



## الگوریتم استخراج سیکل رانندگی از خروجی سامانه‌های مسیریابی بر خط

مسعود مسیح طهرانی<sup>۱\*</sup>، امیرحسین وحیدی قهرودی<sup>۲</sup>

۱- استادیار، آزمایشگاه تحقیقاتی سیستم‌های دینامیکی خودرو، دانشکده مهندسی خودرو، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۲- کارشناس، مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

\* تهران ۱۶۷۶۵ - ۱۶۳، [masih@iust.ac.ir](mailto:masih@iust.ac.ir)

### چکیده

با توجه به اینکه امروزه حمل‌ونقل شهری نقشی بی‌بدیل در تولید آلاینده‌ها و به‌خصوص گازهای گلخانه‌ای دارد و با توجه به انباشت این آلاینده‌ها در فضای شهرها علی‌الخصوص در فصول سرد سال (به دلیل وارونگی هوا) و همچنین به دلیل اهمیت بالای منابع تجدید ناپذیر و سوخت‌های فسیلی، همواره تلاش بر این بوده تا با استفاده از روش‌های مختلف چون ایجاد محدودیت‌های حمل‌ونقلی، تولید خودروهای کم‌مصرف‌تر و ... میزان مصرف سوخت و تولید آلاینده‌ها مدیریت شود. هدف از این مقاله استخراج سیکل‌های رانندگی با استفاده از خروجی اطلاعات مسیر سامانه مسیریاب موردنظر در راستای دستیابی به اهداف فوق است که منجر به استخراج نمودارهای آلاینده‌ها یک خودروی مشخص بین یک مبدأ و مقصد خاص و مقایسه مسیرهای موجود بین این مبدأ و مقصد از نظر مصرف سوخت و در نتیجه میزان آلاینده‌ها می‌شود.

### کلیدواژگان

الگوریتم استخراج سیکل رانندگی؛ مسیریابی وسایل نقلیه؛ نمودار آلاینده‌ها خودرو؛ مدیریت مصرف سوخت

## “Algorithm of calculate driving cycle related to results of navigator apps”

Masoud Masih-Tehrani<sup>1</sup>, Amirhossein Vahidi<sup>2</sup>

1- School of Automotive Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

2- School of Mechanical Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

\* P.O.B. 16765-163 Tehran, Iran, [Masih@iust.ac.ir](mailto:Masih@iust.ac.ir)

### Abstract

Urban transformation plays an important role in air pollution especially creating greenhouse gasses and due to the accumulation of these emissions in cold seasons and also because of the importance of nonrenewable resources and fossil fuels, scientists are always trying to manage the contaminants by different solutions such as mass production of low consumption vehicles, creating transformation limits and... The aim of this article is to find out driving cycles using the way information outputs of navigator apps to calculate pollution charts and then to manage the emissions which cause air pollution.

### Keywords

algorithm of calculate driving cycle, navigation of vehicles, vehicle emission chart, managing fuel consumption



شش سیکل استخراج شده از مجموعه سه مسیر رفت و سه مسیر برگشت به همراه جدول مشخصات فنی آنها آمده است. در نهایت فصل پنجم شامل مقایسه این سیکلها برای رسیدن به اهداف مورد نظر و نتیجه گیری می باشد.

## ۲- سیکل های رانندگی

سیکل رانندگی مجموعه ای از نقاط داده است که نشان دهنده سرعت خودرو بر حسب زمان می باشد. این سیکلها توسط سازمانها و کشورهای گوناگون تهیه شده است تا عملکرد خودروها (مانند مصرف سوخت و تولید میزان آلاینده) را در مسیرهای مختلف بررسی کنند. [۹][۵][۱۰]

آزمون های مصرف سوخت و آلاینده روی دینامومتر شاسی ۳ صورت می گیرد. آلاینده های خروجی از موتور اتومبیل جمع آوری و اندازه گیری می شوند تا کارایی و عملکرد ماشین را پیش بینی کنند. کاربرد دیگر سیکل های رانندگی در شبیه سازی خودروهاست و علی الخصوص به منظور پیش بینی کارایی و عملکرد موتورهای احتراق داخلی، جعبه دنده ۴ (دستگاه انتقال قدرت)، نظام های رانندگی الکتریکی، باتری ها، نظام های سلول سوختی و بخش های جزئی و ساده خودرو، در شبیه سازی های سیستم رانش خودرو استفاده می شوند.

برخی از سیکل های رانندگی به صورت تئوری استخراج می شوند، (مخصوصاً در اتحادیه اروپا) در صورتی که دیگر سیکلها حاصل اندازه گیری یک الگوی رانندگی فرض شده است. سیکل های رانندگی به دو دسته تقسیم می شوند:

- ۱) سیکل های ناپایدار که شامل تغییرات پیوسته سرعت در حین رانندگی در جاده هستند.
  - ۲) سیکل های کیفی رانندگی که شامل دوره های زمانی ممتدی در سرعت ثابت هستند.
- مشهورترین سیکل های رانندگی عبارتند از:

### • بودی دی اس ۵

این سیکل شبیه سازی یک مسیر شهری به مسافت ۱۲/۰۷ km ایست های مکرر است. حداکثر سرعت در این سیکل ۹۱/۲ km/h و میانگین سرعت ۳۱/۵ km می باشد.

این سیکل شامل دو مرحله می باشد:

۱) مرحله «شروع سرد» (۲۰ تا ۳۰ درجه حرارت محیط به مدت زمان ۵۰۵ ثانیه، در طول ۵/۸۷ km و با میانگین سرعت ۴۱/۲ km/h.

۲) مرحله «زودگذر» ۷ به مدت زمان ۸۶۴ ثانیه

### • اف تی بی ۸ (سیکل آمریکایی)

این سیکل برای سیکل رانندگی شهری مجموعه ای از آزمون های انجام شده بر خودروی مسافران توسط آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا، برای اندازه گیری آلاینده های خروجی از موتور ماشین و اقتصاد سوخت (شامل کامیون های سبک و

## ۱- مقدمه

امروزه حمل و نقل شهری نقشی بی بدیل در تولید آلاینده های معمولاً ناشی از احتراق و به خصوص گازهای گلخانه ای دارد [۱][۲]. با توجه به انباشت این آلاینده ها در فضای شهرها علی الخصوص در فصول سرد سال (به دلیل وارونگی هوا) و اهمیت بالای منابع تجدید ناپذیر و فسیلی و همین طور اهمیت بالای اقتصاد مصرف سوخت به خصوص در مشاغلی که مستقیماً با خودرو سروکار دارند، همواره تلاش بر این بوده تا با استفاده از روش های مختلف، میزان مصرف سوخت و در نتیجه آلاینده های انتشار یافته از موتور خودروها مدیریت شود. [۳][۴][۵] فلذا اهمیت این مقاله از این دو جنبه قابل بررسی است.

روش های مورد استفاده در راستای کنترل و مدیریت مصرف سوخت و انتشار، شامل استفاده از کاتالیست ها مثل تولید بیودیزل سبز، تقویت کارایی موتور خودروها با اهداف جلوگیری از احتراق ناقص و کاهش مصرف سوخت، تولید پالایه ۱۱، آگزوز، تولید خودروهای الکتریکی، انتخاب مسیرهای ارائه سامانه های مسیریابی برای انتخاب مسیر کوتاه تر در جهت کاهش تردد خودروها، اجرای محدودیت ها و طرح های ترافیکی برای کنترل تردد خودروها مخصوصاً در ساعات اداری و ... می باشد. [۴][۶][۷][۸] علی رغم مزایای فراوان این روش ها، هنوز چالش های بسیار زیادی در مورد هر یک از این روش ها علی الخصوص در ابعاد شهرهای پرجمعیتی چون تهران بزرگ باقی است. برخی از این چالش ها عبارتند از:

- نبود زیرساخت های اقتصادی و هزینه فراوان برخی از این روش ها
- نبود زیرساخت های لازم جهت تأمین ایستگاه های مورد نیاز پمپ برق خودروهای الکتریکی
- عدم توجه به این نکته که الزاماً کوتاه ترین مسیر از نظر زمانی کارآمدترین مسیر از نظر مصرف سوخت نیست.

