

ارزیابی تاثیر محدودیت‌های تردد شبانه بر شاخص‌های ترافیک شهری در ایام کرونا (مطالعه موردی: شهر مشهد)

مقاله علمی - پژوهشی

آرمین جراحی^{*}، استادیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه خيام، مشهد، ایران
حسین ساعدی، دانشجوی دکتری، دانشکده فنی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران
سید رضا طهامی نامقی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه خيام، مشهد، ایران
^{*}پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.jarahi@khayyam.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱ - پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

صفحه ۱۷۰-۱۳۷

چکیده

دولت‌ها در پاسخ به پیدایش و شیوع ویروس کرونا در سراسر دنیا، سیاست‌های گوناگونی را وضع و اجرا کردند. ازجمله این سیاست‌ها و اقدامات، ممنوعیت تردد شبانه خودروها بود. پرسش آنست که آیا ممنوعیت تردد در برخی ساعات شبانه روز، می‌تواند منجر به وقوع مسایل پیش‌بینی نشده‌ای مانند تراکم ترافیک و همچنین عجله و بی‌احتیاطی رانندگان در ساعات منتهی به زمان ممنوعیت شود یا خیر. درواقع، آیا این پدیده می‌تواند منجر به افزایش تعداد و شدت سوانح گردد یا خیر. مطالعه حاضر به بررسی اثرات اجرای طرح ممنوعیت تردد در برخی ساعات شبانه روز، بر روی برخی پارامترهای جریان ترافیک و تعداد تصادفات در شهر مشهد پرداخته است. بررسی بر روی مقاطعی از دو معبر اصلی شهر، برای شرایط قبل از اعمال ممنوعیت تردد و در حین اعمال محدودیت‌ها انجام گرفته است. در این تحقیق ابتدا داده‌های مورد نیاز در رابطه با حجم تردد، سرعت جریان و تعداد تصادفات جرحی در سطح معابر شهر مشهد برای مدت ۲۷ ماه (از فروردین ۱۳۹۸ تا پایان خرداد ۱۴۰۰) جمع‌آوری گردید. پارامترهای قابل استفاده در بین داده‌های موجود، تعیین و در بازه‌های زمانی مختلف مقایسه شدند. در نهایت میزان تغییرات پارامترهای مختلف در بازه‌های زمانی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین حجم ترافیک روزانه به میزان ۳۴ درصد و میانگین حجم تردد ساعتی به میزان ۷۳ درصد نسبت به زمان مشابه قبل از اعمال محدودیت‌ها کاهش یافته است. همچنین نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان داد که در بخش سرعت و تصادفات، تغییرات چشمگیری اتفاق نیفتاده است.

واژه‌های کلیدی: محدودیت تردد، حجم تردد، ترافیک، ویروس کرونا، سرعت، تصادفات

۱- مقدمه

مشاهده است (ایندانا و همکاران، ۲۰۲۱). کشورها، اجرای استراتژی‌های ملی مختلفی را برای کاهش شیوع همه‌گیری از جمله فاصله‌گذاری فیزیکی، دستورات ماندن در خانه، تعطیلی مدارس، محدودیت‌های سفر و تجمعات و قرنطینه کامل را آغاز کردند (مارویس و همکاران، ۲۰۲۰). تحقیقاتی که اثرات

ویروس کرونا، پدیده‌ای بود که با توجه به سرعت انتشار و ویژگی مهارناپذیر خود، جهان را با بحران مواجه کرد. این بحران هرچند در ظاهر ماهیتی صرفاً پزشکی و مرتبط با نظام سلامت داشت، اما پدیده‌ای چندبُعدی بود که آثار و پیامدهای آن در حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی قابل

سطح شهر، باید همواره توجه داشت که اثرات سوء تصمیماتی که با اهداف خاص صورت می‌گیرند، متوجه این حوزه نشود. به همین منظور، این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه وضعیت ترافیک و ایمنی حرکت در ساعات عادی و ممنوعیت تردد در بازه زمانی فروردین ماه سال ۱۳۹۸ تا خرداد ماه سال ۱۴۰۰ بر روی برخی معابر شهری مشهد انجام شده است.

۲- پیشینه تحقیق

بارنس و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای دریافتند که علاوه بر کاهش میزان سفرهای داخل شهری، میزان تصادفات رانندگی و همچنین تصادفات جرحی و فوتی در معابر شهری در ایام کرونا به ترتیب ۴۷ و ۴۶ درصد کاهش یافته است (بارنس و همکاران، ۲۰۲۰). کاهش حجم تردد همچنین باعث کاهش فعالیت‌های انسانی و در نتیجه کاهش مصرف سوخت شده است (سالمن و همکاران، ۲۰۲۰). رضایی راد و ابراهیمی (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر تغییرات اعمال شده بر طرح‌های ترافیکی شهر تهران و همچنین برخی طرح‌های موقتی ویژه ایام کرونا پرداختند. آن‌ها با بررسی طول معابر پر ازدحام در محدوده کنترل آلودگی هوای شهر تهران در زمان قبل (آذر ۱۳۹۸) و بعد (آذر ۱۳۹۹) از تغییرات صورت گرفته، به این نتیجه رسیدند که رویکرد شهروندان به سیاست‌های پیشگیرانه کرونایی که همانا پرهیز از حضور در اجتماعات است، موجب استفاده بیشتر از خودروهای شخصی و به تبع آن تأثیرات منفی بر ترافیک شهری و تراکم بیشتر ترافیک در سطح شبکه معابر محدوده مورد بررسی شده است (رضایی راد و ابراهیمی ثابت، ۱۳۹۹). لی و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی میزان آلودگی هوای ناشی از سیستم‌های حمل‌ونقلی در شهر شانگهای چین در زمان قرنطینه پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تولید گازهای آلاینده از جمله NO_2 و SO_2 و CO_2 در این ایام حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش یافته است، هرچند میزان گاز O_3 به خاطر کاهش گازهای NO_x افزایش یافته است (لی و همکاران، ۲۰۲۰). بزازیور و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر اجرا یا عدم اجرای طرح ترافیک بر مرگ و میر ناشی از کرونا (موارد تایید شده یا مشکوک) و همچنین تأثیر بر کیفیت هوای شهر تهران را بررسی کردند. پژوهش آن‌ها نشان داد که اجرای طرح ترافیک نه تنها موجب افزایش فاصله‌گذاری اجتماعی و کاهش شمار مبتلایان روزانه به بیماری کرونا شده است، بلکه بر کاهش میزان آلاینده‌های هوا از جمله PM_{10}

شاخص‌های اقتصادی را بر ایمنی جاده‌ها بررسی کرده اند، نشان داده‌اند که رکودهای اقتصادی، با کاهش تلفات جاده‌ای مرتبط بوده‌اند (لام و همکاران، ۱۹۸۵؛ لوی و همکاران، ۲۰۱۵؛ واگنر، ۱۹۸۴؛ وگمن و همکاران، ۲۰۱۷؛ یانینس و همکاران، ۲۰۱۴). به عنوان مثال، تغییرات اساسی در تلفات جاده‌ای در برخی کشورها در دوره‌های زمانی شیوع ویروس کرونا مشاهده شده است (آنتونیو و همکاران، ۲۰۱۶؛ وگمن و همکاران، ۲۰۱۷؛ وینگیلیس و همکاران، ۲۰۲۰). بخش‌های زیادی در ایران و جهان تحت تأثیر ویروس کرونا قرار گرفتند که بخش حمل‌ونقل یکی از نخستین بخش‌هایی بود که تأثیر زیادی پذیرفت و دچار تحولات جدی شد. آثار این تحولات تنها به موارد مربوط به سلامت جسمی و روحی و همچنین اقتصاد محدود نبوده و آثار متفاوتی نیز در حمل‌ونقل داشت. به عنوان مثال، محققین در تحقیقی بر روی شهرهای مختلف در کشورهای آلمان، اسپانیا، فرانسه، انگلستان، ایتالیا و هلند متوجه کاهش ۶۰ تا ۹۰ درصدی میزان بار ترافیک شهری شدند. این میزان در سفرهای درون‌شهری در شهرهای مادرید و بارسلونای اسپانیا مجموعاً به میزان ۴۱٫۷۲ درصد و در سفرهای برون‌شهری به مقادیر ۸۰ و ۸۲ درصد گزارش شده است (دیودی و همکاران، ۲۰۲۰). یکی از سیاست‌های اتخاذ شده در ایران، طرح محدودیت تردد شبانه نام داشت که تردد خودروها (به جز تاکسی‌های اینترنتی، خودروهای امدادی، کادر درمان و سایر خودروهای مجاز) از ساعت ۲۱ تا ۳ بامداد را در شهرهای با وضعیت زرد و قرمز کرونایی ممنوع اعلام کرد و گفته شد که متخلفان توسط نیروهای مستقر یا دوربین‌های پلیس، مبلغ ۲۰۰ هزار تومان جریمه می‌شوند. این طرح از پاییز ۱۳۹۹ با هدف کاهش ارتباطات شهروندان و حذف مهمانی‌ها و دورهمی‌های شبانه و به تبع آن، قطع زنجیره انتقال ویروس، مد نظر قرار گرفت (افندی‌زاده و فرج‌اللهی، ۲۰۲۳). هرچند طرح ممنوعیت تردد شبانه با هدف کاهش تجمعات و دورهمی‌ها و جلوگیری از شیوع بیماری کرونا در نظر گرفته شده بود، اما باید توجه داشت که اجرای ممنوعیت تردد در برخی ساعات شبانه‌روز شاید می‌توانست منجر به تراکم ترافیک در ساعات غیر از آن و همچنین عجله رانندگان و بی‌احتیاطی ایشان در ساعات منتهی به زمان ممنوعیت شود که در نهایت منجر به افزایش تعداد و شدت سوانح و به تبع آن از دست‌رفتن جان افراد شود. حال آنکه این دو موضوع با یکدیگر در تناقض هستند. با توجه به اهمیت عملکرد و ایمنی شبکه معابر

همکاران، ۲۰۲۰). احسانی و رجبی (۱۴۰۰) به بررسی تأثیر محدودیت ترافیکی شبانه کرونا بر کیفیت هوای شهر تهران پرداختند. آن‌ها کیفیت هوا در زمان قبل و بعد از این تصمیم را بررسی کردند و از داده‌های غلظت اندازه‌گیری شده ساعتی آلاینده‌های هوا در آذر ۱۳۹۸ (روزهای با ترافیک عادی) و آذر ۱۳۹۹ (روزهای با محدودیت ترافیک) استفاده کردند و با استفاده از نرم‌افزار GIS، پهنه‌بندی غلظت هر آلاینده برای سراسر شهر تهران را ترسیم نمودند. این بررسی نشان داد که غلظت آلاینده‌های CO و NO₂ و ذرات معلق، در زمان برقراری محدودیت تردد نسبت به سال قبل، کاهش و آلاینده SO₂ افزایش یافته است (احسانی و رجبی، ۱۴۰۰). سیو و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی تأثیر بیماری کرونا بر مجموعه رفتارهای ترافیکی رانندگان در شبکه راه‌های کشور آمریکا پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که پس از شیوع بیماری و رواج یافتن امکان دورکاری در این کشور، بسیاری از مشاغل به حالت دورکاری در آمده و پیش‌بینی کردند که با توجه به تمایل بسیاری از افراد برای تردد کمتر در معابر پرتراffیک، برخی از این مشاغل به صورت دورکاری باقی خواهند ماند (سیو و همکاران، ۲۰۲۰). آلهاجیاسین و همکاران (۲۰۲۲) با تمرکز بر ایمنی ترافیک و تعداد و شدت تصادفات در قطر به مقایسه ادراک عمومی و واقعیت پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تعداد سوانح در این کشور نسبت به سال‌های پیش از شیوع بیماری، کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته، اما شدت آن افزایش یافته است. بر اساس این تحقیق، از دیدگاه عموم جامعه، معابر شهری به میزان ۸۰ درصد ایمن‌تر شده و رفتار رانندگی شهروندان در دوران کرونا ارتقاء پیدا کرده است. اما برخلاف دیدگاه عموم، از دیدگاه اکثر متخصصین حوزه حمل‌ونقل، نه معابر ایمن‌تر شده و نه رفتار ترافیکی شهروندان بهبود پیدا کرده، چرا که در مجموع شدت سوانح ترافیکی فزاینده بوده و این امر موجب کاهش ایمنی معابر شده است (آلهاجیاسین و همکاران، ۲۰۲۲). ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تعداد افراد درگیر در تصادفات رانندگی در شرایط شیوع بیماری کرونا در شهر نیویورک پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این بیماری بر تعداد افراد مذکور تأثیرگذار است. به‌طوری‌که متوسط مسافت پیموده‌شده به انواع وسایل نقلیه و درصد سفرهای کاری رابطه مستقیم با تعداد افراد درگیر در سوانح ترافیکی دارند. از طرفی نرخ بیکاری، نرخ تورم و

فرمان قرنطینه موجب کاهش تعداد این افراد شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱). سکاداکیس و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به تعیین تأثیر بیماری کرونا بر تعداد تصادفات و کشته‌ها و مجروحین ناشی از آن در یونان، با استفاده از داده‌های ده‌ساله شامل سال‌های پیش از کرونا و بازه زمانی شیوع کرونا، پرداختند. آن‌ها با کمک داده‌های سال‌های پیش از کرونا، آمار تصادفات و کشته و مجروحین سوانح رانندگی در سال شیوع کرونا را پیش‌بینی و با مقدار مشاهده شده آن در آن سال مقایسه کردند. مدل‌سازی نشان داد تعداد تصادفات و کشته‌ها و مجروحین نسبت به پیش‌بینی، کاهش یافته است. همچنین حجم ترافیک نیز کاهش بسیار زیادی در زمان کرونا داشته است به نحوی که میزان کاهش حجم ترافیک بسیار بیشتر از کاهش تصادفات بوده است. همچنین به این نتیجه رسیدند که در زمان قرنطینه، تعداد کشته و مجروحین سوانح افزایش یافته است. بنابراین نتیجه گرفتند عملکرد ایمنی شبکه معابر در زمان خلوت بودن معابر و حجم تردد کمتر، به‌طور کلی تضعیف شده است (سکاداکیس و همکاران، ۲۰۲۱).

افندی‌زاده و فرج‌اللهی (۱۴۰۲) اثرات انتشار ویروس کرونا بر تغییرات حجم ترافیک، مد حمل‌ونقل سفر، تعداد مبتلایان به کرونا پس از سفرهای برون‌شهری، مقدار آلاینده‌های زیست‌محیطی اکسیدهای گوگرد و نیتروژن، ذرات معلق و مونوکسید کربن و همچنین آثار تصمیمات کنترل‌کننده شیوع ویروس کرونا بر هر کدام از این پارامترها برای جاده چالوس را با استفاده از رگرسیون چند متغیره بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که حجم ترافیک و مقدار آلاینده‌ها در این جاده، همزمان با همه‌گیری گسترده کرونا، افت محسوسی داشت، اما پس از مدت کوتاهی و با وجود محدودیت‌های تردد خودروهای سواری، میزان حجم ترافیک افزایش یافته است. همچنین با بررسی مد حمل‌ونقل وسایل نقلیه سنگین و مقدار آلاینده‌های تولید شده توسط آن‌ها مشخص شد که محدودیت‌های تردد و جریمه پلاک‌های غیربومی، با اینکه احتمال ابتلا به ویروس کرونا را کاهش داده، اما باعث انجام سفر با مدلهایی غیر از خودروی شخصی (سواری) شده است (افندی‌زاده و فرج‌اللهی، ۱۴۰۲). با در نظر گرفتن سه مجموعه داده جداگانه در قطر، آلهاجیاسین و همکاران وضعیت ایمنی جاده‌ها و بزرگراه‌ها را در طول اپیدمی کرونا مورد مطالعه قرار دادند. نرخ کلی تصادفات در قطر در سراسر کرونا بسیار کمتر از پنج سال گذشته بوده، اما میزان تلفات

کاهش قابل توجهی در حجم ترافیک، حدود ۸۰ درصد، مشاهده شد (آلوی و همکاران، ۲۰۲۰).

۳- روش‌شناسی

در این مطالعه ابتدا داده‌های مورد نیاز در رابطه با حجم تردد، سرعت و تعداد تصادفات جرحی در سطح معابر شهر مشهد برای مدت ۲۷ ماه در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ از سازمان مدیریت و مهندسی شبکه حمل و نقل شهرداری مشهد تهیه شده‌است. در مجموع در این مطالعه، از حدود ۸۰۰۰ رکورد ثبت شده اطلاعات مربوط به پارامترهای حجم، سرعت و تعداد تصادفات جرحی در محدوده مورد بررسی استفاده شده‌است. سپس پارامترهای قابل استفاده در بین داده‌های موجود تعیین و با کمک نمودارهای آماری، تغییرات آنها با یکدیگر در بازه‌های زمانی مختلف مقایسه شده‌است.

۳-۱- محدوده زمانی تحقیق

با اوج گیری بیماری کووید ۱۹ در سراسر کشور، طرح محدودیت تردد شبانه از تاریخ اول آذرماه ۱۳۹۹ تا پایان سی‌ام آبان ۱۴۰۰ به مدت یک سال در معابر درون شهری به اجرا درآمد. در این مدت تردد کلیه خودروها در بازه زمانی ساعت ۲۱ تا ۳ بامداد ممنوع اعلام گردید. البته خودروهای امدادی و چند گروه معدود مانند پرسنل کادر درمانی و تاکسی‌های اینترنتی از این محدودیت مستثنا شدند.

