آنالیز حساسیت مصرف سوخت در حمل و نقل جاده‌ای نسبت به عوامل هندسی مسیر

غلامعلی شفابخش[۱*] و فاطمه شاه‌حسینی[۲]

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
حمل و نقل،
مصرف سوخت،
عوامل هندسی،
نرم افزار CORSIM.

چکیده

بخش حمل و نقل بیشترین سهم از مصرف دو فرآورده بنزین و نفت‌گاز را به خود اختصاص می‌دهد. افزایش مصرف سوخت به همراه کاهش بهره‌وری انرژی و تبدیل انرژی با ضایعات فراوان، آسیب‌های جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست و توسعه اقتصادی- اجتماعی کشور وارد آورده است. علاوه بر این، افزایش قیمت انواع سوخت و سهمیه‌بندی این فرآورده‌ها، توجه به این بخش را ضروری ساخته است. در این مقاله جریان ترافیک عبوری محور گرمسار- سمنان به عنوان مطالعه موردی با استفاده از شبیه‌سازی با نرم‌افزار CORSIM مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با تغییر در عوامل هندسی محور، تغییرات مصرف سوخت بررسی شده است. بخشی از اطلاعات هندسی و ترافیکی محور مورد مطالعه از طریق پیمایش مسیر و برداشت میدانی به دست آمده است. برای اعتبارسنجی نتایج مصرف سوخت نرم‌افزار مورد استفاده نیز، آمارگیری میدانی انجام شده است که نشان‌دهنده اختلاف ناچیز مقادیر واقعی و نتایج نرم‌افزار می‌باشد. نتایج حاصل از تغییرات عوامل هندسی نشان می‌دهد تغییر هم‌زمان در شیب و حذف قوس‌های مسیر بیشترین تاثیر را در کاهش مصرف سوخت خودروها و در نتیجه کاهش آلودگی محیط‌زیست را خواهد داشت.

۱- مقدمه

در خصوص تاثیر عوامل هندسی بر میزان مصرف سوخت، می‌توان به تحقیق چو هانست سون[۳] اشاره نمود [۱]. در این مطالعه به بررسی تاثیر پارامترهای مختلف هندسی (شعاع قوس‌های مسیر) و ترافیکی (نرخ جریان ترافیک عبوری) بر ظرفیت و میزان مصرف سوخت خودروها و نرخ انتشار آلاینده‌های هوا پرداخته شده است. یکی از مسایلی که در محیط‌های شهری می‌تواند موجب نگرانی باشد افزایش مصرف سوخت در میادین است زیرا حرکت خودروها در این نقاط با کاهش سرعت و افزایش دوباره سرعت و چندین بار توقف همراه است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد افزایش شعاع قوس‌ها می‌تواند باعث افزایش مصرف سوخت گردد. هم‌چنین بالارفتن درصد خودروهای سنگین در جریان ترافیک عبوری میدان، باعث افزایش چشم‌گیر مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها می‌شود. مقاله مذکور با استفاده از نرم‌افزار VISSIM[۴] انجام شده است. تحقیق دیگر در این زمینه توسط موسسه

*. پست الکترونیک نویسنده مسئول: shafabakhsh@semnan.ac.ir
۱. دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد راه و ترابری

3. Cho Honest Sone

4. Verkehr In Städten Simulationsmodell (German For Traffic In Cities -Simulation Model)

Archive of SID

تکنولوژی رویال[5] سوئد انجام شده است [۲]. در این تحقیق به محاسبه میزان مصرف سوخت پرداخته شده است. از جمله عوامل تاثیرگذار بر میزان مصرف سوخت می‌توان به سن وسیله‌نقلیه، وضعیت موتور خودرو، شرایط آب و هوایی و فشار هوا و هم‌چنین شرایط هندسی مسیر اشاره کرد. در مقیاس ماکروسکوپیک، میزان کل مصرف سوخت خودرو را می‌توان با استفاده از معادله ۱ در یک مسیر مشخص، محاسبه نمود.

$$E_i = \sum_c \sum_l VKT_l . f_c . BER_i(v_l, c) \qquad ۱$$

در این رابطه c نوع خودرو، l شاخص مربوط به هر قطعه از مسیر که در آن سرعت متوسط تمامی خودروها برابر است، E_i کل مصرف سوخت، VKT_l مسافت طی شده بر حسب کیلومتر، f_c ضریب تصحیح برای انواع مختلف خودروها و $BER_i(v_l,c)$ نرخ پایه انتشار آلاینده مربوط به هر یک از انواع خودروهاست. هم‌چنین در مقیاس میکروسکوپیک می‌توان از مدل‌های معتبری مانند MOBILE6، CMEM، VTM و یا VSP استفاده نمود. یکی دیگر از تحقیقات انجام شده به بررسی تاثیر شیب در میزان مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌های HC و CO پرداخته است [۳]. در این مقاله سعی شده است تا الگویی برای به دست آوردن مقادیر مذکور به دست بیاید. در این مطالعه، افزایش شیب می‌تواند باعث افزایش مصرف سوخت و افزایش نرخ انتشار آلاینده‌های HC و CO گردد به گونه‌ای که هر ۱٪ افزایش شیب باعث افزایش HC به میزان ۰/۰۴ گرم در هر مایل و افزایش CO به میزان ۳ گرم در هر مایل می‌گردد.

در زمینه کاربرد نرم‌افزار CORSIM نیز مطالعاتی موجود است. آقایان کیم و بنکوهال[6] در مطالعه‌ای به بررسی تاخیرهای کنترلی در تقاطعات فوق اشباع پرداخته‌اند. آن‌ها جریان ترافیک تقاطع را با استفاده از نرم‌افزار CORSIM شبیه‌سازی کرده‌اند [۴]. استفاده از نرم‌افزار CORSIM برای شبیه‌سازی و تحلیل جریان ترافیک در کشور ما نیز در موارد محدود انجام گرفته است. از جمله تحقیقات صورت گرفته می‌توان به مطالعه‌ای در زمینه بهینه‌سازی و بهبود جریان ترافیک در شبکه‌های درون شهری اشاره کرد که توسط منصور حاجی‌حسینلو و میثم شریفیان انجام شده است. در این پژوهش جریان ترافیک میدان صنعت در تهران شبیه‌سازی شده است [۵]. نمونه دیگری از تحقیقات ایشان با همکاری آقای پاک‌روشن در خصوص تحلیل ترافیکی شبکه‌های درون‌شهری موجود است [۶]. هم‌چنین حسن روزیخواه و بهنام امینی در تحقیقی دیگر با استفاده از نرم‌افزار فوق، جریان ترافیک در تقاطعات بدون چراغ را شبیه‌سازی نموده‌اند [۷]. تمامی مطالعات فوق در محدوده شهری و با مسافت کوتاه انجام گرفته است.

