

تحلیل و ارزیابی تعیین سطح سرویس یکی از بزرگراه‌های ایران در ویرایش‌های مختلف HCM

محمدرضا سیف (مسئول مکاتبات)، دکترای راه و ترابری و استادیار دانشگاه گروه عمران، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران

محمد ملایم، دکترای راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: mohamadreza_safe@yahoo.com

چکیده

کیفیت خدمت‌رسانی، برای مشخص کردن شرایط عملکردی یک جریان ترافیکی به معیارهای ارزیابی کمی نیاز دارد. سطح سرویس یک مقیاس کیفی برای توصیف شرایط عملکردی یک جریان ترافیکی است که عموماً برحسب معیارهای ارزیابی خدمت‌رسانی چون سرعت، زمان سفر، آزادی عمل در مانور دادن، وقفه‌های ترافیکی و راحتی بیان می‌شود. نکته‌ای که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد، این است که سطح سرویس بر اساس پارامترهای ترافیکی طبقه‌بندی نشده‌اند. بلکه این سطوح ابتدا بر اساس احساس کاربران تقسیم‌بندی گردیده‌اند و سپس متناسب با هر سطح سرویس، پارامترهای ترافیکی معین شده‌اند. مطمئناً این احساس بر اساس شرایط زمان و مکان متفاوت است. در این مقاله به ارزیابی سطح سرویس بر اساس آیین‌نامه HCM ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ پرداخته و انطباق آن با یکی از بزرگراه‌های شهری مهم ایران، بزرگراه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان را در دو جهت مورد بررسی قرار داده است. این مقاله بیان می‌کند که در صورت استفاده بهینه از این آیین‌نامه‌ها در کشور لازم است این آیین‌نامه‌ها بر اساس شرایط زمان و مکان کالیبره شوند.

واژه‌های کلیدی: سطح سرویس، پارامترهای ترافیکی، بزرگراه، HCM

۱. مقدمه و ادبیات پژوهش

بررسی میزان کارایی تسهیلات گوناگون ترافیکی اعم از آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها، انواع مختلف تقاطعات هم‌سطح و غیر هم‌سطح، با و یا بدون تجهیزات کنترل ترافیکی نظیر چراغ‌های راهنمایی و حتی مسیر تردد وسایل نقلیه غیر موتوری و عابران پیاده از طریق پارامتری موسوم به سطح سرویس انجام می‌گردد. برای هر نوع تسهیلات مورد نظر معیارهای سنجش کارایی تعریف شده است که بهترین توصیف‌کننده کیفیت عملیات تسهیلات مربوطه است. رتبه‌بندی سطح سرویس با حروف الفبای انگلیسی از A تا F نشان داده می‌شود که A معرف بهترین و F نشان‌دهنده بدترین حالت می‌باشند. تاکنون روش‌های مختلفی برای سنجش سطح سرویس با توجه به معیارهای سنجش کارایی مربوطه مورد استفاده قرار گرفته است. اکثر این روش‌ها با استناد به توصیه آیین‌نامه ظرفیت راه‌ها (HCM) مبتنی بر سنجش یک پارامتر غالب در تخمین سطح سرویس تسهیلات مورد نظر بوده‌اند. تحقیقات سال‌های اخیر حاکی از آن بوده است که در انواع مختلف تسهیلات ترافیکی بخصوص بزرگراه‌ها و تقاطعات چراغ‌دار عوامل مختلفی در میزان رضایتمندی استفاده‌کنندگان از راه و در نتیجه سطح سرویس آنها مؤثر بوده است. مطالعات انجام‌شده توسط اوتایو (Otayoth) و رائو (Rao) نشان داد که در تخمین سطح سرویس تقاطعات چراغ‌دار علاوه بر پارامترهای معمول نظیر تأخیر، عوامل دیگری نظیر وجود محورهای اضافه در گردش به‌راست، حضور وسایل نقلیه سنگین و حضور عابران پیاده مؤثر است. جنا و همکاران (Jena et al) در سال ۲۰۱۸ بر مبنای میزان رضایتمندی استفاده‌کنندگان از راه و با توجه به پارامترهای مختلف و مؤثر بر کیفیت سرویس در یک جریان ترکیبی، مدلی را جهت تخمین میزان سطح سرویس خیابان‌های کشورهای در حال توسعه ارائه دادند. جانسن (Jansen) با استفاده از مدل‌های خطی و لوجیت نحوه تأثیر عواملی از قبیل عملگرهای ترافیکی، شرایط هندسی مسیر، شرایط محیط، آب‌وهوا و غیره را بر روی میزان رضایتمندی

