



بررسی تاثیر شرایط حرکت نظیر شیب، دنده و سرعت بر مصرف سوخت خودرو در شرایط واقعی به کمک ترکیب استاتیکی طبقه بندهای ساده شبکه عصبی مصنوعی

صیاد نصیری^۱، سیدحسن آقامحمدی^۲، شهرزاد رشکی^۳، امیرحسین مومن^۴

تهران - دانشگاه صنعتی شریف

صیاد نصیری: nasiri@sharif.edu

چکیده

رویکرد این مقاله تحلیل تاثیر شرایط حرکت بصورت انتخاب شده شامل شیب جاده، دنده و سرعت خودرو در شرایط واقعی بر روی مصرف سوخت یک خودروی بنزین سوز می باشد. در این تحقیق که بصورت عملی انجام شد، ابتدا شرایطی به عنوان شرایط مبنا تعریف گردید و سپس با تغییر انتخاب شده شرایط مبنا، مصرف سوخت در هر دو حالت اندازه گیری شده و مقدار و نحوه تغییر پارامترهای مرتبط نیز اندازه گیری و ثبت گردید و با ترسیم نمودارها، تاثیر پارامترهای مختلف بر مصرف سوخت خودروی مورد نظر نشان داده شده است. سپس با استفاده از سیستم های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات صورت گرفته و با طبقه بند های ساده شبکه عصبی آموزش و آزمایش شد. نتیجه آزمایش های مذکور، نتایج ۹۵٪ تحلیل شبکه عصبی می باشد. در ادامه به کمک ترکیبهای استاتیکی ساده، ماکزیمم و مینیمم خروجی طبقه بند ها را تحلیل کرده و نتایج ۹۷٪ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: دنده، شیب، سرعت، شبکه عصبی، مصرف سوخت خودرو

۱- مقدمه

طراحی موتورهای بنزینی امروزی بر مبنای حداقل مصرف سوخت و آلاینده‌گی و حداکثر توان می باشد [۱]. از طرفی تغییر در میزان مصرف سوخت و آلاینده ها، معمولاً به کیفیت رانندگی و جاده وابسته است [۲]. در [۳] 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 خودرو در سرعت های دیگر نیز دارای اهمیت است در نظر گرفتن این بازه سرعت، به تنهایی کافی نمی باشد، جیان فنگ در سال ۱۹۹۹ الگوریتمی 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 ولی سایر شاخص های عملکرد خودرو در نظر گرفته نشده است. ابوالفضل معصومی و همکاران مدل دیگری که در برگزیده برخی شاخص ها از جمله شتابگیری، شیب روی، سرعت ماکزیمم، دور موتور، انحراف از توان ایده آل موتور و مصرف سوخت است، را ارائه کرده است [۴]. در [۵] اثر شیوه تعویض دنده گیربکس اتوماتیک بر مصرف سوخت خودرو پرداخته شده است، ولی تاثیر نوع دنده در مصرف سوخت بررسی نشده است [۶].

^۱ - عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه صنعتی شریف

^۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

^۳ - کارشناس مکانیک خودرو، دانشگاه جامع علمی کاربردی ساپکو

^۴ - کارشناس مکانیک خودرو، دانشگاه جامع علمی کاربردی ساپکو

FCCI2012-2011

استفاده از سیستم های پیشرفته کمک راننده^۱ ADAS با استفاده از نقشه و سیستم های برنامه ریزی ضمن بهبود پایداری خودرو، افزایش امنیت جاده، کنترل سرعت خودرو، بهبود نحوه استفاده از توان موتور و تعویض دنده، باعث کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌گی خودرو نیز می شود [۷].

تحقیقات نشان داد که کامیون ها به طور میانگین تنها ۳۰٪ از زمان را در سرعت مناسب سپری می کنند. عواملی مانند سرعت، شتاب و نرخ ترافیک باعث می شود که میزان مصرف سوخت و آلاینده‌گی خودرو به میزان چشمگیری متغیر باشد. هیئت منابع هوایی کالیفرنیا^۲ (آژانس هوای تمیز^۳) (CARB, ۱۹۹۶) جهت اندازه گیری مصرف سوخت و آلاینده‌گی خودرو در جاده، روش و راهبردی را ایجاد توسعه داد. متعاقباً De Vlioger (۱۹۹۷)، Holmen (۱۹۹۸) و Hart (۲۰۰۲) تست های جاده ای را به کار بردند. DU (۲۰۰۲) با کاربرد سیستم تست آلاینده‌گی در جاده، خروجی مینی ون را در شرایط واقعی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که حتی در شتاب های یکسان، میزان آلاینده‌گی در سرعت های مختلف، متفاوت هستند و همچنین سرعت کم و شتاب گیری مکرر بر مصرف سوخت و خروجی خودرو تاثیر منفی دارند. با اینکه این مقاله بر روی خودروهای دیزلی انجام شده اما روش و نگرش مورد استفاده در این مقاله برای خودرو های بنزین سوز هم قابل تعمیم است [۸]. سنجش مصرف سوخت و آلاینده‌گی در جاده، یک فن آوری جدید و پرهزینه است که می تواند آلاینده‌گی خودرو را هنگام رانندگی، بدون نیاز به تست خودرو در دینامومتر شاسی، اندازه گیری نماید [۹].

