

پیش‌بینی سرعت جریان تردد در شبکه بزرگراهی کشور (مطالعه موردی: شبکه بزرگراهی استان مرکزی)

هدف این تحقیق ارائه مدل پیش‌بینی سرعت جریان تردد، در شبکه بزرگراهی کشور می‌باشد، که در آن با استفاده از شبکه عصبی رابطه بین سرعت جریان و پارامترهای ترافیکی شامل سرعت جریان آزاد، حجم جریان و سهم وسایل سنگین، برآورد شده است. وجه تمایز این تحقیق با مطالعات پیشین استفاده از روش شبکه عصبی و همچنین بررسی تاثیر هم‌زمان حجم جریان و سهم وسایل سنگین در برآورد سرعت جریان می‌باشد. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق برگرفته از خروجی دستگاه‌های تردد شمار برخط موجود در شبکه بزرگراهی استان مرکزی می‌باشد. نتایج این مدل‌سازی نشان داد که با افزایش نسبت حجم به ظرفیت تا ۰/۶ تغییر محسوسی در سرعت جریان مشاهده نمی‌شود و در این شرایط و در حالی که سهم وسایل سنگین کمتر از ۱۰ درصد باشد سرعت جریان بیش از ۹۰ درصد سرعت جریان آزاد می‌باشد. همچنین بررسی نتایج بیانگر این موضوع می‌باشد که در روزهای عادی سطح سرویس در سطح بزرگراه‌های کشور در سطح A و B می‌باشد.

واژگان کلیدی: نسبت حجم به ظرفیت، سهم وسایل سنگین، سرعت آزاد جریان، شبکه عصبی.

محمد محسنی*

کارشناس ارشد راه و ترابری،
دانشکده مهندسی عمران و
محیط زیست، دانشگاه صنعتی
امیرکبیر.

پست الکترونیک:

mmohseni83@yahoo.com

غلامعباس بهرامی نیا

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی
حمل و نقل، دانشکده
تحصیلات تکمیلی تهران
جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی
تهران.

حامد عابدی

کارشناس ارشد راه و ترابری،
دانشکده مهندسی عمران،
دانشگاه علم و صنعت.

۱- مقدمه

مدل‌های ارتباط دهنده بین پارامترهای مختلف جریان ترافیک و پیش‌بینی آنها انجام شده که با توجه به متفاوت بودن رفتار رانندگی در کشور، بومی‌سازی و کالیبره مدل‌های ارائه شده و ارائه مدل جدید امری الزامی می‌باشد که در این تحقیق سعی شده است که بر اساس اطلاعات جریان ترافیک، برگرفته از سامانه تردد شماری آنلاین راه‌های ایران (ستاره)، رابطه بین سرعت جریان با سایر پارامترهای ترافیکی را در شبکه بزرگراهی کشور ارائه نماید. این مقاله پس از مروری بر مطالعات پیشین به نحوه جمع‌آوری اطلاعات، پردازش و تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌پردازد و در نهایت بر اساس مدل ارائه شده به ارائه نمودارهای کاربردی و ارائه نتایج می‌پردازد.

۲- پیش‌زمینه تحقیقات

به‌طور کلی سه پارامتر حجم تردد، سرعت جریان و تراکم (چگالی)، مهمترین پارامترهای ترافیکی می‌باشد که تقریباً در تمام مسایل مهندسی ترافیک، سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و پیش‌بینی رابطه بین این پارامترهای اساسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، پیش‌بینی مشخصات جریان ترافیک و ارتباط میان پارامترهای کلان جریان ترافیک، همواره و از گذشته مورد بحث محققان بوده است، اهمیت این پیش‌بینی‌ها در مواردی همچون طراحی کلان شبکه راه‌های کشور، تغییر رده عملکردی یک محور و یا افزایش تعداد خطوط یک راه، مطالعات زمان سفر، تصادفات، و همچنین پیش‌بینی و شناسایی وقایع در شبکه جاده‌ای و مصرف انرژی، بسیار زیاد است (شاهی، ۱۳۸۵). تاکنون تحقیقات متعددی با هدف ارائه

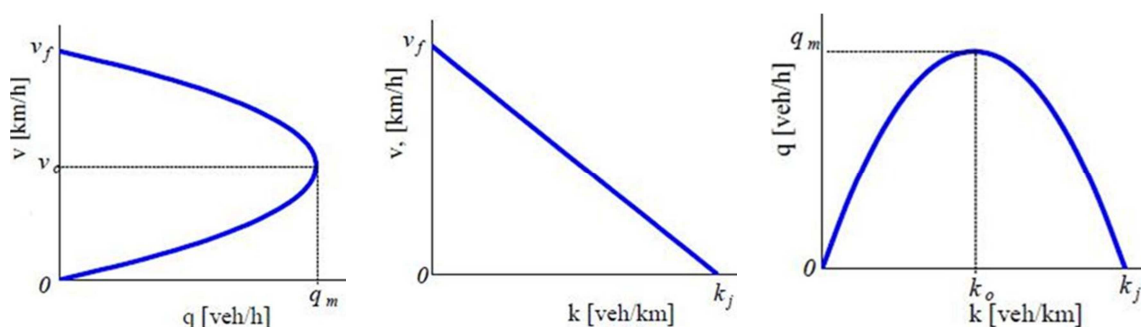
تحقیقات نشان داده است که هر دو مدل وابسته به یکدیگر می‌باشند (Roger at al, 2004).

$$v = v_f - \left(\frac{v_f}{k_j}\right)k \quad (1)$$

بنابراین رابطه بین سرعت و حجم به صورت رابطه (۲) نوشته می‌شود:

$$q = k_j \left(v - \frac{v^2}{v_f}\right) \quad (2)$$

در شکل (۱) نمودارهای اساسی در تئوری جریان ترافیک نشان داده شده است (Greenshields, 1935).



