



معاونت فنی و مهندسی  
مدیریت آموزش فنی

راهنمای آموزشی  
سیستم انژکتور  
Injection System

کلید مدرک: ۱۲۷۳۱  
زمستان ۱۳۸۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: آشنایی اجمالی با پدیده‌های موتور
۲.....	سیکل احتراق در موتورهای بنزینی
۲.....	نسبت تراکم
۳.....	عوامل نامطلوب در احتراق
۳.....	انفجار (Detonation)
۳.....	اشتعال زود هنگام (Pre-Ignition)
۴.....	ضربه (Knock)
۶.....	فصل دوم: ترکیب هوا و سوخت
۷.....	غلظت مخلوط هوا و سوخت و عملکرد آن
۷.....	عدد لامبدا $\lambda$ (ضریب نسبت هوا)
۸.....	تأثیر نسبت هوا و سوخت بر روی توان تولیدی موتور و مصرف سوخت ویژه
۸.....	تأثیر نسبت هوا و سوخت بر روی آلاینده‌های خروجی موتور
۹.....	عدد اکتان
۱۰.....	نسبت هوا و سوخت در شرایط مختلف کارکرد موتور
۱۰.....	استارت در هوای سرد و فاز گرم کردن موتور
۱۰.....	کارکرد موتور در حالت نیمه بار و دورهای میانی
۱۰.....	کارکرد موتور در حالت تمام بار و شتاب‌گیری
۱۱.....	کارکرد موتور در حالت شتاب منفی
۱۱.....	دورهای بسیار بالای موتور
۱۱.....	سیستم‌های ترکیب هوا و سوخت
۱۲.....	حالات پاشش سوخت
۱۲.....	پاشش همزمان
۱۳.....	پاشش گروهی
۱۳.....	پاشش ترتیبی
۱۳.....	مزایای سیستم‌های انژکتوری
۱۴.....	فصل سوم: معرفی اجزاء
۱۵.....	اجزاء سیستم
۱۶.....	نمودار عملکرد کلی سیستم
۱۷.....	مرکز کنترل الکترونیکی (E.C.U. Electronic Control Unit)
۱۸.....	حافظه دائمی (Permanent Memory)
۱۸.....	حافظه موقت (Volatile Memory)



حافظه غیر فرار – پاک نشدنی (Nonvolatile Non-erasable Memory)	۱۸
بخش اول: سنسورها	۲۱
سنسور دور موتور یا موقعیت میل لنگ (Engine Speed Sensor)	۲۱
سنسور موقعیت میل سوپاپ (Camshaft Position Sensor)	۲۵
سنسور موقعیت دریچه گاز (Throttle Position Sensor)	۲۷
سنسور ضربه (Knock Sensor)	۲۹
سنسور دمای مایع خنک کننده موتور (Coolant Temperature Sensor)	۳۱
سنسور اکسیژن (Oxygen Sensor)	۳۳
سنسور سرعت خودرو (Vehicle Speed Sensor)	۳۵
سنسور فشار هوای منیفولد (Manifold Air Pressure)	۳۷
سنسور دمای هوا (Air Temperature Sensor)	۳۹
سنسور موقعیت پدال گاز (Accelerator Pedal Position Sensor)	۴۱
بخش دوم: عملگرها و متعلقات سیستم	۴۵
۱- سیستم سوخت رسانی (Fuel Supply System)	۴۵
پمپ بنزین (Fuel Pump)	۴۷
فیلتر بنزین (Fuel Filter)	۴۹
ریل سوخت رسانی (Fuel Rail)	۵۱
رگلاتور فشار سوخت (Fuel Pressure Regulator)	۵۳
انژکتورها (Injectors)	۵۵
مخزن کنیستر (Carbon Canister Reservoir)	۵۹
شیر برقی کنیستر (Canister Purge Valve)	۶۱
۲- سیستم جرقه زنی (Ignition System)	۶۳
کویل (Coil)	۶۳
شمع (spark Plug)	۶۵
وایر (Wire)	۶۶
۳- سایر متعلقات	۶۷
موتور پلهای دریچه گاز (Throttle Body Stepper Motor)	۶۷
گرمکن دریچه گاز (Throttle Housing Heating Resistor)	۶۹
پتانسیومتر CO (CO Potentiometer)	۶۹
پتانسیومتر CO (CO Potentiometer)	۷۰
دریچه گاز موتوریزه (Motor – Driven Throttle Valve)	۷۱
رله دابل (Double Relay)	۷۵
سوییچ اینرسی (Inertia Switch)	۷۶



