

تدوین سیکل حرکتی اتومبیل سواری در تهران

مهدی اخلاقی

دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

امیرحسین موسائی نژاد

عضو گروه تحقیقاتی موتور، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

سیکل حرکتی، بیانگر تغییرات مشخصه‌های ظاهری اتومبیل، دور موتور یا سرعت بر حسب زمان است. سیکلی که تحت این نام جهت ترافیک شهر حاصل می‌شود، به طور متوسط نشانگر تغییر حالات مشخصه تمام اتومبیل‌های متحرک در ترافیک شهر مربوطه می‌باشد. با توجه به سیکل حاصله می‌توان سیکل تست دود را تعیین نموده و در نهایت میزان آلودگی ناشی از حرکت یک اتومبیل را در شهر مورد نظر سنجیده و با استاندارد گازهای آلاینده مطابقت داد. از دستاوردهای اجرای این سیکل موارد ذیل را می‌توان نام برد:

- رعایت حد استاندارد گازهای آلاینده در کلیه خودروهای تولیدی داخل کشور.
 - منحصر شدن واردات اتومبیل به خودروهایی که قابلیت رعایت استانداردها را بر اساس این سیکل داشته باشند.
 - بهینه‌سازی و مدل‌سازی کارکرد موتور اتومبیل بر اساس شرایط واقعی جامعه با پیروی از سیکل حاصله.
- در این مقاله از نتایج آزمایشات در مسیرهای مختلف خیابانهای شهر تهران، یک سیکل متوسط تعیین و معرفی گردیده است. این سیکل حرکتی می‌تواند مبنای بررسیهای بعدی و در نهایت تدوین سیکل تست دود اتومبیل سواری قرار گیرد.

Determination of the Driving Cycle of Cars in Tehran

Mehdi Akhlaghi

Associate prof. in Mech. Eng. Dept.,

Amirkabir Univ. of Tech.

Amir Hossein Moosaei Nejad

Member of Motor Research Center,

Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT:

Driving Cycle is an indication of variations in general car characteristics, i.e. r.p.m. or speed with respect to time. This cycle which is obtained for the traffic of a city is an average of the variations of characteristics of all moving cars in the city. The obtained cycle can be used for determination of test cycle, and finally the emission levels of a car in the city. Comparison can then be made with the standard levels of emissions. The advantages of this cycle are:

- *Observing the standard levels of emissions in home made cars.*
- *Restricting the imports of the cars not fulfilling the emission level requirements*
- *Optimization and modelling of the car performance based on the actual situation of the community.*

In this paper, based on measured data for various routes in Tehran streets, an average driving cycle is introduced. This cycle can be used as a basis for future study and ultimately the determination of test cycle of the cars.

توجه است.

برای طرح‌ریزی مسیرهای مناسب جهت انجام آزمایشات و هم چنین شناخت ساعات شروع و خاتمه ترافیک، ضمن رانندگی در خیابانهای مختلف شهر، در ساعات گوناگون، خیابانهای پر ترافیک و ساعات بیشینه بار، شناسائی گردید. به طور کلی ساعات بیشینه بار ترافیکی در صبحها از ساعت ۹:۳۰ الی ۱۲ و در بعد از ظهرها از ساعت ۱۶:۳۰ الی ۱۹ می‌باشد. مسیرهای منتخب، شکل (۱)* با توجه به معیارهای زیر انتخاب گردیده است:

- عبور از محدوده طرح ترافیک و مناطق خارج از طرح ترافیک.

- عبور از خیابانهای شلوغ و خلوت.

- عبور از مناطق مرکزی و هم چنین مسیرهای حاشیه‌ای تهران.