امروزه بخش حمل و نقل به عنوان یکی از بخش‌های اصلی برای رشد و توسعه کشورها و از زیرساخت‌های توسعه‌یافتگی برشمرده می‌شود. هم‌چنین این بخش بیشترین سهم از مصرف فرآورده‌های نفتی را به خود اختصاص می‌دهد. سوخت در وسایل‌نقلیه به عنوان کالای مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بخش حمل و نقل عمدتاً مصرف‌کننده دو فرآورده بنزین و نفت‌گاز می‌باشد [۸].

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع هرگونه تلاش در زمینه کاهش مصرف سوخت آن ارزشمند خواهد بود.

۲- متدلوژی تحقیق

یکی از مهم‌ترین ابزارهای تحلیلی در مهندسی ترافیک، شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای

5. Royal
6. Sang-Ock Kim & R.F. Benekohal

Archive of SID
www.SID.ir

کـامپیوتری اسـت. در بررسـی سیسـتم‌هـای ترافیکـی، عمـده دلایـل ارجحیـت اسـتفاده از شـبیه‌سـازی نسـبت به دیگر روش‌های تحلیلی عبارتند از [۹]:

۱- واقع‌بینی

۲- شفافیت

۳- اعتبار مدل‌ها

۴- موثق بودن آماری نتایج

۵- تغییرات جریان و شرایط ترافیکی.

در ایـن تحقیـق از نـرم‌افـزار CORSIM بـرای شـبیه‌سازی استفاده شده است. ایـن نـرم‌افـزار، از جملـه نـرم‌افزارهای شـبیه‌سـاز ترافیکـی اسـت کـه قـادر اسـت راه‌هـای شـریانی شـهری را بـه کمـک قسـمت TRAF-NETSIM بـا آزادراه‌هـا بـا کمـک FRESIM تلفیـق نمایـد. CORSIM یکـی از معـدود برنامـه‌هـایی اسـت که امکان تحلیـل اجـزاء منفـرد شـریان‌هـا و آزادراه‌هـا را به تحلیل‌گـر داده و شـبیه‌سـازی یـک سیسـتم کامـل را میسر می‌سازد.

در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات به عنوان داده‌های ورودی و بخشـی از مشخصـات مسـیر از بازدیـد میـدانی استفاده شـده اسـت. هـم‌چنـین بـرای اطمینـان از نتـایج خروجـی نـرم‌افـزار در خصـوص میـزان مصـرف سـوخت خودروهـا، میـزان مصـرف سـوخت خودروهـا در محـور موردنظر بررسی گردیده و سپس با نتایج خروجـی میـزان مصرف سـوخت خودروهـای حاصـل از نـرم‌افـزار مقایسـه گردیده است.

۳- اعتبارسنجی نرم‌افزار CORSIM

در ایـن قسـمت ابتـدا معرفـی محـور مـوردنظر صـورت گرفتـه و مشخصـات هندسـی مسـیر ارائـه شـده اسـت. سپس شبیه‌سـازی محـور مـوردنظر بـا اطلاعـات مربـوط به نرخ جریـان ترافیـک عبـوری، انجـام شـده و در پایـان مقایسه نتـایج خروجـی شـبیه‌سـازی بـا نتـایج برداشـت میدانی صورت گرفته است.

۳-۱- معرفی محور گرمسار- سمنان

محـور گرمسـار- سـمنان بـه طـول ۱۰۴ کیلـومتر بخشـی از مسـیر تهـران بـه مشـهد مـی‌باشـد کـه راه ارتبـاطی و دسترسـی بـه شـرق کشـور مـی‌باشـد. از آن‌جـایی کـه سـالانه ترافیـک قابـل تـوجهی از ایـن محـور عبور می‌کنـد و هـم‌چنـین در ایـام تعطیـل ماننـد نـوروز ترافیـک عبـوری از ایـن محـور سـنگین و بسـیار زیـاد می‌باشد، بنـابراین بررسـی تـاثیر پارامترهـای هندسـی و ترافیکـی بـر میـزان مصـرف سـوخت ایـن محـور بـه منظـور کـاهش مشـکلات ناشـی از مصـرف بـالای سـوخت از جملـه آلـودگی‌هـای محـیط‌زیسـتی از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد.

محور گرمسـار- سـمنان یـک مسـیر چهـار خطـه اسـت کـه در هـر جهـت دارای دو خـط مـی‌باشـد. ایـن مسـیر به جـز تعـداد محـدودی از نقـاط جـدا شـده بـا خطـوط گـردش بـه چـپ دو طرفـه[۷] (TWLTL) اسـت. بنابراین با صـرف‌نظـر از ایـن نقـاط محـدود، ایـن مسـیر را به صـورت مسـیر چهـار خطـه جـدا شـده بـا خطـوط گردش به چپ طبقه‌بندی می‌شود.

هـم‌چنـین از نظـر شـیب ایـن مسـیر در رده مسـیرهای همـوار قـرار مـی‌گیـرد. البتـه در بخـش‌هـایی از آن شـیب‌هـای خـاص دیـده مـی‌شـود. امـا از آن‌جـایی کـه این شیب‌هـا در طـول نـاچیز اتفـاق مـی‌افتـد، بـه دلیـل طـول کـم ایـن شـیب‌هـا در نظـر گرفتـه نشـده و در نتیجـه کـل مسـیر بـه صـورت همـوار در نظـر گرفتـه می‌شود. در شـکل ۱، مسـیر توسـط عکـس‌هـای هـوایی نشان داده شده است [۱۰].

