

# پایش سامانه های مکانیکی خودرو

عبداله خالصی دوست<sup>۱\*</sup>، رضا نیم تن<sup>۲</sup>، یعقوب منتظر باویل علیایی<sup>۳</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

۲- دانشجوی مهندسی مکانیک، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

۳- شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو

\* سمنان، صندوق پستی: ۳۵۱۴۱-۱۷۹، ab.khalesi@yahoo.com

## چکیده

در کلیه بنگاههای اقتصادی، امروزه سعی بر این است که با برنامه ریزی و مدیریت صحیح، هزینه های جاری کاهش یابد. یک بنگاه اقتصادی برای مدیریت زمان و هزینه جهت بهینه شدن نیاز به مطالعات اولیه اصولی و دقیق دارد. صنعت خودرو بدلیل گستردگی و فراگیر بودن آن یکی از بنگاههای مورد نظر است. یکی از مواردی که معمولاً هزینه های هنگفتی بدلیل عدم زمانبندی و شناخت مناسب قطعات به جامعه و مردم تحمیل می نماید، بخشهای مکانیکی خودرو نظیر دستگاههای تعلیق و فرمان، قوای محرکه و... می باشند.

سیستم های سوخت رسانی موتور معمولاً قابلیت پایش، اعلام و ثبت خطا را از طریق رایانه موتور دارند، ولی سیستمهای مکانیکی دیگری نیز در خودرو وجود دارند که نیاز به ثبت و اعلام خطا داشته لیکن در حال حاضر چنین امکانی برای این سیستم ها وجود ندارد.

در این مقاله سعی شده بررسی و تامل بیشتری در خصوص پایش سامانه های خودرو صورت پذیرد. در سیستم پیشنهادی، چگونگی اعلام خطا بررسی و بوسیله حسگرهای مختلف کلیه چراغها و بخشهای مکانیکی، ترمز، تعلیق و فرمان را کنترل و خطاهای بوجود آمده را به راننده اعلام می نمایند. این حسگرها ورود و خروج جریان را از داخل منبع کنترل و شدت ورود و خروج جریان را اندازه گیری می کنند. همچنین حسگرهای لرزش، کوبش، شدت جریانهای الکتریکی، فشار و دما کنترل شده و تغییرات محسوس هر کدام را بررسی و به راننده اعلام هشدار می نماید. ثبت این خطاها، زمان و علت بوجود آمدن آنها را مشخص کرده و کمک شایانی جهت شناخت دقیق مشکلات سیستم و برنامه ریزی مناسب نگهداری و تعمیرات را امکان پذیر می نماید.

## کلیدواژگان

پایش، حسگر، بخشهای مکانیکی، اعلام خطا

## ۱- مقدمه

عدم اقدام مناسب مقصر دانست، زیرا شرایط کارکرد هر خودرو در شرایط مختلف متفاوت می باشد. در این مقاله به بررسی چند قطعه و لزوم پایش قطعات مکانیکی می پردازیم. بعضی از قطعات موتور خودرو توسط حسگرهای موجود و ارتباط با رایانه موتور مورد پایش قرار می گیرند در این بین قطعات دیگری نیز وجود دارند که از اهمیت بالایی برخوردار بوده ولی بصورت پایش مداوم قرار نمی گیرند. در حال حاضر شرکتهای خودرو ساز به همراه تیمهای تحقیقاتی خود سعی در بهبود کیفیت خودرو نموده و همزمان به آسایش سرنشین خودرو نیز می پردازند بطوریکه با خدمات و پشتیبانی مستمر از محصول خود به راننده و سرنشینان این اطمینان را می دهند که در صورت بروز ایراد در عملکرد خودرو همواره به کمک راننده خواهند آمد. در کشورمان نیز می توانیم این رویه را بهبود داده و تکمیل تر نماییم. سامانه پایش خودرو چندی است بصورت ابتدایی و مقدماتی برای بعضی محصولات راه اندازی شده است بطوریکه فقط عملکرد کلی خودرو و مسیر حرکت خودرو توسط دستگاههای ردیاب<sup>۱</sup> پایش می گردند و در صورت خرابی به اولین امداد جاده و تعمیرگاه گزارش می شود [2,3,4,5]. در این مقاله ضمن بررسی پایش سامانه های مکانیکی و موتوری توسط رایانه موتور و حسگرهای مورد نظر، این پایش به مرکز کنترل و خدمات پس از فروش خودرو و تعمیرگاهها متصل شده و در صورت مشاهده ایراد احتمالی به راننده راهنمایی لازم صورت پذیرد که این سیستم پیشنهادی علاوه بر آرامش روانی راننده، ایمنی خودرو و سرنشین را در پی دارد [1].

