



## تاثیر برخی پارامترها بر مصرف سوخت موتور بنزینی خودرو

صیاد نصیری<sup>۱\*</sup>، شهرزاد رشکی<sup>۲</sup>، امیرحسین مومن<sup>۳</sup>، سید حسن آقامحمدی<sup>۴</sup>

nasiri@sharif.edu  
Shahrzad\_517@yahoo.com  
Amir\_h\_momen@yahoo.com  
s.aghamohamady@gmail.com

<sup>۱\*</sup> عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف  
<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک پردیس دانشگاه فردوسی مشهد  
<sup>۳</sup> کارشناس خودرو دانشگاه جامع علمی کاربردی ساپکو  
<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مکاترونیک دانشکده آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

### چکیده

در این مقاله سعی شده تا در شرایط واقعی، تاثیر عوامل نحوه توزیع بار، میدان مغناطیسی، سرویس موتور، نوع دنده و وضعیت کولر خودرو به طور تجربی بر مصرف سوخت یک خودرو بررسی شود. در این تحقیق، شرایطی به عنوان شرایط مبنا تعریف شد و در این حالت میزان مصرف سوخت اندازه گیری شد. سپس با تغییر در هر کدام از پارامترهای مذکور، میزان تغییر در مصرف سوخت اندازه گیری گردید. پس از اندازه گیری میزان مصرف سوخت، با استفاده از سیستم های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات صورت گرفته، شبکه عصبی آموزش و آزمایش شده است و در نهایت با ترسیم نمودارها، تاثیر پارامترهای مختلف بر مصرف سوخت خودرو مورد نظر نشان داده شده است.

**کلیدواژه‌ها:** مصرف سوخت خودرو، بار، مغناطیس، سرویس موتور، شبکه عصبی

## The Effect of some Parameters on Fuel Consumption of Gasoline Engine of Vehicle

Sayyad Nasiri<sup>1\*</sup>, Shahrzad Rashki<sup>2</sup>, Amirhosain Momen<sup>3</sup>, Seyed Hasan Aghamohammadi<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup>Faculty member, Sharif University of Technology

nasiri@sharif.edu

<sup>2</sup>MSc Student Mechanical Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad, international campus

Shahrzad\_517@yahoo.com

<sup>3</sup>Automotive engineering, Sapco University of Applied Science and Technology

Amir\_h\_momen@yahoo.com

<sup>4</sup>MSc Student, Mechatronics Engineering Department, Islamic Azad University of south Tehran branch

s.aghamohamady@gmail.com

### Abstract

This papers aims to analyze the effect of some parameters as load distribution, magnetic field, engine service, gear number, and air conditioning status on fuel consumption of a car in real condition. In this research, a condition was considered as reference condition and fuel consumption was measured in the condition. Then, by changing in each of above-mentioned parameters, the rate of fuel consumption was measured. After that, classifying and separating data were performed by using pattern recognition system and neural network was trained. Finally, the effect of some different parameters on fuel consumption was shown.

**Keywords:** Fuel consumption, neural network, Load, Magnetic, Engine service



### مقدمه

گازهای خروجی خودروها بعنوان مهم‌ترین منبع نشر گازهای گلخانه‌ای شناخته می‌شود که در نتیجه دخالت انسان در محیط زیست به وجود می‌آید [۱]. روند انتشار دی‌اکسید کربن به علت حرکت خودروها هر ساله افزایش می‌یابد [۲ و ۱]. خودروهایی که دارای سطح آلایندگی پایین و بازده بالاتری باشند با محیط زیست سازگارترند. همچنین وابستگی خودرو به نفت و افزایش بهای سوخت باعث شده تا تولید کنندگان به تولید خودروهای کم مصرف ترغیب گردند. کاهش منابع نفتی از یک سو و روند روز افزون استفاده از این سوختها یکی دیگر از عوامل مهم در ایجاد بحران در حوزه سوختهای فسیلی است. بدنبال بحران نفتی در سال ۱۹۷۳ و موافقت مقدماتی کیوتو<sup>۱</sup>، تصمیم گرفته شد تا کشورها روند کاهش معینی در استفاده از سوخت های فسیلی داشته باشند. در آمریکا هم خودروسازان ملزم به رعایت استاندارد CAFE<sup>۲</sup> که در آن مصرف کمتر از ۲۷/۵mpg

$$(1 \text{ mpg} = 0.425 \frac{\text{km}}{\text{l}})$$

برای خودروهای سواری و ۲۲/۵ mpg برای کامیونتها و خودروهای باری سبک تعیین شده بود گردیدند که این الزامات موجب اعتراض و ناراضیتهای خودروسازان گردید. استانداردهای CAFÉ سال به سال روند صعودی به خود گرفت و عدم رعایت این استاندارد موجب جریمه شدن خودروسازان می‌شد و این امر سبب گردید که فن آوری های تولید خودرو سال به سال بهبود یابد.

انرژی مورد نیاز خودرو در هنگام حرکت عمدتاً صرف به دوران انداختن، شتابگیری، نیروی درگ (واماندگی آیرودینامیکی) و تلفات جاذبه می‌شود و به تفکیک دقیق تر جرم خودرو در به دوران انداختن، شتابگیری و تلفات جاذبه، اثر بخشی مختص به خود را دارد [۵ و ۴]. به طور قطع مقداری از انرژی سوخت برای غلبه بر نیروهای مقاومت کننده در برابر حرکت خودرو، هنگام چرخه رانندگی مصرف می‌شود. رابطه بین انرژی مورد نیاز خودرو و مصرف سوخت به وضوح در

مقالات عنوان نشده بود تا اینکه در سال ۱۹۹۴ (Gyenes and Mitchel) در یک اظهار عمومی به این نکته اشاره شد که ۱۸٪ از انرژی استفاده شده به وسیله خودرو، برای غلبه بر نیروهای مقاومت کننده در برابر حرکت استفاده می‌شود. در سال ۲۰۰۳ (Burgess and Choi) طی انجام یک مطالعه پارامتری استدلال کردند که انرژی مورد نیاز حمل و نقل خودرو، ارتباط نزدیکی با جرم خودرو دارد. آنها اظهار کردند که ۱۰٪ کاهش جرم خودرو می‌تواند انرژی اینرسی ناشی از نیروهای خارجی را ۸/۳٪ کاهش دهد. هر چند به هر حال هنوز هم در مطالعه آنها تاثیر جرم خودرو بر روی مصرف سوخت مبهم مانده بود زیرا آنها تاثیر انرژی مورد نیاز کاهش یافته بر مصرف

