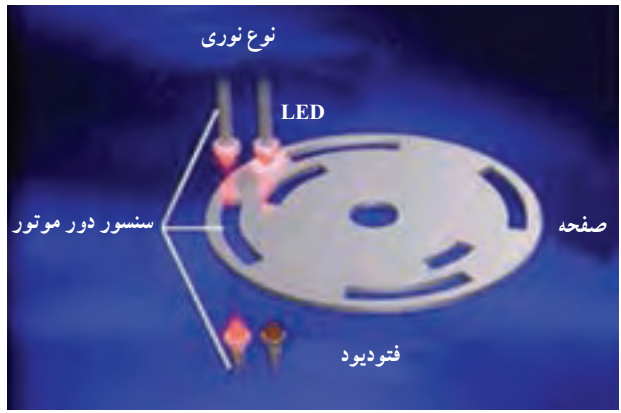
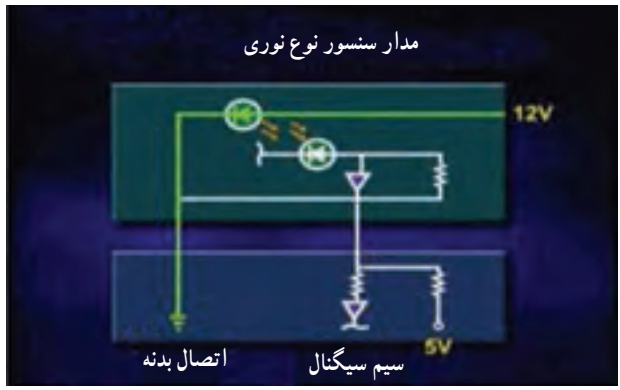
شکل ۱۰۰ــ۵ــ شکل سنسور دور موتور و موقعیت میل سوپاپ

سنسور دور موتور نوع نوری: این نوع از سنسور دور موتور شامل یک LED، فتودیود و یک صفحه شکافدار می‌باشد. نور ساطع شده از LED پس از عبور از صفحه شکافدار توسط فتودیود آشکار می‌گردد. زمانی‌که صفحه شکاف‌دار چرخش می‌نماید، اگر فتودیود نتواند نور را دریافت نماید در نتیجه سیگنال خروجی تولید نمی‌گردد که در شکل ۱۰۱ــ۵ نشان داده شده است.

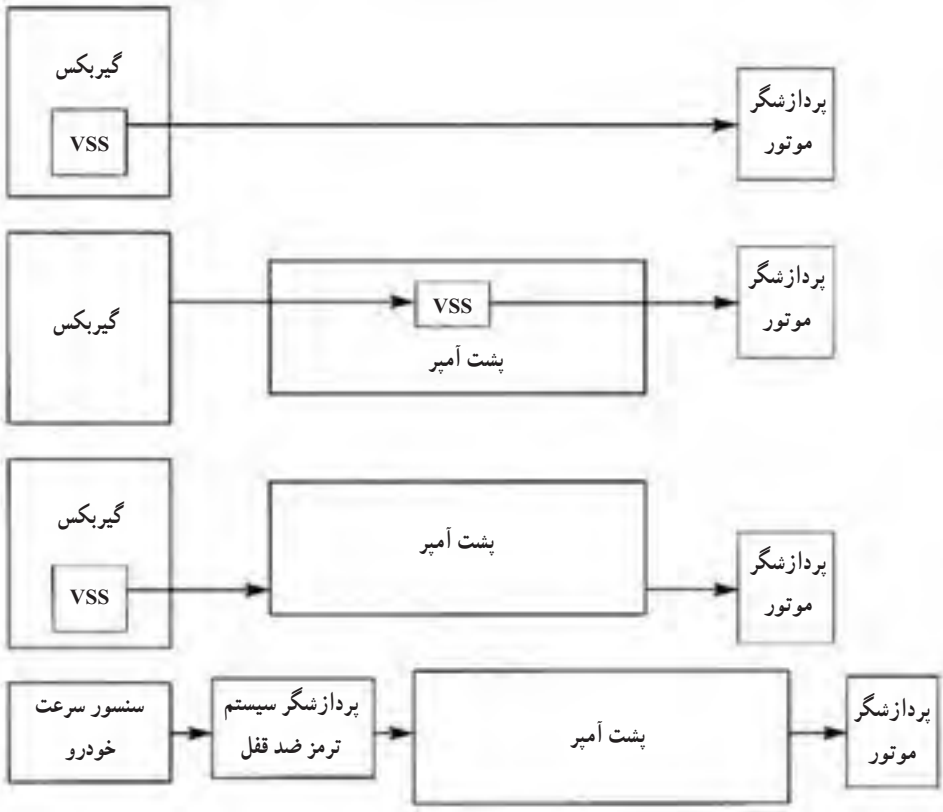




شکل ۱۰۱ــ۵

۶ــ۱۵ــ۵ــ سنسور سرعت خودرو[۱] : پردازشگر موتور از سیگنال سنسور سرعت خودرو برای بررسی عملکرد موتور استفاده می‌نماید. این سنسور سرعت شفت خروجی گیربکس یا سرعت چرخ را اندازه‌گیری می‌نماید.

در بعضی از خودروها سیگنال سنسور سرعت خودرو ابتدا به پشت آمپر رفته و سپس به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. در بعضی از خودروهای مجهز به سیستم ترمز ضد قفل پردازشگر سیستم ترمز ضد قفل سیگنال سرعت چرخ را پردازش نموده و سپس سیگنال سنسور سرعت را به پشت آمپر و بعد به پردازشگر موتور ارسال می‌نماید (شکل ۱۰۲ــ۵).



شکل ۱۰۲ــ۵

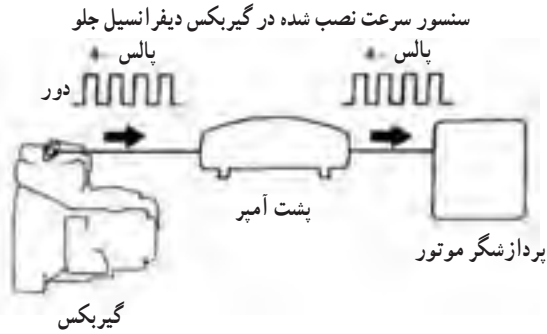
این سنسور به سه نوع الکترومگنتی و سوئیچ مغناطیسی[۲] و المنت مقاومت مغناطیسی تقسیم می‌گردد. سنسور نوع الکترومگنتی امروزه در خودروها کمتر استفاده می‌گردد. در نوع المنت مقاومت

۱ــ Vehicle Speed Sensor (VSS)

۲ــ Reed switch

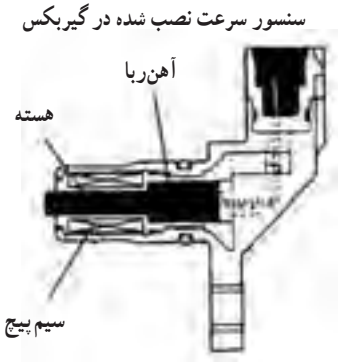
مغناطیسی که بر روی شفت خروجی گیربکس بسته می‌شود، از یک رینگ مغناطیسی که با شفت خروجی به گردش در می‌آید استفاده شده است. (شکل‌های ۱۰۳ــ۵)

شکل ۱۰۳ــ۵



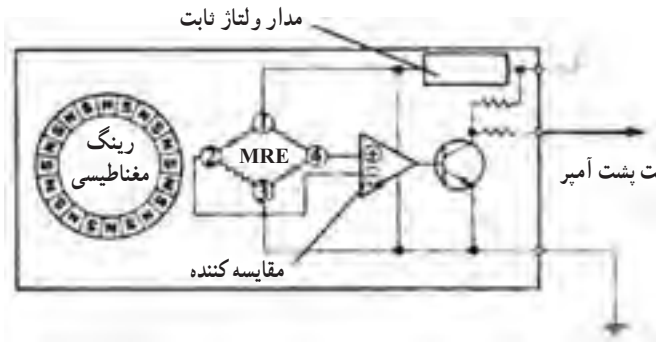
شکل ۱ــ۱۰۳ــ۶

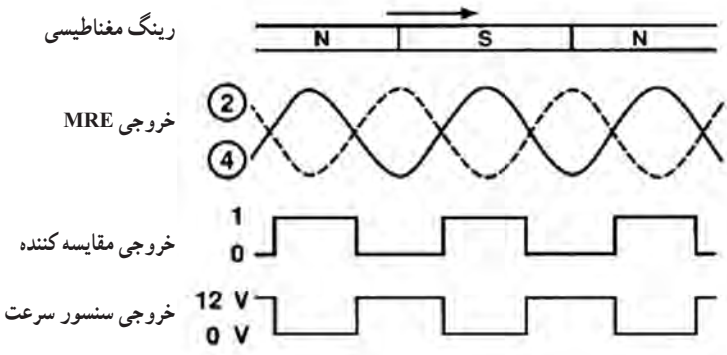
شکل ۲ــ۱۰۳ــ۵



سنسور سرعت شکل ۳ــ۱۰۳ــ۵

این سیگنال در داخل سنسور سرعت خودرو به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌گردد. این سیگنال دیجیتال به پشت آمپر رفته و سپس به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. در این نوع سنسور باید از یک منبع تغذیه (برق باتری) استفاده گردد (شکل ۱۰۴ــ۵).

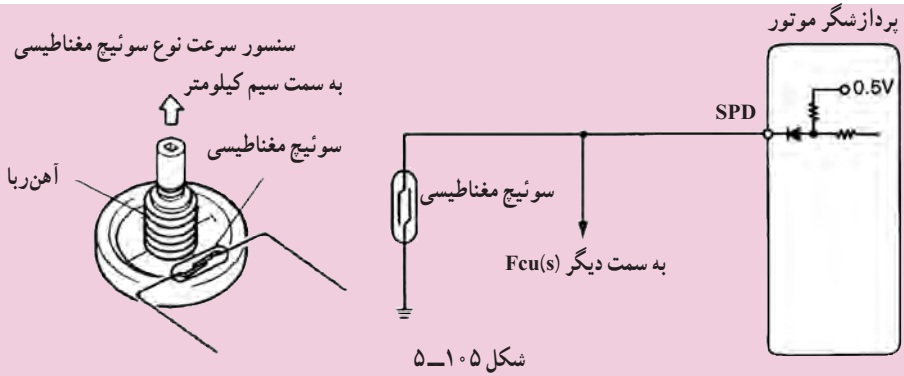




شکل ۱۰۴ــ۵

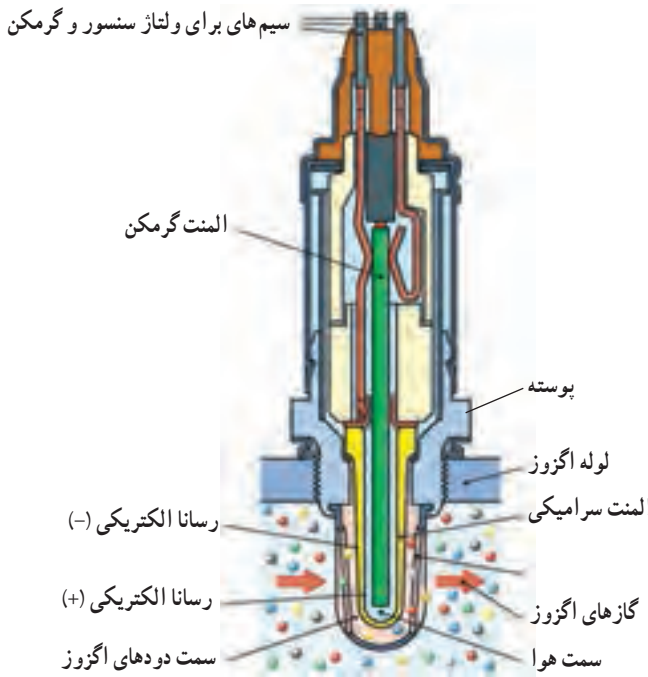
مطالعه آزاد

در سنسورهای نوع سوئیچ مغناطیسی که توسط سیم کیلومتر به حرکت در می‌آید که شامل یک آهن‌ربا و یک سوئیچ مغناطیسی و سیم کیلومتر می‌باشد. زمانی‌که آهن‌ربا می‌چرخد سوئیچ مغناطیسی متصل به آن در هر دور چهار مرتبه باز و بسته می‌گردد. از تعداد این پالس‌ها که از سنسور سرعت خودرو خارج می‌گردند، پردازشگر موتور و پشت آمپر مقدار سرعت خودرو را تعیین می‌کنند (شکل ۱۰۵ــ۵).



شکل ۱۰۵ــ۵

۷ــ۱۵ــ۵ــ سنسور اکسیژن (O_2S) : سنسور اکسیژن روی مانیفولد دود یا لوله اگزوز بسته شده است. در استاندارد OBDII دو عدد سنسور اکسیژن که یکی قبل از کاتالیست کانورتور و دیگری بعد از آن قرار گرفته است.از سنسور اکسیژن بالایی (اوّلی یا قبل از کاتالیست کانورتور) برای مدت زمان پاشش سوخت و از سنسور اکسیژن پایینی (بعد از کاتالیست کانورتور) برای مشخص کردن راندمان کاتالیست کانورتور استفاده می‌گردد. پردازشگر موتور با استفاده از سنسور اکسیژن بالایی پهنای پالس انژکتور را برای مدت زمان پاشش افزایش یا کاهش می‌دهد. مدت زمان پاشش سوخت برای نگه‌داشتن نسبت هوا و سوخت مناسب در زمان عملکرد حلقه بسته موتور لازم است (شکل۱۰۶ــ۵).



شکل ۱۰۶ــ۵

سنسور اکسیژن اوّلی را امروزه به نام سنسور نسبت هوا به سوخت (A/F) نامگذاری می‌نمایند.

قوانین عملکردی: الکترولیت جامد (عنصر زیرکونیوم) در شکل ۱۰۶ــ۵نشان می‌دهد که یک نیروی الکتریکی زمانی که اختلاف بین اکسیژن در سطح داخلی (این سطح با گازهای اگزوز در تماس می‌باشد) و غلظت اکسیژن در سطح خارجی (این سطح با هوای بیرون در تماس می‌باشد) تولید می‌گردد. زمانی که غلظت اکسیژن در گازهای خروجی کم است، یک مقدار زیادی از یون‌های اکسیژن از سمت هوای بیرون به سمت گازهای اگزوز حرکت می‌نمایند. در نتیجه حرکت یون‌های اکسیژن یک نیروی الکتریکی بین الکترود سمت هوای بیرونی و الکترود سمت گازهای اگزوز تولید می‌گردد.