سرعت و الگوی رانندگی نیز در میزان مصرف سوخت تاثیرگذار هستند و با توجه به نتایج بدست آمده میتوان گفت با ۵٪ کاهش سرعت وسیله نقلیه به طور متوسط ۶٪ انرژی کمتری بر غلبه به نیروهای خارجی نیاز است. بیشترین انرژی جهت غلبه بر نیروهای خارجی در حالت خودروی سنگین، مسیر پر تپه، پروفیل سرعت متغیر و شرایط بدون وزش باد بدست آمد و کمترین انرژی مورد نیاز در حالتی که خودرو سبک، مسیر مسطح، سرعت ثابت و شرایطی که باد می وزد، محاسبه شد [۱۰]. در سال ۲۰۰۶ (Telkmans and Debel) یک اختلاف ۱۰٪ تا ۲۰٪ را بین مصرف سوخت در شرایط آزمایش و شرایط واقعی برآورد کردند. این اختلاف ناشی از ملایمتر بودن الگوی شتابگیری در چرخه آزمایش اروپایی نسبت به حالت واقعی است، ضمن آنکه تاثیر جرم، پیچ جاده، شیب جاده و باد بر مصرف سوخت نیاز به انجام آزمایش های بیشتری است [۱۱]. سازمان بهینه سازی مصرف سوخت ایران اعلام کرد که نتایج آزمون های استاندارد مصرف سوخت به دلایل زیر نمی تواند کاملاً منطبق با مصرف سوخت خودرو در شرایط واقعی باشد:

- امکان آزمایش تمام خودروها بطور جداگانه وجود ندارد.
 - شرایط واقعی رانندگی متفاوت با شرایط استاندارد و متاثر از عواملی چون الگوی رانندگی، جاده، اقلیم و ترافیکی می باشد.
 - عواملی مانند تنظیم نبودن موتور، قطعات نامرغوب و تعمیر و نگهداری خودرو بر میزان مصرف سوخت تاثیر گذار می باشند.
 - تجهیزاتی مانند کولر که از موتور خودرو قدرت خود را تامین می کنند، بر مصرف سوخت خودرو می افزایند.
 - مهمتر اینکه هیچ آزمایشی نمی تواند همه ترکیبات ترافیک، آب و هوا و الگوی رانندگی را شبیه سازی نماید و در اکثر موارد مصرف سوخت در شرایط واقعی رانندگی بیشتر است [۶].
- در سال های اخیر، شبکه عصبی مصنوعی (ANN)^۴ 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 اگزوز و مصرف سوخت موتور در مقاله [۱۲] بررسی شده است. شبکه های عصبی به عنوان حوزه ای با کاربردهای بسیار موفق، در عملیات پیش بینی

¹. ADAS: Advanced Driver Assistance System

². CARB: California Air Resources Board

³. Clean Air Agency

⁴. ANN: Artificial Neural Network

FCCI2012-2011

شناخته شده است. در مدل سازی میدل گرمایی سوخت پاش، کنترل نسبت سوخت و هوای ورودی به موتور [۱۳]، کنترل جریان بازگردشی دود، پیش بینی گشتاور و مصرف سوخت ویژه در موتور بنزینی از روش ANN استفاده شده است [۱۴]. در این مقاله تاثیر پارامترهای شیب جاده، دنده، و سرعت خودرو بر مصرف سوخت یک موتور بنزین سوز خودرو در شرایط واقعی اندازه گیری و تحلیل شد. سپس با استفاده از سیستم های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات انجام گرفت. در ادامه با کمک ترکیبهای استاتیکی ساده، ماکزیمم و مینیمم خروجی طبقه بند ها را تحلیل شد و نتایج ۹۷٪ بدست آمد. با توجه به نتایج این تحقیق، پارامترهای مذکور تاثیر محسوسی بر مصرف سوخت و آلایندهی دارند. نتایج کمی این تحقیق به طور خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است.

۲- روش و شرایط انجام آزمایش

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



شکل ۱ - خودرو مجهز شده به دستگاه های اندازه گیری



FCCI2012-2011

دستگاه وی باکس با تکنولوژی مشابه دستگاه‌های جی پی اس^۱ و از طریق ارتباط با ماهواره کار می‌کند. بر اساس نیازهای این تست، دستگاه وی باکس برای محاسبه، نمایش و ثبت موقعیت مکانی (طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی)، سرعت لحظه ای و مسافت طی شده از نقطه شروع آزمایش، برنامه‌ریزی و تنظیم شده است.

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 محاسبه کننده مسافت و سنسور سرعت سنچ نوری که بر روی درب خودرو نصب گردیده است، میزان سرعت لحظه ای، مسافت طی شده، حجم سوخت مصرف شده و مدت زمان انجام تست را ثبت می‌کند. دستگاه دیاگ پروتابل نیز به ای.سی.یو^۲ موتور وصل شده تا اطلاعات لحظه ای موتور را استخراج کرده و از طریق رایانه قابل حمل^۳، عمل ثبت اطلاعات 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 تاثیر آن پارامتر را روی میزان مصرف سوخت بررسی شود، از اینرو 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 و فشار باد تایر نیز مطابق استاندارد شرکت سازنده خودرو به ترتیب "۱۵R۱۵/۶۵R۱۸۵" 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.