شدید و مرگبار به‌طور قابل توجهی افزایش داشته‌است (آلهاجیاسین و همکاران، ۲۰۲۱). سلاهی و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر اعمال محدودیت توسط دولت اسپانیا ناشی از کووید-۱۹ بر تلفات ترافیکی جاده‌ای در منطقه تاراگونا (اسپانیا) را بررسی کردند. در طول تعطیلی ناشی از کووید-۱۹، کل تردد در ایالت تاراگونا ۶۲٫۹٪ کاهش یافت، در حالی که تلفات جاده‌ای ۷۴٫۳٪ کاهش یافت (سلاهی و همکاران، ۲۰۲۱). کاهش حجم ترافیک ممکن است عامل مهمی در کاهش تصادفات موجود در شهرهای بزرگ جهانی باشد. به عنوان مثال، در طول سه ماه از همه‌گیری کووید-۱۹ (آگوست - اکتبر ۲۰۲۰)، تصادفات جاده‌ای در میلان، مادرید و پاریس به ترتیب ۵۱٪، ۳۳٪ و ۲۹٪ در مقایسه با ۲۰۱۹ کاهش یافتند که نشان‌دهنده کاهش نرخ برخورد در هر مایل است (پیشو و همکاران، ۲۰۲۰). بر اساس گزارش گروه تحلیل و داده‌های ایمنی ترافیک بین‌المللی (IRTAD)، کاهش کلی تلفات جاده‌ای در سال ۲۰۲۰ در اکثر کشورها نسبت به سال ۲۰۱۹ شناسایی شد. به‌طور خاص، کاهش ۵۸ درصدی تلفات جاده‌ای در آوریل ۲۰۲۰ در مقایسه با آوریل ۲۰۱۹ در یونان شناسایی شد (IRTAD, 2020). به‌طور کلی، مطالعات موجود تغییر بزرگی را در الگوهای انتخاب حالت و در نتیجه، در حجم ترافیک نشان داد. آلوی و همکاران (۲۰۲۰) کاهش کلی ۷۶ درصدی در حجم ترافیک را شناسایی کردند که ثابت شد در مورد خودروی شخصی کمتر بود. در همین زمان، کاربران حمل‌ونقل عمومی تا ۹۳ درصد کاهش یافتند. علاوه بر این، در طول دوره قرنطینه در کالیفرنیا، از اوایل مارس تا اواسط آوریل،

۳-۲- محدوده مکانی تحقیق

معابر مورد مطالعه در این تحقیق که از مهم‌ترین معابر شهری مشهد می‌باشند، به شرح زیر هستند:

معبر (۱) بزرگراه شهید کلانتری - ابتدای خاقانی، غرب به شرق

معبر (۲) بزرگراه شهید کلانتری - درب شرقی دانشگاه، شمال به جنوب

معبر (۳) بزرگراه شهید کلانتری - درب شرقی دانشگاه، جنوب به شمال

معبر (۴) بزرگراه شهید کلانتری - صدا و سیما، شرق به غرب

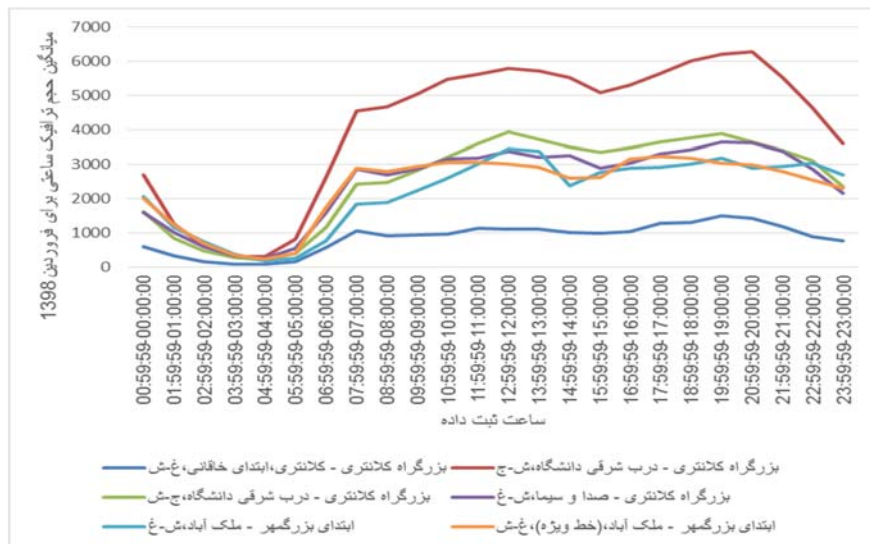
معبر (۵) ابتدای بزرگمهر - ملک آباد، شرق به غرب

معبر (۶) ابتدای بزرگمهر - ملک آباد، (خط ویژه)، غرب به شرق

۴- نتایج

۴-۱- حجم تردد

شکل ۱ میانگین حجم تردد مناطق مورد مطالعه در ساعات مختلف شبانه روز فروردین ماه ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد.



شکل ۱. میانگین حجم تردد برای فروردین ۱۳۹۸ و ساعات مختلف روز

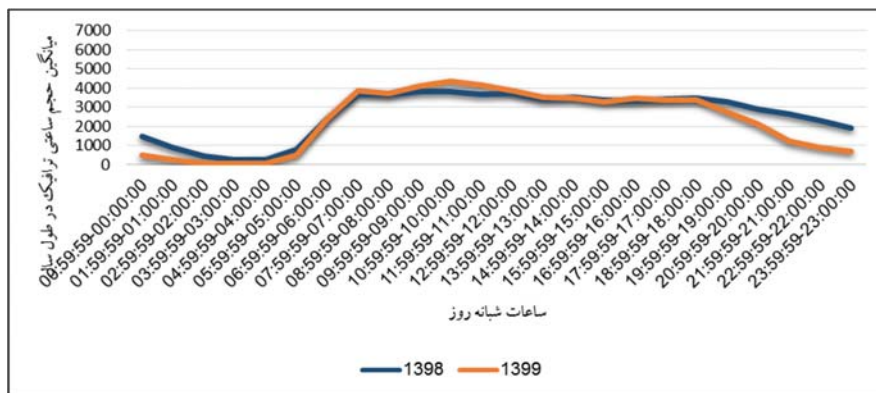
۴-۱-۱- بزرگراه کلاتری - ابتدای خاقانی، غرب به شرق (معبر ۱)

شکل ۲ به بیان مقادیر میانگین حجم ترافیک روزانه در معبر ۱ می پردازد. این نمودار، نمایی کلی از تغییرات ترافیک روزانه این معبر را ارائه می دهد. با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه، در ابتدا، حجم ترافیک روزانه در آذر ۹۹ اندکی کاهش یافته، لیکن در ادامه، افزایش یافته و تا پایان سال به حدود ۶۸۰۰۰ وسیله نقلیه در روز رسیده است.



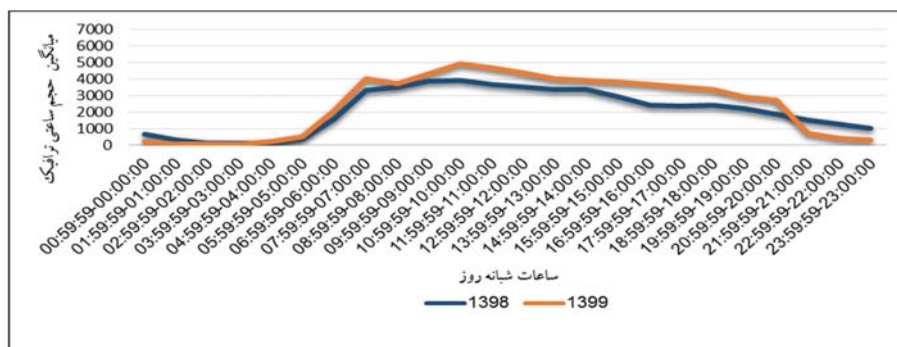
شکل ۲. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۱

شکل ۳ نشان دهنده میانگین سالانه حجم ترافیک این معبر در ساعات عادی شبانه روز، تقریباً حجم ترافیک این معبر در سال ۹۹ با سال ۹۸ برابر می باشد. در ساعات مختلف شبانه روز می باشد. شکل ۳ نشان می دهد که



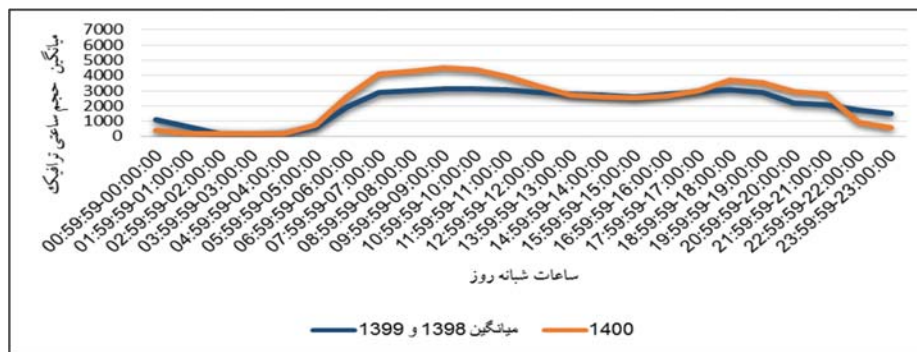
شکل ۳. میانگین سالانه حجم ترافیک سانی معبر ۱

با توجه به اینکه طرح محدودیت تردد شبانه از آذر ۹۹ برقرار شده است، برای بررسی و مقایسه تغییرات حجم در ساعات اعمال طرح، نسبت به سال قبل از آن، از نمودارهای ۴ و ۵ استفاده شده است.



شکل ۴. میانگین حجم ترافیک سانی در ماههای آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۱

شکل ۴ نشان می‌دهد که در ماههای آذر تا اسفند ۹۹، تا قبل از شروع طرح در ساعت ۲۱، حجم ترافیک نسبت به ساعات مشابه در سال ۹۸ تا حدودی افزایش یافته، لیکن با نزدیک شدن به این ساعت، حجم به یکباره کاهش یافته است.

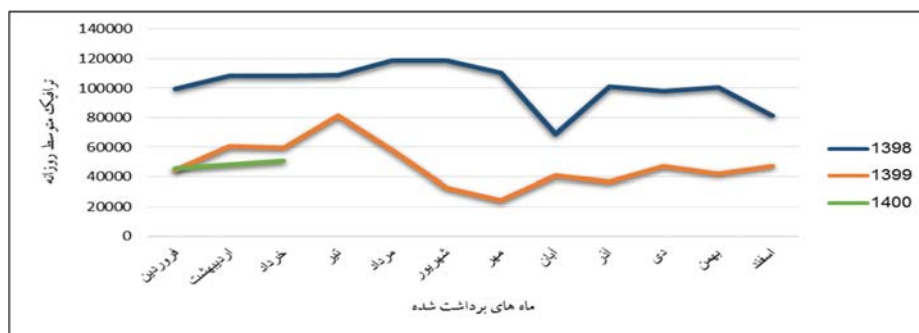


شکل ۵. میانگین حجم ترافیک سانی در ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۱

شکل ۵ نشان می‌دهد که در ماه‌های فروردین تا خرداد، حجم ساعتی سال ۱۴۰۰، در ساعات عادی نسبت به سال‌های قبل از اعمال طرح، تا حدودی افزایش یافته است، اما با نزدیک شدن به آغاز طرح در ساعت ۲۲، به یکباره حجم ترافیک در حدود ۲۰۰۰ وسیله نقلیه معادل دوسوم، کاهش یافته است.

۴-۱-۲- بزرگراه کلانتری - درب شرقی دانشگاه، شمال به جنوب (معبر ۲)

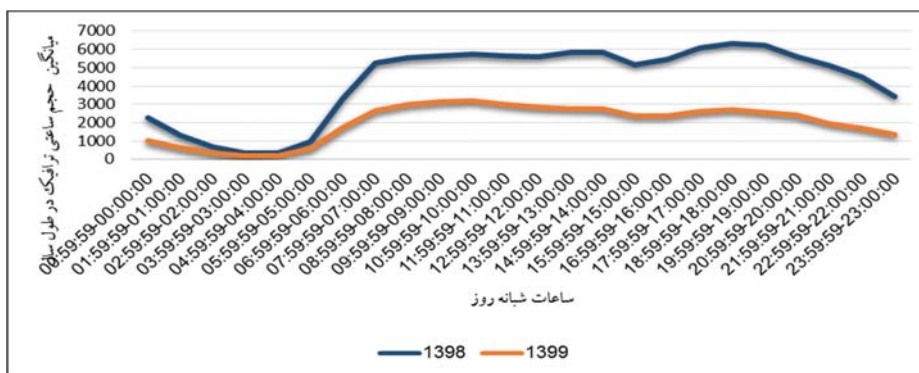
شکل ۶ میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۲ در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۶. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۲

غیر ضروری بوده باشد. شکل ۷ میانگین سالانه حجم ترافیک معبر ۲ در ساعات مختلف شبانه روز را نشان می‌دهد. در شکل ۷ نیز مطابق انتظار، در بازه زمانی آغاز فعالیت روزانه تا پایان روز، حجم سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد.

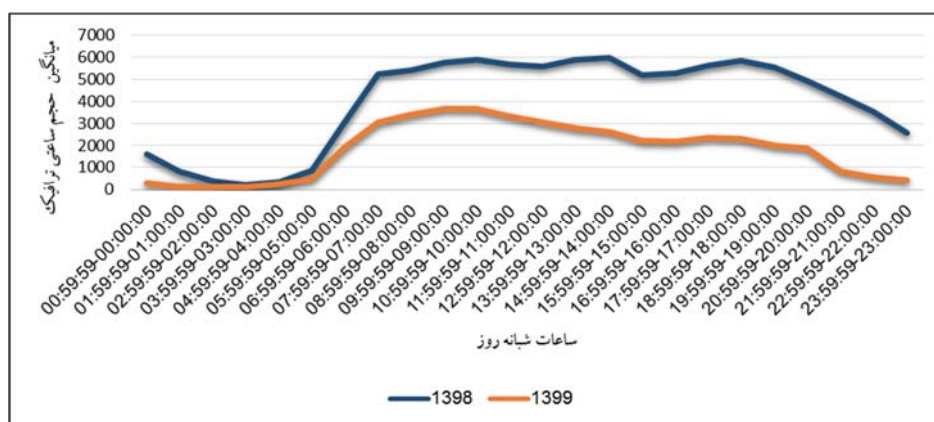
در این معبر نیز مشاهده می‌گردد که اوج ترافیک متوسط روزانه سال ۹۹، در تیرماه اتفاق افتاده و پس از آن منحنی صعودی سفرهای تابستانه شکل نگرفته و ترافیک رو به کاهش شده است که این موضوع می‌تواند در اثر شرایط عمومی حاصل از بیماری کرونا (کاهش ساعت کاری و تعطیلی بعضی از اصناف، دورکاری ادارات و ...) و عدم تمایل به مسافرت‌های



شکل ۷. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی معبر ۲

که با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه در ساعت ۲۱، حجم ترافیک معبر به یکباره در حدود ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت کاهش می‌یابد.

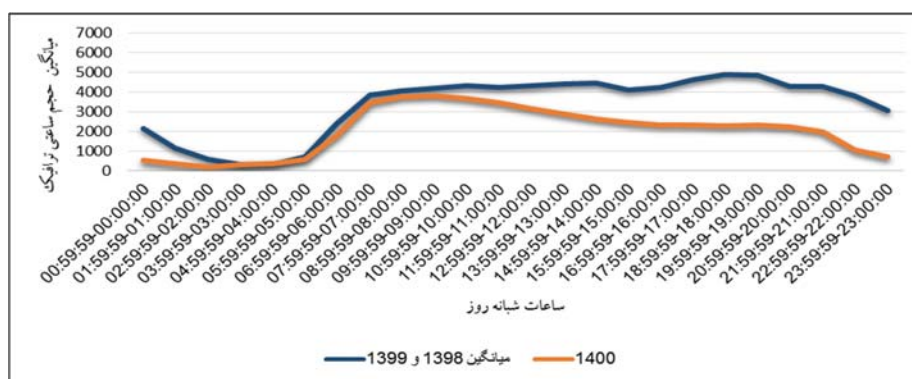
نتایج حاصل از شکل ۸ که میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند را نشان می‌دهد، مشخص می‌کند که الگوی حجم ترافیک ساعتی این معبر در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹ کاملاً مشابه الگوی سالانه آن می‌باشد، با این تفاوت



شکل ۸. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۲

زمان اوج صبحگاهی معبر به حجم قبل از اعمال محدودیت های کرونایی نزدیک شده است. در نقطه پایانی نیز با آغاز طرح محدودیت تردد در ساعت ۲۲، حجم ساعتی معبر در حدود ۱۰۰۰ وسیله نقلیه، کم شده است.

به منظور بررسی و مقایسه الگوی تغییرات ساعتی حجم ترافیک این معبر در بازه زمانی فروردین تا خرداد ۱۴۰۰، نمودار شکل ۹ ترسیم شده است. نتایج نشان می دهد اگرچه بطور کلی حجم ساعتی ترافیک در طول شبانه روز، در بازه زمانی بهار ۱۴۰۰ به نسبت سال های قبل از آن کاهش یافته است، اما حجم

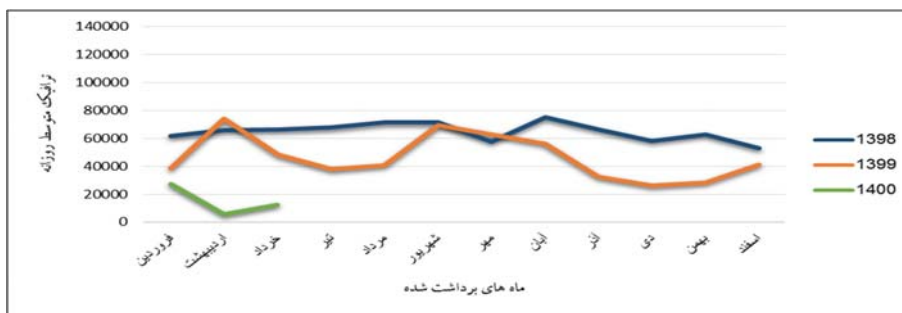


شکل ۹. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۲

۴-۱-۳- بزرگراه کلانتری - درب شرقی دانشگاه، جنوب به شمال (معبر ۳)

ترافیک روزانه معبر، مشابه با حجم سال قبل بوده است. با اجرای طرح محدودیت تردد، در آذر ۹۹ حجم ترافیک روزانه معبر، کاهش یافته، لیکن از بهمن ماه تا پایان سال، روند رشد ترافیک مجدداً صعودی شده است.