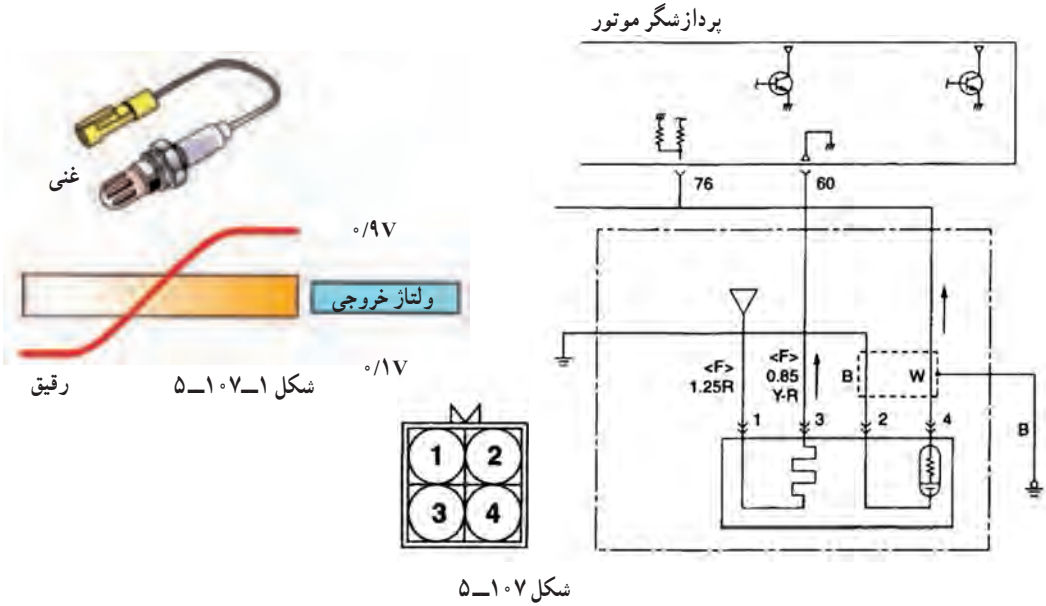
سنسور اکسیژن به دو نوع زیرکونیوم[۱] و تیتانیوم[۲] تقسیم می‌گردد، که از نظر طراحی یکسان بوده، ولی از نظر عملکردی متفاوت می‌باشند. امروزه از سنسور اکسیژن‌هایی که دارای ۴ سیم می‌باشند استفاده می‌گردد. این سنسورها دارای یک گرم‌کن الکتریکی داخلی که دارای یک سیم ولتاژ و یک سیم اتصال بدنه می‌باشد. این سنسورها به نام سنسور اکسیژن گرم‌شونده[۳] نامیده می‌شوند. ولتاژ موردنیاز این نوع سنسور اکسیژن مستقیماً از طریق سوئیچ استارت، رله یا مستقیماً از طریق پردازشگر موتور در زمانی که سوئیچ استارت در حالت روشن (ON) قرار دارد، تغذیه می‌گردد. پردازشگر موتور جریان برق گرم‌کن سنسور اکسیژن را فقط در زمان موردنیاز مانند گرم شدن موتور، دور آرام و دور کم موتور برقرار می‌نماید. وقتی موتور در درجه حرارت نرمال قرار بگیرد یا دور موتور بالا در سرعت‌های زیاد که جریان گازهای خروجی اگزوز درجه حرارت سنسور اکسیژن بالا می‌رود، پردازشگر موتور جریان برق، گرم‌کن سنسور اکسیژن را قطع می‌نماید (شکل ۱۰۷ــ۵).

سنسور اکسیژن نوع زیرکونیوم: وقتی درجه حرارت دودهای خروجی موتور کم است، سنسور اکسیژن گرم‌شونده نوع زیر کونیوم سیگنال ولتاژ تولید نمی‌کند. وقتی درجه حرارت موتور به حالت نرمال می‌رسد، این سنسور شروع به تولید سیگنال ولتاژ می‌نماید (شکل ۱ــ۱۰۷ــ۵). در زمان گرم شدن موتور، پردازشگر موتور به حالت حلقه باز کار می‌نماید در این حالت (حلقه باز) پردازشگر موتور مقدار پاشش سوخت را براساس درجه حرارت موتور و مقدار باز بودن دریچه گاز و یک برنامه

۱ــ Zirconia O_2 Sensors

۲ــ Titania O_2 Sensors

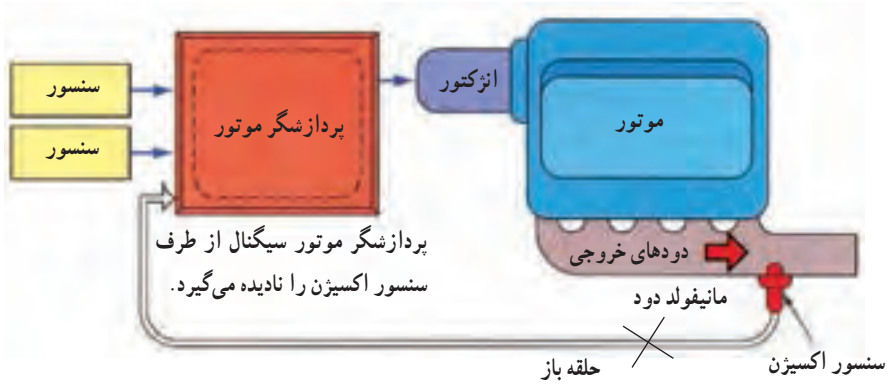
۳ــ Heatead Oxygen Sensors (HO_2S)



شکل ۱ــ۱۰۷ــ۵

شکل ۱۰۷ــ۵

از پیش تعیین شده انجام می‌دهد. وقتی موتور به درجه حرارت نرمال می‌رسد پردازشگر موتور بر اساس حالت حلقه بسته کار می‌نماید (شکل ۲ــ۱۰۷ــ۵).



شکل ۲ــ۱۰۷ــ۵

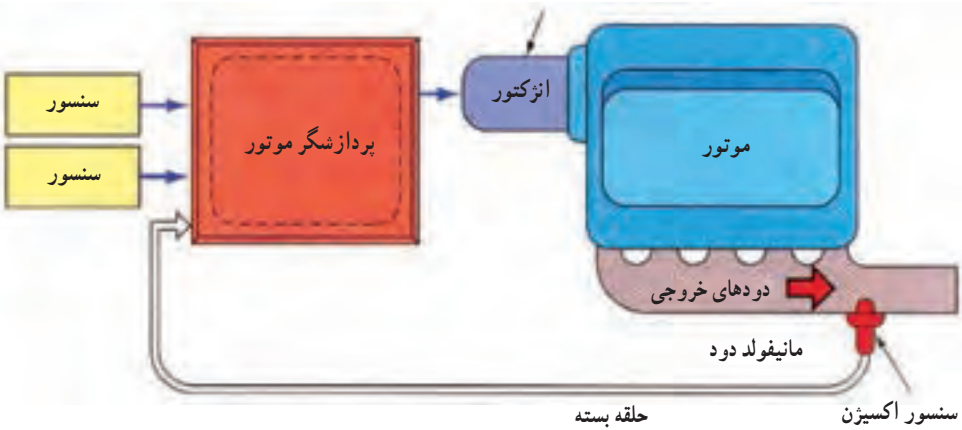
در این حالت (حلقه بسته) پردازشگر موتور برای کنترل نسبت هوا و سوخت از سیگنال سنسور اکسیژن و دیگر سنسورها استفاده می‌نماید (شکل ۳ــ۱۰۷ــ۵).

اگر عملکرد پردازشگر موتور در حالت حلقه بسته نسبت هوا به سوخت رقیق باشد یعنی اینکه همه سوخت پاشیده شده با هوا ترکیب شده و در محفظه احتراق می‌سوزد و اکسیژن زیاد می‌باشد. در این شرایط سنسور اکسیژن مقدار اکسیژن زیادی را تشخیص می‌دهد. در این زمان یک سیگنال ولتاژ

خیلی کم (۱۰۰mv) از سنسور به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. زمانی‌که این سیگنال به پردازشگر موتور می‌رسد، پردازشگر موتور پهنای پالس پاشش انژکتور را افزایش داده و یک نسبت هوا به سوخت غنی‌تر تهیه می‌گردد.

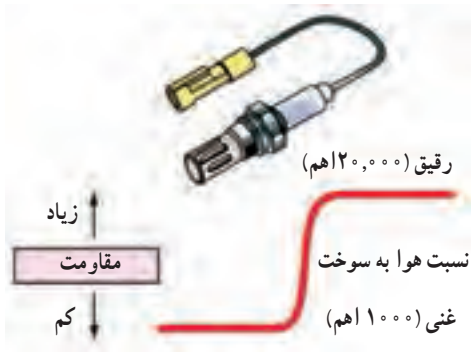
اگر عملکرد پردازشگر موتور در حالت حلقه بسته نسبت به هوا به سوخت غنی باشد یعنی اینکه مقدار سوخت زیاد می‌باشد. در این شرایط سنسور اکسیژن مقدار اکسیژن کمتری را تشخیص می‌دهد. در این زمان یک سیگنال ولتاژ زیاد در حدود (۹۰۰mv) از سنسور به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. زمانی‌که این سیگنال به پردازشگر موتور می‌رسد، پردازشگر موتور پهنای پالس پاشش انژکتور را کاهش داده و یک نسبت هوا به سوخت رقیق‌تر تهیه می‌گردد.

پردازشگر موتور مطابق با سیگنال سنسور
اکسیژن پاشش سوخت را کنترل می‌کند.



شکل ۳ــ۱۰۷ــ۵

سنسور اکسیژن نوع تیتانیوم: سنسور اکسیژن تیتانیوم از اکسید تیتانیوم (Tio_2) ساخته شده است. مقاومت در سنسور اکسیژن تیتانیوم به نسبت هوا به سوخت از رقیق به غنی تغییر می‌کند. اگر نسبت هوا به سوخت رقیق باشد مقاومت تیتانیوم زیاد و در حدود ۲۰,۰۰۰ اهم (Ω) می‌باشد و سیگنال ولتاژ سنسور کم است. وقتی نسبت سوخت و هوا غنی باشد مقاومت تیتانیوم کم و در حدود ۱,۰۰۰ اهم (Ω) می‌باشد و سیگنال ولتاژ سنسور زیاد است (شکل ۴ــ۱۰۷ــ۵) سنسور اکسیژن نوع تیتانیوم گرم‌کن‌دار بعد از روشن شدن موتور فوراً سیگنال تولید می‌نماید. این فعالیت برای بهبود کنترل نسبت هوا به سوخت در زمان عملکرد موتور سرد می‌باشد.



شکل ۴ــ۱۰۷ــ۵

۸ــ۱۵ــ۵ــ ناک سنسور[1] : ناک سنسور اغلب به روی بلوکه سیلندر یا سرسیلندر بسته می‌شود. این سنسور به نام سنسور ضربه یا سنسور خودسوزی نیز شناخته می‌شود. ناک سنسور از کریستال پیزوالکتریک ساخته می‌شود. زمانی‌که در موتور یک خودسوزی یا ضربه ایجاد می‌گردد یک لرزش در بلوکه سیلندر یا سرسیلندر به‌وجود می‌آید. ناک سنسور این لرزش را به یک سیگنال ولتاژ تغییر می‌دهد. زمانی‌که پردازشگر موتور سیگنال ناک سنسور را دریافت می‌نماید، پردازشگر موتور آوانس جرقه را کاهش می‌دهد تا خودسوزی متوقف گردد (شکل ۱۰۸ــ۵).

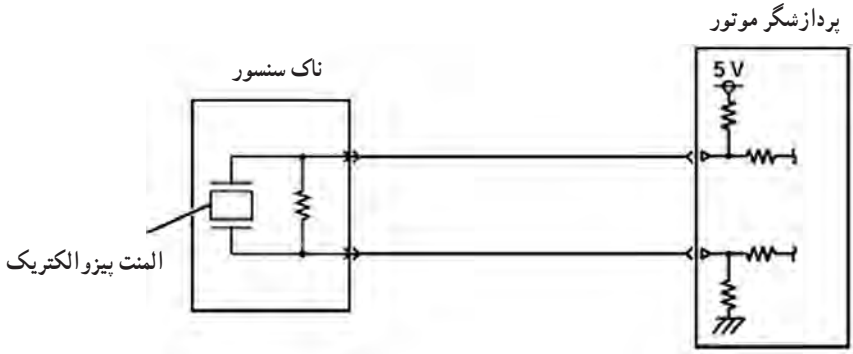
شکل ۱۰۸ــ۵

تا یک محدوده قدرت بیشتر موتور را می‌توان با افزایش آوانس جرقه ایجاد نمود. به هر حال زیاد کردن خیلی زیاد آوانس باعث بروز ضربه در موتور می‌گردد.

ضربه باعث افزایش آلایندگی می‌گردد. ضربه در موتور باعث آسیب دیدن قطعات داخلی موتور

۱ــ knock Sensors

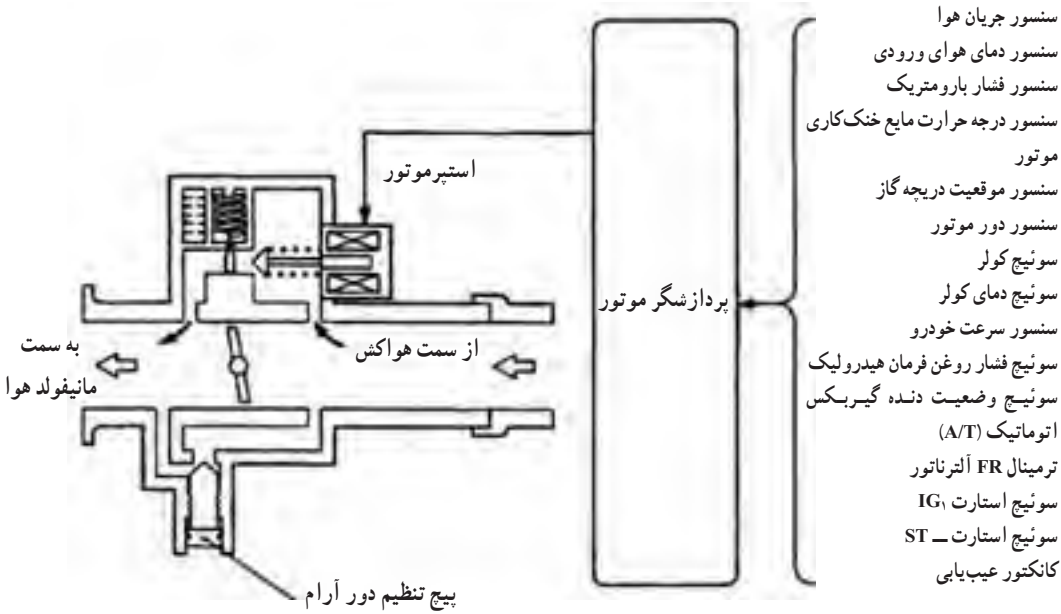
از قبیل پیستون، شاتون، سوپاپ‌ها، واشر سرسیلندر و شمع می‌گردد.
در شکل ۱۰۹ــ۵ مدار الکتریکی سنسور ضربه ترسیم شده است.



شکل ۱۰۹ــ۵

۱۶ــ۵ــ سیستم کنترل دور آرام

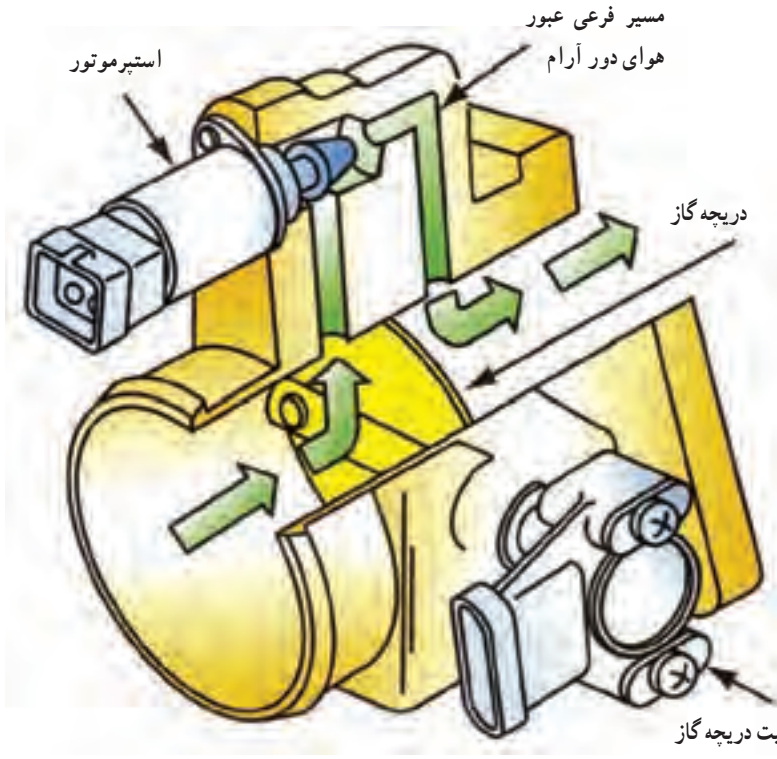
(۱) نمای کلی



شکل ۱۱۰ــ۵

برای فائق آمدن به تغییرات از دور آرام به دیگر حالت‌های عملکردی موتور یک استپرموتور به سمت جلو و عقب مطابق با یک برنامه از پیش تعیین شده برای کنترل مقدار هوای ورودی در یک مسیر فرعی در دریچه گاز عمل می‌نماید. بنابراین دور آرام در یک دور بهینه نگهداری می‌گردد (شکل ۱۱۰ــ۵).