رانندگان مورد بررسی قرار داد. در بزرگراه‌های درون‌شهری به علت طبیعت جریان ترافیکی حاکم بر آنها و بروز جریان‌های ترافیکی سنگین ناشی از تراکم و امواج شوک و گلوگاه انواع مختلف سطوح سرویس را در هر بزرگراه شاهد هستیم. این پدیده مستلزم استفاده از مدل‌ها و روش‌های دقیق‌تری در تخمین سطح سرویس بزرگراه است. گایستفلت و همکاران با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی جریان ترافیکی خرد نگر (میکروسکوپی) تطابق این روش‌ها را با روش‌های تحلیلی در تخمین سطح سرویس آزادراه‌ها که شامل ترکیبات پیچیده‌تری از جریان‌های ترافیکی هستند به اثبات رساندند.

بزرگراه همت یکی از قدیمی‌ترین بزرگراه‌های تهران است شاید لفظ قدیمی زیاد جالب نباشد اما اگر بخواهیم نسبت به بزرگراه‌های دیگر از نظر زمان ساخت مقایسه شود می‌توان گفت از بزرگراه‌هایی است که در بدو امر ساخته شده است. این بزرگراه اصلی‌ترین راه ارتباطی شرق به غرب و غرب به شرق تهران است و به همین دلیل غالباً ترافیک آن بسیار سنگین است. در کنار استفاده از بهبودهای مزبور با توجه به نرخ شدید روبه رشد ترافیک در تهران و علی‌الخصوص این بزرگراه استفاده از حمل‌ونقل عمومی قابل‌اعتماد، سریع و دارای زمان‌بندی دقیق بسیار حائز اهمیت است. در این میان با توجه به دیر اجراء شدن بعضی از پروژه‌های زیربنایی و هزینه سنگین ناشی از احداث و راه‌اندازی آن در اکثر کردورها به‌ویژه کردورهای عریض‌تر نظیر بزرگراه‌ها یا خیابان‌های شریانی، اجرای مدل‌های زودبازده و کم‌هزینه می‌تواند بسیار مفید باشند. در این زمینه شاید نقش مدیریت می‌تواند راهگشای مسئله باشد که در صورتی این نقش می‌تواند پررنگ جلوه کند که اطلاعات کافی از پروژه داشته باشیم، بنابراین در این مقاله به ارزیابی سطح سرویس بر اساس آیین‌نامه HCM پرداخته و انطباق آن با یکی از بزرگراه‌های ایران، بزرگراه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان را مورد بررسی قرار داده است.

