملا همسو با مقیاس و ویژگی‌های انسانی بوده و بر جا به جایی در ازای تولید سفر متمرکز و هم چنین به صورت متوازن در پهنه‌های شهری توزیع شده باشند، می توانند تداوم یابند. مکان گزینی اجزای سیستم حمل و نقل شهری نقش بسزایی در پویایی عملکرد این سیستم خواهد داشت. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، محققان و برنامه ریزان شهری در مطالعات آتی خود می‌توانند با ادامه روند این پژوهش، نقاط مناسب جهت احداث ایستگاه در معابر تعیین شده در این پژوهش را مکان‌یابی نمایند. همچنین پژوهشگران می‌توانند با بررسی معیارهای گوناگون تاثیرگذار بر مکان‌یابی اجزای سیستم حمل و نقل شهری، استفاده از الگوریتم‌های گوناگون در پتانسیل‌یابی و مکان‌یابی اجزای سیستم حمل و نقل شهری و بررسی نقش

تصمیم‌گیرندگان شهری در بکارگیری و مدیریت سیستم حمل و نقل شهری؛ به نتایج بهتری دست یابند و کارآیی سیستم حمل و نقل شهری را بهبود بخشند.

منابع و مآخذ:

۱. وارثی حمیدرضا؛ شیران غلامرضا، (۱۳۹۴). مکان یابی ایستگاه های اتوبوس با مدل *ANP* و منطق فازی در *GIS* (مطالعه موردی: شهرخرم آباد). پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۲۳(۶)، ۷۶-۵۵.

۲. تقوی گودرزی سعید؛ امیدزاده هانیه، (۱۳۹۳). پیش بینی سرمای دیررس بهاره با استفاده از شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه *(MLP)* و تاثیر آن در حمل و نقل شهر خرم آباد. فصل نامه آمایش محیط، ۲۸، ۱۱۱-۱۲۴.

۳. شفیعی فاطمه؛ موسوی میر کلائی سید محمدرضا، عابدی علی‌اصغر، (۱۳۹۴). کاهش اثر در تداخل سامانه ناوبری *GPS* با استفاده از شبکه عصبی چند لایه. رایانش نرم و فناوری اطلاعات، ۳(۴)، ۱۱۷-۱۰۹.

۴. نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن. درگاه ملی آمار. بازبینی شده در ۲ بهمن ۱۳۸۹.

۵. روزنامه باختر: حاشیه نشینی زخمی عمیق بر پیکره کرمانشاه ایجاد کرده است، نوشته شده در ۲۰ مهر ۱۳۹۶؛ بازدید در ۲۶ مهر ۱۳۹۶.

۶. *Clark, C. (1957), "Transport: maker and breaker of cities", town planning review, No. 28, PP. 237-250.*

۷. *Coulibaly P., anctil F., Aravena R. & Bobee, B.2001. Artificial neural networks modeling of water table depth fluctuations. Water resources research, 37(4): 885-896.*

۸. *Díaz-Álvarez, A., Clavijo, M., Jiménez, F., Talavera, E., Serradilla, F. (2018). Modelling the human lane-change execution behaviour through Multilayer Perceptrons and Convolutional Neural Networks. Transportation Research, 56, 134-148.*

۹. *Díaz-Álvarez, A., Serradilla, F., Naranjo, J. E., Anaya, J. J., & Jiménez, F. (2014). Modeling the driving behavior of electric vehicles using smartphones and neural networks. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine.*

۱۰. *Gomez, H., Kavzoglu, T. and Mather, P. 2002. Artificial neural network application in landslide hazard zonation in the VenezuelanAndes. Abstracts of 15th International Conference on Geomorphology, Tokyo, Japan, 23-28.*

۱۱. *Kisi, O. 2005. Daily river flow forecasting using artificial neural networks and autoregressive models. Turkish Journal of Engineering Environmental Science, 29: 9-20.*

۱۲. *Noori, R., Karbassi, A., Mehdizadeh, H., Vasali-Naseh, M. and Sabahi, M.S. (2011). A Framework Development for Predicting the Longitudinal Dispersion Coefficient in Natural Streams using an Neural Network, Environmental Progress and Sustainable Energy 3, 439- 447.*

۱۳. *Ogden, K. W. (2017): Urban goods movement: a guide to policy and planning, Routledge, London.*

۱۴. *Jalili Ghazi Zade, M. and Noori, R. 2008. Prediction of Municipal Solid Waste Generation by Use of Artificial Neural Network: A Case Study of Mashhad. Int. J. Environ. Res 2 (1), 13-22.*

۱۵. *Hunter, A., L. Kennedy, J.Henry, I. Ferguson, 2000, Application of Neural Networks and Sensitivity Analysis to Improved Prediction of Trauma Survival, Computer Methods and Programs in Biomedicine, No. 62, PP. 11–19.*