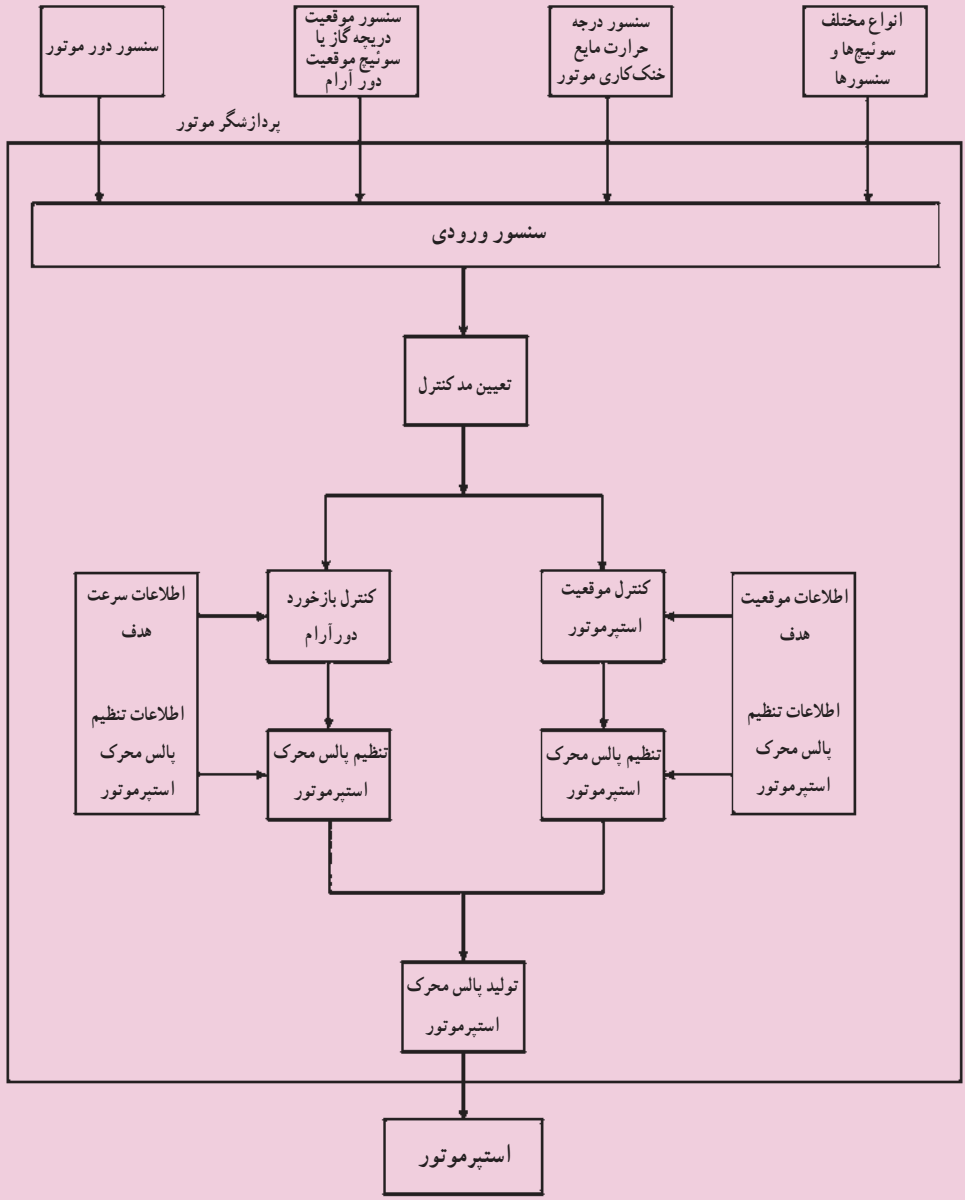
برای کنترل استپرموتور، دور آرام واقعی همیشه توسط پردازشگر موتور محاسبه می‌گردد. اگر اختلافی بین دور آرام هدف باشد، یک کنترل بازخورد استپرموتور را برای تصحیح دور آرام واقعی با دور آرام هدف به حرکت در می‌آورد. برای فائق شدن به تغییرات بار موتور مانند کولر، چرخاندن فرمان هیدرولیک استپرموتور به صورت پله‌ای (مرحله‌ای) به موقعیت هدف حرکت می‌نماید. کنترل موقعیت استپرموتور زمانی‌که موتور در حالت روشن شدن یا کاهش شتاب است نیز انجام می‌گیرد (شکل ۱۱۱ــ۵).



شکل ۱۱۱ــ۵

(۲) عملکرد سیستم

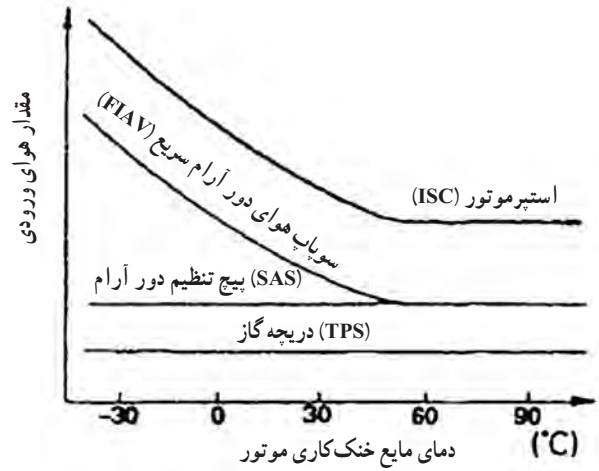
۱ـ جریان کنترل دور آرام



جدول ۴ــ۵

پردازشگر موتور دور موتور واقعی را با دور موتور هدف برنامه‌ریزی شده مطابق با سطح مختلفی از بار موتور مقایسه می‌نماید؛ سپس درجه مورد نیاز برای کنترل انرژی لازم برای چرخاندن استپرموتور مطابق با نتایج محاسبه شده را انجام می‌دهد. استپرموتور درصد جریان هوا را تنظیم می‌نماید (نمودار ۴ــ۵).

۲ـ کنترل جریان هوای دور آرام (در زمان دور آرام): زمانی که موتور در دور آرام است، جریان هوای ورودی از طریق چهار مسیر سوپاپ استپرموتور، سوپاپ هوای دور آرام سریع، پیچ تنظیم دور آرام و دریچه گاز اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۱۱۲ــ۵).



شکل ۱۱۲ــ۵

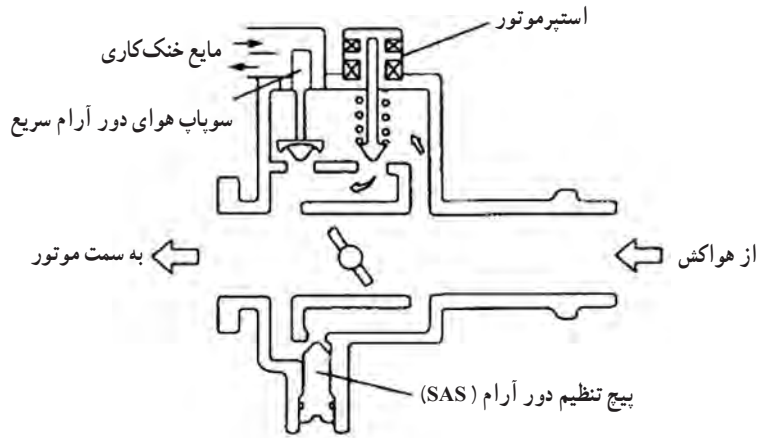
الف) سیستم کنترل دور آرام (با سوپاپ هوای دور آرام سریع)

۱ــ مقدار هوایی که از سوپاپ استپرموتور عبور می‌کند توسط پردازشگر موتور کنترل می‌گردد تا دور آرام موتور بهینه باشد.

۲ــ مقدار هوای عبوری از سوپاپ هوای دور آرام سریع توسط یک ترموواکس[۱] کنترل می‌گردد. زمانی که درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور کم است، ترموواکس جمع شده و درصد جریان هوای عبوری از میان سوپاپ هوا افزایش پیدا می‌نماید. زمانی که درجه حرارت مایع خنک‌کاری به بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌نماید سوپاپ هوا کاملاً بسته می‌شود.

۱ــ Thermo Wax

۳ــ پیچ تنظیم دور آرام (SAS [۱]) در دریچه گاز قرار دارد و برای تنظیم جریان هوای دور آرام در حالت بهینه استفاده می‌گردد (شکل ۱۱۳ــ۵).



شکل ۱۱۳ــ۵

ب) سیستم کنترل دور آرام جریان محدود : سیستم کنترل دور آرام نوع محدودکننده نرخ جریان اجازه می‌دهد زمانی که موتور سرد است هوای بیشتری عبور نماید و زمانی که موتور گرم شود محدود کننده نوع بی‌متالی بسته شده و هوای کمتری به سمت مانیفولد هوا عبور نماید. در این سیستم محدود کننده نوع بی‌متالی به‌صورت سری با استپرموتور قرار گرفته است (شکل ۱۱۴ــ۵).

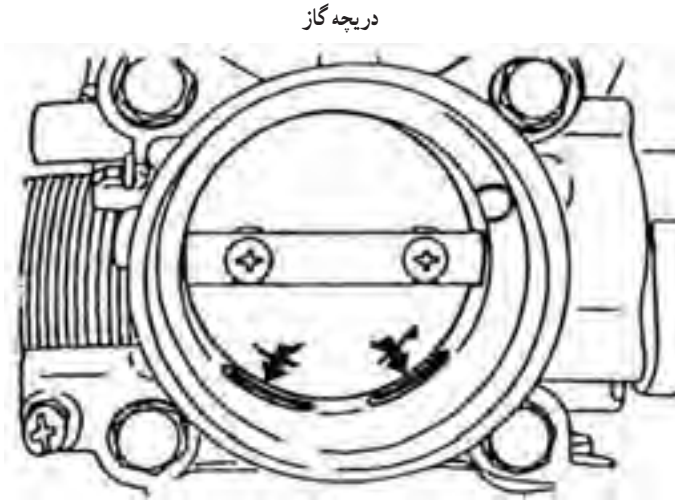
شکل ۱۱۴ــ۵

۱ــ Speed Adjusting Screw

ج) پیچ تنظیم دور آرام : تغییرات موقعیت زاویه‌ای از پیچ تنظیم فاصله بین دریچه گاز و پوسته دریچه گاز را تغییر می‌دهد. این فاصله بهینه در زمان تولید خودرو در کارخانه سازنده، تنظیم می‌گردد. و معمولاً لازم به تنظیم نمی‌باشد (شکل ۱۱۵ــ۵) در صورت نیاز به تنظیم باید توسط دستگاه عیب‌یاب و فیلر تنظیم گردد.

شکل ۱۱۵ــ۵

د) دریچه گاز[1] : دریچه گاز در موقعیت کمی باز برای جلوگیری از چسبیدن دریچه گاز براثر حرارت تنظیم می‌گردد (شکل ۱۱۶ــ۵).



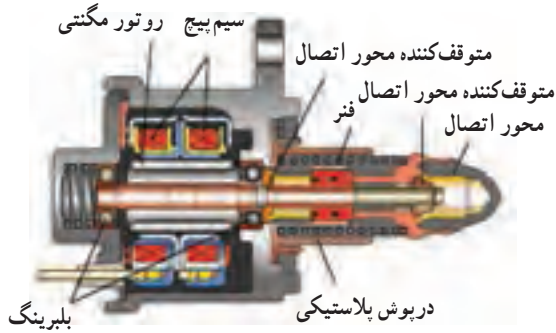
شکل ۱۱۶ــ۵

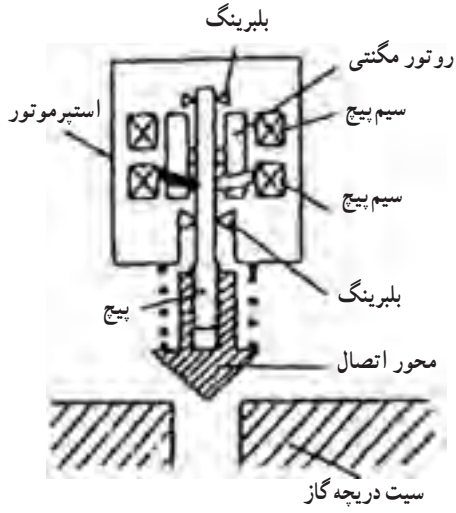
۱ــ Throttle valve

۴ــ سیستم سرو کنترل دورآرام : سیستم سرو کنترل دور آرام شامل یک استپرموتور و یک محور اتصال می‌باشد. آنها در روی بدنه دریچه گاز قرار گرفته‌اند. با چرخش استپرموتور در پاسخ به سیگنال ارسالی از طرف پردازشگر موتور محور اتصال برای افزایش یا کاهش مقدار هوای عبوری از مسیر فرعی دریچه گاز جلو و عقب حرکت می‌نماید (شکل ۱۱۷ــ۵).