۲. تعریف مسئله و اهداف پژوهش

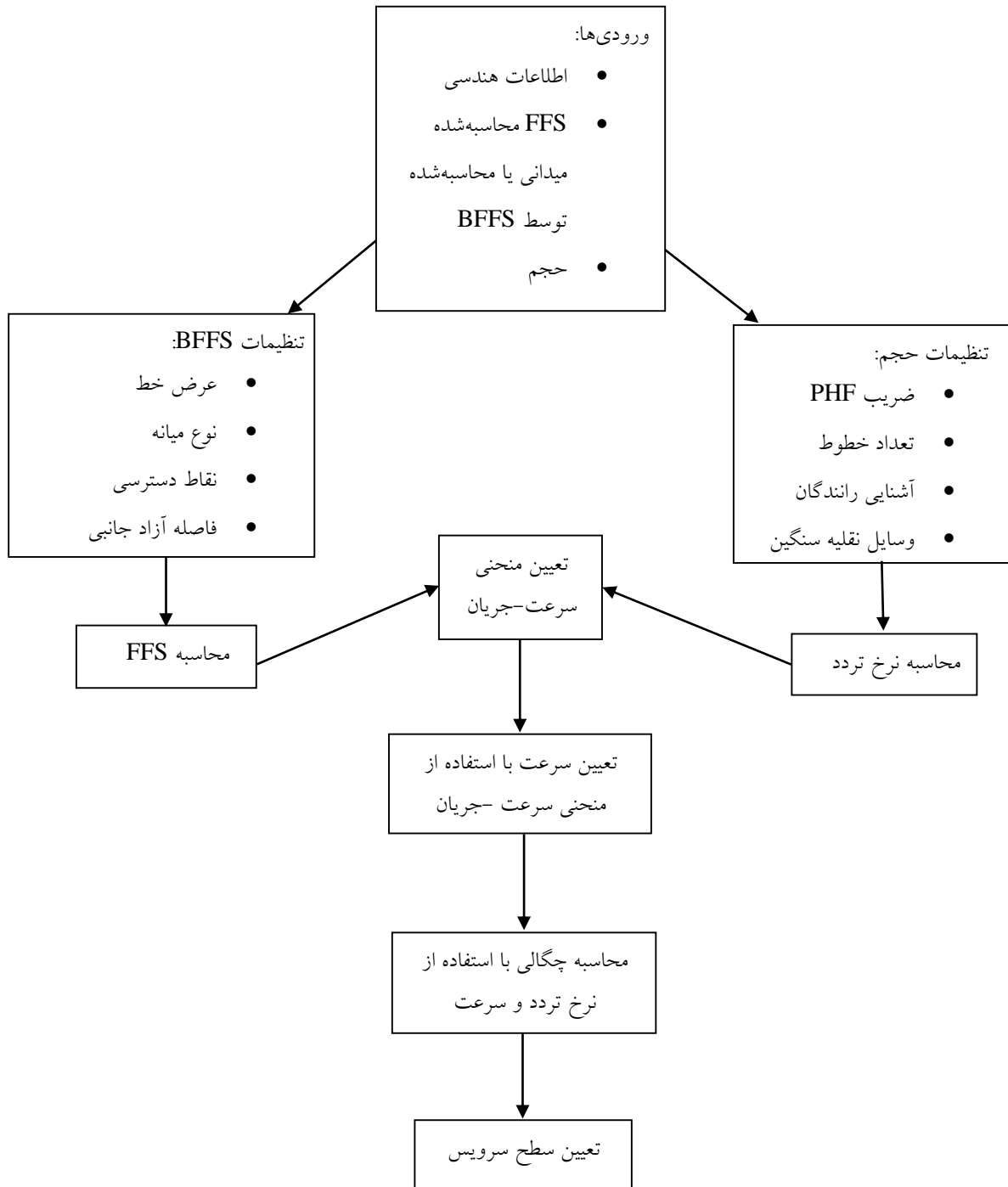
سطح سرویس که به اختصار (LOS)^۱ نامیده می‌شود یک معیار کیفی از احساس کاربران معابر اعم از رانندگان، راکبان، عابران و ... نسبت به شرایط، راحتی و کیفیت عبور و مرور در معابر گوناگون است. کاربران معابر بر اساس سرعت حرکت، زمان سفر، آزادی حرکات، تداخل با دیگر کاربران، راحتی و آسایش خود کیفیت راه را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. به این منظور در علم مهندسی ترافیک این ارزیابی کیفی به شش سطح سرویس از A تا F طبقه‌بندی می‌گردد. شاخص‌های عملکردی از قبیل سرعت، حجم و چگالی را می‌توان برای هر سطح سرویس محاسبه نمود. نکته‌ای که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد این است که سطح سرویس بر اساس پارامترهای ترافیکی طبقه‌بندی نشده‌اند. بلکه این سطوح ابتدا بر اساس احساس کاربران تقسیم‌بندی گردیده‌اند و سپس متناسب با هر سطح سرویس پارامترهای ترافیکی معین شده‌اند، مطمئناً این احساس بر اساس شرایط زمان و مکان متفاوت است و بر اساس آمار و نتایج اولیه می‌توان به این حقیقت رسید که برای کشور می‌توان این آیین‌نامه را بومی کرد؛ و بنا به توصیه راهنمای ظرفیت راه‌ها (HCM) لزوم کالیبره نمودن کلیه مدل‌ها متناسب با شرایط هر ناحیه ضروری است. هدف این مقاله تعیین میزان انطباق سطح سرویس HCM، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ با یکی از بزرگراه‌های شهری ایران، بزرگراه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان از شرق به غرب و از غرب به شرق است.