۳- تحلیل

قبل از تحلیل نتایج آزمایش‌های این تحقیق، لازم به ذکر است که در نمودارهای موجود در شکل‌های ۲ تا ۱۳، اولین شکل سمت راست بیانگر میزان مصرف سوخت اندازه‌گیری شده به صورت لحظه ای توسط دستگاه دیاگ می‌باشد. از آنجایی که ارزیابی این نمودارها به دلیل کم بودن تغییرات دشوار است لذا سطح زیر نمودارها به صورت میله ای، در نمودار وسط نشان داده شده است. نمودار میله ای سمت چپ هم میزان سوخت اندازه‌گیری شده مصرفی واقعی توسط دستگاه دترونی که دستگاهی بسیار دقیق می‌باشد را نشان می‌دهد که عملیات صحه گذاری بر عملکرد اندازه‌گیری دیاگ را نیز انجام می‌دهد.

۳-۱- تاثیر دنده و سرعت:

در شکل ۲ 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 ۱۲/۲٪ و ۲۰/۳٪ کاهش یافته است. مطابق شکل ۳ 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.

^۱. GPS: Global Positioning System

^۲. ECU

^۳. Laptop

FCCI2012-2011

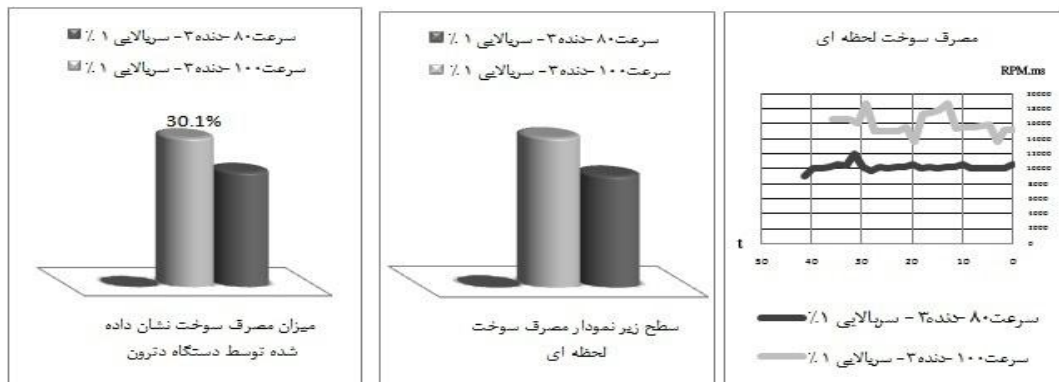


شکل ۲- تاثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت



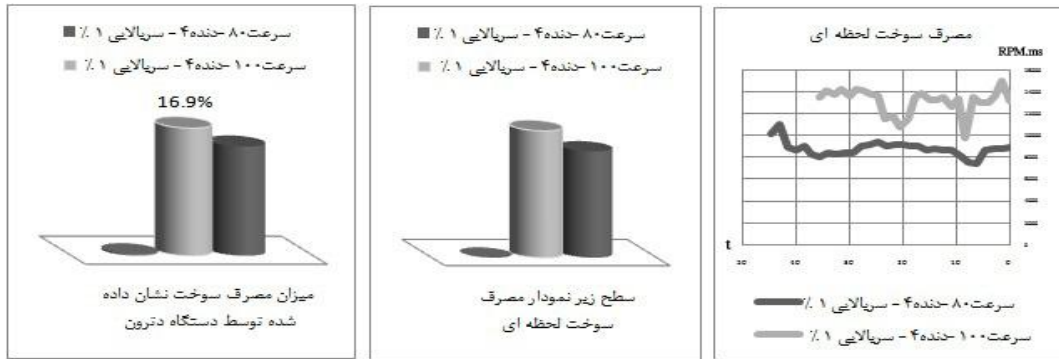
شکل ۳- تاثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ مشاهده می‌شود با افزایش سرعت از ۸۰ کیلومتر بر ساعت به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در دنده ۳، ۴ و ۵ مصرف سوخت به ترتیب ۳۰/۱٪، ۱۶/۹٪ و ۱۵٪ افزایش یافته است. بنابراین، ملاحظه می‌گردد که تاثیر افزایش سرعت بر روی افزایش مصرف سوخت با سبک کردن دنده‌ها کاهش می‌یابد.

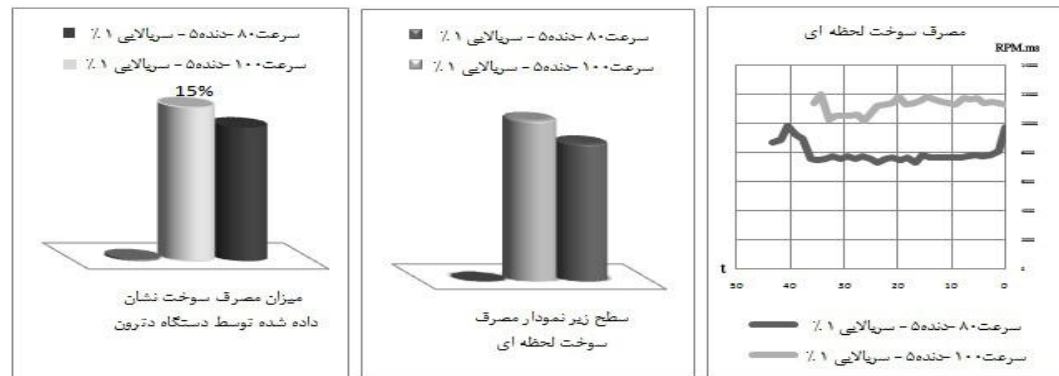


شکل ۴- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ در دنده ۳ و سرعت‌های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