۳-۲- نتایج برداشت میدانی از محور

بـه منظـور بررسـی شـرایط ترافیکـی نیـاز بـه داشـتن اطلاعـات دقیـق از جریـان ترافیـک در محـور مـوردنظر و مشخصات مسـیر عبـور جریـان مـی‌باشـد. بـدین منظـور

7. Two Way Left- Two Lanes

Archive of SID
www.SID.ir

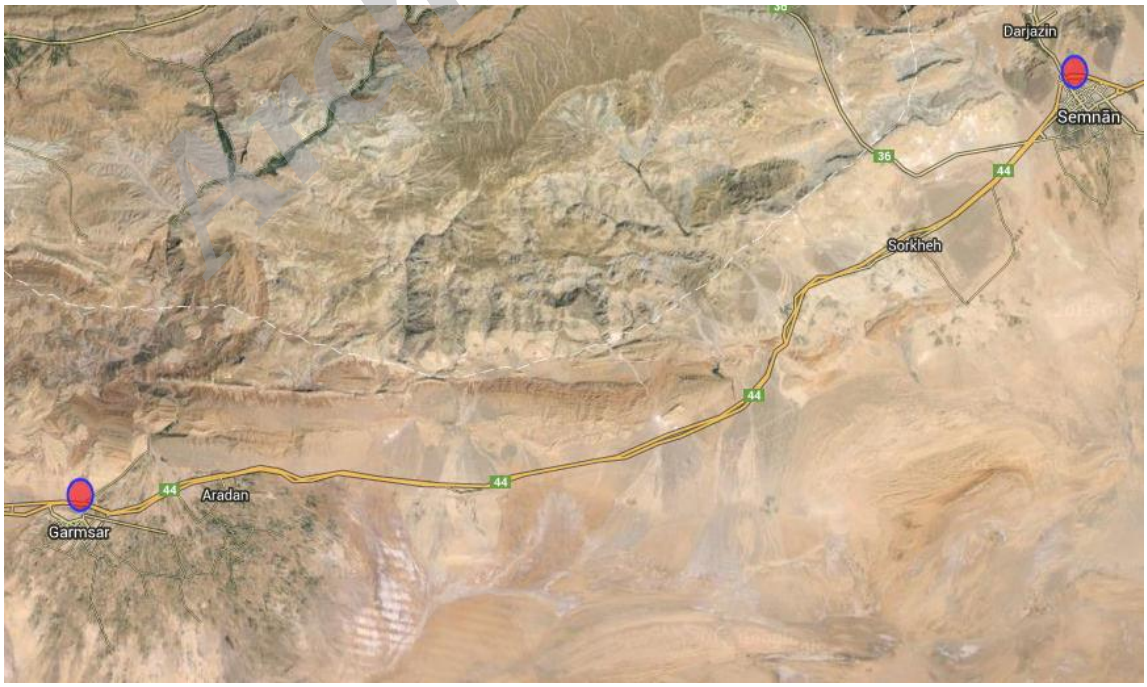
لازم است اطلاعات جمع‌آوری گردد. یکی از روش‌های نسبتاً دقیق جمع‌آوری اطلاعات، مشاهده و اندازه‌گیری میدانی است. در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات به عنوان داده‌های ورودی و مشخصات مسیر از بازدید میدانی استفاده شده است. بدین منظور کل مسیر مورد پیمایش قرار گرفته و مشخصات آن ثبت گردید. برای هر چه دقیق‌تر بودن اطلاعات، پیمایش مسیر به دفعات صورت گرفته است. هم‌چنین حجم ترافیک عبوری از مسیر به صورت میدانی شمارش شده است. آمارگیری به صورت شمارش در هر ۱۵ دقیقه و به تفکیک وسایل‌نقلیه سنگین (کامیون و اتوبوس) و سواری انجام شده است و در نهایت ماکزیمم حجم ساعتی به عنوان داده‌های ورودی نرم‌افزار در نظر گرفته شده است.

آمارگیری‌ها در مقاطع مختلف سال انجام گرفته است تا بتوان به ماکزیمم حجم عبوری از محور دست یافت. هم‌چنین سعی شده است بر طبق اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق سوالات انجام شده از پلیس راهور، آمارگیری در ساعات اوج ترافیک انجام شود. نمونه‌ای از آمارگیری‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

هم‌چنین مشخصات هندسی مسیر نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- آمارگیری حجم ترافیک عبوری از مسیر در ۱۳۹۱/۱۲/۲۶

تاریخ: ۱۳۹۱/۱۲/۲۶	ساعت شروع: ۱۷:۰۰	محور گرمسار- سمنان	
ساعت	سواری شخصی و وانت	کامیون و اتوبوس	مجموع
۱۷:۱۵-۱۷:۰۰	۴۵۰	۴۲	۴۹۲
۱۷:۳۰-۱۷:۱۵	۴۲۴	۵۲	۴۷۶
۱۷:۴۵-۱۷:۳۰	۴۱۰	۵۷	۴۶۷
۱۸:۰۰-۱۷:۴۵	۳۶۲	۵۳	۴۱۵
مجموع	۱۶۴۶	۲۰۱	۱۸۴۷



شکل ۱- کل مسیر از ابتدا تا انتها [۱۰]

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مشخصات هندسی قطعات مسیر تحت مطالعه