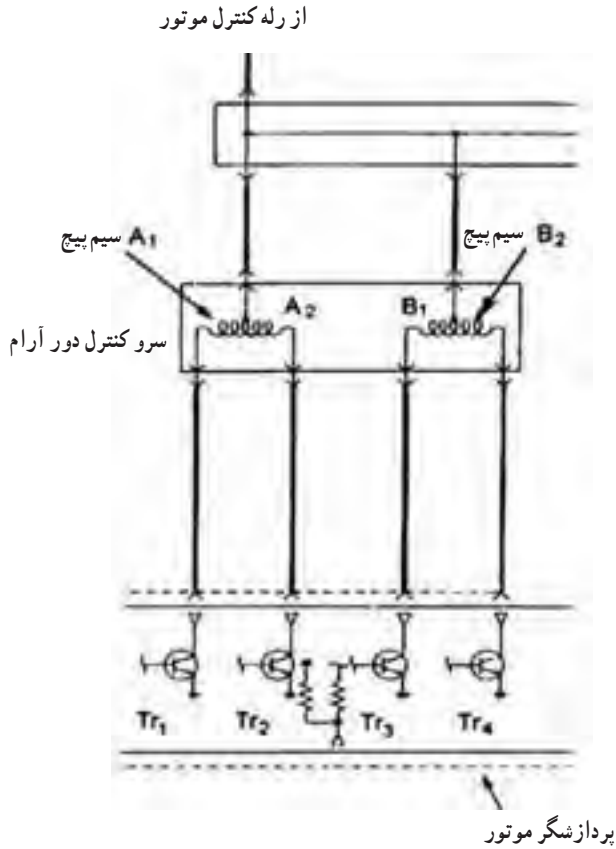
۵ــ مدار سر و کنترل دور آرام : در شکل ۱۱۸ــ۵ پردازشگر موتور ابتدا ترانزیستور Tr_1 را برای سیم‌پیچ A_1 تغذیه می‌نماید و سپس آن Tr_2 را برای سیم‌پیچ B_2 تغذیه می‌نماید. مراحل به ترتیب زیر در شکل ۱۱۹ــ۵ ادامه پیدا می‌نماید.

$$[B_1 \text{ و } A_2] \rightarrow [A_2 \text{ و } B_2] \rightarrow [B_2 \text{ و } A_1] \rightarrow [A_1 \text{ و } B_1]$$

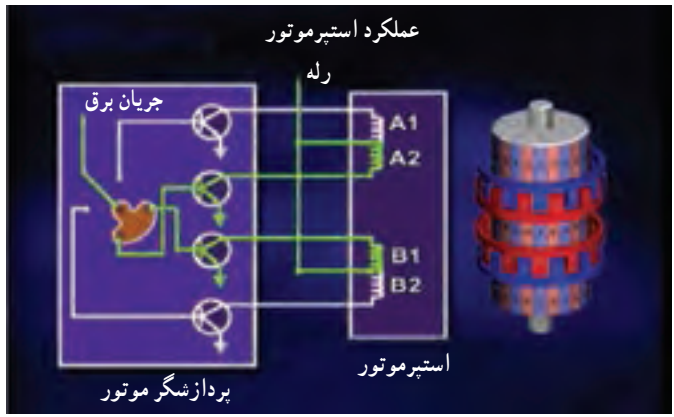




شکل ۱۱۷ــ۵



شکل ۱۱۸ــ۵



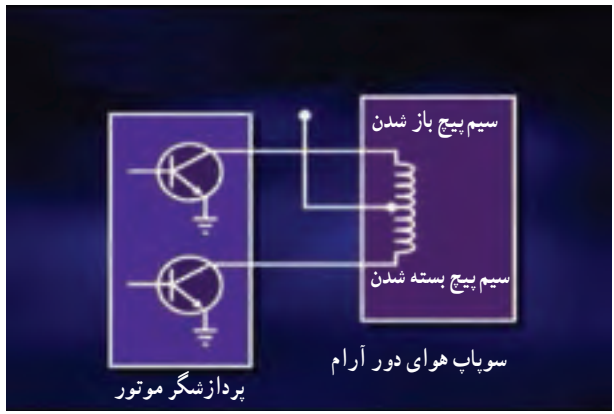
شکل ۱۱۹ــ ۶

بنابراین سرو موتور موافق عقربه‌های ساعت حرکت می‌نماید. سرو موتور برای چرخش خلاف عقربه‌های ساعت به ترتیب مراحل زیر کار می‌نماید :

$[B_1 \text{ و } A_1] \rightarrow [A_1 \text{ و } B_2] \rightarrow [B_2 \text{ و } A_2] \rightarrow [A_2 \text{ و } B_1]$

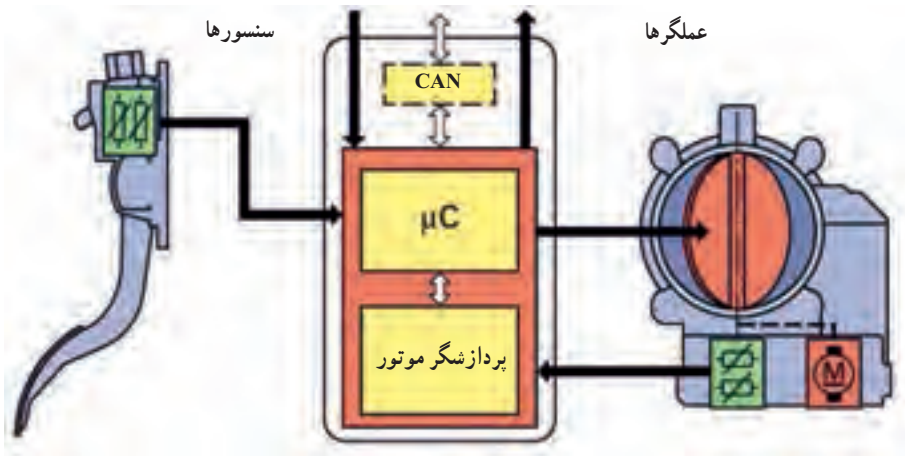
امروزه از سوپاپ هوای دور آرام نوع استپرموتوری و نوع چرخشی در خودروها استفاده می‌نمایند (شکل ۱۲۰ــ۵ و ۱۲۱ــ۵).

شکل ۱۲۰ــ۵ــ انواع سوپاپ دور آرام



شکل۱۲۱ــ۵ــ مدار الکتریکی نوع چرخشی

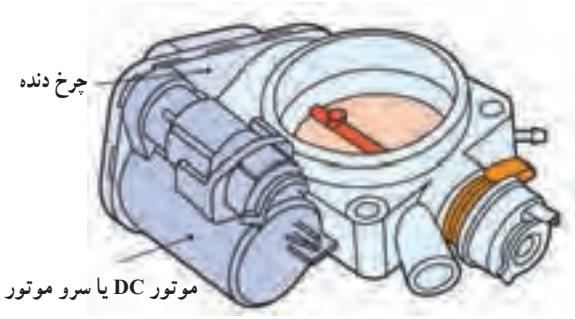
دریچه گاز نوع محرک مستقیم : امروزه در خودروها از دریچه گازهای الکتریکی که فاقد سیم گاز باشند استفاده می‌نمایند. این نوع از دریچه گازها به‌صورت استپرموتور یا موتور DC به حرکت در می‌آیند (شکل ۱۲۲ــ۵).



شکل ۱۲۲ــ۵

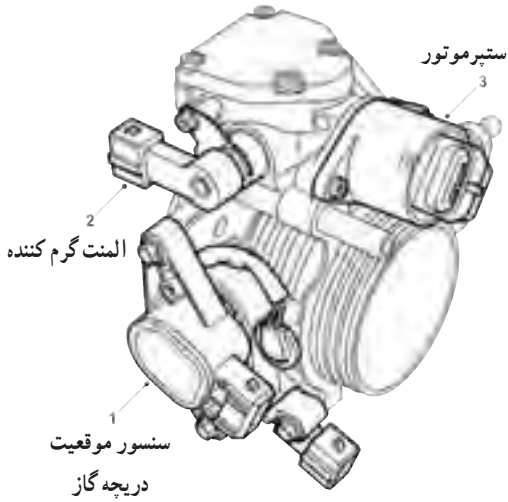
در سیستم کنترل دریچه گاز مستقیم پدال گاز دارای یک سنسور به نام سنسور موقعیت پدال گاز بوده که مقدار فشردگی پدال گاز توسط راننده را به پردازشگر موتور فرستاده و پردازشگر موتور یک موتور یا DC یا سرو موتور روی دریچه گاز را به مقدار فشرده شدن پدال گاز باز می‌نماید (شکل ۱۲۳ــ۵ و ۱۲۴ــ۵).

شکل ۱۲۳ــ۵



شکل ۱۲۴ــ۵

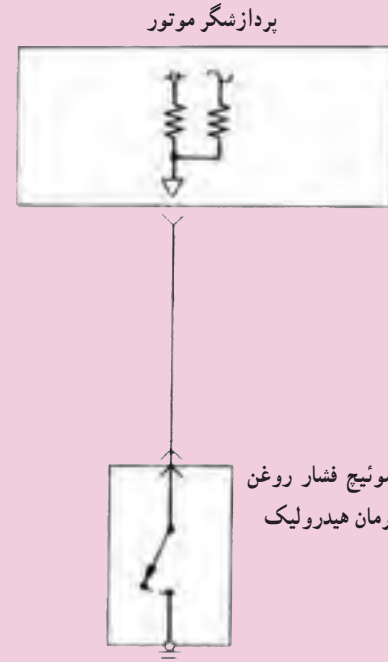
المنت گرم‌کنندهٔ محفظه دریچه گاز: برروی بعضی از خودروها از یک المنت گرم کننده (۲) در شکل ۱۲۵ــ۵ برای جلوگیری از یخ زدن محفظهٔ دریچهٔ گاز استفاده شده است. در بعضی از خودروها آب موتور در اطراف استپرموتور گردش می‌کند تا از یخ‌زدگی و تشکیل ناخالصی که باعث حرکت نامنظم در دور آرام می‌گردد جلوگیری شود.

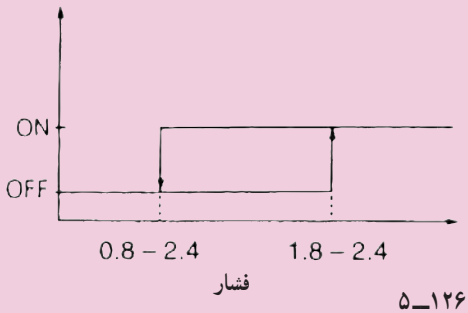


شکل ۱۲۵ــ۵

مطالعه آزاد

۱ــ۱۵ــ۵ــ سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک : در بعضی از خودروها که دارای سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک می‌باشند با چرخاندن فرمان در دور آرام مقدار هوای دور آرام برای افزایش دور زیادتر می‌شود (شکل ۱۲۶ــ۵).

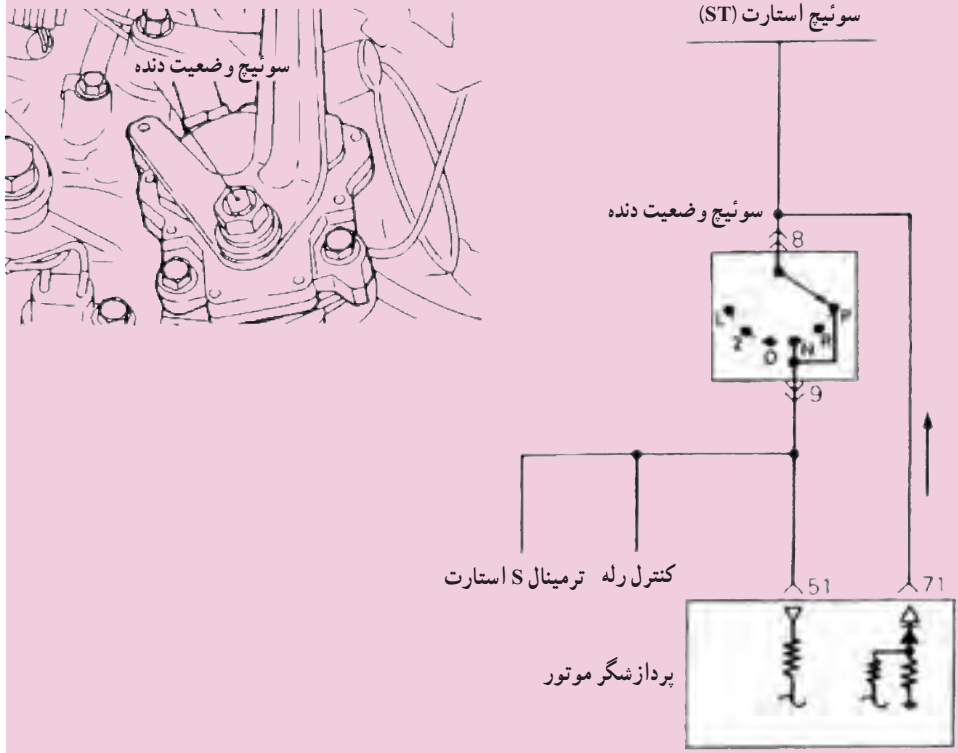




شکل ۱۲۶ــ۵

مطالعه آزاد

۲ــ۱۵ــ۵ــ سوئیچ وضعیت دنده گیربکس اتوماتیک: سوئیچ وضعیت دنده گیربکس اتوماتیک، وضعیت دنده در گیربکس اتوماتیک را تشخیص می‌دهد (شکل ۱۲۷ــ۵).



شکل ۱۲۷ــ۵

۱۷ــ۵ــ سیستم کنترل آلایندگی

گازهای اگزوز

در موتور یک خودرو با سوختن بنزین یا گازوئیل قدرت تولید می‌گردد. متأسفانه احتراق کامل سوخت غیرممکن است، این بدان معنی است که موادی به نام‌های هیدروکربن‌های نسوخته، مونوکسید کربن، اکسید نیتروژن و... در اتسمفر (محیط) آزاد می‌گردند. این مواد هوا را آلوده می‌نمایند و همچنین قوانین سختی برای محدود کردن آلایندگی‌های خروجی موتور وجود دارد.

۱ــ اجزاء گازهای اگزوز : گازهای اگزوز از احتراق و واکنش کربن (C) و هیدروژن (H) که جزء اتم‌های بنزین هستند، و اکسیژن (O) و نیتروژن (N) که مواد تشکیل دهنده هوا می‌باشند، تحت دما و فشار بالا تولید می‌گردند.

مواد آلاینده گازهای خروجی اگزوز

a) مواد آلاینده

- موادی که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بروی محیط زیست تأثیرگذارند :

مونوکسید کربن (CO)

هیدروکربن (HC)

اکسید نیتروژن (NO_X)

b) مواد مضر و تأثیرات آن برروی بدن انسان

- مونوکسید کربن (CO) :

یک ماده چسبناکی که ۳۰۰ برابر قوی‌تر از هموگلوبین بوده و به هموگلوبین CO تبدیل شده که باعث بی نظمی در متابولیسم بدن می‌گردد.

- اکسید نیتروژن (NO_X)
- اختلالات در سیستم عصبی بدن به مدت زمانی که اکسید نیتروژن به‌طور پیوسته تنفس می‌گردد وابسته است.
- هیدروکربن و اکسید نیتروژن (NO_X و HC)

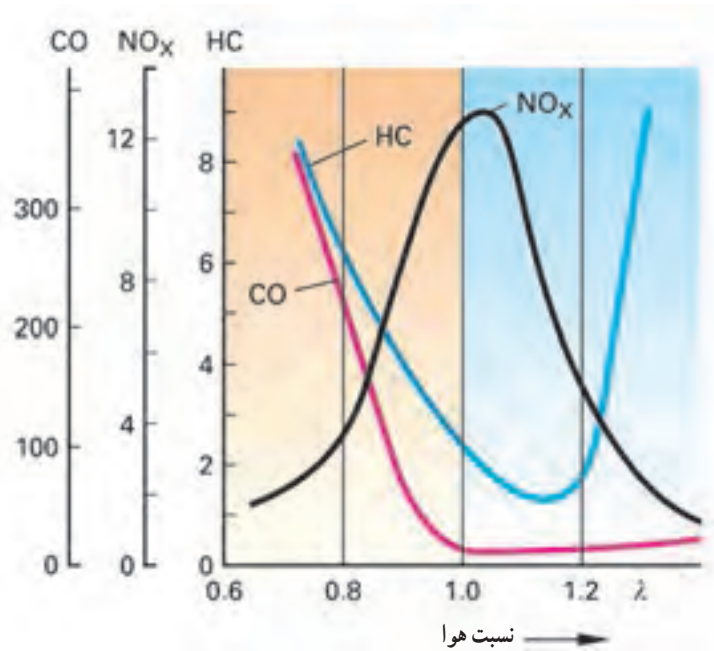
انتشار این مواد در هوای آزاد باعث تولید مه دود تحت نور شدید خورشید می‌گردد. این دود شامل اوزن و ترکیب نیترو گشته و به پوست و چشم آسیب می‌رساند.