شکل ۱- نمودارهای اساسی در تئوری جریان ترافیک

میل می‌کند پوشش دهد و محدوده جریان ناپایدار را که چگالی به سمت ماکزیمم میل می‌نماید، پوشش نمی‌دهد (Roger at al, 2004)، تحقیقات دیگری که در سال ۱۹۶۷ توسط می انجام گرفت، یک منحنی زنگوله ایی شکل را برای مشخص نمودن ارتباط میان سرعت و چگالی ارائه نمود که مشابه رابطه ارائه شده توسط آندروود می‌باشد (Wardrop, 1988). محقق دیگری به نام ادی درهمان سال ترکیبی از روابط لگاریتمی و نمایی را برای ترافیک پرتراکم و کم تراکم به کار برد. بررسی های دقیق تر او بر روی اطلاعات حاصل از مطالعه گرین برگ نشان داد که منحنی های سرعت-نرخ جریان دارای یک عدم پیوستگی بوده و دارای دو رژیم متفاوت می باشند که یکی برای جریان آزاد و دیگری برای جریان متراکم قابل استفاده است. او فرض کرد که مدل نمایی آندروود برای جریان آزاد و مدل لگاریتمی گرین برگ در شرایط متراکم قابل استفاده می‌باشد (may, 1990). تحقیقات

بررسی روابط تجربی و تئوری بین پارامترهای جریان در طی سال های متمادی، زمینه عمومی تحقیق بسیاری از محققین بوده است. در یک طبقه بندی کلی، پارامترها و مدل های جریان را می توان به دو گروه خرد و کلان تقسیم بندی نمود. مدل های خرد حرکت یک وسیله نقلیه را در ارتباط با سایر وسایل نقلیه در نظر می گیرند و در ارتباط با سرفاصله زمانی و مکانی خودروها و سرعت هر وسیله نقلیه می باشد. در حالیکه مدل های کلان ارتباط بین چگالی، نرخ جریان و سرعت متوسط را در نظر می گیرند.

رابطه گرین شیلدز را با داده های واقعی بسیاری آزمایش کرده اند و اغلب به انحرافات بین مدل و داده های واقعی رسیده اند (Gerlough, D, and Huber, 1975). برای بهبود و توسعه این مدل تحقیقات زیادی انجام شده است. گرین برگ ۱ در سال ۱۹۵۹ مدل جریان ترافیک دیگری را معرفی نمود که در آن رابطه بین سرعت و چگالی بر اساس اطلاعات تونل لینکلن بصورت لگاریتمی فرض گردید. در سال 1961 آندروود رابطه بین سرعت و چگالی در یک جریان ترافیک را به صورت نمایی مطابق رابطه (۳) ارائه نمود.

$$S = S_f e^{\frac{D}{D_0}} \quad (3)$$

که در آن S سرعت، S_f سرعت جریان آزاد، D تراکم، D₀ تراکم بحرانی می‌باشد. این مدل فقط قادر است محدوده ای از ترافیک را که چگالی به سمت صفر

¹ Greenberg

کیفیت و خصوصیات جریان ترافیک بزرگراهی در تعدادی از بزرگراهها، ارزیابی و نشان دادند کدام مدل قابلیت انطباق بیشتری با جریان ترافیک بزرگراهی ایران دارد و در نهایت به این نتیجه رسیدند که نمی‌توان بر اساس مدل-های موجود برای کل مقاطع بزرگراه یک مدل واحد پیشنهاد نمود. از طرف دیگر حتی در یک مقطع نیز نحوه پراکندگی داده‌ها به گونه‌ایی است که در اغلب موارد یک مدل به تنهایی قادر نیست، مجموعه اطلاعات را به خوبی توصیف نماید (خاکی، سرکار، ۱۳۹۰).

۳- محدوده مورد مطالعه

به‌طور کلی منابع مختلفی جهت جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی وجود دارد که از جمله می‌توان به روش-های مختلف تردد شماری (بصری، حلقه القایی، راداری)، دوربین‌های نظارت تصویری، روش اتومبیل ناظر، استفاده از GPS و سیستم AVI ۱ اشاره کرد (JRC, 2008). در این تحقیق با توجه به روش تحقیق و نوع اطلاعات مورد نیاز، از خروجی دستگاه‌های تردد شماری واقع در شبکه جاده‌ای کشور استفاده شده است. این اطلاعات مجموعاً ۱۸۸۵ الگوی اطلاعاتی شامل حجم ساعتی، میانگین سرعت جریان، سهم وسایل سنگین و سرعت جریان آزاد^۲ در یک بازه زمانی یک ماهه (شهریور ۹۳) در ۴ بزرگراه مورد مطالعه در استان مرکزی می‌باشد. اطلاعات بیشتر در خصوص مشخصات محورهای مورد مطالعه در جدول (۱) و اطلاعات مربوط به محدوده اطلاعات جمع‌آوری شده در جدول (۲) ارائه شده است. لازم به ذکر است به منظور حذف تاثیر روشنایی/تاریکی در محاسبات، اطلاعات در بازه ساعتی ۷ الی ۲۰ جمع‌آوری شده است.

۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات

دیگری نیز در خصوص ارائه روابط حجم و سرعت جریان انجام شده است که از مهمترین روابط می‌توان به روابط موجود در HCM اشاره نمود. در HCM 1994 به صورت تجربی رابطه بین سرعت و حجم را به صورت منحنی سهمی درجه دو بیان می‌کند مشکل عمده این رابطه، عدم توانایی آن در نسبت‌های حجم به ظرفیت بیش از یک می‌باشد که استفاده از آن را در مدل‌های برنامه‌ریزی با محدودیت روبه رو می‌کند. رابطه BPR که در HCM 1965 بیان شده است رابطه بین سرعت و حجم را به صورت سهمی شکل و مطابق رابطه (۴) بیان می‌کند:

$$Speed = \frac{free\ flow}{1 + 0.15 \left(\frac{volume}{capacity}\right)^4} \quad (4)$$

مشکل عمده این مدل در تخمین بیش از حد سرعت در نسبت‌های حجم به ظرفیت بیش از یک و تخمین کمتر از حد در نسبت‌های حجم به ظرفیت کمتر از یک می‌باشد. در مدل توسعه یافته BPR رابطه حجم با سرعت طبق رابطه (۵) بیان می‌شود:

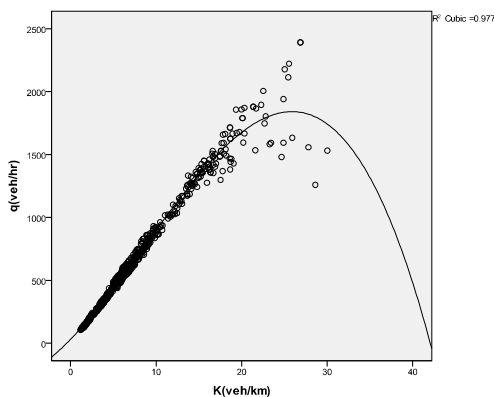
$$Speed = \frac{free\ flow}{1 + \left(\frac{volume}{capacity}\right)^{10}} \quad (5)$$

نتایج این مدل تا نسبت حجم به ظرفیت یک با نتایج HCM 1985 یکسان می‌باشد همچنین نتایج این مدل با مدل‌های عملیاتی در بزرگراه‌های پایلوت مشابه، دارای اعتبار می‌باشد (Gartner et al, 1992).

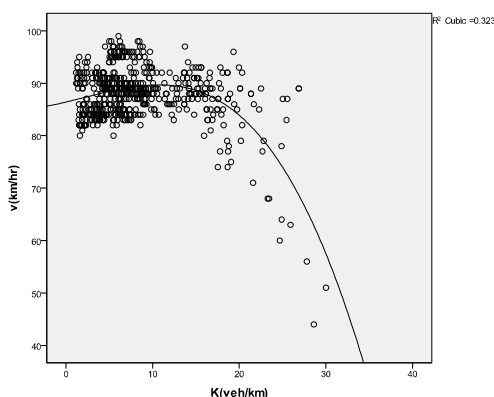
سیف و ندیمی در مطالعه‌ای به بررسی و تحلیل روابط میان پارامترهای ماکروسکوپی جریان ترافیک در شرایط مختلف در آزادراه قم-تهران پرداختند که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که حتی برای یک آزادراه مشخص با تغییر در شرایط موجود روابط میان پارامترهای ماکروسکوپی ترافیک متفاوت می‌باشد (سیف و ندیمی، ۱۳۹۲). خاکی و سرکار نیز به بررسی رابطه سرعت و چگالی در بزرگراه‌های تحت سیستم مدیریت سرعت پرداختند که در این مطالعه بهترین مدل‌های مطرح شده در دنیا را با توجه به فاکتورهای متعدد تاثیر گذار بر

¹ Automatic Vehicle Identification

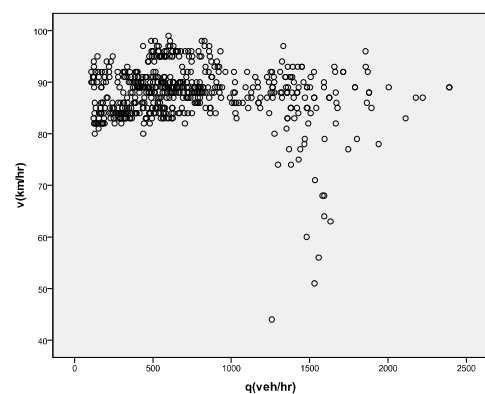
در سبک نقلیه وسایل متوسط سرعت آزاد، جریان بنا به تعریف، سرعت^۲ باشد می‌خط در ساعت در سبک نقلیه وسیله ۱۳۰۰ از کمتر جریان شدت



شکل ۲- رابطه حجم و تراکم-محور شازند-اراک



شکل ۳- رابطه تراکم و سرعت جریان-محور شازند-اراک



شکل ۴- رابطه حجم و سرعت جریان-محور شازند-اراک

یک از پارمترهایی که تاثیر آن به صورت مستقیم در مطالعات انجام شده، دیده نشده است تاثیر وسایل نقلیه سنگین در کاهش سرعت جریان می‌باشد که در این تحقیق به صورت ویژه به آن پرداخته شده است. که در نمودار شکل (۵) تاثیر سهم وسایل سنگین در کاهش سرعت جریان در محور شازند اراک نشان داده شده است

به‌منظور بررسی روند کلی تغییرات مشخصات جریان ترافیک، نمودارهای اساسی جریان ترافیک شامل سرعت- تراکم (چگالی)، تراکم- حجم جریان و حجم جریان- سرعت در هر محور رسم گردید که نمونه نمودارهای آن در بزرگراه شازند-اراک ارائه شده است، همانطور که در نمودار شکل (۲) مشاهده می‌شود تراکم بحرانی (k_j) در تراکم ۲۵ و در حجم معادل ۱۹۰۰ وسیله در ساعت رخ می‌دهد. لازم به ذکر است که بر اساس آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران میزان ظرفیت در تراکم ۲۸ و معادل حجم ساعتی ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ وسیله نقلیه سواری در ساعت می‌باشد که مغایرت به دلیل ترکیب وسایل نقلیه سبک و سنگین در اطلاعات موجود می‌باشد. همچنین با افزایش تراکم تا میزان تراکم بحرانی، حجم جریان عبوری افزایش و با افزایش تراکم حجم جریان عبوری کاهش پیدا می‌کند. همچنین با توجه به نمودار تراکم-سرعت جریان، شکل (۳)، مشاهده می‌شود با افزایش تراکم بیش از تراکم بحرانی سرعت جریان به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. نمودار حجم-سرعت، شکل (۴)، نیز بیانگر دو جریان آزاد و جریان متراکم می‌باشد که با افزایش حجم به بیش از ۳۸۰۰ وسیله در ساعت، الگوی تغییرات سرعت کاملاً متفاوت با حالت جریان آزاد می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات محورهای مورد مطالعه

