AutoLibrary

اولین کنفرانس پیشرفتهای اخیر
و روندهای آینده در صنعت خودرو
1st Automotive Industries Recent Advances and Future Trends

تخمین مصرف سوخت با استفاده از سیکل رانندگی استخراج شده از مسیر یاب

سبا انصاری*[1] ، مسعود مسیح طهرانی[2]، بهروز مشهدی[3]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی خودرو، نارمک، تهران

[2] استادیار، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی خودرو، نارمک، تهران

[3] استاد، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی خودرو، نارمک، تهران

ansarisaba74@yahoo.com

چکیده

هدف در این مقاله ارائه روشی برای تخمین مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها خودرو در سیکل‌های حرکتی می باشد، که با استفاده از مسیرهای مختلفی که نرم افزار گوگل مپ برای رسیدن به یک مقصد مشخص ارائه داده است. مسیر ها مورد بررسی قرارگرفته و نتایج حاصل از مصرف سوخت و میزان انتشار آلاینده‌ها به کمک نرم‌افزار ادوایزر استخراج‌شده است. سیکل‌های محاسبه‌شده توسط نرم افزار با خودرو هیوندا i۲۰ پیمایش شده است و نتایج به‌دست‌آمده مقایسه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که از این روش می‌توان برای تخمین مصرف سوخت و انتشار آلاینده های خودرو در یک مسیر مشخص با تقریب خوبی استفاده کرد. به‌این‌ترتیب در انتخاب مسیر پیشنهادی می‌توان مصرف سوخت را نیز مدنظر قرارداد.

کلمات کلیدی: مسیریابی؛ مصرف سوخت؛ آلاینده؛ گوگل مپ؛ سیکل رانندگی

AutoLibrary

۱- مقدمه

یکی از عوامل مهم در تولید آلایندگی در کره زمین خودرو می‌باشد، که دارای آلایندگی نسبتاً بالایی هستند برای کاهش این آلایندگی‌ها تلاش‌های فراوانی شده است ازجمله استفاده از خودروهای هیبریدی و خودروهای الکتریکی که در این خودروها هم برای تولید انرژی نیاز است سوخت سوزانده شود اما با روش‌های مختلفی می‌توان این مصرف سوخت را به بهینه‌ترین حالت رساند. یکی از این روش‌ها استفاده از داده‌های سیستم‌های مسیریابی برای انتخاب مسیر با کمترین مسافت برای مصرف کمتر سوخت خودرو و تولید انرژی شود. در این مسیریابی خودرو هوشمند می‌تواند با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و الگوریتم‌های مسیریابی، دیدگاه مصرف سوخت را نیز مدنظر قرار دهد و در راستای کاهش هر چه بیشتر مصرف سوخت بهترین مسیر را انتخاب کند. طبق برآوردهای انجام‌شده، بیش از ۷۰٪ میزان آلاینده‌های تولیدی در سطح شهر تهران ناشی از منابع متحرک می‌باشد [۱]. قرار گرفتن در معرض کیفیت پایین هوا همچنان یک مسئله مهم در مورد سلامت عمومی در سراسر جهان است. سازمان بهداشت جهانی (WHO) تخمین زد که آلودگی هوای محیط ۴٫۲ میلیون مرگ زودرس در سال را در جهان تشکیل می‌دهد. اگرچه منابع بسیاری در این مشکل نقش داشته‌اند، اما وسایل نقلیه موتوری منبع اصلی آلودگی هوا در مناطق شهری است. بنابراین تلاش‌های زیادی برای کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده از وسایل نقلیه موتوری انجام‌شده است[۲]. میزان تولید آلاینده‌های ناشی از منابع متحرک در یک محدوده‌ی مشخص به عوامل متعددی مانند حجم خودروها، تکنولوژی و سن خودروها، عوامل محیطی و همچنین الگوی رانندگی بستگی دارد.