۷۷	لامپ عیب‌یابی (Engine Diagnosis Warning Lamp or MIL).....
۷۸	سوکت عیب‌یابی (Diagnostic Connector).....
۷۹	<b>فصل چهارم: پالایش آلاینده‌های خروجی</b> .....
۸۰	مقدمه.....
۸۰	آلاینده‌های منتشره توسط موتور خودرو.....
۸۱	علت تولید آلاینده‌های آگزوز.....
۸۱	۱- مونواکسید کربن.....
۸۱	۲- هیدروکربنهای نسوخته.....
۸۱	۳- اکسیدهای نیتروژن.....
۸۱	۴- سایر ذرات مضر آگزوز.....
۸۲	تکنولوژی کنترل آلاینده‌های آگزوز.....
۸۲	۱- سیستم کنترل حلقه بسته‌ی لامبدا.....
۸۳	۲- پالایش کاتالیزوری گازهای آگزوز.....
۸۳	مبدل‌های کاتالیزوری (Catalyst Converter).....
۸۴	ساختمان مبدل‌های کاتالیزوری.....
۸۵	روکش مبدلها (لایه کاتالیزوری فعال).....
۸۵	عملکرد مبدل‌های کاتالیزوری.....
۸۷	۳- پس سوز حرارتی با استفاده از تزریق هوای ثانویه.....
۸۸	پمپ هوا.....
۸۸	شیر پمپ هوا.....

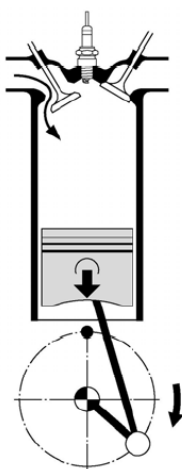
## فصل اول

### آشنایی اجمالی با پدیده‌های موتور

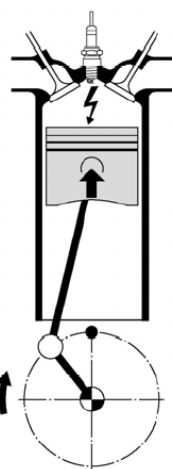
## سیکل احتراق در موتورهای بنزینی

در موتورهای احتراق داخلی بنزینی انرژی شیمیایی نهفته در سوخت به انرژی مکانیکی (دورانی) تبدیل می‌گردد. امروزه در موتورهای بنزینی از تزریق به داخل منبفولد ورودی (پشت سوپاپ هوا) برای تشکیل مخلوط سوخت و هوا استفاده می‌شود. این مخلوط با حرکت روبه پایین پیستون و انجام عمل مکش به داخل سیلندر کشیده می‌شود. هنگامیکه پیستون بالا می‌آید مخلوط را فشرده می‌سازد تا برای انجام عمل احتراق زمانبندی شده آماده شود و این هنگامیکه پیستون بالا می‌آید مخلوط را فشرده می‌سازد تا برای انجام عمل احتراق زمانبندی شده آماده شود و این مخلوط فشرده، توسط یک انرژی خارجی (جرقه) که بوسیله شمع اعمال می‌شود، محترق می‌گردد. گرمای آزاد شده در فرآیند احتراق، باعث منبسط شدن گازهای سوخته شده گردیده و سیلندر را تحت فشار قرار می‌دهد. این فشار پیستون را با سرعت به سمت پایین می‌راند. این حرکت توسط شاتون به میل‌لنگ منتقل شده و توسط آن به حرکت دورانی تبدیل می‌گردد. بعد از هر مرحله احتراق گازهای سوخته شده، با حرکت روبه بالای پیستون از طریق سوپاپ خروجی (دود) به بیرون رانده می‌شود.