اعلام عمر قطعات از طریق کیلومتر شمار روشی مناسب، ولی نامطمئن بوده و یا حتی در بعضی از موارد روش مطمئنی برای کنترل وضعیت قطعات نیز نمی باشد. معمولاً سازندگان قطعات براساس آزمایشهایی که بر روی قطعات انجام می دهند نسبت به اعلام عمر قطعه و تایید کیفیت اقدام می نمایند ولی این اطلاعات همیشه کافی نمی باشند زیرا در حالات مختلف مخصوصاً کارکرد قطعات مکانیکی و واکنشهای فیزیکی و شیمیایی مواردی وجود دارد که در آزمایشهای سازنده دیده نمی شوند. به عنوان مثال عمر فیلتر هوا از سوی سازنده عدد خاصی اعلام می گردد، این عدد بر اساس آزمایشهای خاصی که سازمان تایید کننده کیفیت قطعه (مثلاً سازمان استاندارد و بازرسی قطعات) اعلام نموده در شرایط مخصوص انجام و در نهایت پس از اخذ مجوز به تولید انبوه رسیده و بر روی خودرو نصب می گردد. سوال اینجاست آیا این تاییدیه و اعلام عمر قطعه کافی است؟ با توجه به اقلیمهای مختلف آب و هوایی، ارتفاع، رطوبت، شیب جاده ها و ... عملکرد خودرو و قطعات متأثر از رفتارها و شرایط مختلف می باشد. ممکن است خودرویی کارکرد و پیمایش کمی داشته باشد ولی عملکرد سامانه هوای موتور و موتور مناسب نباشد، این قضیه می تواند بدلیل محیط آلوده و کثیف کارکرد خودرو باشد که فیلتر هوای موتور را کثیف نموده و ذرات گذرنده از فیلتر هوا مناسب نباشد. در خصوص سایر قطعات موتور و خودرو نیز این شرایط صادق می باشد، یک راننده بر اساس اطلاعات فنی ذکر شده در دفترچه راهنما انتظار شرایط معقولی از خودرو دارد، بعضی مواقع این اعتماد به اطلاعات سازنده خودرو خطرات و گرفتاریهای زیادی را برای راننده و سرنشینان به همراه دارد. در این شرایط نمی توان سازنده و یارنده را بدلیل

<sup>1</sup> GPS

داخل خودرو نمایان گردد، که این کرنش مربوط به نیروی کششی و مقاومت قطعات در مقابل این نیرو یا منحنی تنش و کرنش می باشد. پایش تسمه زمان بندی بصورت دایم در حین کارکرد موتور انجام می پذیرد.

### ۳- روغن موتور

سامانه روانکاری موتور از جمله سامانه های مهم موتور می باشند که نقش بسزایی در رانندگی و کاهش استهلاک موتور و قطعات آن دارد. در این بین مشخصات فنی کیفیت روغن و به ویژه گرانروی آن از مشخصات اصلی و تاثیر گذار می باشد.

در فرآیند احتراق موتور گازهایی نظیر  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $HC$ ,  $O_2$  تولید می شود که مقدار آنها بستگی به کیفیت احتراق دارد. علاوه بر تولید گازها، کیفیت موتور از لحاظ آب بندی اتاق احتراق با محفظه میل لنگ نقش مهمی در نفوذ گازهای حاصل از احتراق به داخل محفظه میل لنگ دارد. هر موتوری نیاز به روغن با کیفیت و گرانروی مشخصی دارد که پس از استفاده از موتور در اثر نفوذ گازهای احتراقی متناسب با نوع و نشستی گازهای نفوذی و تماس با روغن و سایش حاصل از استهلاک خاصیت روغن تغییر می کند که این امر تاثیر غیر قابل انکاری در استهلاک موتور دارد [8,9]. هرچند روانکاری باعث کاهش تماس فلز با فلز می شود ولی در شرایط کارکرد متفاوت موتور قطعات فلزی تماس و سایش را دارند که سایش این فلزات وارد روغن موتور شده و در عبور از صافیها بستگی به درشتی دانه از صافی عبور و یا پشت صافی می مانند. متناسب با PH روغن این ذرات در داخل روغن موتور ممکن است اکسید شده یا شناور در روغن شناور بمانند. می توان بوسیله عبور شدت جریان یا جرم حجمی روغن یا کروماتوگرافی روغن و PH، حسگر سطح و فشار و... وضعیت روغن را مورد ارزیابی قرار داد. در صورتیکه جرم فلزات هادی در روغن افزایش یابد رسانایی روغن افزایش یافته، در نتیجه مقاومت روغن در برابر عبور جریان الکتریسیته کاهش یافته و شدت جریان عبوری افزایش می یابد. با افزایش و کاهش PH خطای اسیدی و بازی روغن که برای قطعات فلزی مضر می باشد ارسال می گردد. تغییر سطح روغن که در اثر مصرف روغن و یا خارج شدن روغن از موتور (روغن ریزی) باعث کاهش سطح روغن و همچنین ورود قطرات آب تقطیر شده گازهای نشستی و همچنین تشکیل حباب، بوجود می آید حسگر فشار، فشار محفظه میل لنگ را در صورت افزایش که حاصل افزایش گازهای نشستی بوده مورد پایش قرار داده و در صورت افزایش خطای مربوط به عدم کیفیت روغن و یا استهلاک رینگ و پیستون را به نمایشگر و حافظه ارسال می گردد.