نگرانی در مورد اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل منجر به مدل‌های جدید مسیریابی وسایل نقلیه شده است که هدف از آن به حداقل رساندن اثرات مضر حمل‌ونقل بر محیط‌زیست است. تحقیقات زیادی در مورد الایندگی منابع متحرک وجود دارد، بااین‌وجود بسیاری تحقیقات از این مدل‌ها با فرض ثابت بودن مسیر یا سرعت وسایل نقلیه مستقل از زمان، مدل را ساده می‌کنند[۶]. در مسیریابی های معمولی کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌ها ازنظر فاصله یا زمان مشخص می‌شود، اما در فرمول‌های جدید به‌جای داشتن یک مسیر واحد بین هر جفت گره، چندین فرصت وجود دارد و انتخاب مسیر به‌عنوان متغیرهای تصمیم در مسئله مسیریابی تعبیه‌شده است. تجزیه‌وتحلیل چگونگی تأثیر استفاده از سرعت ثابت بر روی دقت [۳] نشان می‌دهد که در برخی شرایط می‌تواند منجر به تخمین کمتر از نیمی از سوخت واقعی موردنیاز شود. تاکنون فرمول‌های وابسته به زمان برای تخمین مسیر باهدف به حداقل رساندن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای با فرض جاده‌ی صاف ارائه‌شده‌اند [۴]. پتانسیل کاهش مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها هنگامی‌که چندین مسیر برای رسیدن به مقصد در نظر گرفته می‌شود بیشتر است [۷]. همچنین مدل‌هایی برای تخمین انرژی با در نظر گرفتن شتاب ثابت و یا ارتباط خطی مصرف سوخت و مسافت در نظر گرفته‌شده‌اند [۸]. مطالعاتی نیز در حوزه‌ی مسیریابی وسایل نقلیه معمولی، پلاگین، هیبریدی و برقی صورت گرفته که در این مطالعات نیز مصرف انرژی یک تابع خطی از مسافت در نظر گرفته‌شده است [۹]. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه الکتریکی دومرحله‌ای نیز بررسی‌شده که شامل تخمین مصرف انرژی بهتر با در نظر گرفتن توپوگرافی دقیق و پروفایل‌های سرعت می باشد. نتایج نشان می‌دهد که تخمین زمان و انرژی به‌طور قابل‌توجهی دقیق‌تر از روش‌های موجود است، درنتیجه انتظار می‌رود مسیرهای برنامه‌ریزی‌شده ازنظر تقاضای انرژی امکان‌پذیر باشد و در صورت لزوم توقف شارژ به‌درستی درج شود [۱۰].

مجموعه‌ای از عوامل که باعث افزایش اختلاف بین مصرف سوخت تئوری و میزان مصرف در شرایط واقعی رانندگی می‌شوند با توجه به تنوع شرایط عملکرد، رفتار راننده، روش استفاده از خودرو و سایر عوامل خارجی می باشد. در هر پروتکل آزمایشی، صرف‌نظر از چگونگی طراحی دقیق، قادر به ضبط دقیق عملکرد واقعی وسایل نقلیه نمی باشد [۱۲]. به حداقل رساندن زمان و مسافت جایگزین‌های ضعیفی برای به حداقل رساندن هزینه‌های مسیر در مناطق شهری است، به حداقل رساندن فاصله با توجه به هزینه نسبتاً ضعیف عمل می‌کند. به همین ترتیب، به حداقل رساندن مدت‌زمان کل سفر، جایگزینی ضعیف برای به حداقل رساندن مصرف سوخت است [۵].

در این مقاله سعی بر آن است با توجه به استخراج سیکل رانندگی مسیر موردنظر و تخمین مصرف سوخت و انتشار آلاینده، پیش‌بینی بهتری از مسیر برای راننده قبل از حرکت فراهم گردد.

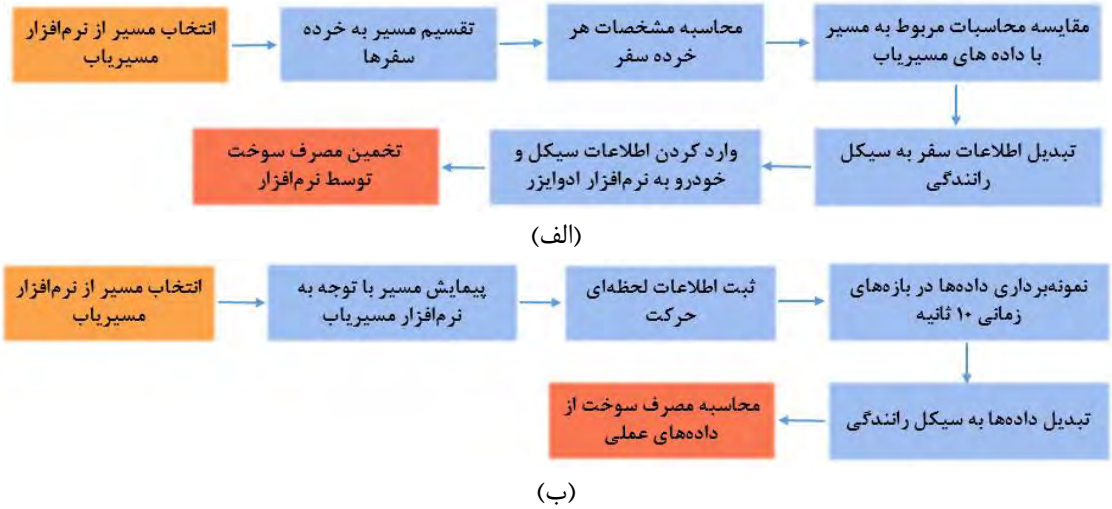
ادامه این مقاله به چند بخش تقسیم می‌شود: روش اجرا که به قسمت‌های انتخاب نرم‌افزار مسیریابی، انتخاب مسیر، محاسبات استخراج سیکل و پیمایش مسیر تقسیم می‌شود. در بخش ۳ به معرفی نرم‌افزار ادوایزر پرداخته می‌شود و در بخش ۴ به بررسی نتایج حاصل از محاسبات و پیمایش مسیر خودرو در نرم‌افزار ادوایزر پرداخته می‌شود.

