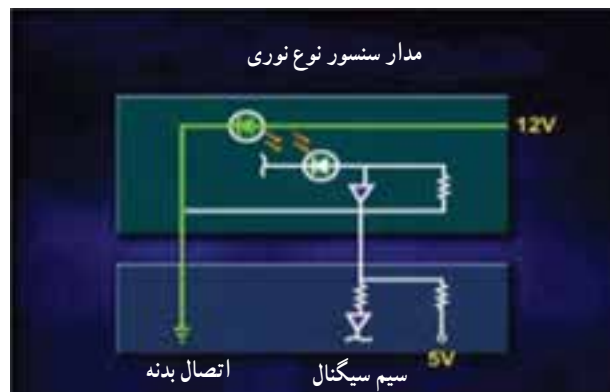
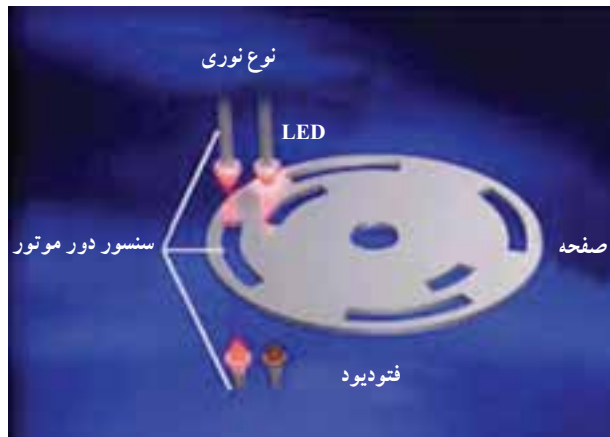


سنسور دور موتور نوع نوری: این نوع از سنسور دور موتور شامل یک LED، فتودیود و یک صفحه شکافدار می‌باشد. نور ساطع شده از LED پس از عبور از صفحه شکافدار توسط فتودیود آشکار می‌گردد. زمانی که صفحه شکافدار چرخش می‌نماید، اگر فتودیود نتواند نور را دریافت نماید در نتیجه سیگنال خروجی تولید نمی‌گردد که در شکل ۱۱۴-۶ نشان داده شده است.

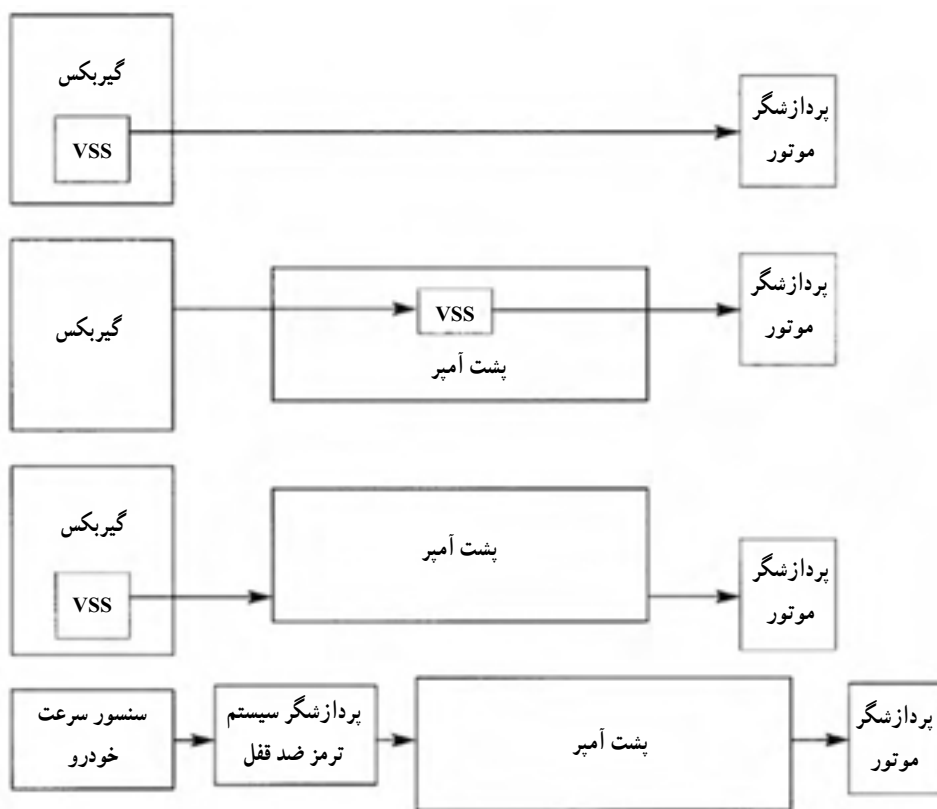


شکل ۱۱۴-۶

۱۴-۶- 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.

^۱ - Veh c e Speed Sensor (VSS)

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 ۶-۱۱۵).

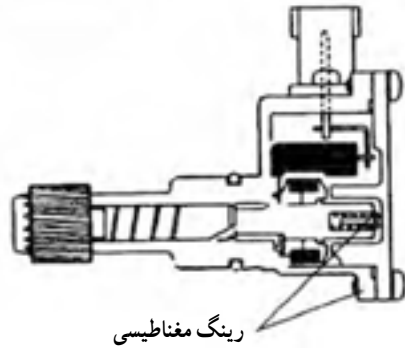


شکل ۶-۱۱۵

این سنسور به سه نوع الکترومگنتی و سوئیچ مغناطیسی^۱ و المنت مقاومت مغناطیسی تقسیم‌بندی می‌گردد. سنسور نوع الکترومگنتی امروزه در خودروها کمتر استفاده می‌گردد. در نوع المنت مقاومت 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 ۶-۱۱۶)

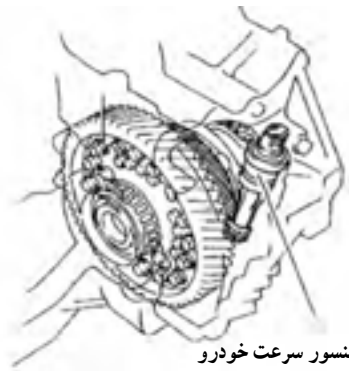
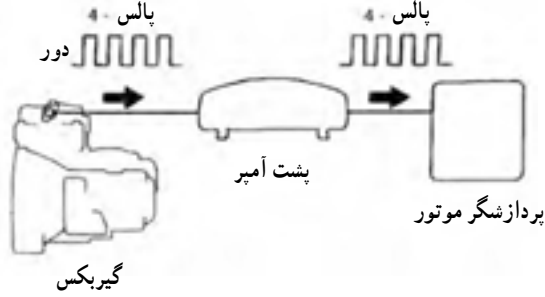
^۱ Reed sw tch

شفٹ خروجی گیربکس



شکل ۱۱۶-۶

سنسور سرعت نصب شده در گیربکس دیفرانسیل جلو

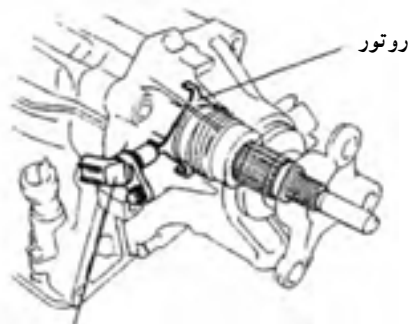
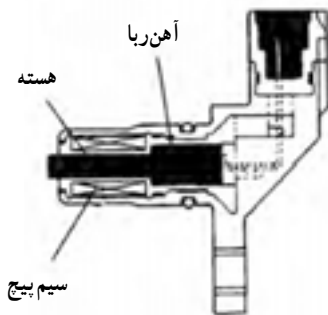


شکل ۱۱۶-۱-۶



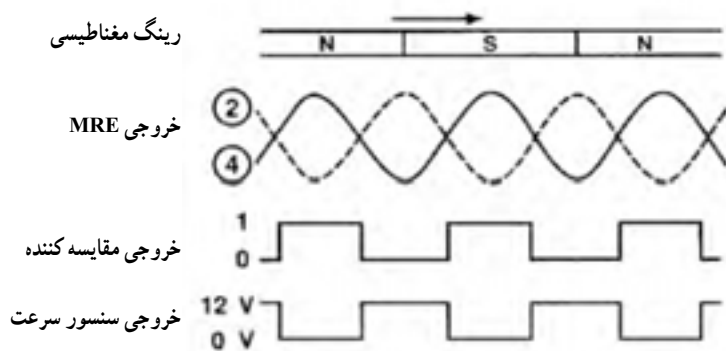
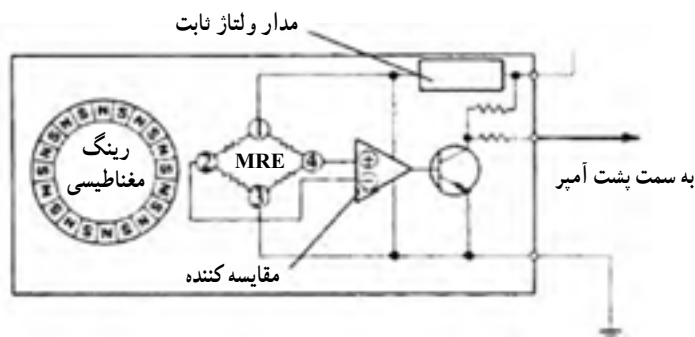
شکل ۱۱۶-۲-۶

سنسور سرعت نصب شده در گیربکس



شکل ۱۱۶-۳-۶ سنسور سرعت

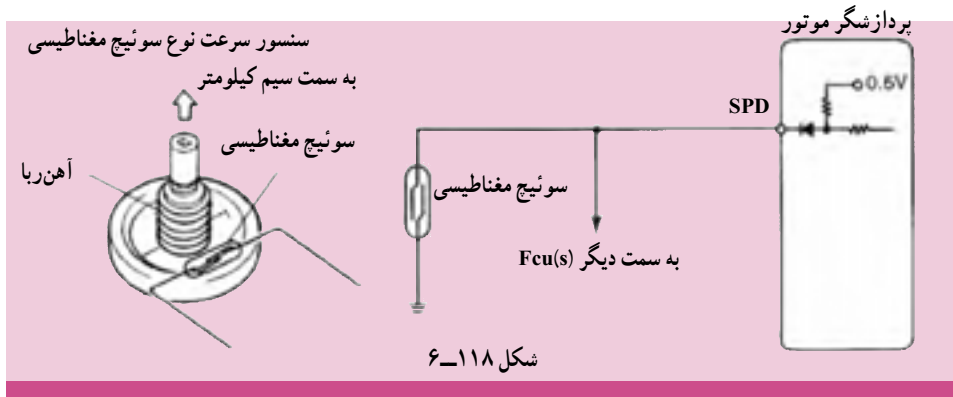
این سیگنال در داخل سنسور سرعت خودرو به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌گردد. این سیگنال دیجیتال به پشت آمپر رفته و سپس به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. در این نوع سنسور باید از یک منبع تغذیه (برق باتری) استفاده گردد (شکل ۶-۱۱۷).



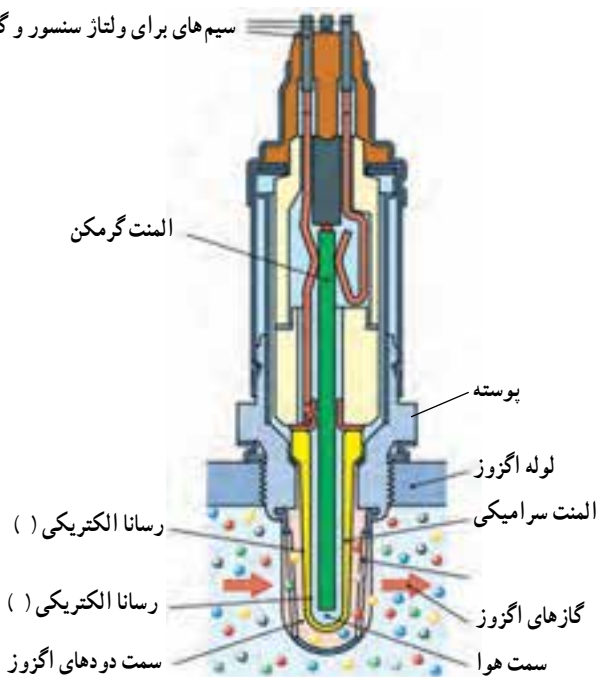
شکل ۶-۱۱۷

مطالعه آزاد

در سنسورهای نوع سوئیچ مغناطیسی که توسط سیم کیلومتر به حرکت در می‌آید که شامل یک آهن‌ریا و یک سوئیچ مغناطیسی و سیم کیلومتر می‌باشد زمانی که آهن‌ریا 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 ۶-۱۱۸)



۶-۱۴-۷- سنسور اکسیژن (O_2S): سنسور اکسیژن بر روی مانیفولد دود یا لوله آگزوز 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 (اولی 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 اترکتور 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 (شکل ۱۱۹-۶).



شکل ۱۱۹-۶

سنسور اکسیژن اولی را امروزه به نام سنسور نسبت هوا به سوخت (A/F) نامگذاری می نمایند.

قوانین عملکردی: الکترولیت جامد (عنصر زیرکونیوم) در شکل ۱۱۹-۶ نشان می دهد که یک نیروی الکتریکی زمانی که اختلاف بین اکسیژن در سطح داخلی (این سطح با گازهای آگروز در تماس می باشد) و غلظت اکسیژن در سطح خارجی (این سطح با هوای بیرون در تماس می باشد) تولید می گردد. زمانی که غلظت اکسیژن در گازهای خروجی کم است، یک مقدار زیادی از یون های اکسیژن از سمت هوای بیرون به سمت گازهای آگروز حرکت می نمایند. در نتیجه حرکت یون های اکسیژن یک نیروی الکتریکی بین الکتروود سمت هوای بیرونی و الکتروود سمت گازهای آگروز تولید می گردد.

سنسور اکسیژن در دو نوع زیر کونیوم^۱ و تیتانیوم^۲ تقسیم بندی می گردد که از نظر طراحی یکسان بوده ولی از نظر عملکردی متفاوت می باشند. امروزه از سنسور اکسیژن هایی که دارای ۴ سیم می باشند استفاده می گردد. این نوع از سنسورها دارای یک گرم کن الکتریکی داخلی که دارای یک سیم ولتاژ و یک سیم اتصال بدنه می باشد. این نوع از سنسورها به نام سنسور اکسیژن گرم شونده^۳ نامیده می شوند. ولتاژ مورد نیاز 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 می گردد. پردازشگر موتور جریان برق گرم کن سنسور اکسیژن را فقط در زمان مورد نیاز مانند گرم شدن موتور، دور آرام و دور کم موتور برقرار می نماید. وقتی موتور در درجه حرارت نرمال قرار بگیرد یا دور موتور بالا در سرعت های زیاد که جریان گازهای خروجی آگروز درجه حرارت سنسور اکسیژن بالا می رود، پردازشگر موتور جریان برق، گرم کن سنسور اکسیژن را قطع می نماید (شکل ۱۲۰-۶).