شماره لینک	کیلومتراژ	طول (متر)	درصد شیب (و شعاع قوس)
۱	۶-۰	۶۰۰۰	۱
۲	۱۰-۶	۴۰۰۰	-۲
۳	۱۱-۱۰	۱۰۰۰	۳
۴	۱۳-۱۱	۲۰۰۰	۱- (شعاع قوس: ۲۷۵ متر)
۵	۱۵-۱۳	۲۰۰۰	۲- (شعاع قوس: ۴۵۰ متر)
۶	۱۸-۱۵	۳۰۰۰	-۱
۷	۲۰-۱۸	۲۰۰۰	۲- (شعاع قوس: ۲۲۵ متر)
۸	۳۲-۲۰	۱۲۰۰۰	-۱
۹	۳۵-۳۲	۳۰۰۰	۲
۱۰	۴۲-۳۵	۷۰۰۰	-۱
۱۱	۴۵-۴۲	۳۰۰۰	-۳
۱۲	۴۷-۴۵	۲۰۰۰	۳
۱۳	۴۸-۴۷	۱۰۰۰	-۴
۱۴	۵۱-۴۸	۳۰۰۰	۳
۱۵	۵۲-۵۱	۱۰۰۰	-۵
۱۶	۵۳-۵۲	۱۰۰۰	۵
۱۷	۵۶-۵۳	۳۰۰۰	۳
۱۸	۵۸-۵۶	۲۰۰۰	-۴
۱۹	۶۰-۵۸	۲۰۰۰	۴
۲۰	۶۳-۶۰	۳۰۰۰	-۱
۲۱	۶۸-۶۳	۵۰۰۰	۳
۲۲	۷۲-۶۸	۴۰۰۰	۶ (شعاع قوس: ۶۰۰ متر)
۲۳	۷۵-۷۲	۳۰۰۰	۲
۲۴	۷۷-۷۵	۲۰۰۰	-۲
۲۵	۷۸-۷۷	۱۰۰۰	۱- (شعاع قوس: ۳۷۵ متر)
۲۶	۸۰-۷۸	۲۰۰۰	۳
۲۷	۸۱-۸۰	۱۰۰۰	-۱
۲۸	۸۸-۸۱	۷۰۰۰	-۳
۲۹	۹۱-۸۸	۳۰۰۰	۵
۳۰	۹۳-۹۱	۲۰۰۰	-۱
۳۱	۹۹-۹۳	۶۰۰۰	-۲
۳۲	۱۰۴-۹۹	۵۰۰۰	-۱

نرم‌افزار CORSIM پس از تحلیل مسیر شبیه‌سازی شده، میزان مصرف سوخت در هر لینک و میزان مصرف سوخت کل مسیر را بر اساس واحد گالن آمریکایی ارائه می‌دهد. این نرم‌افزار بر اساس نوع عملکرد و سطح کارآیی، خودروهای سواری را به دو دسته، بر اساس تعداد محور و ظرفیت باربری، کامیون‌ها را به چهار دسته و خودروهای تفریحی را به یک دسته تقسیم می‌کند. میزان مصرف هر گروه از این وسایل‌نقلیه در شرایط موجود مسیر به تفکیک در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- میزان مصرف سوخت خودروها در شرایط موجود

میزان مصرف سوخت / نوع خودرو	برحسب گالن آمریکایی	مجموع (گالن آمریکایی)	بر حسب لیتر	مجموع (لیتر)
سواری تیپ ۱	۱۵۲۰	۴۷۵۰	۵۷۴۵	۱۷۹۷۰
سواری تیپ ۲	۳۲۳۰		۱۲۲۵	
کامیون تیپ ۳	۹۹۰	۲۲۴۰	۳۷۵۰	۸۴۹۰
کامیون تیپ ۴	۵۷۰		۲۱۶۰	
کامیون تیپ ۵	۵۵۰		۲۰۸۰	
کامیون تیپ ۶	۱۳۰		۵۰۰	
خودروهای تفریحی تیپ ۷	۰	۰	۰	۰

۳-۳- شبیه‌سازی جریان ترافیک بزرگراه با نرم‌افزار CORSIM

در این قسمت با استفاده از نرم‌افزار CORSIM، مسیر گرمسار- سمنان که در طبقه مسیرهای برون شهری قرار می‌گیرد، شبیه سازی شده و نتایج تحلیل ارائه شده است. سپس با تغییر در عوامل هندسی مانند شیب، قوس و تعداد خطوط عبوری، مسیر مجدداً شبیه‌سازی شده و نتایج مورد آنالیز و بررسی قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جزئیات مربوط به مشخصات قطعات در جدول ۲ آورده شده است. داده‌های ورودی نرم‌افزار نیز در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- داده‌های ورودی نرم‌افزار به منظور شبیه‌سازی محور

نوع داده	مقدار ورودی
تعداد خطوط عبوری	۲
طول و شیب لینک‌ها	از جدول ۲
حجم ترافیک عبوری	۱۸۴۷ وسیله‌نقلیه در ساعت (جدول ۱)
درصد وسایل‌نقلیه سنگین	۱۱
سرعت جریان آزاد	۹۶ کیلومتر بر ساعت
نوع رویه	آسفالت خشک
دور (بربلندی)	۱ درصد
طول دوره زمانی	۱ ساعت
شاخص نوع وسیله‌نقلیه و انواع راننده	مقادیر پیش‌فرض برنامه
پارامتر تغییر خط	مقادیر پیش‌فرض برنامه
توزیع ترافیک بین خطوط	مقادیر پیش‌فرض برنامه

۳-۴- مقایسه نتایج نرم‌افزار CORSIM با نتایج برداشت میدانی

برای اطمینان از نتایج خروجی نرم‌افزار در خصوص میزان مصرف سوخت خودروها بایستی اعتبارسنجی صورت گیرد. برای اعتبارسنجی، بایستی میزان مصرف سوخت خودروها در محور موردنظر بررسی گردد و سپس نتایج خروجی مربوط به میزان مصرف سوخت خودروها از نرم‌افزار با این نتایج مقایسه شود.

پروژه‌ای تحت عنوان اطلاعات حمل‌ونقل و انرژی کشور در سال ۱۳۸۸ توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت صورت گرفته است که در فصل ۴ و ۵ آن به بررسی مصرف سوخت خودروهای سبک و سنگین تولید داخل و وارداتی پرداخته شده است. بر اساس جداول معیار و بازه‌بندی مصرف سوخت خودروهای بنزینی ارائه شده در این پروژه، میزان مصرف سوخت خودروهای تولید داخل به صورت متوسط ۶/۷ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر و ۶ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر برای خودروهای وارداتی می‌باشد [۱۱].