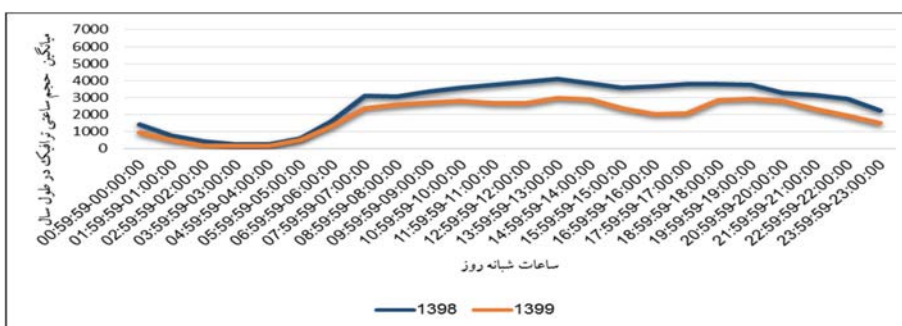
نمودار شکل ۱۰ با ترسیم الگوی تغییرات ترافیک متوسط روزانه در ماه های مختلف، نمایی کلی از تغییرات ترافیکی سالانه این معبر را نمایش می دهد. بطور کلی در بیشتر ماه های سال ۹۹ و ۱۴۰۰، متوسط ترافیک روزانه این معبر نسبت به سال ۹۸ کمتر بوده است، البته در اردیبهشت ماه و اوایل پاییز ۹۹، حجم متوسط



شکل ۱۰. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۳

در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸، کاهش یافته است. همچنین از ساعت ۲۱ به بعد، شیب نمودار نزولی شده است.

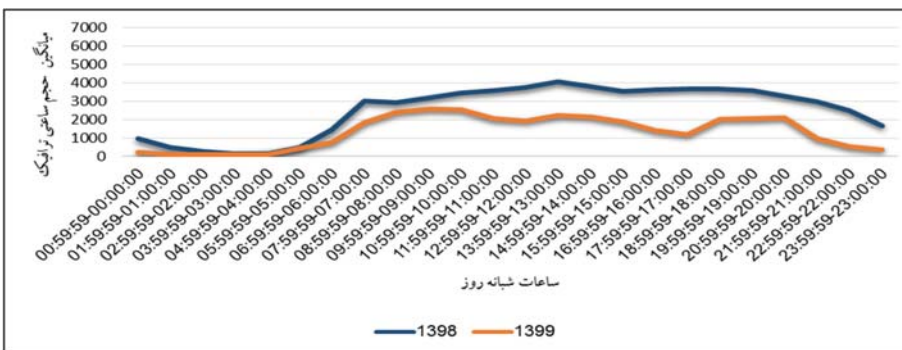
میانگین توزیع ساعتی حجم ترافیک این معبر، در شکل ۱۱ ترسیم شده است. در این معبر نیز ترافیک ساعتی بطور میانگین



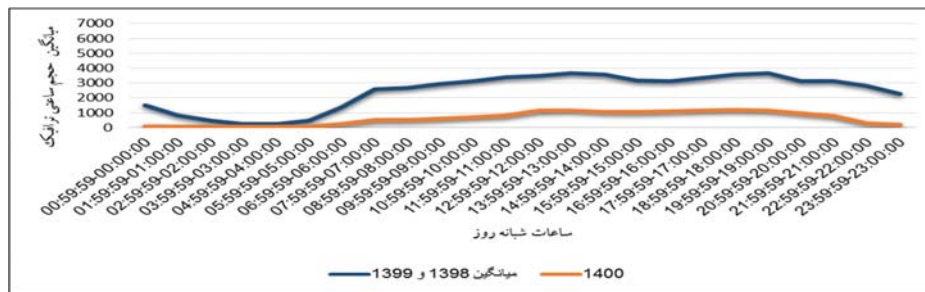
شکل ۱۱. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی معبر ۳

نمودار نشان می‌دهد که میانگین احجام این معبر، نسبت به میانگین احجام سال گذشته، کاهش چشمگیری داشته، که البته نمودار شکل ۱۰ این موضوع را تایید می‌نماید. در این شکل، نمودار احجام ساعتی سال ۱۴۰۰، به تدریج با شیب ملایمی افزایش و سپس از حدود ساعت ۱۹، رو به کاهش می‌گذارد. با رسیدن به ساعت ۲۲ و آغاز طرح، حجم معبر در حدود ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت کاهش می‌یابد که بیش از ۶۰ درصد حجم ترافیک جاری را شامل می‌شود.

به منظور بررسی حجم ساعتی ترافیک، در ساعات اعمال طرح محدودیت تردد شبانه، نمودارهای شکل ۱۲ و ۱۳ ترسیم شده است. شیب کلی نمودار سال ۹۹، نزولی است ولی با نزدیک شدن به ساعات برقراری طرح، از حدود ساعت ۱۸، حجم افزایش و سپس با رسیدن به ساعت ۲۱ کاهش یافته است. برای مقایسه میانگین حجم ترافیک ساعتی این معبر در ماه‌های فروردین تا خرداد، در بازه اعمال محدودیت‌های تردد شبانه با بازه مشابه قبلی، از نمودار شکل ۱۳ استفاده شده است. این



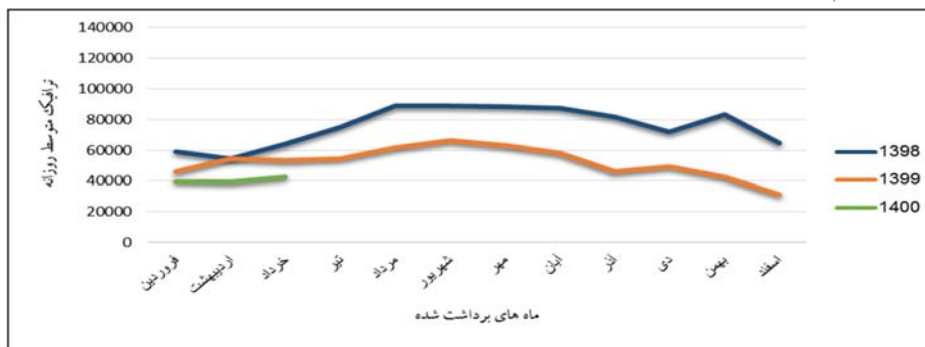
شکل ۱۲. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۳



شکل ۱۳. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه های فروردین ، اردیبهشت و خرداد معبر ۳

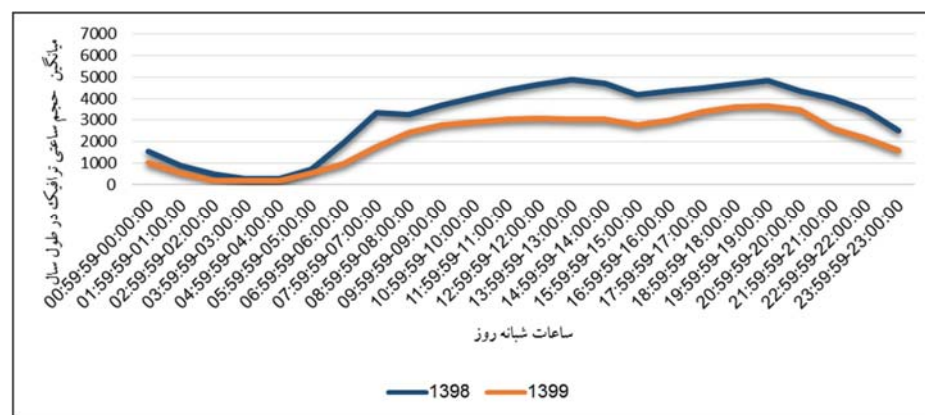
۴-۱-۴- بزرگراه کلانتری - صدا و سیما، شرق به غرب (معبر ۴)

میانگین حجم ترافیک روزانه این معبر در ماه های مختلف معبر نیز میانگین روزانه حجم ترافیک در سال های ۹۹ و ۱۴۰۰ معبر ۴، در شکل ۱۴ ترسیم شده است. مشابه معابر قبلی، در این نسبت به سال ۹۸ کاهش یافته است.



شکل ۱۴. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۴

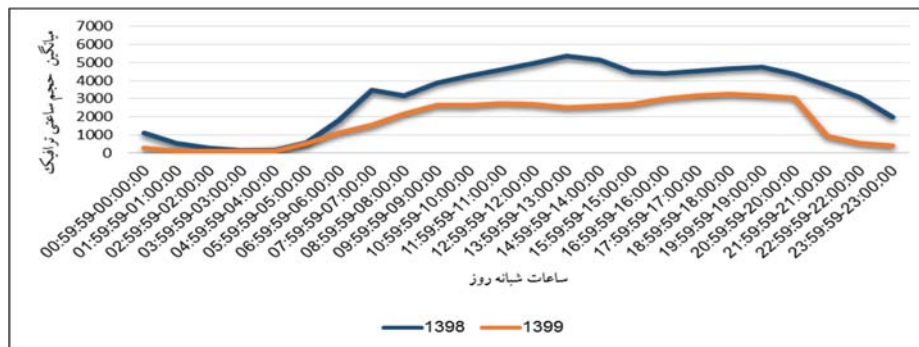
شکل ۱۵ میانگین توزیع ساعتی حجم ترافیک این معبر در طول سال را نشان می دهد.



شکل ۱۵. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی معبر ۴

ترافیک معبر ۴ در بازه زمانی اعمال محدودیت های تردد شبانه می باشد، اثر این محدودیت به وضوح مشاهده می شود.

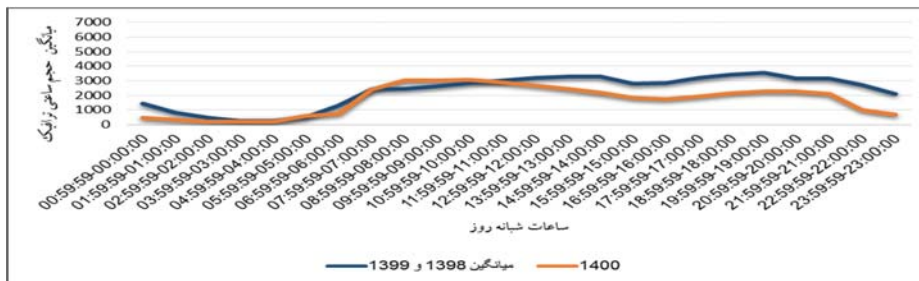
حجم ترافیک ساعتی معبر ۴، در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کمتر بوده و نمودار سال ۹۹ از ساعت ۲۰ به بعد با شیب تندتری نزول کرده است. در شکل ۱۶ که نشان دهنده میانگین حجم ساعتی



شکل ۱۶. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۴

نقلیه در ساعت، را ثبت نموده است. این کاهش، معادل ۷۰ درصد حجم ترافیک جاری بوده است.

حجم ترافیک از ساعات بعد از ظهر کمی افزایش یافته و با رسیدن به ساعت ۲۱ افت شدیدی، معادل بیش از ۲۰۰۰ وسیله



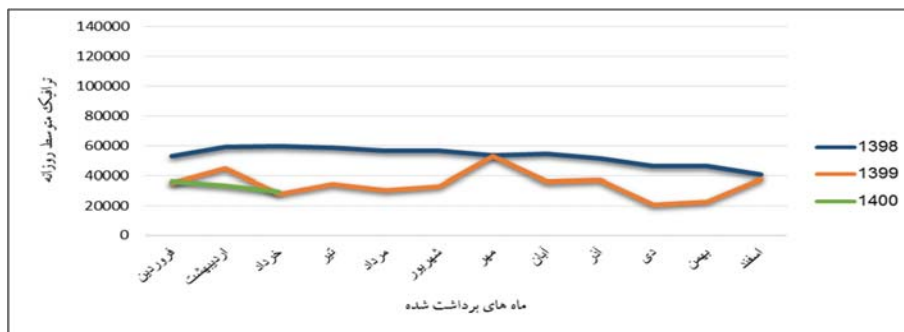
شکل ۱۷. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۴

می‌دهد که حجم نقطه اوج ترافیک صبحگاهی سال ۱۴۰۰ نسبت به مقادیر متناظر قبل از اعمال محدودیت‌ها، افزایش یافته و در بقیه ساعات فعالیت روزانه، این حجم کمتر بوده است.

شکل ۱۷ که به منظور مقایسه تغییرات حجم ساعتی ترافیک معبر ۴ در ماه‌های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰، با دوره متناظر قبل از اعمال محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، نشان

۴-۱-۵- ابتدای بزرگمهر - ملک آباد، شرق-غرب (معبر ۵)

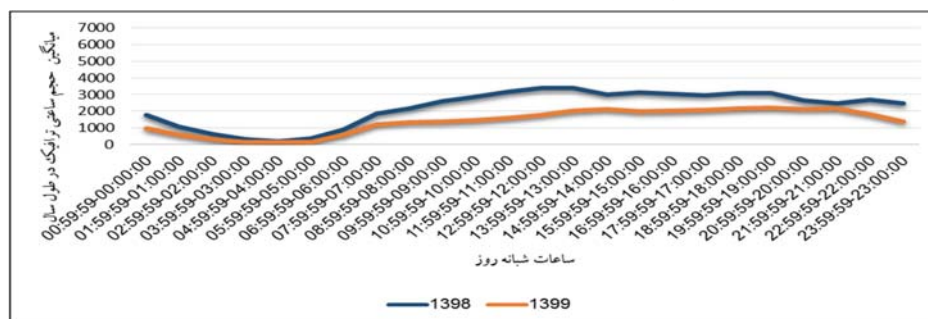
برای بررسی میانگین حجم ترافیک روزانه این معبر در ماه‌های مختلف، نمودار شکل ۱۸ ترسیم شده است.



شکل ۱۸. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۵

کاهش قابل ملاحظه، به حدود ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه در شبانه روز رسیده است. به منظور بررسی تغییرات کلی میانگین ساعتی احجام معبر در طول سال، نمودار ۱۹ ترسیم شده است.

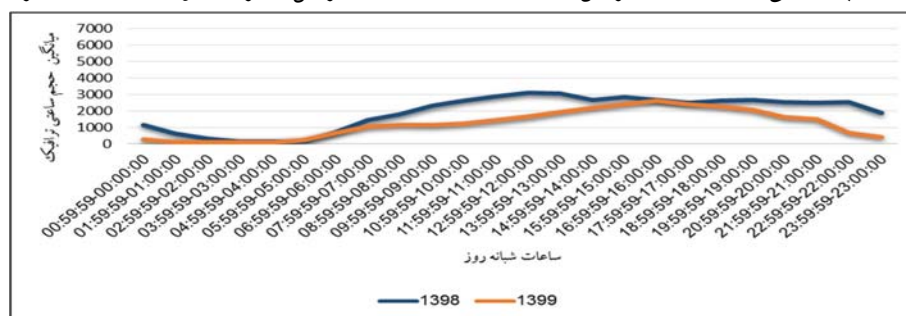
میانگین احجام ترافیک روزانه در سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰، در مقایسه با سال ۹۸ کاهش یافته است. با اعمال طرح محدودیت تردد شبانه، میانگین حجم ترافیک روزانه در آذرماه با اندکی افزایش، به حدود ۳۷۰۰۰ وسیله نقلیه و سپس در دی ماه با



شکل ۱۹. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی معبره

سپس با آغاز اعمال طرح محدودیت تردد شبانه، سیر نمودار نزولی شده است. به منظور بررسی روند تغییرات ساعتی حجم ترافیک این معبر، در بازه زمانی اعمال محدودیت‌ها و مقایسه با زمان متناظر قبل از کرونا، نمودارهای ۲۰ و ۲۱ ترسیم شده است.

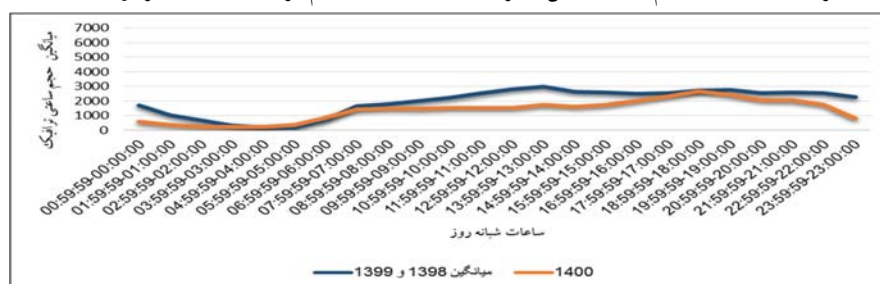
در این معبر نیز مشاهده می‌گردد که تقریباً در تمام طول بازه زمانی فعالیت روزانه، میانگین احجام ساعتی ترافیک در سال ۹۹، نسبت به مقادیر متناظر در سال ۹۸ کاهش یافته است. حجم ساعتی ترافیک با شیب ملایمی تا ساعت ۲۱ افزایش یافته و



شکل ۲۰. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبره

بعد از برقراری طرح محدودیت تردد شبانه، کاهش حجم به جای ساعت ۲۱، با یک ساعت تاخیر در ساعت ۲۲ اتفاق افتاده است که برخلاف مشاهدات معابر قبلی می‌باشد. مقدار عددی این کاهش، در حدود ۸۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و معادل بیشتر از نصف حجم ترافیک جاری معبر بوده است.

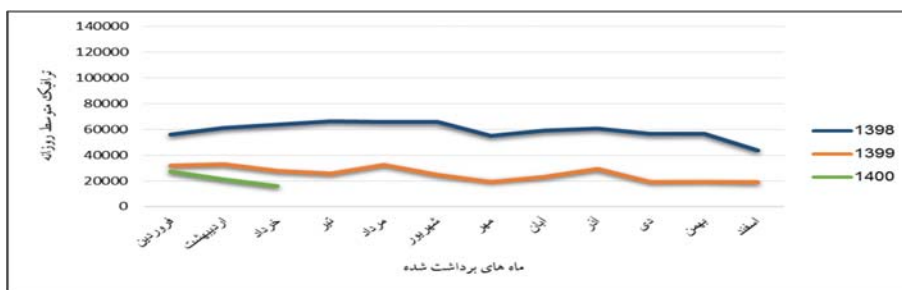
در شکل ۲۰، دو نکته قابل توجه می‌باشد؛ اول اینکه تقریباً در تمام طول بازه زمانی فعالیت روزانه، میانگین احجام ساعتی معبر در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کمتر بوده است. تنها حجم اوج ترافیک شبانه روز که بین ساعات ۱۶ تا ۱۷ واقع شده است، به مقادیر متناظر سال ۹۸ نزدیک است. نکته دوم اینکه در این معبر،



شکل ۲۱. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبره

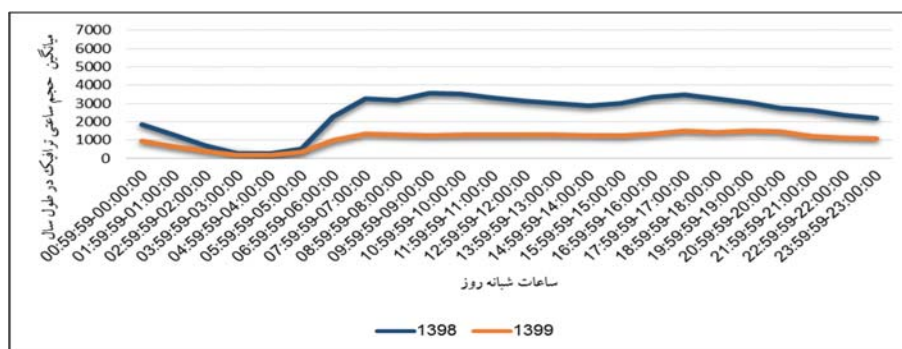
۴-۱-۶- ابتدای بزرگمهر - ملک آباد، (خط ویژه)، غرب به شرق (معبر ۶)

با ترسیم نمودار میانگین احجام ترافیک روزانه (شکل ۲۲)، نمایی کلی از وضعیت ترافیکی این معبر، در ماه‌های مختلف بدست می‌آید.