و غیره.

در روش مطرح شده در این مقاله با استفاده از خروجی داده های سامانه برخط گوگل مپ، اطلاعات مربوط به مسیرهای پیشنهادی این سامانه (معمولاً سه مسیر) که حاوی زمان و مسافت طی شده کل و خرده سفرها است، سرعت خودرو و در نتیجه سیکل رانندگی آن محاسبه شده است و در مرحله بعد اطلاعات مربوط به آنها با هم مقایسه شده است.

بر اساس داده های سیکل های استخراج شده در آینده می توان با استفاده از نرم افزار تخصصی ای وی ال کروژ، مصرف سوخت و نمودار آلاینده ای آنها را استخراج و به منظور انتخاب کارآمدترین مسیر از نظر مصرف سوخت و انتشار با یکدیگر مقایسه نمود.

در فصل بعدی یعنی فصل دوم مقاله به تعریف سیکل رانندگی و مشخصات و شرح چند نمونه از مهم ترین و مشهورترین این سیکلها پرداخته شده است. فصل سوم حاوی اطلاعاتی مربوط به تعریف سامانه های مسیریاب بر خط و معرفی پرکاربردترین سامانه های خارجی و داخلی و مزایا و کاربردهای برخی از آنهاست. در فصل چهارم به معرفی و شرح روش استخراج سیکل های رانندگی از خروجی این سامانه ها پرداخته شده است و در آنجا

۳ chassis dynamometers  
۴ transmission  
۵ UDDS  
۶ cold start  
۷ transient phase  
۸ Federal Test Procedure  
۹ EPA

۱ Filter  
۲ AVL CRUIES



اندازه گیری شده اند گزارش شده است و هیچ عامل وزنی اضافی برای این که در طول این دو خرده سیکل استفاده شوند، وجود ندارد. این بدان معناست که سیکل ان ای دی سی تأثیر شروع سرد را به ۱۰۰٪ می رساند. [۱۲][۱۳][۱۴]

همین طور ماشین های سنگین) است. این سیکل در محدوده شهری همانند سیکل یودی دی اس به همراه یک ایست و ۵۰۵ ثانیه اول سیکل یودی دی اس است و در واقع دارای چهار مرحله می باشد. الف و ب) دو مرحله سیکل یودی دی اس (ج) مرحله خیس داغ (۵۴۰ تا ۶۶۰ ثانیه) د) مرحله شروع داغ ۵۰۵ ثانیه

جدول ۲: پارامترهای سیکل ان ای دی سی [۱۳]

مشخصه ها	واحد	ای سی ای ۱۵	ای یودی سی	ان ای دی سی
مسافت	km	۰/۹۹	۶/۹۵	۱۰/۹۳
زمان کل	s	۱۹۵	۴۰۰	۱۱۸۰
زمان ایست	s	۵۷	۳۹	۲۶۷
میانگین سرعت (با ایست)	Km/h	۱۸/۳۵	۶۲/۵۹	۳۳/۳۵
حداکثر سرعت	Km/h	۵۰	۱۲۰	۱۲۰
میانگین شتاب	m/s <sup>2</sup>	۰/۵۹	۰/۳۵	۰/۵۰
حداکثر شتاب	m/s <sup>2</sup>	۱/۰۴	۰/۸۳	۱/۰۴

جدول ۱: پارامترهای سیکل اف تی پی [۱۳][۷۵]

مشخصه ها	واحد	FTP-75
مسافت	km	۱۷/۷۷
زمان کل	s	۱۸۷۴
تعداد ایست ها	-	۲۳
زمان ایست	s	۳۳۵
زمان رانندگی با سرعت ثابت	s	۱۴۵
زمان شتاب دهی	s	۷۳۹
زمان ترمز گیری	s	۶۵۵
میانگین سرعت با ایست	Km/h	۳۴/۱۴
حداکثر سرعت	Km/h	۹۱/۲۵
میانگین شتاب	m/s <sup>2</sup>	۰/۵۱
حداکثر شتاب	m/s <sup>2</sup>	۱/۴۸

[۱۱][۱۲][۱۳]

### • جی سی ۸ (سیکل ژاپنی)

این سیکل در سال ۲۰۰۵ در ژاپن برای ارزیابی انتشار آلاینده ها و اقتصاد مصرف سوخت خودروهای سبک وزن (کمتر از ۳۵۰۰) تهیه شده است و مانند سیکل های قبیل شامل زمان های ایست و زمان های شتاب و ترمز است. آزمون های این سیکل در سال ۲۰۱۱ تکمیل شده و به مرحله نهایی خود رسیده است. اندازه گیری این سیکل دو بار انجام شده است: یک بار با شروع سرد و بار دیگر با شروع داغ. [۱۳] از دیگر سیکل های مشهور ژاپنی می توان به سیکل های جی پی ۱۰، جی پی ۱۵-۱۰، جی پی ۱۰ و جی ای ۹۵ اشاره نمود. [۲]

### • ان ای دی سی ۱ (سیکل اروپایی)

این سیکل برای ارزیابی درجه آلاینده های انتشار یافته از موتور خودرو و اقتصاد مصرف سوخت است و به صورت پایه ای برای یک خودرو در اروپا در نظر گرفته شده است. این سیکل از دو بخش عمده تشکیل شده است:

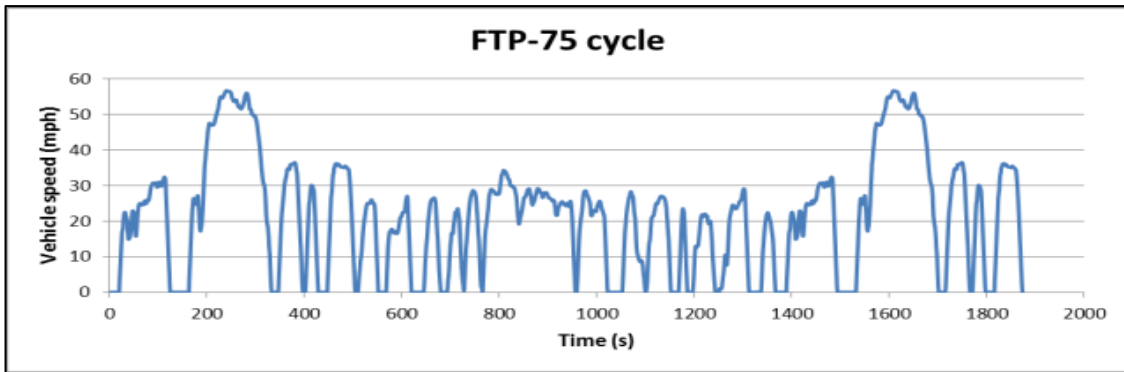
- چهار بخش تکراری سیکل های رانندگی شهری ای سی ای-۱۵۲ (یودی سی ۴) کاربرد این بخش ارائه مدلی برای شهرهای شلوغ و پرتراфик اروپایی است و در شرایط نیروی موتوری کم و دمای پایین گاز خروجی آگزوز مشخص شده است. [۱۴]
- یک سیکل رانندگی شهری اضافی (سیکل ای یو دی سی ۴، برای بزرگراه ها در سرعت های بالا) تشکیل شده است. مصرف سوخت و انتشار دی اکسید کربن ۵ برای هر دو بخش بیان شده است. انتشار آلاینده های فاصله محور همان طور که