در صورتی که به نظر می‌رسد میزان مصرف سوخت در این مسیر بیش از مقادیر ذکر شده می‌باشد. برای اطمینان یافتن از این مساله، آمارگیری در سطح وسیعی برای رسیدن به نتایج دقیقی در خصوص این مساله صورت گرفته است. برای برداشت اطلاعات میدانی در این خصوص، پرسش‌نامه‌هایی تهیه شده و در اختیار ۳۸۴ راننده قرار گرفته است. از بین نمونه‌ها ۲۱۶ مورد مربوط به انواع خودروهای سواری و ۱۶۸ مورد مربوط به انواع خودروهای سنگین اعم از کامیون و اتوبوس‌ها می‌باشد. نمونه‌ای از این پرسش‌نامه‌ها در جدول ۵ آورده شده است.

بر اساس نمونه‌گیری انجام شده مشخص گردید متوسط مصرف سوخت خودروهای سواری در محور موردنظر ۱۰ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر می‌باشد. هم‌چنین در مورد کامیون‌ها و اتوبوس‌ها این میزان برابر با ۳۰ لیتر برای وسایل‌نقلیه سنگین جدید تا ۵۰ لیتر برای وسایل‌نقلیه سنگین قدیمی متغیر است که می‌توان به طور میانگین میزان مصرف سوخت کامیون‌ها را برابر با ۴۰ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر در نظر گرفت.

بر اساس جدول ۱ تعداد خودروها به تفکیک سواری و کامیون موجود می‌باشد (تعداد ۱۶۴۶ سواری و ۲۰۱ کامیون). هم‌چنین طبق جدول ۴ میزان مصرف سوخت سواری و کامیون در طول محور که ۱۰۴ کیلومتر می‌باشد، موجود است. با مقایسه این مقادیر میزان دقت نرم‌افزار قابل بررسی می‌باشد.

بر این اساس میزان مصرف خودروهای سواری ۱۷۱۱۸ لیتر به دست می‌آید که این مقدار بر اساس نتایج نرم‌افزار ۱۷۹۷۰ لیتر می‌باشد که حاکی از

Archive of SID
www.SID.ir

اختلاف ۵ درصدی می‌باشد. هم‌چنین در مورد کامیون‌ها و اتوبوس‌ها میزان مصرف ۸۳۶۲ لیتر است که بر اساس محاسبات نرم‌افزار این مقدار ۸۴۹۰ لیتر به دست آمده است که نشان‌دهنده اختلافی کمتر از ۲ درصد است. بنابراین می‌توان گفت محاسبات شبیه‌سازی نرم‌افزار از دقت نسبتاً بالایی نسبت به شرایط موجود مسیر برخوردار است.

جدول ۵- نمونه‌ای از پرسش‌نامه میزان مصرف سوخت

نوع خودرو	ریو	پرادو	سمند
میزان مصرف سوخت خودرو در هر ۱۰۰ کیلومتر (لیتر)	۸	۱۷	۸/۵
مبدا– مقصد	تهران- سمنان	تهران- مشهد	گرمسار- سمنان
وضعیت معاینه فنی خودرو	دارد	دارد	دارد
سال ساخت خودرو	۸۹	۹۰	۹۱

۴- آنالیز حساسیت مصرف سوخت نسبت به عوامل هندسی مسیر

در این بخش اثرات تغییر در شرایط هندسی فعلی مسیر بر روی میزان مصرف سوخت وسایل‌نقلیه مسیر بررسی شده است. بدین ترتیب که با اعمال تغییرات در شرایط هندسی مسیر، مسیر مجدداً شبیه‌سازی شده و نتایج با استفاده از نرم‌افزار به دست آمده است. در پایان با تحلیل نتایج، راه‌حل‌های مناسب در جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در مسیر گرمسار- سمنان ارائه شده است. در این مطالعه سه عامل هندسی مسیر شامل شیب، قوس و تعداد خطوط عبوری مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۱- تغییر شیب

با کاهش مرحله به مرحله شیب قطعات، مسیر مجدداً شبیه‌سازی شده و نتایج از طریق نرم‌افزار به دست می‌آید. بدین ترتیب که ابتدا شیب قطعه ۲۲ مسیر که ۶ درصد است به ۵ درصد کاهش داده شده و با شبیه‌سازی مجدد مقادیر مصرف سوخت مربوط به خودروهای سواری و کامیون و اتوبوس برای شرایط جدید به دست می‌آید. نتایج این تغییر در ردیف دوم جدول ۶ آورده شده است. در مرحله بعد شیب قطعات بیشتر از ۴ درصد به ۴ درصد کاهش داده شده و نتایج حاصل از این تغییرات به دست می‌آید. به همین صورت در مراحل بعد شیب‌ها کاهش داده شده و با شبیه‌سازی نتایج به دست می‌آید. این روند تا کاهش شیب همه قطعات به ۱ درصد ادامه داده می‌شود. نتایج به دست آمده در ردیف ۲ تا ۶ جدول ۶ آورده شده است.

۴-۲- قوس

همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص شده است قطعات ۴، ۵، ۷، ۲۲ و ۲۵ دارای قوس هستند. تغییرات این قسمت در سه مرحله اعمال می‌شود. در مرحله اول شعاع قوس‌های با شعاع کمتر از ۴۰۰ متر به ۴۰۰ متر افزایش داده می‌شود. موقعیت قطعه ۲۲ حذف قوس این قطعه را با هزینه‌های فراوان همراه می‌کند. به همین علت در مرحله دوم همه قوس‌ها به غیر از قوس قطعه ۲۲ حذف می‌شود. در مرحله بعد تمامی قوس‌های مسیر حذف می‌شود. موقعیت مکانی مسیر امکان حذف این قوس‌ها را می‌دهد. در هر مرحله مسیر با شرایط جدید شبیه‌سازی شده و نتایج به دست می‌آید. نتایج در ردیف ۷ تا ۹ جدول ۶ آورده شده است.