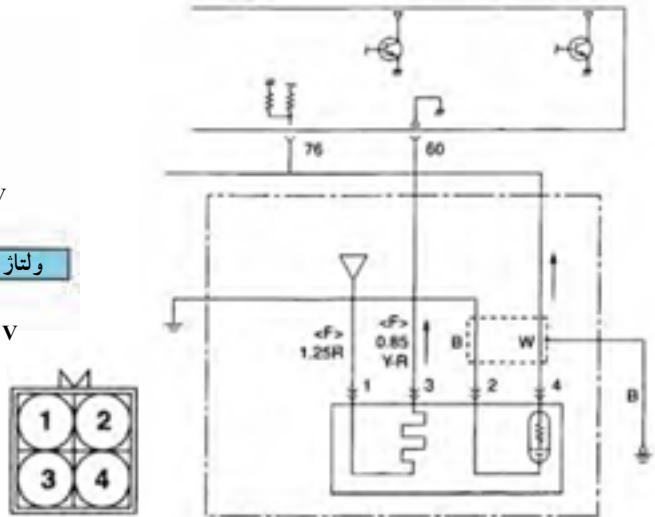
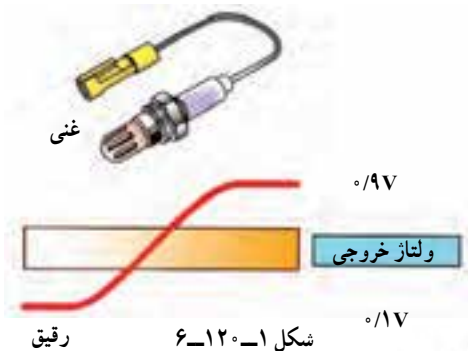
سنسور اکسیژن نوع زیرکونیوم: وقتی درجه حرارت دودهای خروجی موتور کم است، سنسور اکسیژن گرم شونده نوع زیر کونیوم سیگنال ولتاژ تولید نمی کند. وقتی درجه حرارت موتور به حالت نرمال می رسد، این سنسور شروع به تولید سیگنال ولتاژ می نماید (شکل ۱-۱۲۰-۶). در زمان گرم شدن موتور، پردازشگر موتور به حالت حلقه باز کار می نماید در این حالت (حلقه باز) پردازشگر موتور مقدار پاشش سوخت را براساس درجه حرارت موتور و مقدار باز بودن دریچه گاز و یک برنامه

۱- Z reon a O₂ Sensors

۲- T tan a O₂ Sensors

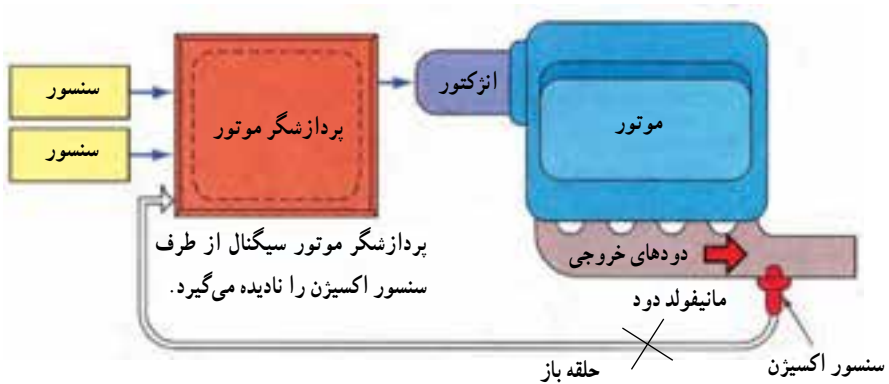
۳- Heated Oxygen Sensors (HO₂S)

پردازشگر موتور



شکل ۱۲۰-۶

از پیش تعیین شده انجام می دهد. وقتی موتور به درجه حرارت نرمال می رسد پردازشگر موتور بر اساس حالت حلقه بسته کار می نماید شکل ۲-۱۲۰-۶.



شکل ۲-۱۲۰-۶

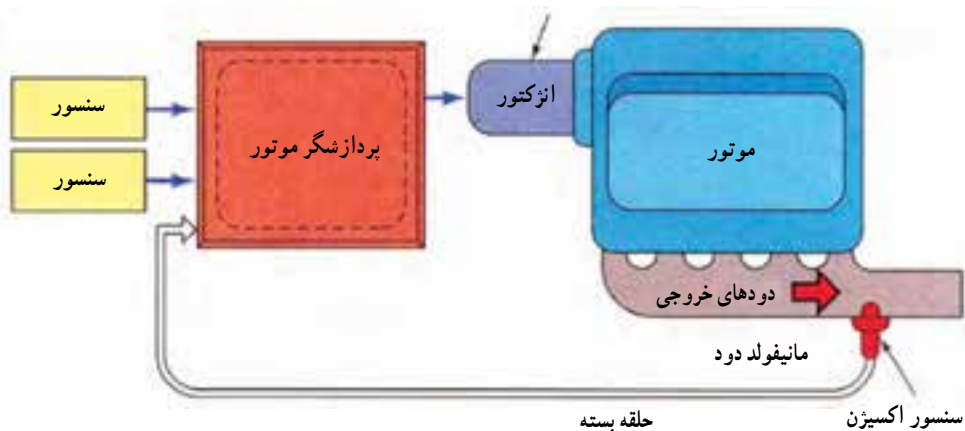
در این حالت (حلقه بسته) پردازشگر موتور برای کنترل نسبت هوا و سوخت از سیگنال سنسور اکسیژن و دیگر سنسورها استفاده می نماید (شکل ۳-۱۲۰-۶).

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 می سوزد و اکسیژن زیاد می باشد. در این شرایط سنسور اکسیژن مقدار اکسیژن زیادی را تشخیص می دهد. در این زمان یک سیگنال ولتاژ

خیلی کم (100 mV) از سنسور به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. زمانی که این سیگنال به پردازشگر موتور می‌رسد، پردازشگر موتور پهنای پالس پاشش انژکتور را افزایش داده و یک نسبت هوا به سوخت غنی تر تهیه می‌گردد.

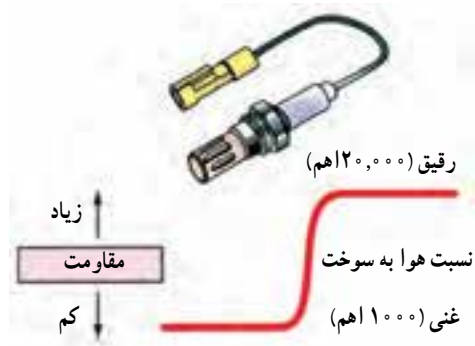
اگر عملکرد پردازشگر موتور در حالت حلقه بسته نسبت به هوا به سوخت غنی باشد یعنی اینکه مقدار سوخت زیاد می‌باشد. در این شرایط سنسور اکسیژن مقدار اکسیژن کمتری را تشخیص می‌دهد. در این زمان یک سیگنال ولتاژ زیاد در حدود (900 mV) از سنسور به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد. زمانی که این سیگنال به پردازشگر موتور می‌رسد، پردازشگر موتور پهنای پالس پاشش انژکتور را کاهش داده و یک نسبت هوا به سوخت رقیق تر تهیه می‌گردد.

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



شکل ۳-۱۲۰-۶

سنسور اکسیژن نوع تیتانیوم: سنسور اکسیژن نوع تیتانیوم از اکسید تیتانیوم (TiO_2) ساخته شده است. مقاومت در سنسور اکسیژن نوع 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 $20,000\ \Omega$ می‌باشد و سیگنال ولتاژ سنسور کم است. وقتی نسبت سوخت و هوا غنی باشد مقاومت تیتانیوم کم و در حدود $1,000\ \Omega$ می‌باشد و سیگنال ولتاژ سنسور زیاد است (شکل ۳-۱۲۰-۶) سنسور اکسیژن نوع تیتانیوم گرم کن دار بعد از روشن شدن موتور فوراً سیگنال تولید می‌نماید. این فعالیت تهیه می‌شود برای بهبود کنترل نسبت هوا به سوخت در زمان عملکرد موتور سرد می‌باشد.



شکل ۳-۱۲۰-۶

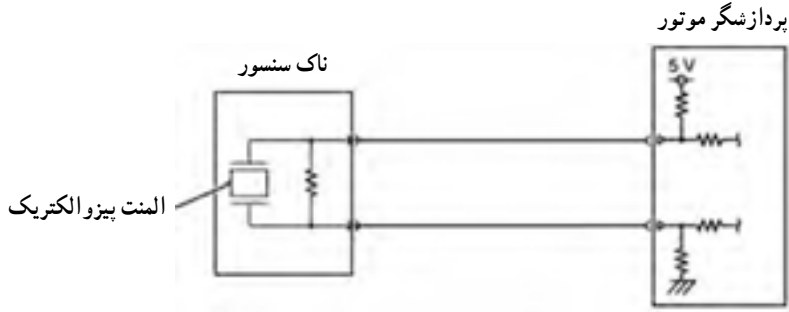
۸-۱۴-۶- ناک سنسور^۱: ناک سنسور اغلب به روی بلوکه سیلندر یا سرسیلندر بسته می‌شود. این سنسور به نام سنسور ضربه یا سنسور خودسوزی نیز شناخته می‌شود. ناک سنسور از کریستال پیزوالکتریک ساخته می‌شود. زمانی که در موتور یک خودسوزی یا ضربه ایجاد می‌گردد یک لرزش در بلوکه سیلندر یا سرسیلندر به وجود می‌آید. ناک سنسور این لرزش را به یک سیگنال ولتاژ تغییر می‌دهد. زمانی که پردازشگر موتور سیگنال ناک سنسور را دریافت می‌نماید، پردازشگر موتور آوانس جرقه را کاهش می‌دهد تا خودسوزی متوقف گردد (شکل ۱۲۱-۶).



شکل ۱۲۱-۶

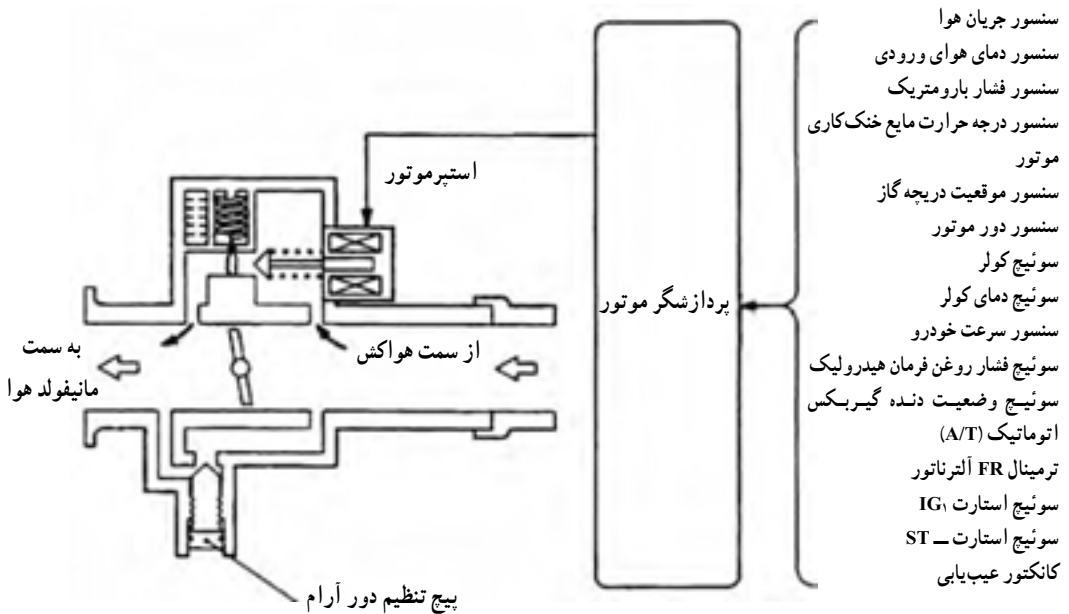
تا یک محدوده قدرت بیشتر موتور را می‌توان با افزایش آوانس جرقه ایجاد نمود. به هر حال زیاد کردن خیلی زیاد آوانس باعث بروز ضربه در موتور می‌گردد. ضربه باعث افزایش آلایندگی می‌گردد. ضربه در موتور باعث آسیب دیدن قطعات داخلی موتور

از قبیل پیستون، شاتون، سوپاپ‌ها، واشر سرسیلندر و شمع می‌گردد.
در شکل ۶-۱۲۲ مدار الکتریکی سنسور ضربه ترسیم شده است.