۳ــ مکانیزم تولید اجزاء گازهای مضر

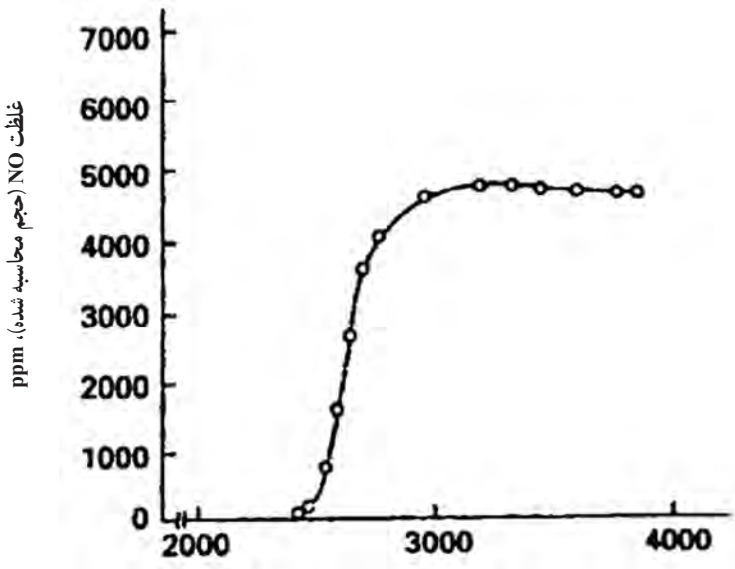
a) تولید CO : مونوکسید کربن (CO) در زمان احتراق بنزین تولید می‌گردد. در شکل ۱۲۸ــ۵ غلظت مونوکسید کربن (CO) در نسبت سوخت و هوای مختلف نشان داده شده است.

b) تولید هیدروکربن‌ها (HC) : هیدروکربن در گازهای خروجی اگزوز یا قسمتی از سوخت‌های نسوخته و روابط آن با نسبت سوخت و هوا در شکل ۱۲۸ــ۵ توضیح داده شده است.

c) تولید اکسیدهای نیتروژن (NO_X) : بیشترین محصول تولید شده در محفظه احتراق موتور NO می‌باشد. NO از ترکیب N_2 و O_2 تحت دما و فشار بالا توسط احتراق تولید می‌گردد (شکل ۱۲۹ــ۵).



شکل ۱۲۸ــ۵



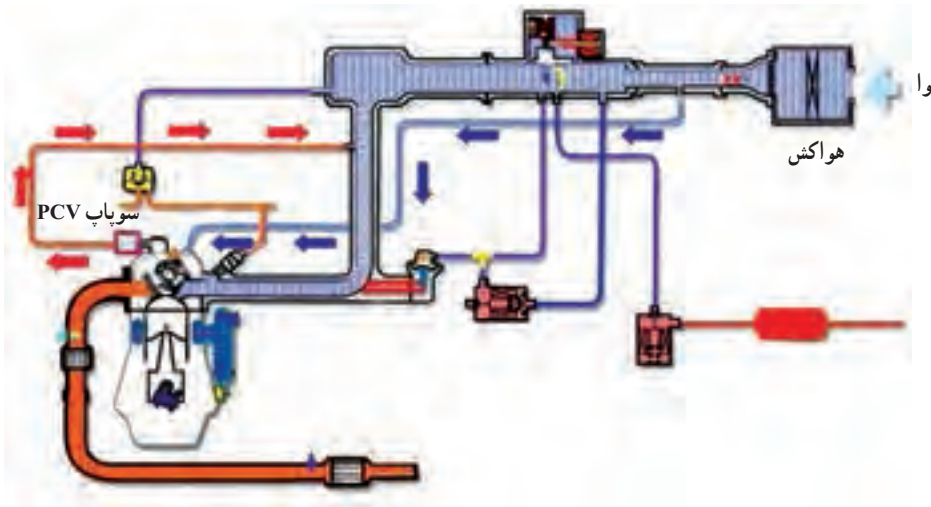
ماکزیمم درجه حرارت گاز احتراق برحسب کلوین (K)

شکل ۱۲۹ــ۵

۱ــ۱۷ــ۵ــ عملکرد سیستم کنترل آلایندگی

۱ــ سیستم کنترل آلایندگی محفظه میل لنگ : سیستم کنترل آلایندگی محفظه میل لنگ یک سیستمی برای جلوگیری از آزاد شدن بخارهای محفظه میل لنگ[۱] به اتمسفر (محیط) می‌باشد (شکل ۱۳۰ــ۵).

هوای آزاد از هواکش به داخل محفظه میل لنگ از مجرای شیلنگ هواکش وارد و با گازهای محفظه میل‌لنگ مخلوط می‌گردد. گازهای خروجی محفظه میل لنگ به داخل مانیفولد هوای ورودی از مجرای سوپاپ تهویه مثبت محفظه میل لنگ (PCV) کشیده می‌شوند. سوپاپ PCV طوری طراحی شده است که پلانچر مطابق با خلأ مانیفولد بلند شده (حرکت می‌نماید تا جریان گازهای خروجی محفظه میل لنگ) را به‌طور مناسب تنظیم نماید (جدول ۵ــ۵).



شکل ۱۳۰ــ۵

جدول ۵ــ۵ــ جدول عملکرد سوپاپ PCV

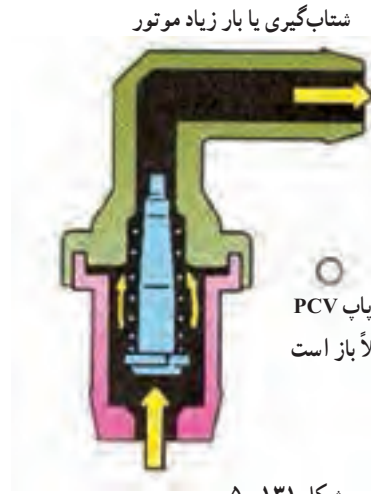
بار موتور	خلأ	پلانچر	جریان گازهای خروجی محفظه میل لنگ
کم	زیاد	حرکت به سمت چپ	کم
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
زیاد	کم	تا انتها سمت راست	زیاد

۱ــ Blow By Gas

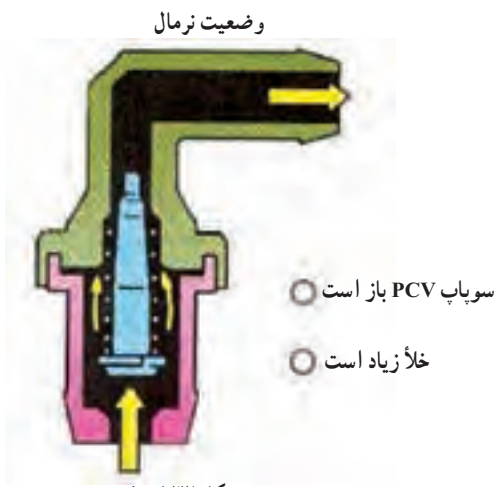
جریان گازهای خروجی محفظه میل لنگ در زمانی که بار موتور کم باشد برای کار کردن پایدار موتور تنظیم می‌گردد. جریان گازهای خروجی میل لنگ در بار زیاد موتور برای بهبود کارایی تهویه افزایش می‌یابد.

● ***سوپاپ تهویه مثبت محفظه میل لنگ (PCV)*** : سوپاپ PCV در پاسخ به خلأ مانیفولد هوای ورودی حرکت می‌نماید، بنابراین گازهای خروجی محفظه میل لنگ بهبود می‌یابد. زمانی‌که بار موتور کم است مقدار گازهای خروجی محفظه میل لنگ (blow –by–Gas) برای پایداری وضعیت موتور محدود می‌گردد و زمانی‌که بار موتور زیاد می‌شود، مقدار آن افزایش می‌یابد (شکل‌های ۱۳۱ــ۵ و ۱۳۲ــ۵).

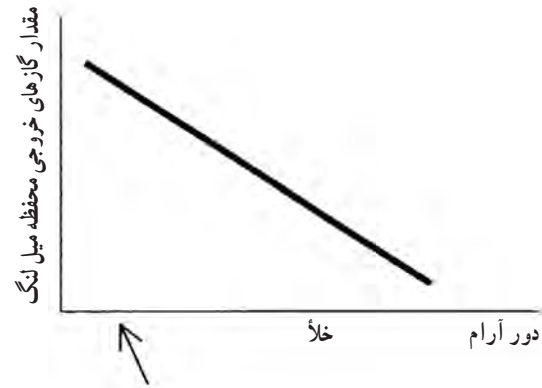
در نمودار ۱۳۳ــ۵ رابطه بین خلأ و مقدار گازهای خروجی محفظه میل لنگ نمایش داده شده است.



شکل ۱۳۱ــ۵

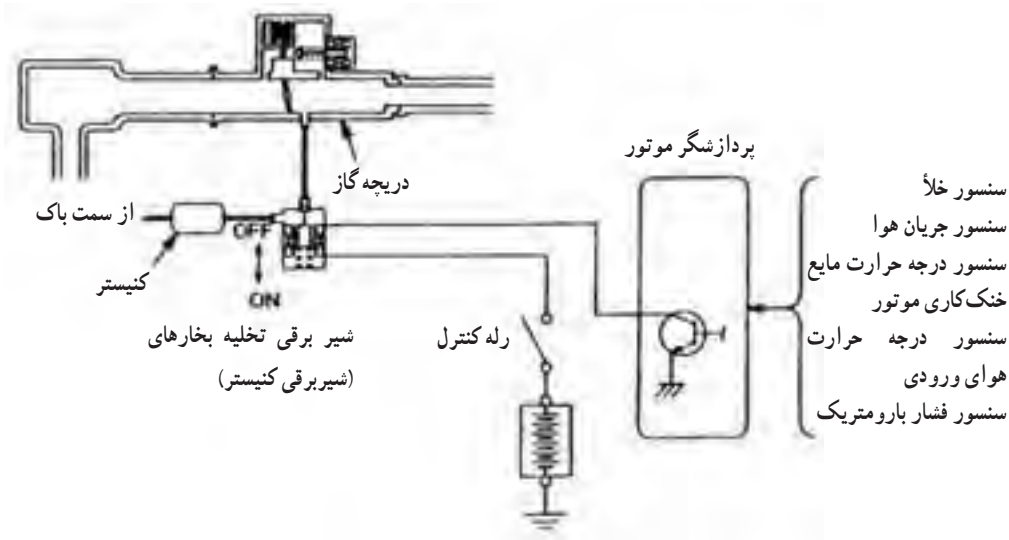


شکل ۱۳۲ــ۵



شکل ۱۳۳ــ۵

۲ــ سیستم کنترل آلایندگی بخارهای سوخت : سیستم کنترل آلایندگی بخارهای سوخت از وارد شدن بخار سوخت تولید شده در باک به اتمسفر جلوگیری می‌نماید (شکل ۱۳۴ــ۵).



شکل ۱۳۴ــ۵

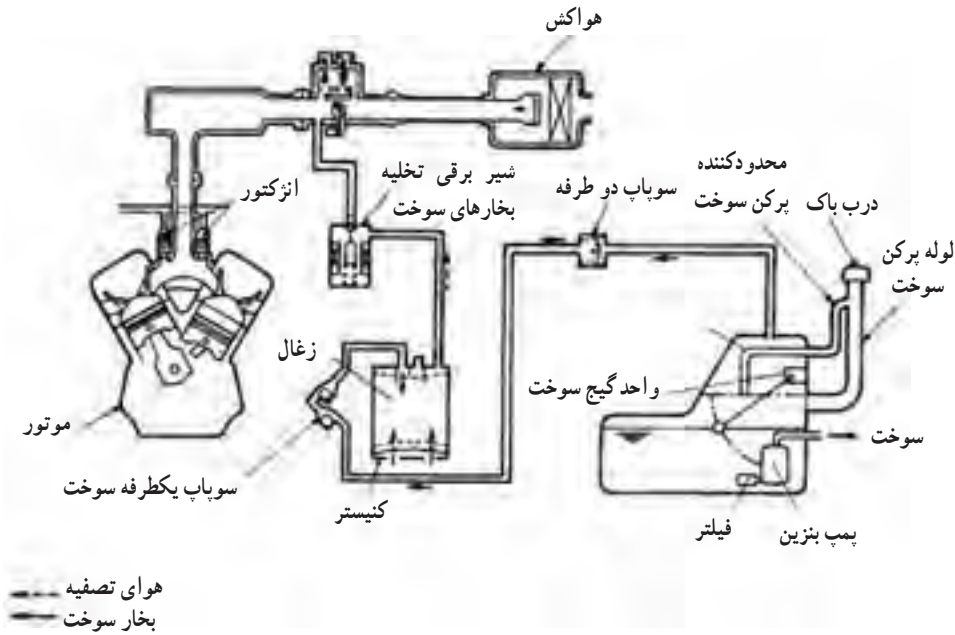
بخارهای سوخت باک از سوپاپ کنترل فشار باک و لوله و شیلنگ‌های بخار جریان پیدا نموده و در کنیستر[1] به‌صورت موقت ذخیره می‌شوند. زمانی‌که خودرو روشن است، سوپاپ سلنوئیدی کنترل تخلیه بخارها[2] توسط پردازشگر موتور روشن می‌گردد، بخارهای سوخت ذخیره شده در کنیستر از میان سوپاپ سلنوئیدی کنترل تخلیه بخارهای (شیر برقی کنیستر) و مسیر مربوطه وارد مانیفولد ورودی شده و در محفظه احتراق می‌سوزد.

زمانی‌که درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور کم است یا زمانی‌که مقدار هوای ورودی کم می‌باشد (برای مثال زمانی‌که موتور در دور آرام می‌باشد.) پردازشگر موتور سوپاپ سلنوئیدی کنترل تخلیه بخارها را در حالت خاموش (OFF) قرار می‌دهد و جریان بخارهای سوخت به مانیفولد ورودی قطع می‌گردد. این عمل نه تنها برای مطمئن شدن از حرکت نکردن خودرو در زمانی‌که موتور سرد است یا بار وارد بر موتور کم می‌باشد بلکه همچنین سطح آلایندگی را تثبیت می‌نماید.

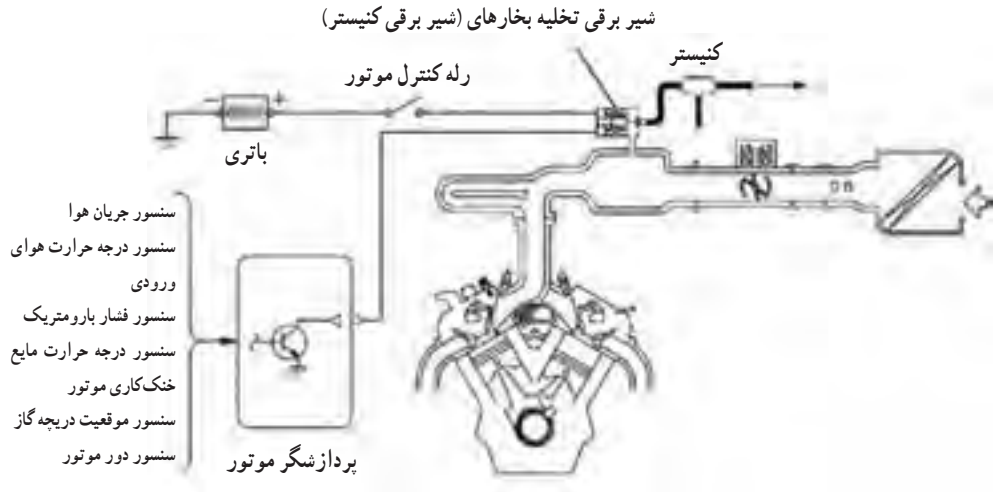
a) دیاگرام سیستم : در شکل ۱۳۵ــ۵ و ۱۳۶ــ۵ دیاگرام سیستم کنترل آلایندگی بخارهای سوخت نشان داده شده است.