ردیف	نام محور	نوع راه	تعداد خط	تعداد نمونه
۱	شازند-اراک	بزرگراه	۲	۴۷۴
۲	دلیجان-سلفچکان	بزرگراه	۲	۴۵۷
۳	اراک-سلفچکان	بزرگراه	۲	۴۷۰
۴	اراک-شازند	بزرگراه	۲	۴۸۴

جدول ۲- محدوده اطلاعات جمع‌آوری شده

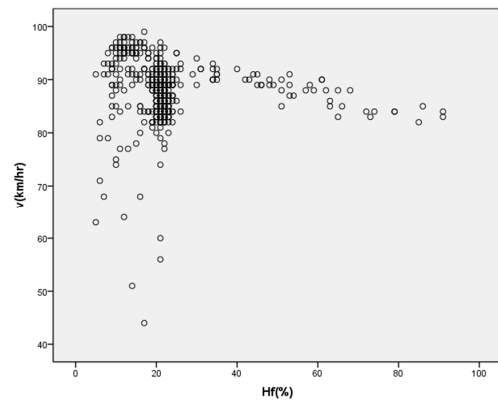
سرعت آزاد	حجم*	سرعت جریان	وسایل سنگین
۱۰۰	۲۱۵۴-۲۳۶	۹۶-۸۰	۴۰-۳
۱۰۵	۴۷۸۳-۲۱۴	۹۹-۷۸	۴۰-۳
۱۱۰	۳۳۸۶-۴۳۶	۱۱۰-۸۲	۳۸-۲
۱۲۰	۴۳۰۶-۱۶۸	۱۱۴-۹۰	۶۲-۳

*منظور حجم تردد وسایل نقلیه در یک ساعت و در مجموع دو خط عبوری می‌باشد.

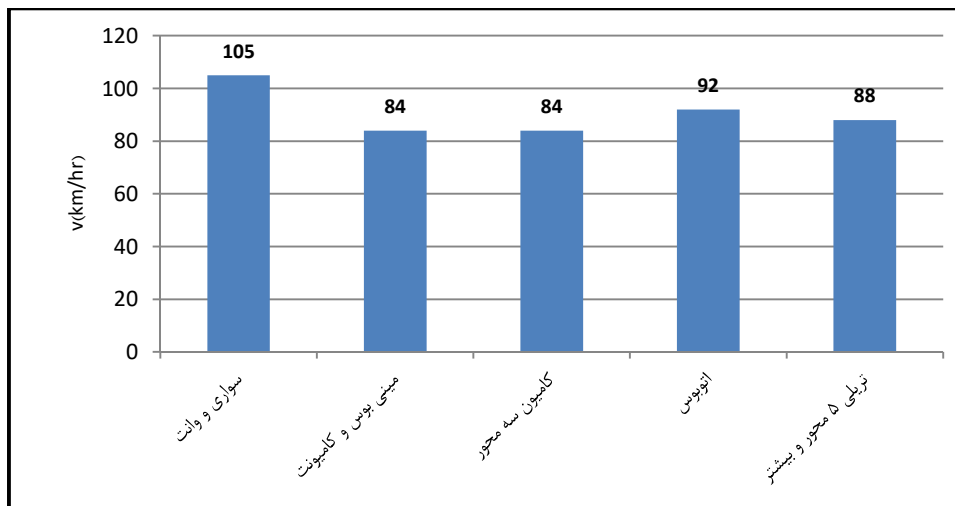
به منظور بررسی و شناخت تغییرات میانگین سرعت جریان به تفکیک نوع وسایل نقلیه، متوسط سرعت جریان به تفکیک نوع وسایل نقلیه بررسی شد و همانطور که در نمودار شکل (۶) مشاهده می‌شود اختلاف قابل توجهی بین سرعت وسایل نقلیه سبک و سنگین (به تفکیک ۵ کلاس) مشاهده می‌شود.

در ادامه با استفاده از دو روش مبتنی بر شبکه عصبی و استفاده از رگرسیون خطی، مدل بهینه جهت ارائه رابطه بین پارامترهای اساسی جریان ترافیک ارائه شده است. در جدول (۳) پارامترهایی که در هر دو روش مدل سازی استفاده شده است به تفکیک نوع استفاده در مدل سازی نشان داده شده است.

و همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سهم وسایل سنگین کاهش سرعت قابل توجهی مشاهده می‌شود.



شکل ۵- رابطه سهم وسایل سنگین و سرعت جریان-محور شازند-اراک



شکل ۲- میزان سرعت متوسط جریان به تفکیک نوع وسایل نقلیه-محور اراک-سلفچکان

سپس بر اساس معیار R^2 ضریب همبستگی، E_{mr} خطای نسبی میانگین، E_{ma} خطای مطلق میانگین، SD_{ma} انحراف معیار خطای مطلق میانگین برای الگوهای اعتبارسنجی، بهترین مدل تعیین می‌شود. که در نهایت بهترین مدل با به کارگیری الگوریتم‌های آموزش $trainlm$ به عنوان تابع تعلیم، و تابع آستانه $tansig$ به عنوان تابع میانی لایه اول و تابع $purelin$ به عنوان تابع ایه خروجی انتخاب شد (جدول ۴). این مدل کمترین انحراف معیار خطای مطلق میانگین را دارا می‌باشد که الگوریتم آموزش بعد از ۳۰ چرخه آموزش متوقف می‌شود.