با توجه به نتایج آماری موجود و ضمن انجام آزمایشهای تمرینی در مسیرهای منتخب، مدت زمان انجام یک آزمایش ۳۰ دقیقه انتخاب گردید. جهت انجام آزمایشها از اتومبیل پیکان با موتور CC ۱۶۰۰ استفاده شده است. با بهره‌گیری از نتایج فوق‌الذکر، آزمایشهای اصلی جهت بدست آوردن داده‌ها صورت پذیرفت. به همین منظور تغییرات دور موتور و دنده در فواصل زمانی ۵ ثانیه و طی مدت ۱۸۰۰ ثانیه خوانده شده و توسط یک ضبط صوت بر روی نوار کاست ضبط گردید. دلیل استفاده از ضبط صوت تغییرات سریع دور و کوتاهی زمان نمونه برداریهاست که یادداشت اعداد را غیرممکن می‌سازد.

جهت سنجش دور از یکدور سنج الکترونیکی که از قطع و وصل پلاتین فرمان می‌گیرد استفاده شد. برای هر آزمایش در مجموع بیش از ۳۵۰ داده جهت زمان، دور و دنده حاصل گردید. شکلهای (۲، ۳ و ۴) نتایج اولیه آزمایشات در ترافیک شهر تهران را نشان می‌دهند.

*- برخی از مسیرهای منتخب با علامت (xx یا ++ یا -۰- یا...) مشخص شده‌اند.

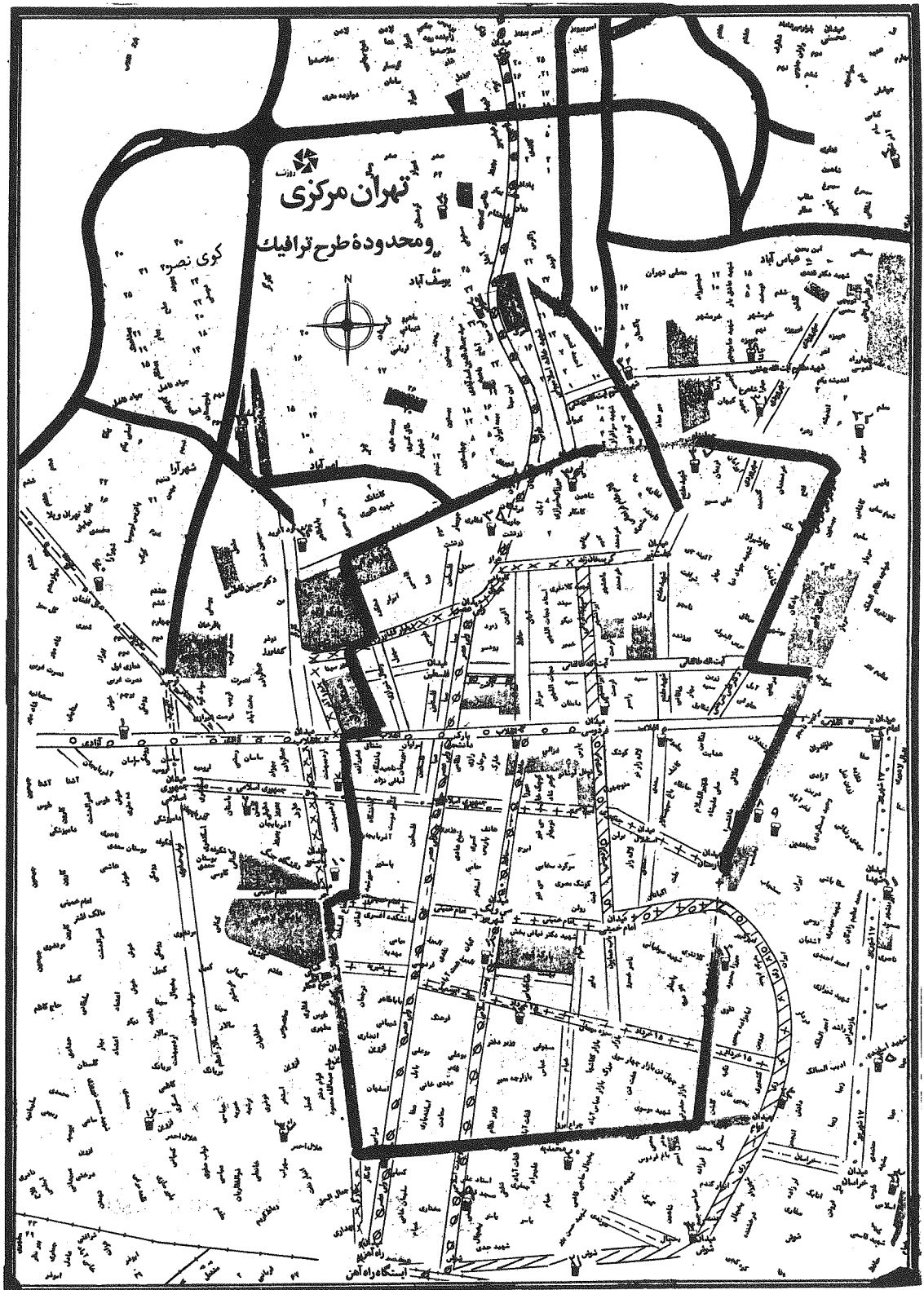
گسترش صنایع خودروسازی، بزرگ‌شدن و بالارفتن جمعیت شهرها و وقوع رخدادهای ناگوار در رابطه با آلودگی هوا در سطح جهان، محققین را بر آن داشت تا در مورد کنترل و کاهش آلودگی هوا به جستجوی راه‌حلهای مناسب بپردازند. با توجه به اطلاعات بدست آمده از اثر گازهای آلاینده موتورها بر سلامتی بشر، محیط زیست و حادث‌تر شدن آلودگی شهرهای بزرگ، لزوم مبادرت به انجام آزمایشاتی وسیع و دامنه‌دار روشن می‌گردد.