FCCI2012-2011



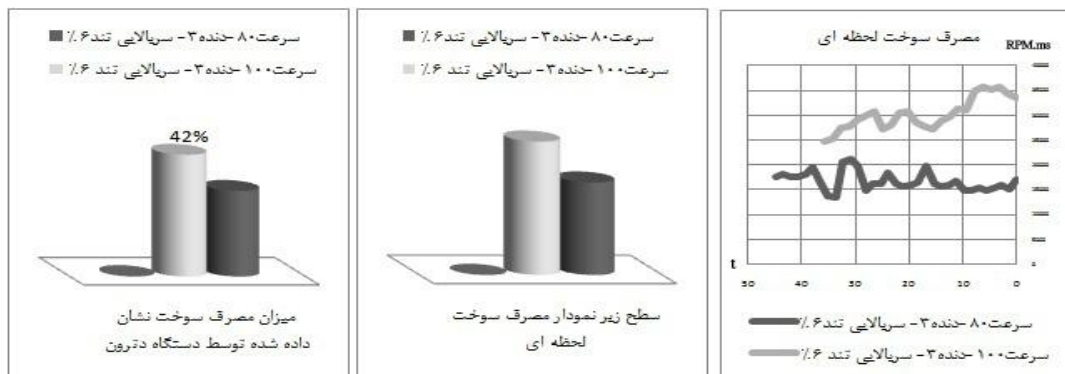
شکل ۵- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ در دنده ۴ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتربرساعت



شکل ۶- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در یک مسیر با شیب ملایم ۱٪ در دنده ۵ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتربرساعت.

۲-۳- تاثیر شیب :

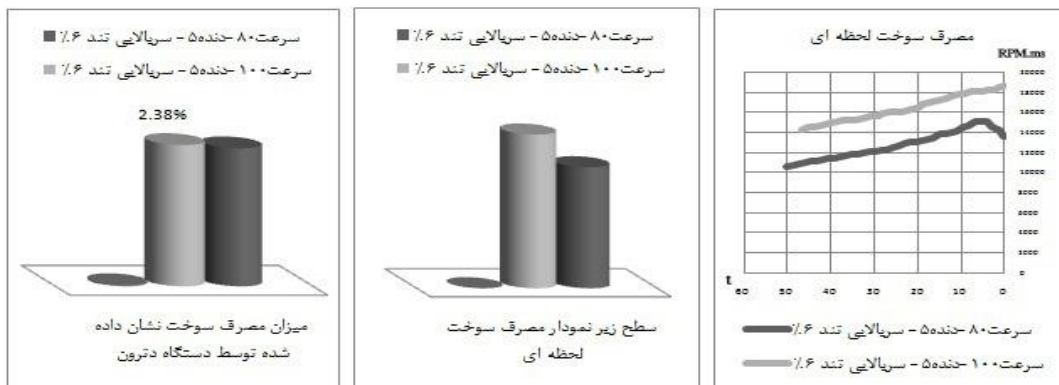
در شکل های ۷، ۸ و ۹ مشاهده می شود که با افزایش سرعت از ۸۰ کیلومتربرساعت به ۱۰۰ کیلومتربرساعت در شیب ۶٪، در دنده های ۳، ۴ و ۵ مصرف سوخت به ترتیب ۴۲٪، ۲۲/۴٪ و ۲/۳۸٪ افزایش یافته است. در شکل ۱۰ نیز ملاحظه می گردد که مصرف سوخت برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ثابت ۸۰ کیلومتربرساعت در دنده ۴ و ۵ نسبت به طی همان مسیر با دنده ۳ در شیب ۶٪ به ترتیب به میزان ۶/۸٪ و ۱۱/۸٪ کاهش یافته است. در شکل ۱۱ نیز مشاهده می شود که مصرف سوخت برای پیمودن مسیر آزمایش با سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتربرساعت در دنده های ۴ و ۵ نسبت به طی همان مسیر با دنده ۳ به ترتیب به میزان ۱۹/۶٪ و ۳۶/۴٪ کاهش یافته است. بنابراین تاثیر افزایش سرعت بر روی افزایش مصرف سوخت با سبک کردن دنده ها کاهش می یابد.