شکل ۲۲. میانگین حجم ترافیک روزانه معبر ۶

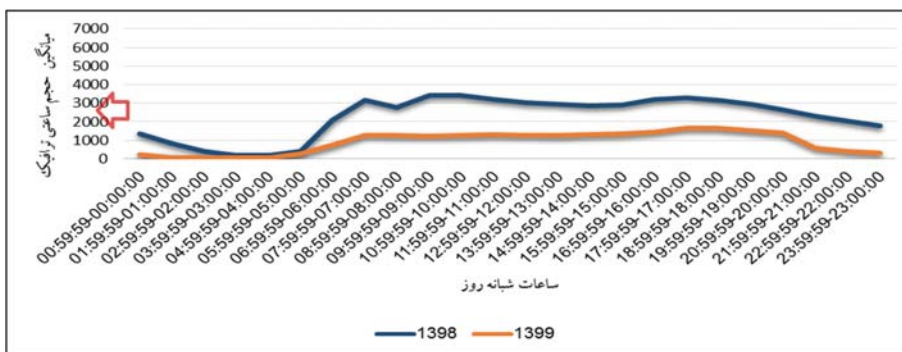
بطور کلی میانگین احجام ترافیک روزانه در سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰، نسبت به مقادیر متناظر در سال ۹۸، کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد.



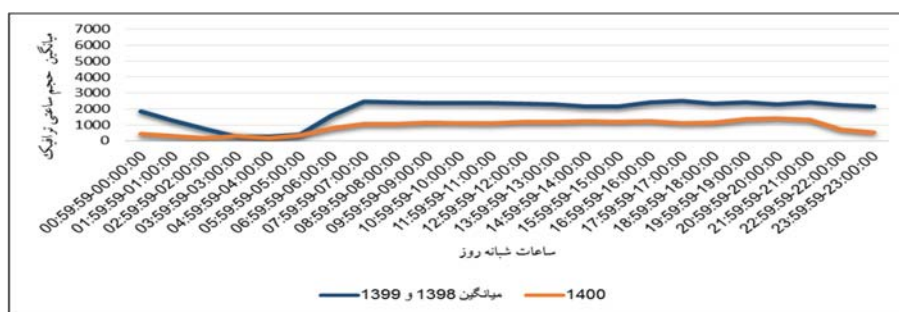
شکل ۲۳. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی معبر ۶

مطابق نمودار شکل ۲۴، در این معبر نیز در ماه‌های آذر تا اسفند، میانگین احجام ساعتی سال ۹۹ نسبت به مقادیر متناظر سال ۹۸، کمتر بوده است. همچنین با رسیدن به ساعت ۲۱، حجم معبر در حدود ۸۰۰ وسیله نقلیه در ساعت، معادل بیشتر از نصف حجم ترافیک جاری معبر، کاهش یافته است.

نمودار شکل ۲۳ نشان می‌دهد که میانگین احجام ساعتی معبر در سال ۹۹ نسبت به مقادیر متناظر آن در سال ۹۸، کاهش قابل توجهی داشته است. همچنین مشاهده می‌شود که میانگین احجام سال ۹۹، در طول کل بازه فعالیت روزانه، توزیع تقریباً یکنواختی داشته و مقدار حجم در ساعات مختلف روز، نوسان زیادی نداشته است. مقدار حجم، تنها در ساعات عصر، افزایش بسیار کمی یافته و با رسیدن به ساعت ۲۱ دوباره کاهش یافته است.



شکل ۲۴. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۶



شکل ۲۵. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه های فروردین ، اردیبهشت و خرداد معبر ۶

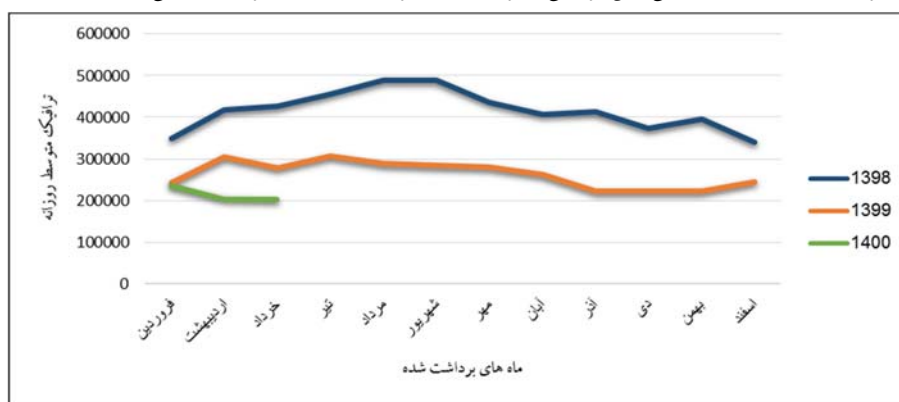
محدودیت تردد شبانه در این معبر در ساعت ۲۲، حجم ساعتی در حدود ۶۰۰ وسیله نقلیه، معادل تقریباً نیمی از حجم ترافیک جاری معبر، کاهش یافته است.

برای بررسی و مقایسه احجام ساعتی در بازه زمانی فروردین تا خرداد ۱۴۰۰ این معبر، نمودار ۲۵ ترسیم شده است. کلیات این نمودار، مشابه شکل ۲۴ می باشد با این تفاوت که اختلاف مقادیر نمودار قبل و بعد از کرونا، کاهش یافته است. با آغاز طرح

۴-۱-۷- بررسی حجم ترافیک در کل معابر

روی اطلاعات تجمعی معابر مورد مطالعه، تکرار و خلاصه نتایج در قالب جداول ۱ و ۲، ارائه شده است. شکل ۲۶ میانگین حجم ترافیک روزانه معابر را نشان می دهد.

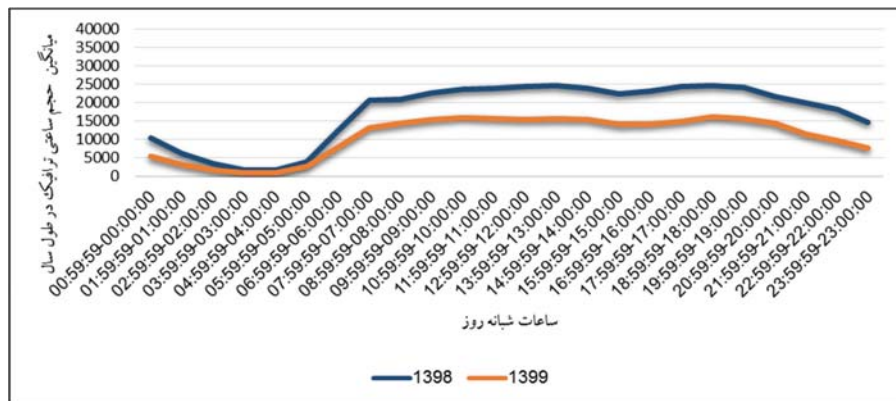
با توجه به اینکه در ۶ معبر بررسی شده، الگوهای تغییرات ترافیک متوسط روزانه و الگوهای تغییرات ترافیک ساعتی نسبتاً متفاوتی مشاهده گردید، به منظور مقایسه کلی، این بررسی ها بر



شکل ۲۶. میانگین حجم ترافیک روزانه کل معابر

۲۲۲۰۰۰ وسیله در آذرماه کاهش یافته است. سیر نمودار، تا بهمن ماه ۹۹ تقریباً ثابت بوده ولیکن با نزدیک شدن به روزهای پایان سال، مجدداً میانگین احجام ترافیک روزانه، افزایش و به حدود ۲۴۴۰۰۰ وسیله نقلیه در روز، رسیده است.

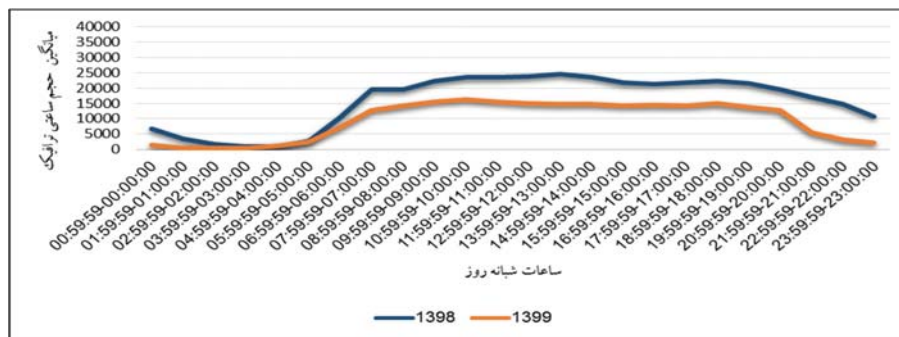
بطور کلی میانگین احجام روزانه در سال های ۹۹ و ۱۴۰۰ در مقایسه با مقادیر متناظر آن در سال ۹۸، کاهش یافته است. با اعمال محدودیت های تردد شبانه، میانگین حجم ترافیک روزانه، از حدود ۲۶۱۰۰۰ وسیله نقلیه در آبان ۹۹ به حدود



شکل ۲۷. میانگین سالانه حجم ترافیک ساعتی کل معابر

در سال ۹۹ و در اثر اعمال محدودیت‌های ترافیکی از ساعت ۲۱ به بعد، کاهش مقادیر شدت گرفته است. به منظور مقایسه تغییرات ساعتی میانگین احجام ترافیک معابر، در بازه‌های زمانی اعمال طرح محدودیت تردد شبانه با مقادیر مشابه قبل از اعمال محدودیت‌ها، نمودارهای ۲۸ و ۲۹ ترسیم شده‌اند.

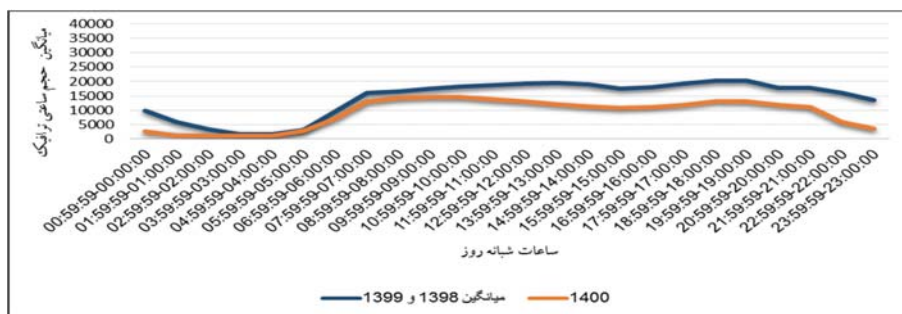
شکل ۲۷ نشان دهنده توزیع ساعتی میانگین احجام ترافیک مجموع معابر در طول سال می‌باشد. مطابق این شکل، میانگین احجام ساعتی ترافیک سال ۹۹ در تمام طول شبانه روز، نسبت به مقادیر متناظر آن در سال ۹۸ کمتر بوده است. همچنین در نمودار سال ۹۸ و در شرایط عادی ترافیکی، مشاهده می‌شود که از حدود ساعت ۲۰ به بعد، شیب نمودار، نزولی شده است، اما



شکل ۲۸. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند کل معابر

با رسیدن به ساعت ۲۱ و آغاز طرح محدودیت تردد شبانه، حجم ترافیک در حدود ۷۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت کاهش یافته است.

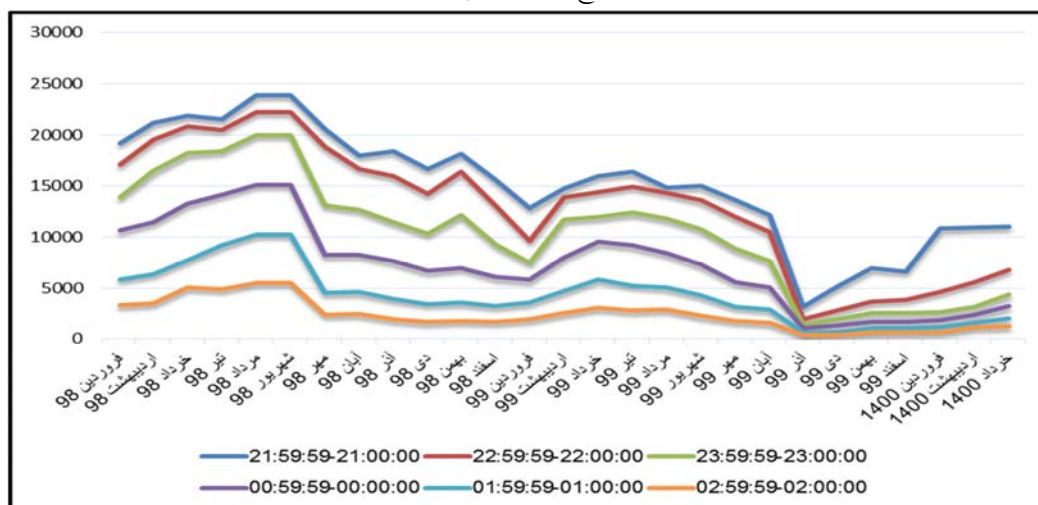
شکل ۲۸ نشان می‌دهد که در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹، تقریباً در تمام طول شبانه روز، مقادیر میانگین احجام ساعتی ترافیک، نسبت به سال ۹۸ کاهش یافته است. همچنین در سال ۹۹،



شکل ۲۹. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد کل معابر

محدودیت تردد شبانه، حجم ترافیک در حدود ۵۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت کاهش یافته است. شکل ۳۰ نشان دهنده میانگین حجم ترافیک ساعتی کل معابر به تفکیک ساعات ۲۱ شب تا ۳ صبح می باشد.

مطابق شکل ۲۹ در ماه های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰، تقریباً در تمام ساعات فعالیت روزانه، مقادیر میانگین احجام ساعتی ترافیک، نسبت به مقادیر متناظر قبل از کرونا، کاهش یافته است. همچنین در سال ۱۴۰۰، با رسیدن به ساعت ۲۲ و آغاز طرح



شکل ۳۰. میانگین حجم ترافیک ساعتی در ساعات اعمال طرح محدودیت تردد شبانه کل معابر

۲۱ به ۲۲ در ۷ فروردین ۱۴۰۰، از بازه محدودیت تردد خارج شده است. ارائه نتایج بصورت کمی و در قالب جداول ۱ و ۲، به درک بهتر نتایج تحقیق کمک می کند. جداول ۱ و ۲ خلاصه آمار و نتایج بدست آمده را نشان می دهند.

تراکم خطوط نمودار در آذرماه ۹۹ و تا حدودی ماه های بعد از آن، می تواند به درک بهتر کاهش حجم اتفاق افتاده در اثر اعمال طرح محدودیت تردد شبانه کمک کند. نکته دیگری که لازم است به آن توجه شود، حجم ترافیک ساعت ۲۱ تا ۲۲ در ماه های بعد از اسفند ۹۹ است که با توجه به تغییر ساعت آغاز طرح از ساعت

جدول ۱. تغییرات پارامتر حجم ترافیک هر معبر در زمان اعمال محدودیت های تردد شبانه نسبت به زمان متناظر قبل از محدودیت ها

نام معبر	مقایسه ترافیک متوسط روزانه سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸	مقایسه میانگین ترافیک متوسط روزانه ماه های آذر تا اسفند نسبت به ماه آبان در سال ۹۹	مقایسه میانگین حجم ترافیک ساعت ۲۱ تا ۲۲ نسبت به ساعت ۲۰ تا ۲۱ در ماه های آذر تا اسفند ۹۹	مقایسه میانگین حجم ترافیک ساعت ۲۳ تا ۲۲ نسبت به ساعت ۲۱ تا ۲۲ در ماه های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰
معبر ۱	کاهش	افزایش	کاهش	کاهش
معبر ۲	کاهش	افزایش	کاهش	کاهش
معبر ۳	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش
معبر ۴	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش
معبر ۵	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش
معبر ۶	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش

جدول ۲. مقایسه میزان تغییرات حجم ترافیک در مجموع ۶ معبر

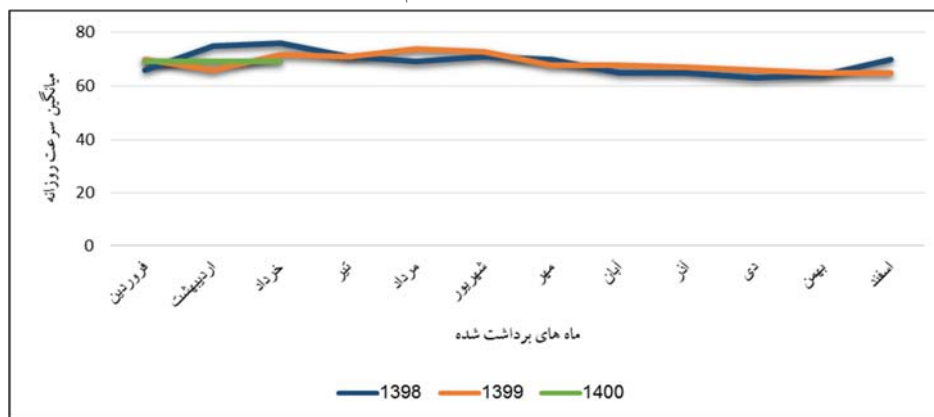
ترافیک متوسط روزانه	آذر ۹۸ تا خرداد ۹۹		۳۳۵,۵۱۲
	آذر ۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰		۲۲۲,۰۵۹
	درصد کاهش/افزایش		-۳۳,۸۱٪
میانگین حجم ترافیک ساعتی	ساعت ۲۱ تا ۳ در ماههای آذر، دی، بهمن و اسفند	سال ۹۸	۹,۱۸۶
		سال ۹۹	۲,۲۶۴
		درصد کاهش/افزایش	-۷۵,۳۵٪
	ساعت ۲۲ تا ۳ در ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد	میانگین سال ۹۸ و ۹۹	۹,۵۸۵
		سال ۱۴۰۰	۲,۸۱۷
		درصد کاهش/افزایش	-۷۰,۶۱٪
		درصد کاهش/افزایش میانگین	-۷۲,۹۸٪

۴-۲- سرعت

با استفاده از نمودارهای این بخش، تغییرات سرعت در هر معبر، تحلیل و با شرایط قبل از اعمال محدودیت‌های تردد شبانه مقایسه و نتیجه گیری گردید.