امروزه در تمامی کشورهای صنعتی سیکل‌های قانونی تست دود که در نوع و سقف مجاز با یکدیگر متفاوتند، معین شده‌اند. کلیه اتومبیلهایی که مقدار دودشان از سقف مجاز بیشتر باشد، اجازه تردد در آن کشور را نخواهند داشت. در ایران نیز هیئت محترم وزیران در جلسه مورخ ۷۳/۱/۲۴ بنا به پیشنهاد وزارت صنایع سنگین و به استناد تبصره ۱۲ قانون، کلیه واردکنندگان و تولیدکنندگان داخلی انواع وسائل نقلیه بنزینی را موظف به رعایت استاندارد اروپائی ۱۵۰۳ ECE (سیکل تست در اروپا) و در همین ارتباط رعایت سقف مجاز برای منواکسید کربن و هیدروکربورهای نسوخته نموده است.

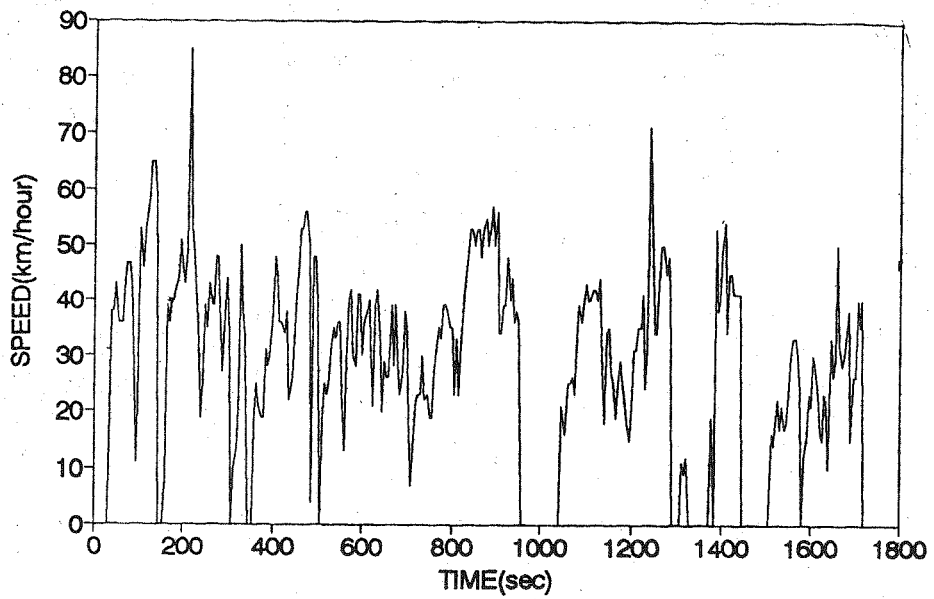
در مورد معرفی گازهای آلاینده، پارامترهای موثر بر امینسیون‌های مضر دود و روشهای کنترل دود قبلاً در [۱] و [۲] گزارش شده است. این نوشتار بیانگر تلاشهای انجام شده جهت تدوین سیکل تست دود اتومبیل سواری جهت تهران است که ضمن ارائه روش و نتایج آزمایشات انجام شده، سیکل حرکتی را پیشنهاد می‌دهد.

۲- تدوین سیکل حرکتی اتومبیل سواری

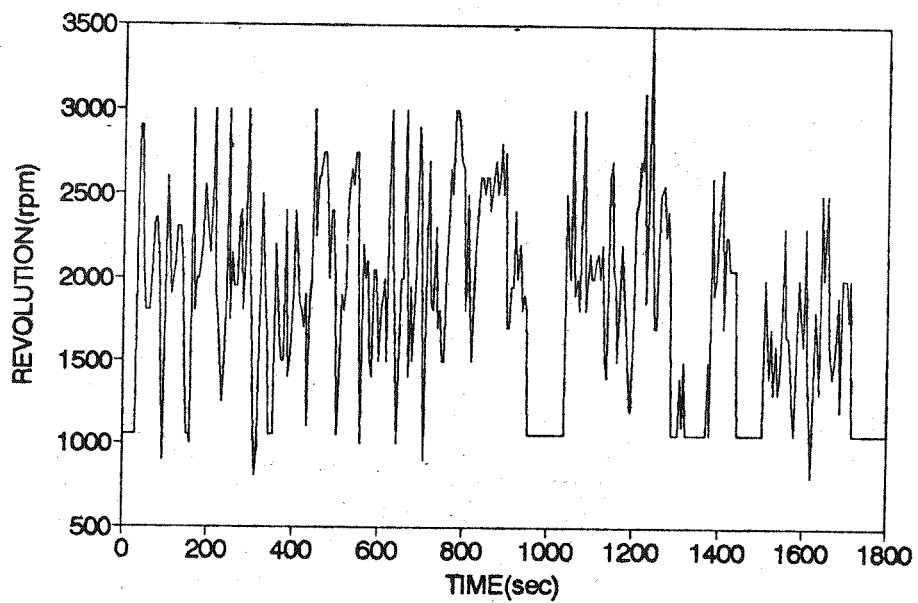
به منظور تدوین سیکل حرکتی اتومبیل سواری در شهر تهران، شناسایی ترافیک از لحاظ مسیرهای پر رفت و آمد، ساعات بیشینه بار ترافیکی، انتخاب مسیرهای مناسب جهت انجام آزمایشات و تعیین مدت زمان آزمایش مورد