5 CO<sub>2</sub>  
6 JC08  
7 JP 10 Mode  
8 JP 10-15 Mode  
9 JE05

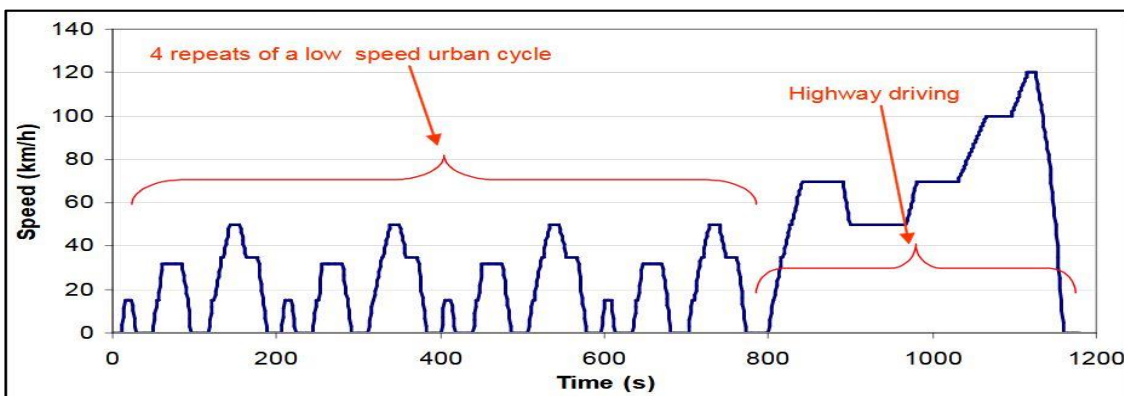
1 New European Driving Cycle  
2 ECE-15  
3 UDC  
4 EUDC



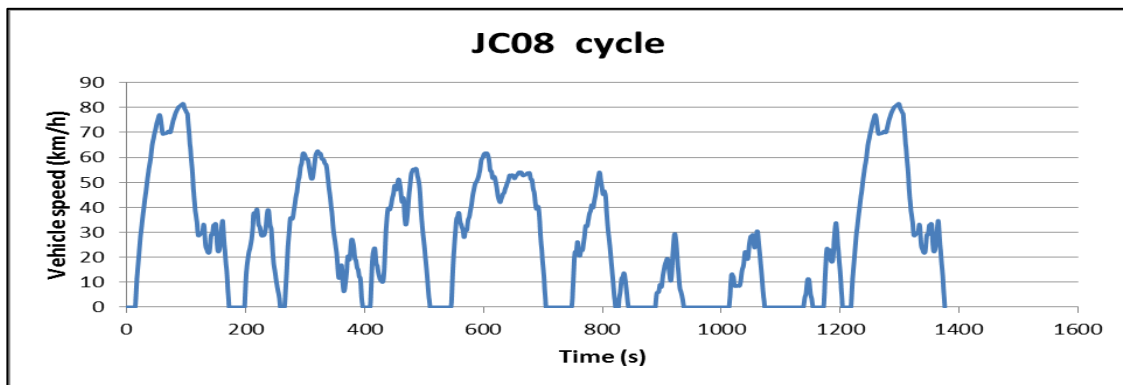
اولین همایش بین‌المللی  
قوای محرکه نوین



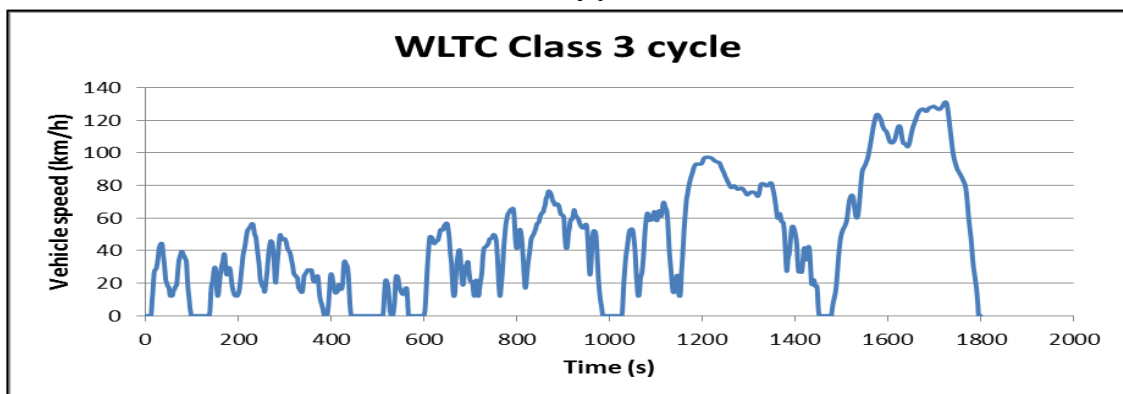
نمودار ۱ [۱۲]



نمودار ۲ [۲]



نمودار ۳ [۱۲]



نمودار ۴ [۱۲]



جدول ۴: پارامترهای سیکل دلبیوال تی سی [۱۳]

مشخصه‌ها	واحد	مشخصه‌ها
مسافت	km	۲۳/۲۷
زمان کل	s	۱۸۰۰
تعداد ایست‌ها	-	۹
زمان ایست	s	۲۲۶
زمان رانندگی با سرعت ثابت	s	۶۶
زمان شتاب دهی	s	۷۸۹
زمان ترمز گیری	s	۷۱۹
میانگین سرعت با ایست	Km/h	۴۶/۵
حداکثر سرعت	Km/h	۱۳۱/۳
میانگین شتاب	m/s <sup>2</sup>	۰/۴۱
حداکثر شتاب	m/s <sup>2</sup>	۱/۶۷

جدول ۳: پارامترهای سیکل جی سی ۸ [۱۳]

مشخصه‌ها	واحد	مشخصه‌ها
مسافت	km	۸/۱۷
زمان کل	s	۱۲۰۴
تعداد ایست‌ها	-	۱۲
زمان ایست	s	۳۴۶
زمان رانندگی با سرعت ثابت	s	۲۱
زمان شتاب دهی	s	۴۳۲
زمان ترمز گیری	s	۴۰۵
میانگین سرعت با ایست	Km/h	۲۴/۴
حداکثر سرعت	Km/h	۸۱/۶
میانگین شتاب	m/s <sup>2</sup>	۰/۴۲
حداکثر شتاب	m/s <sup>2</sup>	۱/۶۹

سیکل‌های بسیار دیگری نیز در سراسر جهان به دست آمده‌اند که این سیکل‌های استخراج شده در کتاب مرجع سیکل‌های رانندگی ۷ آمده‌اند. نکته مهم درباره این سیکل‌ها این است که بسیاری از آن‌ها حاصل میانگین‌گیری بین مقادیر چندین سیکل استخراج شده از چندین بار آزمون استخراج سیکل هستند و مختص یک خودروی خاص با شرایط خاص رانندگی نیستند و در بهترین حالت مربوط به یک دسته از وسایل نقلیه‌اند. این بدان معناست که اگرچه از این سیکل‌ها در محاسبات صنعت خودرو استفاده می‌شوند اما هیچ‌کدام واقعی نیستند. [۲]

برخی دیگر از این سیکل‌ها عبارت‌اند از:

- ای تی سی ۸
- ان‌وای سی سی ۹
- سی اس سی ۱۰
- دلبیوام تی سی ۱۱
- یوجی ۱۲۲۱۴
- انواع سیکل‌های اسکار ۱۳
- انواع سیکل‌های ای ام پی ای ۱۴ [۲]

و غیره.

### • دلبیوال تی سی ۱

این سیکل در چهارچوب پروژه جهانی آزمون خودروهای سبک ۲ به دست آمده است. انتظار می‌رود که این سیکل جایگزین سیکل اروپایی ان‌ای دی سی برای آزمون تائید خودروهای سبک با انتقال به انتشار آلاینده‌های یورو شش سی ۲ در سپتامبر ۲۰۱۷ می‌باشد.