شکل ۶-۱۲۲

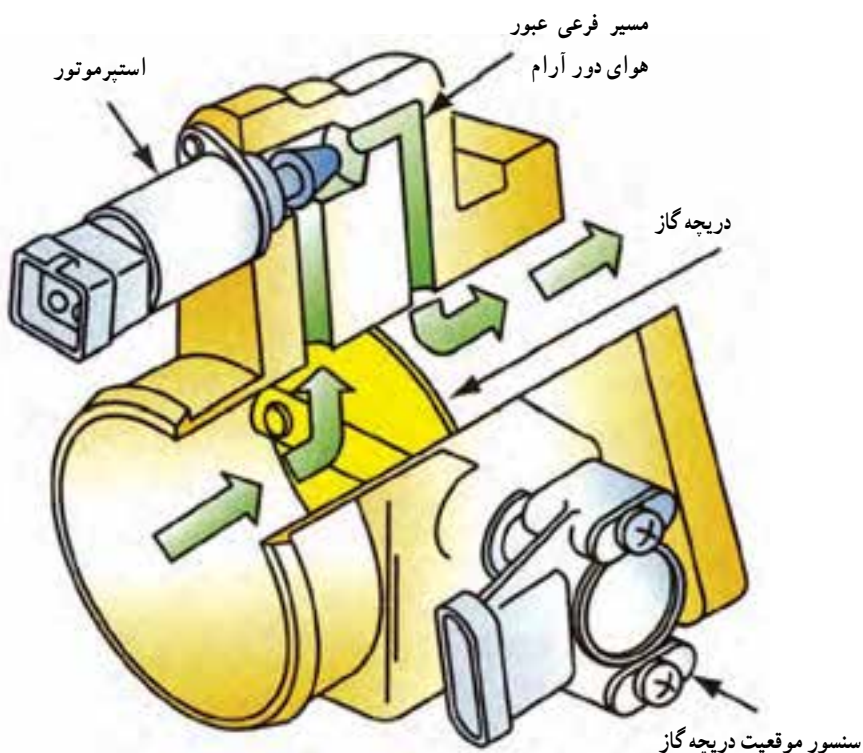
۶-۱۵- سیستم کنترل دور آرام (۱) نمای کلی



شکل ۶-۱۲۳

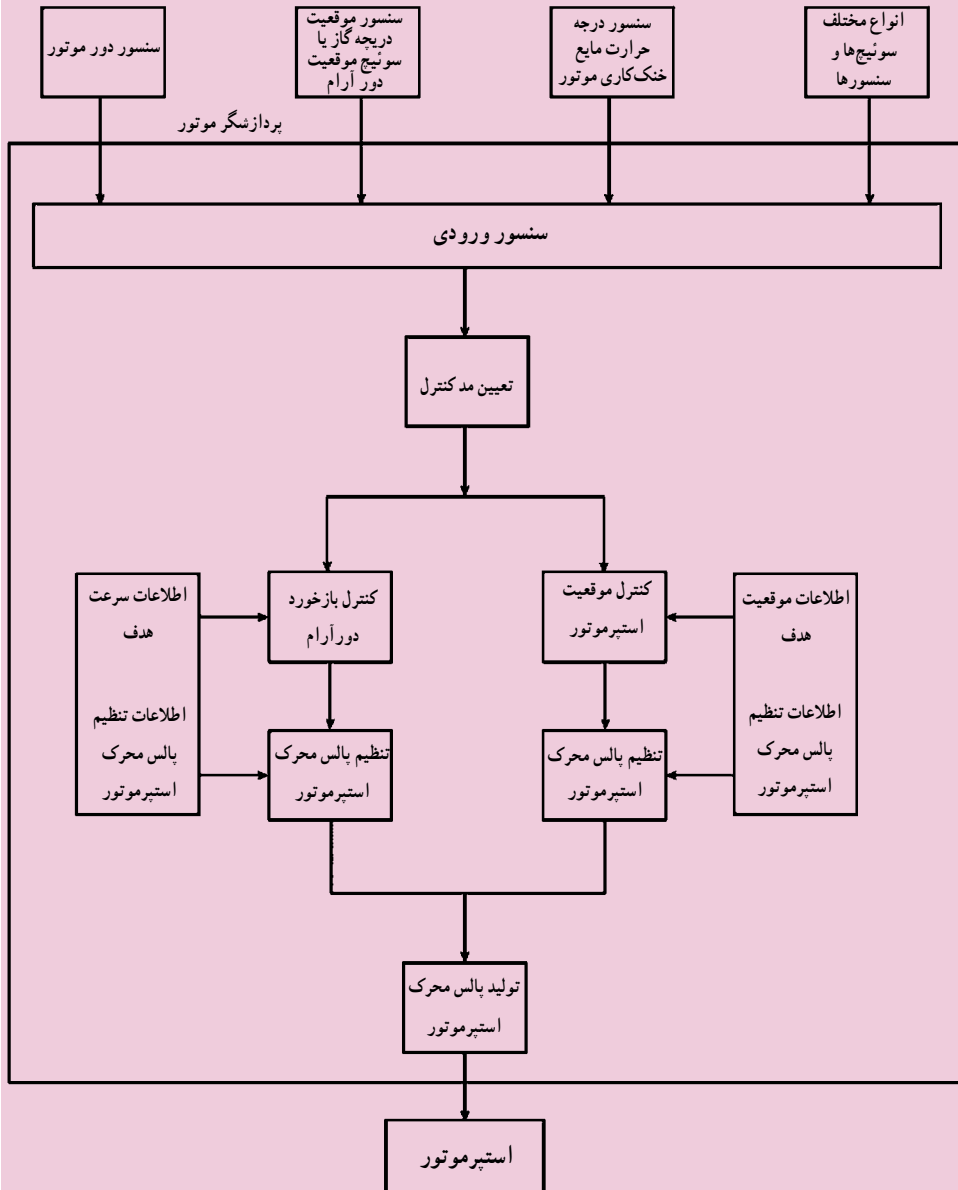
برای فائق آمدن به تغییرات از دور آرام به دیگر حالت‌های عملکردی موتور یک استپر موتور به سمت جلو و عقب مطابق با یک برنامه از پیش تعیین شده برای کنترل مقدار هوای ورودی در یک مسیر فرعی در دریچه گاز عمل می‌نماید. بنابراین دور آرام در یک دور بهینه نگهداری می‌گردد (شکل ۶-۱۲۳).

برای کنترل استپر موتور، دور آرام واقعی همیشه توسط پردازشگر موتور محاسبه می‌گردد. اگر اختلافی بین دور آرام هدف باشد، یک کنترل بازخورد استپر موتور 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 استپر موتور به صورت پله‌ای (مرحله‌ای) به موقعیت هدف حرکت می‌نماید. کنترل موقعیت استپر موتور زمانی که موتور در حالت روشن شدن یا کاهش شتاب است نیز انجام می‌گیرد (شکل ۶-۱۲۴).



شکل ۶-۱۲۴

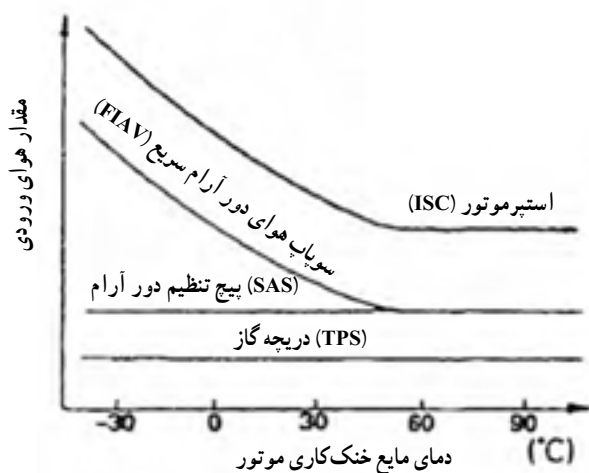
۱- جریان کنترل دور آرام



جدول ۶-۷

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 استپر موتور مطابق با نتایج محاسبه شده را انجام می‌دهد. استپر موتور درصد جریان هوا را تنظیم می‌نماید (نمودار ۶-۷).

۳- کنترل جریان هوای دور آرام (در زمان دور آرام): زمانی که موتور در دور آرام است، جریان هوای ورودی از طریق چهار مسیر سوپاپ استپر موتور، سوپاپ هوای دور آرام سریع، پیچ تنظیم دور آرام و دریچه گاز اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۶-۱۲۵).



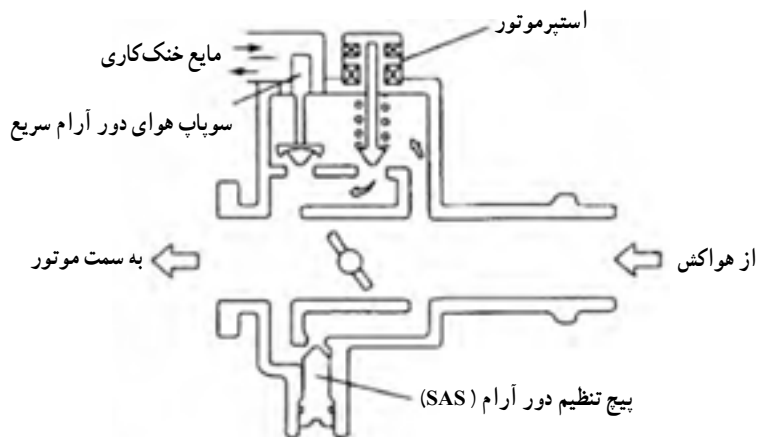
شکل ۶-۱۲۵

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

۱- مقدار هوایی که از سوپاپ استپر موتور عبور می‌کند توسط پردازشگر موتور کنترل می‌گردد تا یک دور آرام موتور بهینه باشد.

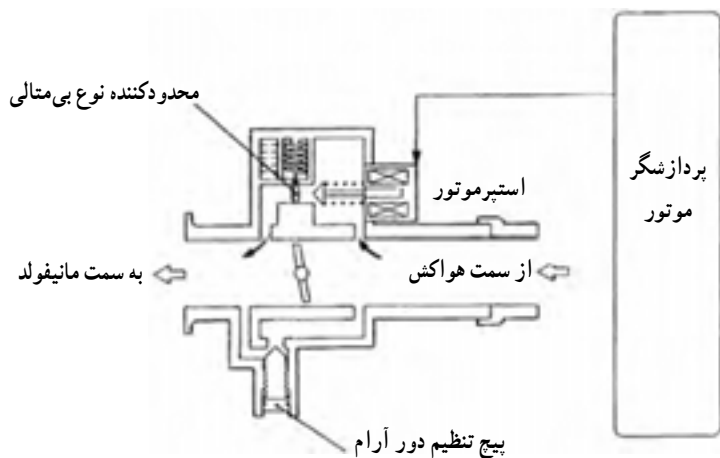
۲- مقدار هوای عبوری از سوپاپ هوای دور آرام سریع توسط یک ترموواکس کنترل می‌گردد. زمانی که درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور کم است، ترموواکس جمع شده و درصد جریان هوای عبوری از میان سوپاپ هوا افزایش پیدا می‌نماید. زمانی که درجه حرارت مایع خنک‌کاری به بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌نماید سوپاپ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

۳- بیج تنظیم دور آرام (SAS) که در دریچه گاز قرار دارد برای تنظیم جریان هوای دور آرام در حالت بهینه استفاده می‌گردد (شکل ۱۲۶-۶).



شکل ۱۲۶-۶

ب) سیستم کنترل دور آرام محدود: سیستم کنترل دور آرام نوع محدودکننده نرخ جریان اجازه می‌دهد در زمانی که موتور سرد است هوای بیشتری عبور نماید و زمانی که موتور گرم شده محدود کننده نوع بی‌متالی بسته شده و هوای کمتری به سمت مانیفولد هوا عبور نماید. در این سیستم محدود کننده نوع بی‌متالی به صورت سری با استپر موتور قرار گرفته است (شکل ۱۲۷-۶).



شکل ۱۲۷-۶

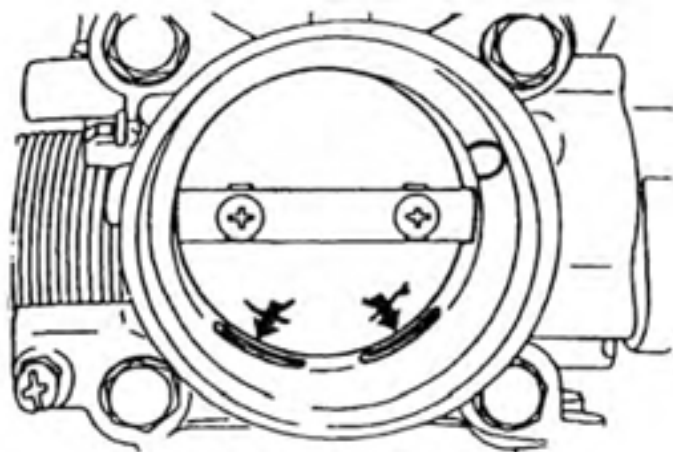
ج) پیچ تنظیم دور آرام: تغییرات موقعیت زاویه‌ای از پیچ تنظیم فاصله بین دریچه گاز و پوسته دریچه گاز را تغییر می‌دهد. این فاصله بهینه در زمان تولید خودرو در کارخانه سازنده تنظیم می‌گردد. و معمولاً لازم به تنظیم نمی‌باشد (شکل ۱۲۸-۶) در صورت نیاز به تنظیم باید توسط دستگاه عیب‌یاب و فیلتر تنظیم گردد.



شکل ۱۲۸-۶

د) دریچه گاز: دریچه گاز در موقعیت کمی باز برای جلوگیری از چسبیدن دریچه گاز بر اثر حرارت تنظیم می‌گردد (شکل ۱۲۹-۶).

دریچه گاز



شکل ۱۲۹-۶

۳- کنترل بازخورد دور موتور: در حالت دور آرام مقدار هوای عبوری از مسیر فرعی دریچه گاز توسط استپر موتور کنترل می‌گردد، همچنان که دور آرام موتور مطابق با دور آرام از پیش تنظیم شده نگهداری خواهد شد

دور آرام هدف یک دور بهینه از پیش تنظیم شده برای هر یک از شرایط مختلف عملکردی (مانند سوئیچ کولر از حالت ON به OFF و ...) می‌باشد

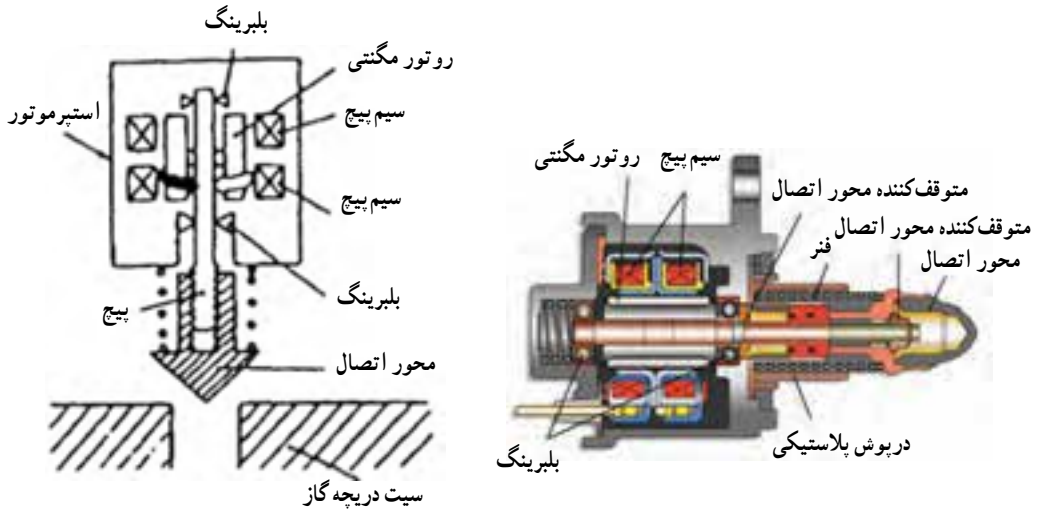
کنترل بازخورد برای به حالت تعادل درآوردن دور موتور انجام می‌گیرد تحت شرایط زیر کنترل انجام نمی‌گیرد

- ۱- زمانی که خودرو حرکت می‌کند (در سرعت ۲/۵ کیلومتر بر ساعت یا بیشتر)
- ۲- زمانی که سوئیچ موقعیت دور آرام در سنسور دریچه گاز چهار سیم از حالت OFF به ON عمل می‌نماید و زمانی که سوئیچ موقعیت دور آرام در حالت OFF می‌باشد (در مدل‌هایی که بدون سوئیچ دور آرام می‌باشند از سیگنال خروجی سنسور موقعیت دریچه گاز TPS استفاده می‌شود)
- ۳- زمانی که سوئیچ کولر از حالت ON به حالت OFF قرار می‌گیرد
- ۴- زمانی که سوئیچ موقعیت وضعیت دنده از حالت N به حالت D تغییر پیدا می‌نماید
- ۵- زمانی که سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک از حالت ON به حالت OFF تغییر پیدا می‌نماید
- ۶- زمانی که سوئیچ استارت از حالت ST به حالت IG تغییر پیدا می‌نماید

۴- سیستم سر و کنترل دور آرام: سیستم سر و کنترل دور آرام شامل یک استپر موتور و یک محور اتصال می‌باشد. آنها در روی بدنه دریچه گاز قرار گرفته‌اند. با چرخش استپر موتور 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 ۱۳۰-۶).