۱ــ Canister

۲ــ Purge Control Solenoid Valve

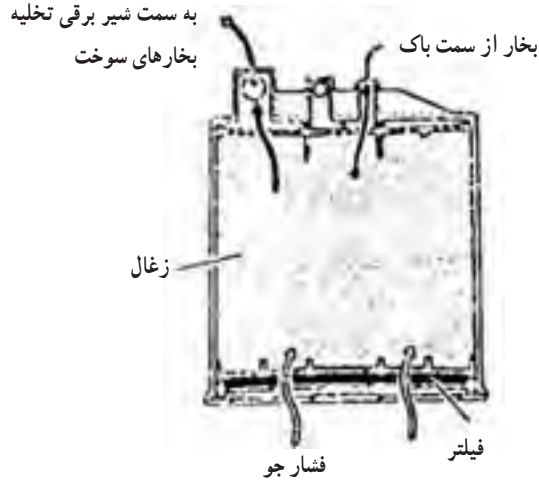


شکل ۱۳۵ــ۵ــ دیاگرام سیستم کنترل آلایندگی با شیر برقی ON/OFF

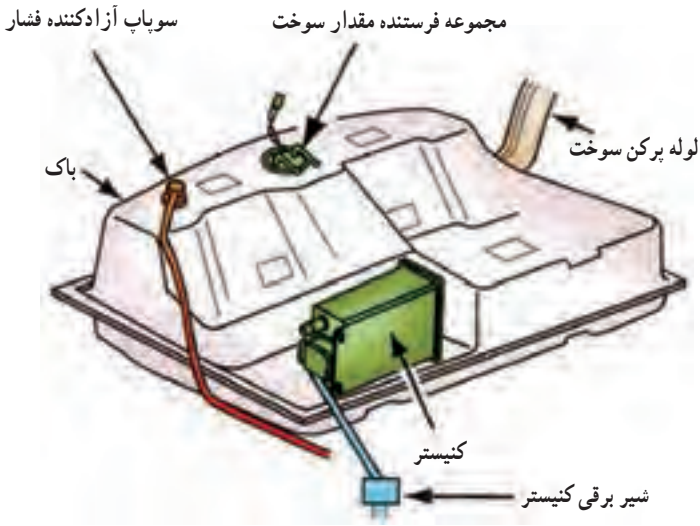


شکل ۱۳۶ــ۵ــ دیاگرام سیستم کنترل آلایندگی با شیر برقی درصدی (Duty Cycle)

b) کنیستر: زمانی‌که موتور روشن نمی‌باشد، بخارهای سوخت تولید شده در داخل باک جذب شده و در کنیستر ذخیره می‌شوند. زمانی‌که موتور روشن می‌گردد، بخارهای سوخت ذخیره شده در کنیستر به داخل دریچه گاز[1] از مجرای سوپاپ سلنوئیدی تخلیه بخارهای کشیده می‌شوند (شکل۱۳۷ــ۵). محل قرارگیری کنیستر در کنار باک و یا در محفظه موتور می‌باشد (شکل ۱۳۸ــ۵).



شکل ۱۳۷ــ۵

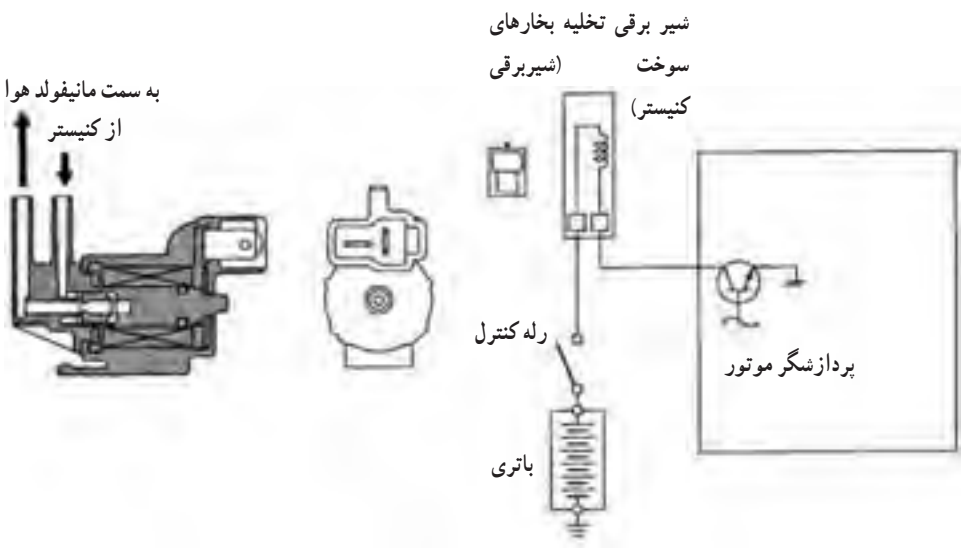


شکل ۱۳۸ــ۵

۱ــ Throttle Body

c) سوپاپ سلنوئیدی تخلیه بخارهای بنزین:

سوپاپ سلنوئیدی تخلیه بخارهای از نوع سوپاپ سلنوئیدی ON/OFF می‌باشد که از طرف پردازشگر موتور کنترل می‌گردد (شکل ۱۳۹ــ۵).

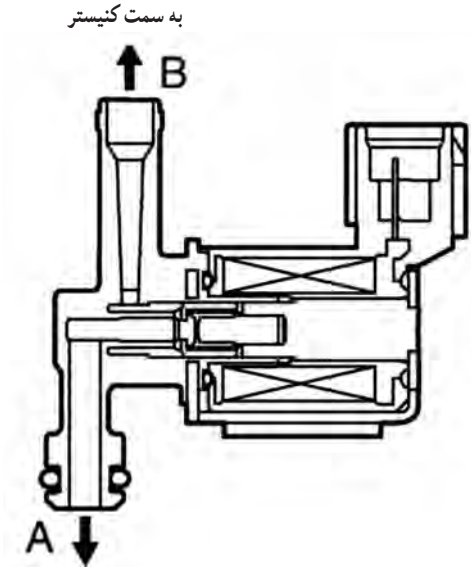


شکل ۱۳۹ــ۵

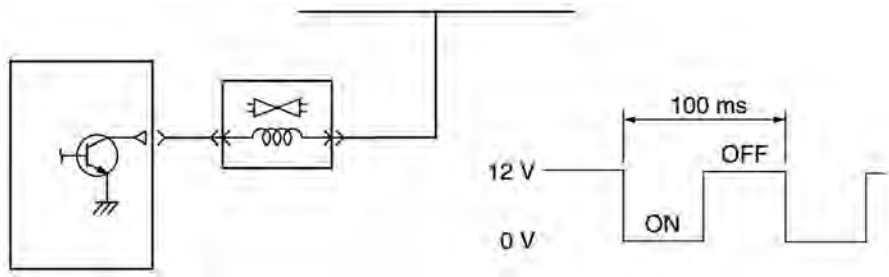
سوپاپ باز شده موقعی‌که سلنوئید روشن (ON) شده و اجازه می‌دهد که بخارهای سوخت داخل کنیستر به داخل مانیفولد هوای ورودی کشیده شود.

امروزه در بعضی از خودروهای جدید از سوپاپ سلنوئیدی تخلیه بخارهای از نوع سوپاپ سلنوئیدی با کنترل درصدی[1] استفاده می‌نمایند (شکل ۱۴۰ــ۵ و ۱۴۱ــ۵) که حجم بخارهای سوخت تخلیه شده از کنیستر را کنترل می‌نماید. وقتی جریان در سیم پیچ جاری نمی‌گردد مسیر A کاملاً مسدود شده و بخارهای سوخت به داخل مانیفولد کشیده نمی‌شوند. زمانی‌که جریان به سیم‌پیچ جاری می‌گردد، هوای تولیدی بین مسیر A و B حرکت می‌نمایند و بخارهای سوخت به داخل مانیفولد کشیده می‌شوند. پردازشگر موتور مدت زمان روشن بودن (ON) شیر برقی را مطابق با وضعیت عملکردی موتور برای عبور بخارهای سوخت تغییر می‌دهد.

۱ــ Duty Cycle



شکل ۱۴۰ــ۵

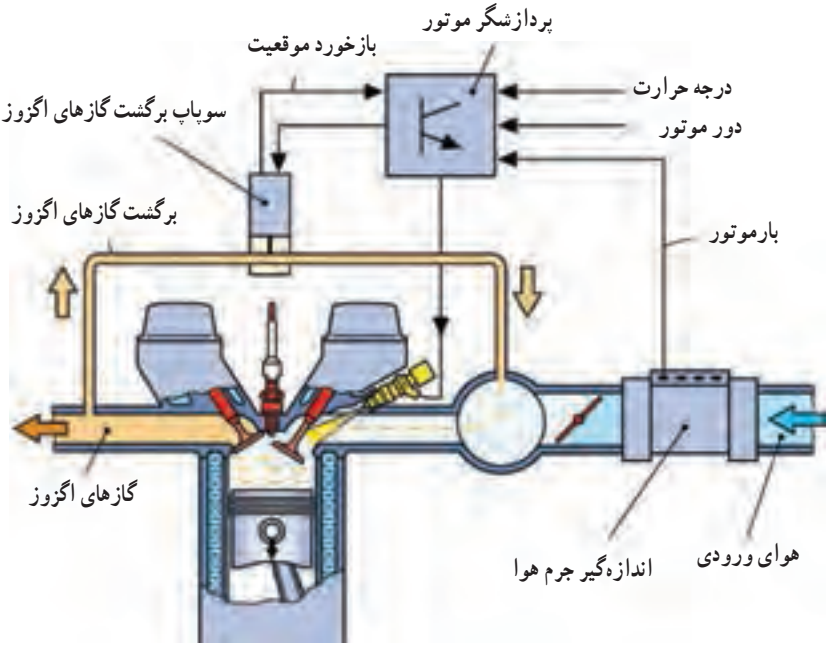


شکل ۱۴۱ــ۵

۳ــ سیستم برگشت گازهای اگزوز (EGR)

سیستم برگشت دودهای اگزوز (EGR) سطح آلایندگی اکسید نیتروژن (NO_X) را کاهش می‌دهد. در هنگامی که درجه حرارت احتراق مخلوط سوخت و هوا بالا است، مقداری اکسید نیتروژن در محفظه احتراق تولید می‌گردد. بنابراین، این سیستم مقداری از گازهای اگزوز را از مانیفولد خروجی از طریق مانیفولد هوای ورودی به محفظه احتراق برگردانده و درجه حرارت احتراق مخلوط

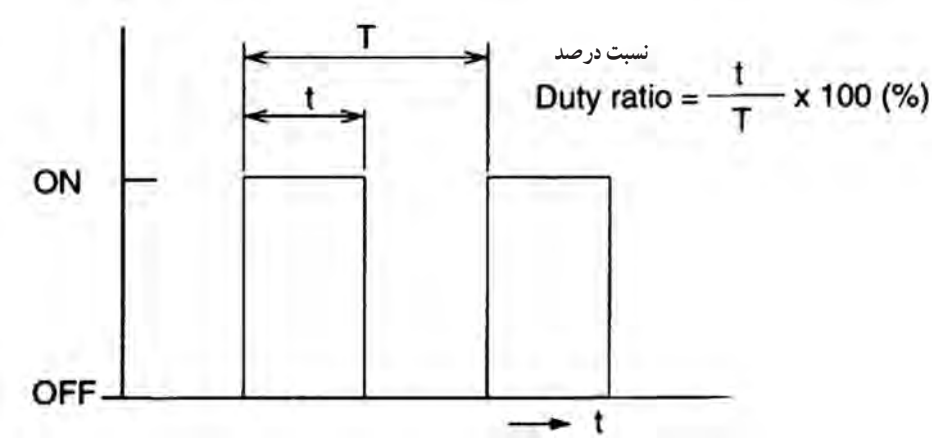
سوخت و هوا کاهش می‌یابد، در نتیجه اکسید نیتروژن (NO_X) کاهش می‌یابد (شکل ۱۴۲ــ۵). امروزه برای پایین آوردن بیشتر دمای دودهای خروجی از گردش آب موتور در اطراف سوپاپ EGR استفاده می‌نمایند.



شکل ۱۴۲ــ۵

a) نوع کنترل ON/OFF : نسبت برگشت دودهای اگزوز (EGR) توسط سوپاپ EGR کنترل می‌گردد و به شرط آنکه قدرت موتور در زمان پایین بودن حرارت موتور، دور آرام یا باز بودن کامل دریچه گاز، یا هنگام شتاب‌گیری سوپاپ سلنوئیدی EGR توسط پردازشگر موتور در حالت خاموش (OFF) قرار داشته و سوپاپ EGR کاملاً بسته باشد. در شرایط کارکرد نرمال خودرو بعد از گرم شدن موتور، پردازشگر موتور سوپاپ سلنوئیدی EGR را در حالت روشن (ON) قرار داده و سوپاپ EGR باز شده و دودهای اگزوز به محفظه احتراق راه پیدا می‌کنند.

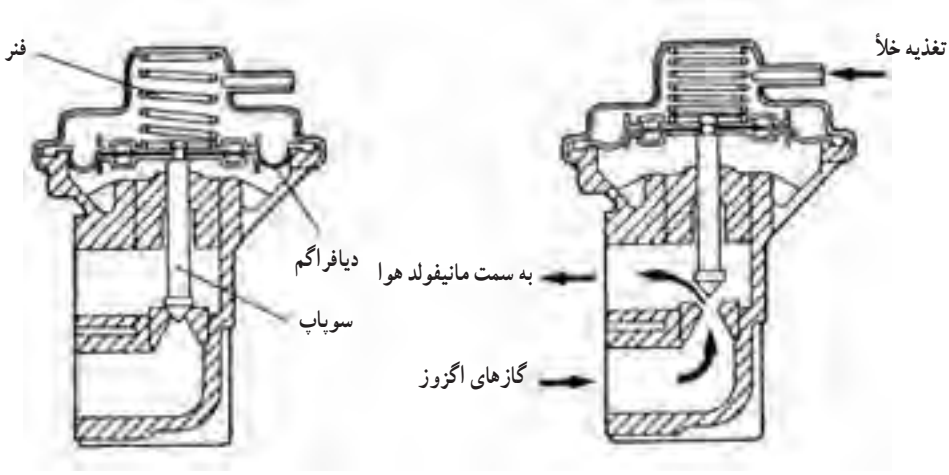
b) نوع کنترل درصدی : در سیستم EGR کنترل الکترونیکی، نسبت جریان EGR توسط سوپاپ سلنوئیدی کنترل EGR از نوع درصدی تنظیم می‌گردد. برای داشتن نسبت عملکردی بیشتر، مدت زمان روشن بودن جریان الکتریکی EGR بیشتر می‌گردد (شکل ۱۴۳ــ۵).