این پروژه شامل سه بار آزمون سیکل مناسب با طبقه‌بندی‌های متنوع خودروهای پی‌ام‌آر ۵ می‌باشد. آزمون سوم ۶ این سیکل با بالاترین نسبت پی‌ام‌آر ارائه‌دهنده مدل مناسبی برای خودروهای اروپا، آمریکا و ژاپن می‌باشد. این سیکل در حال حاضر از چهار خرده سیکل تشکیل شده است:

- (۱) بار کم
- (۲) باد متوسط
- (۳) بار زیاد
- (۴) بار بسیار زیاد [۱۳]

7 A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions

8 European Transient Cycle

9 New York City Cycle

10 City Suburban Cycle

11 World Motorcycle Test Cycle

12 UG214

13 OSCAR

14 EMPA

1 WORLDWIDE HARMONIZATION Light-duty Test Cycle

2 WLTP

3 Euro 6c

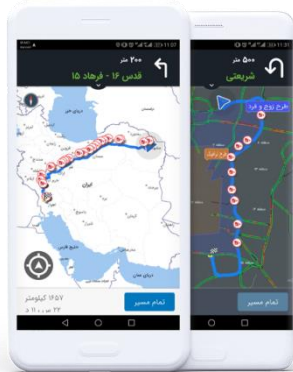
4 September

5 Power Mass ratio

6 Class 3



- مسیریابی با توجه به ترافیک آنلاین معابر و یافتن سریع ترین مسیر
- دارای طرح های ترافیک و زوج و فرد و امکان مسیریابی خارج از طرح
- دارای دوربین های 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 [۷]



شکل ۱- مسیریاب «نشان»

۳-۲-۲- به راه [۲۴]

۳-۲-۲-۳- دال [۲۵]

علی رغم مزایا و امکانات فراوان این سامانه ها در بهبود رضایت مشتریان، اما هنوز چالش های زیادی باقی است. با توجه به اهمیت نکات زیر می توان گفت، از جمله این چالش ها در نظر نگرفتن همین عامل مصرف سوخت در مسیریابی است:

- ۱) ارتباط مستقیم مصرف سوخت در تولید آلاینده ها و گازهای گلخانه ای (اکسیدهای نیتروژن، کربن مونواکسید<sup>۸</sup> و دی اکسید کربن و غیره) و در نتیجه گرم شدن کره ی زمین
- ۲) بعد اقتصادی مصرف سوخت در خودروها علی الخصوص در مشاغلی که مستقیماً با خودرو و حمل و نقل جاده ای در ارتباط هستند، مانند خودروهای باربری و سنگین، خودروهای مسافربری (اتوبوس ها و تاکسی ها و غیره) و در درجه بعد در خودروهای شخصی
- ۳) منابع سوخت فسیلی

### ۳- سامانه های مسیریابی بر خط

امروزه سامانه های مسیریابی برخط (آنلاین) نقش بسیار مهمی را در کاهش زمان سفر خودروها ایفا می کنند و در واقع این سامانه ها نرم افزارهایی با هدف نشان دادن بهترین مسیر یا مسیرهای موجود با توجه به مسافت و ترافیک برای رسیدن به مقصد مورد نظر کاربران هستند. از جمله رایج ترین این سامانه ها می توان به نرم افزارهای زیر اشاره کرد:

#### ۳-۱ نرم افزارهای خارجی:

۳-۱-۱- گوگل مپ [۱۵]

برخی از امکانات این سامانه:

- ارائه مسیرهای مناسب برای رانندگی، پیاده روی و دوچرخه سواری
- امکان زمان بندی برحسب استفاده از وسیله حمل و نقل عمومی یا شخصی
- راهنمایی صوتی از طریق گوینده مسیریاب
- نمایش پشت زمینه شب و روز در ساعات مختلف شبانه روز
- امکان موقعیت یابی و مسیریابی آفلاین بدون نیاز به اینترنت

۳-۱-۲- ویزا [۱۶]

۳-۱-۳- هیروی گو ۲ [۱۷]

۳-۱-۴- کوپیلوت جی پی اس ۲ [۱۸]

۳-۱-۵- کموت ۴ [۱۹]

۳-۱-۶- مپ کوئست ۵ [۲۰]

۳-۱-۷- کارتا جی پی اس ۶ [۲۱]

۳-۱-۸- اس ام مپ ۷ [۲۲]

و غیره.

#### ۳-۲ نرم افزارهای ایرانی:

۳-۲-۱- نشان

«مسیریاب نشان» پرطرفدارترین نرم افزار مسیریاب ایرانی است [۲۳] و به سادگی به ما کمک می کند تا بتوانیم موقعیت فعلی خودمان را روی نقشه پیدا کنیم و سریع ترین مسیر را تا مقصد مورد نظر خود پیدا کنیم. برخی از مهم ترین امکانات این نرم افزار:

- مسیریابی با پیش بینی ترافیک
- دارای سخن گو و محیط فارسی و قابل استفاده در سراسر ایران
- امکان مسیریابی در سراسر کشور (درون شهری و برون شهری)

1 Waze  
2 Herewego  
3 Co pilotGPS  
4 Komoot  
5 Map Quest  
6 Karta GPS  
7 OSM Maps

8 NO<sub>x</sub>  
9 CO



با مشخص کردن مبدأ و مقصد در سامانه گوگل مپ، این نرم افزار سه مسیر را پیشنهاد می کند که با گرفتن خروجی کد مسیریها، و در نظر گرفتن هشت مرحله بالا و با استفاده از روابط مربوط به مساحت زیر نمودار سرعت-زمان که حاکی از مسافت می باشد و از آنجا حداکثر سرعت به دست می آید و همین طور رابطه شتاب لحظه ای و غیره سیکل های مربوط به این سه مسیر و جدول مشخصات فنی سیکل ها استخراج شده است. در مرحله بعد همین فرآیند برای مسیر برگشت انجام می گردد و در نتیجه سه سیکل دیگر برای مسیر برگشت به دست می آید. در مرحله بعد نهایتاً با توجه به این مشخصات فنی این شش سیکل مقایسه شده اند.

در آینده می توان با تعریف کردن این سیکل ها برای نرم افزار تخصصی ای وی ال کرو و خروجی گرفتن از آن به هدف به دست آوردن میزان سوخت مصرفی در طی این شش مسیر و نمودارهای آلایندهی مرتبط به این شش سیکل که بیان گر میزان آلاینده انتشار یافته توسط خودرو در طول این سه مسیر می باشد، رسید و بالاخره با مقایسه آن ها، مسیر مناسب (با مصرف سوخت کمتر و در نتیجه انتشار آلاینده کمتر) را انتخاب نمود.

مسافت طی شده توسط خودرو از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$d = (t_2 - t_1)V_1 + \sum_{i=2}^n (t_i - t_{i-1})V_i \quad (1)$$

در رابطه (۱)  $d$  معادل مسافت،  $t$  معادل زمان و  $V$  معادل سرعت می باشد. زمان کل طی شده توسط خودرو از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$T_{total} = t_2 - t_1 + \sum_{i=2}^n (t_i - t_{i-1}) = T_{cruise} + T_{stop} + T_{acc} + T_{dec} \quad (2)$$

در رابطه (۲)  $T_{total}$  معادل زمان کل طی شده و  $t$  معادل زمان لحظه ای،  $T_{cruise}$  معادل زمان رانندگی با سرعت ثابت،  $T_{stop}$  معادل زمان ایست،  $T_{acc}$  معادل زمان های شتاب دهی و  $T_{dec}$  معادل زمان های ترمز گیری می باشد.