۴-۳- تغییر در تعداد خطوط عبوری

در این بخش در دو مرحله تعداد خطوط عبوری مسیر افزایش داده می‌شود. تعداد خطوط عبوری فعلی مسیر در هر جهت ۲ خط عبور است. ابتدا

Archive of SID
www.SID.ir

تعداد خطوط به ۳ و در مرحله بعد به ۴ خط عبور افزایش داده می‌شود و محور با شرایط جدید شبیه-سازی می‌شود. نتایج در ردیف ۱۰ و ۱۱ جدول ۶ آورده شده است. بایستی در نظر داشت افزایش تعداد خطوط هزینه سنگینی در بر دارد و مقرون به صرفه نمی‌باشد.

۴-۴- تغییر در شیب و قوس

تغییر هم‌زمان در شیب و قوس یک قطعه از مسیر آسان‌تر و کم هزینه‌تر از افزایش تعداد خطوط عبوری می‌باشد، بنابراین در این قسمت اثرات بهبود هم‌زمان شیب و قوس بررسی می‌شود. در مرحله اول قوس‌های با شعاع کمتر از ۵۰۰ متر حذف و شیب قطعات بیشتر از ۵ درصد (قطعات ۱۵، ۱۶، ۲۲ و ۲۵) به ۲ درصد کاهش داده می‌شود.

در مرحله بعد همه قوس‌ها به غیر از قوس قطعه ۲۲ حذف شده و شیب‌های ۴ درصد و بیشتر به ۲ درصد کاهش داده می‌شود. نتایج هر مرحله در ردیف ۱۲ و ۱۳ جدول ۶ آورده شده است.

۴-۵- نمودارهای حساسیت

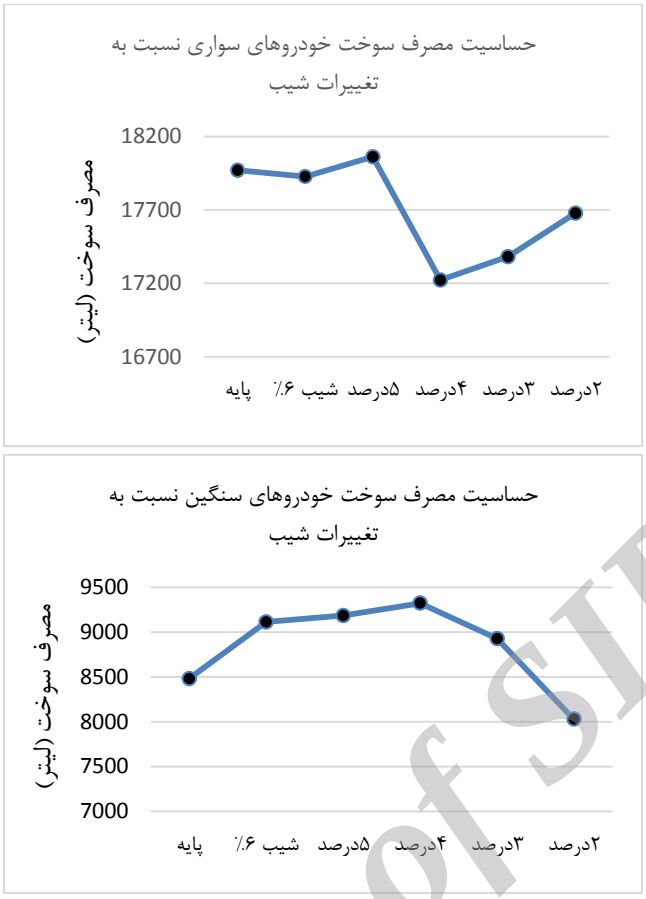
در شکل‌های ۲ تا ۵، نمودارهای مربوط به حساسیت مصرف سوخت نسبت به تغییرات پارامترهای هندسی مسیر نشان داده شده است. در تمامی نمودارها، محور عمودی نشان‌دهنده مصرف سوخت خودروها (لیتر) و هر یک از اعداد محور افقی نشان‌دهنده تغییرات اعمال شده در شرایط موجود هندسی مسیر می‌باشد که در بخش ۴-۱ تا ۴-۴ توضیح داده شده است.

جدول ۶- درصد تاثیرات تغییر شرایط هندسی مسیر بر میزان مصرف سوخت

ردیف	سوخت سواری (لیتر)	درصد تغییر	سوخت کامیون اتوبوس (لیتر)	درصد تغییر
۱- شرایط موجود مسیر	۱۷۹۷۰		۸۴۹۰	
۲- کاهش شیب قطعه ۲۲ از ۶ درصد به ۵ درصد	۱۷۹۳۰	-۰/۳	۹۱۱۰	۷/۳
۳- کاهش شیب‌های بیشتر از ۴ درصد به ۴ درصد	۱۸۰۶۰	۰/۵	۹۱۸۰	۸/۲
۴- کاهش شیب‌های بیشتر از ۳ درصد به ۳	۱۷۲۲۰	-۴/۲	۹۳۲۰	۹/۸
۵- کاهش شیب‌های بیشتر از ۲ درصد به ۲ درصد	۱۷۳۸۰	-۳/۳	۸۹۳۰	۵/۱
۶- کاهش شیب‌های بیشتر از ۱ درصد به ۱ درصد (شیب همه قطعات مسیر ۱ درصد)	۱۷۶۸۰	-۱/۶	۸۰۳۰	-۵/۴
۷- افزایش شعاع قوس‌های مسیر به ۴۰۰ متر	۱۷۸۶۰	-۰/۶	۸۷۷۰	۳/۳
۸- حذف قوس‌های مسیر به غیر از قوس قطعه ۲۲	۱۴۵۱۰	-۱۹/۳	۷۴۹۰	-۱۱/۸
۹- حذف قوس‌های مسیر	۱۳۴۵۰	-۲۵/۲	۷۵۵۰	-۱۱/۱
۱۰- افزایش تعداد خطوط عبوری به ۳ خط	۱۶۹۵۰	-۵/۷	۸۹۵۰	۵/۴
۱۱- افزایش تعداد خطوط عبوری به ۴ خط	۱۶۸۷۰	-۶/۱	۹۱۳۰	۷/۵
۱۲- حذف قوس‌های با شعاع کمتر از ۵۰۰ متر و کاهش شیب‌های ۵ و ۶ درصد به ۲ درصد	۱۴۰۶۰	-۲۱/۸	۷۷۲۰	-۹/۱
۱۳- حذف قوس‌های با شعاع کمتر از ۵۰۰ متر و کاهش شیب‌های ۴ و ۵ و ۶ درصد به ۲ درصد.	۱۳۸۷۰	-۲۲/۸	۷۳۵۰	-۱۳/۵