سوخت خودرو را در چرخه های متفاوت رانندگی مطرح نکرده بودند. در این مورد مقدار معدودی تحقیقات دیگر وجود داشت، که تاثیر جرم خودرو بر مصرف سوخت را برآورد کرده بودند. در سال ۱۹۸۷ (Biggs and Akcelik) در تحقیقاتشان دریافتند، ۱۰٪ افزایش جرم خودرو، مصرف سوخت را در مرکز تجاری شهر، مسیرهای شهری دیگر و مسیرهای غیر شهری به ترتیب به میزان ۳/۴٪، ۴/۱٪ و ۳/۲٪ افزایش می‌دهد. نیز در سال ۱۹۹۶ (DeCicco and Ross) برآورد شد که کاهش ۱۰٪ جرم برای یک خودروی مسافرتی با وزن ۱۳۰۰ کیلوگرم مصرف سوخت آن را ۶٪ کاهش میدهد. در سال ۲۰۰۱ (Van den Brink And Van Wee) با اندازه گیری طبق روش چرخه آزمایش مصرف سوخت اروپا به این نتیجه رسیدند که ۱۰۰ کیلوگرم اضافه وزن (برای یک خودرو با وزن پایه ۱۰۰۰ کیلوگرم) منجر به ۷-۸٪ افزایش در مصرف سوخت می‌شود [۶].

در چند مقاله عنوان شده ی اخیر، تاثیر جرم بر روی مصرف سوخت در حالی نمونه سازی شده است که تمام عوامل تاثیر گذار دیگر بر روی آن کنترل شده اند.

تاثیر جرم بر مصرف سوخت در هر دو چرخه رانندگی شهری و خارج شهری آمار قابل توجه و معناداری می‌دهد. در سال ۲۰۰۶ (Telkmans and Debel) یک اختلاف ۱۰ تا ۲۰٪ را بین مصرف سوخت در شرایط آزمایش و شرایط واقعی برآورد کردند. استدلال آنها در مورد علت این اختلاف این بود که در چرخه آزمایش اروپایی الگوی شتابگیری بسیار ملایمتر از حالت واقع گرایانه است. بنابراین با لحاظ کردن این اختلاف و سهم داشتن موارد دیگر برای تعیین مصرف سوخت تحقیق بیشتری برای دست یافتن به تاثیر جرم بر مصرف سوخت در چرخه های متفاوت رانندگی مورد نیاز است که این امر در عمل مستلزم انجام تعداد بیشتری عمل شتابگیری و کاهش سرعت متوالی و در نظر گرفتن عوامل تاثیر گذاری بر مصرف سوخت مثل باد، تپه ها و پیچها می‌باشد [۷].

همواره سعی بر آن بوده است سطحی طراحی شود که با احتراق کامل هیدروکربن های سوخت، مقدار آلایندگی به حداقل برسد. روش های مختلفی، مانند میکسر هوا-سوخت، کنترل درجه حرارت محفظه احتراق و کاتالیزور توسعه یافته اند، اما هنوز قادر به حل مشکلات به طور کامل نشده اند [۸].

راندمان حرارتی پایین موتور، هیدروکربنهای نسوخته و آلودگی هوا (مثل منواکسید کربن، هیدرو کربن های نسوخته، اکسیده‌ای نیتروژن، اکسید های گوگرد و دوده) هنوز هم جزو مشکلات امروزه هستند که به طور کامل از بین نرفته اند. این موضوع اغلب به دلیل ساختار شیمیایی و الکترونی مولکول های بنزین ایجاد میشود [۹].

یک روش جدید برای به حداقل رساندن مشکلات فوق استفاده از میدان مغناطیسی است. یک میدان مغناطیسی به اندازه کافی قوی می

1- Kyoto Protocol

2- CAFÉ: Corporate Average Fuel Economy

تواند مولکول هیدروکربن را از حالت پارا (انرژی پایین) به حالت با سطح انرژی بالاتر یعنی اورتو تغییر دهد. اثر تغییر اسپین مولکول های سوخت می تواند از نظر اپتیکی بررسی شود. اساس آن بر عبور نور مرئی از میان سوخت مایع و سیال استوار است. این روش به وسیله دانشمندان با استفاده از دوربینهای مادون قرمز اثبات گردیده است. هیدروژن در حالت اورتو بسیار فعال و ناپایدار می باشد به عبارت دیگر بشدت قابلیت احتراق دارد. مولکولهای هیدروکربن خوشه ای شکل هستند، از نظر فنی، اهمیت کشف و آنالیز برای کاربردی میدان مغناطیسی با قدرت بالا را افزایش می دهد، زیرا تحت چنین میدانهایی پیوند H-C سست شده و آنها به حالت چند خوشه ای در می آیند. در این حالت آنها بهبود یافته اند و مستقل از یکدیگر و از هم نیز فاصله می گیرند. در چنین حالتی سطح بزرگتری برای جذب اکسیژن دارند. بنابراین با انرژی دار نمودن سوخت و اکسیداسیون راندمان احتراق افزایش می یابد. سوخت فعال و دینامیک شده و فرایند احتراق سریعتر و کاملتر میگردد. از مزایای دیگر استفاده از مغناطیس میتوان به بالا رفتن راندمان احتراق، کاهش گازهای خروجی مانع منواکسیدکربن، هیدروکربن های نسوخته، اکسیدهای نیتروژن و دوده اشاره نمود [۹و۸].

در مقاله [۱۰] به بهینه کردن عملکرد خودرو با در نظر گرفتن مصرف سوخت و زمان رسیدن به سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت پرداخته شده است. با توجه به این که عملکرد خودو در سرعت های دیگر نیز دارای اهمیت است، بنابراین در نظر گرفتن این بازه سرعت، به تنهایی کافی نمی باشد، زیرا این دامنه در خودروهای امروزی، فقط رفتار دنده یک، دو و بازه ای از دنده سه را پوشش می دهد. چنان فنگ در سال ۱۹۹۹ نیز یک الگوریتم برای بهینه سازی عملکرد خودرو ارائه کرده است و به همراه مصرف سوخت، نیروی پیشران خودرو را در محاسبات خود مورد توجه قرار داده است. نتیجه محاسبات، کاهش مصرف سوخت و عدم تغییر در عملکرد خودرو، مانند شتاب گیری بوده است [۱۱]. در این روش سایر شاخص های عملکرد خودرو در نظر گرفته نشده است. جان سیرل نیز معادلاتی برای محاسبه ی زمان و مسافت در حالت شتابگیری ماکزیمم ارائه نموده است. هر یک از این تحقیقات به بررسی ی بخشی از شاخص های عملکرد خودرو پرداخته است اما در مقاله [۱۱] مدل دیگری که در برگیرنده برخی شاخص ها از جمله شتابگیری، شیب روی، سرعت ماکزیمم، دور موتور، انحراف از توان ایده آل موتور و مصرف سوخت است، ارائه و تحلیل شد و از این طریق یک روش سیستماتیک برای محاسبه مقادیر تک تک این شاخص ها ارایه گردید. از آنجا که مقایسه شاخص های فوق الذکر به صورت جداگانه، مبنای مناسبی برای قضاوت در مورد مطلوبیت یک جعبه دنده به دست نمی دهد، یک معیار کلی که در برگیرنده تمامی این شاخص ها به طور همزمان باشد، معرفی شده است.