۴-۲-۱- بزرگراه کلانتری - کلانتری، ابتدای خاقانی، غرب به شرق (معبر ۱)

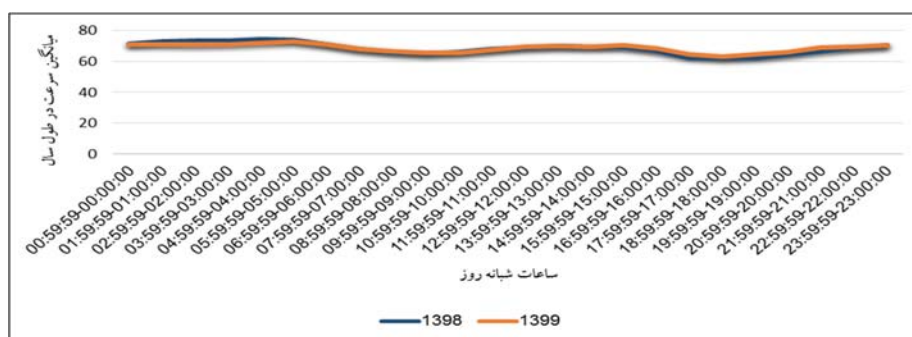
در ابتدا نمودار میانگین سرعت روزانه برای این معبر مطابق با شکل ۳۱ ترسیم شده است.



شکل ۳۱. میانگین سرعت روزانه معبر ۱

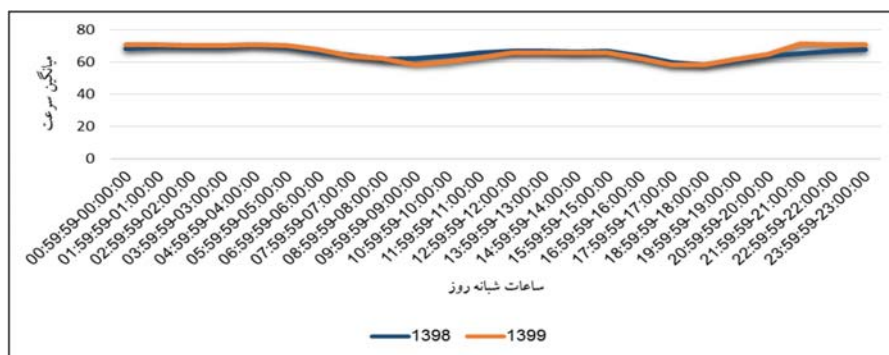
به آذر ۹۹ و اعمال طرح محدودیت تردد شبانه نیز، سیر نمودار تغییری را نشان نمی‌دهد.

مطابق نمودار شکل ۳۱ میانگین سرعت روزانه معبر در سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰، نسبت به سال ۹۸ تغییر قابل توجهی نداشته است. با رسیدن



شکل ۳۲. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز معبر ۱

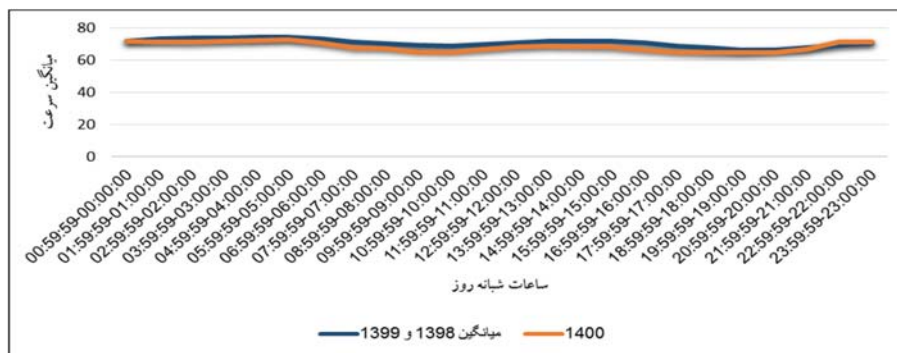
شکل ۳۲ نشان دهنده توزیع ساعتی میانگین سرعت معبر در سیر نمودار سال ۹۹ بطور کامل، مشابه نمودار سال ۹۸ و از نظر عددی هم تقریباً بر همدیگر منطبق می‌باشند.



شکل ۳۳. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۱

شکل ۳۳ به منظور مقایسه میانگین ساعتی سرعت در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹ تقریباً در تمام طول شبانه روز با مقادیر متناظر سال ۹۸ برابری می‌نماید. با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه و نزدیک شدن به ساعت ۲۱ در سال ۹۹، شیب نمودار اندکی صعودی شده و موجب به کمی افزایش در سرعت، در محدوده ساعت ۲۱ شده است، بلافاصله پس از این ساعت، خط سیر

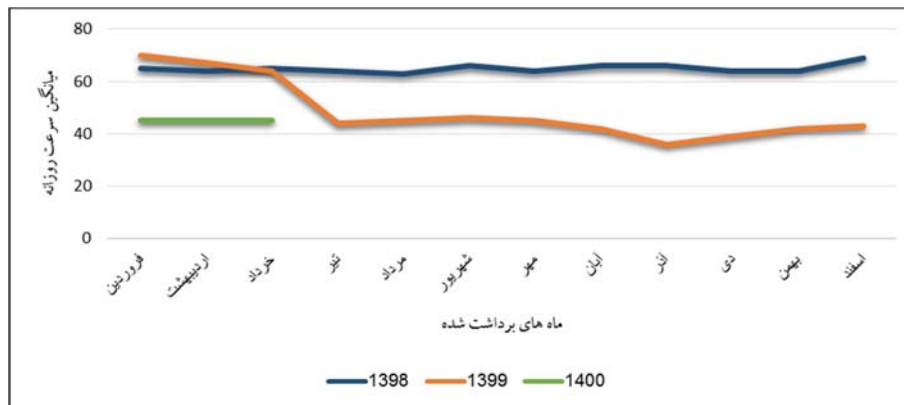
نمودار تقریباً ثابت شده است. شکل ۳۴ به منظور مقایسه میانگین ساعتی سرعت در ماه‌های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰ با ماه‌های قبل از اعمال محدودیت تردد شبانه، ترسیم شده است. این نمودار نشان می‌دهد که میانگین سرعت در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹ تقریباً در تمام طول شبانه روز با مقادیر متناظر سال ۹۸ برابری می‌نماید. با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه و نزدیک شدن به ساعت ۲۱ در سال ۹۹، شیب نمودار اندکی صعودی شده و موجب به کمی افزایش در سرعت، در محدوده ساعت ۲۱ شده است، بلافاصله پس از این ساعت، خط سیر



شکل ۳۴. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۱

۴-۲-۲- بزرگراه کلانتری - درب شرقی دانشگاه، شمال به جنوب (معیر ۲)

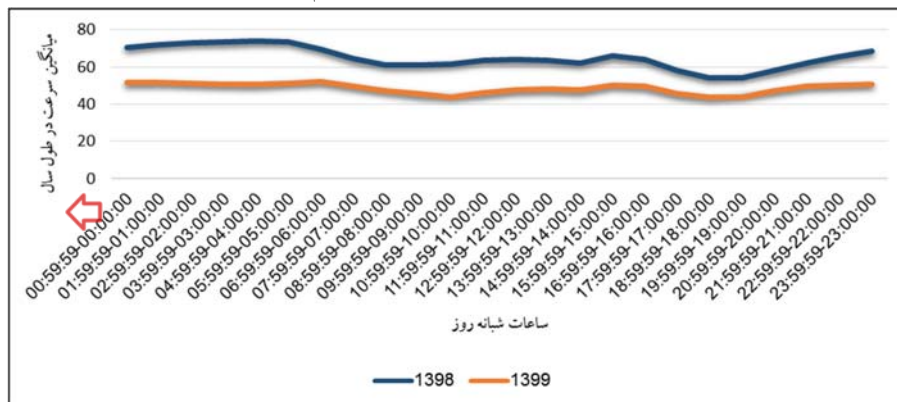
برای مشاهده تغییرات پارامتر سرعت در این معبر، به تحلیل نمودار میانگین سرعت روزانه در هر ماه، پرداخته شده است.



شکل ۳۵. میانگین سرعت روزانه معبر ۲

در آذر ۹۹ که مقارن با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه است، میانگین روزانه سرعت باز هم مقداری کاهش می‌یابد و سپس دوباره به مقدار گذشته باز می‌گردد. برای مشاهده تغییرات سرعت در ساعات مختلف شبانه روز، سه نمودار ۳۶، ۳۷ و ۳۸ بعدی ترسیم شده‌اند.

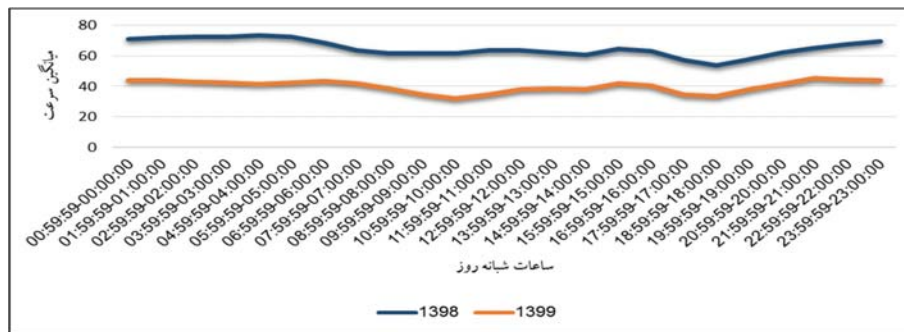
مطابق نمودار شکل ۳۵، بر خلاف معبر ۱، تغییرات سرعت متوسط روزانه سال ۹۹ در مقایسه با سال ۹۸ قابل ملاحظه می‌باشد. از تیرماه ۹۹ که میانگین سرعت روزانه به یکباره افت می‌کند، تا پایان سال و حتی تا پایان بهار ۱۴۰۰، این نمودار با شبی ملایم و نوسانی اندک، در ماه‌های بعدی ادامه می‌یابد. تنها



شکل ۳۶. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز معبر ۲

۲۱، شیب نمودار اندکی صعودی و از این ساعت به بعد تا آغاز فعالیت روزانه، تغییرات نمودار تقریباً ثابت شده است.

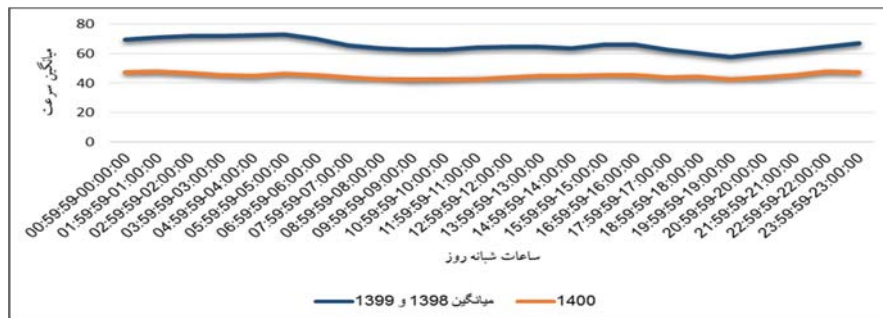
همانگونه که در شکل ۳۶ دیده می‌شود، بطور کلی در تمام ساعات شبانه روز در طول سال، میانگین سرعت در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کاهش یافته است. با نزدیک شدن به ساعت



شکل ۳۷. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۲

۲۱ می‌رسد، از این ساعت به بعد تا پایان زمان طرح محدودیت تردد شبانه و حتی تا آغاز مجدد فعالیت روزانه، میانگین ساعتی سرعت تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند.

مطابق با شکل ۳۷، در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹ در تمام ساعات شبانه روز، میانگین سرعت نسبت به ساعات متناظر آن در سال ۹۸، پایین تر بوده است. همچنین، با گذر از نقطه اوج ترافیک عصرگاهی معبر، شیب نمودار سرعت، صعودی شده تا به ساعت



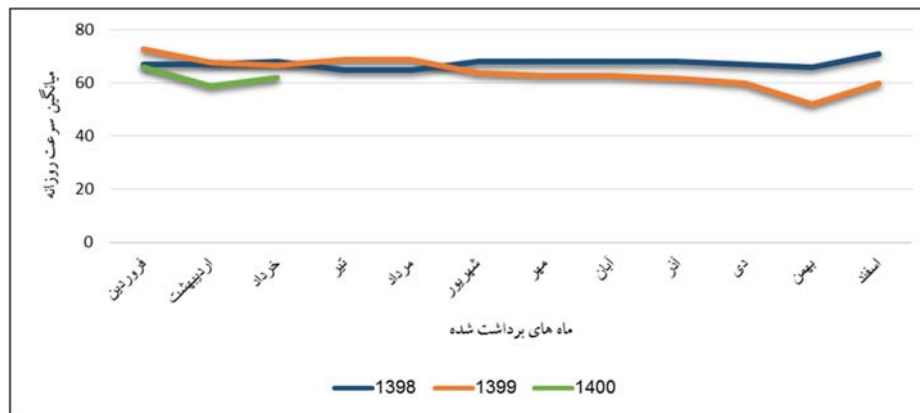
شکل ۳۸. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۲

متناظر آن در قبل از بیماری کرونا کمتر بوده است. همچنین شیب کلی نمودار تقریباً برابر صفر و میانگین ساعتی سرعت در طول شبانه روز، تقریباً عدد ثابتی بوده است.

شکل ۳۸ نشان دهنده تغییرات میانگین ساعتی سرعت در ماه‌های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰ و ساعات مشابه، در قبل از شیوع بیماری است. مطابق شکل مذکور، در ماه‌های فروردین تا خرداد در تمام ساعات شبانه روز، میانگین سرعت سال ۱۴۰۰ از مقادیر

۴-۲-۳- بزرگراه کلانتری - درب شرقی دانشگاه، جنوب به شمال (معبر ۳)

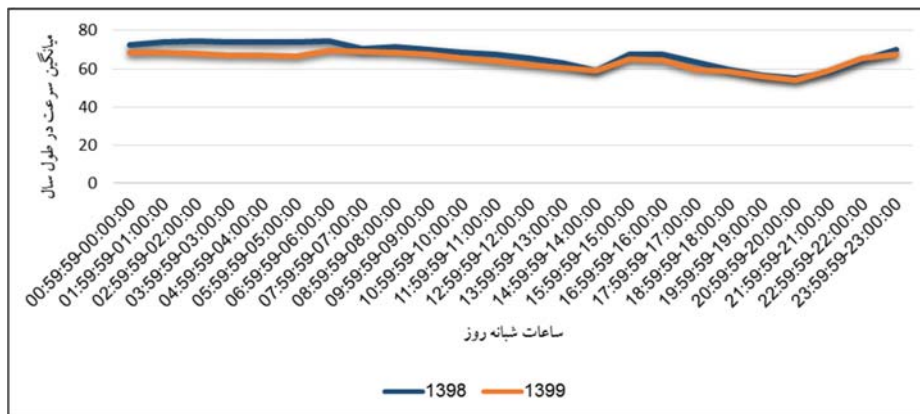
شکل ۳۹ نشان دهنده میانگین سرعت روزانه معبر در ماه‌های مختلف می‌باشد.



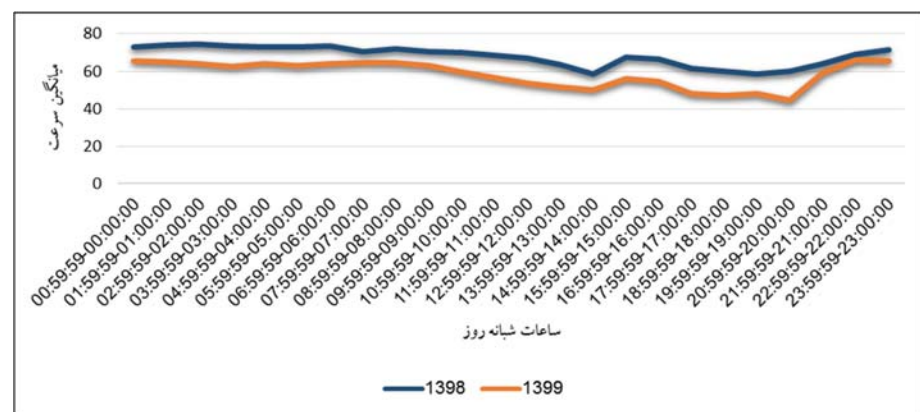
شکل ۳۹. میانگین سرعت روزانه معبر ۳

نمودار شکل ۴۰ نشان می‌دهد که در طول بازه زمانی فعالیت روزانه، نمودارهای میانگین ساعتی سرعت سال‌های ۹۸ و ۹۹ تقریباً بر همدیگر منطبق شده‌اند و این بدان معنی است که توزیع ساعتی میانگین سرعت در شبانه روز نیز، طی سال ۹۹ نسبت به سال قبل از شیوع کرونا، تغییر قابل توجهی نداشته است.

مطابق نمودار مذکور، میانگین سرعت روزانه در سال‌های ۹۸، ۹۹ و ۱۴۰۰، تغییرات قابل توجهی نسبت به هم نداشته‌اند. شیب نمودار سال ۹۸ تقریباً برابر صفر و تا پایان سال، سرعت متوسط تغییری نداشته است و تنها در اسفند ماه افزایش قابل مشاهده‌ای اتفاق افتاده است. به منظور بررسی تغییرات ساعتی میانگین سرعت معبر در طول سال، شکل ۴۰ ترسیم شده است.