جدول ۳- مشخصات ورودها و متغیرهای مدل

روش مدل سازی	سرعت آزاد	حجم جریان	سهم سنگین	سرعت جریان
شبکه عصبی	تابع ورودی			تابع خروجی
رگرسیون	متغیر مستقل			متغیر وابسته

در روش اول، مدل سازی مبتنی بر شبکه عصبی به منظور تعیین مدل بهینه، الگوریتم‌های مختلف آموزش مقایسه و بر اساس معیار $EMSE$ خطای مربعات میانگین ساختار و معماری مناسب برای شبکه تعیین می‌شود.

روش برازش اطلاعات (رگرسیون) و با استفاده از نرم افزار SPSS19 جهت مدل سازی استفاده شده است. که پارامترهایی که در مدل سازی استفاده شده است شامل سرعت جریان به عنوان متغیر وابسته و حجم جریان، سرعت جریان آزاد و سهم وسایل سنگین به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده است.

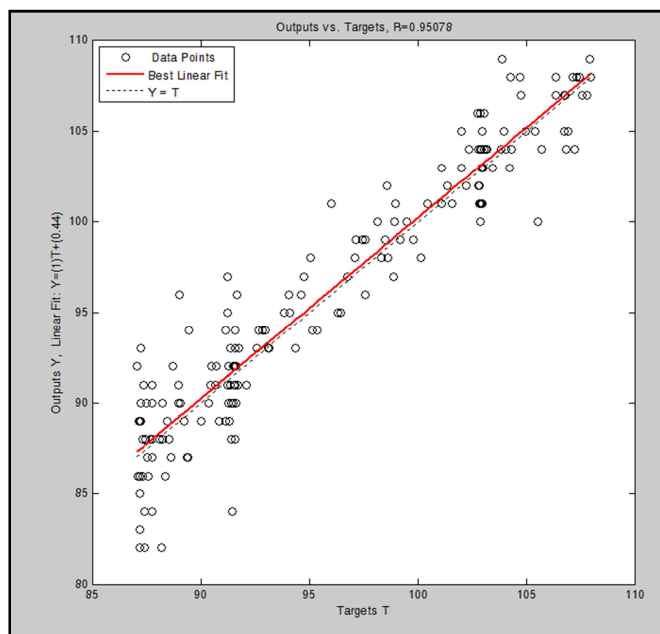
البته با توجه به بالابودن میزان عددی حجم جریان و همچنین منظور یکسان سازی واحدها در مدل سازی به جای پارامتر حجم از نسبت حجم به ظرفیت استفاده شده است. که با توجه به نمودارهای ارائه شده در خصوص رابطه حجم جریان میزان ظرفیت در یک بزرگراه برابر ۱۸۰۰ وسیله در ساعت در هر خط در نظر گرفته شده است. لذا محدوده تغییرات متغیر حجم به ظرفیت بین صفر تا یک می‌باشد. مدل ارائه شده به صورت رابطه (۶) می‌باشد.

در این مدل ۷۰ درصد داده‌ها جهت آموزش، ۱۵ درصد اعتبارسنجی و ۱۵ درصد به منظور آزمون مدل انتخاب شده است. میزان همبستگی میزان واقعی و میزان پیش‌بینی مدل شبکه عصبی برای الگوهای آزمون در شکل (۷) و روند یادگیری شبکه مذکور در شکل (۸) نشان داده شده است، چگونگی روند یادگیری الگوهای آموزشی و ارزیابی، نزدیکی منحنی‌ها و عدم واگرایی بیانگر یادگیری مناسب شبکه و عدم ورآموزی آن می‌باشد.

جدول ۴- مشخصات و نتایج ارزیابی الگوریتم آموزش شبکه عصبی

تایم	تعداد نرون لایه اول	نوع تابع منحنی لایه اول	نوع تابع منحنی لایه خروجی	R^2	E_{ma}	SD_{ma}	تعداد آموزش
trainlm	6	tansig	purelin	0.86	0.4	1.6	30

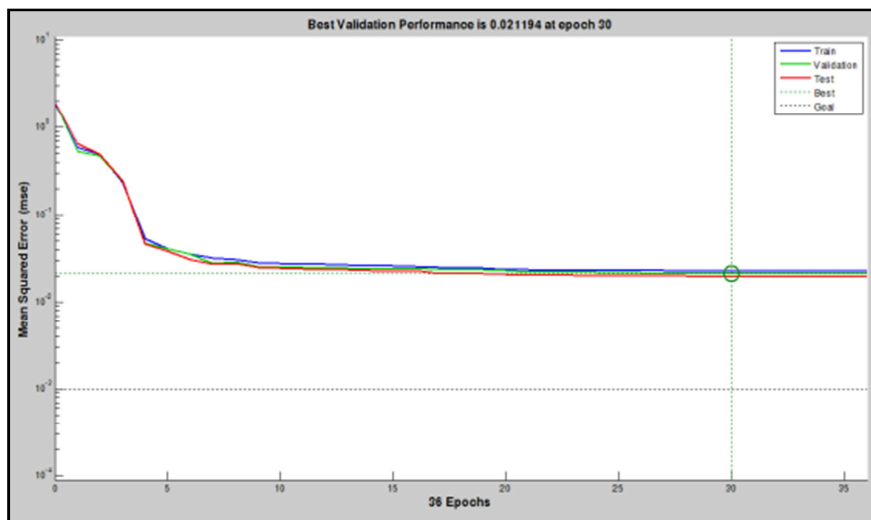
در روش دوم با توجه به ماهیت مطالعات که نتایج حاصل از آن به پارامترهای تصادفی مختلفی وابسته می‌باشد، از



شکل ۷- میزان همبستگی میزان واقعی و میزان پیش‌بینی مدل شبکه عصبی برای الگوهای آزمون