۲- روش اجرا

روش انجام کار این تحقیق به دو بخش عمده تقسیم می‌شود:

- تخمین مصرف سوخت با کمک نرم‌افزار
- محاسبه مصرف سوخت با داده‌های عملی

برای تخمین مصرف سوخت با کمک نرم‌افزار ، در ابتدا نرم‌افزار مسیریاب انتخاب‌شده، سپس با مشخص کردن مبدأ و مقصد مسیر موردنظر انتخاب می‌شود. در مرحله‌ی بعد با توجه به اطلاعات خروجی از مسیریاب، کل مسیر به خرده سفرها تقسیم می‌شود. محاسبات مربوط به مشخصات هر خرده سفر منجر به دستیابی به سیکل رانندگی مسیر می‌گردد. در مرحله آخر تمامی داده‌های به‌دست آمده به‌اضافه‌ی اطلاعات خودرو به نرم‌افزار ادوایزر واردشده و پس‌ازآن تخمین مصرف سوخت به کمک این نرم‌افزار انجام می‌شود. در شکل ۱ (الف) فلوچارت روند انجام محاسبات نشان داده‌شده است.



شکل ۱. (الف) فلوچارت محاسبه مصرف سوخت به کمک نرم‌افزار (ب)فلوچارت محاسبه مصرف سوخت از داده‌های عملی

برای محاسبه مصرف سوخت با داده‌های عملی، همان مسیر انتخاب‌شده در نرم افزار با خودرو مشخص (i۲۰) پیموده می‌شود. اطلاعات لحظه‌ای حرکت خودرو شامل سرعت لحظه‌ای و مصرف سوخت لحظه‌ای خودرو از مبدأ تا مقصد ثبت می‌گردد. به کمک داده‌برداری در بازه‌های زمانی ۱۰ ثانیه سیکل رانندگی سفر به دست می‌آید و به کمک داده‌های به‌دست‌آمده مصرف سوخت خودرو در مسیر پیموده شده حاصل می‌شود. در شکل ۱ (ب) فلوچارت روند انجام کار مشاهده می‌شود.

۲-۱ انتخاب نرم افزار مسیریابی

امروزه سامانه‌های مسیریابی برخط (آنلاین) نقش بسیار مهمی را در کاهش زمان سفر خودروها ایفا می‌کنند و درواقع این سامانه‌ها نرم‌افزارهایی باهدف نشان دادن بهترین مسیر یا مسیرهای موجود با توجه به مسافت و ترافیک برای رسیدن به مقصد موردنظر کاربران هستند. ازجمله رایج‌ترین این سامانه‌ها می‌توان به گوگل مپ[۱] اشاره کرد. با توجه به اینکه در حال حاضر گوگل مپ پرکاربردترین نرم‌افزار در بین کاربران در سطح جهان است [۱] و مهم‌تر آن‌که کدمسیرهای خروجی این نرم‌افزار که حاوی اطلاعات مسیر همچون مسافت و زمان طی شده کل و مسافت و زمان خرده مسیرها می‌باشد، به‌سادگی و به‌صورت رایگان در اختیار کاربران است، در این مقاله از آن استفاده‌شده است.

برخی از مهم‌ترین امکانات این نرم‌افزار:

- مسیریابی با پیش‌بینی ترافیک

[۱] Google Maps

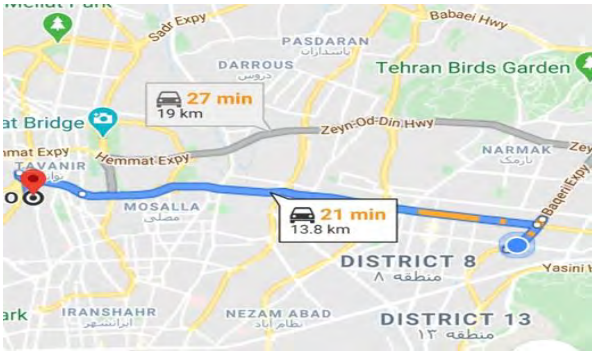
- دارای سخنگو و محیط فارسی و قابل‌استفاده در سراسر ایران
- امکان مسیریابی در سراسر کشور (درون‌شهری و برون‌شهری)
- مسیریابی با توجه به ترافیک آنلاین معابر و یافتن سریع‌ترین مسیر
- دارای طرح‌های ترافیک و زوج و فرد و امکان مسیریابی خارج از طرح
- دارای دوربین‌های کنترل سرعت و هشدار نزدیک شدن به دوربین
- نمایش سرعت مجاز معبر و هشدار سرعت غیرمجاز
- تخمین زمان تقریبی رسیدن به مقصد
- محاسبه فاصله تا مقصد
- امکان گزارش تصادف، دوربین و ترافیک

پیش‌بینی سرعت وسیله نقلیه توسط گوگل مپ ارائه نمی‌شود. پس اولین قدم برای دست‌یابی به سیکل رانندگی محاسبه سرعت خواهد بود. ازآنجایی‌که محاسبه سرعت لحظه‌ای امکان‌پذیر نخواهد بود، با تقسیم کل مسیر به خرده سفرها، سرعت متوسط هر خرده سفر محاسبه خواهد شد.