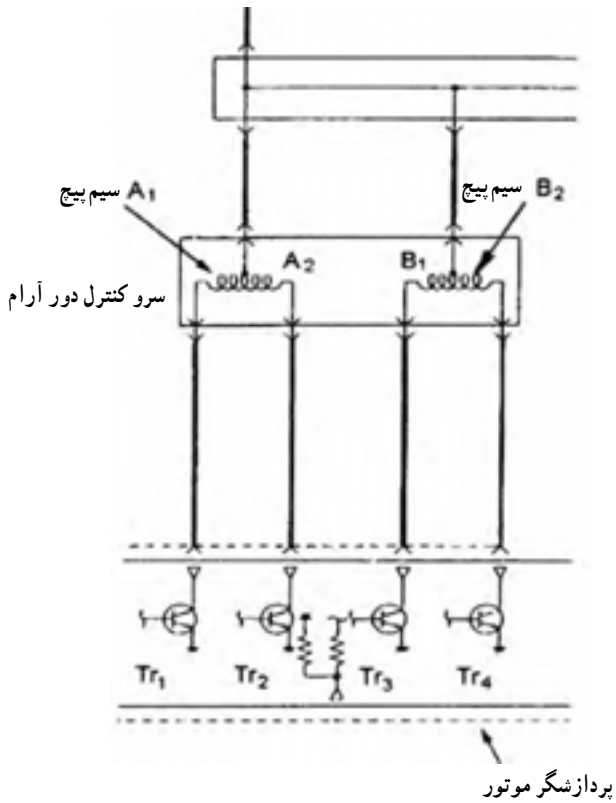
۵- مدار سر و کنترل دور آرام: در شکل ۱۳۱-۶ پردازشگر موتور ابتدا ترانزیستور Tr_1 را برای سیم بیچ A_1 تغذیه می‌نماید و سپس آن Tr_2 را برای سیم بیچ B_2 تغذیه می‌نماید. مراحل به ترتیب زیر در شکل ۱۳۲-۶ ادامه پیدا می‌نماید.

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

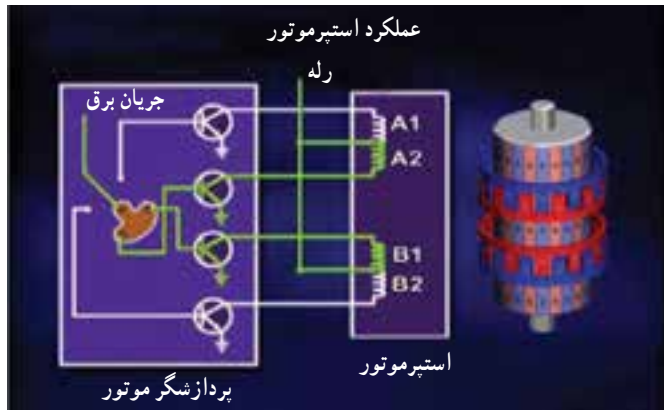


شکل ۱۳۰-۶

از رله کنترل موتور



شکل ۱۳۱-۶



شکل ۱۳۲-۶

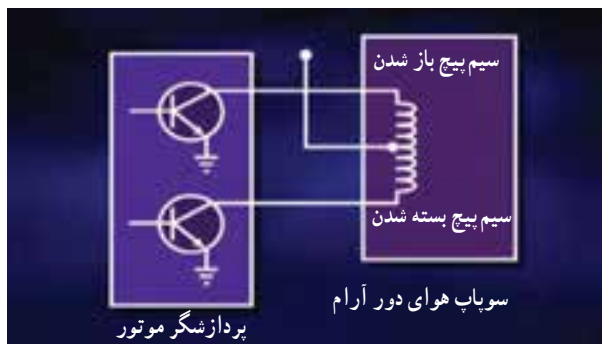
بنابراین سرو موتور موافق عقربه‌های ساعت حرکت می‌نماید. سرو موتور برای چرخش خلاف عقربه‌های ساعت به ترتیب مراحل زیر کار می‌نماید:

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

امروزه از سوپاپ هوای دور آرام نوع استپرموتوری و نوع چرخشی در خودروها استفاده می‌نمایند (شکل ۱۳۳-۱ و ۱۳۳-۶).

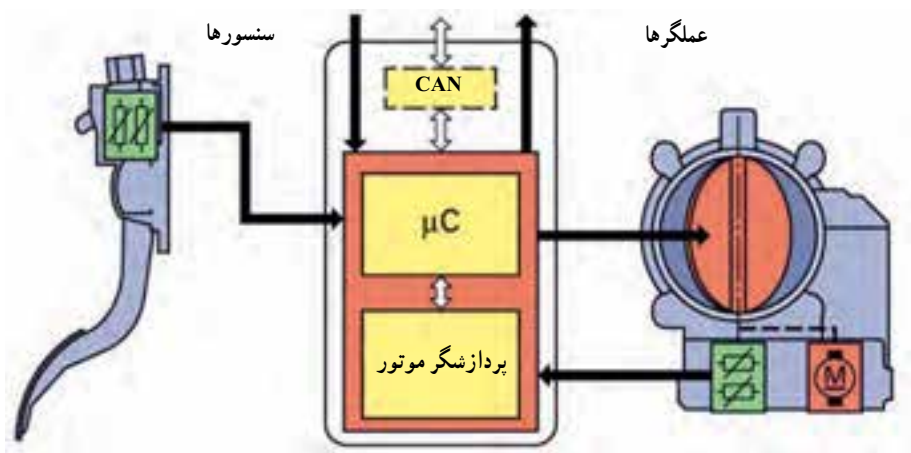


شکل ۱۳۳-۶- انواع سوپاپ دور آرام



شکل ۱۳۳-۱- 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 به صورت استپر موتور یا موتور DC به حرکت در می‌آیند (شکل ۶-۱۳۴).



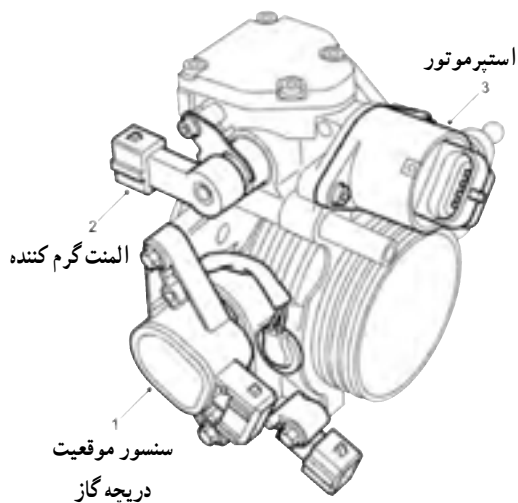
شکل ۶-۱۳۴

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 DC یا سرو موتور روی دریچه گاز را به مقدار فشرده شدن پدال گاز باز می‌نماید (شکل ۶-۱۳۵ و ۶-۱۳۵-۱).



شکل ۶-۱۳۵-۱

شکل ۶-۱۳۵

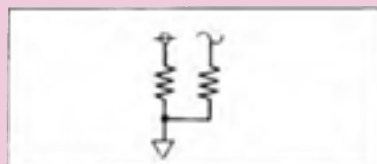


شکل ۶-۱۳۶

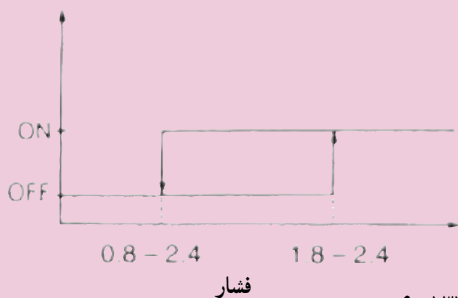
المنت گرم کننده محافظه دریچه گاز: بر روی بعضی از خودروها از یک المنت گرم کننده (۲) در شکل ۶-۱۳۶ برای جلوگیری از یخ زدن محافظه دریچه گاز استفاده شده است. در بعضی از خودروها آب موتور در اطراف استپر موتور گردش می کند تا از یخ زدگی و تشکیل ناخالصی که باعث حرکت نامنظم در دور آرام می گردد جلوگیری شود.

مطالعه آزاد

۶-۱۵-۱- سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک: در بعضی از خودروها که دارای سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک می باشند با چرخاندن فرمان در دور آرام مقدار هوای دور آرام برای افزایش دور زیادتر می شود (شکل ۶-۱۳۷)



پردازشگر موتور

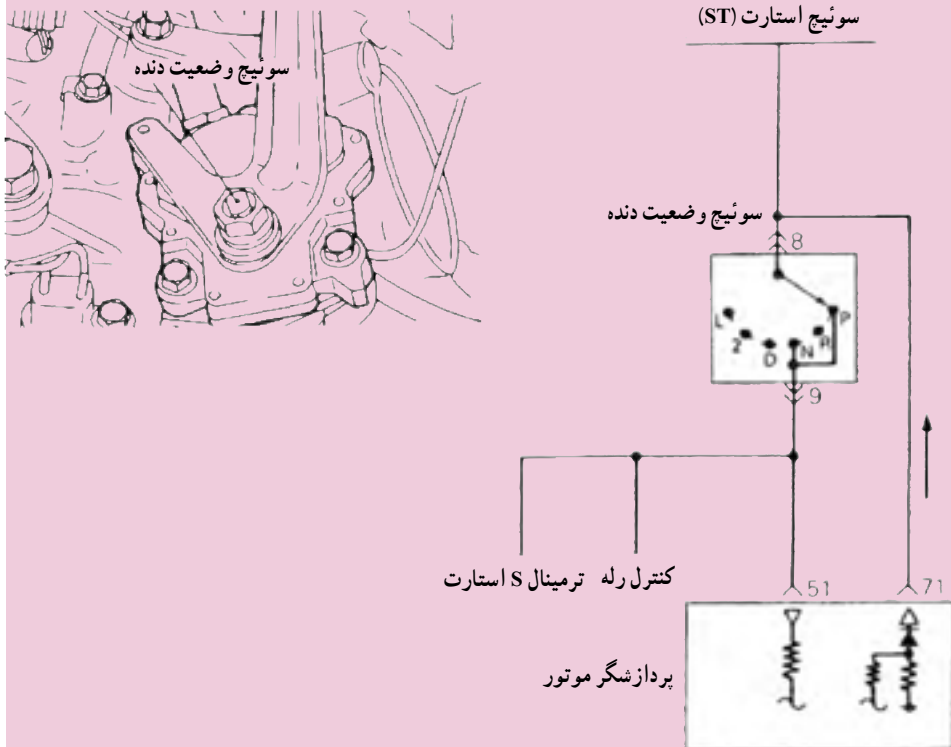


شکل ۶-۱۳۷

سوئیچ فشار روغن فرمان هیدرولیک

۲-۱۵-۶- سوئیچ وضعیت دنده گیربکس اتوماتیک: سوئیچ وضعیت دنده گیربکس

اتوماتیک، وضعیت دنده در گیربکس اتوماتیک را تشخیص می‌دهد (شکل ۶-۱۳۸)



شکل ۶-۱۳۸

۱۶-۶- سیستم کنترل آلاینده‌گی
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 اتمسفر (محیط) آزاد می‌گردند. این مواد هوا را آلوده می‌نمایند و همچنین قوانین سختی برای محدود کردن آلاینده‌گی‌های خروجی موتور وجود دارد.

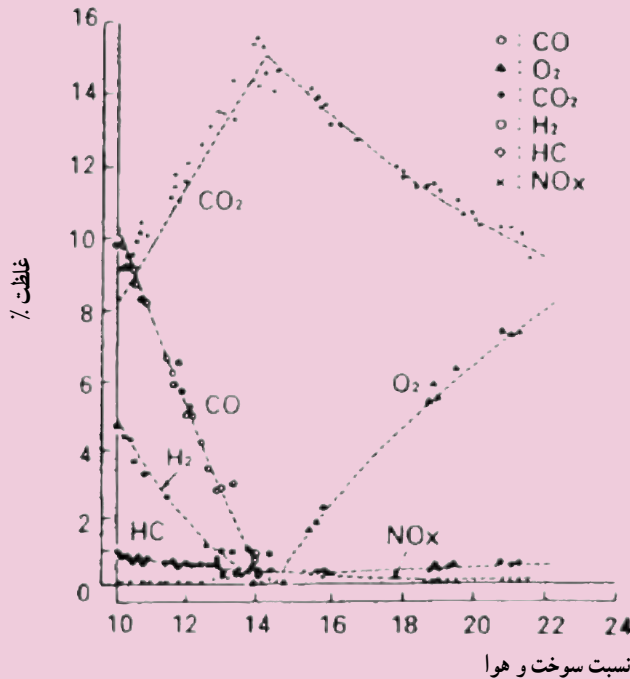
۱- اجزاء گازهای اگزوز: گازهای اگزوز از احتراق و واکنش کربن (C) و هیدروژن (H) که

جزء اتم‌های بنزین هستند، و اکسیژن (O) و نیتروژن (N) که مواد تشکیل دهنده هوا می‌باشند، تحت دما و فشار بالا تولید می‌گردند.