در این رابطه Freespeed سرعت جریان آزاد؛ (v/c) نسبت حجم به ظرفیت، H_f درصد وسایل نقلیه سنگین، speed سرعت جریان تردد می‌باشد

$$\text{speed} = 0.93\text{freespeed} - 7\left(\frac{v}{c}\right)^4 - 0.16H_f - 3.5 \quad R^2 = 0.79 \quad (6)$$



شکل ۸- روند یادگیری الگوهای آموزشی و ارزیابی

به اینکه سطح معنی داری (sig) بیشتر از ۰/۰۵ می باشد می توان داده ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض کرد. در ادامه به مقایسه نتایج هر دو روش مدل سازی پرداخته شده است که در نمودار شکل (۹) نمونه ای از نتایج دو مدل در خصوص تغییرات سرعت جریان در سرعت آزاد ۱۱۰ کیلومتر در ساعت و سهم وسایل سنگین ۱۰ درصد نشان داده شده است و همانطور که مشاهده می شود در نسبت های حجم به ظرفیت ۰,۵ نتایج نسبتا مشابهی دارد ولی با افزایش این نسبت، مدل شبکه عصبی کاهش بیشتری را برای سرعت برآورد می کند. در نمودار شکل (۱۰) میزان همبستگی میان خروجی هر دو مدل نشان داده شده است و نشان از همبستگی بالای میان هر مدل دارد. در ادامه به بررسی برخی از نتایج این مدل سازی در قالب نمودارهای کاربردی می پردازد. در نمودار شماره شکل (۱۱) و شکل (۱۲) میزان سرعت به نسبت حجم به ظرفیت به تفکیک مقادیر مختلف سرعت جریان آزاد و برای سهم وسایل سنگین ۱۰ درصد و ۴۰ درصد نشان داده شده است. و همان طور که مشاهده می شود تا نسبت حجم به ظرفیت ۰/۶ تغییرات محسوسی در سرعت مشاهده نمی شود و با افزایش نسبت حجم به ظرفیت از ۰/۶ در میزان سرعت تغییر قابل توجهی مشاهده می شود و این تغییر با افزایش سهم وسایل سنگین بیشتر می شود. نکته جالب توجه این می باشد که در نسبت های حجم به ظرفیت کمتر از

صحت خروجیهای به دست آمده با استفاده از آزمون های آمار (ضریب همبستگی پیرسون و تست t دوطرفه) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این آزمون ها در جدول (۵) ارایه شده است. جدول ۴- نتایج آزمون آماری

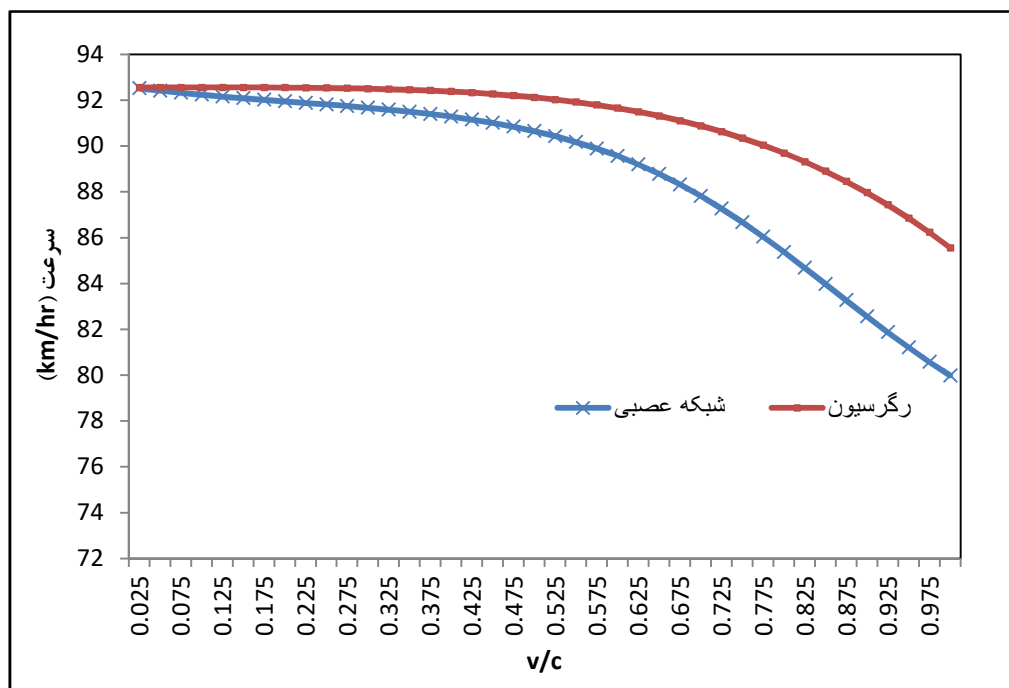
جدول ضرایب					
model	B	Std. Error	Beta	t	sig
Constant	-۳,۴۸۳	۱,۱۸۵		-۲,۹۳۸	,۰۰۳
freespeed	,۹۳۰	,۰۱۱	,۹۵۸	۸۲,۸۷۶	,۰۰۰
hf	-,۱۵۹	,۰۰۷	-,۲۷۲	-۲۳,۲۲۴	,۰۰۰
(v/c)ε	-,۷۰۹۹	,۵۵۵	-,۱۳۷	-۱۲,۷۹۲	,۰۰۰

همان طور که مشاهده می شود، سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد می باشد. در خصوص نرمال بودن توزیع داده سرعت جریان از ضریب چولگی^۱ و ضریب کشیدگی^۲، دو شاخص اساسی توزیع داده ها استفاده شده است که با توجه به اینکه هر دو ضریب در بازه (۲-و۲) قرار می گیرد (ضریب چولیدگی برابر ۰/۱۸۷ و ضریب کشیدگی برابر -۰/۹۴۱) توزیع داده ها می تواند به صورت نرمال باشد. پس از بررسی عادی یا نرمال بودن کشیدگی و یا چولگی توزیع داده ها، از آزمون شاپیرو-ویلک به منظور اطمینان از نرمال بودن اطلاعات سرعت جریان استفاده شده است و با توجه

^۱ Skewness^۲ kurtosis

رابطه رگرسیونی این میزان با توان یک درصد سنگین رابطه مستقیم دارد حداکثر میزان کاهش سرعت ۸ کیلومتر در ساعت تا سهم وسایل سنگین ۵۰ درصد می‌باشد. میزان کاهش سرعت با افزایش سهم سنگین تا ۵۰ درصد، به میزان ۸ درصد باعث کاهش سرعت جریان نسبت به حالتی که سهم وسایل سنگین صفر درصد می‌باشد، می‌شود.