در مقاله [۱۲] به بررسی اثر استراتژی تعویض دنده در گیربکس های اتوماتیک به عنوان یکی از عوامل موثر بر مصرف سوخت خودرو پرداخته شده است، ولی تاثیر نوع دنده در مصرف سوخت بررسی نشده است.

از دیدگاه مشتری مصرف سوخت خودرو، یکی از معیارهای مهم در زمان خرید خودرو جدید و حائز اهمیت بسیار می باشد. از اهداف سیستم پیشنهادی شبکه عصبی BP این است که برای مصرف کننده و تولیدکنندگان خودرو فضایی فراهم کند که در آن بتوان به دقت و به صورت کاربردی، مقدار نسبتاً دقیق میزان مصرف سوخت یک خودروی جدید را به دست آورند. از طرفی در برخی از کشور ها مانند تایوان و آمریکا بر روی هر خودروی جدید، آزمایش خروجی انجام میشود که در صورت عدم انطباق شرایط این خودرو با شرایط و مقررات آن کشور، عوارض و مالیاتی باید پرداخت شود. بنابر دلایل ذکر شده، مصرف سوخت خودرو یکی از مهم ترین موارد در طراحی خودرو به شمار می رود. در بررسی های اخیر، تکنیک سیستم پیش بینی کننده برای مصرف سوخت خودروهای مختلف با استفاده از شبکه عصبی BP مورد مطالعه قرار گرفته تا دقت محاسبه بالاتر رود و میزان خطاهای پیش بینی کاهش یابد. شبکه BP برای یک ساختار پیچیده، مناسب ترین است، زیرا قابلیت یادگیری انطباقی آن می تواند به سیستم غیر خطی نزدیک شود [۱].

در ساخت یک خودرو، هر تولید کننده ای تکنولوژی متفاوتی دارد که بر مصرف سوخت اثرات متفاوتی دارند. وزن موتور و خودرو مستقیماً مصرف سوخت را تحت تاثیر قرار می دهد [۶]. در مورد وزن خودرو، وزن بیشتر خودرو بیانگر تحت بار بیشتر بودن موتور است و این امر مصرف سوخت را تحت تاثیر قرار می دهد [۱۳]. در رابطه با نوع وسیله نقلیه و وزن خودرو تاثیر دو عامل مقاومت غلتشی و مقاومت هوا بر دیگر عوامل ارجحیت دارند [۱].

مساحت سطح مقطع خودرو نیز در مصرف سوخت خودرو موثر می باشد [۳]. نیروی درگ آیرودینامیک وابسته به سطح مقطع خودرو می باشد. مجموع مقاومت ها در برابر حرکت وسیله نقلیه شامل نیروی مقاومت غلتشی و نیروی سطح شیب دار که به وزن خودرو بستگی دارند و نیروی مقاومت آیرودینامیک که به سطح مقطع و سرعت خودرو بستگی دارد و تمام نیروهای مقاوم مستقیماً بر مصرف سوخت خودرو تاثیر می گذارند. پیش بینی مصرف سوخت با تاثیرپذیری از عوامل بالا به وسیله شبکه BP مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج موفقیت آمیزی بدست آورده است. [۱].

در سال های اخیر، شبکه عصبی مصنوعی (ANN) <sup>۱</sup> در رشته های مختلف از جمله مهندسی خودرو، در پیش بینی ویژگی های خودرو در شرایط کاری متفاوت به کار رفته است. رابطه میان درجه حرارت گازهای آگروز و مصرف سوخت یک موتور احتراق داخلی در

1. ANN: Artificial Neural Network



شکل ۱- خودرو تحت آزمایش مجهز شده به دستگاه‌های اندازه‌گیری

دستگاه وی باکس با تکنولوژی مشابه دستگاه‌های جی پی اس<sup>۱</sup> و از طریق ارتباط با ماهواره‌های مکان‌نما در مدارهای معین کار می‌کند. بر اساس نیازهای این تست، دستگاه وی باکس برای محاسبه، نمایش و ثبت موقعیت مکانی (طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی)، سرعت لحظه‌ای و مسافت طی شده از نقطه شروع آزمایش، برنامه ریزی و تنظیم شده است. این دستگاه از طریق یک کارت دیتا<sup>۲</sup> و رایانه قابل حمل کوچک<sup>۳</sup>، عمل ثبت اطلاعات را به طور خودکار انجام می‌داد.

دستگاه دترونی در مسیر رفت و برگشت سوخت از باک به موتور قرار گرفته و بر اساس میزان اختلاف حجمی بین سوخت رفت و برگشتی، مقدار مصرف سوخت را بر حسب سانتی متر مکعب محاسبه می‌کند. این دستگاه با اتصال به یک محاسبه‌کننده مسافت و سرعت نوری که بر روی درب خودرو نصب گردیده است، میزان سرعت لحظه‌ای، مسافت طی شده، حجم سوخت مصرف شده و مدت زمان انجام تست را روی یک نمایشگر نمایش می‌دهد. دستگاه دیاگ پروتابل<sup>۴</sup> نیز به ای.سی.یو<sup>۴</sup> سیستم مدیریت موتور متصل شده تا اطلاعات لحظه‌ای

مقاله [۱۴] بررسی شده است. از ANN در تحقیقات دیگری به کار رفت تا تاثیر عدد ستان بر میزان خروجی اگزوز از موتور را تحلیل نماید و برای مدل سازی خروج ذرات ریز دیزلی نیز به کار برده شد. بررسی‌های مهمی وجود دارند که ANN در آنها به کار رفته تا مصرف بنزین پیش بینی شود و تاثیر تنظیم سوپاپ ورودی بر عملکرد موتور و در نتیجه‌ی آن صرفه جویی در مصرف سوخت را بررسی کند. همچنین در مقاله‌ی دیگری در سال ۲۰۰۰ تن و سایف تاثیر کاهش فشار بررسی شده و هندسه‌ی مانیفولد ورودی به دقت در نظر گرفته شده است. مطالعات بسیاری صورت گرفته تا طرز کار و ویژگی‌های خروجی اگزوز در موتورهای احتراق داخلی با کاربرد ANN را بتوان پیش بینی کرد. این مطالعات که به وسیله‌ی شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های تکوینی (ژنتیکی) صورت گرفت، در جهت پیش بینی و کاهش خروجی موتورهای دیزلی به کار رفت. شبکه‌های عصبی به عنوان حوزه‌ای با کاربردهای بسیار موفق، در عملیات پیش بینی شناخته شده است. در مدل سازی میدل گرمایی سوخت پاش در هنگام استارت سرد در موتور احتراق داخلی بنزینی، کنترل نسبت سوخت و هوای ورودی به موتور [۱۵]، و کنترل جریان بازگردشی و گاز اگزوز و در تعیین و فرمول بندی صریح بر اساس ANN، در پیش بینی گشتاور و مصرف سوخت ویژه در یک موتور بنزینی از روش ANN استفاده شده است [۱۶].