مطالعه آزاد

با توجه به شکل ۶-۱۳۹ ارتباط بین نسبت سوخت و هوا و درصد (غلظت) مواد حاصل از احتراق

سوخت نشان داده شده است



شکل ۶-۱۳۹

مواد آلاینده گازهای خروجی اگزوز

(a) مواد آلاینده

● موادی که به صورت مستقیم و غیرمستقیم بروی محیط زیست تأثیر گذارند :

مونوکسید کربن (CO)

هیدروکربن (HC)

اکسید نیتروژن (NO_x)

(b) مواد مضر و تأثیرات آن بر روی بدن انسان

● مونوکسید کربن (CO):

یک ماده چسبناکی که 300° برابر قوی تر از هموگلوبین بوده و به هموگلوبین CO تبدیل شده که باعث بی نظمی در متابولیسم بدن می گردد.

● اکسید نیتروژن (NO_x)

● اختلالات در سیستم عصبی بدن به مدت زمانی که اکسید نیتروژن به طور پیوسته تنفس می گردد وابستگی دارد.

● هیدروکربن و اکسید نیتروژن (HC و NO_x)

انتشار این مواد در هوای آزاد باعث تولید یک دود تحت نور شدید خورشید می گردد. این دود شامل اوزن و ترکیب نیترو گشته و به پوست و چشم آسیب می رساند.

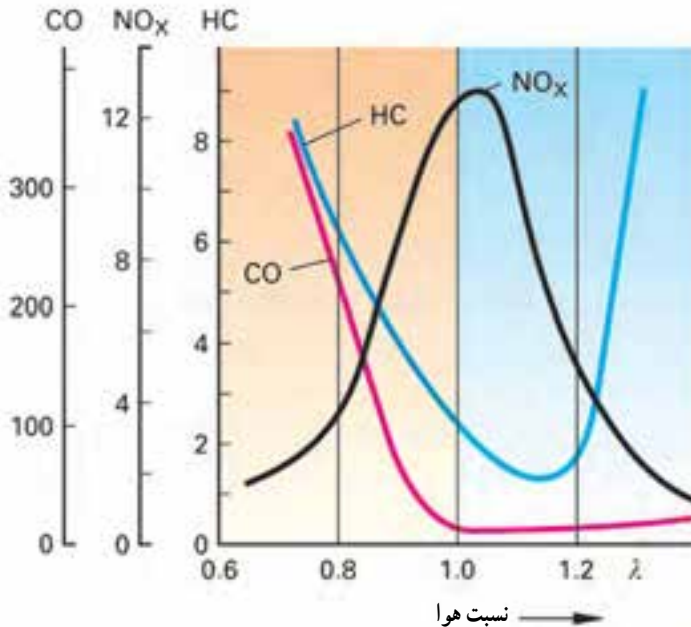
۳- مکانیزم تولید اجزاء گازهای مضر

(a) تولید CO: مونوکسید کربن (CO) در زمان احتراق بنزین تولید می گردد. در شکل ۶-۱۴۰

غلظت مونوکسید کربن (CO) در نسبت سوخت و هوای مختلف نشان داده شده است.

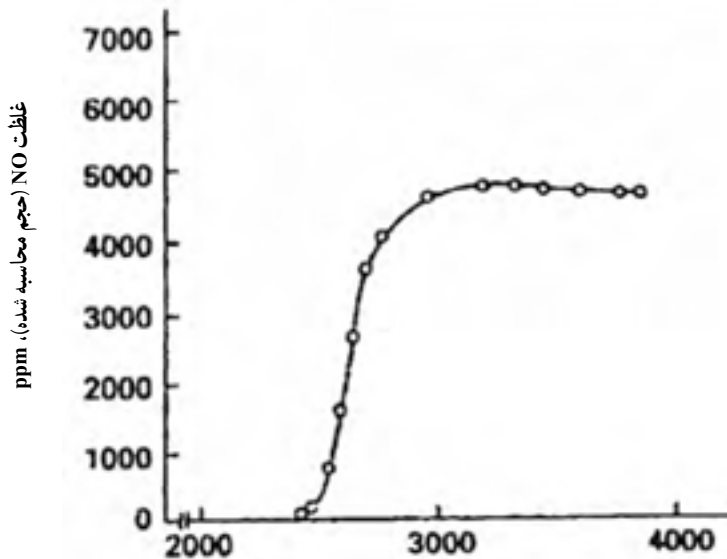
(b) تولید هیدروکربن ها (HC): هیدروکربن در گازهای خروجی اگزوز یا قسمتی از

سوخت های نسوخته و روابط آن با نسبت سوخت و هوا در شکل ۶-۱۴۰ توضیح داده شده است.



شکل ۶-۱۴۰

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 ۶-۱۴۱).



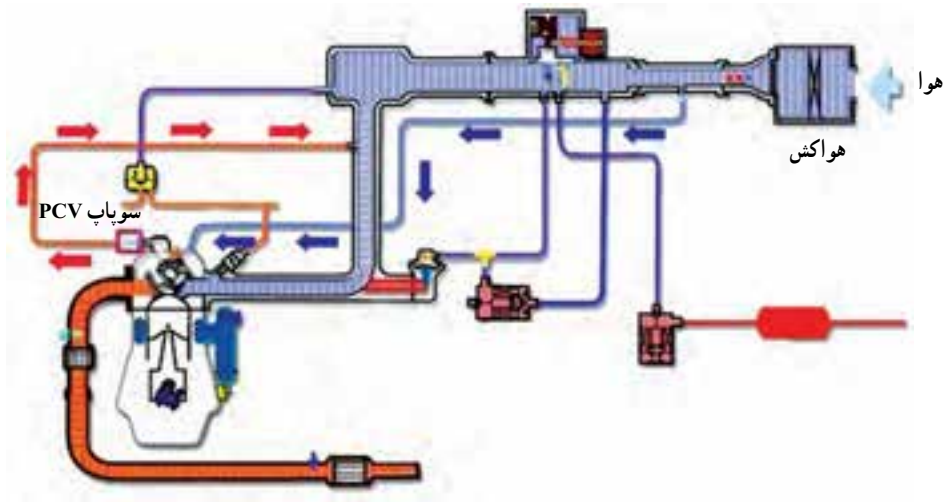
ماکزیمم درجه حرارت گاز احتراق برحسب کلونین (K)

شکل ۶-۱۴۱

۱-۶-۱۶- عملکرد سیستم کنترل آلاینده‌گی

۱- سیستم کنترل آلاینده‌گی محفظه میل لنگ: سیستم کنترل آلاینده‌گی محفظه میل لنگ یک سیستمی برای جلوگیری از آزاد شدن بخارات محفظه میل لنگ^۱ به اتمسفر (محیط) می‌باشد (شکل ۶-۱۴۲).

هوای آزاد از هواکش به داخل محفظه میل لنگ از میان شیلنگ هواکش وارد و با گازهای محفظه میل لنگ مخلوط می‌گردد. گازهای خروجی محفظه میل لنگ به داخل مانیفولد هوای ورودی از میان سوپاپ تهویه مثبت محفظه میل لنگ (PCV) کشیده می‌شوند. سوپاپ PCV طوری طراحی شده است که پلانجر مطابق با خلاء مانیفولد بلند شده (حرکت می‌نماید تا جریان گازهای خروجی محفظه میل لنگ) را به طور مناسب تنظیم نماید (جدول ۶-۸).



شکل ۱۴۲-۶

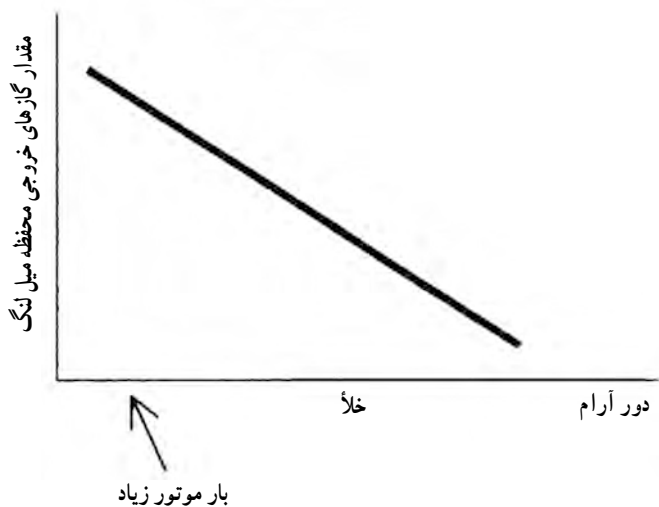
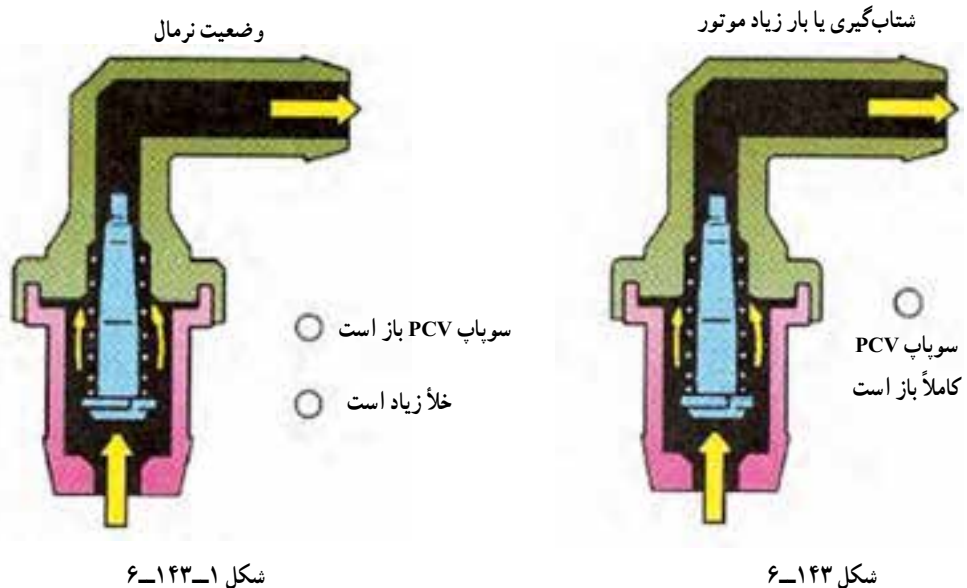
جدول ۸-۶- جدول عملکرد سوآپ PCV

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

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

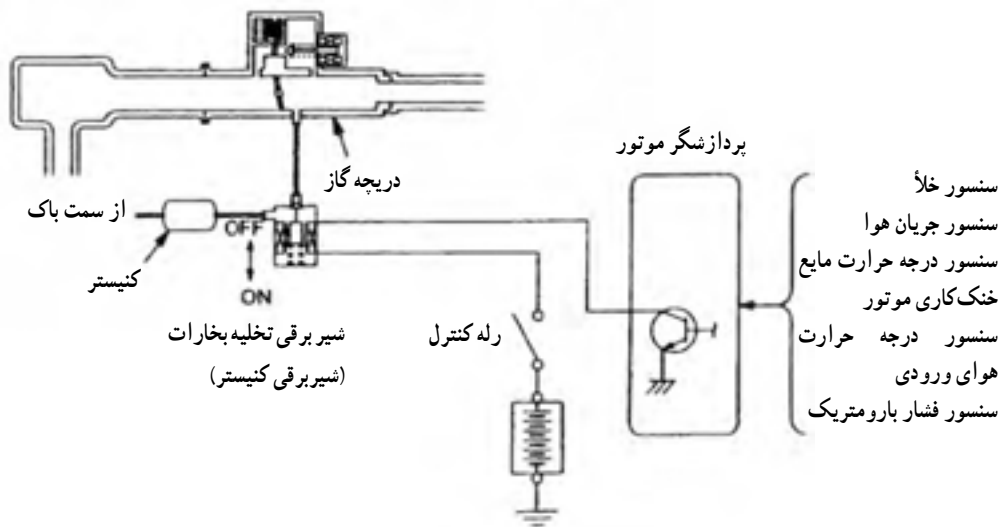
● سوآپ تهویه مثبت محفظه میل لنگ (PCV): سوآپ PCV در پاسخ به خلأ مانیفولد هوای ورودی حرکت می‌نماید، بنابراین گازهای خروجی محفظه میل لنگ بهبود می‌یابد. زمانی که بار موتور کم است مقدار گازهای خروجی محفظه میل لنگ (blow by Gas) برای پایداری وضعیت موتور محدود می‌گردد. زمانی که بار موتور زیاد می‌گردد، مقدار آن افزایش می‌یابد (شکل‌های ۱۴۳-۶ و ۱-۱۴۳-۶).

در نمودار ۶-۱۴۳-۲ رابطه بین خلأ و مقدار گازهای خروجی محفظه میل لنگ نمایش داده شده است.



شکل ۶-۱۴۳-۲

۲- سیستم کنترل آلاینده‌گی بخارات سوخت : سیستم کنترل آلاینده‌گی بخارات سوخت از رها شدن بخار سوخت تولید شده در باک به اتمسفر جلوگیری می‌نماید (شکل ۶-۱۴۴). بخارات



شکل ۱۴۴-۶

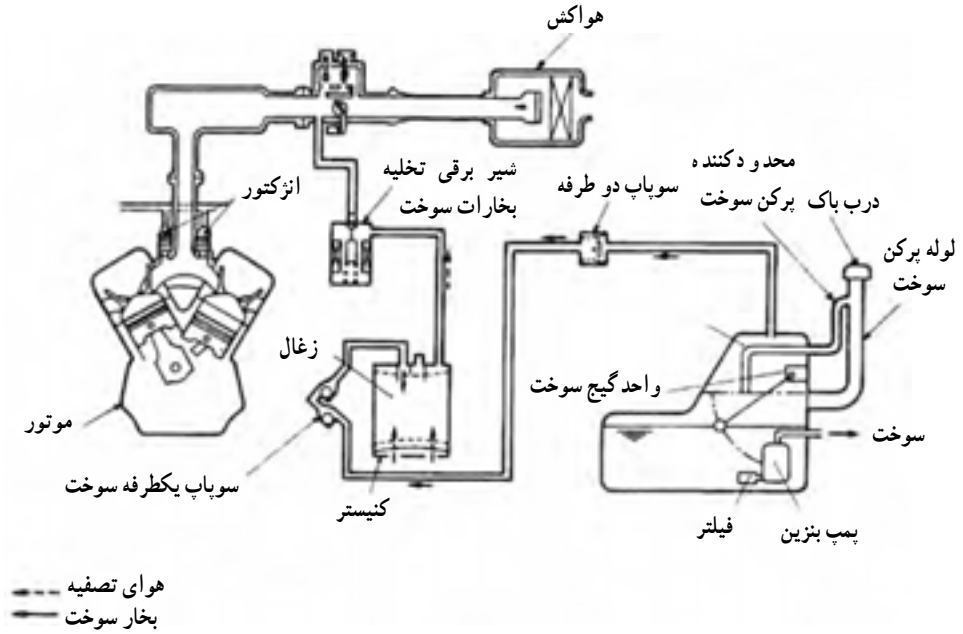
سوخت باک از سوپاپ کنترل فشار باک و لوله و شیلنگ‌های بخار جریان پیدا نموده و در کنیستر^۱ به صورت موقت ذخیره می‌شوند. زمانی که خودرو روشن است، سوپاپ سلنوییدی کنترل تخلیه بخارات^۲ توسط پردازشگر موتور روشن می‌گردد، بخارات سوخت ذخیره شده در کنیستر از میان سوپاپ سلنوییدی کنترل تخلیه بخارات (شیر برقی کنیستر) و مسیر مربوطه وارد مانیفولد ورودی شده و در محفظه احتراق می‌سوزد.