۳. روش پژوهش

در آمارگیری بزرگراه همت قرار بر این بود که آمارگیری توسط اتومبیل مشاهده انجام شود، که این کار به دلیل موانع از جمله پل عابر پیاده و نیز تابلوهای تبلیغاتی امکان‌پذیر نبود، چراکه از بالای پل شیخ بهایی تمام‌مسیر طی شده توسط اتومبیل مشاهده با دوربین قابل دید نیست، لذا آمارگیری به صورت فیلم‌برداری به مدت یک ساعت در زمان اوج ساعت ترافیک انجام گرفت. قبل از فیلم‌برداری یک روز مشخص گردید که به صورت دستی تعداد ماشین‌ها در ساعات مختلف در هر جهت به طور تقریب شمرده شد و معلوم گردید ساعت اوج در دو مسیر چه ساعتی است. لذا فیلم‌برداری غرب به شرق در ساعت ۷:۳۰ تا ۸:۳۰ صبح دوشنبه در تاریخ ۴/۱۹ و زمان فیلم‌برداری شرق به غرب ساعت ۱۸:۳۰ تا ۱۹:۳۰ عصر سه‌شنبه در تاریخ ۴/۲۰ از روی پل شیخ بهایی واقع در بزرگراه همت انجام گرفت.



شکل ۱. فیلم‌برداری از روی پل شیخ بهایی واقع در بزرگراه همت با توجه به مباحث مطرح، متدولوژی تعیین سطح سرویس در پروژه بزرگراه چند خطه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان به شرح شکل ۲ صفحه بعد است.



شکل ۲. متدولوژی تعیین سطح سرویس

تحلیل و ارزیابی تعیین سطح سرویس یکی از بزرگراه‌های ایران در ویرایش‌های مختلف HCM

۴. تحلیل داده‌ها

۴-۳ طرح هندسی بزرگراه در مقطع موردنظر

جدول ۳. طرح هندسی بزرگراه

تعداد خطوط در هر طرف	۴
عرض خط	۳/۶۰ متر
فاصله آزاد جانبی شرق به غرب	۶۰ سانتیمتر
فاصله آزاد جانبی غرب به شرق	۶۰ سانتیمتر
چگالی تبادلات	۰
نوع میانه	جداشده

۴-۴ محاسبه FFS

همواره در هر یک از تسهیلات ترافیکی مقداری به‌عنوان سرعت جریان آزاد در حالت پایه مطرح می‌شود و سپس با توجه به شرایط موجود به لحاظ موارد مطرح در بالا مقادیری از این سرعت پایه کسر می‌شود. مقدار سرعت جریان آزاد در حالت پایه با توجه به نوع تسهیلات و بازدید از محل تعیین و در جدول ۴ مقدار FFS بر اساس رابطه ۱ بزرگراه چند خطه همت از شرق به غرب و غرب به شرق در حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان درج گردیده است. لازم به ذکر است که واحدها بر اساس HCM سال موردنظر نوشته شده است (در HCM ۲۰۰۰ واحدهای سرعت بر اساس کیلومتر بر ساعت و در HCM ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ بر اساس مایل بر ساعت است).

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A \quad (1)$$

BFFS: سرعت جریان آزاد در حالت پایه

FFS: سرعت جریان آزاد در وضعیت جاری

f_{LC}: ضریب تعدیل برای فاصله آزاد جانبی

f_{LW}: ضریب تعدیل برای عرض خط

f_M: ضریب تعدیل برای نوع میانه

۴-۱ نتایج شمارش شرق به غرب بزرگراه همت حد

واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان

جدول ۱. نتایج شمارش شرق به غرب بزرگراه

زمان شمارش	تعداد وسایل نقلیه سواری	تعداد کامیون و اتوبوس
۶:۳۰-۶:۴۵	۲۱۶۷	۴۸
۶:۴۵-۷:۰۰	۲۱۰۸	۲۱
۷:۰۰-۷:۱۵	۱۹۵۹	۲۴
۷:۱۵-۷:۳۰	۲۰۳۸	۴۰
مجموع	۸۲۷۲	۱۳۳