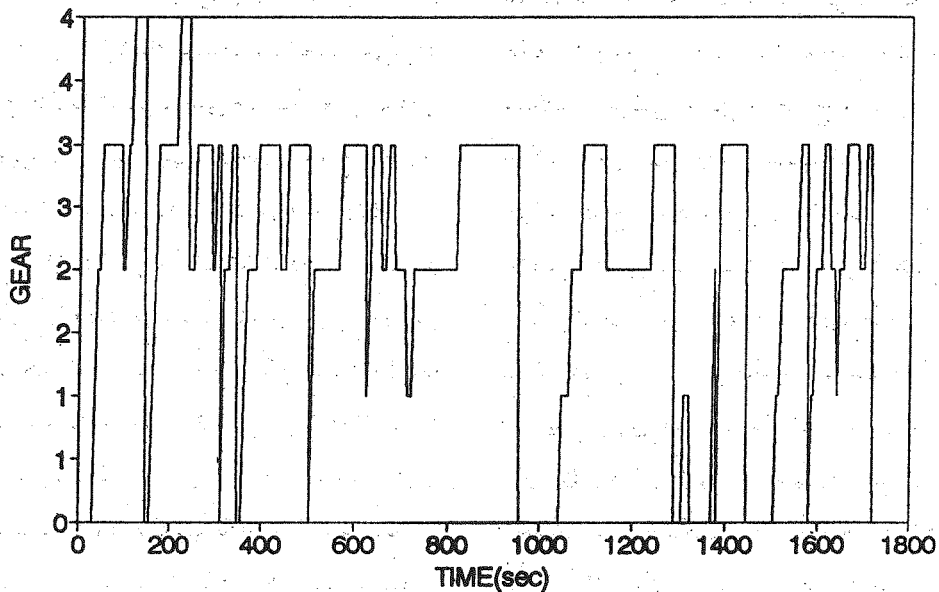
شکل (۱) مسیرهای منتخب



شکل (۲) نمودار سرعت - زمان



شکل (۳) نمودار دور - زمان



شکل (۴) نمودار دنده - زمان

با تفکیک آزمایشها به ۳ دسته فوق، می توان اقدامات لازم را جهت یافتن سیکل حرکتی انجام داد. بدین منظور با استفاده از روشهای آماری و نیز برنامه کامپیوتری [۳] هر دسته از آزمایشات مورد پردازش واقع می شوند. در این پردازش هر آزمایش به ۱۸ محدوده زمانی ۱۰۰ ثانیه ای تقسیم می گردد. در هر محدوده تغییر حالات دور و سرعت به صورت ثابت، شتاب مثبت، شتاب منفی و توقف بررسی شده و مدت زمان هر یک از حالات مذکور به ترتیب در دنده های خلاص و چهار دنده کاری محاسبه می شود. هم چنین این پردازش مدت زمانی را که اتومبیل در هر دنده واقع بوده و نیز سرعت و دور متوسط در هر دنده را نیز بدست می دهد. این پردازش جهت ۱۸ محدوده زمانی هر آزمایش و نیز برای کلیه آزمایشات هر دسته تکرار می شود. حال بین محدوده های زمانی مشترک آزمایشات هر دسته متوسط گیری شده، در نتیجه پردازش نهائی هر دسته جهت رسم نمودارهای متوسط سرعت، دور و دنده حاصل

باتوجه به کثرت اعداد خوانده شده در هر آزمایش توسط شخص آزمایش کننده، احتمال خطا نه تنها محتمل بلکه قطعی به نظر می رسد. هم چنین موارد پیش بینی شده، به عنوان مثال وقوع چندین بار تصادف، موجبات ضایع شدن نتایج برخی از آزمایشات را پدید آورد. بدین لحاظ و موارد محدود کننده دقت و سختی انجام آزمایشات، آزمایشهایی که دارای دقت لازم نبوده اند، از بررسی نهایی حذف گردیدند. از مجموع ۶۰ آزمایش انجام شده، ۲۴ آزمایش جهت پردازش و بررسی انتخاب شدند.

باتوجه به نتایج حاصل از پردازش داده های آزمایشات انجام شده و نیز بررسی نمودارهای سرعت، دور و دنده برحسب زمان و با در نظر گرفتن ساعات بیشینه بار ترافیکی، آزمایشات زیر به تفکیک انتخاب می شوند:

- داخل محدوده طرح ترافیک

- خارج محدوده طرح ترافیک

- روز پنجشنبه

می‌گردد.