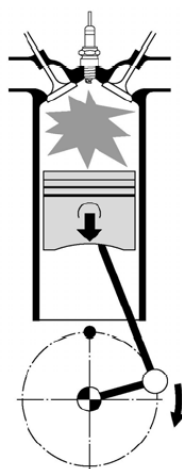
مرحله اول: مکش



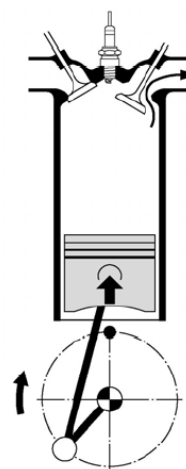
مرحله دوم: تراکم



مرحله سوم: احتراق



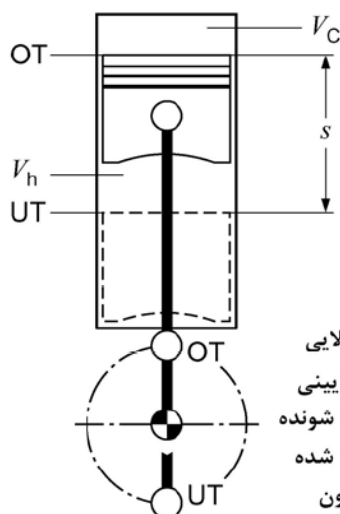
مرحله چهارم: تخلیه



سیکل کاری موتور تحراق جرجه‌ای چهار زمانه

### نسبت تراکم

زمانیکه پیستون به سمت بالا حرکت می‌کند، بواسطه فشرده شده مخلوط سوخت و هوا، حجم مخلوط کاهش یافته و متراکم می‌گردد. برای بیان میزان فشردگی از واژه نسبت تراکم استفاده می‌شود. مقدار نسبت تراکم توسط رابطه زیر تعریف گردیده است.



$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

نقطه مرگ بالایی : TDC = OT  
 نقطه مرگ پایینی : BDC = UT  
 حجم جاروب شونده :  $V_h$   
 حجم فشرده شده :  $V_c$   
 کورس پیستون :  $s$

محدوده تغییرات نسبت تراکم برای موتورهای بنزینی از ۷ تا ۱۳ می‌باشد؛ که وابسته به ویژگیهای طراحی موتور است. افزایش نسبت تراکم بدون در نظر گرفتن پیشنهادات سازنده موتور، پدیده‌ی مخربی به نام ضربه (Knock) را در سیلندر بوجود خواهد آورد.

### عوامل نامطلوب در احتراق

گشتاور تولیدی موتور توسط احتراق نادرست و نامطلوب پایین آمده و خساراتی را برای موتور در بر خواهد داشت. این عوامل را بصورت زیر می‌توان دسته‌بندی نمود.

#### انفجار (Detonation)

وقتی جرقه، مخلوط هوا و سوخت متراکم شده را محترق می‌سازد؛ شعله کوچکی، ابتدا آهسته اما با شتاب زیاد، بوجود می‌آید. جبهه شعله پیشروی می‌کند و مخلوط نسوخته را متراکم می‌کند. دمای این مخلوط، هم بر اثر تراکم و هم در نتیجه‌ی تابش شعله‌ی در حال حرکت افزایش می‌یابد تا اینکه خود به خود منفجر می‌شود. عوامل ایجاد این پدیده را می‌توان بصورت زیر برشمرد:

- ۱- تمایل سوخت به انفجار (عدد اکتان پایین بنزین)
- ۲- زمان نامناسب جرقه زنی (آوانس بیش از حد جرقه‌زنی)
- ۳- نسبت تراکم (بالا بردن نسبت تراکم بدون در نظر گرفتن پیشنهادات سازنده‌ی موتور به شدت به ایجاد ضربه در سیلندر کمک می‌کند).
- ۴- میزان تلاطم مخلوط هوا و سوخت ورودی به موتور (هرچه این تلاطم بیشتر باشد احتراق تمایل کمتری به انفجار پیدا می‌کند).