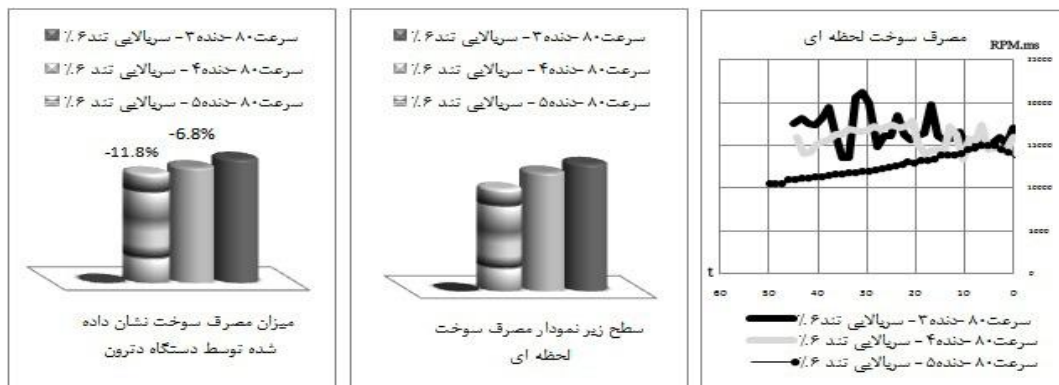
شکل ۷- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در مسیر سریالایی ۶٪ در دنده ۳ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتربرساعت



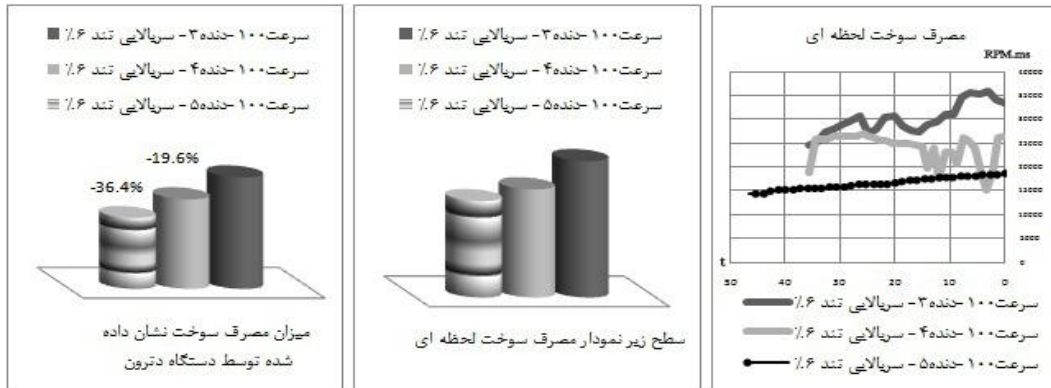
شکل ۸- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در مسیر با سربالایی ۶٪ در دنده ۴ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۹- تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت در مسیر با سربالایی ۶٪ در دنده ۵ و سرعت های ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

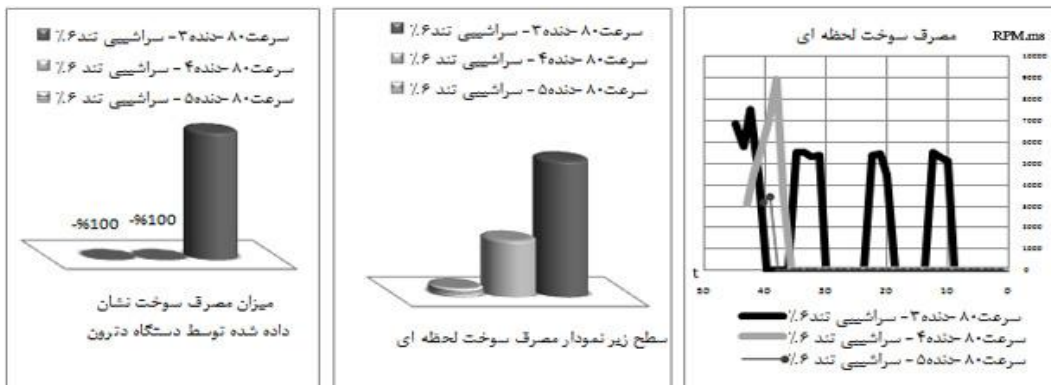


شکل ۱۰- تاثیر انتخاب دنده های مختلف بر روی مصرف سوخت در مسیر با سربالایی ۶٪ با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت

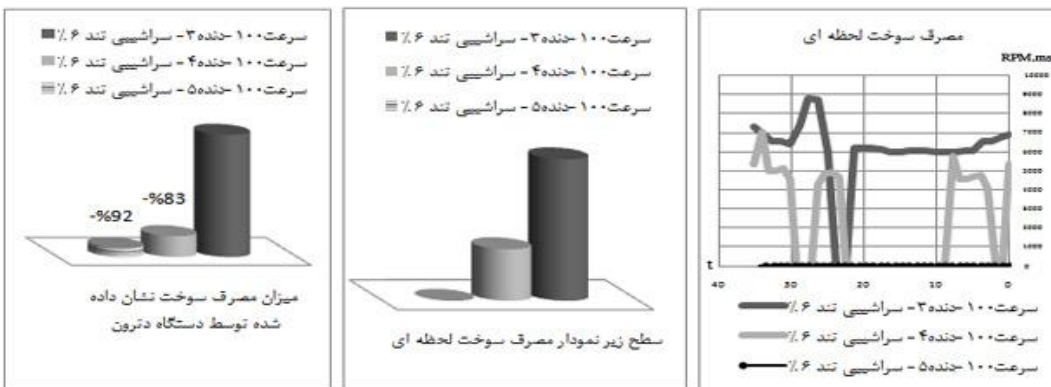


شکل ۱۱- تاثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در مسیر با سربالایی ۶٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

شکل ۱۲ و ۱۳ تاثیر دنده‌های مختلف در جاده با سراسیمگی ۶٪ به ترتیب با سرعت ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت را نشان می‌دهد. بطوریکه ملاحظه می‌گردد در هر دو حالت انتخاب دنده‌های سبک‌تر باعث کاهش مصرف سوخت شده است.