میانگین سرعت سفر از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\overline{v}_{trip} = 3.6 \frac{dist}{T_{total}} \quad (3)$$

در رابطه (۳)  $V$  معادل سرعت،  $d$  معادل مسافت و  $T$  معادل زمان می باشد. شتاب میانگین از رابطه زیر محاسبه می گردد:

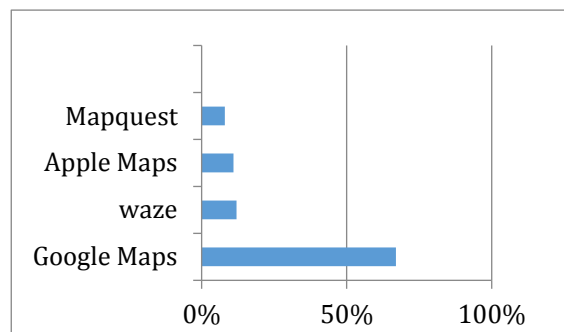
$$\bar{a} = \left( \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1 & (a_i > 0) \\ 0 & (else) \end{cases} \right)^{-1} \sum_{i=1}^n \begin{cases} a_i & (a_i > 0) \\ 0 & (else) \end{cases} \quad (4)$$

در رابطه (۴)  $a_i$  معادل شتاب لحظه ای می باشد.

اشکال صفحه بعد مربوط به نقشه های سه مسیر رفت می باشند.

#### ۴- الگوریتم استخراج سیکل رانندگی از خروجی سامانه های مسیریاب بر خط

با توجه به این که در حال حاضر گوگل مپ پرکاربردترین نرم افزار در بین کاربران در سطح جهان است و مهم تر آن که کد مسیریاب های خروجی این نرم افزار که حاوی اطلاعات مسیر همچون مسافت و زمان طی شده کل و مسافت و زمان خرده مسیریاب می باشد، به سادگی و به صورت رایگان در اختیار کاربران است، در این تحقیق از آن استفاده شده است.



نمودار ۵- استفاده کاربران جهانی از سامانه های مسیریاب [۲۶]

#### ❖ شرایط اولیه آزمایش:

- زمان: سه شنبه ۱۶ بهمن ساعت ۱۲:۳۰ ظهر
- مبدأ: بلوار شهدای حصارک (روبروی درب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات)
- مقصد: درب شماره یک دانشگاه علم و صنعت ایران

#### ❖ شرح کار:

برای تبدیل داده های خروجی گوگل مپ به سیکل رانندگی هشت نکته زیر در نظر گرفته شده است:

- (۱) در نظر گرفتن زمان های توقف (تا ۲۰ ثانیه و دقیق تر از آن ای دی سی) در ابتدا، انتها، بین خرده سفرها با توجه بر این که در بزرگراهها زمان توقف صفر است.
- (۲) در نظر گرفتن زمان های شتاب و ترمز (۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰) با الگو گیری از سیکل ان ای دی سی
- (۳) زمان تعداد خرده سفرهای سیکل رانندگی ایجاد شده متناسب با بقیه سیکل ها باشد.
- (۴) خرده سفرهای با مدت زمان کم تر از ده ثانیه در محاسبات در نظر گرفته نشده است.
- (۵) میانگین سرعت هر خرده سفر سیکل رانندگی با داده های گوگل یکسان شود.
- (۶) زمان کل سفر سیکل رانندگی و گوگل یکسان شود.
- (۷) مسافت پیموده شده سیکل رانندگی و گوگل یکسان شود.
- (۸) حداکثر سرعت مجاز خودرو در این مسیریاب مطابق با قوانین راهنمایی و رانندگی کشور ایران، ۹۰ Km/h بر ساعت می باشد.

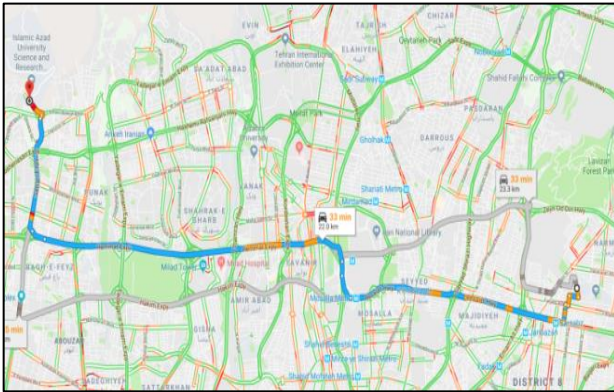


اولین همایش بین‌المللی  
قوای محرکه‌نویین

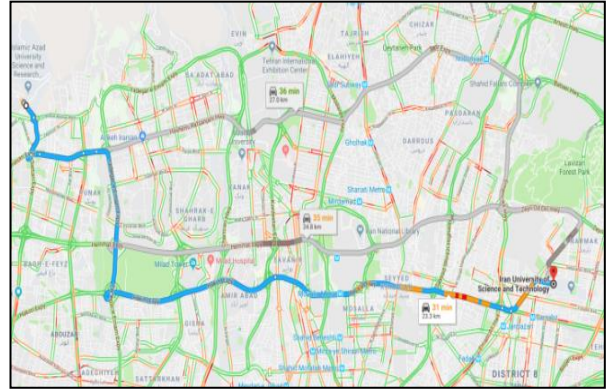
## AutoLibrary

اولین همایش بین‌المللی قوای محرکه نویین (با محوریت خودروهای برقی)