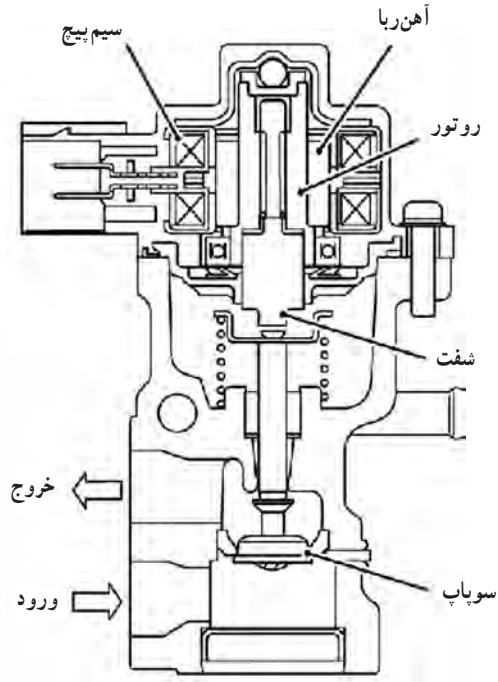
شکل ۱۴۳ــ۵

c) سوپاپ EGR : در سوپاپ EGR از یک دیافراگم استفاده شده که جریان گازهای اگزوز را به‌وسیله باز و بسته‌کردن یک سوپاپ با خلأ، کنترل می‌نماید.

زمانی‌که خلأ از نیروی فنر قوی‌تر گردد، سوپاپ باز می‌شود (مطابق شکل ۱۴۴ــ۵) و گازهای خروجی اگزوز به مانیفولد هوای ورودی راه پیدا می‌نماید. امروزه از سوپاپ EGR با موتور الکتریکی استفاده می‌گردد (شکل ۱۴۵ــ۵).



شکل ۱۴۴ــ۵

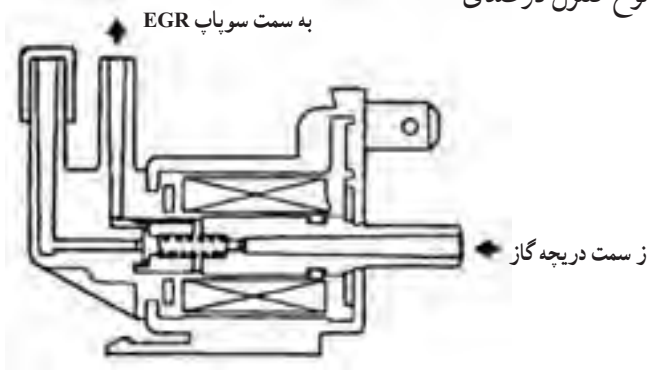


سوپاپ EGR با موتور الکتریکی

شکل ۱۴۵ــ۵

i) سوپاپ سلنوئیدی کنترل EGR (شیر برقی EGR) : سوپاپ سلنوئیدی کنترل EGR، خلأ عملکردی سوپاپ EGR را مطابق با سیگنال ارسالی از طرف پردازشگر موتور کنترل می‌نماید، که به دو نوع تقسیم‌بندی می‌گردد (شکل ۱۴۶ــ۵) :

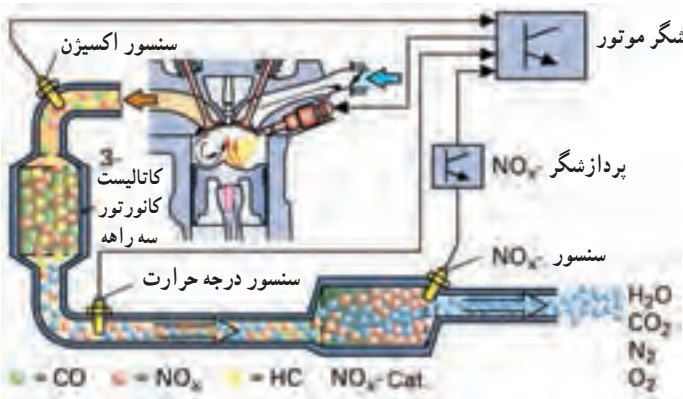
- نوع کنترل ON_OFF (روشن ــ خاموش)
- نوع کنترل درصدی



شکل ۱۴۶ــ۵

۴ــ کاتالیست کانورتور

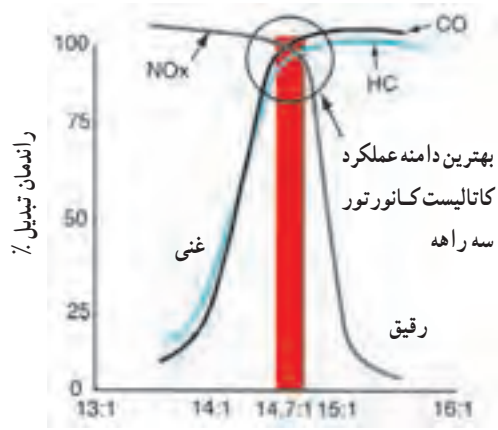
سیستم کنترل آلایندگی نشان داده شده در شکل ۱۴۷ــ۵ از یک کاتالیست کانورتور سه راهه[۱] به همراه یک سیستم بازخورد (سنسور اکسیژن استفاده شده) برای افزایش راندمان کاتالیست کانورتور سه راهه به‌کار رفته است.



شکل ۱۴۷ــ۵

در شکل۱۴۸ــ۵ رابطه بین نسبت سوخت و هوا و مقدار آلایندگی HC، CO و NO_X که توسط کاتالیست کانورتور سه راهه می‌تواند کاهش پیدا نماید، نشان داده شده است.

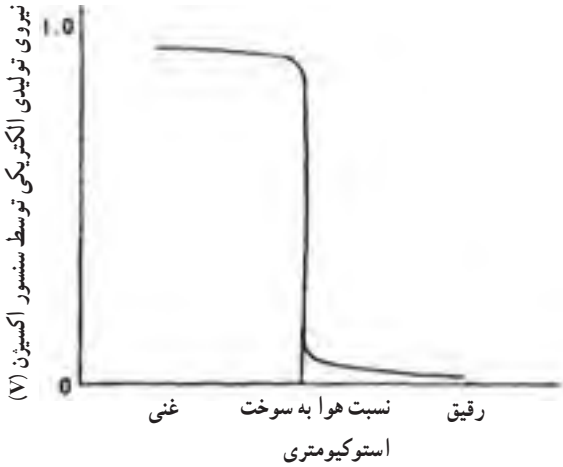
مطابق شکل با یک نسبت سوخت و هوای استوکیومتری مقدار کاهش در HC، CO و NO_X نزدیک به صددرصد ٪۱۰۰ می‌باشد.



شکل ۱۴۸ــ۵

۱ــ Three way Catalytic Converter

در شکل ۱۴۹ــ۵ رابطه بین نسبت سوخت و هوا و ولتاژ تولیدی توسط سنسور اکسیژن در سیستم بازخورد را نمایش می‌دهد. مطابق شکل اگر ولتاژ تولیدی به سرعت افزایش پیدا نماید، نشانگر غنی‌بودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد. اگر ولتاژ تولیدی به سرعت کاهش یابد نشانگر رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد.



شکل ۱۴۹ــ۵

پردازشگر موتور نسبت سوخت و هوا را تا حتی‌المقدور نزدیک به سطح استوکیومتری با تنظیم مقدار پاشش سوخت و مطابق با سیگنال ارسالی از طرف سنسور اکسیژن نگه می‌دارد.

پردازشگر موتور در کنترل بازخورد نسبت سوخت و هوا در زمانی که بار موتور کم یا متوسط است مؤثر می‌باشد. در موتورهای پاشش مستقیم بنزین (GDI) نسبت سوخت و هوای خیلی رقیق زمانی که بار وارد بر موتور کمتر از مقدار متوسط است برای کاهش مصرف سوخت و تولید CO_2 کمتر کنترل می‌گردد.

● ***کاتالیست کانورتور سه راهه :*** در کاتالیست کانورتور سه راهه از عناصر کاتالیزوری (به عنوان مثال [پلاتینیوم[۱] + رادیوم[۲]] یا [پلاتینیوم + رادیوم + پالادیوم[۳]] برای تبدیل مواد سمی (CO، HC و NO_X) در گازهای خروجی اگزوز به مواد غیرسمی استفاده شده است. آن به‌طور همزمان HC و CO را به‌وسیله اکسیداسیون کاهش داده و NO_X را نیز کاهش می‌دهد (شکل ۱۵۰ــ۵ و ۱۵۱ــ۵

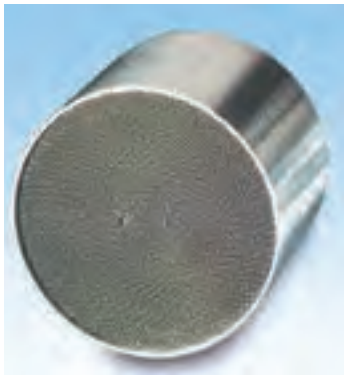
۱ــ Platinum

۲ــ Rhodium

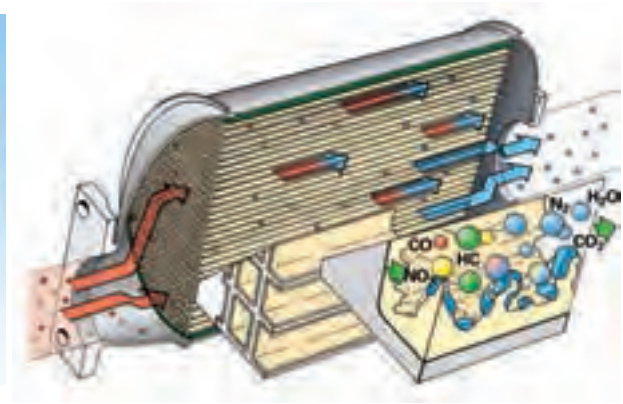
۳ــ Paladiam

و ۱۵۲ــ۵).

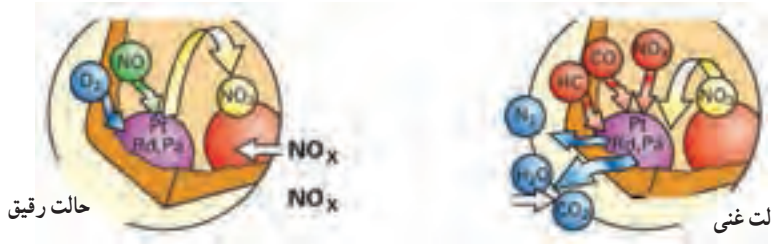
کاتالیست کانورتور سه راهه در دو نوع موجود می‌باشد، یک نوع آن گلوله‌ای و نوع دیگر یکپارچه (شبکه‌ای) می‌باشد. در نوع گلوله‌ای از ساچمه‌هایی به قطر ۴mm ــ۲ میلی‌متر به تعداد ۲۰۰/۰۰۰ ــ ۱۰۰/۰۰۰ که با عناصر کاتالیزوری پوشانده شده استفاده شده است و در نوع یکپارچه شبکه‌ای از شکل لانه زنبوری که سطح آن با عناصر کاتالیزوری پوشانده شده، استفاده شده است. بیشتر کاتالیست کانورتورها از نوع شبکه‌ای می‌باشند.



شکل ۱۵۱ــ۵

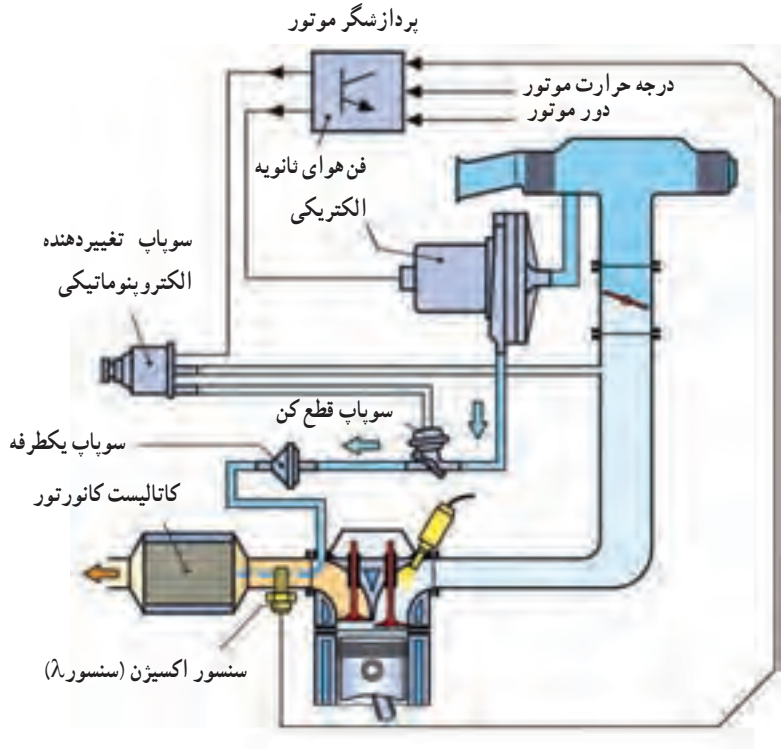


شکل ۱۵۰ــ۵



شکل ۱۵۲ــ۵

۵ــ سیستم کنترل آلایندگی پاشش هوای ثانویه : سیستم پاشش هوای ثانویه برای کاهش مقدار آلایندگی HC و CO در زمان گرم شدن موتور (λ <۱) احتراق مجدد گازهای حاصل از احتراق می‌باشد. در این سیستم هوای تازه به مانیفولد اگزوز قبل از کاتالیست کانورتور تغذیه می‌گردد (شکل۱۵۳ــ۵).

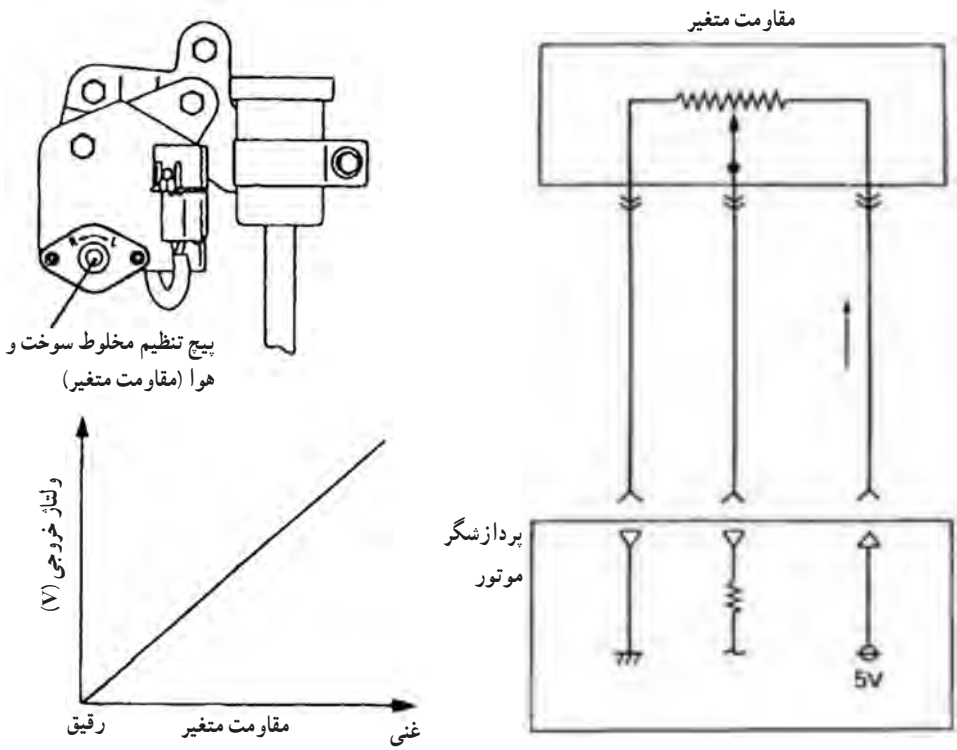


شکل ۱۵۳ــ۵

در این سیستم کاتالیست خیلی زود به عملکرد خود پس از روشن شدن موتور سرد می‌رسد و همچنین کاتالیست را می‌توان در فاصله دورتری از مانیفولد اگزوز قرار داد که بدین ترتیب طول عمل کاتالیست افزایش می‌یابد. در این سیستم یک فن هوای ثانویه الکتریکی و یک سوپاپ تغییردهنده الکتروپنوماتیکی که توسط سیستم مدیریت موتور با توجه به درجه حرارت موتور فعال می‌شوند، هوا را از طریق یک سوپاپ قطع کن و یک سوپاپ یکطرفه به گازهای خروجی اگزوز قبل ازکاتالیست می‌دمند. سوپاپ یکطرفه توسط سوپاپ تغییردهنده الکتروپنوماتیکی فعال می‌گردد. سوپاپ یکطرفه اجازه نمی‌دهد که فشارگازهای خروجی اگزوز به فن رسیده و باعث خرابی آن گردد. همچنین از برگشت دودهای اگزوز جلوگیری می‌نماید.