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودارهای حساسیت مصرف سوخت نسبت به تغییرات شیب

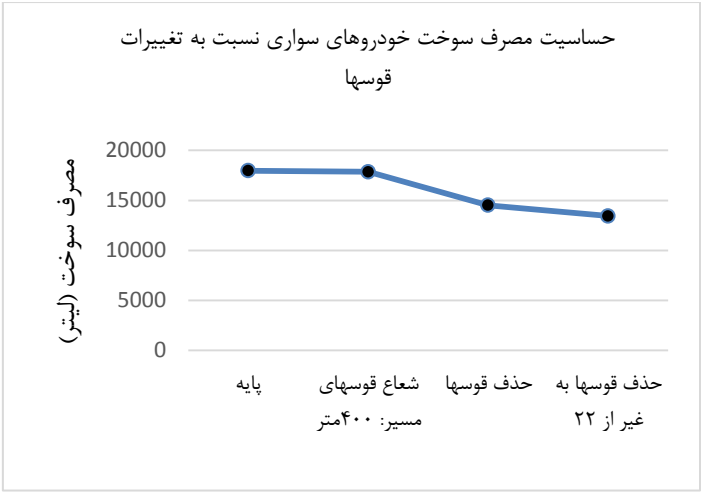
همان‌گونه که مشاهده می‌شود در محور مورد مطالعه در خصوص تغییرات شیب، کاهش تمامی شیب‌های بیشتر از ۳ درصد به ۳ درصد بالاترین نقش را در کاهش مصرف سوخت داشته است.

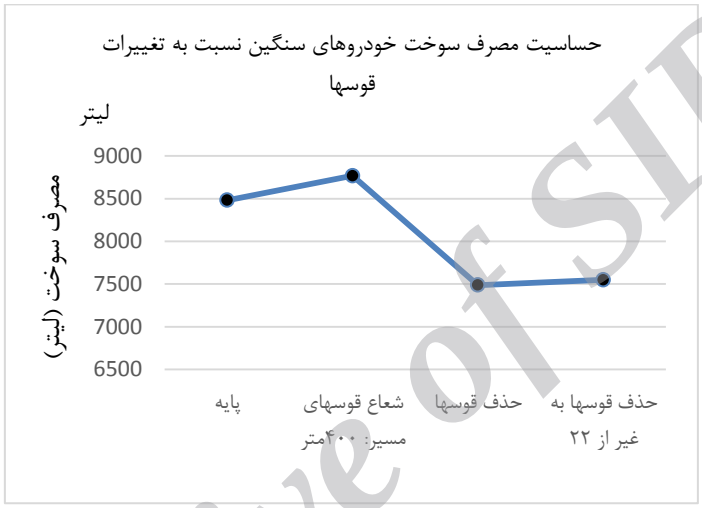
با وجود افزایش شعاع قوس‌های مسیر در مرحله ۷ باز افزایش مصرف سوخت مشاهده می‌شود و این در حالی است که حذف قوس‌ها باعث کاهش مصرف سوخت می‌گردد. با توجه به توپوگرافی منطقه و این نکته که حذف قوس قطعه ۲۲ با هزینه فراوانی همراه خواهد بود، بهترین پیشنهاد در این مرحله، حذف تمامی قوس‌های مسیر به غیر از قطعه ۲۲ (مرحله ۸) می‌باشد.

افزایش تعداد خطوط عبوری در محور موردنظر باعث کاهش چشم‌گیر مصرف سوخت می‌گردد اما این نکته نیز قابل توجه است که افزایش خطوط از ۳ خط عبوری به ۴ خط باعث تفاوت چشم‌گیری در مصرف سوخت نمی‌گردد، بنابراین با توجه به اینکه افزایش تعداد خطوط با هزینه‌های فراوانی است پیشنهاد می‌گردد افزایش خطوط به ۳ خط محدود گردد.

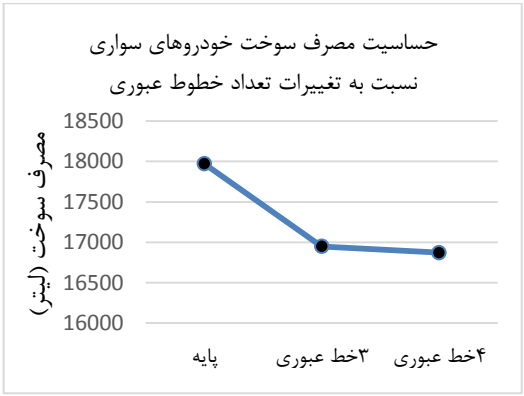
با توجه به جدول ۶ و شکل ۵ مشاهده می‌شود تغییرات هم‌زمان در حذف تمامی قوس‌های مسیر به غیر از قطعه ۲۲ و تغییرات در شیب می‌تواند بیشترین تاثیر را در کاهش مصرف سوخت داشته باشد.