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

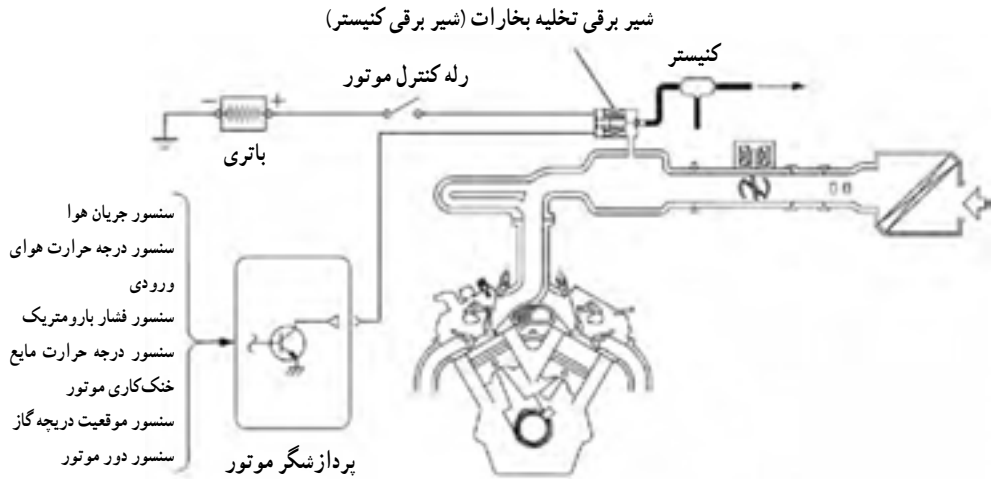
(a) **دیاگرام سیستم:** در شکل ۱۴۵-۶ و ۱۴۵-۶ دیاگرام سیستم کنترل آلاینده‌گی بخارات سوخت نشان داده شده است.

۱- Can ster

۲- Purge Contro So eno d Va ve

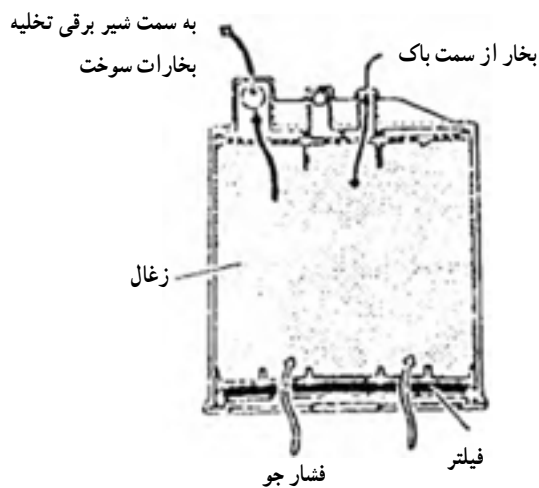


شکل ۱۴۵-۶- دیاگرام سیستم کنترل آلایندگی با شیر برقی ON/OFF

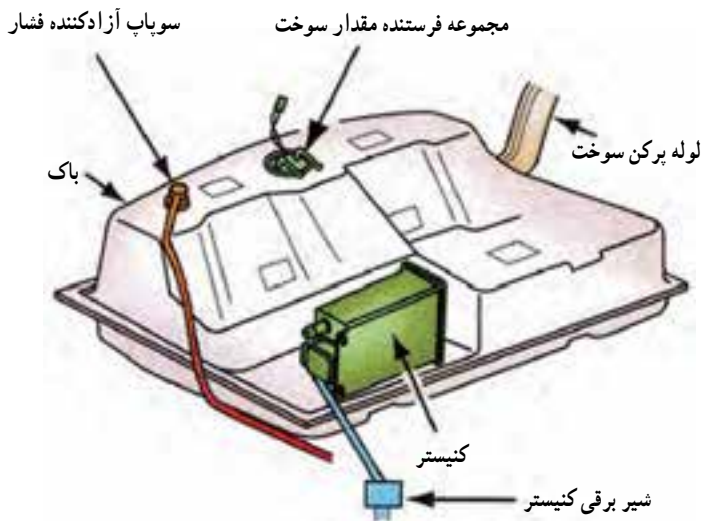


شکل ۱۴۵-۱-۶- دیاگرام سیستم کنترل آلایندگی با شیر برقی درصدی (Duty Cycle)

(b) کنیستر: زمانی که موتور روشن نمی‌باشد، بخارات سوخت تولید شده در داخل باک جذب شده و در کنیستر ذخیره می‌شوند. زمانی که موتور روشن می‌گردد، بخارات سوخت ذخیره شده در کنیستر به داخل دریچه گاز^۱ از میان سوپاپ سلنوئیدی تخلیه بخارات کشیده می‌شوند (شکل ۶-۱۴۶). محل قرارگیری کنیستر در کنار باک و یا در محفظه موتور می‌باشد (شکل ۶-۱۴۷).



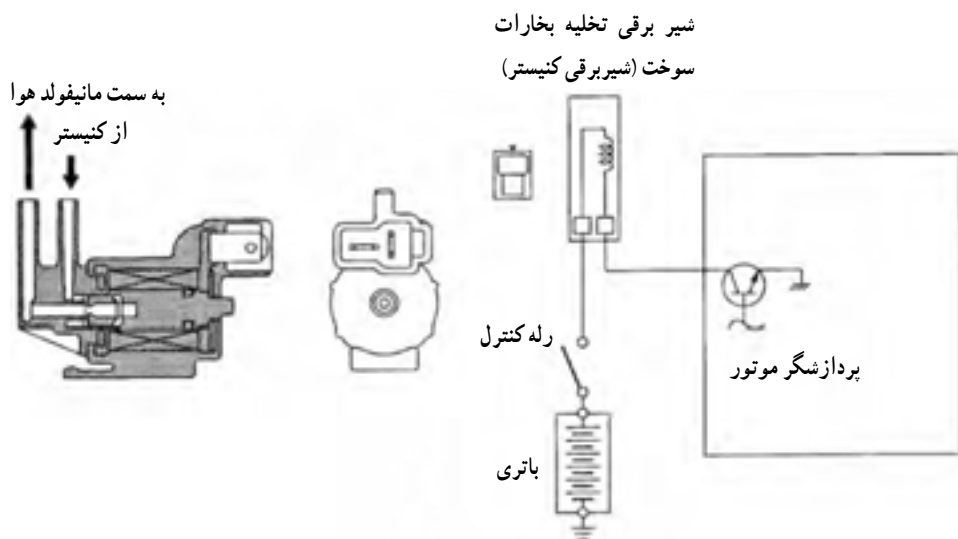
شکل ۶-۱۴۶



شکل ۶-۱۴۷

c) سوپاپ سلنوتئیدی تخلیه بخارات بنزین :

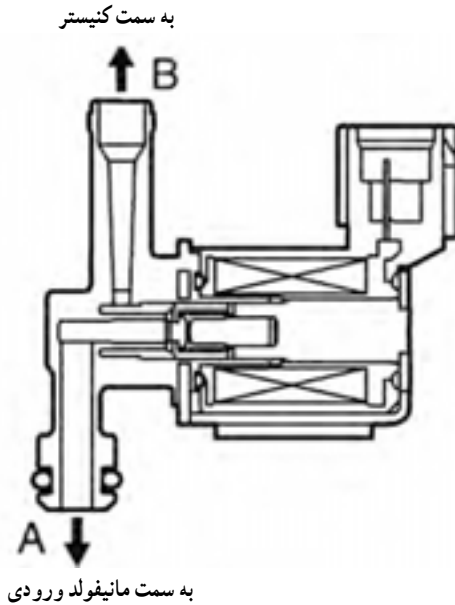
سوپاپ سلنوتئیدی تخلیه بخارات از نوع سوپاپ سلنوتئیدی ON/OFF می باشد که از طرف پردازشگر موتور کنترل می گردد (شکل ۱۴۸-۶).



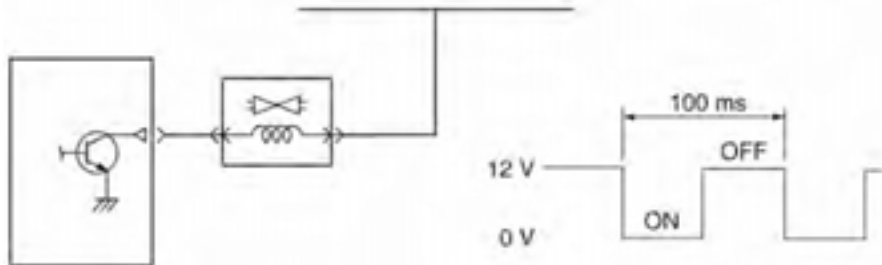
شکل ۱۴۸-۶

سوپاپ باز شده موقعی که سلنوتئید روشن (ON) شده و اجازه می دهد که بخارات سوخت داخل کنیستر به داخل مانیفولد هوای ورودی کشیده شود.

امروزه در بعضی از خودروهای جدید از سوپاپ سلنوتئیدی تخلیه بخارات از نوع سوپاپ سلنوتئیدی با کنترل درصدی^۱ استفاده می نمایند (شکل ۱۴۹-۶ و ۱۴۹-۱) که حجم بخارات سوخت تخلیه شده از کنیستر را کنترل می نماید. وقتی جریان در سیم پیچ جاری نمی گردد مسیر A کاملاً مسدود شده و بخارات سوخت به داخل مانیفولد کشیده نمی شوند. زمانی که جریان به سیم پیچ جاری می گردد هوای تولیدی بین مسیر A و B حرکت می نمایند، و بخارات سوخت به داخل مانیفولد کشیده می شوند. پردازشگر موتور مدت زمان روشن بودن (ON) شیر برقی را مطابق با وضعیت عملکردی موتور برای عبور بخارات سوخت تغییر می دهد.



شکل ۱۴۹-۶

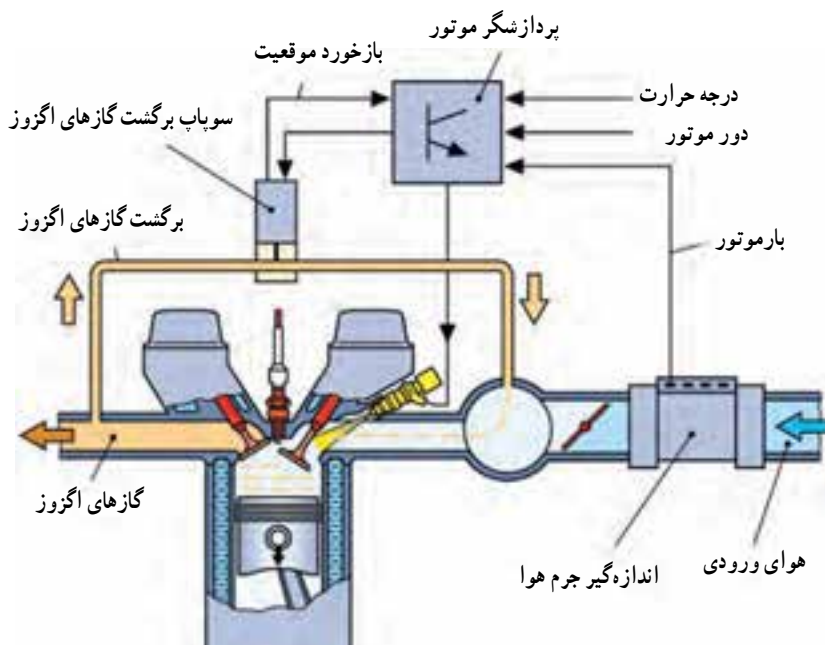


شکل ۱-۱۴۹-۶

۳- سیستم برگشت گازهای آگزوز (EGR)

سیستم برگشت دودهای آگزوز (EGR) سطح آلاینده‌گی 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 آگزوز را از مانیفولد خروجی از طریق مانیفولد هوای ورودی به محفظه احتراق برگردانده و درجه حرارت احتراق مخلوط

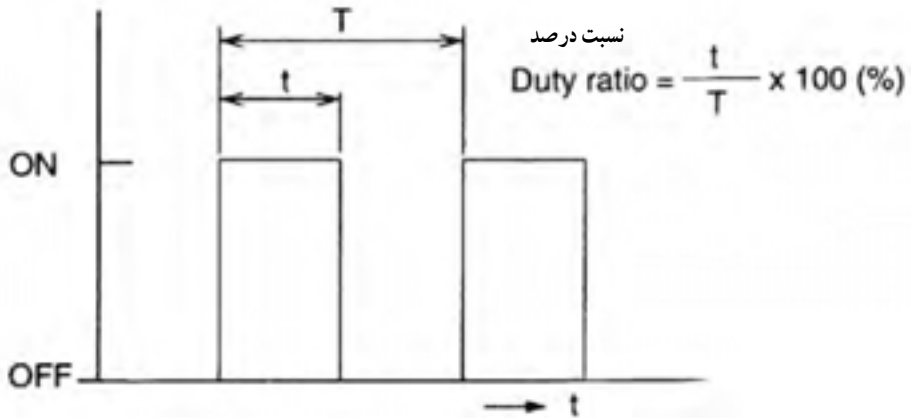
سوخت و هوا کاهش می‌یابد، در نتیجه اکسید نیتروژن (NO_x) کاهش می‌یابد (شکل ۱۵۰-۶). امروزه برای بیشتر پایین آوردن دمای دودهای خروجی از گردش آب موتور در اطراف سوپاپ EGR استفاده می‌نمایند.