در این مقاله تاثیر پارامترهای نحوه توزیع بار، میدان مغناطیسی، سرویس موتور، نوع دنده و وضعیت کولر خودرو بر مصرف سوخت موتور خودرو در شرایط واقعی اندازه‌گیری و تحلیل شد سپس با استفاده از سیستم‌های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات انجام گرفت. با توجه به نتایج این تحقیق، پارامترهای مذکور تاثیر محسوسی بر مصرف سوخت و آلایندگی دارند که با کنترل برخی از آنها توسط راننده و برخی دیگر توسط طراحان خودرو گام موثری در راستای کاهش مصرف سوخت خودرو و کاهش آلایندگی برداشته می‌شود. نتایج کمی این تحقیق به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است.

### روش انجام آزمایش:

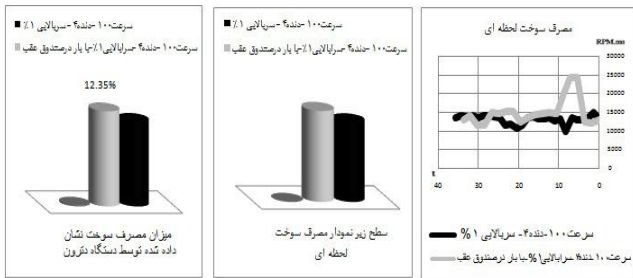
قبل از انجام آزمایشها، برنامه دستگاه‌ها و تجهیزات مورد نیاز مطابق با شرایط آزمایشها توسط کامپیوتر تنظیم شده و سپس مطابق شکل ۱ بر روی خودرو نصب گردید. سه دستگاه دترونی، وی باکس و دیاگ، کار اندازه‌گیری اطلاعات را بر عهده داشتند.

<sup>۱</sup>. GPS: Global Positioning System

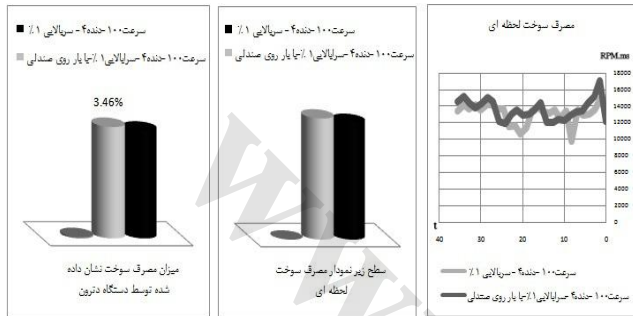
<sup>۲</sup>.Data Acquisition

<sup>۳</sup>.Tablet

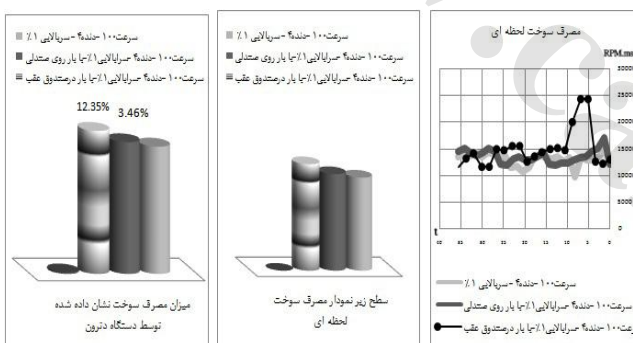
<sup>۴</sup>.ECU



شکل ۲- اثر بار و توزیع آن در افزایش مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۴ (بار داخل صندوق عقب)



شکل ۳- اثر بار و توزیع آن در افزایش مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۴ (بار روی صندلی عقب)



شکل ۴- اثر بار و توزیع آن در افزایش مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۴ در سه حالت

### تأثیر مگنت:

منظور از مگنت، کیت مغناطیسی کاهش مصرف سوخت می باشد که بر روی مسیر سوخت نصب می گردد و در این مقاله به نام مگنت شناخته می شود.

در اشکال ۵، ۶ و ۷ مشاهده می شود که با نصب مگنت در مسیر انتقال سوخت به موتور در سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در دنده‌های مختلف ۳، ۴ و ۵ به ترتیب به میزان مصرف سوخت به مقدار ۱٪ افزایش و ۱/۰۵٪ و ۱۳٪ کاهش یافته است. بنابراین تأثیر دستگاه بسیار نامحسوس و آن هم در دوره‌های میانی می باشد.

عملکرد موتور را استخراج کرده و از طریق رایانه قابل حمل<sup>۱</sup> متصل به آن، عمل ثبت اطلاعات مورد نیاز را انجام دهد.

در طی کلیه آزمایش‌ها سعی شد، حتی الامکان تمامی شرایط را ثابت نگه داشته و تنها با تغییر یک پارامتر از حالت استاندارد و مبنای تأثیر آن پارامتر را روی میزان مصرف سوخت بررسی گردید. به همین منظور راننده و دو سرنشین آن ثابت بودند. بنابراین نحوه رانندگی و وزن خودرو تغییری نداشت. همچنین شیشه‌های خودرو بسته و کولر نیز خاموش بود. ابعاد تایر نیز مطابق استاندارد شرکت سازنده خودرو اندازه و فشار تایر به ترتیب ۱۸۵/۶۵R۱۵ و ۳۰psi در نظر گرفته شد. برای کنترل شرایط آب و هوایی، از اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی سازمان هواشناسی کشور استفاده شد و سعی شد که آزمایش‌ها در شرایطی انجام شود که حتی الامکان دمای هوا، سرعت و جهت وزش باد در تمامی اوقات انجام آزمایش یکسان و تحت نظر باشد.

### تحلیل:

قبل از تحلیل نتایج آزمایش‌های این تحقیق، لازم به ذکر است که در نمودارهای موجود در شکل‌های ۲ تا ۱۹، اولین نمودار سمت راست بیانگر میزان مصرف سوخت اندازه‌گیری شده به صورت لحظه‌ای توسط دستگاه دیاگ می باشد. از آنجایی که ارزیابی این نمودارها به دلیل کم بودن تخ بیرات دشوار است، لذا سطح زیر نمودارها به صورت میله‌ای در نمودار وسط نشان داده شده است. نمودار میله‌ای سمت چپ هم میزان سوخت اندازه‌گیری شده مصرفی واقعی توسط دستگاه دترونی که دستگاهی بسیار دقیق می باشد را نشان می دهد که عملیات صحه گذاری بر عملکرد اندازه گیری دیاگ را نیز انجام می دهد.