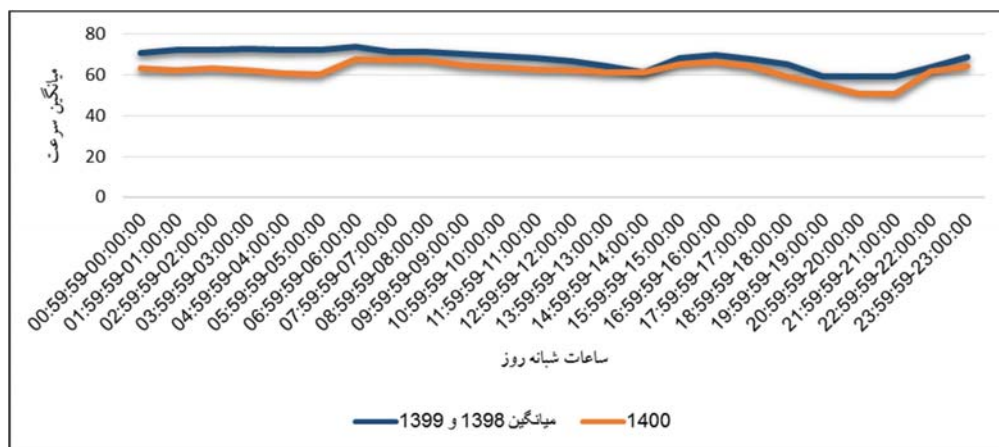
شکل ۴۰. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز معبر ۳



شکل ۴۱. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه های آذر ، دی ، بهمن و اسفند معبر ۳

سال ۹۹ نسبت به مقادیر متناظر آن در سال ۹۸، تا حدودی کاهش یافته است. شیب کلی نمودار در طول روز، منفی شده و با رسیدن به ساعت ۲۱، شیب نمودار صعودی شده است.

با بررسی توزیع ساعتی میانگین سرعت در ماه‌های اعمال محدودیت تردد شبانه مطابق با شکل ۴۱، مشاهده می‌گردد که میانگین سرعت در تمام طول شبانه روز در ماه‌های آذر تا اسفند



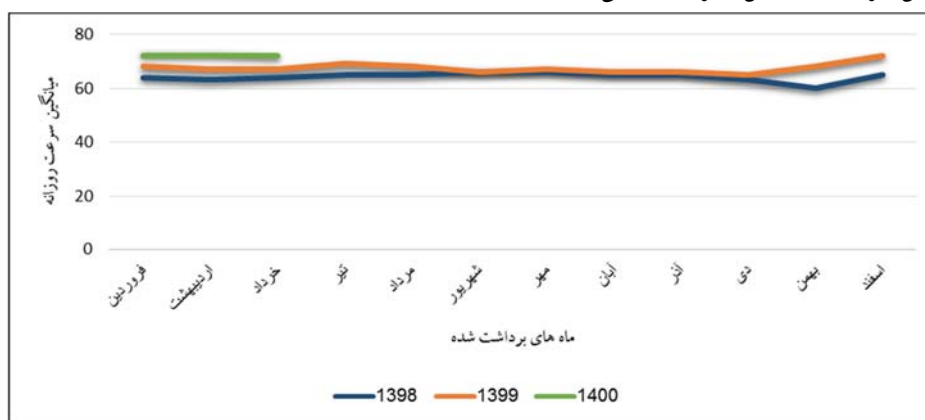
شکل ۴۲. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۳

مقادیر متناظر قبل از کرونا نزدیک شده و سپس با همان الگوی تغییرات ساعتی، ادامه می‌یابد. شیب کلی نمودار در طول شبانه روز، نزولی می‌باشد. با رسیدن به ساعت ۲۲، شیب نمودار صعودی شده و سپس در ساعت ۲۴، ثابت شده است.

نمودار شکل ۴۲ نشان می‌دهد که بطور کلی میانگین سرعت در ماه‌های فصل بهار، طی سال ۱۴۰۰ نسبت به سال‌های قبل از کرونا به میزان جزئی کاهش یافته است. با آغاز فعالیت روزانه، در بازه زمانی ۶ تا ۷ صبح، میانگین سرعت با اندکی افزایش، به

۴-۲-۴- بزرگراه کلانتری - صدا و سیما، شرق به غرب (معبر ۴)

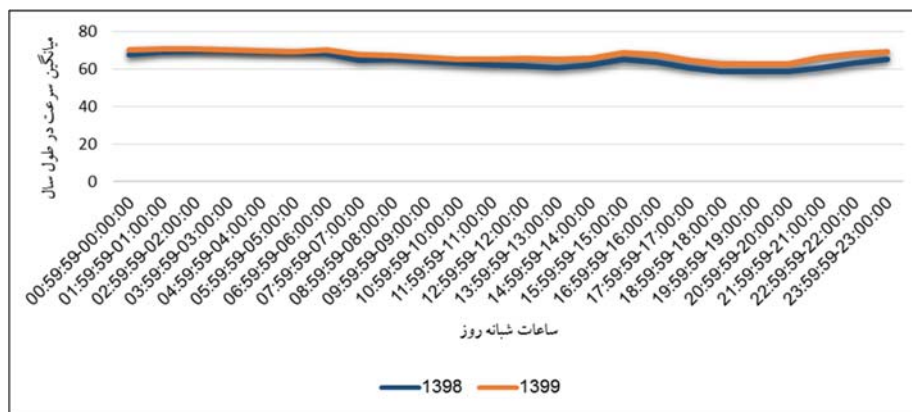
شکل ۴۳ میانگین سرعت روزانه این معبر را نشان می‌دهد.



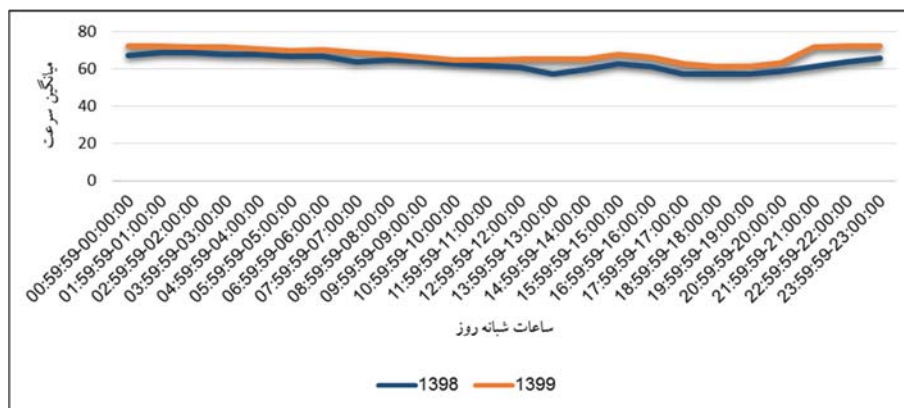
شکل ۴۳. میانگین سرعت روزانه معبر ۴

محسوسی مشاهده نمی‌شود. مطابق نمودار شکل ۴۴، میانگین سرعت در سال ۹۹ در تمام طول شبانه روز، نسبت به مقادیر متناظر سال ۹۸، به میزان ناچیزی افزایش یافته است. الگوی تغییرات ساعتی سرعت، بطور کامل مشابه الگوی سال ۹۸ است.

مطابق شکل مذکور، در طول سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰، میانگین سرعت روزانه در این معبر، نسبت به مقادیر متناظر سال ۹۸، به میزان ناچیزی افزایش یافته است. با آغاز طرح محدودیت تردد شبانه در آذرماه ۹۹، در مقادیر میانگین سرعت روزانه، تغییر



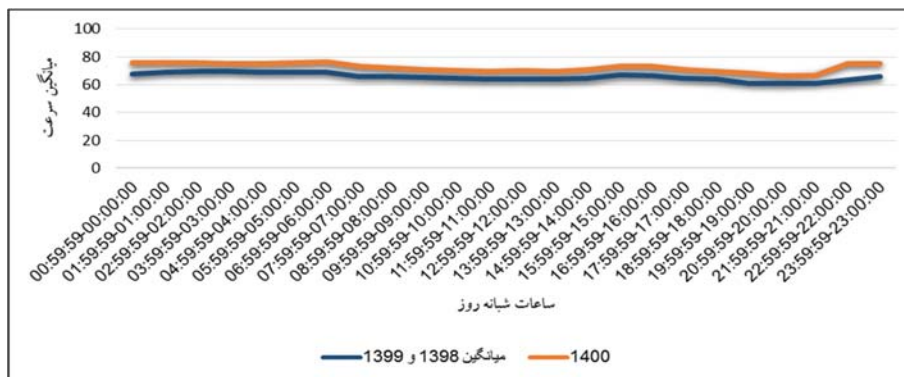
شکل ۴۴. میانگین سرعت روزانه معبر ۴



شکل ۴۵. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۴

منظور بررسی تغییرات ساعتی میانگین سرعت، در ماه‌های فروردین تا خرداد و مقایسه مقادیر سال ۱۴۰۰ با سال‌های قبل از بیماری کرونا، نمودار ۴۶ رسم شده است.

در تمام طول شبانه روز در ماه‌های منتهی به پایان سال، میانگین سرعت سال ۹۹ نسبت به مقادیر متناظر سال ۹۸ به میزان بسیار کمی افزایش داشته است. اختلاف دو نمودار، با رسیدن به ساعت ۲۱ و صعودی شدن شیب نمودار سال ۹۹، بیشتر شده است. به



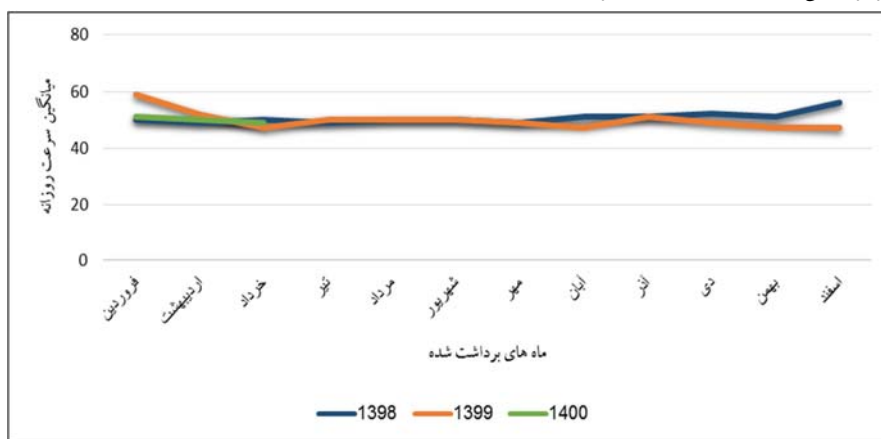
شکل ۴۶. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۴

در نمودار شکل ۴۶، افزایش مقادیر میانگین سرعت سال ۱۴۰۰، نسبت به مقادیر متناظر قبل از کرونا، با وضوح بیشتری قابل مشاهده است.

۴-۲-۵- ابتدای بزرگمهر - ملک آباد ، شرق به غرب (معبر ۵)

مقادیر سال ۹۹ اندکی کمتر بوده است. الگوی تغییرات ساعتی سرعت هردو سال نیز کاملاً با یکدیگر مشابه می‌باشند. تنها با نزدیک شدن به ساعت ۲۱ در سال ۹۹، تغییرات نمودار با شیب بیشتری نسبت به سال ۹۸ صعودی شده است. با رسم نمودار میانگین ساعتی سرعت در ماه‌های اعمال محدودیت‌های تردد شبانه مطابق با شکل ۴۹، تفاوت مقادیر سال ۹۹ با شرایط پیش از کرونا، آشکارتر شده است.

نمودار شکل ۴۷، میانگین سرعت روزانه در ماه‌های مختلف معبر ۵ را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۴۷ مشاهده می‌شود میانگین سرعت روزانه معبر، در سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰ نسبت به سال ۹۸ تغییر محسوسی نداشته است. بطوریکه در بسیاری از ماه‌ها، بخصوص در نیمه اول سال، نمودارها تقریباً بر همدیگر منطبق می‌باشند. نمودار شکل ۴۸ نشان می‌دهد که در تمام طول شبانه روز، میانگین ساعتی سرعت در سال ۹۹ با مقادیر متناظر سال ۹۸ تقریباً برابری می‌نماید. تنها در خط القعرهای نمودار،

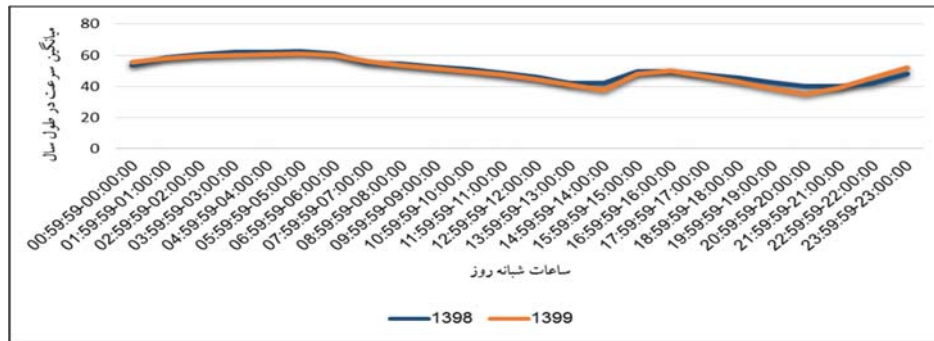


شکل ۴۷. میانگین سرعت روزانه معبر ۵

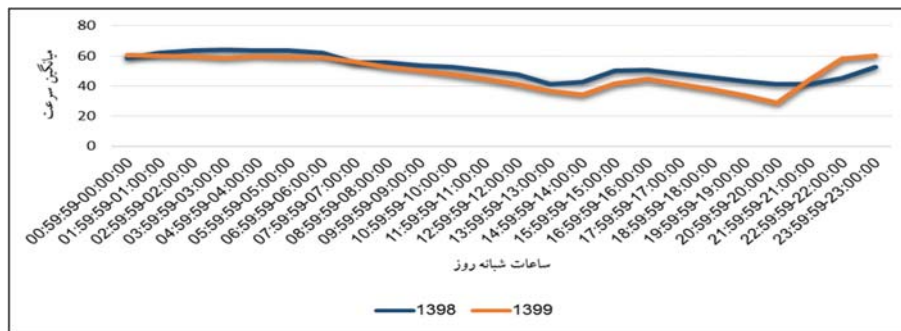
ساعتی سرعت در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال‌های قبل از شیوع کرونا، تغییر زیادی را نشان نمی‌دهد، اما بطور کلی مقادیر این سال، اندکی کمتر بوده است. در سال ۱۴۰۰ با عبور از بازه ساعت ۱۵ تا ۱۷ که میانگین سرعت کمی افزایش یافته، مجدداً سرعت‌ها کاهش یافته‌اند و با رسیدن به ساعت ۲۲ و اعمال محدودیت‌های تردد شبانه، سرعت‌ها با شیب بیشتری افزایش یافته‌اند.

در ماه‌های آذر تا اسفند، تقریباً در تمام طول شبانه روز، میانگین سرعت در سال ۹۹ نسبت به مقادیر مشابه سال ۹۸ کاهش یافته است. شیب کلی نمودار، نزولی بوده است. بین ساعت ۱۵ تا ۱۷، میانگین سرعت، صعودی بوده و سپس دوباره کاهش یافته است. با رسیدن به ساعت ۲۱ و آغاز اعمال محدودیت‌های تردد شبانه، تا حدود ساعت ۲۳، مجدداً سرعت‌ها افزایش یافته‌اند.

شکل ۵۰ نشان‌دهنده تغییرات ساعتی میانگین سرعت در ماه‌های فروردین تا خرداد، است. مطابق شکل، در این ماه‌ها میانگین



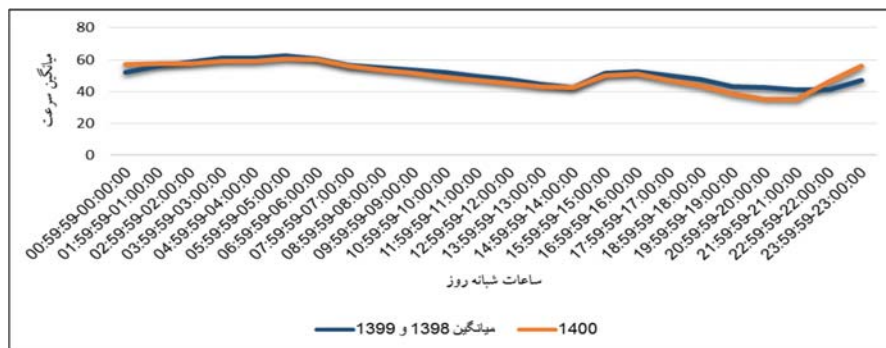
شکل ۴۸. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز معبر ۵



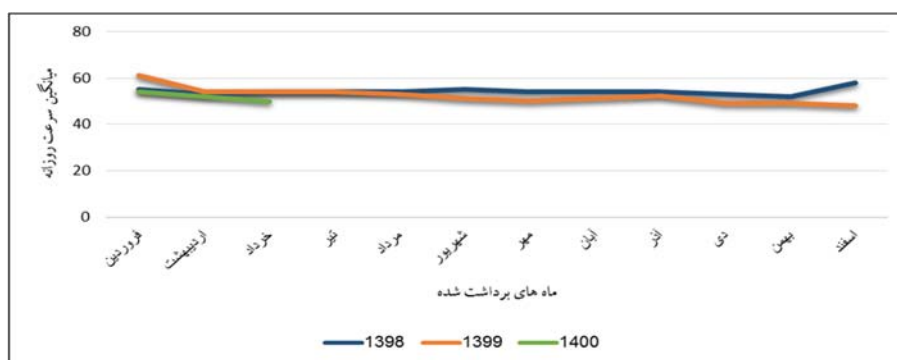
شکل ۴۹. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۵

۴-۲-۶- ابتدای بزرگمهر - ملک آباد ، (خط ویژه)، غرب به شرق (معبر ۶)

شکل ۵۱ تغییرات میانگین سرعت روزانه معبر ۶ در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد.