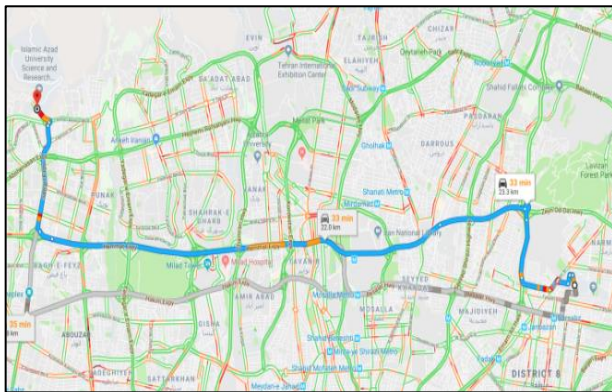
رشد ۱۳۹۷



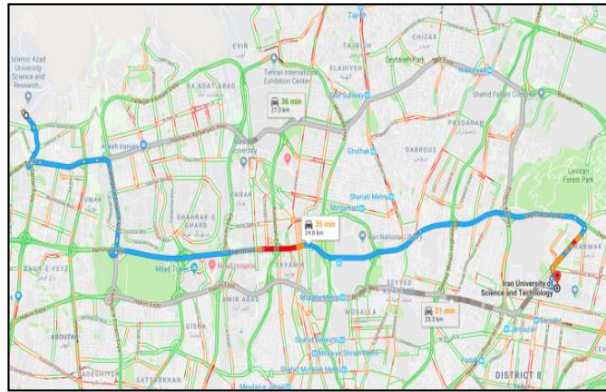
شکل ۵- مسیر اول برگشت



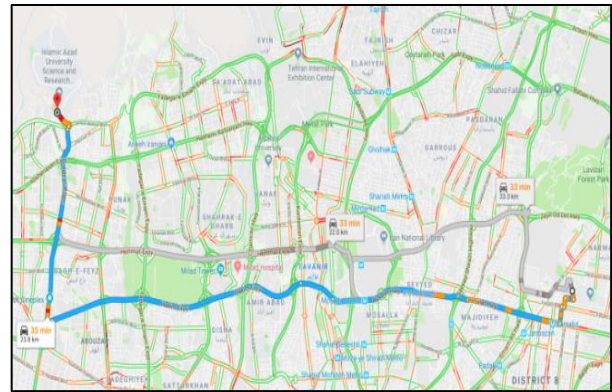
شکل ۲- مسیر اول رفت



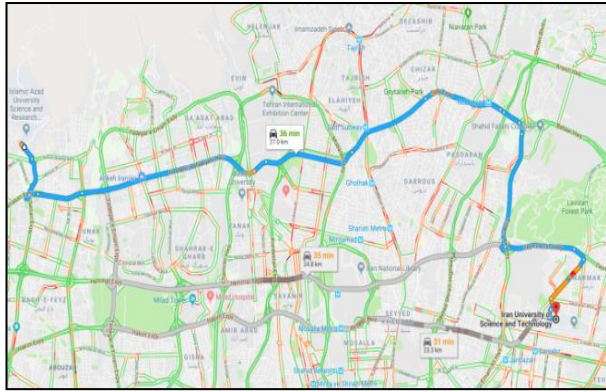
شکل ۶- مسیر دوم برگشت



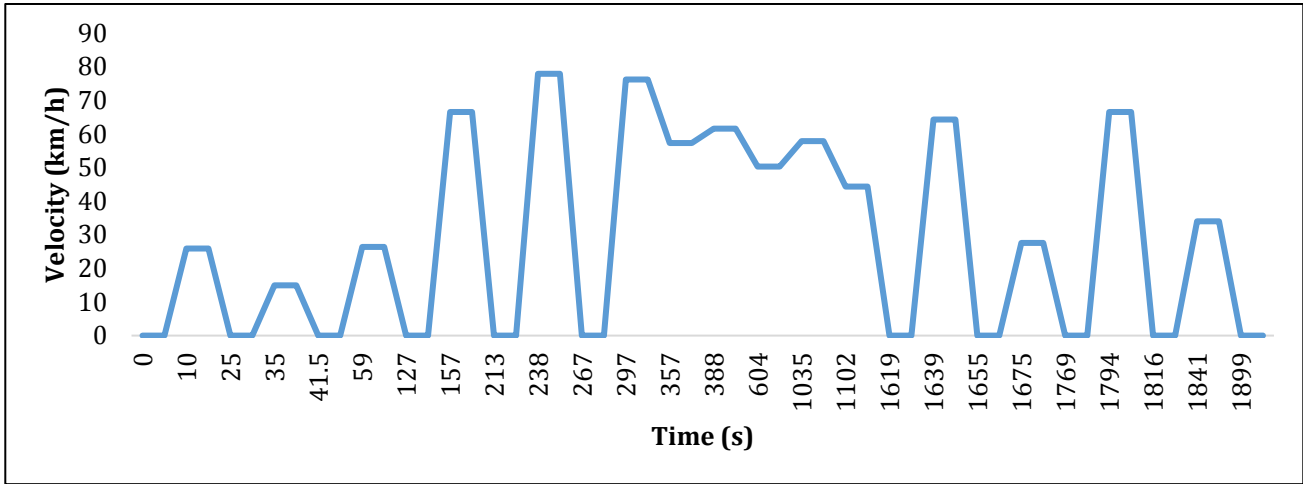
شکل ۳- مسیر دوم رفت



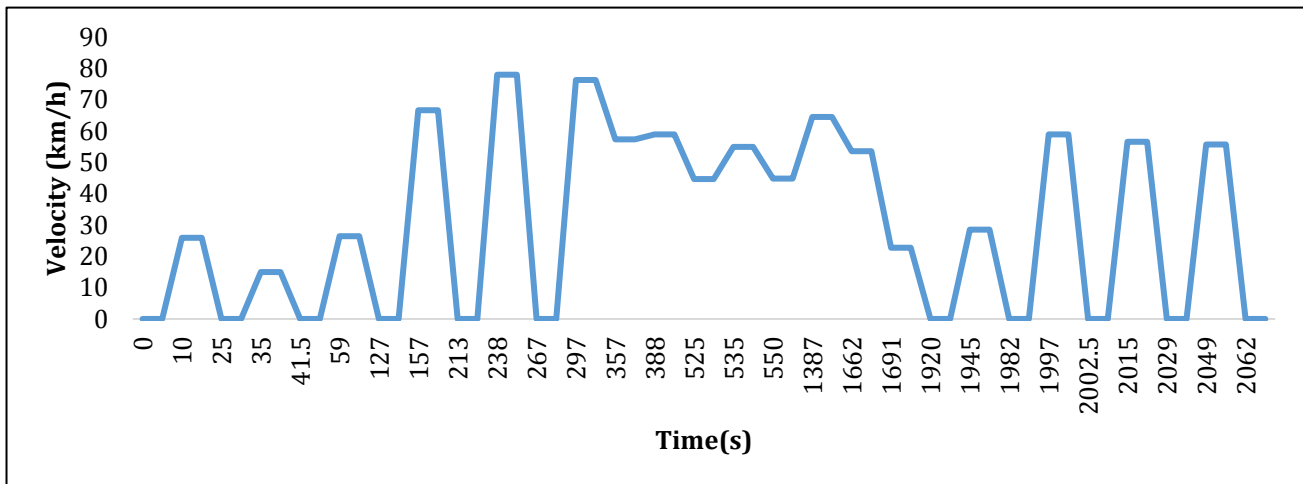
شکل ۷- مسیر سوم برگشت



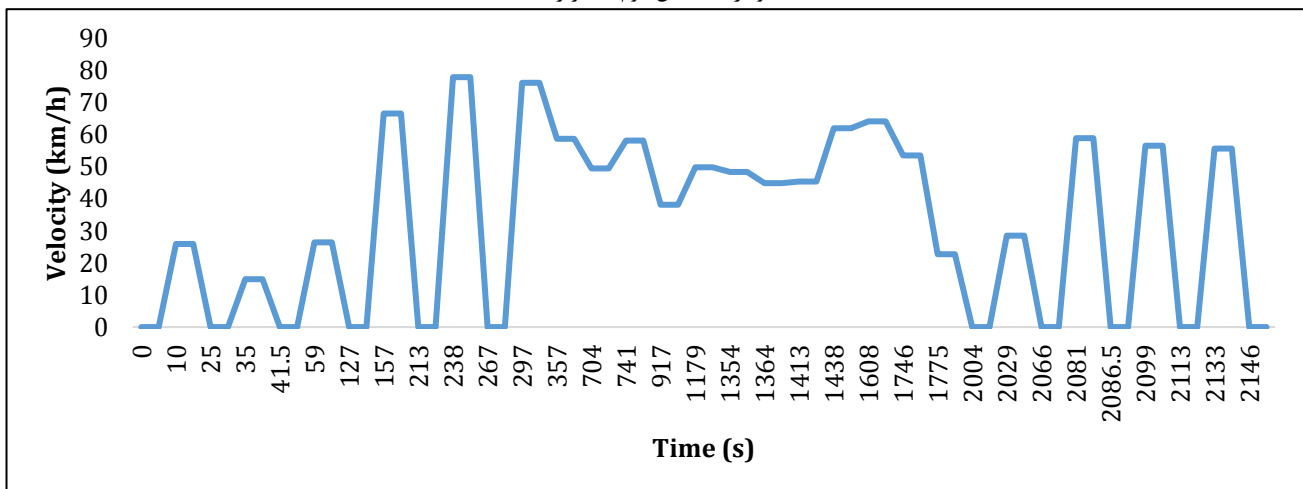
شکل ۴- مسیر سوم رفت



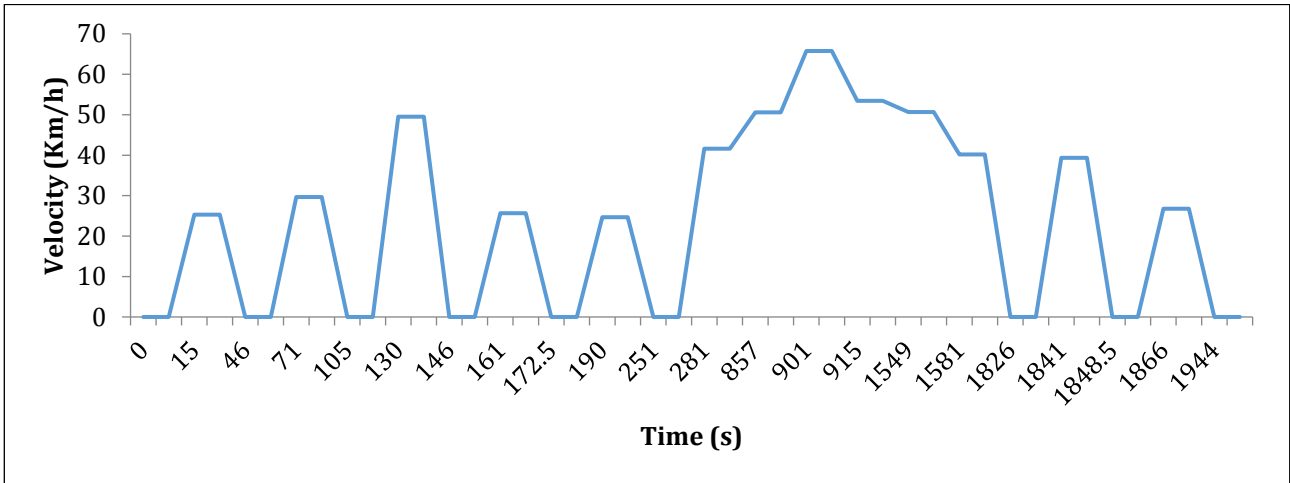
نمودار ۶-سیکل اول مسیر رفت



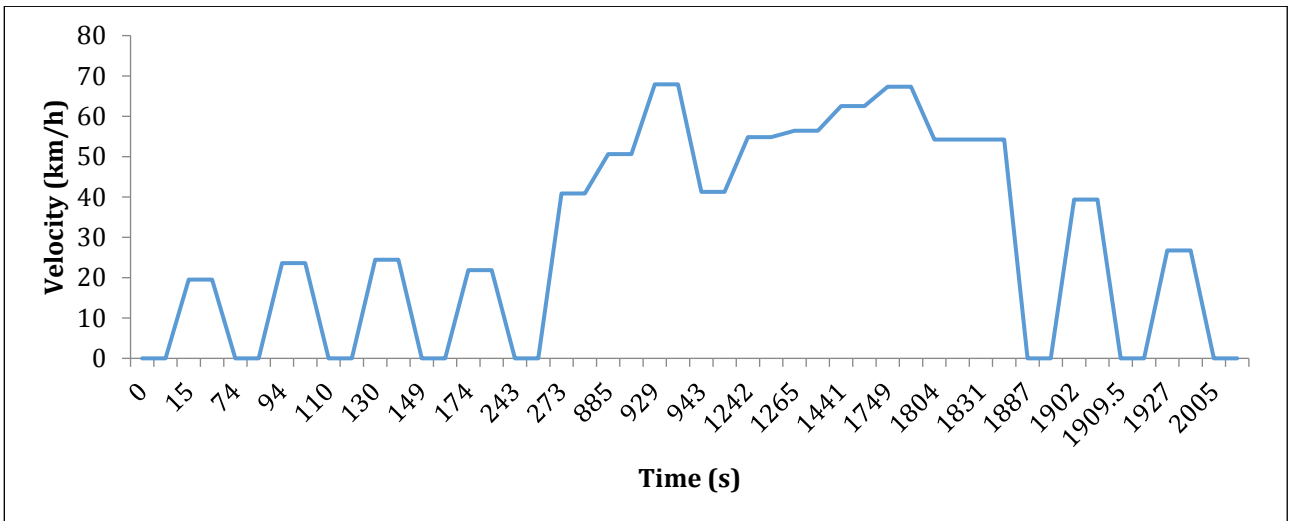
نمودار ۷-سیکل دوم مسیر رفت



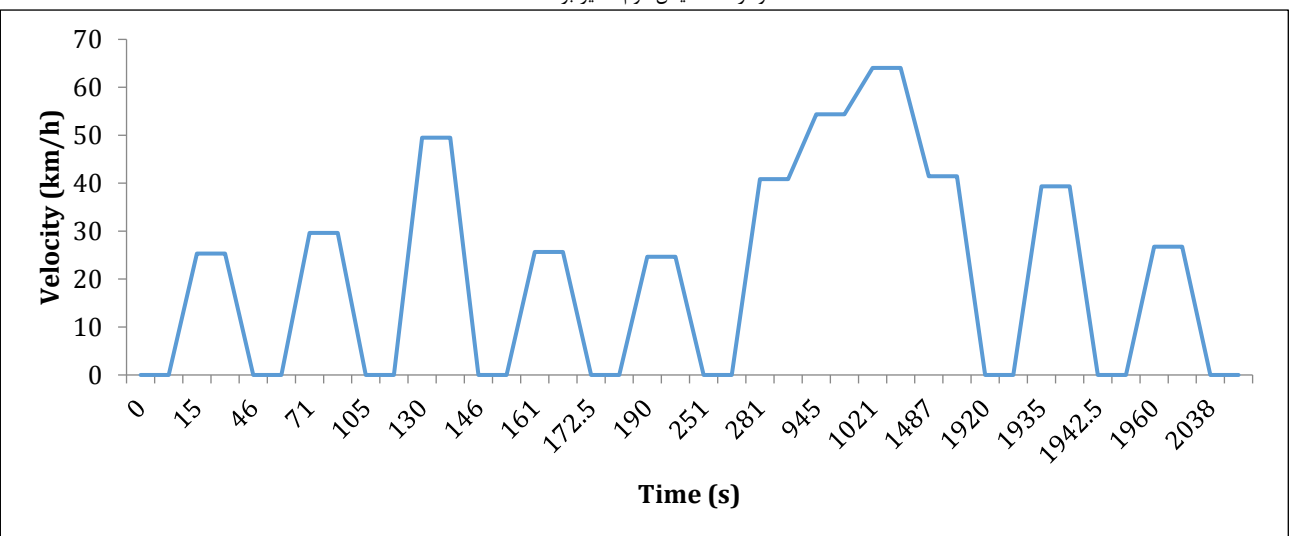
نمودار ۸-سیکل سوم مسیر رفت



نمودار ۹- سیکل اول مسیر برگشت



نمودار ۱۰- سیکل دوم مسیر برگشت