۲-۲ انتخاب مسیر

دو مسیر نشان داده‌شده در شکل ۲ از نرم‌افزار گوگل مپ انتخاب‌شده‌اند. مسیر اول از دانشگاه صنعتی شریف به دانشگاه علم و صنعت با مسافت ۱۸/۱ کیلومتر و زمان تقریبی ۲۳ دقیقه در نظر گرفته‌شده است. مسیر دوم از نارمک به سمت یوسف‌آباد با مسافت ۱۳/۸ کیلومتر و زمان تقریبی ۲۱ دقیقه انتخاب‌شده است.

(الف)



(ب)

شکل ۲. مسیر حرکتی(الف)مسیر اول: حرکت از دانشگاه شریف به دانشگاه علم و صنعت (ب)مسیر دوم: حرکت از نارمک تا یوسف‌آباد

۲-۳ محاسبات استخراج سیکل

برای الگو گرفتن از تقسیم کل سفر به خرده سفرها در مورد سیکل‌های رانندگی مورداستفاده و استاندارد مطالعه شده تا بهترین سیکل برای الگو گیری انتخاب گردد. در این مقاله از سیکل NEDC الگوبرداری شده است. زیرا از دو قسمت شهری و بزرگراه‌ها تشکیل‌شده که مشابه شرایط مسیرهای انتخابی می‌باشد.

برای تبدیل داده‌های خروجی گوگل مپ به سیکل رانندگی نکات زیر در نظر گرفته‌شده است [۱۱]:

- در نظر گرفتن زمان‌های توقف (تا ۲۰ ثانیه و دقیق‌تر از ان‌ای‌دی‌سی) در ابتدا، انتها، بین خرده سفرها با توجّه بر اینکه در بزرگراه‌ها زمان توقف صفر است.
- در نظر گرفتن زمان‌های شتاب و ترمز (۵ و ۱۰و ۱۵و ۲۰) با الگو گیری از سیکل ان‌ای‌دی‌سی
- خرده سفرهای با مدت‌زمان کمتر از ده ثانیه در محاسبات در نظر گرفته نشده است.
- میانگین سرعت هر خرده سفر سیکل رانندگی با داده‌های گوگل یکسان شود.

- زمان کل سفر سیکل رانندگی و گوگل یکسان شود.
- مسافت پیموده شده سیکل رانندگی و گوگل یکسان شود.
- حداکثر سرعت مجاز خودرو در این مسیرها مطابق با قوانین راهنمایی و رانندگی کشور ایران،کمتر از ۸۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

با مشخص کردن مبدأ و مقصد در سامانه گوگل‌مپ، این نرم‌افزار سه مسیر را پیشنهاد می‌کند که با گرفتن خروجی کد مسیرها سیکل‌های مربوط به یکی از این مسیرها استخراج شده‌است.

با استفاده از مسافت طی شده توسط خودرو و زمان کل طی شده از گوگل مپ، میانگین سرعت سفر از معادله (۱) به دست می‌آید:

$$v_{trip} = ۳/۶ \frac{dist}{t_{tot}} \quad (۱)$$

$$t_{tot} = t_{\text{کروز}} + t_{\text{شتاب}} + t_{\text{ترمز}} + t_{\text{توقف}} \quad (۲)$$

در معادله (۱)، پارامتر های v_{trip}، $dist$ و t_{tot} به ترتیب برابر سرعت متوسط خودرو، مسافت طی شده و زمان کل سفر می‌باشد. در معادله (۲)، پارامتر های $t_{\text{کروز}}$، $t_{\text{شتاب}}$، $t_{\text{ترمز}}$ و $t_{\text{توقف}}$ به ترتیب برابر زمان طی شده با سرعت ثابت، زمانهای طی شده با شتاب مثبت و غیر صفر،زمانهای طی شده با شتاب منفی و زمانهای توقف است.در معادله (۱) سرعت متوسط کل سفر برحسب کیلومتر بر ساعت است سرعت خرده سفرها با توجه به‌سرعت متوسط سفر صورت گرفته است.