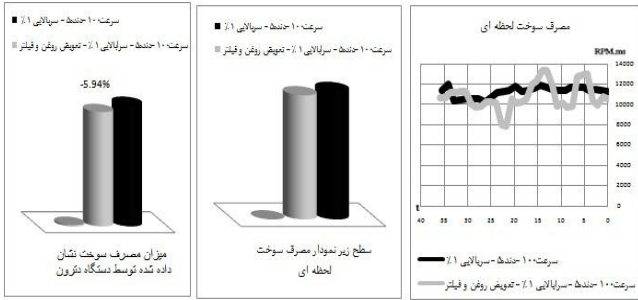
### تأثیر بار:

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می شود که با قرار دادن ۲۱۰ کیلوگرم بار در صندوق عقب خودرو و داخل خودرو (به صورت توزیع بار در کف خودرو و روی صندلی عقب) مصرف سوخت خودرو در دنده‌های ۴ و ۵ با سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت، طی یک مسیر ثابت به ترتیب به میزان ۱۲/۳۵٪ و ۳/۴۶٪ نسبت به طی مسیر مشابه با شرایط مشابه ولی بدون بار افزایش یافته است. در شکل ۴ نیز مقایسه بین حالت بدون بار اضافه، حالت قرار دادن بار در صندوق عقب خودرو و حالت توزیع بار در کف خودرو و روی صندلی عقب خودرو به نمایش درآمده است. بنابراین ملاحظه می گردد که هرچه بار اضافه نزدیک‌تر به نقطه ثقل خودرو باشد و توزیع آن گسترده‌تر باشد، افزایش مصرف سوخت به میزان قابل توجهی کمتر می شود.

<sup>۱</sup>Laptop



شکل ۸-تأثیر تعویض روغن و فیلتر هوا بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۴

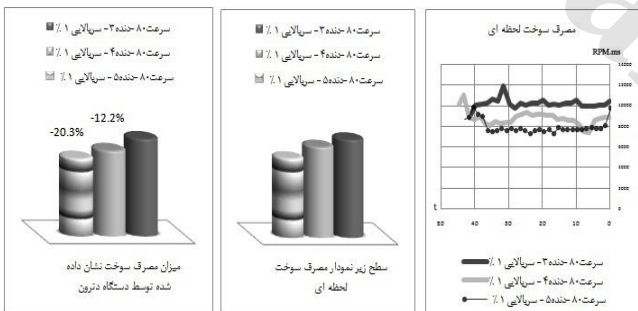


شکل ۹-تأثیر تعویض روغن و فیلتر هوا بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۵

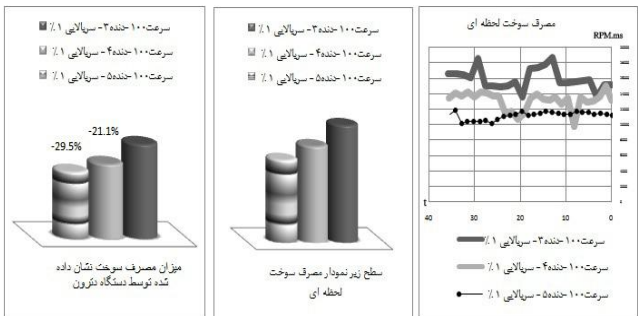
**تأثیر دنده :**

در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود که مصرف سوخت برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ و ۵ نسبت به طی همان مسیر با دنده ۳ به ترتیب به میزان ۲۰/۳٪ و ۱۲/۲٪ کاهش یافته است.

مطابق شکل ۱۱ ملاحظه می‌گردد که مصرف سوخت برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در دنده ۴ و ۵ نسبت به طی همان مسیر با دنده ۳ به ترتیب به میزان ۲۱/۱٪ و ۲۹/۵٪ کاهش یافته است.

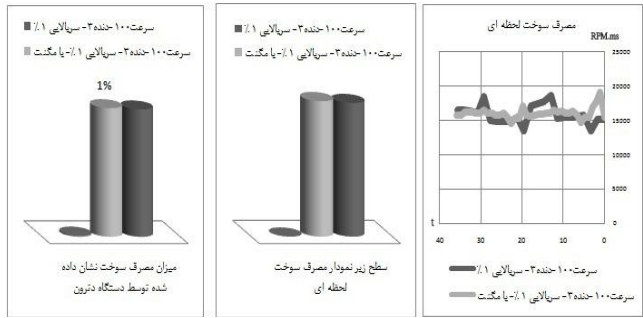


شکل ۱۰-تأثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت

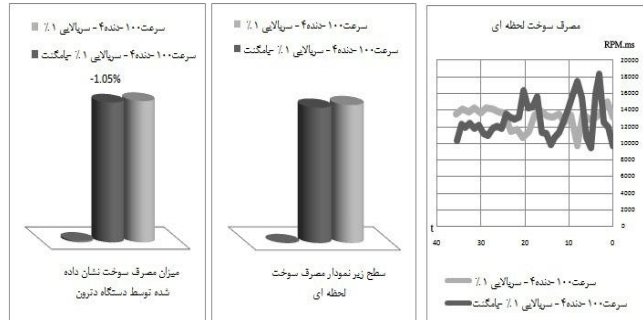


شکل ۱۱-تأثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

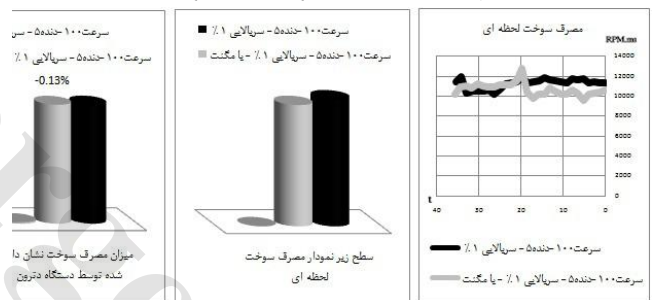
**تأثیر کولر:**



شکل ۵-تأثیر نصب مگنت در مسیر انتقال سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۳