باتوجه به پردازش نهایی حاصله، چگونگی حرکت متوسط در هر ۱۰۰ ثانیه از مدت زمان کل آزمایش (۱۸۰۰ ثانیه) در هر دسته از آزمایشهای منتخب، مشخص می‌گردد. با استفاده از این اطلاعات نمودارهای متوسط تغییرات دور، سرعت و دنده برحسب زمان جهت داخل و خارج محدوده طرح ترافیک و روزهای پنج‌شنبه بدست می‌آیند. [۳]

با بررسی نمودارهای متوسط تغییرات دور، سرعت و دنده بر حسب زمان جهت هر سه دسته آزمایش، روشن می‌گردد که تک‌تک نمودارها از ۱۸ سیکل نسبتاً مشابه تشکیل شده‌اند. اکثریت سیکل در تمامی نمودارها تا دنده ۳ صعود کرده و سپس متوقف گردیده‌اند. تنها تعداد معدودی از سیکل، نهایتاً تا دنده ۲ صعود کرده، آنگاه متوقف شده‌اند.

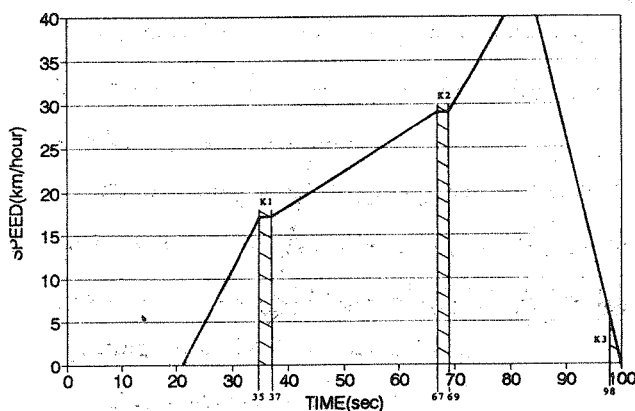
بنابراین جهت یافتن سیکل حرکتی هر سه دسته از آزمایشات، سیکل‌های صعودی تا دنده ۲ را حذف نموده و از بقیه سیکل‌ها در هر نمودار، متوسط می‌گیریم تا سیکل حرکتی آن مجموعه برحسب دور سرعت و یا دنده حاصل گردد.

حال بین سیکل‌های باقیمانده از هر نمودار هر دسته از آزمایشها متوسط‌گیری شده، در نتیجه سیکل‌های حرکتی داخل و خارج محدوده طرح ترافیک و روزهای پنج‌شنبه به صورت دور، سرعت و دنده برحسب زمان حاصل می‌گردد. با بررسی سیکل‌های حرکتی حاصله جهت هر دسته آزمایش، تشابه بسیار زیادی بین سیکل‌های حرکتی داخل و خارج محدوده دیده می‌شود و به راحتی سیکل‌های هر دو دسته آزمایش را با اختلافی جزئی می‌توان برابر دانست. تشابه سیکل‌های حرکتی داخل و خارج محدوده بیانگر موفقیت طرح ترافیک در تعدیل ترافیک داخل و خارج طرح است. بدون وجود طرح، مسلماً حجم ترافیک در محدوده فعلی طرح بسیار افزایش می‌یافت. در واقع مسئولین مربوطه از حداکثر ظرفیت داخل محدوده طرح استفاده نموده‌اند.