با توجه به نکات ذکرشده و پس از تبدیل مسیر به سیکل رانندگی، مدت‌زمان کل حرکت طبق معادله (۲) محاسبه می‌گردد. با محاسبه‌ی سطح زیر نمودار سرعت-زمان مسافت طی شده به دست می‌آید.

۲-۴ پیمایش مسیر

دو مسیر انتخاب‌شده با خودرو هیوندا مدل i۲۰ پیموده شده‌اند. مشخصات این خودرو در جدول شماره ۱ بیان شده است. اطلاعات لحظه‌ای حرکت خودرو شامل سرعت لحظه‌ای و مصرف سوخت لحظه‌ای در هر دو مسیر حرکت در بازه‌های زمانی ۱۰ ثانیه ثبت‌شده است. مسیر اول در ساعت خلوت‌تری نسبت به اوج ترافیک (در ساعات ۲۲:۳۰ شب) و سیکل دوم در ساعات اوج ترافیک (در ساعت ۲۰ شب) پیموده شده‌اند.

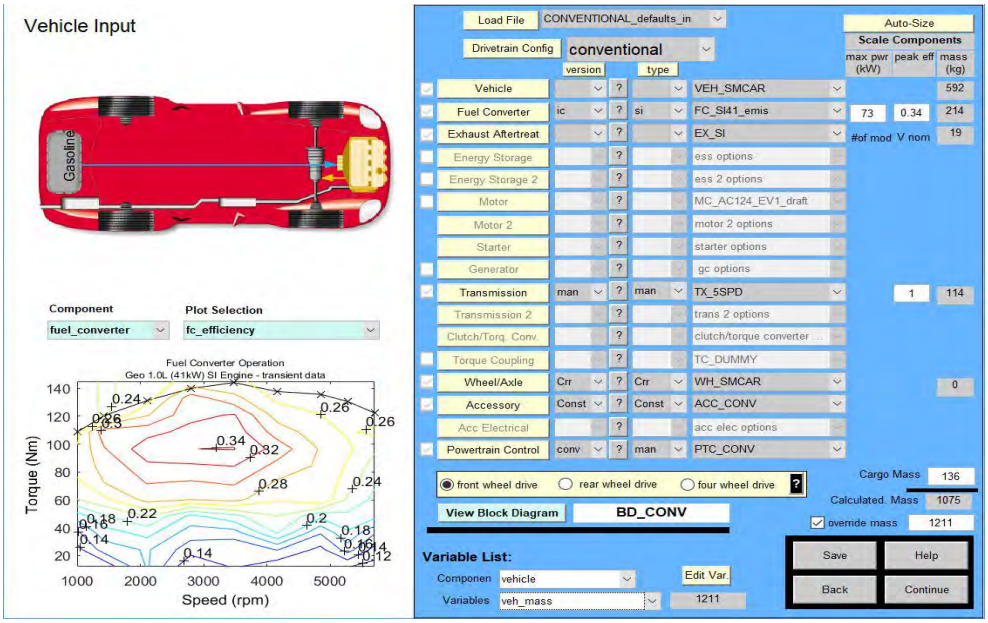
جدول۱. اطلاعات خودرو i۲۰

پارامتر	مقدار
موتور	۴ سیلندر ۱۶ سوپاپ
حجم موتور	۱۳۹۶ سی‌سی
انتقال نیرو	دیفرانسیل جلو
حداکثر قدرت	۹۸ اسب بخار در ۵۵۰۰ دور در دقیقه
مصرف سوخت داخل شهر	۸,۱ لیتر در هر صد کیلومتر
مصرف سوخت ترکیبی	۵,۹ لیتر در صد کیلومتر
استاندارد آلایندگی	یورو ۶
فاصله بین دو محور	۲۵۲۵ میلی‌متر
مصرف سوخت خارج شهر	۴,۸ لیتر در هر صد کیلومتر
وزن	۱۲۱۱ کیلوگرم

۳- نرم افزار ادوایزر

این نرم‌افزار می‌تواند عملکرد دینامیکی خودروهای مختلف باکلاس‌ها، سایزها و سیستم‌های نیروی محرکه مختلف را مدل کند و همچنین قادر به شبیه‌سازی خودرو با نیروی محرکه مرسوم، شامل موتور احتراقی و انتقال‌دهنده‌های نیرو، خودروهای برقی و خودروهای

هیبرید شامل موتور الکتریکی، باتری، سیستم‌های الکتریکی و کنترلی، موتور احتراقی و سیستم‌های مکانیکی می‌باشد. سیستم شبیه‌سازی خودرو در این نرم‌افزار از نوع رو به عقب و متکی به سیکل حرکتی بوده و به همین واسطه نرم‌افزار قابلیت بررسی خودرو را در سیکل های حرکتی گوناگون ایجاد می‌کند و به محققان فرصت می‌دهد تا به مطالعه مصرف سوخت خودرو و میزان تولید آلاینده‌ها در سیکل های مختلف و عوامل مؤثر بر این دو پارامتر بپردازند. در شکل ۳ محیط نرم‌افزار ادوایزر را نشان داده است.