شکل ۳. بزرگراه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان

۴-۲ نتایج شمارش غرب به شرق بزرگراه همت حد

واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان

جدول ۲. نتایج شمارش غرب به شرق بزرگراه

زمان شمارش	تعداد وسایل نقلیه سواری	تعداد کامیون و اتوبوس
۷:۳۰-۷:۴۵	۱۷۷۳	۴۱
۷:۴۵-۸:۰۰	۱۸۸۷	۶۹
۸:۰۰-۸:۱۵	۱۶۱۰	۵۴
۸:۱۵-۸:۳۰	۱۷۶۰	۴۷
مجموع	۷۰۳۰	۳۱۱

جدول ۴. محاسبه FFS

تصحیح FFS	FFS	نقاط دسترسی (FA)	تصحیح میانه (FM)	تصحیح فاصله آزاد جانبی (FLC)	تصحیح عرض خط (FLW)	BFFS	HCM
۹۵ Km/h	۹۴/۲۰ Km/h	۰	۰	۵/۸۰	۰	۱۰۰ Km/h	۲۰۰۰
۵۵ mi/h	۵۶/۴ mi/h	۰	۰	۳/۶	۰	۶۰ mi/h	۲۰۱۰
۵۵ mi/h	۵۶/۴ mi/h	۰	۰	۳/۶	۰	۶۰ mi/h	۲۰۱۶

می‌کند؛ اما با توجه به تغییرات آن در مناطق مختلف در این پروژه مقدار PHF با استفاده از برداشت میدانی بر اساس جدول ۵ محاسبه شد.

۴-۵ ضریب ساعت اوج

مقادیری برای این ضریب به عنوان پیش فرض در HCM برای مناطق مختلف آورده شده است. مقادیر بین ۰/۸ تا ۰/۹۵ تغییر

جدول ۵. تعیین ضریب ساعت اوج

حجم شرق به غرب	۸۴۰۵ وسیله نقلیه در ساعت	حجم غرب به شرق	۷۲۴۱ وسیله نقلیه در ساعت
نرخ تردد در شرق به غرب	۸۸۶۰ = ۲۲۱۵*	نرخ تردد غرب به شرق	۷۸۲۴ = ۱۹۵۶*
ضریب ساعت اوج شرق به غرب	PHF=۸۴۰۵/۸۸۶۰=۰/۹۵	ضریب ساعت اوج غرب به شرق	PHF=۷۲۴۱/۷۸۲۴=۰/۹۲۵

گرفت. در جدول ۶ ضریب تصحیح وسایل نقلیه سنگین بر اساس رابطه ۲ محاسبه گردیده است.

۴-۶ ضریب تصحیح وسایل نقلیه سنگین

وسایل نقلیه سنگین بر طبق HCM عبارت‌اند از کامیون، اتوبوس و وسایل نقلیه تفریحی. با توجه به اینکه در ایران چندان استفاده از وسایل نقلیه تفریحی که بر جریان ترافیک عبوری تأثیرگذار باشد، عمومیت ندارد، لذا تقریباً می‌توان آنها را نادیده

$$F_{HV} = 1 / (1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)) \quad (2)$$

E_T, E_R : ضریب همسنگ سواری برای کامیون و وسایل نقلیه تفریحی

P_T, P_R : نسبت کامیون و وسایل نقلیه تفریحی

F_{HV} : ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین

جدول ۶. ضریب تصحیح وسایل نقلیه سنگین

HCM	درصد وسایل نقلیه سنگین شرق به غرب	درصد وسایل نقلیه سنگین غرب به شرق	ضریب همسنگ سواری	ضریب تصحیح وسایل نقلیه سنگین در غرب به شرق	ضریب تصحیح وسایل نقلیه سنگین در شرق به غرب
۲۰۰۰	۲ درصد	۳ درصد	۱/۵	۰/۹۸۵	۰/۹۹
۲۰۱۰	۲ درصد	۳ درصد	۱/۵	۰/۹۸۵	۰/۹۹
۲۰۱۶	۲ درصد	۳ درصد	۲	۰/۹۷	۰/۹۸

نقلیه سنگین باشد؛ که از رابطه ۳ محاسبه می‌شود. مقادیر آن در جدول ۷ بر اساس جهت حرکت در بزرگراه همت و بر اساس سال HCM درج گردیده است.