### ۴- فیلتر هوا

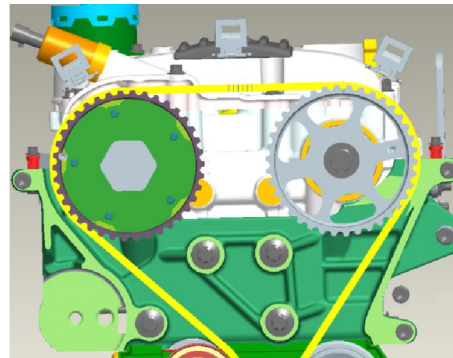
کنترل هوای ورودی به موتور یکی از مولفه هایی می باشد که می توان پایش مداومی داشته باشد. کاهش تدریجی توان و گشتاور موتور می تواند به علت گرفتگی فیلتر هوای موتور باشد. جهت پایش حسگر فشار بعد از دریچه گاز نصب می گردد. تغییرات فشار میتواند به عنوان پارامتر کنترلی جهت پایش این سامانه به کار رود. تغییرات فشار تابعی از رابطه فشار پشت دریچه، وضعیت دریچه گاز و دور موتور که از معادله برنولی<sup>۷</sup> مورد مقایسه قرار می گیرد. همچنین گرفتگی فیلتر یا مقاومت زیاد فیلتر و یا وضعیت رینگها و دریچه های موتور (سوپاپها) را مورد بررسی قرار گرفته و از روابط فشار

با توجه به وظایف و اهمیت قطعات مختلف در عملکرد خودرو، واضح است که بعضی از قطعات نقش حساس تری دارند. لذا بر اساس اصول اولیه طراحی مهندسی، به دلیل اهمیت این قطعات از یک طرف و ملاحظات اقتصادی از طرف دیگر، تعدادی از اجزای موثر در عملکرد بهینه خودرو را انتخاب نموده و سیستم های پایش متناظر کنترلی این اجزا را به شرح ذیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

- تسمه زمان بندی<sup>۱</sup>
- روغن موتور<sup>۲</sup>
- فیلتر هوا<sup>۳</sup>
- حسگر مایع خنک کاری<sup>۴</sup>

### ۲- تسمه زمانبندی

در موتورهای جدید بدلیل افزایش فشار تراکم و کوچک شدن اتاق احتراق از سوی و همچنین افزایش ارتفاع باز شونده<sup>۵</sup> امکان برخورد سوپاپها با پیستون بعد از پاره شدن تسمه زمان بندی، در بعضی مواقع قبل از پاره شدن (بدلیل کرنش) وجود دارد. در مرحله قبل از پاره شدن تسمه زمان بندی ابتدا ترکهایی در سطح تسمه یا سازه های کششی تسمه زمان بندی ایجاد شده، در نتیجه از محلهای ترک یا گسیختگی سازه که به علت ضعف مقطعی حاصل از کشش و تمرکز کشش در مقاطع ترک سبب پارگی می شود (نگاره ۱) [6]. قبل از اینکه تسمه زمان بندی پاره شود علایمی نظیر ترک یا کشش متفاوت در مقاطع و به هم خوردن زمانبندی سوپاپها دیده می شود. با بررسی و تقاض مل مقدار کشش در سطوح تسمه زمان بندی می توان علایم سفتی و گسیختگی تسمه زمان بندی و یا موارد مکانیکی موتور نظیر سفتی در ساق سوپاپها و یا خالی شدن استکانی سوپاپها و یا کیفیت روغن موتور را مورد ارزیابی قرار داد.