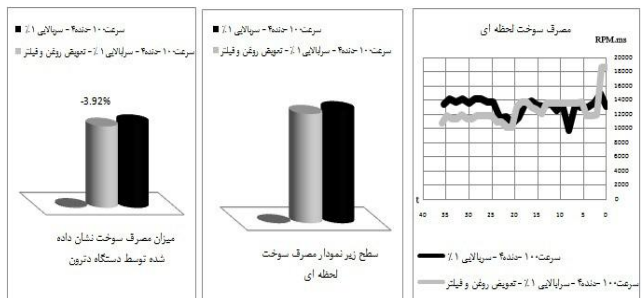
شکل ۶-تأثیر نصب قطعه مگنت در مسیر انتقال سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۴

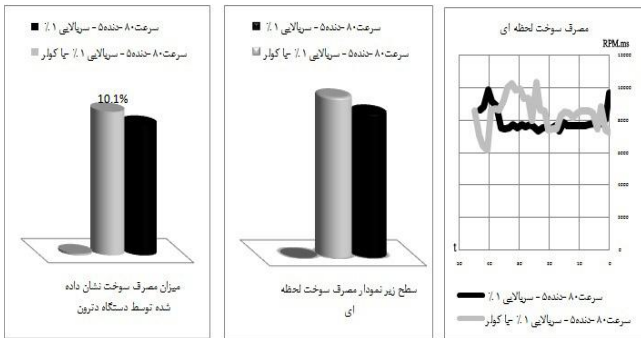


شکل ۷-تأثیر نصب مگنت در مسیر انتقال سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و دنده ۵

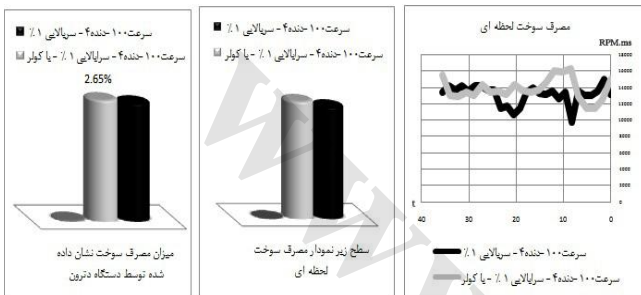
**تأثیر سرویس موتور:**

در شکل های ۸ و ۹ مشاهده می‌شود که پس از تعویض روغن و فیلتر هوا در سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و در دنده‌های ۴ و ۵ به ترتیب میزان مصرف سوخت به مقدار ۳/۹۳٪ و ۵/۹۴٪ کاهش می‌یابد. بنابراین تأثیر تعویض روغن و فیلتر هوا در دنده های سبک بیشتر می‌باشد.

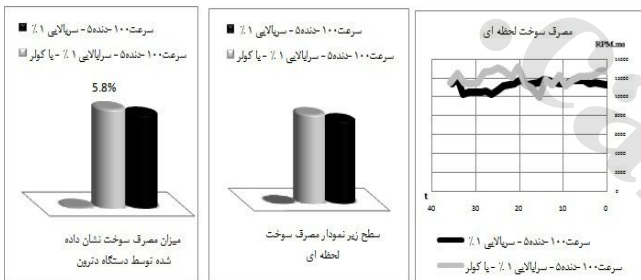




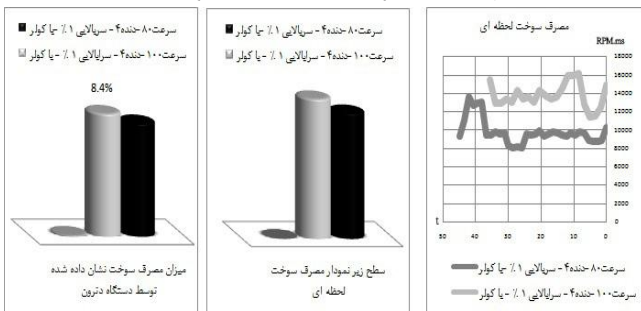
شکل ۱۳-تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، دنده ۵ و سرعت ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۱۴-تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، دنده ۴ و سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۱۵-تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، دنده ۵ و سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۱۶-تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، دنده ۴ و سرعت‌های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

در شکل‌های (۱۲ و ۱۳) ملاحظه می‌شود که در صورت حرکت خودرو با سرعت ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت و در دنده های ۴ و ۵ چنانچه کولر خودرو فعال گردد، مصرف سوخت خودرو به ترتیب به میزان ۱۰/۶۶٪ و ۱۰/۱٪ در مقایسه با طی همین مسیر بدون استفاده از کولر افزایش می‌یابد.

در اشکال (۱۴ و ۱۵) ملاحظه می‌شود که در صورت حرکت خودرو با سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و در دن ده‌های ۴ و ۵ چنانچه کولر خودرو فعال گردد، مصرف سوخت خودرو به ترتیب به میزان ۲/۶۵٪ و ۵/۸٪ در مقایسه با طی همین مسیر بدون استفاده از کولر افزایش می‌یابد.

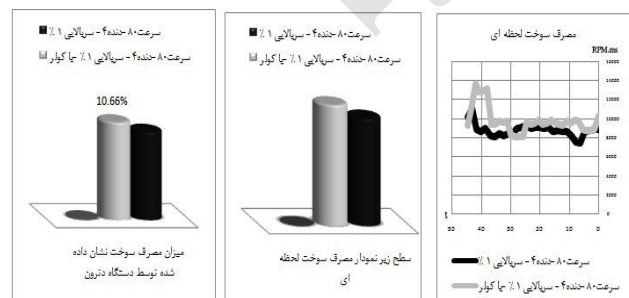
در شکل‌های (۱۶-۱۹) تاثیر سرعت‌های مختلف در دنده های ثابت و سرعت‌های ثابت با دنده های مختلف در حالی که کولر خودرو در مدار می باشد برای پیمایش یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ بررسی گردیده است.

در شکل‌های (۱۶ و ۱۷) ملاحظه می شود که در صورت حرکت خودرو در دنده های ۴ و ۵ و در حالی که کولر خودرو در مدار می باشد، با افزایش سرعت پیمایش از سرعت ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت به سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت مقدار مصرف سوخت به ترتیب به میزان ۸.۴٪ و ۱۰.۵۲٪ افزایش می یابد.

بنابر این مشاهده می شود مطابق نمودارهای (۱۶ و ۱۷) در صورت در مدار بودن کولر خودرو تاثیر افزایش سرعت بر افزایش مصرف سوخت در دنده های سبک بیشتر می باشد.

در شکل‌های (۱۸ و ۱۹) ملاحظه می شود که در صورت حرکت خودرو با سرعت پیمایش ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در حالی که کولر خودرو وارد مدار می باشد، در صورت سبک کردن دنده از دنده ۴ به دنده ۵ مقدار مصرف سوخت به ترتیب به میزان ۷.۹٪ و ۹.۶٪ کاهش می یابد.