۴-۷ آشنایی رانندگان (Fp)

این ضریب برابر ۱ در نظر گرفته شده است.

۴-۸ محاسبه نرخ تردد

نرخ تردد وسایل نقلیه عبوری بایستی به صورت نرخ معادل سواری مطرح شود. لذا بایستی منعکس‌کننده اثر وجود وسایل

$$V_p = V / PHF * N * F_{HV} * F_p \quad (3)$$

تحلیل و ارزیابی تعیین سطح سرویس یکی از بزرگراه‌های ایران در ویرایش‌های مختلف HCM

جدول ۷. محاسبه نرخ تردد

HCM	در شرق به غرب بزرگراه همت	در غرب به شرق بزرگراه همت
۲۰۰۰	$V_p=7241/0.925*4*0.985*1$ =1987 pc/hr/ln	$V_p=8405/0.95*4*0.99*1$ =2234 pc/hr/ln
۲۰۱۰	$V_p=7241/0.925*4*0.985*1$ =1987 pc/hr/ln	$V_p=8405/0.95*4*0.99*1$ =2234 pc/hr/ln
۲۰۱۶	$7241/0.97*4*0.985*1$ =2018 pc/hr/ln	$V_p=8405/0.98*4*0.99*1$ =2257 pc/hr/ln

۹-۴ سطح سرویس

جدول ۸. تعیین سطح سرویس بر اساس HCM در بزرگراه همت حدفاصل پل شیخ بهایی و پل کردستان

جهت حرکت	HCM	V_p (pc/h/ln)	FFS (mi/h)	S (mi/h)	D (pc/mi/ln)	LOS
غرب به شرق	۲۰۰۰	۱۹۸۷	۶۰	۵۴/۵	۳۶/۵	E
	۲۰۱۰	۱۹۸۷	۵۵	۵۲	۳۸/۲۰	E
	۲۰۱۶	۲۰۱۸	۵۵	۴۸	۴۲	E
شرق به غرب	۲۰۰۰	۲۲۳۴	۶۰	۵۲	۴۳	F
	۲۰۱۰	۲۲۳۴	۵۵	۵۰	۴۴/۷	F
	۲۰۱۶	۲۲۵۷	۵۵	۴۴	۵۱/۳۰	F

در جدول ۷ دیده می‌شود که بر اساس HCM ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ مسیر غرب به شرق دارای سطح سرویس E و مسیر شرق به غرب سطح سرویس F است اما در شکل ۴ و شکل ۵ وضعیت شرق به غرب به مراتب بهتر از وضعیت غرب به شرق بزرگراه همت در حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان است.

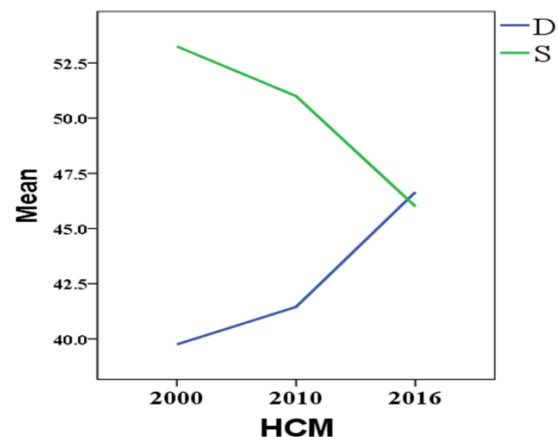


شکل ۴. بزرگراه همت غرب به شرق (حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان)



شکل ۵. بزرگراه همت شرق به غرب (حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان)

نمودار ۱ بر اساس جدول ۷ برای سرعت (S) و چگالی (D) بر اساس HCM رسم شده است. دیده شده است که سرعت به‌دست‌آمده از نمودارهای سرعت جریان HCM از ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰ و از ۲۰۱۰ به ۲۰۱۶ کاهش می‌یابد و روند کاهش در ۲۰۱۶ بسیار زیادتر است به طوری که شیب منحنی تغییر زیادی می‌کند. در چگالی به همین صورت است اما در جهت افزایش؛ که نشان می‌دهد با افزایش سال، HCM سخت‌گیرانه‌تر در جهت امتیازدهی به بزرگراه‌ها عمل می‌کند.