#### اشتعال زودهنگام (Pre-Ignition)

اشتعال زود هنگام مخلوط هوا و سوخت متراکم شده قبل از جرقه‌زنی توسط شمع باعث ایجاد این پدیده می‌گردد. این پدیده بدلیل اینکه دارای صدایی خفه است و در موتورهای چند سیلندر معمولاً به گوش نمی‌رسد، بسیار خطرناکتر از انفجار می‌باشد. اشتعال زود هنگام باعث از دست رفتن کنترل زمان جرقه‌زنی می‌شود. در



موتورهای چند سیلندر اگر فقط یک سیلندر دچار این پدیده شود؛ سیلندرهایی باقیمانده باید توان و دور موتور را تامین کنند و اصطلاحاً سیلندر موردنظر را به دنبال خود بکشند. عوامل ایجاد این پدیده عبارتند از:

- ۱- وجود نقطه‌ای داغ در محفظه احتراق (دوده گداخته شده، الکترودهای گداخته شده‌ی شمع، شمع نامناسب) و یا وجود عیب در سیستم خنک‌کننده موتور که باعث ایجاد نقاط داغ می‌گردد.
- ۲- وقوع پدیده‌ی انفجار (موج انفجاری ایجاد شده در اثر احتراق باعث از بین رفتن فیلم عایق موجود در سیلندر و محفظه احتراق شده و باعث گداخته شدن لبه‌ها می‌گردد).

### ضربه (Knock)

در نتیجه‌ی عوامل بالا (انفجار و اشتعال زود هنگام) یک موج فشاری توسط گازهای سوخته شده ایجاد می‌گردد، این موج فشاری باعث می‌گردد مخلوط نسوخته در نقاط مختلف بطور نامنظم شروع به سوختن نماید و نوسانات فشاری شدیدی در محفظه احتراق ایجاد کند. این پدیده ضربه یا کوبش نامیده می‌شود. قبل از این، سرب به عنوان یک ماده افزودنی که خاصیت ضدکوبش دارد به بنزین اضافه می‌گردید. ولی در موتورهای امروزی برای جلوگیری از ایجاد این پدیده از روش کنترل ضربه توسط ECU استفاده می‌گردد. ضربه در حالت تمام بار و دور پایین براحتی قابل شنیدن است. این حالت ضربه کوتاه مدت بوده و کمتر مضر است. از سوی دیگر ضربه در حالت تمام بار و دور بالای موتور براحتی قابل شنیدن نیست و می‌تواند مدت طولانی‌تری ادامه داشته باشد. در این شرایط ضربه می‌تواند شدیداً به موتور آسیب برساند. استراتژی ECU نیز در کنترل این دو حالت ضربه متفاوت است.





## فصل دوم

### ترکیب هوا و سوخت

## غلظت مخلوط هوا و سوخت و عملکرد آن

بنزین از اجزای مختلفی تشکیل گردیده است که به طور کلی می‌توان آنها را به سه دسته تقسیم کرد:

پارافینها، مانند اکتان  $C_8H_{18}$

نفتنها، مانند سیکلوپنتان  $C_6H_{12}$

ترکیبات آروماتیک، مانند بنزن  $C_6H_6$

نسبت ایده‌آل (تئوری) سوخت و هوا برای هریک از این اجزا را می‌توان براساس معادله شیمیایی موازنه شده آن بدست آورد. این نسبت جرمی ایده‌آل (۱۴/۷:۱) نسبت استوکیومتریک نامیده می‌شود؛ یعنی برای احتراق کامل یک کیلوگرم بنزین به ۱۴/۷ کیلوگرم هوا نیاز می‌باشد.

**عدد لامبدا  $\lambda$  (ضریب نسبت هوا)**

مقدار عدد لامبدا به ازای نسبت استوکیومتری (۱۴/۷:۱) را برابر واحد فرض می‌کنند. لامبدا را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\lambda = \frac{\text{نسبت هوا و سوخت ورودی به موتور}}{\text{مقدار هوای ورودی به موتور در شرایط استوکیومتریک}} = \frac{\text{مقدار هوای ورودی به موتور}}{\text{مقدار هوای ورودی به موتور در شرایط استوکیومتریک}}$$

با توجه به این تعریف و شرایط موتور سه محدوده برای لامبدا بوجود می‌آید:

$\lambda < 1$ : چنین مخلوطی دارای بنزینی بیشتر از نسبت استوکیومتریک بوده و به آن مخلوط غنی (Rich) یا غلیظ گفته می‌شود.

$\lambda = 1$ : چنین مخلوطی دارای بنزینی معادل نسبت استوکیومتریک بوده و به آن مخلوط ایده‌آل (Sto.) گفته می‌شود.