۰/۶، میزان سرعت جریان کاهش ۱۲ درصدی نسبت به سرعت جریان آزاد دارد. همچنین به طور متوسط سرعت در نسبت های حجم به ظرفیت یک تقریباً ۷ درصد کاهش را به نسبت سرعت در نسبت های حجم به ظرفیت کمتر از ۰/۶ نشان می‌دهد. همچنین میزان کاهش سرعت با افزایش سهم وسایل سنگین افزایش پیدا می‌کند که با توجه به اینکه در



شکل ۳- مقایسه خروجی مدل شبکه عصبی و رابطه رگرسیونی

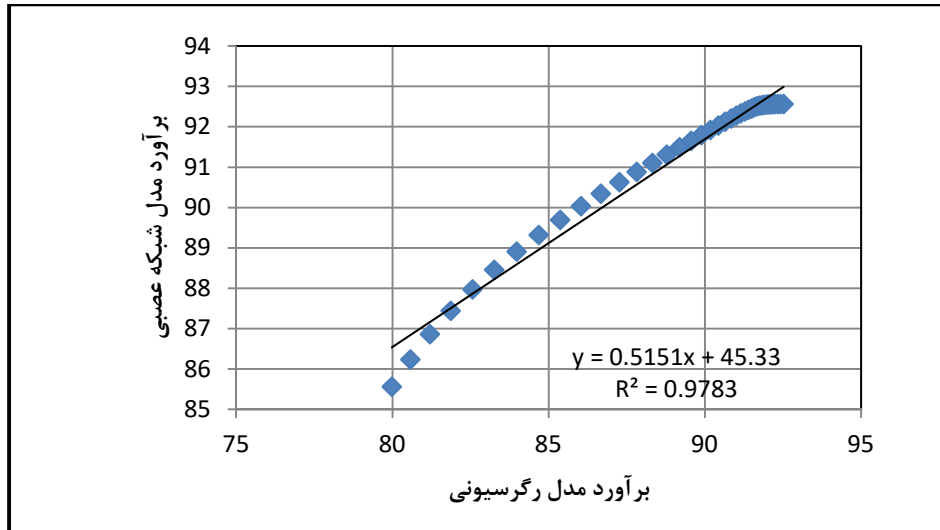
۵- نتیجه گیری

(۲) در شرایط متعارف و در نسبت حجم به ظرفیت کمتر از ۰/۶ و در حالتی که سهم وسایل سنگین قابل توجه نباشد سرعت جریان تردد بیش از ۰/۹ سرعت جریان آزاد می‌باشد.

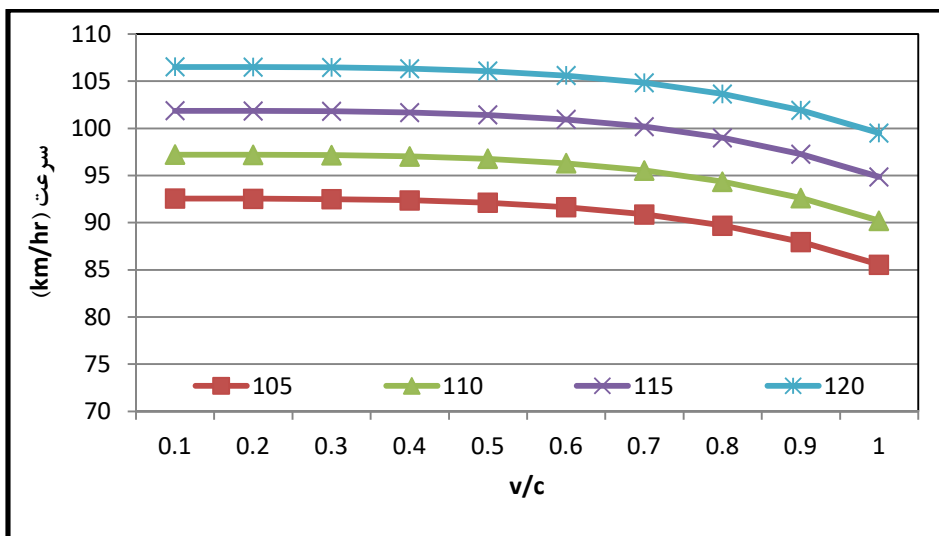
(۳) با توجه به نتیجه بند قبل و با توجه به اینکه بر اساس تجزیه و تحلیل اطلاعات، بیش از ۸۵ درصد مواقع میزان نسبت حجم به ظرفیت در شبکه بزرگراهی کمتر از ۰/۶ می‌باشد و همچنین سرعت جریان بیش از ۹۰ درصد سرعت جریان آزاد می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که سطح سرویس در سطح بزرگراه‌های کشور در سطح A , B می‌باشد.

این تحقیق به بررسی رابطه بین پارامترهای مختلف جریان ترافیک می‌پردازد که نتایج به شرح ذیل قابل بیان می‌باشد.