شکل ۱۵۰-۶

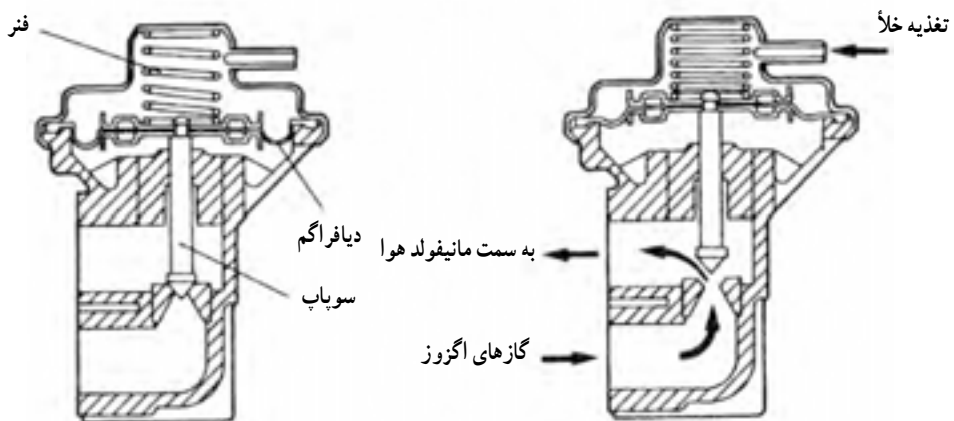
(a) نوع کنترل ON/OFF: نسبت برگشت دودهای آگزوز (EGR) توسط سوپاپ EGR کنترل می‌گردد و به شرط آنکه قدرت موتور در زمان پایین بودن حرارت موتور، دور آرام یا باز بودن کامل دریچه گاز، یا هنگام شتاب‌گیری سوپاپ سلنوئیدی EGR توسط برداشتن موتور در حالت خاموش (OFF) قرار داشته و سوپاپ EGR کاملاً بسته می‌باشد. در شرایط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

(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 ۱۵۱-۶).

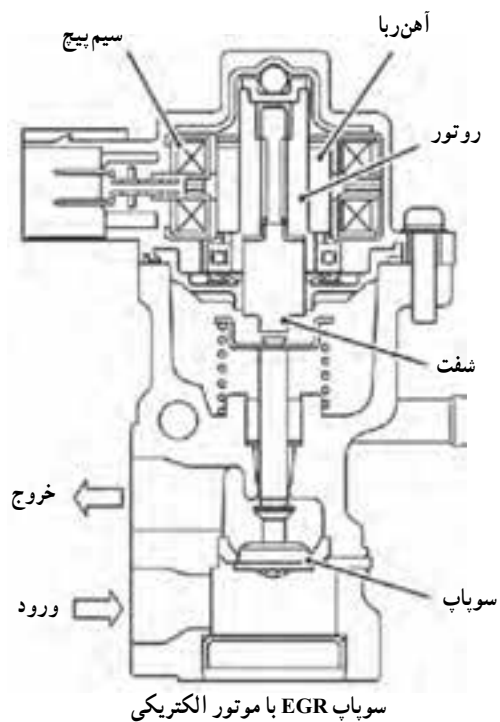


شکل ۶-۱۵۱

(c) سوپاپ *EGR* : در سوپاپ *EGR* از یک دیافراگم استفاده شده که جریان گازهای آگزوز را به وسیله باز و بست کردن یک سوپاپ مطابق با خلأ کنترل می نماید. زمانی که خلأ از نیروی فنر قوی تر می گردد، سوپاپ باز می شود (مطابق شکل ۶-۱۵۲) و گازهای خروجی آگزوز به مانیفولد هوای ورودی راه پیدا می نماید. امروزه از سوپاپ *EGR* با موتور الکتریکی استفاده می گردد (شکل ۶-۱۵۳).



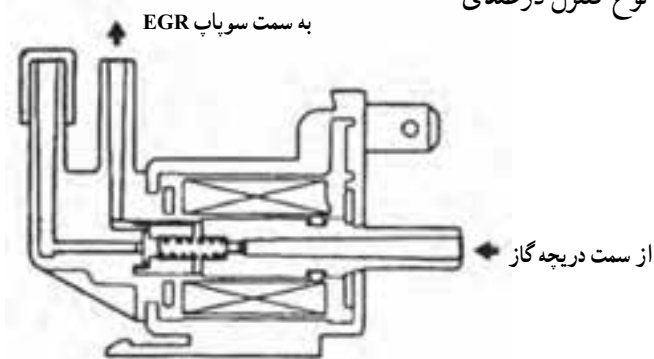
شکل ۶-۱۵۲



شکل ۱۵۳-۶-الف

(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 می نماید، که
 به دو نوع تقسیم بندی می گردد (شکل ۱۵۳-۶):

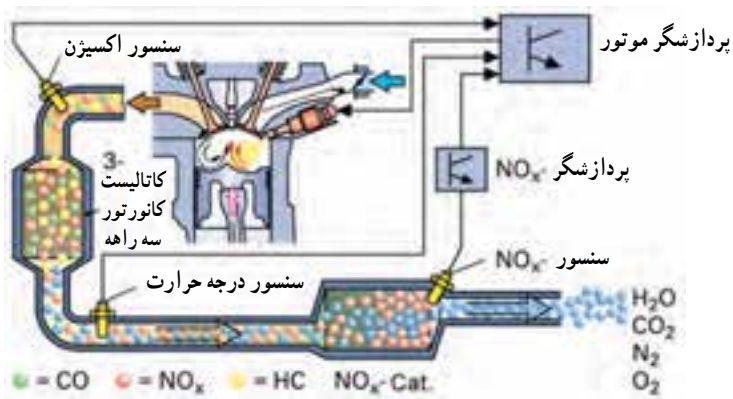
- نوع کنترل ON-OFF (روشن - خاموش)
- نوع کنترل درصدی



شکل ۱۵۳-۶-ب

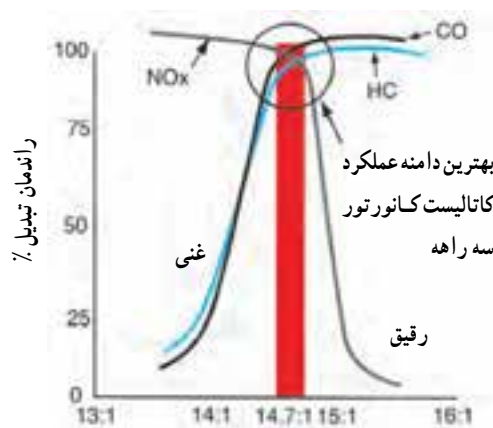
۴- کاتالیست کانورتور

سیستم کنترل آلاینده‌گی نشان داده شده در شکل ۱۵۴-۶ از یک کاتالیست کانورتور سه راهه^۱ به همراه یک سیستم بازخورد (سنسور اکسیژن استفاده شده) برای افزایش راندمان کاتالیست کانورتور سه راهه به کار رفته است.



شکل ۱۵۴-۶

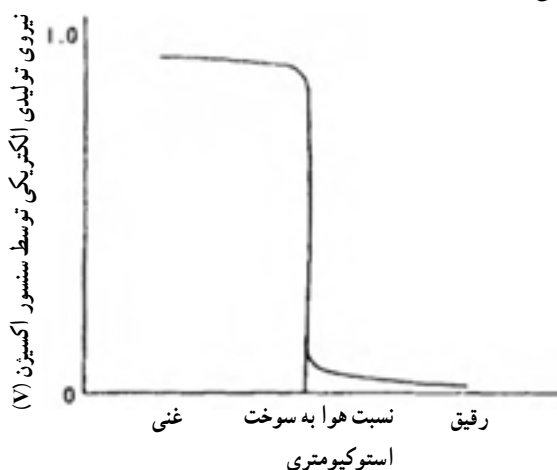
در شکل ۱۵۵-۶ رابطه بین نسبت سوخت و هوا و مقدار آلاینده‌گی HC، CO و NO_x که توسط کاتالیست کانورتور سه راهه می‌تواند کاهش پیدا نماید، نشان داده شده است. مطابق شکل با یک نسبت سوخت و هوای استوکیومتری مقدار کاهش در HC، CO و NO_x نزدیک به صد درصد ۱۰۰٪ می‌باشد.



شکل ۱۵۵-۶

^۱ Three way Catalyst Converter

در شکل ۱۵۶-۶ 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 غنی بودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد. اگر ولتاژ تولیدی به سرعت کاهش یابد نشانگر رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد.



شکل ۱۵۶-۶

پردازشگر موتور نسبت سوخت و هوا را تا حتی المقدور نزدیک به سطح استوکیومتری با تنظیم مقدار پاشش سوخت و مطابق با سیگنال ارسالی از طرف سنسور اکسیژن نگاه 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 آگروز به مواد غیرسمی استفاده شده است. آن به طور همزمان CO و CO را به وسیله اکسیداسیون کاهش داده و NO_x را نیز کاهش می‌دهد (شکل ۱۵۷-۶ و ۱۵۷-۱).

۱_P at num

۲_Rhod um

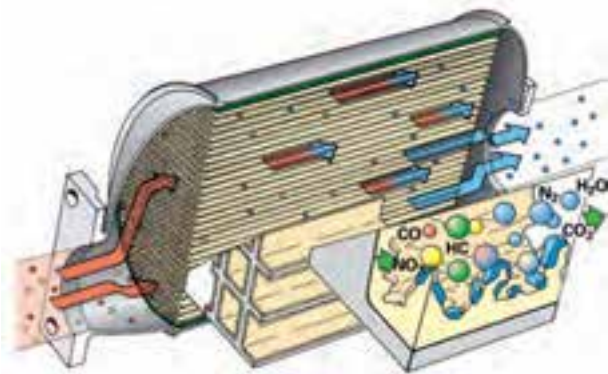
۳_Pa ad am

و ۲-۱۵۷-۶).

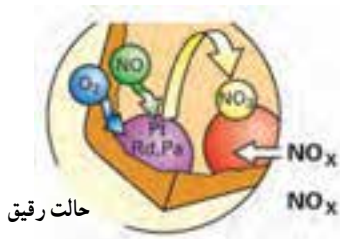
کاتالیست کانورتور سه راهه در دو نوع موجود می‌باشد، یک نوع آن گلوله‌ای و نوع دیگر یکپارچه (شبکه‌ای) می‌باشد. در نوع گلوله‌ای از ساچمه‌هایی به قطر ۲-۴mm میلی‌متر به تعداد ۲۰۰/۰۰۰ - ۱۰۰/۰۰۰ که با عناصر کاتالیزوری پوشانده شده استفاده شده است و در نوع یکپارچه شبکه‌ای از شکل لانه زنبوری که سطح آن با عناصر کاتالیزوری پوشانده شده، استفاده شده است. بیشتر کاتالیست کانورتورها از نوع شبکه‌ای می‌باشند.



شکل ۱-۱۵۷-۶

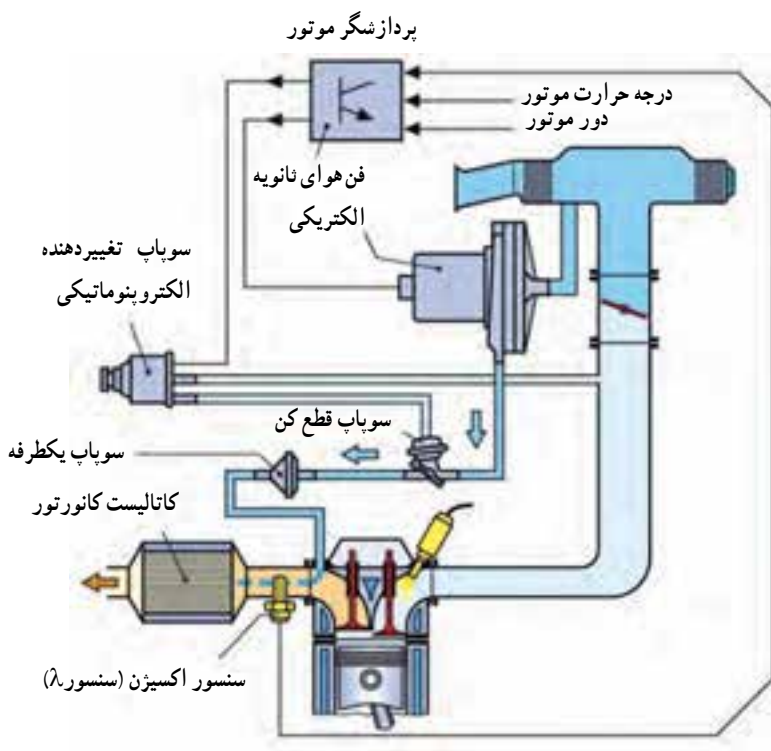


شکل ۲-۱۵۷-۶



شکل ۲-۱۵۷-۶

۵- سیستم کنترل آلاینده‌ی پاشش هوای ثانویه : سیستم پاشش هوای ثانویه برای کاهش مقدار آلاینده‌ی HC و CO در زمان گرم شدن موتور ($\lambda < 1$) احتراق مجدد گازهای حاصل از احتراق می‌باشد. در این سیستم هوای تازه به مانیفولد آگزوز قبل از کاتالیست کانورتور تغذیه می‌گردد (شکل ۱۵۸-۶).