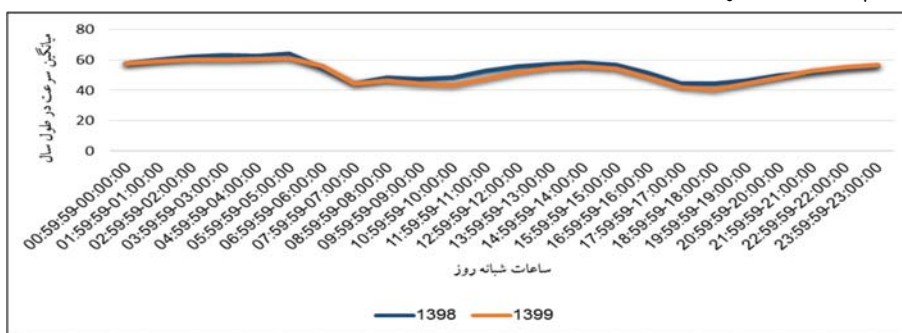
شکل ۵۰. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۵



شکل ۵۱. میانگین سرعت روزانه معبر ۶

کاهش جزئی را نشان می‌دهد. با رسیدن به آذر ۹۹ و اعمال طرح محدودیت تردد شبانه، میانگین سرعت روزانه با شیب بسیار کمی رو به کاهش نهاده است. در شکل ۵۲، میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز، در طول سال قابل بررسی می‌باشد.

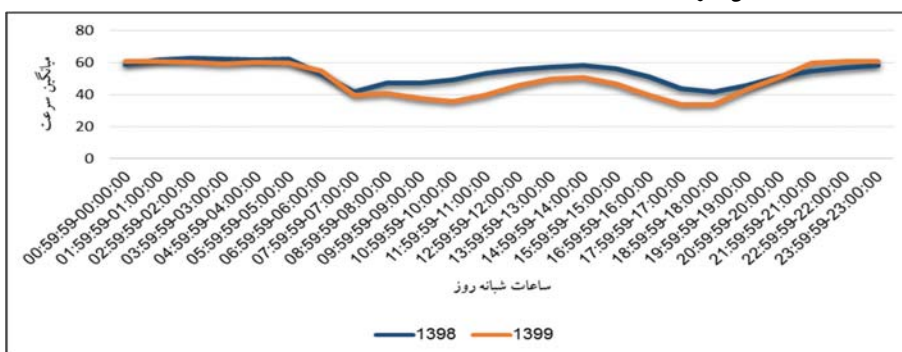
مطابق نمودار شکل ۵۱، میانگین سرعت روزانه در سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰ نسبت به مقادیر مشابه سال ۹۸، تغییرات اندکی را نشان می‌دهد. در نیمه اول سال، تغییر مشهودی دیده نمی‌شود، بجز فروردین ماه، که میانگین سرعت در سال ۹۹ مقداری بیشتر بوده است. از شهریور تا پایان سال، مقادیر سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸



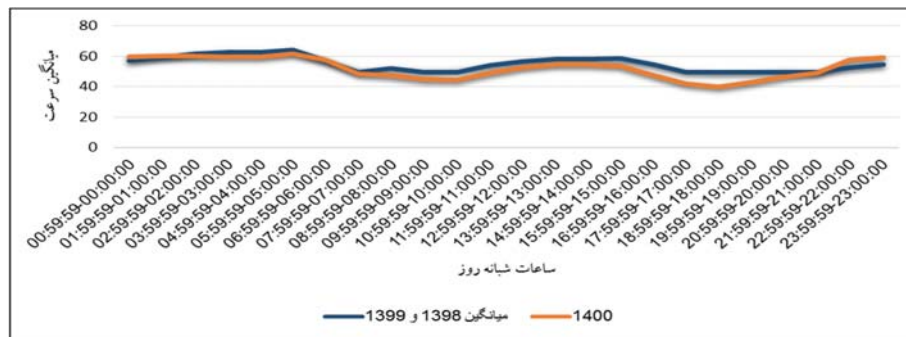
شکل ۵۲. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز معبر ۶

به مقادیر مشابه سال ۹۸، کاهش یافته است. در سال ۹۹ از حدود ساعت ۱۹، شیب نمودار صعودی شده و تا ساعت ۲۱ که طرح محدودیت تردد آغاز شده است، سرعت‌ها رو به افزایش بوده است.

توزیع ساعتی میانگین سرعت در شبانه روز، در طول سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸، تغییر چندانی نکرده است. تنها در بعضی ساعات، میانگین سرعت سال ۹۹ در مقایسه با سال ۹۸ به میزان بسیار جزئی کمتر بوده است. نمودار شکل ۵۳ نشان می‌دهد که در بیشتر ساعات شبانه روز، میانگین سرعت در سال ۹۹ نسبت



شکل ۵۳. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند معبر ۶



شکل ۵۴. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد معبر ۶

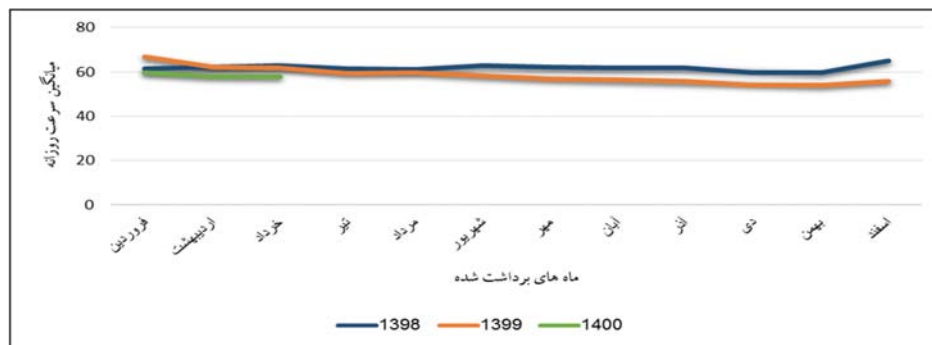
نمودار شکل ۵۴، تغییرات ساعتی میانگین سرعت در ماه‌های فروردین تا خرداد سال ۱۴۰۰ و سال‌های قبل از کرونا را نشان می‌دهد. در این بازه زمانی نیز در بیشتر ساعات شبانه روز، میانگین سرعت در سال ۱۴۰۰، نسبت به مقادیر مشابه قبل از آن

کمتر بوده است و از ساعت ۱۹ تا آغاز طرح محدودیت تردد شبانه در ساعت ۲۲، شیب نمودار صعودی شده، سرعت‌ها افزایش یافته و پس از آن ثابت شده‌اند.

۴-۲-۷- بررسی سرعت میانگین کل معابر

نتیجه، بر روی نمودارهای معابر مورد بررسی، برای اطلاعات میانگین ۶ معبر، تحلیل انجام گردید که نتایج بدست آمده، در قالب جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. نمودار میانگین سرعت روزانه کل معابر، در شکل ۵۵ ترسیم شده است.

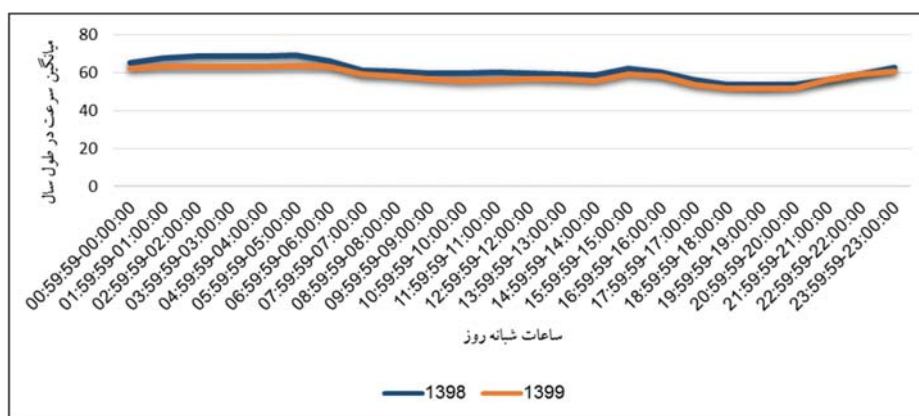
مشابه بررسی انجام شده در بخش حجم ترافیک، با عنایت به الگوهای نسبتاً متفاوتی که در نمودارهای تغییرات سرعت متوسط روزانه و تغییرات ساعتی میانگین سرعت در معابر مختلف مشاهده گردید، در این بخش به منظور جمع‌بندی و اخذ



شکل ۵۵. میانگین سرعت روزانه در کل معابر

از اواسط سال، نمودارها کم‌کم از همدیگر جدا شده‌اند، در ادامه، میانگین سرعت روزانه در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کاهش یافته است. با رسیدن به آذرماه ۹۹ و آغاز طرح محدودیت تردد شبانه، تغییری در روند نزولی ثابت سال ۹۹ مشاهده نمی‌شود.

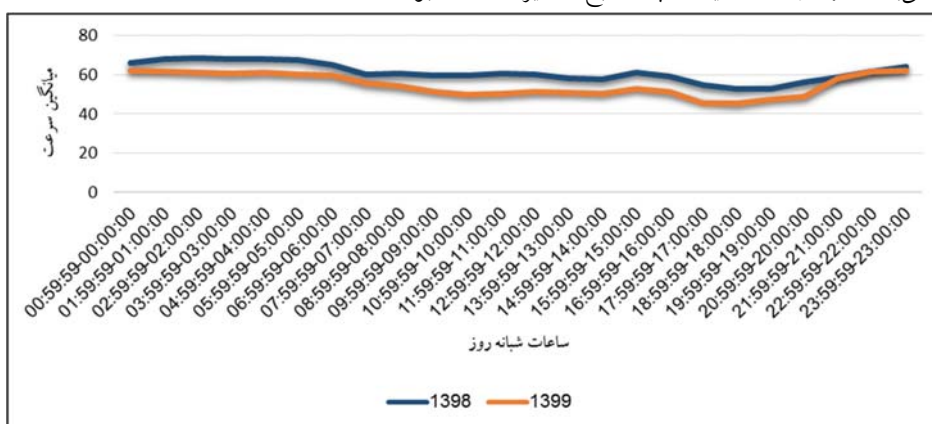
مطابق شکل مذکور، نمودار هر سه سال را با تقریب مناسب می‌توان خط راست فرض کرد که شیب‌های متفاوتی دارند. در ماه‌های ابتدایی سال، این خطوط تقریباً بر هم منطبق و میانگین سرعت روزانه آنها با هم برابر بوده است، به واسطه تغییر شیب



شکل ۵۶. میانگین سالانه سرعت در ساعات مختلف شبانه روز کل معابر

میانگین سرعت سال ۹۹ نسبت به مقادیر متناظر در سال ۹۸ اندکی کمتر بوده است. در هر دو سال، از حدود ساعت ۲۱ تا ۲۴ شیب نمودار صعودی و میانگین سرعت رو به افزایش بوده است.

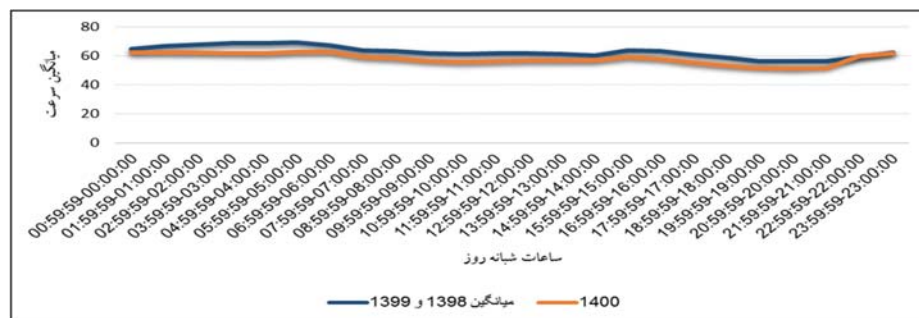
مطابق شکل ۵۶ توزیع ساعتی میانگین سرعت در طول شبانه روز، طی سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ تغییر محسوسی را نشان نمی‌دهد. الگوی تغییر ساعتی هر دو نمودار با تقریب مناسب، کاملاً شبیه هم می‌باشد. تنها در ساعات نیمه شب تا صبح، مقادیر



شکل ۵۷. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند کل معابر

سال ۹۸ کاهش یافته است. تنها از ساعت ۲۱ تا ۲۴ با آغاز اعمال محدودیت تردد، میانگین سرعت با مقداری افزایش، به حدود مقادیر سال ۹۸ نزدیک شده است.

نمودار شکل ۵۷ نشان می‌دهد که در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹ که طرح محدودیت تردد شبانه اعمال شده است، تقریباً در تمام طول شبانه روز، میانگین ساعتی سرعت نسبت به مقادیر متناظر



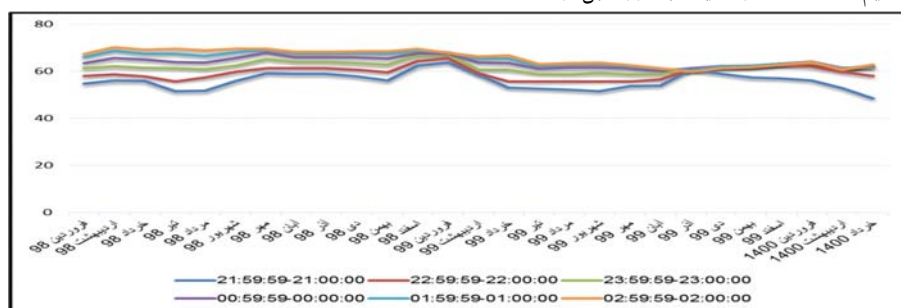
شکل ۵۸. میانگین سرعت در ساعات مختلف شبانه روز در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد کل معابر

محدودیت‌ها، میانگین سرعت ساعات ۲۲ تا ۲۴ افزایش و میانگین سرعت ساعات ۲۴ تا ۳ کاهش پیدا کرده است. تقریباً همین شرایط برای بازه زمانی فروردین تا خرداد ۱۴۰۰، در مقایسه با میانگین مقادیر فروردین تا خرداد ۹۹ و ۹۸، برقرار است. بنابراین، نتیجه ای که حاصل می‌شود این است که با اعمال طرح محدودیت تردد شبانه، میانگین ساعتی سرعت در ساعات اعمال طرح، به نسبت همین ساعات در زمان قبل از اعمال طرح، تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است.

نتیجه بررسی‌ها در قالب جداول ۳ و ۴ خلاصه شده است.

مطابق شکل ۵۸ در ماه‌های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰ که طرح محدودیت تردد شبانه اجرا شده است، تقریباً در تمام طول شبانه روز، میانگین ساعتی سرعت نسبت به مقادیر متناظر قبل از اعمال محدودیت‌ها، به میزان اندکی کاهش یافته است، تنها با رسیدن به ساعت ۲۲ و آغاز طرح محدودیت تردد، شیب نمودار صعودی شده و میانگین ساعتی سرعت به مقادیر مشابه قبل از اعمال محدودیت‌ها رسیده است.

با مقایسه بازه زمانی آذر تا اسفند ۹۹ با آذر تا اسفند ۹۸، مشاهده می‌شود که تغییرات میانگین سرعت در بازه اعمال محدودیت‌ها به دو زیر بازه تقسیم شده است. در مقایسه با دوره قبل از اعمال



شکل ۵۹. میانگین ساعتی سرعت در ساعات اعمال طرح محدودیت تردد شبانه برای کل معابر

جدول ۳. تغییرات پارامتر سرعت هر معبر در زمان اعمال محدودیت‌های تردد شبانه نسبت به زمان متناظر قبل از محدودیت‌ها

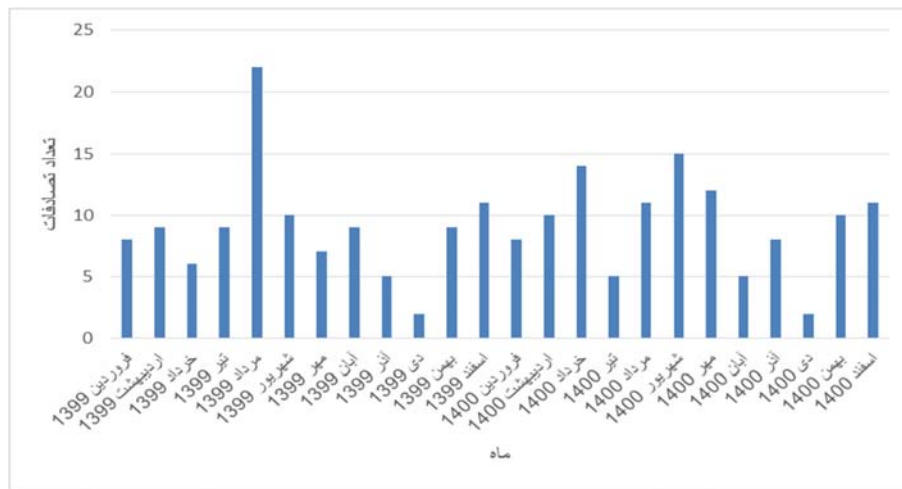
نام معبر	مقایسه سرعت متوسط روزانه سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸	مقایسه میانگین سرعت متوسط روزانه ماه‌های آذر تا اسفند نسبت به ماه آبان در سال ۹۹	مقایسه میانگین سرعت ساعت ۲۱ تا ۲۲ نسبت به ساعت ۲۰ تا ۲۱ در ماه‌های آذر تا اسفند ۹۹	مقایسه میانگین سرعت ساعت ۲۲ تا ۲۳ نسبت به ساعت ۲۱ تا ۲۲ در ماه‌های فروردین تا خرداد ۱۴۰۰
معبر ۱	بدون تغییر	کاهش	افزایش	افزایش
معبر ۲	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش
معبر ۳	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش
معبر ۴	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش
معبر ۵	کاهش	افزایش	افزایش	افزایش
معبر ۶	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش

جدول ۴. مقایسه میزان تغییرات پارامتر سرعت در مجموع معبر ۶

میانگین سرعت روزانه	آذر ۹۸ تا خرداد ۹۹	۶۲	
	آذر ۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰	۵۷	
	درصد کاهش/افزایش	-۹,۴۹٪	
میانگین ساعتی سرعت	ساعت ۲۱ تا ۳ در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند	سال ۹۸	۶۵
		سال ۹۹	۶۱
		درصد کاهش/افزایش	-۴,۹۰٪
	ساعت ۲۲ تا ۳ در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد	میانگین سال ۹۸ و ۹۹	۶۴
		سال ۱۴۰۰	۶۲
		درصد کاهش/افزایش	-۳,۵۴٪
	درصد کاهش/افزایش میانگین		-۴,۲۲٪

۳-۴- تصادفات

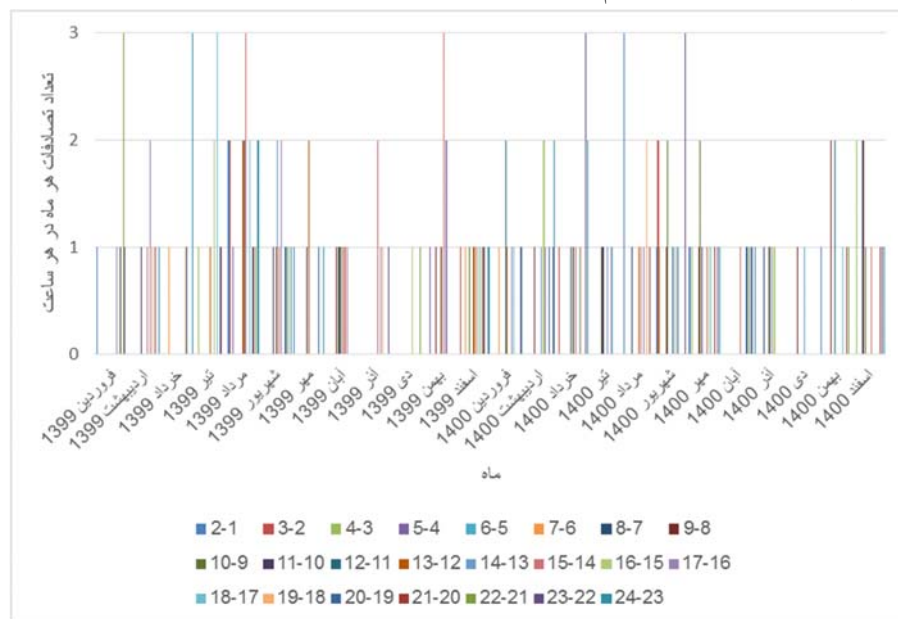
شکل ۶۰ تعداد تصادفات در ماه‌های مختلف را به تصویر می‌کشد.