نمودار ۱۱- سیکل سوم مسیر برگشت

جدول ۵: پارامترهای فنی سیکل‌های محاسبه‌شده

Cycle 2c	Cycle 2b	Cycle 2a	Cycle 1c	Cycle 1b	Cycle 1a	واحد	مشخصه‌ها
۲۳/۸۴	۲۳/۷۰	۲۲/۰۰	۲۷/۰۰	۲۴/۷۷	۲۳/۲۶	km	مسافت
۲۰۴۹	۲۰۱۵	۱۹۵۵	۲۱۵۶	۲۰۷۲	۱۹۰۹	s	زمان کل
۹	۸	۹	۱۱	۱۱	۱۱	-	تعداد ایست‌ها
۱۳۰	۱۱۵	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۵۵	s	زمان ایست
۱۸۲۳	۱۷۸۵	۱۷۱۹	۱۸۲۶	۱۷۶۲	۱۵۹۹	s	زمان رانندگی با سرعت ثابت
۵۰	۶۷/۵	۵۰	۹۰	۸۰	۷۷/۵	s	زمان شتاب دهی
۴۵	۴۷/۵	۵۵	۱۰۰	۹۰	۷۷/۵	s	زمان ترمز گیری
۴۱/۸۹	۴۲/۳۳	۴۰/۵۲	۴۵/۰۹	۴۳/۰۳	۴۳/۸۸	Km/h	میانگین سرعت با ایست
۶۴/۰۵	۶۷/۹۲	۶۵/۷۶	۷۷/۹۵	۷۷/۹۵	۷۷/۹۵	Km/h	حداکثر سرعت
۱/۸۳	۱/۱۴	۱/۸۳	۱/۷۷	۲/۰۰	۱/۷۷	m/s <sup>2</sup>	میانگین شتاب
۴/۳۷	۴/۳۷	۴/۳۷	۶/۵۴	۶/۵۴	۲/۱۶	m/s <sup>2</sup>	حداکثر شتاب