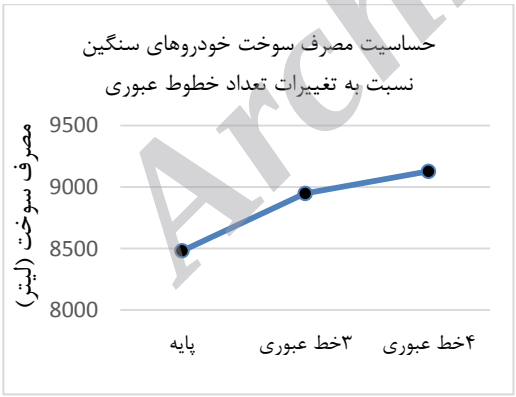
Archive of SID
www.SID.ir





شکل ۳- نمودارهای حساسیت مصرف سوخت نسبت به تغییرات در قوس‌های مسیر

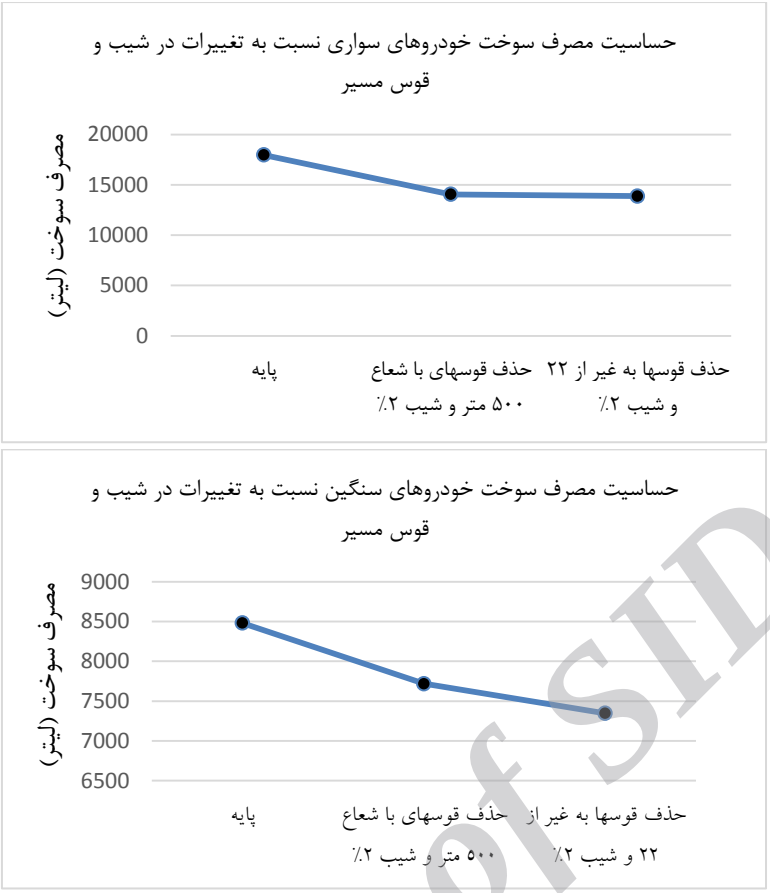




شکل ۴- نمودارهای حساسیت مصرف سوخت نسبت به تغییرات تعداد خطوط عبوری

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- نمودارهای حساسیت مصرف سوخت نسبت به تغییرات هم‌زمان در شیب و قوس‌های مسیر

۵- نتیجه‌گیری

در مطالعه محور موردنظر، با توجه به شرایط هندسی مسیر، کاهش شیب تا ۳ درصد می‌تواند مصرف سوخت را در حالت بهینه قرار دهد. حذف قوس‌های مسیر نیز یکی از گزینه‌هایی است که می‌تواند در کاهش مصرف سوخت تاثیرگذار باشد که با توجه به هزینه‌بر بودن حذف قوس قطعه ۲۲، بهتر است این قوس در مسیر حذف نشود. هم‌چنین افزایش خطوط تا ۳ خط عبوری می‌تواند تا ۲۵ درصد باعث کاهش مصرف سوخت در خودروهای سواری گردد که قابل توجه است. هم‌چنین با توجه به شرایط جغرافیایی مسیر موردنظر امکان افزایش خطوط با صرف هزینه نه چندان بالایی وجود دارد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی در محور مورد مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات هم‌زمان در شیب و قوس باعث کاهش چشم‌گیر مصرف سوخت در تمامی خودروهای مسیر می‌گردد که می‌تواند به عنوان گزینه‌ای برای اصلاحات مسیر مورد استفاده قرار بگیرد.

۶- مراجع

[1] Sone, C.H. (2010), (The Effects of Behavioral, Geometric and Heavy Vehicle Traffic Flow Characteristics on Capacity and Emissions at Roundabouts), M.S, The University of Texas at Arlington, USA.

[2] Zhen, H., Xiaoliang, M. (2009), "Integration of Emission and Fuel Consumption with Traffic Simulation Using a Distributed Framework", 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation, Systems, USA, October 3-7.

Archive of SID
www.SID.ir

[3] Cicero-Fernández, P., R. Long, R.J., Winer, M.A. (1997). Effects of Grades and Other Loads on On-Road Emissions of Hydrocarbons and Carbon Monoxide, Journal of Air & Waste Management, ISSN 1047-3289.

[4] Kim, S.O., Benekohal, R.F. (2005). Comparison of Control Delay from CORSIM and the Highway Capacity Manual (HCM 2000) for Oversaturated Signalized Intersections, Journal of Transportation Engineering, Vol.131, No.12, pp.917-923.

[۵] حاجی‌حسینلو، م.، شریفیان، م.، فرهادیان، ا.، (۱۳۸۷)، بهبود جریان ترافیک با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی CORSIM (مطالعه موردی میدان صنعت)، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت ماه.

[۶] حاجی‌حسینلو، م.، شریفیان، م.، پاک‌روشن، ب. (۱۳۸۹)، تحلیل ترافیکی شبکه‌های درون‌شهری با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی CORSIM (مورد مطالعه: خیابان شهید دستغیب شهر تهران)، فصل‌نامه مطالعات مدیریت ترافیک، شماره ۱۶، صفحه ۱۱-۲۴.

[۷] روزیخواه، حسین. (۱۳۸۱)، شبیه‌سازی جریان ترافیک در تقاطع‌های بدون چراغ به وسیله نرم‌افزار CORSIM و کالیبره نمودن آن، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد راه‌وترابری، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.

[۸] ترازنامه انرژی وزارت نیرو، سال ۱۳۸۹.

[9] Talor, Y.W., M.A.P., Gipps, P.G. (1989), Micro Computer In Traffic Engineering, Research Studies Press LTD, John Wiley & Sons INC.

[10] Https://www.googleearth.com, 2013.

[۱۱] شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، "اطلاعات حمل‌ونقل و انرژی کشور"، ۱۳۸۸.

Archive of SID

www.SID.ir