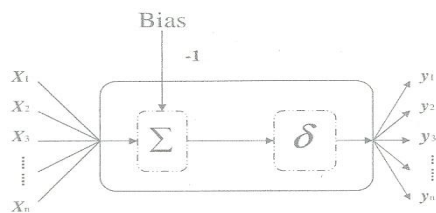
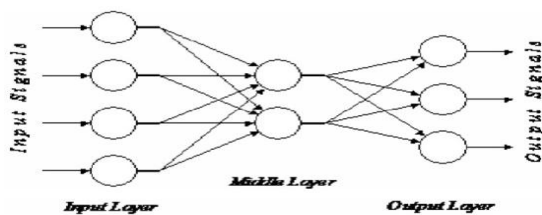
بنابراین مشاهده مشاهده می شود در هر دو سرعت آزمایش شده همزمان با در مدار بودن کولر خودرو با سبک کردن دنده مصرف سوخت خودرو به شکل محسوسی کاهش یافته است.



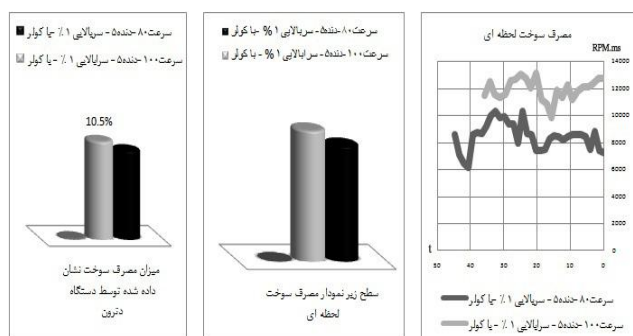
شکل ۱۷-تاثیر استفاده از کولر خودرو بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، در دنده ۴ و سرعت ثابت ۸۰ کیلومتر بر ساعت

۱۷٪	سرعت ۸۰-دنده ۳	۸
۱۶٪	سرعت ۱۰۰-دنده ۴- بعد از تعویض روغن و فیلترها و شمع ها	۹
۱۵٪	سرعت ۸۰-دنده ۴- کولر روشن باشد	۱۰
۱۵٪	سرعت ۱۰۰-دنده ۵- کولر روشن باشد	۱۱
۱۰٪	سرعت ۱۰۰-دنده ۵- سربالایی ۱٪	۱۲
۱۰٪	سرعت ۱۰۰-دنده ۵- با مگنت	۱۳
۷٪	سرعت ۸۰-دنده ۵- کولر روشن باشد	۱۴
۷٪	سرعت ۸۰-دنده ۴	۱۵
۶٪	سرعت ۱۰۰-دنده ۵- بعد از تعویض روغن و فیلترها و شمع ها	۱۶
۰٪	سرعت ۸۰-دنده ۵	۱۷

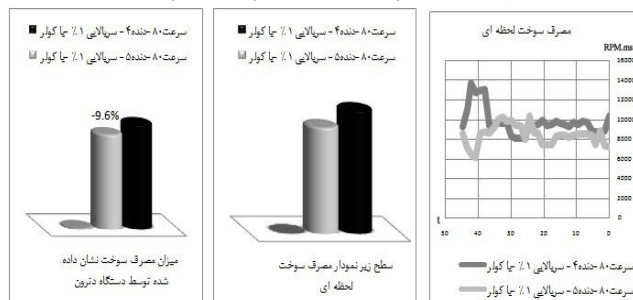
پس از تحلیل نتایج اولیه که بوسیله دستگاه های دیاگ و دترونی کسب شد، در این قسمت با استفاده از سیستم های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات انجام میگیرد. نوعی از شبکه های عصبی BP بر مبنای واحد محاسباتی به نام پرسپترون ساخته می شود. پرسپترون، برداری از ورودی ها با مقادیر حقیقی را گرفته و یک ترکیب خطی از این ورودی ها را محاسبه می کند و حاصل آن اگر از حد آستانه بیشتر باشد خروجی پرسپترون را یک و در غیر این صورت منفی یک در نظر می گیرد. شبکه های عصبی مصنوعی یاد می گیرند که مسئله ای را حل کنند و در واقع برنامه ریزی قبلی نمی شوند. کار شبکه عصبی تنظیم وزن های ورودی هر نرون عصبی می باشد تا باعث یادگیری کل شبکه بشود. با توجه به شکل ۲۰ شبکه های عصبی می توانند با ناظر یا بدون ناظر باشند و نیز می توانند دارای لایه های متعدد بوده و یا تک لایه باشند. در این پژوهش از شبکه عصبی با ناظر و دارای یک لایه پنهان استفاده شده است.



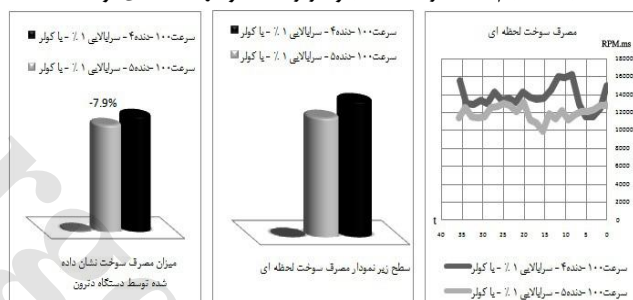
شکل ۲۰- شبکه عصبی با یک لایه مخفی و مدل ریاضی نرون



شکل ۱۷- تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، دنده ۵ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۱۸- تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت و در دنده های ۴ و ۵



شکل ۱۹- تاثیر استفاده از کولر خودرو را بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪، سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و در دنده های ۴ و ۵

جدول ۱ نتایج حاصل از این تحقیق را نسبت به حالت سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت در دنده ۵ به ترتیب میزان تاثیر در مصرف سوخت نشان می دهد.

جدول ۱- مقایسه میزان تغییر مصرف سوخت در شرایط مختلف

ردیف	وضعیت (در مسیر سربالایی ۱٪)	درصد
۱	سرعت ۱۰۰-دنده ۳- با مگنت	۴۴٪
۲	سرعت ۱۰۰-دنده ۳	۴۳٪
۳	سرعت ۱۰۰-دنده ۴- بار ۲۱۰ kg داخل صندوق عقب	۳۱٪
۴	سرعت ۱۰۰-دنده ۴- کولر روشن باشد	۲۲٪
۵	سرعت ۱۰۰-دنده ۴- بار ۲۱۰ kg روی صندلی عقب	۲۱٪
۶	سرعت ۱۰۰-دنده ۴	۱۹٪
۷	سرعت ۱۰۰-دنده ۴- با مگنت	۱۸٪





کمتر، بیشتر از سرعت های بالا می باشد. برای کاستن از تاثیر بار اضافه بر روی افزایش مصرف سوخت توزیع بار نزدیک به مرکز ثقل خودرو نقش قابل توجهی دارد. تعویض روغن و فیلتر هوا باعث کاهش مصرف سوخت در دنده های سبک می گردد. در ضمن در این سری آزمایش ها تاثیر مگنت بر روی کاهش مصرف سوخت بسیار نا محسوس بود. از آنجایی که تاثیر پارامترهای فوق بر مصرف سوخت خودرو غیرخطی می باشد، لذا استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی، روش مناسبی جهت تخمین شرایط بینابین می باشد.