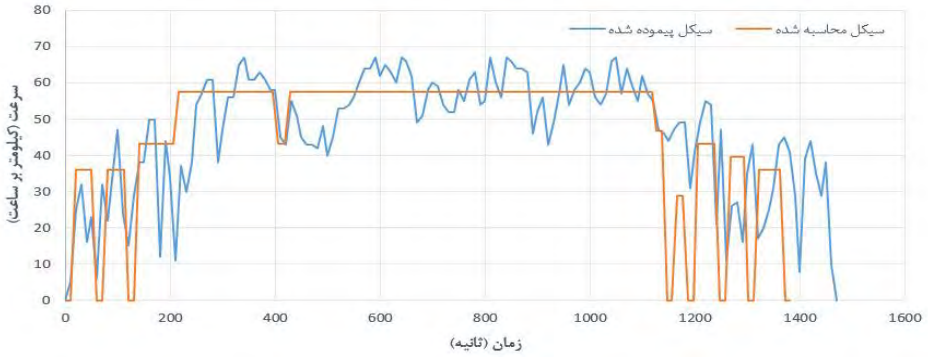
شکل ۳. محیط نرم‌افزار ادوایزر

اطلاعات مربوط به خودرو موردنظر ازجمله وزن خودرو، حداکثر قدرت و فاصله بین دو محور در نرم‌افزار اعمال‌شده و سیکل موردنظر نیز به داده‌های نرم‌افزار اضافه‌شده است. اطلاعات خروجی گرفته‌شده نیز شامل میانگین مصرف سوخت در مسیر، میزان انتشار آلاینده، سرعت میانگین، مسافت طی شده و اطلاعات دیگری از این قبیل می‌باشد.

۴- نتایج

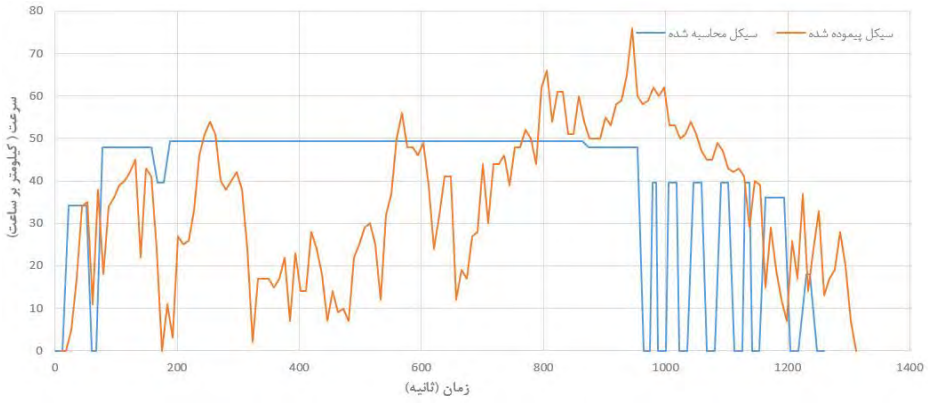
برای تخمین مصرف سوخت سیکل‌های استخراج‌شده از مسیر پیشنهادی گوگل مپ، از نرم‌افزار ادوایزر[۲] استفاده‌شده است.

همان‌طور که گفته شد دو مسیر انتخاب‌شده در دو زمان متفاوت (ساعات خلوت و اوج ترافیک) در نظر گرفته‌شده‌اند. برای هرکدام از این مسیرها دو روش تئوری و عملی انجام‌شده است، سیکل رانندگی به‌دست‌آمده در این روش‌ها در شکل ۴ قابل‌مشاهده است. شکل ۴ (الف) و سیکل پیموده شده مربوط به مسیر اول که در ساعات خلوت‌تر پیموده شده است بسیار به سیکل رانندگی محاسبه‌شده نزدیک می‌باشد.



(الف)

[۲] ADVISOR



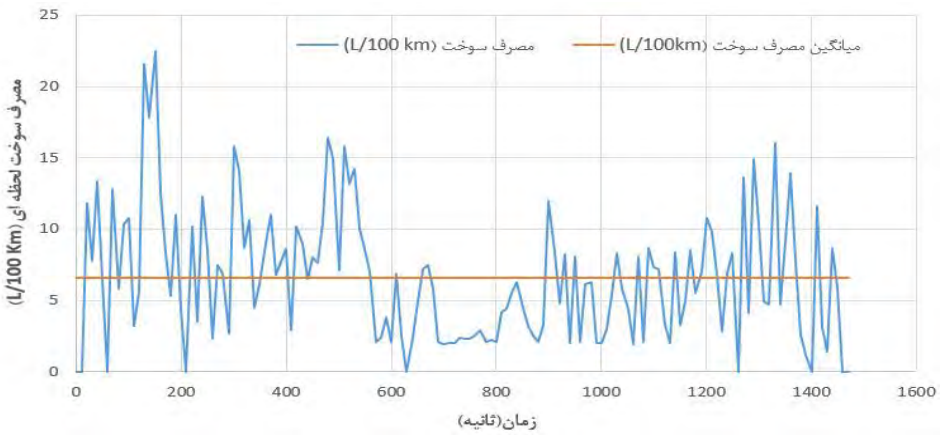
(ب)