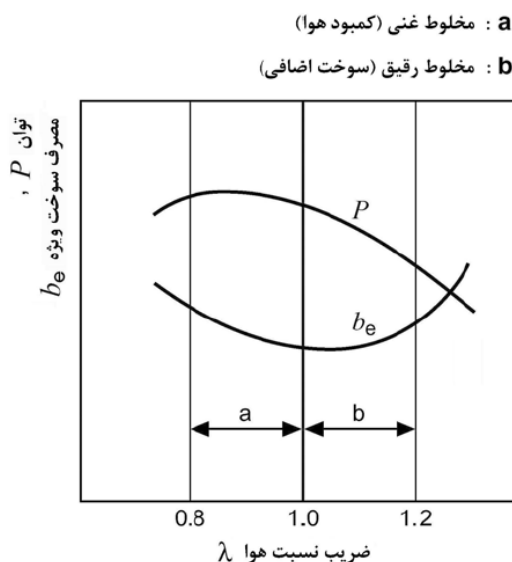
$\lambda > 1$ : چنین مخلوطی دارای بنزینی کمتر از نسبت استوکیومتریک بوده و به آن مخلوط رقیق (Lean) گفته می‌شود.

در برخی مراجع نیز عددی بنام ضریب نسبت غنی‌سازی (Richness) تعریف گردیده و از آن استفاده می‌شود. این عدد معادل معکوس لامبدا می‌باشد.

$$R = \frac{1}{\lambda}$$

### تأثیر نسبت هوا و سوخت بر روی توان تولیدی موتور و مصرف سوخت ویژه

توان خروجی موتور بنزینی ( $P$ ) و مقدار مصرف سوخت ویژه ( $b_e$ ) به ازای تغییرات نسبت سوخت و هوا در نمودار زیر آمده است.



### مقایسه‌ی توان خروجی موتور با مصرف سوخت به ازای تغییرات نسبت هوا و سوخت

همانطور که از نمودار پیداست مقدار توان تولیدی موتور به ازای  $\lambda \approx 0.85$  (مخلوط هوا و سوخت غنی‌تر از مقدار استاندارد) ماکزیمم است. در صورتیکه مقدار مصرف سوخت ویژه در  $\lambda \approx 1.1$  مقدار مینیمم خود را دارا می‌باشد.

### تأثیر نسبت هوا و سوخت بر روی آلاینده‌های خروجی موتور

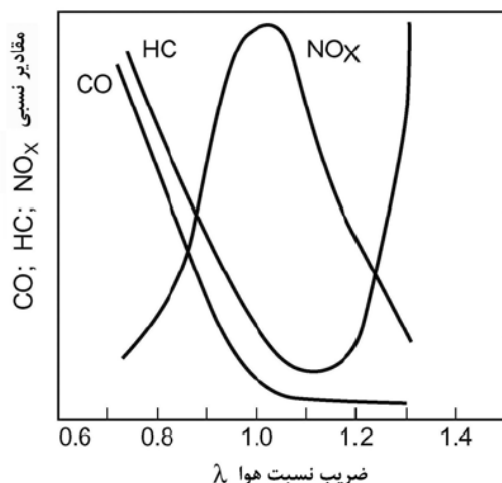
$\text{CO}$ ،  $\text{HC}$  و  $\text{NO}_x$  آلاینده‌های اصلی یک موتور بنزینی می‌باشد.

$\text{CO}$ : گازی بی‌بو، بی‌رنگ و بسیار سمی است که غلظت یک درصد آن در هوای تنفسی انسان باعث خفگی می‌شود.

$\text{HC}$ : به هیدروکربنهای نسوخته اطلاق می‌شود که مشخصه آن استشمام بوی بنزین خام خارج شده از موتور خارج می‌باشد.

$\text{NO}_x$ :  $\text{NO}$  گازی بی‌بو و بی‌رنگ می‌باشد که تمایل زیادی به ترکیب با اکسیژن و تشکیل  $\text{NO}_2$  دارد.  $\text{NO}_2$  قهوه‌ای قرمز رنگ است.

الگوی تولید آلاینده‌های موتور بنزینی در نمودار زیر آمده است.