شکل ۱۲- تاثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در مسیر با سراسیمگی ۶٪ با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت



شکل ۱۳- تاثیر انتخاب دنده‌های مختلف بر روی مصرف سوخت در مسیر سراسیمگی ۶٪ با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

مطابق شکل ۱۲ و ۱۳، هنگام حرکت با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت مصرف سوخت در دنده ۴ و ۵ نسبت به دنده ۳ به میزان ۱۰۰٪ کاهش و در سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت با همان شرایط به ترتیب به میزان ۸۳٪ و ۹۲٪ کاهش یافته است. تحلیل: مطابق شکلها مشاهده می‌شود کاهش مصرف سوخت در دنده‌های سبک‌تر هنگام طی شیب‌های تند بسیار قابل توجه می‌باشد و در صورت طی مسیر با سرعت متناسبی که نیاز به گاز دادن نباشد میتوان مصرف سوخت را به صفر رساند.

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.

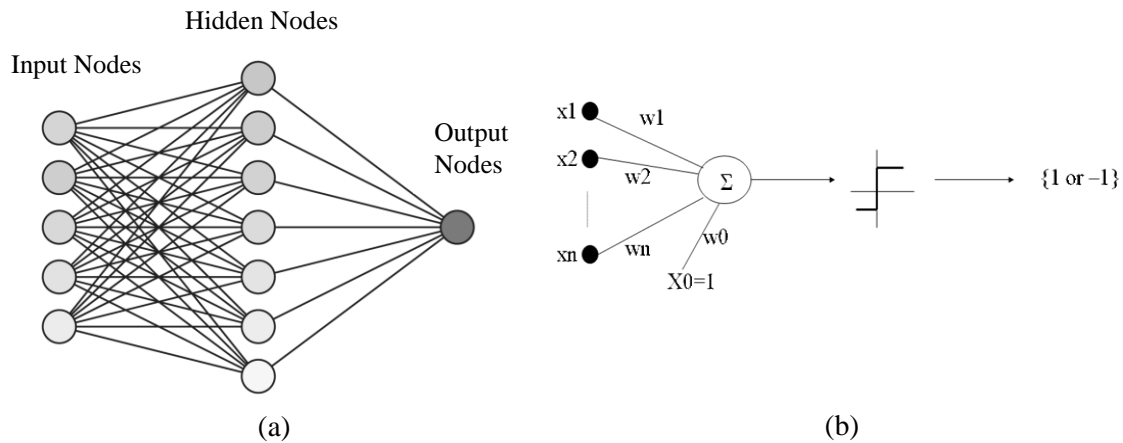
جدول ۱-مقایسه میزان مصرف سوخت در شرایط مختلف

ردیف	شیب	وضعیت	درصد
۱	+٪۶	سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۳	۲۰۱٪
۲		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۴	۱۴۲٪
۳		سرعت ۸۰km/h - دنده ۳	۱۱۲٪
۴		سرعت ۸۰km/h - دنده ۴	۹۸٪
۵		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۵	۹۱٪
۶		سرعت ۸۰km/h - دنده ۵	۸۷٪
۷	+٪۱	سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۳	۶۳٪
۸		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۴	۲۹٪
۹		سرعت ۸۰km/h - دنده ۳	۲۵٪
۱۰		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۵	۱۵٪
۱۱		سرعت ۸۰km/h - دنده ۴	۱۰٪
۱۲		سرعت ۸۰km/h - دنده ۵	۰٪
۱۳	-٪۶	سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۳	-۵۳٪
۱۴		سرعت ۸۰ km/h - دنده ۳	-۸۹٪
۱۵		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۴	-۹۲٪
۱۶		سرعت ۱۰۰km/h - دنده ۵	-۹۷٪
۱۷		سرعت ۸۰km/h - دنده ۴	-۱۰۰٪
۱۸		سرعت ۸۰km/h - دنده ۵	-۱۰۰٪

پس از تحلیل نتایج اولیه که بوسیله دستگاه های دیاگ و دترو ن کسب شد، در این قسمت با استفاده از سیستم های شناسایی الگو، عملیات دسته بندی و جداسازی اطلاعات انجام میگردد. نوعی از شبکه های عصبی BP بر مبنای واحد محاسباتی به نام پرسپترون ساخته می شود. معمولا الگوریتم BP پیش از خاتمه، هزاران بار با استفاده از همان داده های آموزشی تکرار میگردد، شروط مختلفی به شرح ذیل را میتوان برای خاتمه الگوریتم بکار برد:

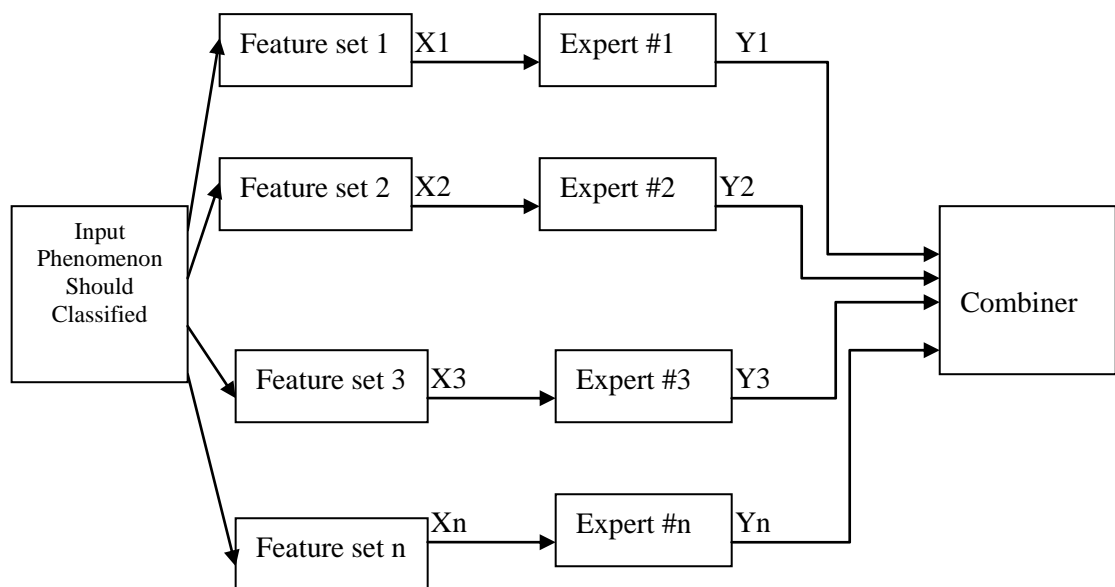
- توقف بعد از تکرار به دفعات معین
- توقف وقتی که خطا از یک مقدار تعیین شده کمتر شود
- توقف وقتی که خطا در مثالهای مجموعه تائید، از قاعده خاصی پیروی نماید

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. با توجه به شکل ۱۴ 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 یک شبکه عصبی (طبقه بند) بشود. 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.



شکل ۱۴- شبکه عصبی با یک لایه مخفی (a) و مدل ریاضی نرون (b)

در این پژوهش از سه حالت مختلف شبکه عصبی که به هر کدام یک طبقه بند گفته میشود، استفاده شده که دارای ناظر و یک لایه پنهان می باشند. سپس می توان نتایج هر طبقه بند مجزا را برای کارایی بیشتر شبکه عصبی با هم به صورت استاتیکی و یا دینامیکی ترکیب کرده و نتایج بهتری از شبکه عصبی کسب کرد. در این تحقیق، از ترکیب استاتیکی ساده ای (max, min) جهت بهبود نتایج شبکه عصبی استفاده شده است. شکل ۱۵ یک مدل از ترکیب استاتیکی را نشان می دهد.



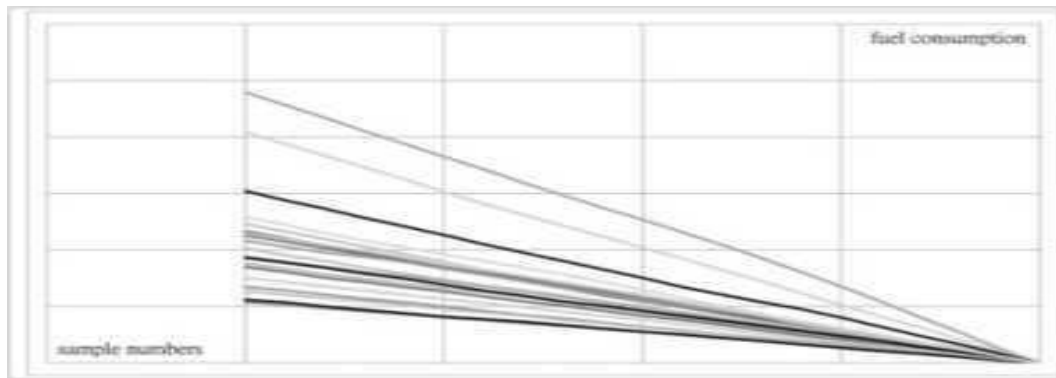
شکل ۱۵- ترکیب استاتیکی شبکه عصبی با طبقه بندها

با توجه به مطالب فوق، اطلاعات کسب شده از تست هایی که روی خودرو انجام شده را جمع آوری کرده و ۲۱ 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.

جدول ۲- نتایج حاصل از آموزش و آزمایش شبکه های عصبی و ترکیب طبقه بند های ساده

Min	Max	شبکه عصبی سه	شبکه عصبی دو	شبکه عصبی یک	حالت های آموزش و آزمایش شبکه عصبی
٪۹۷	٪۹۹	٪۹۹	٪۹۵	٪۹۴	۲۱ حالت (هر حالت کل پارامترها برای آموزش و تست)
٪۹۸	٪۹۷	٪۹۶	٪۹۵	٪۹۹	۲۱ حالت (هر حالت نیمی از پارامترها برای آموزش و نیمی برای تست)
٪۹۹	٪۹۶	٪۹۵	٪۹۹	٪۹۴	۲۱ حالت (هر حالت یک سوم پارامترها برای آموزش و دو سوم برای تست)

شکل ۱۶ اطلاعات ورودی شبکه عصبی را نشان می دهد که از دسته بندی و پیش پردازش بدست آمده و به کمک این اطلاعات جداسازی شده، شبکه عصبی، آموزش و سپس آزمایش شده است .