۶ــ پیچ تنظیم مخلوط سوخت و هوا : در خودروهای بدون کاتالیست کانورتور (که در حال حاضر این خودروها تولید نمی‌گردند) از یک پیچ تنظیم مخلوط سوخت و هوا که شبیه یک مقاومت متغیر است استفاده می‌گردد. از آن برای تنظیم مقدار غلظت CO در گازهای خروجی اگزوز در زمان

دور آرام استفاده می‌نمایند. پردازشگر موتور برای تنظیم مقدار پاشش سوخت مطابق با مقاومت، این مقاومت متغیر برنامه‌ریزی شده است (شکل ۱۵۴ــ۵).

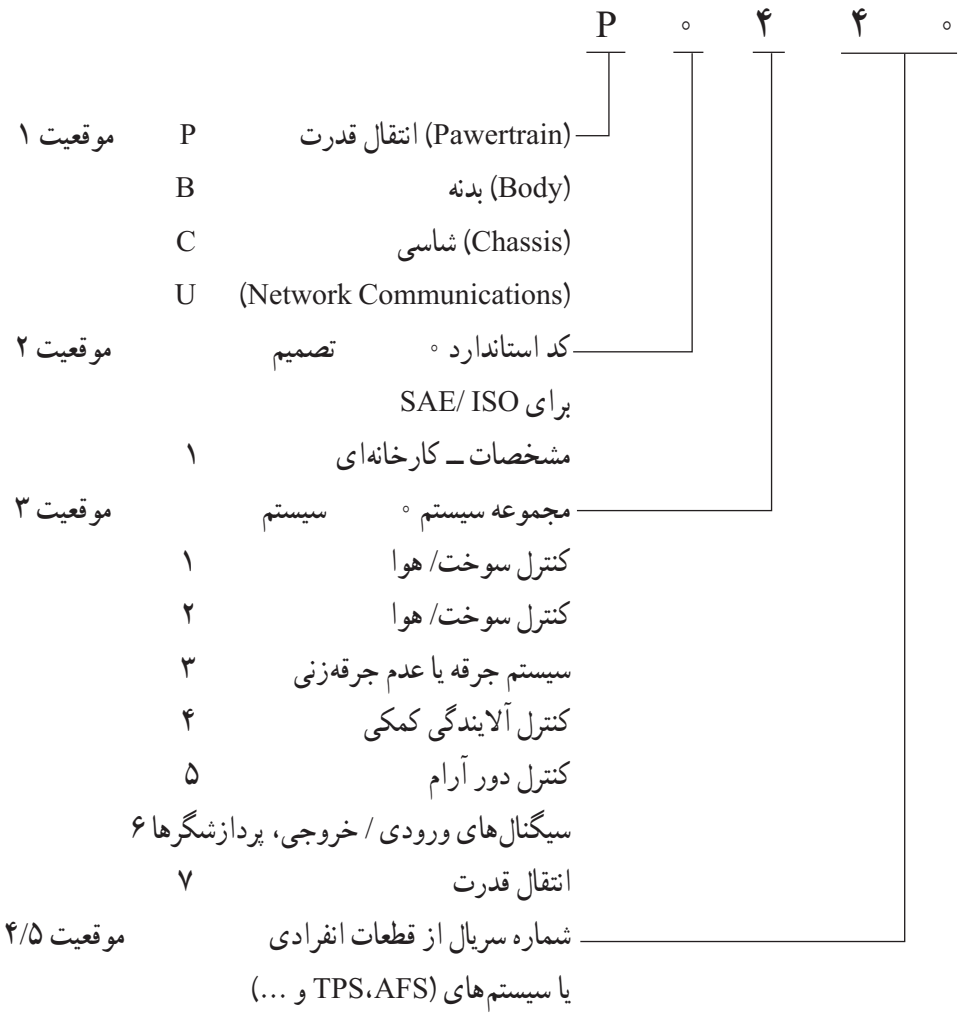


شکل ۱۵۴ــ۵

۷ــ سیستم عیب‌یابی هوشمند (OBD[1]) :

در سیستم‌های عیب‌یابی قدیمی ازکدهای خطا دو رقمی استفاده می‌گردید. امروزه از سیستم استاندارد بین‌المللی «۴ رقمی+P» (ISO 15031ــ6/SAE J2012)استفاده می‌شود و با دستگاه عیب‌یاب کدهای خطا (DTC) قابل خواندن می‌باشد (شکل ۱۵۵ــ۵).

۱ــ On – Board Diagnosis (OBD)



۱۸ــ۵ــ نمای کلی پاشش مستقیم بنزین[۱] (GDI)

با یک موتور GDI، بنزین مستقیماً به داخل سیلندر پاشیده می‌شود. در این حالت که احتراق رخ می‌دهد عکس‌العمل سریع‌تر و کنترل سوخت با دقت بالاتری انجام می‌گیرد. بدین ترتیب راندمان احتراق یک مخلوط رقیق خیلی بالا می‌باشد.

۱ــ قطعات اصلی : چهار ویژگی مهّم که موتورهای GDI را بهتر از موتورهای با سیستم پاشش انژکتوری (EFI) می‌نماید (شکل ۱۵۶ــ۵).

۱ــ Gasoline Direct Injection

۲ــ ویژگی‌های موتورهای GDI

۱ــ مصرف سوخت کمتر : پاشش مستقیم بنزین به داخل سیلندر، باعث کنترل دقیق‌تر سوخت تقسیم شده به داخل محفظه احتراق می‌گردد.

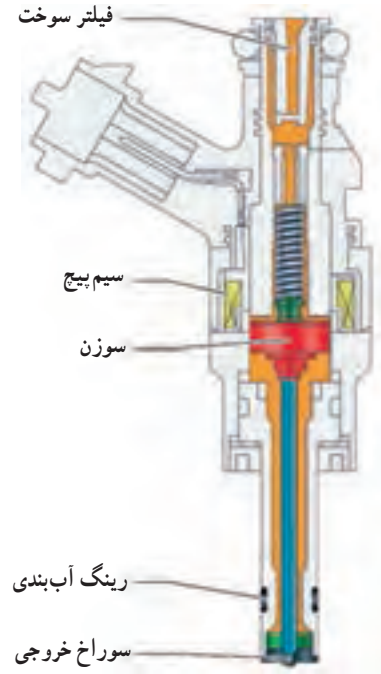
به‌وسیله جریان هوای تولید شده توسط مسیر هوای ورودی مستقیم از بالاو منحنی بالای پیستون، ما می‌توانیم یک لایه از مخلوط سوخت و هوا در سیلندر ایجاد نماییم. با این روش، احتراق پایدار با یک مخلوط سوخت و هوای فوق‌العاده رقیق بالاتر از 1 :40 قابل دسترسی می‌باشد.

جهت یادآوری درموتورهای انژکتوری معمولی نسبت سوخت و هوا 1 :15 تا 5 :12 می‌باشد.

پمپ سوخت فشار بالا سوخت را با فشار بالا به انژکتور می‌رساند.

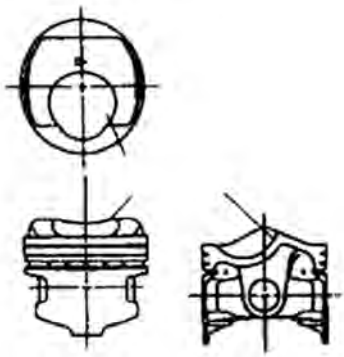
با این روش سیلندر بهتر از هوا پر شده و راندمان حجمی افزایش می‌یابد.
مسیر هوای ورود مستقیم از بالا

شکل ۱۵۶ــ۵



سوخت در زمان دقیق خود تحویل داده می‌شود.

انژکتورهای چرخشی فشار بالا



باعث چرخش بهتر هوا (موافق عقربه‌های ساعت) شده و در نتیجه مخلوط سوخت و هوا بهتر اختلاط پیدا نموده و باعث جرقه بهتر می‌گردد.

منحنی بالای پیستون

شکل ۱۵۷ــ۵

شروع پاشش — در زمان پاشش — انتهای پاشش سوخت

شکل ۱۵۸ــ۵

ب) مراحل پاشش سوخت :

در زمان احتراق خیلی رقیق،سوخت در نیمه دوم کورس تراکم درست قبل از جرقه پاشیده می‌شود. در زمانی که فشار داخل سیلندر بالا است، سوخت اتمیزه شده به‌وسیله انژکتورهای چرخشی فشار بالا پاشیده می‌شود (شکل ۱۵۹ــ۵).

شمع جرقه‌زده و مخلوط سوخت و هوا مشتعل می‌شود.

سوخت مستقیماً به داخل سیلندر پاشیده می‌شود.

پیستون به نقطه مرگ پایین رسیده و کورس تراکم شروع می‌شود.

پیستون در زمان مکش به پایین حرکت می‌کند.

شکل ۱۵۹ــ۵

در موتورهای GDI (پاشش مستقیم بنزین) روش‌های پاشش سوخت به چهار قسمت با توجه به مدت پاشش و نسبت سوخت و هوا تقسیم‌بندی می‌شود.

حالت عملکردی	مصرف سوخت کم	قدرت بالا		
حالت پاشش سوخت	نسبت هوا به سوخت در کورس تراکم رقیق است. (A/F نسبت‌هوا‌به‌سوخت)	نسبت هوا به سوخت در کورس مکش رقیق است. (در بعضی از مدل‌ها)	بازخورد نسبت هوا و سوخت	حلقه باز در حالت غنی
تایمینگ پاشش سوخت	کورس تراکم	کورس مکش	کورس مکش	کورس مکش
نسبت سوخت و هوا	30ــ40	20ــ24	استوکیومتری 14.7: 1	غنی
حالت مخلوط هوا	مخلوط لایه‌ای	مخلوط همگن	مخلوط همگن	مخلوط همگن
شرایط عملکرد	عملکرد در بار کم	عملکرد در بار متوسط	عملکرد در بار زیاد	عملکرد در بار زیاد
کنترل بازخورد نسبت سوخت و هوا	حلقه باز	حلقه باز	حلقه بسته	حلقه باز
کنترل EGR	استفاده شده	استفاده نشده	استفاده شده	استفاده شده
کنترل مسیر فرعی هوای دور آرام یا بدون سیم گاز	استفاده شده	استفاده شده	استفاده شده	استفاده شده

ج) کاهش مصرف سوخت :

مصرف سوخت مطابق با وضعیت‌های عملکردی موتور به نسبت متفاوت بهبود پیدا می‌نماید به

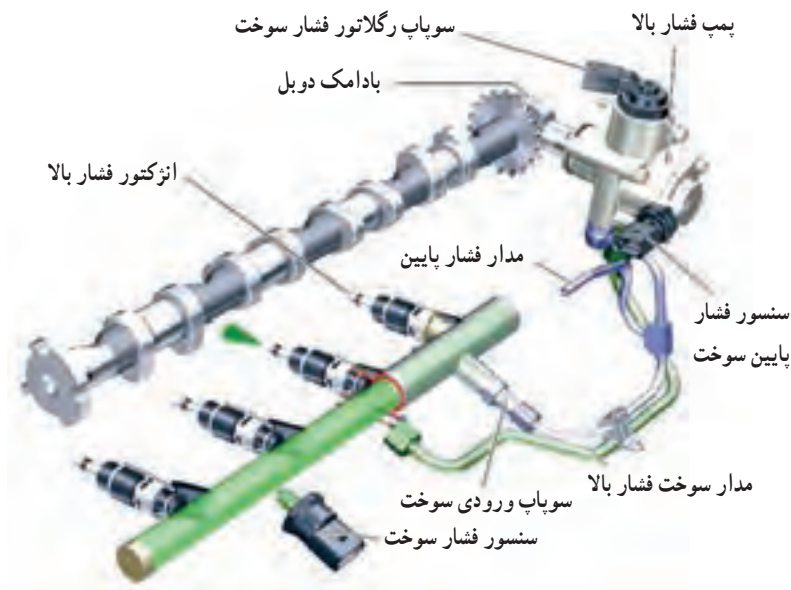
عنوان مثال در عملکردهای با بار کم مصرف سوخت بیشتر کاهش پیدا می‌نماید.

۱ــ در زمان دور آرام: مصرف سوخت به‌وسیله احتراق خیلی رقیق کاهش پیدا می‌نماید، در زمانی که هوا زیاد است، نوسان گشتاور و پاسخ سریع‌تر موتور می‌تواند به آسانی توسط مقدار پاشش سوخت کنترل گردد.

با این روش دور آرام می‌تواند در حدود ۶۰۰ دور بر دقیقه تنظیم گردد و اجازه دهد که درحدود ۴۰٪ مصرف سوخت در مقایسه با موتورهای معمولی بهبود پیدا نماید.

۲ــ در زمان حرکت با سرعت ثابت: در یک موتور معمولی اگر شروع احتراق با نسبت هوا به سوخت 20 :1 انجام گیرد خیلی موتور بدکار می‌کند، ولی در موتورهای GDI احتراق با نسبت هوا به سوخت 40 :1 نیز خیلی پایدار می‌باشد. این اجازه می‌دهد که مصرف سوخت در حدود ۵۰ــ۲۰درصد بهبود پیدا نماید (در km/h ۱۰۰ یا کمتر).

۳ــ فشار سوخت بالا: در پاشش سوخت مستقیم فشار سوخت باید در حدود 5mpa (مگاپاسکال) تنظیم گردد. به علّت کم بودن زمان پاشش سوخت و زمان سریع عکس‌العمل انژکتور، راه‌انداز انژکتور باید ولتاژ زیادی در حدود ۱۰۰ ولت (v) با جریان زیاد مطابق با سیگنال ارسالی از پردازشگر موتور به انژکتور تغذیه نماید (شکل ۱۶۰ــ۵).



شکل ۱۶۰ــ۵

منابع و مآخذ

1. Modern Automative Technology Europ Refrence Book
2. Mstep II Mitsubishi Training Electrical
3. Mstep II Mitsubishi Training MPI
4. Workshop Manual Mitsubishi
5. Workshop Manual Mazda
6. Mazda Training Book
7. Automotire Techndogy Jack Evjavec
8. Hyundai Training Book
9. KIA Training Book
10. N – Step NISSAN
11. Toyo TA Training

۱۲ــ کتاب راهنمای تعمیرات سواری مزدا ۲ و ۳ گروه بهمن
۱۳ــ کتاب راهنمای تعمیرات میتسوبیشی پاجرو گروه بهمن
۱۴ــ کتاب راهنمای تعمیرات سمند ایران‌خودرو
۱۵ــ کتاب راهنمای تعمیرات ریو سایپایدک
۱۶ــ تکنولوژی مولد قدرت وزارت آموزش و پرورش