شکل ۶۰. تعداد تصادفات جرحی در ماه‌های مختلف سال

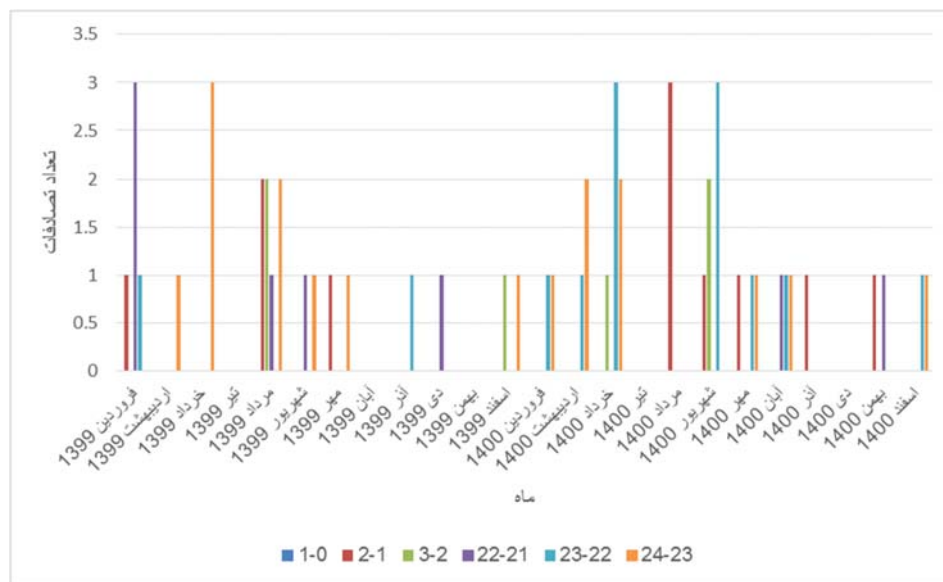
نزولی ادامه داشت. بنابراین بنظر می‌رسد میانگین تعداد تصادفات در قبل و بعد از اجرای طرح، تفاوت چندانی نداشته و از الگوی مشخصی پیروی نمی‌کند. تغییرات در مقیاس ساعتی و همچنین بازه زمانی محدودیت‌ها نیز در اشکال ۶۱ و ۶۲ نشان داده شده‌است.

بیشترین تعداد تصادفات در مرداد ۹۹ بوده است. همانگونه که مشاهده می‌شود با آغاز محدودیت‌های کرونایی در آذر ۹۹، تعداد تصادفات همچنان به روند نامنظم خود ادامه می‌دهد. در دی ماه ۹۹ تعداد تصادفات کاهش یافته است. پس از آن در بهمن و اسفند ۹۹ مجدداً به علت سفرهای نوروزی تعداد تصادفات افزایش داشته است. پس از نوروز نیز روند نامنظم صعودی و



شکل ۶۱. تعداد تصادفات جرحی هر ماه در هر ساعت

به طور کلی و پس از بررسی این نمودارها، روند منظمی در کاهش یا افزایش تعداد تصادفات در بازه زمانی قبل و بعد از اعمال طرح محدودیت تردد، مشاهده نمی گردد.



شکل ۶۲. تعداد تصادفات جرحی هر ماه در ساعات اعمال محدودیت تردد

۵- نتیجه گیری

در این مطالعه سه پارامتر حجم، سرعت و تعداد تصادفات بررسی گردید. بطور کلی تغییرات حجم ترافیک به این صورت بود که در پاییز ۹۹ همراه با شروع طرح محدودیت تردد شبانه، روند نزولی مشاهده شد ولی با گذشت زمان و با نزدیک شدن به روزهای پایان سال، مجدداً حجم ترافیک روزانه افزایش پیدا کرد. این روند در مجموع معابر مورد مطالعه دیده شد. بطور معمول در ساعات بعد از ظهر تا قبل از آغاز اجرای طرح، روندی افزایشی در احجام ترافیک معابر مورد بررسی مشاهده شد، اما در ساعت ۲۱ و با شروع محدودیت تردد، حجم ترافیک در این معابر کاهش یافته است. از مقایسه حجم ترافیک چنین بدست آمد که میانگین حجم ترافیک روزانه، در ماههای اجرای محدودیت تردد به نسبت قبل از محدودیتها، حدود ۳۴ درصد و میانگین حجم ترافیک در ساعات اجرای طرح محدودیت تردد به نسبت همین ساعات در قبل از اجرای محدودیتها، حدود ۷۳ درصد کاهش یافته است. آزمون فرضیه برای شرایط قبل از اعمال محدودیتها و در حین اعمال آنها اجرا شد. میانگین حجم ترافیک روزانه و میانگین حجم ساعتی ترافیک در ساعات اجرای طرح، در دو مرحله بررسی و فرض صفر رد شد که نتیجه گرفته می شود بین میانگینهای مورد مقایسه تفاوت معناداری وجود دارد. با این توضیحات نتیجه گرفته شد که حجم ترافیک میانگین

روزانه قبل و بعد از اعمال محدودیتها و همچنین حجم ترافیک میانگین، در ساعات اعمال محدودیت با همین ساعات و قبل از اعمال محدودیتها تفاوت دارد. در خصوص پارامتر سرعت، می توان گفت که بطور کلی میانگین سرعت روزانه در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ تا حدودی کاهش یافته اما با آغاز محدودیت تردد در پاییز ۹۹، روند تغییرات سرعت متوسط روزانه از الگوی بکنواختی پیروی نکرده است. عموماً در نمودارهای ساعتی سرعت، دو نقطه کمینه مشاهده می شد که مربوط به میانگین سرعت در ساعات اوج ترافیک صبح و عصر معابر است و اما با عبور از کمینه عصرگاهی، از حدود ساعت ۲۱ تا ۲۳، سرعت افزایش یافته و پس از آن، تقریباً ثابت شده است. از مقایسه مقادیر سرعت، نتیجه گیری شد که میانگین سرعت روزانه، در ماههای اعمال محدودیت تردد به نسبت قبل از محدودیتها، حدود ۹ درصد و میانگین ساعتی سرعت در ساعات اعمال طرح محدودیت تردد به نسبت همین ساعات در قبل از اعمال محدودیتها، حدود ۴ درصد کاهش یافته است. آزمون فرضیه برای شرایط قبل از اعمال محدودیتها و در حین اعمال آنها اجرا شد. میانگین سرعت روزانه و میانگین ساعتی سرعت در ساعات اجرای طرح، در دو مرحله بررسی و فرض صفر رد نشد که نتیجه گرفته می شود، بین میانگینهای مورد

در حین اعمال آنها اجرا شد. میانگین تعداد تصادفات ماهانه و میانگین ساعتی تصادفات ماهانه در ساعات اجرای طرح، در دو مرحله، بررسی و فرض صفر رد نشد که نتیجه گرفته می‌شود بین میانگین‌های مورد مقایسه، تفاوت معناداری وجود ندارد. بنابراین بین تعداد تصادفات ماهانه در قبل و حین اعمال محدودیت‌ها و همچنین تعداد تصادفات ماهانه در ساعات اجرای طرح، در قبل از اعمال محدودیت‌ها و در حین اعمال آنها، تفاوت چندانی وجود ندارد. داده‌های گردآوری شده بیانگر آن هستند که حجم ترافیک در اکثر معابر کاهش یافته است. بنابراین این نتیجه حاصل می‌شود که طرح محدودیت تردد شبانه با هدف کاهش حجم ترافیک، موفق عمل کرده است. اما با ارزیابی داده‌های سرعت و داده‌های تصادفات مشاهده شد که تغییرات معناداری در این خصوص وجود نداشته است. بنابراین اعمال محدودیت‌های تردد، در مجموع معابر بررسی شده، اثر قابل توجهی بر این دو پارامتر نداشته است.

مقایسه تفاوت معناداری وجود ندارد، بدین معنی که میانگین سرعت روزانه در قبل و بعد از محدودیت‌ها و همچنین سرعت میانگین رانندگی در ساعات اعمال محدودیت با همین ساعات و قبل از اعمال محدودیت‌ها تفاوت چندانی نداشته است. با بررسی پارامتر تعداد تصادفات، مشاهده گردید که بیشترین تعداد تصادفات در مرداد ۹۹ بوده است. اگر چه با شروع محدودیت‌های کرونایی در آذر ۹۹، تعداد تصادفات روندی کاهشی یافته، اما پس از آن و در بهمن و اسفند ۹۹، مجدداً تعداد تصادفات افزایش داشته است. همچنین پس از پاییز ۹۹، تعداد تصادفات در ساعت ۲۱ تا ۲۲، کاهش یافته که نشان دهنده کاهش تصادفات در زمان اعمال محدودیت است. این در حالی است که در فروردین ۹۹، بیشترین تصادفات در ساعت ۲۱ بوده است. تصادفات در ساعت ۲۲ تا ۲۳، چندان کاهش نداشته است. لذا روند ثابتی مشاهده نگردید و آزمون فرضیه نیز همین موضوع را نشان داد. این آزمون برای شرایط قبل از اعمال محدودیت‌ها و

۶- مراجع

Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain). *Sustainability* 12 (9), 3870.

-Antoniou, C., Yannis, G., Papadimitriou, E., Lassarre, S., (2016). Relating traffic fatalities to GDP in Europe on the long term. *Accid. Anal. Prev.* 92, 89-96.

-Barnes, S. J. (2020). Information management research and practice in the post-COVID-19 world. *International Journal of Information Management*, 55, 102175.

-Bazzazpour, S., Rahmatinia, M., Mohebbi, S. R., Hadei, M., Shahsavani, A., Hopke, P. K., & Alipour, M. R. (2021). The detection of SARS-CoV-2 RNA in indoor air of dental clinics during the COVID-19 pandemic. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.

-Cui, Z., Zhu, M., Wang, S., Wang, P., Zhou, Y., Cao, Q., & Wang, Y. (2020). Traffic performance score for measuring the impact of COVID-19 on urban mobility. *arXiv preprint arXiv:2007.00648*.

-Dwivedi, Y. K., Hughes, D. L., Coombs, C., Constantiou, I., Duan, Y., Edwards, J. S., & Upadhyay, N. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming education, work and life. *International Journal of Information Management*, 55, 102211.

-Inada, H., Ashraf, L., & Campbell, S. (2021). COVID-19 lockdown and fatal motor vehicle collisions due to speed-related traffic violations in Japan: a time-series study. *Injury Prevention*, 27(1), 98-100.

-IRTAD, (2020). Road Safety Annual Report 2020.

-احسانی، امیرحوشنگ و رجبی، محمدعلی (۱۴۰۰). تاثیر محدودیت ترافیکی شبانه کووید ۱۹ بر کیفیت هوای شهر تهران، هفتمین کنگره سالانه بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران.

-رضائی راد، هادی و ابراهیمی ثابت، محمد جواد (۱۳۹۹). سنجش اثرگذاری مصوبات محدودیت‌های ترافیکی کرونا بر میزان ترافیک شهر تهران (مطالعه موردی محدوده کنترل آلودگی هوا)، سومین کنفرانس ملی نوآوری در مهندسی معماری و شهرسازی، تهران.

-افندی زاده، شهریار و فرج اللهی، محمد مهدی (۱۴۰۲). تعیین تاثیر استراتژی‌های مدیریت و کنترل ترافیک بر الگوی سفرهای برون شهری در زمان شیوع ویروس کرونا.

-Afandizadeh, S., & Farajolahi, M. M. (2023). Determining the Effect of Traffic Management and Control Strategies on the Pattern of Suburban Travel during the Outbreak of Corona Virus. *Journal of Transportation Research*, 20(1), 23-42.

-Alhajyaseen, W. K., Almukdad, A., Hussain, Q., Almallah, M., Al Malki, M. A., Singaravelu, J., & Zammataro, S. (2022). Road safety status during COVID-19 pandemic: exploring public and road safety expert's opinions. *International journal of injury control and safety promotion*, 29(2), 135-151.

-Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Ech'aniz, E., Gonz'alez, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., L'opez-Parra, 'A., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A., Sa'nudo, R., (2020). Effects of the COVID-19

- Sekadakis, M., Katrakazas, C., Michelaraki, E., Kehagia, F., & Yannis, G. (2021). Analysis of the impact of COVID-19 on collisions, fatalities and injuries using time series forecasting: The case of Greece. *Accident Analysis & Prevention*, 162, 106391.
- Vingilis, E., Beirness, D., Boase, P., Byrne, P., Johnson, J., Jonah, B., & Wiesenthal, D. L. (2020). Coronavirus disease 2019: What could be the effects on Road safety? *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105687.
- W.K.M. Alhajyaseen, A. Almkudad, Q. Hussain, M. Almallah, Al Malki, A. M, J. Singaravelu, S Zammataro (2021). Road safety status during COVID-19 pandemic: exploring public and road safety expert's opinions, *Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot.*
- Wagenaar, A.C., (1984). Effects of macroeconomic conditions on the incidence of motor vehicle accidents. *Accid. Anal. Prev.* 16 (3), 191–205.
- Wegman, F., Allsop, R., Antoniou, C., Bergel-Hayat, R., Elvik, R., Lassarre, S., Wijnen, W., (2017). How did the economic recession (2008–2010) influence traffic fatalities in OECD-countries? *Accid. Anal. Prev.* 102, 51–59.
- Yannis, G., Papadimitriou, E., Folla, K., (2014). Effect of GDP changes on road traffic fatalities. *Saf. Sci.* 63, 42–49.
- Zhang, J., Feng, B., Wu, Y., Xu, P., Ke, R., & Dong, N. (2021). The effect of human mobility and control measures on traffic safety during COVID-19 pandemic. *PLoS one*, 16(3), e0243263.
- Lamm, R., Choueiri, E.M., Kloeckner, J.H., 1985. Accidents in the US and Europe: 1970–1980. *Accident Analysis & Prevention* 17 6, 429–438.
- Li, L., et al., (2020). Effect of convalescent plasma therapy on time to clinical improvement in patients with severe and life-threatening COVID-19: a randomized clinical trial. *Jama*, 324(5): 460-470.
- Lloyd, L., Wallbank, C., Broughton, J., (2015). A collection of evidence for the impact of the economic recession on road fatalities in Great Britain. *Accident Analysis & Prevention* 80, 274–285.
- Lyon, C., Vanlaar, W., & Robertson, R. D. (2024). The impact of COVID-19 on transportation-related and risky driving behaviors in Canada. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 100, 13-21.
- Marois, G., Muttarak, R., & Scherbov, S. (2020). Assessing the potential impact of COVID-19 on life expectancy. *Plos one*, 15(9), e0238678.
- O. Saladi'e, E. Bustamante, E. Gutierrez, (2021). COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain, *Transport. Res. Interdiscip. Perspect.* 8, 100218.
- Pishue, B., 2020. COVID-19's International Effect on Road Collisions, INRIX. SAGE, (2017). Learn About Time Series ACF and PACF in Stata with Data from the USDA Feed Grains Database (1876–2015). *SAGE Res. Methods Datasets Part. doi:10.4135/ 9781529710298*
- Salman, M., Asif, N., Mustafa, Z. U., Khan, T. M., Shehzadi, N., Hussain, K., & Khan, M. T. (2020). Psychological impact of COVID-19 on Pakistani university students and how they are coping. *Medrxiv*, 2020-05.

Evaluating the Impact of Traffic Restrictions on Urban Traffic Parameters during the Corona Period (Case Study: Mashhad)

Armin Jarrahi, Assistant Professor, Civil Department, Engineering Faculty, Khayyam University, Mashhad, Iran.

Hossein Saedi, Ph.D., Student, Engineering Faculty, Qazvin University, Qazvin, Iran.

Seyed Reza Tahami Nameghi, M.Sc., Grad., Civil Department, Engineering Faculty, Khayyam University, Mashhad, Iran.

E-mail: a.jarahi@khayyam.ac.ir

Received: November 2024- Accepted: February 2025

ABSTRACT

In response to the emergence and spread of the corona virus around the world, governments have enacted and implemented various policies. An example of these policies and measures was banning the movement of cars at night. The question is whether banning traffic at certain hours of the night can lead to unforeseen issues such as traffic congestion or not? Also, can it cause drivers to rush and be careless in the hours leading up to the prohibition time or not? The present study has investigated the effects of the night traffic ban on some parameters of traffic flow and the number of accidents in Mashhad. This investigation has been done for the conditions before the traffic ban and during the restrictions and on sections of the two main routes of the city. In this research, the required data, including traffic volume, flow speed and the number of injury accidents on the roads of Mashhad, were collected for a period of 27 months (from April 2019 to the end of June 2021). The results showed that the average daily traffic volume decreased by 34% and the average hourly traffic volume decreased by 73% compared to the same time before restrictions were applied. Also, the results of the analysis showed that there were no significant changes in speed and accidents.

Keywords: Traffic Restrictions, Traffic Volume, Corona Virus, Speed, Accidents