نمودار ۱. سرعت و چگالی بر اساس HCM

تحلیل و ارزیابی تعیین سطح سرویس یکی از بزرگراه‌های ایران در ویرایش‌های مختلف HCM

2010. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2395), pp.66-72.

- Romana, M. and Pérez, I., 2006. Measures of effectiveness for level-of-service assessment of two-lane roads: An alternative proposal using a threshold speed. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (1988), pp.56-62.

- Lettner, D., Kosior, J. and Rozyckie, S., 2014. Developing and Applying Level-of-Service Framework to Land-Based Port-of-Entry Infrastructure Planning. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2409), pp.54-62.

- Othayoth, D. and Rao, K.K., 2017. Factors Influencing Level of Service for Motorized Vehicles at Signalized Intersection under Mixed Traffic Condition. Transportation in Developing Economies, 3(2), p.16.

- Jena, S., Atmakuri, P. and Bhuyan, P.K., 2018. Evaluating service criteria of urban streets in developing countries based on road users' perception. Transportation in Developing Economies, 4(1), p.2.

- Jensen, S.U., 2017. Car Drivers Experienced Level of Service on Freeways Transportation Research Board (No. 17-01322).

- Lei, F., Wang, Y., Lu, G. and Sun, J., 2014. A travel time reliability model of urban expressways with varying levels of service. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 48, pp.453-467.

- Geistefeldt, J., Giuliani, S., Vortisch, P., Leyn, U., Trapp, R., Busch, F., Rascher, A. and Celikkaya, N., 2014. Assessment of level of service on freeways by microscopic traffic simulation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2461), pp.41-49.

بیان می‌کند سرعت به‌دست‌آمده از نمودارهای سرعت جریان HCM از ۲۰۰۰ به ۲۰۱۰ و از ۲۰۱۰ به ۲۰۱۶ کاهش می‌یابد و روند کاهش در ۲۰۱۶ بسیار زیادتر است به‌طوری‌که شیب منحنی تغییر زیادی می‌کند که در چگالی به همین صورت است اما در جهت افزایش؛ که نشان می‌دهد با افزایش سال، HCM سخت‌گیرانه‌تر در جهت امتیازدهی به بزرگراه‌ها عمل می‌کند. به‌عبارت‌دیگر اینکه سطح سرویس بر اساس پارامترهای ترافیکی طبقه‌بندی نشده‌اند. بلکه این سطوح ابتدا بر اساس احساس کاربران تقسیم‌بندی گردیده‌اند و سپس متناسب با هر سطح سرویس، پارامترهای ترافیکی معین شده‌اند. مطمئناً این احساس بر اساس شرایط زمان و مکان تغییر می‌کند احساس و انتظارات کاربران در زمان ۲۰۱۶ فراتر از ۲۰۱۰ و ۲۰۰۰ است. لذا HCM به‌درستی عمل نموده است؛ اما در به دست آوردن سطح سرویس در بزرگراه همت حد واسط پل شیخ بهایی و پل کردستان برخلاف HCM وضعیت شرق به غرب به مراتب بهتر از وضعیت غرب به شرق بزرگراه است. این مقاله بیان می‌کند که در صورت استفاده بهینه از این آیین‌نامه‌ها در کشور لازم است این آیین‌نامه‌ها بر اساس شرایط زمان و مکان کالیبره شوند.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Level of Service

۷. مراجع

- Manual, H.C., 2010. HCM2010. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.

- Robertson, J., Fitzpatrick, K., Park, E. and Iragavarapu, V., 2014. Determining level of service on freeways and multilane highways with higher speeds. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2461), pp.85-93.

- Ozkul, S., Washburn, S. and McLeod, D., 2013. Revised Version of the Automobile Level-of-Service Methodology for Urban Streets in the Highway Capacity Manual

فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و یکم/ شماره ۸۵ / تابستان ۱۴۰۰