شکل ۱ تسمه زمانبندی

از اختلاف فاز در موقعیت میل سوپاپ نسبت به میل لنگ علاوه بر زمان بندی صحیح می توان به علایمی نظیر کش آمدن، گسیختگی و وضعیت بادامکها از نظر سایش مورد بررسی قرار داد. در صورتیکه کرنش در تسمه زمان بندی نامعقول باشد کد خطای مناسب در حافظه ذخیره و در نمایشگر

- 1 Timing Belt
- 2 Engine Oil
- 3 Air Filter
- 4 Cooling Liquid Sensor
- 5 Lifting

<sup>6</sup> Viscosity

<sup>7</sup> Bernoli

- [6] Ergin Kilic, Can Ulas Dogruer, Melik Dolen Position estimation for timing belt drives of precision machinery using structured neural networks Original Research Article Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 29, May 2012, Pages 343-361
- [7] Francesco Zanini, David Atienza, Giovanni De Micheli A combined sensor placement and convex optimization approach for thermal management in 3D-MPSoc with liquid cooling Original Research Article Integration, the VLSI Journal, In Press, Corrected Proof, Available online 16 January 2012
- [8] Masakuni Hirata, Tribology International, Volume 27, Issue 1, February 1994, Pages 45-50
- [9] Dennis N. Assanis, Stanislav V. Bohac, Tribology International, Volume 41, Issue 6, June 2008, Pages 556-563 Martin Skjoedt, Ryan Butts

محفظه میل لنگ و فشار بعد از دریچه گاز، خطای بوجود آمده، تشخیص داده می شود و ثبت و اعلام می گردد.

#### ۵- حسگر مایع خنک کاری موتور

ورود هوا یا تشکیل حباب در مایع خنک کاری که عمدتاً به علت نفوذ گازهای تراکم به داخل مایع خنک کاری و ایجاد اختلال در سامانه خنک کاری می شود بوسیله حباب سنج و یا کربن سنج بررسی و در صورت ورود حباب و افزایش آن پیغام مربوطه به نمایشگر اعلام می گردد.[7]

#### ۶- مرکز کنترل خدمات پس از فروش و پایش سامانه های خودرو

پایش و کنترل سامانه های مکانیکی خودرو توسط رایانه می تواند به مرکز پشتیبانی و خدمات پس از فروش شرکت سازنده خودرو متصل شده و علاوه بر پیمایش مسیر خودرو به پایش سامانه های موتور و خودرو نیز بپردازد، لذا در صورت اتصال این مرکز به خودرو در مواقع لزوم راهنمایی و پشتیبانی های لازم به راننده انجام گرفته و در صورت نیاز توسط نزدیکترین تعمیرگاه سرویسهای متناسب بر روی خودرو صورت می گیرد.

#### ۷- نتیجه گیری

- بدلیل افزایش حسگرهای موتور و خودرو، ممکن است در ابتدا قیمت این قطعات افزایش یابد، ولی پایش سامانه های مکانیکی خودرو بدلیل جلوگیری از آسیبهای احتمالی سایر قطعات و پیشگیری از هزینه های تعمیر و تعویض سایر قطعات، صرفه اقتصادی دارد. همچنین قیمت تمام شده حسگرها در تولید انبوه کاهش چشمگیری خواهد داشت.
  - از مزایای پایش پیوسته سامانه های موتور و خودرو علاوه بر اطمینان از صحت عملکرد موتور و خودرو ایمنی بالا می باشد.
  - با توجه به افزایش روزافزون آلودگی محیط زیست و افزایش آلاینده ها در اثر کنترل کیفیت روغن و سامانه هوای ورودی به موتور و کارکرد مناسب موتور کاهش چشمگیری در آلاینده های محیط زیست دیده خواهد شد.
  - بدلیل پایش پیوسته موتور و سامانه های خودرو توسط رایانه و مرکز کنترل و خدمات پس از فروش و اطمینان از پشتیبانی خودرو آرامش روانی راننده و سرنشین در حین پیمایش وجود خواهد داشت که به رضایتمندی مشتری در خرید محصول منجر خواهد شد.
- پشتیبانی و خدمات پس از فروش و ارایه راهنمایی در جاده و محل خرابی خودرو به رضایتمندی و تبلیغ محصول و سازندگان قطعات می انجامد.

#### ۸- مراجع

- [1] عباسی، محمد رضا، جزوه آموزشی قابلیت اطمینان، معاونت کیفیت ایران خودرو
- [2] Zhang Jinming, Fu Yongheng, Design and implementation of GPS/GPRS-based location information service system [J] Bulletin of Surveying and Mapping (11) (2007), pp. 30-33
- [3] Sun Haipeng, Zhai Chuanrun, Zhan Xingqun, Zhang Yanhua, Solution design of vehicle navigation and positioning system based on CORS [J], Surveying and Mapping Engineering, 16 (2) (2007), pp. 58-60
- [4] Huang Junhua, Chen Wensen, Construction and application of continuous operating reference system [M] Science Press, Beijing (2009) 244-275
- [5] Xu Bin, Guo Bingxuan, Implementation of vehicle navigation system based on Mobile GIS [J], Geospatial Information, 5 (5) (2007), pp. 83-85