سیکل‌های حرکتی روز پنج‌شنبه نسبت به سیکل‌های داخل و خارج محدوده طرح، از شیب کمتری در شتاب‌گیری مثبت

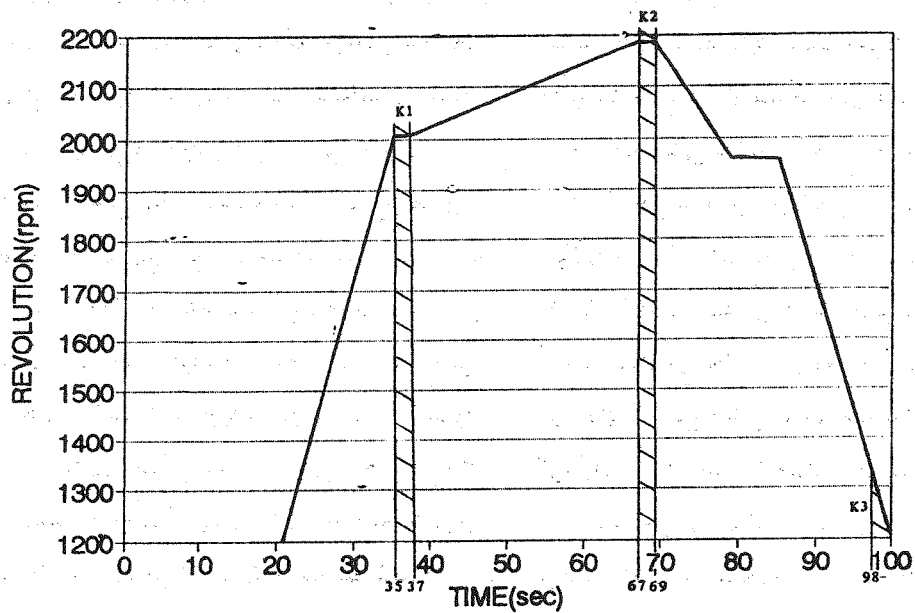
و منفی برخوردارند. این حالت باتوجه به حجم اتومبیل‌هایی که در روزهای پنج‌شنبه در خیابانها تردد می‌کنند توجیه‌پذیر است. حال نظر به اینکه سیکل حرکتی پنج‌شنبه تنها در هر هفته یکبار رخ داده و نیز با توجه به تشابه بسیار زیاد سیکل‌های حرکتی داخل و خارج محدوده، چون سیکل حرکتی داخل محدوده از شیب نسبتاً تندتری از سیکل حرکتی خارج از محدوده برخوردار است، بالطبع امیسیونهای حاصل از آن نیز بیشتر است. هم‌چنین با اطلاع از اینکه کانون آلودگی تهران در مرکز شهر و محدوده طرح ترافیک می‌باشد، سیکل‌های حرکتی داخل محدوده به عنوان سیکل حرکتی اتومبیل سواری جهت ترافیک تهران شناخته می‌شوند.

سیکل حرکتی تهران به صورت سرعت، دور و دنده برحسب زمان به تفکیک زمانی و نحوه عملکرد در شکل‌های (۵)، (۶) و (۷) نشان داده شده‌اند. ضمناً نحوه عملکرد سیکل حرکتی ترافیک تهران در جدول (۱) آمده است.