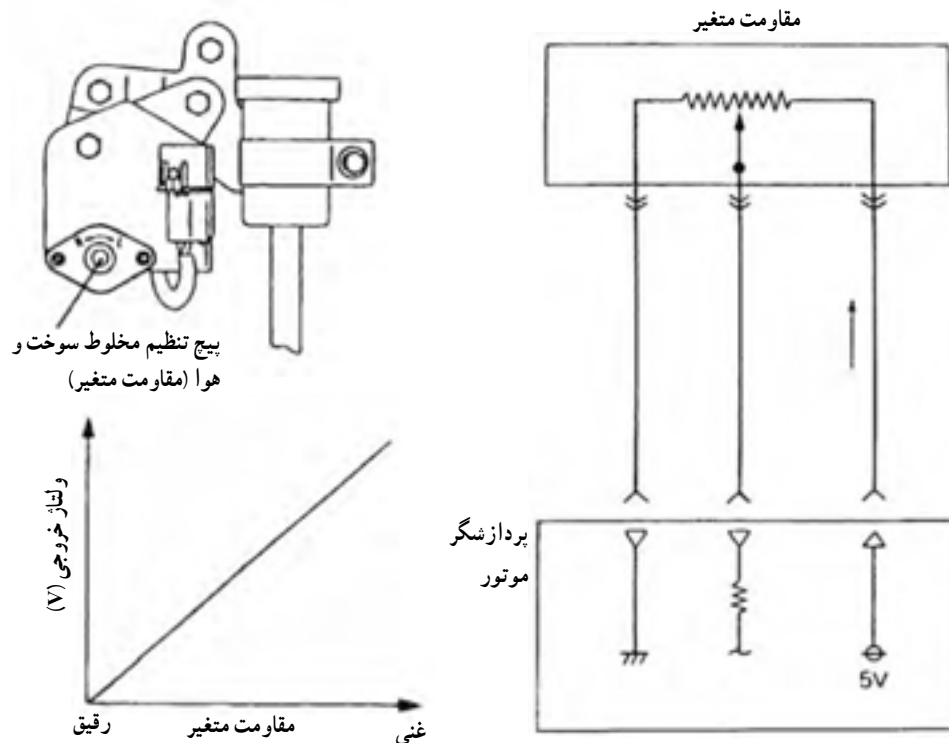


شکل ۱۵۸-۶

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 آگزوز قرار داد که بدین ترتیب طول عمل کاتالیست افزایش می‌یابد. در این سیستم یک فن هوای ثانویه الکتریکی و یک سوآپ تغییر دهنده الکتروپنوماتیکی که توسط سیستم مدیریت موتور با توجه به درجه حرارت موتور فعال می‌شوند، هوا را از طریق یک سوآپ قطع کن و یک سوآپ یکطرفه به گازهای خروجی آگزوز قبل از کاتالیست دمیده می‌شود. سوآپ یکطرفه توسط سوآپ تغییر دهنده الکتروپنوماتیکی فعال می‌گردد. سوآپ یکطرفه اجازه نمی‌دهد که فشار گازهای خروجی آگزوز به فن رسیده و باعث خرابی آن گردد. همچنین از برگشت دودهای آگزوز جلوگیری می‌نماید.

۶- 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 آگزوز در زمان

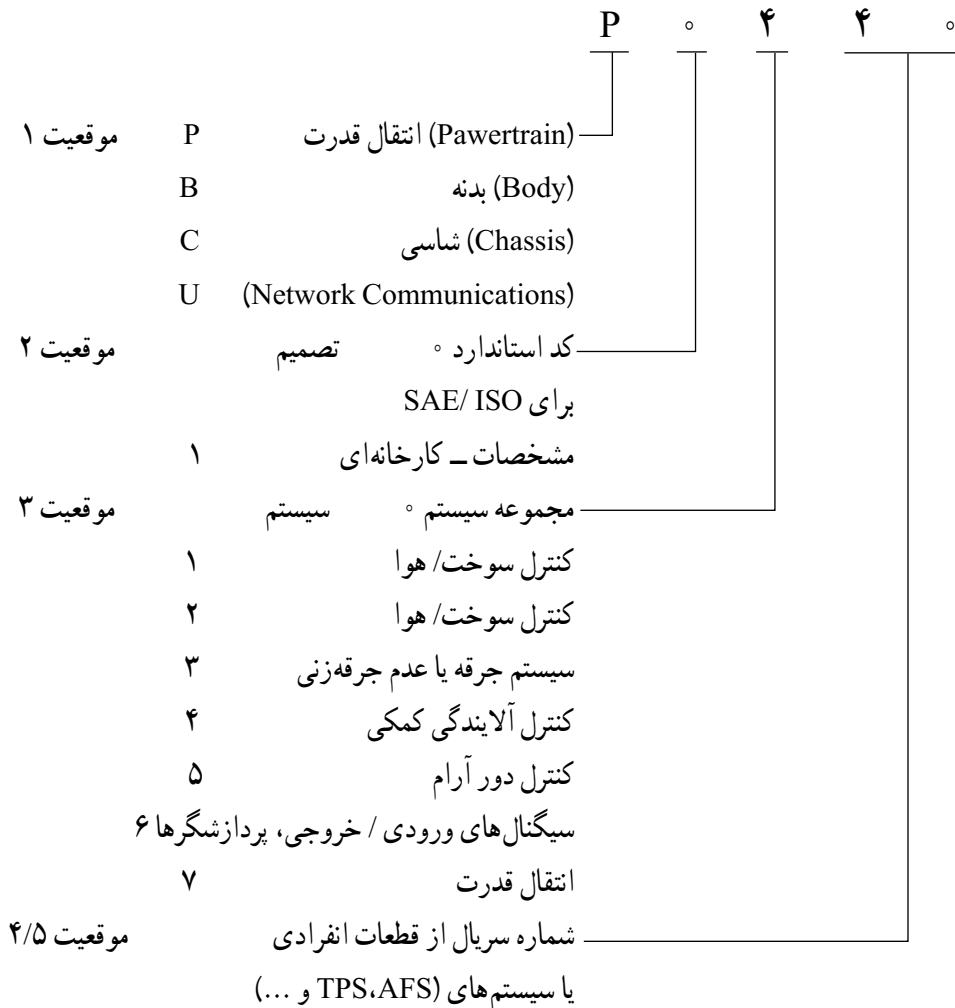
دور آرام استفاده می نمایند. پردازشگر موتور برای تنظیم مقدار پاشش سوخت مطابق با مقاومت، این مقاومت متغیر برنامه ریزی شده است (شکل ۱۵۹-۶).



شکل ۱۵۹-۶

۷- سیستم عیب یابی هوشمند (OBD):

در سیستم های عیب یابی قدیمی از کدهای خطا دو رقمی استفاده می گردید. امروزه از سیستم استاندارد بین المللی «۴ رقمی P» (ISO 15031-6/SAE J2012) استفاده می شود و با دستگاه عیب یاب کدهای خطا (DTC) قابل خواندن می باشد (شکل ۱۶۰-۶).



مطالعه آزاد

Pin assignment diagnosis interface:

PIN 2 10 Data transfer
as per SAE J 1850

PIN 7 15 Data transfer
as per DIN ISO 914 2

PIN 4/5 Vehicle earth/signal earth
PIN 16 (Terminal 30 or 15)

All other PINs can be freely assigned by the manufacture for the use of further diagnosis functions.

EOBD diagnosis connection
(driver's cockpit)

Generic scan tool

شکل ۱۶-۶

۱۷-۶- 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.

۱- قطعات اصلی: چهار ویژگی مهم که موتورهای GDI را بهتر از موتورهای با سیستم پاشش انژکتوری (EFI) می‌نماید (شکل ۶-۱۶۱).

۲- ویژگی‌های موتورهای GDI

۱- 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 بالا و 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 در موتورهای انژکتوری معمولی نسبت سوخت و هوا 1:15 تا 12.5 می‌باشد.

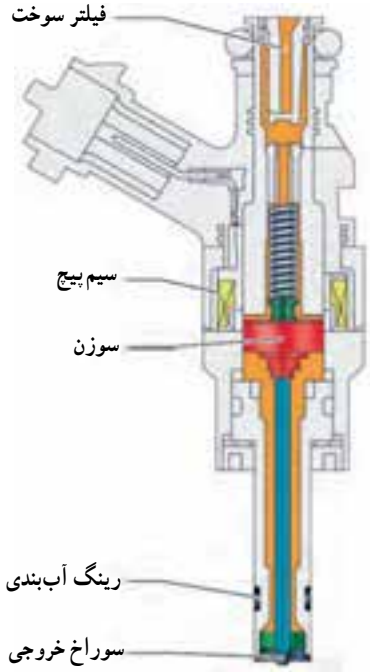


با این روش سیلندر بهتر از هوا پر شده و راندمان حجمی افزایش می‌یابد. مسیر هوای ورود مستقیم از بالا

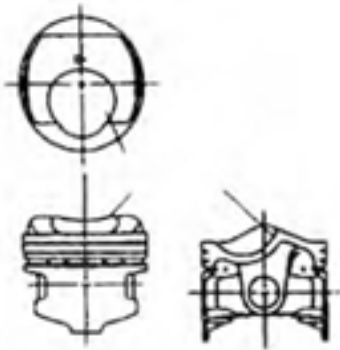


بادامک دوبل
پمپ سوخت فشار بالا سوخت را با فشار بالا به انژکتور می‌رساند.

^۱ Gasoline Direct Injection



سوخت در زمان دقیق خود تحویل داده می‌شود.
انژکتورهای چرخشی فشار بالا



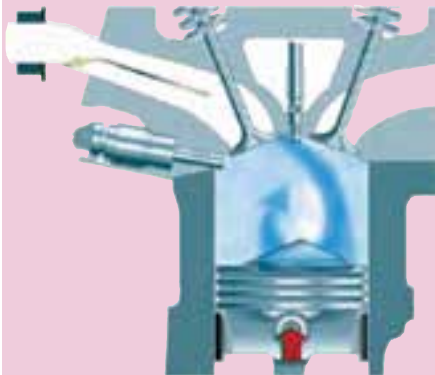
باعث چرخش بهتر هوا (موافق عقربه‌های ساعت) شده و
در نتیجه مخلوط سوخت و هوا بهتر اختلاط پیدا نموده
و باعث جرقه بهتر می‌گردد.
منحنی بالای پیستون

شکل ۱۶۱-۶

مطالعه آزاد

الف) جریان هوا در سیلندر

در کورس مکش با استفاده از مسیر هوای ورودی مستقیم از بالا یک جریان سقوط هوا قوی که
برعکس موتورهای معمولی می‌باشد به وجود می‌آید (شکل ۱۶۲-۶ و ۱۶۲-۱)



شکل ۱۶۲-۱-۶



شکل ۱۶۲-۶

مسیر هوای ورودی
موتورهای فعلی

منحنی بالای پیستون باعث چرخش بهتر هوا شده، و در همان زمان سوخت در نصف کورس تراکم در نزدیکی شمع پاشیده می‌شود که این عمل مهم‌ترین نقش در کنترل هوا - سوخت در سیلندر می‌باشد (شکل

۶-۱۶۳)



شکل ۶-۱۶۳

ب) مراحل پاشش سوخت :

در زمان احتراق خیلی رقیق، سوخت در نصف دوم کورس متراکم درست قبل از جرقه پاشیده می‌شود. در زمانی که فشار داخل سیلندر بالا است، سوخت آتمیزه شده به وسیله انژکتورهای چرخشی فشار بالا پاشیده می‌شود (شکل ۶-۱۶۴).



شکل ۶-۱۶۴

در موتورهای GDI (پاشش مستقیم بنزین) روش‌های پاشش سوخت به چهار قسمت مطابق با 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 نسبت هوا به سوخت)	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	30-40	20-24	استوکیومتری 4.7:	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 :

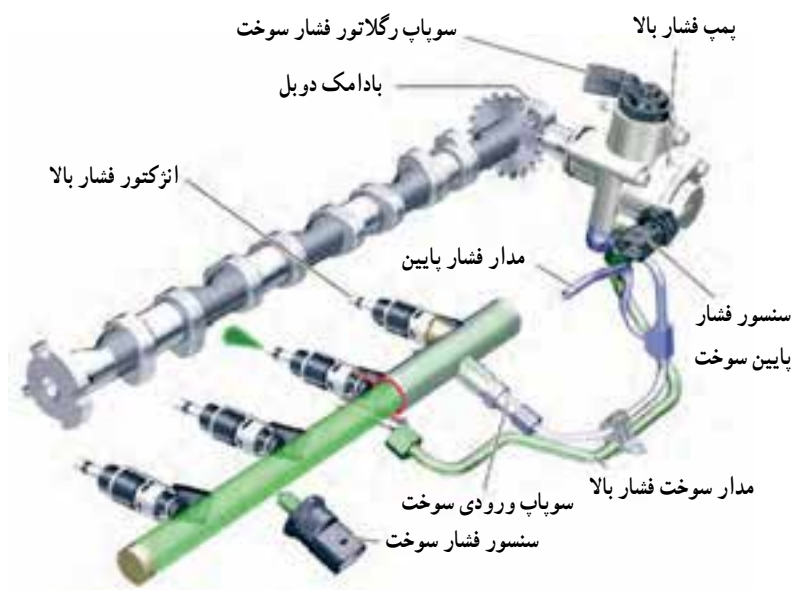
مصرف سوخت مطابق با وضعیت‌های عملکردی موتور به نسبت متفاوت بهبود پیدا می‌نماید به عنوان مثال در عملکردهای با بار کم مصرف سوخت بیشتر کاهش پیدا می‌نماید.

۱- در زمان دور آرام / م : مصرف سوخت به وسیله 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 در حدود ۴۰٪ مصرف سوخت در مقایسه با موتورهای معمولی بهبود پیدا نماید.

۲- در زمان حرکت با سرعت ثابت : در یک موتور معمولی اگر شروع احتراق با نسبت هوا به سوخت 1:20 انجام گیرد خیلی موتور بدکار می‌کند، ولی در موتورهای GDI احتراق با نسبت هوا به سوخت 1:40 نیز خیلی پایدار می‌باشد. این اجازه می‌دهد که مصرف سوخت در حدود ۵٪-۲۰٪ بهبود پیدا نماید (در ۱۰۰ km/h یا کمتر).

۳- فشار سوخت بالا : در پاشش سوخت مستقیم فشار سوخت باید در حدود ۵mpa (مگاپاسکال) تنظیم گردد. به علت کم بودن زمان پاشش سوخت و زمان سریع عکس العمل اترکتور، راه انداز اترکتور باید ولتاژ زیادی در حدود ۱۰۰ ولت (۷) با جریان زیاد مطابق با سیگنال ارسالی از پردازشگر موتور به اترکتور تغذیه نماید (شکل ۱۶۵-۶).



شکل ۱۶۵-۶

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

- | | |
|---------------------|---|
| گروه بهمن | ۱۲- کتاب راهنمای تعمیرات سواری مزدا ۲ و ۳ |
| گروه بهمن | ۱۳- کتاب راهنمای تعمیرات میتسویچی پاجرو |
| ایران خودرو | ۱۴- کتاب راهنمای تعمیرات سمند |
| سایپا یدک | ۱۵- کتاب راهنمای تعمیرات ریو |
| وزارت آموزش و پرورش | ۱۶- تکنولوژی مولد قدرت |