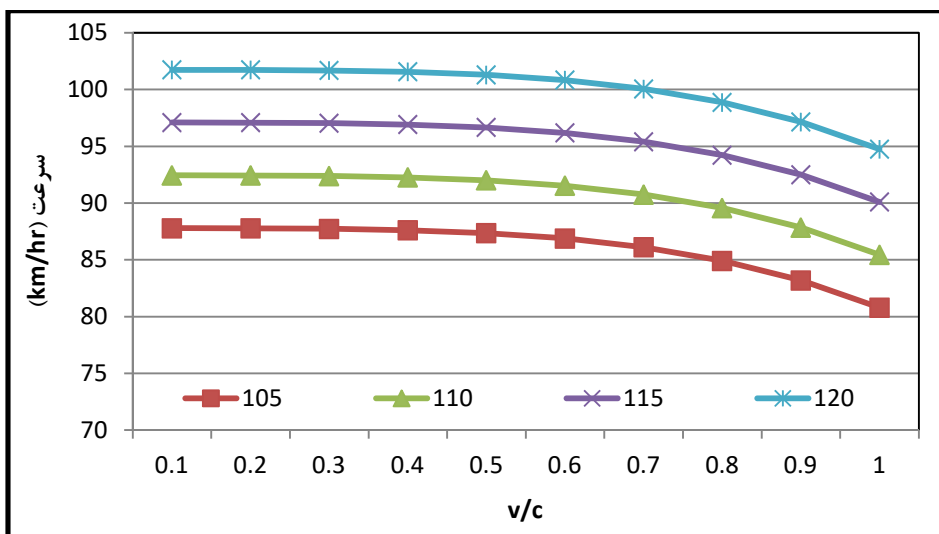
(۱) سرعت جریان تا نسبت حجم به ظرفیت کمتر از ۰/۶ ثابت و با افزایش این نسبت کاهش قابل توجهی در سرعت جریان دیده می‌شود. که با توجه به این نتیجه پیشنهاد می‌شود در صورت افزایش حجم تا نسبت حجم به ظرفیت ۰/۶، هشدارهای ترافیکی لازم به دستگاه‌های اجرایی زیربسط (وزارت راه و پلیس راه و سایر دستگاه‌های امدادی) از طریق سامانه‌های پیامکی و به صورت خودکار داده شود.



شکل ۴- رابطه بین مدل رگرسیونی و مدل شبکه عصبی



شکل ۵- الگوی تغییرات سرعت نسبت به تغییرات حجم به ظرفیت با سهم وسایل نقلیه سنگین ۱۰ درصد



شکل ۶- الگوی تغییرات سرعت نسبت به تغییرات حجم به ظرفیت با سهم وسایل نقلیه سنگین ۴۰ درصد

الگوریتم‌های یادگیری trainlm و تابع آستانه tansig با یک لایه مخفی و ۶ نرون در لایه مخفی بهترین مدل از نظر معیارهای در نظر گرفته شده می‌باشد.

(۴) پارامترهای ترافیکی موثر در سرعت جریان به ترتیب شامل سرعت جریان آزاد، سهم وسایل سنگین و حجم جریان می‌باشد.

(۵) نتایج به‌کارگیری شبکه‌های عصبی مختلف برای تعیین رابطه بین پارامترهای ترافیکی، نشان داد که

مراجع

- [۱] جلیل شاهی. مهندسی ترافیک پیشرفته، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۵.
- [۲] خاکی؛ سرکار، ۱۳۹۰، تعیین رابطه سرعت و چگالی در بزرگراه‌های تحت سیستم مدیریت سرعت، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران.
- [۳] سیف، ندیمی، ۱۳۹۲، تحلیل روابط میان پارامترهای ماکرو سکوپیک جریان ترافیک در شرایط مختلف، مطالعه موردی آزادراه قم-تهران، سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.
- [4] Gerlough, D, and Huber, M, Traffic Flow Theory, Monograph, Special Report 165 Transportation Research Board National Research Council Washington, D.C., 1975, PP.49-96.
- [5] Hall, F, Traffic Stream Characteristics, Hall, Professor McMaster University, Department Of Civil Engineering and Department Of Geography, 1280 Main Street Mest Hamilton, Ontario, Canada, 1975.
- [6] May, A. Advanced Traffic Flow Theory. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1990.
- [7] Road Traffic Data: Collection Methods and Applications, Joint Research Centre(JRC),N1,2008.
- [8] Traffic Engineering ,Roger P.Roess ,Elena S .Prassas ,William R .McShane ,Pearson Prentice Education,Inc; 2004.
- [9] Traffic Flow Theory: A State-of-the-Art Report, Oak Ridge National Laboratory, and Transportation Research Board/FHWA, June 1992 (available at <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/tft/>, accessed November 2002.
- [10] Wardrop, J.G ,Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research ,Road Paper ,36 Proc.Instrn.Civ. Engnrs,1998.

M. Mohseni*

Master of Civil Engineering,
Department of Civil and
Environmental Engineering,
Amirkabir University of
Technology.

e-mail: mmohseni83@yahoo.com

G.H. A. Bahraminia

Master of Civil Engineering,
Islamic Azad University South
Tehran Branch.

H. Abedi

Master of Civil Engineering,
Department of Civil
Engineering, Iran University of
Science and Technology.

Prediction of Speed Flow in the Road Network

The purpose of this study is to provide a model to predict the speed of the traffic flow, in the road network. Using a neural network in which estimated relationship between the flow and traffic parameters including flow rate, volume flow percentage of heavy vehicles. The distinctive feature of this study with previous studies is using neural network model and the efficacy of both volume and percentage of heavy vehicles in estimating the flow rate. The data used in this study is derived from the output of loops in the road networks of Markazi province. The results of the modeling showed that by increasing the volume to capacity of up to 0.6, It is not seen a noticeable change in speed. And in these conditions and in the case of percentage of heavy vehicles is less than 10% of the flow rate, speed flow is more than 90% of the free flow speed. The results also showed that in the common day in the road network, the level of speed is on the A and B.

Keywords: Road Network, Traffic Flow, Heavy Vehicle.

* Corresponding author