### تشکر و قدردانی

لازم است سپاس گذاری و قدردانی ویژه ای از تمامی زحمات برادر بزرگوار جناب آقای مهندس علیرضا کرمی ریاست محترم دانشگاه علمی کاربردی واحد ساپکو که قطعاً در تمامی مراحل این پژوهش مشوق اصلی و قوت قلب بوده اند و همچنین تمامی همکاران در آن واحد داشته باشیم. همچنین از همکاری شرکت های مهیاد صنعت شرق، توان سازان و ایتراک در انجام آزمایش های این پژوهش تشکر می شود.

### مراجع و منابع

- [1] Jian-Da Wu, Jun-Ching Liu (2010). Development of a predictive system for car fuel consumption using an artificial neural network
- [2] Paravantis, J. A., & Georgakellos, D. A. (2007). Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses. *Technological Forecasting & Social Change*, 74, 682-707.
- [3] Sprei, F., Karlsson, S., & Holmberg, J. (2008). Better performance or lower fuel consumption: Technological development in the Swedish new car fleet 1975-2002. *Transportation Research Part D*, 13, 75-85.
- [4] Thomas D. Gillespie, (1992). "Fundamental of vehicle dynamic". SAE.
- [5] Wong, J. Y, (1993). "Theory of Ground Vehicle". Publisher: Wiley.
- [6] Tolouei, Reza., & Titheridge, Helena. (2009). Vehicle mass as a determinant of fuel consumption and secondary safety performance. *Transportation Research Part D*, 14, 385-399
- [7] Pelkmans, L., Debal, P., 2006. Comparison of on-road emissions with emissions measured on chassis dynamometer test cycles. *Transportation Research Part D* 11, 233-241.
- [8] Nelson Saksono, 2005, "Magnetizing Kerosene For Increasing Combustion Efficiency", *JURNAL TEKNOLOGI*, Edisi No. 2, Tahun XIX, Juni 2005, 155-162 ISSN 0215-1685

با توجه به مطالب فوق اطلاعات کسب شده از تست هایی که روی خودرو انجام شده را جمع آوری کرده و ۳۳ حالت از آنها جداسازی شد. در هر حالت با انتخاب دور موتور و زمان پاشش انژکتور در شرایط زمانی و مکانی کنترل شده یک دسته اطلاعات برای هر حالت انتخاب شد و سپس آموزش و تست شبکه عصبی با اطلاعات فوق انجام گردید. با توجه به محدود بودن تعداد آزمایش های واقعی انجام شده، از ۳۳ حالت اطلاعات موجود به نحوی استفاده شد که هر دسته به دو یا سه بخش تقسیم شده و با یک بخش آموزش داده شد و نهایتاً با بخش های دیگر شبکه عصبی آزمایش شد و نتایج موجود در جدول ۲ به دست آمد.

جدول ۲- نتایج حاصل از آموزش و آزمایش شبکه عصبی

حالت های آموزش و آزمایش شبکه عصبی	شبکه عصبی یک	شبکه عصبی دو	شبکه عصبی سه
۳۳ حالت (هر حالت کل پارامترها برای آموزش و تست)	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۳۳ حالت (هر حالت نیمی از پارامترها برای آموزش و نیمی برای تست)	٪۹۴	٪۹۱	٪۸۸
۳۳ حالت (هر حالت یک سوم پارامترها برای آموزش و دو سوم برای تست)	٪۹۴	٪۹۱	٪۸۸

ویژگی های شبکه های عصبی استفاده شده در این پژوهش به شرح زیر می باشد.

ویژگی شبکه عصبی یک : لایه میانی ۵ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۲۵۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۱۱  
 ویژگی شبکه عصبی دو : لایه میانی ۱۰ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۱۰۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۱۵  
 ویژگی شبکه عصبی سه : لایه میانی ۱۵ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۵۰۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۳۵  
 از نتایج شبکه عصبی آموزش دیده شده، می توان به شکل های مختلفی استفاده کرد. به عنوان مثال دو دسته از اطلاعات را با یکدیگر مقایسه کرده و میزان تغییر در مصرف سوخت را با توجه به شرایط موجود به راننده یا کاربر اعلام کند

### نتیجه گیری

همانگونه که در جدول یک نیز ملاحظه می گردد به طور کلی با بررسی شکل های مذکور، مشخص می گردد که انتخاب دنده و سرعت مناسب با توجه به شیب مسیر به طور معناداری مصرف سوخت را کاهش می دهد. از طرفی دیگر تاثیر استفاده از کولر در سرعت های



برای کاهش مصرف سوخت خودرو "، یازدهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک.

[13] Saboohi, Y., & Farzaneh, H. (2009). Model for developing an eco-driving strategy of a passenger vehicle based on the least fuel consumption. Applied Energy, 86, 1925-1932.

[14] Parlak A, Islamoglu Y, Yasar H, Egrisogut A. Application of artificial neural network to predict specific fuel consumption and exhaust temperature for a diesel engine. Appl Therm Eng 2006;26:824-8.

[15] Wang SW, Yu DL, Gomm JB, Page GF, Douglas SS. Adaptive neural network model based predictive control for air fuel ratio of SI engines. Eng Appl Artif Intel 2006;19:189-200.

[16] Necla Kara Togun, Sedat Baysec, (2009). Prediction of torque and specific fuel consumption of a gasoline engine by using artificial neural networks

[۹]. تاثیر میدان مغناطیسی بر روی مصرف سوخت، شرکت مهندسی

نیکارو، [www.nicar.com/content.html](http://www.nicar.com/content.html)

[10]. Mohame El-Sayed and Dong Song, (1998). "Automotive performance optimization." Transmission and Driveline Symposium, SAE Technical, paper series: 980825.

[۱۱] ابوالفضل معصومی، مسعود شریعت پناهی و علیرضا معتمدی،

(۱۳۸۵)، "طراحی بهینه جعبه دنده خودرو براساس شاخص های

عملکرد و مصرف سوخت"، نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۰، شماره ۶،

دیماه ۱۳۸۵

[۱۲] بهروز مشهدی، رضا بقائی لاکه و علی نصیری طوسی،

(۱۳۸۶)، "طراحی منطق تعویض دنده در گیربکس های اتوماتیک