شکل ۱۶- اطلاعات ورودی پیش پردازش شده شبکه عصبی

با توجه به محدود بودن تعداد آزمایش های واقعی انجام شده، از ۲۱ حالت اطلاعات موجود به نحوی استفاده شد که هر دسته به دو یا سه بخش تقسیم شده و با یک بخش آموزش داده و نهایتاً با بخش های دیگر شبکه عصبی آزمایش شد و نتایج موجود در جدول ۲ به دست آمد (اطلاعات موجود در جدول نتایج ناشی از ۲۰ آزمایش می باشد). ویژگی های شبکه های عصبی استفاده شده در این پژوهش به شرح زیر می باشد:

- ◀ ویژگی شبکه عصبی یک : لایه میانی ۱۵ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۶۰۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۳
- ◀ ویژگی شبکه عصبی دو : لایه میانی ۱۲ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۶۰۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۱
- ◀ ویژگی شبکه عصبی سه : لایه میانی ۲۰ نرون - تعداد تکرار برای آموزش ۶۰۰ مرتبه - ضریب خطا ۰/۰۵

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 اعلام کرد.

۴- نتیجه گیری

در این آزمایش ها تاثیر سرعت خودرو بر مصرف سوخت موتور بررسی گردید و مشخص شد که با افزایش سرعت خودرو از ۸۰ کیلومتر بر ساعت به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در دنده های ۳، ۴ و ۵، مصرف سوخت افزایش یافته است و از طرفی ملاحظه می گردد که تاثیر افزایش سرعت بر روی افزایش مصرف سوخت با سبک کردن دنده ها کاهش می یابد.



FCCI2012-2011

همچنین در این تحقیق، در هر دو حالت پیمودن مسیر با سر بالایی ملایم (شیب ۱٪) و سر بالایی تند (شیب ۶٪) مشخص گردید که تاثیر افزایش سرعت بر روی افزایش مصرف سوخت در دنده های سبک کاهش می یابد، این مطلب تاییدی بر این نکته می باشد که تاثیر افزایش دور موتور بر افزایش مصرف سوخت به صورت مشهودی بیشتر از تاثیر تحت بار قرار گرفتن موتور می باشد. بنابراین برای کاهش مصرف سوخت به شرط آن که موتور در آن دنده کشش کافی را داشته باشد، بهتر است مسیر با دنده های سبکتر پیموده شود.

بعلاوه، هنگام پیمودن سرازیری "در این آزمایش سرازیری تند (شیب ۶٪)" حالت بهینه برای کاهش مصرف سوخت، پیمودن مسیر با سبک ترین دنده مناسب با توجه به شیب جاده و رها کردن پدال گاز می باشد که در واقع مصرف سوخت به صفر می رسد.

تشکر و قدردانی

لازم است سپاس گزاری 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 آن واحد داشته باشیم. همچنین از همکاری شرکت های مهاده صنعت شرق، توان سازان و ایتراک در انجام آزمایش های این پژوهش تشکر می شود.

مراجع

- 1- Efthimios Zervas, 2011, Impact of altitude on fuel consumption of a gasoline passenger car
- 2- Haikun Wang, Lixin Fu, Yu Zhou, He Li, 2008, Modeling of the fuel consumption for passenger cars regarding driving characteristics
- 3- Mohame El-Sayed and Dong Song, (1998). "Automotive performance optimization." *Transmission and Driveline Symposium, SAE Technical*, paper series: 980825.
- ۴ - 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
- ۵ - بهروز مشهدی، رضا بقائی لاکه و علی نصیری طوسی، (۱۳۸۶)، "طراحی منطق تعویض دنده در گیربکس های اتوماتیک برای کاهش مصرف سوخت خودرو"، یازدهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک.
- ۶ - سازمان بهینه سازی مصرف سوخت ایران، <http://www.ifco.ir/transportation/tips/info.asp>
- 7- Zhang, K., Frey, H.C., 2006. Road grade estimation for on-road vehicle emissions modeling using light detection and ranging data. *Journal of Air and Waste Management Association* 56, 777-788.
- 8- Chen, C., Huang, C., Jing, Q., Wang, H., Pan, H., Li, L., Zhao, J., Dai, Y., Huang, H., Schipper, L., Streets, D.G., 2007. On-road emission characteristics of heavy-duty diesel vehicles in Shanghai. *Atmospheric Environment* 41, 5334-5344.
- 9- El-Shawarby, I., Ahn, K., Rakha, Hesham, 2005. Comparative field evaluation of vehicle cruise speed and acceleration level impacts on hot stabilized emissions. *Transportation Research D* 10, 13-30.
- 10- Tolouei, Reza, & Titheridge, Helena. (2009). Vehicle mass as a determinant of fuel consumption and secondary safety performance. *Transportation Research Part D*, 14, 385-399
- 11- 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.
- 12- 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.
- 13- 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.
- 14- Necla Kara Togun, Sedat Baysec, (2009), Prediction of torque and specific fuel consumption of a gasoline engine by using artificial neural networks.