شکل ۴. مقایسه سیکل محاسبه‌شده و سیکل پیموده شده در(الف) مسیر اول (ب) مسیر دوم

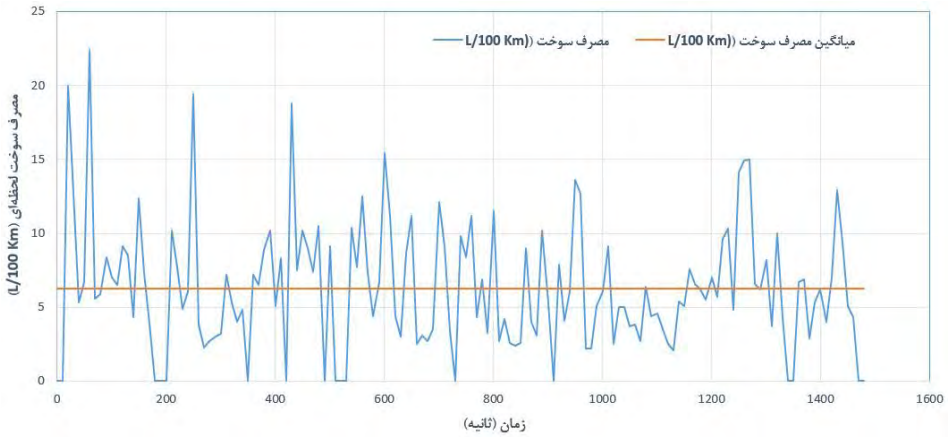
شکل ۴ (ب)، سیکل طی شده مربوط به مسیر دوم نسبت به نتایج مسیر اول شباهت کمتری به سیکل رانندگی حاصل از محاسبات دارد. بیشترین سرعت خودرو نیز با مقدار تئوری آن تفاوت نسبتاً زیادی دارد. اما درمجموع میانگین سرعت خودرو در کل سفر به مقدار محاسبه‌شده نزدیک است. دلیل این اختلاف می‌تواند ترافیک سنگین موجود در سطح شهر باشد که درصد خطای محاسبات را بالا می برد.

نکته‌ی مهم دیگری که هدف این مقاله است پیش‌بینی مصرف سوخت در مسیر مشخص به روش انجام‌شده می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، نمودار مصرف سوخت لحظه‌ای خودرو در هر دو پیمایش مسیر نشان داده‌شده و همچنین میانگین مصرف سوخت خودرو در طول سفر محاسبه‌شده است.

با توجه به این نمودارها، می توان بیان کرد که در ابتدا و انتهای مسیرها که شامل کوچه‌ها یا موانع یا ترافیک بیشتر هستند، مصرف سوخت بیشتر و دارای نوسان بیشتری است. در میانه‌ی مسیر اول که شامل بزرگراه‌ها و در ساعات خلوت شبانه‌روز است مصرف سوخت کمتر بوده و همچنین دارای نوسان کمتری می‌باشد که در شکل ۵ (الف) نشان داده شده است، و درنتیجه رفتار راننده و به‌تبع آن مصرف سوخت خودرو بیشتر قابل پیش‌بینی خواهد بود. اما در مسیر دوم که در ساعات اوج ترافیک پیموده شده است، مجدداً به دلیل ترافیک سنگین پیش‌بینی رفتار راننده دشوارتر خواهد بود که در شکل ۵ (ب) نشان داده شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۵. نمودار مصرف سوخت لحظه‌ای خودرو در مسیر پیموده شده (الف) اول (ب) دوم

نتایج حاصل از محاسبات انجام‌شده مبتنی بر سیکل استخراج‌شده از نرم‌افزار مسیریاب (گوگل مپ) و همچنین داده‌های عملی حاصل از پیمایش مسیرها، در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

جدول۲. مقایسه داده‌های تئوری و عملی

شماره مسیر	مسیر اول		مسیر دوم	
فاکتورهای مقایسه	محاسبات تئوری	داده‌های عملی	محاسبات تئوری	داده‌های عملی
مسافت پیموده شده (Km)	۱۳/۸	۱۴/۳	۱۸/۱	۱۸/۹
سرعت میانگین (Km /h)	۳۹/۴۵	۳۴/۸	۴۶/۹۱	۴۶/۵۵
مصرف سوخت میانگین (L/100)	۶/۳	۶/۲۶	۵/۹	۶/۴
مصرف سوخت کل مسیر (L)	۰/۸۶۹۴	۰/۸۹۵۲	۱/۰۶۸	۱/۲۰۹
درصد خطا	۲/۵۸		۱۳/۲	

با مشاهده‌ی نتایج می‌توان دریافت که تمامی فاکتورهای مقایسه شده در مسیر اول که ساعات خلوت‌تر شبانه‌روز پیموده شده است، در هر دو روش عملی و تئوری بسیار به هم نزدیک هستند. مصرف سوخت محاسبه‌شده به روش تئوری در مسیر اول تفاوت اندکی با مقدار به‌دست‌آمده به روش عملی داشته که قابل‌چشم‌پوشی است.