### ۵- نتیجه‌گیری:

از مقایسه مقادیر این جدول به نتایج ذیل می‌رسیم:

#### ۱. مسیر رفت:

- با افزایش مسافت کل مسیرها، زمان کل، زمان رانندگی ثابت، زمان شتاب دهی، زمان ترمز گیری افزایش می‌یابند اما تعداد ایست‌ها و حداکثر سرعت ثابت می‌مانند.
- زمان ایست در بازه‌ی مسیر دوم و سوم در عدد ۱۴۰ ثانیه باهم برابر و کوچک‌تر از زمان ایست مسیر اول به مدت ۱۵۵ ثانیه می‌باشد.
- میانگین سرعت با ایست، به ترتیب در مسیر دوم بزرگ‌تر از مسیر اول و بزرگ‌تر از مسیر سوم می‌باشد.
- میانگین شتاب مسیر اول و سوم باهم برابر و کوچک‌تر از مسیر دوم است.
- حداکثر شتاب مسیر دوم و سوم باهم برابر و حدود چهار برابر مسیر اول است.

#### ۲. مسیر برگشت:

- با افزایش مسافت کل مسیرها، زمان کل و زمان رانندگی ثابت افزایش و زمان ترمز گیری کاهش می‌یابد، اما حداکثر شتاب ثابت می‌ماند.
- با افزایش مسافت کل مسیرها، مقدار تعداد ایست‌ها، زمان ایست و میانگین شتاب ابتدا کاهش و سپس به

مقدار اولیه خود می‌رسد اما مقدار زمان شتاب دهی ابتدا افزایش و سپس به مقدار اولیه خود می‌رسد.

- حداکثر سرعت و میانگین سرعت با ایست مسیر دوم بیشتر از دو مسیر دیگر است اما حداکثر سرعت مسیر اول بیشتر از مسیر سوم و بالعکس میانگین سرعت مسیر سوم بیشتر از مسیر اول است.

#### ۳. مقایسه دو مسیر:

- کوتاه‌ترین زمان طی شده متعلق به کوتاه‌ترین مسیر طی شده نیست و به دومین مسیر از نظر مسافت برمی‌گردد.
- تعداد و زمان ایست‌های مسیر رفت بیشتر از تعداد ایست‌های مسیر برگشت هستند.
- زمان رانندگی با سرعت ثابت برای مسیر رفت و برگشت تقریباً در یک محدوده است، اما زمان‌های شتاب گیری و ترمز گیری مسیر رفت بیشتر از مسیر برگشت هستند.
- حداقل میانگین سرعت مسیرهای رفت بیشتر از حداکثر میانگین سرعت مسیرهای برگشت است.
- حداکثر سرعت مسیرهای رفت بیشتر از حداکثر سرعت مسیرهای برگشت می‌باشند.
- میانگین شتاب مسیر دوم در مسیرهای رفت حداکثر و در مسیرهای برگشت حداقل می‌باشد. حداکثر

- [13] S. Francisco, J. Kühlwein, J. German, and A. Bandivadekar, "DEVELOPMENT OF TEST CYCLE CONVERSION FACTORS AMONG WORLDWIDE LIGHT-DUTY VEHICLE CO 2 EMISSION STANDARDS," 2014.
- [14] "Emission Test Cycles: ECE 15 + EUDC / NEDC." [Online]. Available: [https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece\\_eudc.php](https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php). [Accessed: 22-Jan-2019].
- [15] "Google Maps." [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/@35.7244928,51.494912,12z>. [Accessed: 21-Jan-2019].
- [16] "Free Driving Directions, Traffic Reports & GPS Navigation App by Waze." [Online]. Available: <https://www.waze.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [17] "HERE WeGo." [Online]. Available: <https://wego.here.com/?x=ep&map=35.6961,51.4231,10,normal>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [18] "CoPilot GPS." [Online]. Available: <https://copilotgps.com/en-gb/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [19] "Komoot | Better Planning and Navigation for Hikers and Bikers." [Online]. Available: <https://www.komoot.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [20] "Official MapQuest - Maps, Driving Directions, Live Traffic." [Online]. Available: <https://www.mapquest.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [21] "Karta GPS." [Online]. Available: <https://kartagps.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [22] "OsmAnd - Offline Mobile Maps and Navigation." [Online]. Available: <https://osmand.net/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [23] "نشان" پرفرمدارترین مسیر یاب ایرانی با امکاناتی متفاوت. [Online]. Available: <http://www.stnews.ir>. [Accessed: 23-Jan-2019].
- [24] "جامع‌ترین سایت نقشه و مسیریابی" [Online]. Available: <https://behrah.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [25] "دال | نقشه و مسیریاب" [Online]. Available: <http://daalapp.com/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [26] "The Popularity of Google Maps: Trends in Navigation Apps in 2018 | The Manifest." [Online]. Available: <https://themanifest.com/app-development/popularity-google-maps-trends-navigation-apps-2018>. [Accessed: 06-Feb-2019].
- شتاب در مسیرهای رفت بیشتر از حداکثر شتاب در مسیرهای برگشت است.
- مراجعه:
- [1] م. اتحاد، "بررسی چگونگی کاهش آلودگی هوا شهر تهران با استفاده از اتوبوس های برقی و تولید پراکنده"، in (DG), سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، ۱۳۹۲.
- [2] P. B. T J Barlow, S Latham, I S McCrae, "A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions."
- [3] "Sci-Hub | Water, Air and Soil Pollution: Focus, 3(5/6), 67-78 | 10.1023/A:1026098305581."
- [4] ع. حیدری، ع. احمد پور، ن. ثقه‌الاسلامی، ح. نایب زاده and ا. آزمون، "تولید سوخت سبز بیودیزل در حین فرایند استری کردن اسید اولئیک با استفاده از کاتالیست‌های میلی‌متری نانو ساختار  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> سولفاته"، ششمین اجلاس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، ۲۵-Jan-2017.
- [5] E. Ericsson, "Independent driving pattern factors and their influence on fuel-use and exhaust emission factors," Transp. Res. Part D Transp. Environ., vol. 6, no. 5, pp. 325-345, 2001.
- [6] علی‌اصغر حمیدی، گیتا معینی، علی‌اصغر صدیق زاده، "الکترواستاتیک برای حذف این‌گونه ذرات از جریان آگزوز تعیین توزیع اندازه ذرات دوده از آگزوز موتورهای دیزلی و طراحی و ارزیابی یک پالایه".
- [7] "نشان؛ مجموعه راهکارهای مکان‌مینا تحت وب و موبایل." [Online]. Available: <https://neshan.org/>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [8] "طرح ترافیک" [Online]. Available: <http://trafficorg.tehran.ir/Default.aspx?tabid=185>. [Accessed: 14-Feb-2019].
- [9] K. Brundell-Freij and E. Ericsson, "Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns," Transp. Res. Part D Transp. Environ., vol. 10, no. 3, pp. 213-229, 2005.
- [10] E. Ericsson, "Variability in urban driving patterns," Transp. Res. Part D Transp. Environ., vol. 5, no. 5, pp. 337-354, 2000.
- [11] "Emission Test Cycles: FTP-75." [Online]. Available: <https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>. [Accessed: 22-Jan-2019].
- [12] "The different driving cycles." [Online]. Available: <http://www.car-engineer.com/the-different-driving-cycles/#prettyPhoto>. [Accessed: 22-Jan-2019].