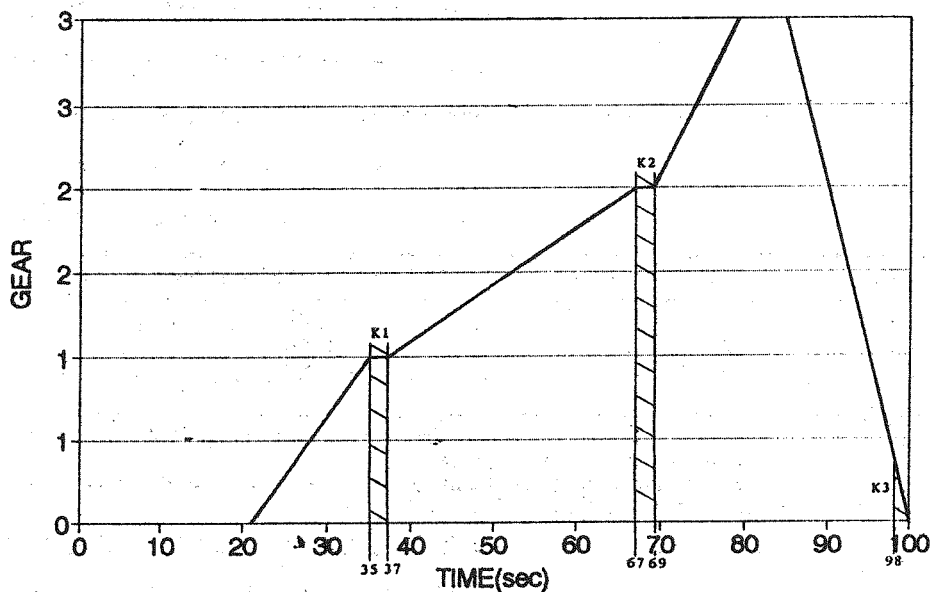


شکل (۵) سیکل حرکتی اتومبیل سواری جهت ترافیک

تهران برحسب سرعت



شکل (۶) سیکل حرکتی اتومبیل سواری جهت ترافیک
تهران برحسب دور



شکل (۷) سیکل حرکتی اتومبیل سواری جهت ترافیک
تهران برحسب دنده

۳- گفتار آخر

با وجودی که وسعت آزمایشات و تشابه و همگونی در نتایج بدست آمده، نشان دهنده صحت روش نتایج آزمایشی است، لیکن به دلیل حساسیت موضوع، لازم است سیکل حرکتی مجدداً با روش دقیقتری تدوین گردد. گروه تحقیقاتی موتور دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حال حاضر وسیله‌ای را تهیه نموده است که مستقیماً بر روی چرخ اتومبیل سوار شده و بدین ترتیب حرکت و توقف اتومبیل در مسیرهای مشخص را دقیقاً ثبت می‌نماید.

پس از مشخص شدن سیکل حرکتی ترافیک تهران می‌بایست سیکل تست دود تدوین گردد. این سیکل طی یک سلسله بحث کارشناسی و با تست مجدد سیکل حرکتی حاصل شده در ترافیک تهران و با توجه به معیارهای زیر تعیین می‌گردد:

- روش جمع‌آوری و آنالیز دود.
- زمان سرد بودن موتور قبل از آزمایش و در این ارتباط.
- انتخاب موتور گرم یا سرد جهت آزمایش.
- مدت زمان کل سیکل و تعداد تکرار سیکل حرکتی در

کل سیکل تست دود و مسافت کل سیکل.

پس از تعیین سیکل تست دود می‌توان مقدار گازهای آلاینده حاصل شده از این سیکل را در آزمایشگاه بدست آورده و براساس آن حدود مجاز دود را جهت ده سال آینده تعریف نمود.

منابع

- [۱] اخلاقی، مهدی «دود اتومبیل و اثر آن بر سلامتی انسان» مجله پژوهش در علم و صنعت، سال نهم شماره ۱۹ پاییز و زمستان ۱۳۶۹.
- [۲] اخلاقی، مهدی «آلودگی هوا در اثر امیسیونهای مضر موتورهای احتراقی داخلی مجله علمی و فنی امیرکبیر شماره ۱، سال اول پاییز ۱۳۶۴.
- [۳] موسائی نژاد، امیرحسین «تدوین سیکل کنترل دود اتومبیل سواری (یافتن سیکل حرکتی)». اخلاقی، مهدی «پروژه کارشناسی، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر» زمستان ۱۳۷۱.

جدول (۱) نحوه عملکرد سیکل حرکتی اتومبیل سواری در ترافیک تهران

GEAR	MAX. SPEED (km/hour)	MAX. REVOLUTION (rpm)
1	17	2010
2	29	2190
3	40	1960

k1 = Changing gear from 1 to 2
 k2 = Changing gear from 2 to 3
 k3 = Moving with idle gear

SPECIFICATION OF TEHRAN DRIVING CYCLE