#### تأثیر نسبت سوخت و هوا بر سه آلاینده اصلی تولید شده در موتورهای شمع‌دار

مبدل‌های کاتالیزوری زمانی حداکثر راندمان تبدیل خود را دارند که نسبت هوا و سوخت مصرفی موتور در بازه‌ی باریکی اطراف ۱۴/۷:۱ باشد، با در نظر گرفتن این موضوع و مقایسه‌ی نمودارها می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت هوا و سوخت مناسب برای کارکرد موتورهای بنزینی با کمترین آلودگی و توانی نسبتاً مناسب همان  $\lambda = 1$  و ۱۴/۷:۱ می‌باشد.

#### عدد اکتان

در سالهای قبل برای کاهش تمایل سوخت به انفجار (Detonation) به بنزین موادی از قبیل تترا اتیل سرب اضافه می‌نمودند تا عملکرد بهتری در هنگام احتراق داشته باشد؛ اما این کار مشکل آلودگی را حادتر می‌نمود و اثرات بسیار مخربی بر روی مبدل‌های کاتالیزوری داشت. سوختی که خاصیت ضدکوبش خوبی دارد ایزواکتان ( $C_8H_{18}$ ) است (عدد اکتان ۱۰۰)، ولی هپتان نرمال ( $C_7H_{16}$ ) مقاومت خوبی در برابر خودسوزی ندارد (عدد اکتان صفر). برای بدست آوردن عدد اکتان یا درجه ضد کوبش (ضربه) بودن یک سوخت متشکل از این ترکیبات، تحت شرایط موردنظر روی موتور آزمایشگاهی (CFR Engine) در حال کار، آزمونی انجام می‌شود. شرایط شروع به انفجار این سوخت، با شرایط شروع انفجار در مخلوط‌هایی با درصدهای مختلف ایزواکتان و هپتان نرمال مقایسه می‌شود. اگر عملکرد سوخت با عملکرد مخلوط متشکل از مثلاً ۹۰ درصد ایزواکتان و ۱۰ درصد هپتان نرمال، یکسان باشد؛ می‌گویند که عدد اکتان سوخت مورد آزمایش ۹۰ درصد است. سوختی که درجه‌ی اکتان آن بالاتر است مقاومت در برابر کوبش آن نیز بالاتر می‌باشد. دو روش بین‌المللی برای تعیین درجه‌ی اکتان بنزین وجود دارد:



## ۱- Research Octane Number (RON)

## ۲- Motor Octane Number (MON)

RON بعنوان شاخص اصلی شتاب کوبش می باشد و بیانگر عملکرد بنزین در دورهای پایین و هنگام شتاب گیری خودرو می باشد. MON در آزمایشی که بر روی یک موتور تک سیلندر آزمایشگاهی (CFR Engine) انجام می شود، بدست می آید و بیانگر عملکرد بنزین در دورهای بالا و بار زیاد موتور می باشد (به ندرت از این عدد استفاده می شود). مقادیر MON همواره (حدود ۱۰ واحد) کمتر از RON می باشد.

نوع بنزین	RON	MON
بنزین سوپر بدون سرب	۹۸	۸۸
بنزین بدون سرب	۹۵	۸۵

## نسبت هوا و سوخت در شرایط مختلف کارکرد موتور

موتورهای احتراق داخلی جهت کارکرد صحیح خود به مخلوط بهینه ای از هوا و سوخت احتیاج دارند. نسبت تئوری ایده آل جهت این منظور  $\lambda = 1$  یا  $14.7:1$  می باشد که بسته به شرایط مختلف کارکرد، این نسبت تغییر خواهد کرد.

## استارت در هوای سرد و فاز گرم کردن موتور

در حین استارت زدن موتور در دماهای پایین، بدلیل سرد بودن منیفولد مقدار بنزین در مخلوط کاهش پیدا خواهد کرد. در این حالت برای استارت بهتر موتور و سریعتر گرم شدن آن، مرکز کنترل الکترونیکی (ECU) میزان پاشش سوخت را بیشتر می نماید  $\lambda \approx 0.9$  تا موتور راحت تر روشن شده و سریعتر گرم شود. در صورت مجهز بودن موتور به سنسور اکسیژن تا رسیدن موتور به دمای کاری عادی (دمای  $80^\circ\text{C}$ )، از اطلاعات این سنسور استفاده نشده و کنترل موتور به صورت حلقه باز صورت می گیرد.