اما در مسیر دوم اختلاف بین مقادیر تئوری و عملی بیشتر شده که می‌توان این تفاوت را به ترافیک حاصل در این مسیر ربط داد. بااین‌وجود بازهم مصرف سوخت محاسبه‌شده به روش تئوری باوجود خطای بیشتر نسبت به مسیر اول قابل‌اعتماد بوده و به مقدار عملی نزدیک است، بنابراین برای تخمین مصرف سوخت می‌تواند روش معتبری باشد.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، هدف ایجاد روشی برای تخمین مصرف سوخت و آلاینده خودرو در یک مسیر مشخص‌شده در نرم‌افزار مسیریاب (گوگل مپ) می‌باشد. با مشخص کردن مبدأ و مقصد در نرم‌افزار گوگل مپ و تبدیل مسیر به سیکل رانندگی، با کمک نرم‌افزار ادوایزر مصرف سوخت و آلاینده‌ی مربوط به مسیر مشخص‌شده محاسبه‌شده است. سپس همان مسیر با خودرو هیوندا مدل i۲۰ در شهر تهران طی شده است. داده‌های خروجی هر دو روش تئوری و عملی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد روش تخمینی موردنظر در ساعات خلوت‌تر شبانه‌روز تا حد زیادی به روش عملی نزدیک بوده و در ساعات اوج ترافیک نیز با اندکی خطای بیشتر قابل‌استفاده است و می‌توان با تقریب خوبی از این روش برای تخمین مصرف سوخت و آلاینده یک مسیر قبل از شروع حرکت استفاده کرد.

۶- مراجع

1. میرشی, سمیرا؛ فراز عنایتی آهنگر و وحید حسینی، ۱۳۹۱، بررسی تاثیر الگوی رانندگی بر میزان آلایندگی تولیدی توسط خودروها در شهر تهران، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
2. Huang, Y., Surawski, N.C., Organ, B., Zhou, J.L., Tang, O.H. and Chan, E.F., 2019. Fuel consumption and emissions performance under real driving: Comparison between hybrid and conventional vehicles. Science of The Total Environment, 659, pp.275-282.
3. Turkensteen, M., 2017. The accuracy of carbon emission and fuel consumption computations in green vehicle routing. Eur. J. Oper. Res. 262, 647–659.
4. Huang, Y., Zhao, L., Van Woensel, T., Gross, J.P., 2017. Time-dependent vehicle routing problem with path flexibility. Transport. Res. Part B: Methodol. 95, 169–195.
5. Ehmke, J.F., Campbell, A.M., Thomas, B.W., 2018. Optimizing for total costs in vehicle routing in urban areas. Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev. 116, 242–265.
6. Qian, J., Eglese, R., 2016. Fuel emissions optimization in vehicle routing problems with time-varying speeds. Eur. J. Oper. Res. 248, 840–848.
7. Behnke, M., Kirschstein, T., 2017. The impact of path selection on GHG emissions in city logistics. Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev. 106, 320–336.
8. Bruglieri, M., Mancini, S., Pezzella, F., Pisacane, O., 2019. A path-based solution approach for the Green Vehicle Routing Problem. Comput. Oper. Res. 103, 109–122.
9. Hiermann, G., Hartl, R.F., Puchinger, J., Vidal, T., 2019. Routing a mix of conventional, plug-in hybrid, and electric vehicles. Eur. J. Oper. Res. 272, 235–248.
10. Basso, R., Kulcsár, B., Egardt, B., Lindroth, P. and Sanchez-Diaz, I., 2019. Energy consumption estimation integrated into the electric vehicle routing problem. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *69*, pp.141-167.
11. مسیح طهرانی, مسعود و امیرحسین وحیدی قهرودی، ۱۳۹۷، الگوریتم استخراج سیکل رانندگی از خروجی سامانه های مسیریابی برخط، اولین همایش بین المللی قوای محرکه نوین (با محوریت خودروهای برقی) ، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران.
12. Fontaras, G., Zacharof, N.G. and Ciuffo, B., 2017. Fuel consumption and CO2 emissions from passenger cars in Europe–Laboratory versus real-world emissions. Progress in Energy and Combustion Science, 60, pp.97-131.