## کارکرد موتور در حالت نیمه بار و دورهای میانی

در مرحله کارکرد موتور در حالت نیمه بار، به منظور کاهش مصرف سوخت و کارکرد صحیح مبدل کاتالیزوری نسبت هوا و سوخت بر روی مقدار استوکیومتریک  $\lambda = 1$  کنترل می گردد.

## کارکرد موتور در حالت تمام بار و شتاب گیری

در حالت تمام بار و شتاب گیری خودرو، مرکز کنترل الکترونیکی موتور در پاسخ به این نیاز کمی مخلوط هوا و سوخت ورودی به موتور را با افزایش زمان پاشش انژکتورها، غلیظ ( $\lambda \approx 0.9$ ) می نماید. پس از شتاب گرفتن خودرو دوباره نسبت هوا و سوخت به مقدار قبلی ( $\lambda = 1$ ) برگردانده می شود.

## کارکرد موتور در حالت شتاب منفی

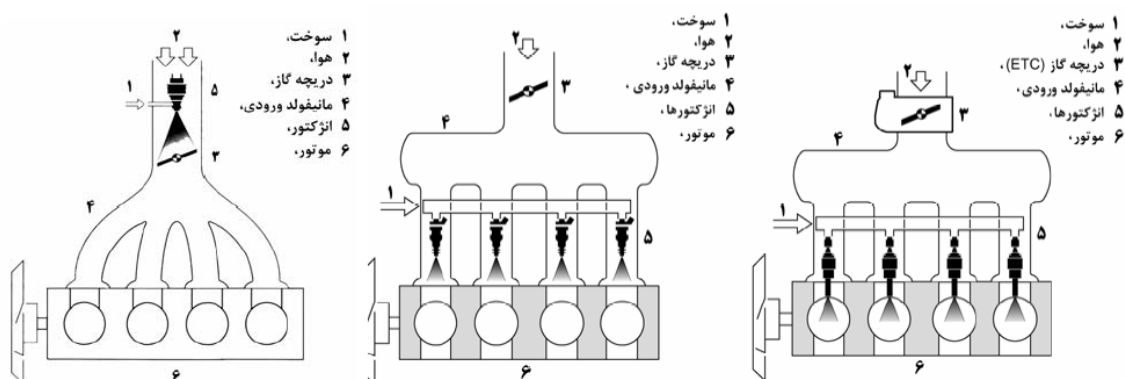
در سرعت‌های بالای موتور زمانیکه راننده پای خود را بصورت ناگهانی از روی پدال گاز برمی‌دارد (شتاب‌گیری منفی)، به منظور کاهش آلودگی موتور، مرکز کنترل الکترونیکی موتور تا رسیدن موتور به دو پایین، بطور موقت پاشش سوخت توسط انژکتورها را قطع می‌نماید.

## دورهای بسیار بالای موتور

زمانیکه راننده پدال گاز را تا انتها فشار می‌دهد، برای جلوگیری از وارد آمدن صدمات مکانیکی به موتور، یا زمانیکه خودرو در سرازیری‌های با شیب زیاد حرکت می‌نماید، به منظور جلوگیری از داغ شدن بیش از حد مبدل کاتالیزوری و سوختن آن و همچنین کاهش مصرف سوخت و آلودگی، مرکز کنترل الکترونیکی موتور پاشش انژکتورها را قطع می‌نماید.

## سیستم‌های ترکیب هوا و سوخت

در سوخت رسانی انژکتوری از سیستم‌های مختلفی از جمله سیستم پاشش تک نقطه‌ای (Single Point Fuel Injection: SPFI)، سیستم پاشش چند نقطه‌ای (Multi Point Fuel Injection: MPFI) و سیستم پاشش مستقیم (Direct Injection: DI) استفاده می‌شود. سیستم‌های انژکتوری که در حال حاضر بر روی خودروهای تولید داخل از آنها استفاده می‌شود از نوع MPFI بوده و سوخت را به داخل منیفولد و پشت سوپاپ ورودی هوا تزریق می‌نمایند. در حال حاضر برخی از خودروهای وارداتی مانند مرسدس بنز مدل CLS350 دارای سیستم سوخت رسانی از نوع تزریق مستقیم می‌باشد.



سیستم پاشش تک نقطه‌ای

سیستم پاشش چند نقطه‌ای

سیستم پاشش تزریق مستقیم

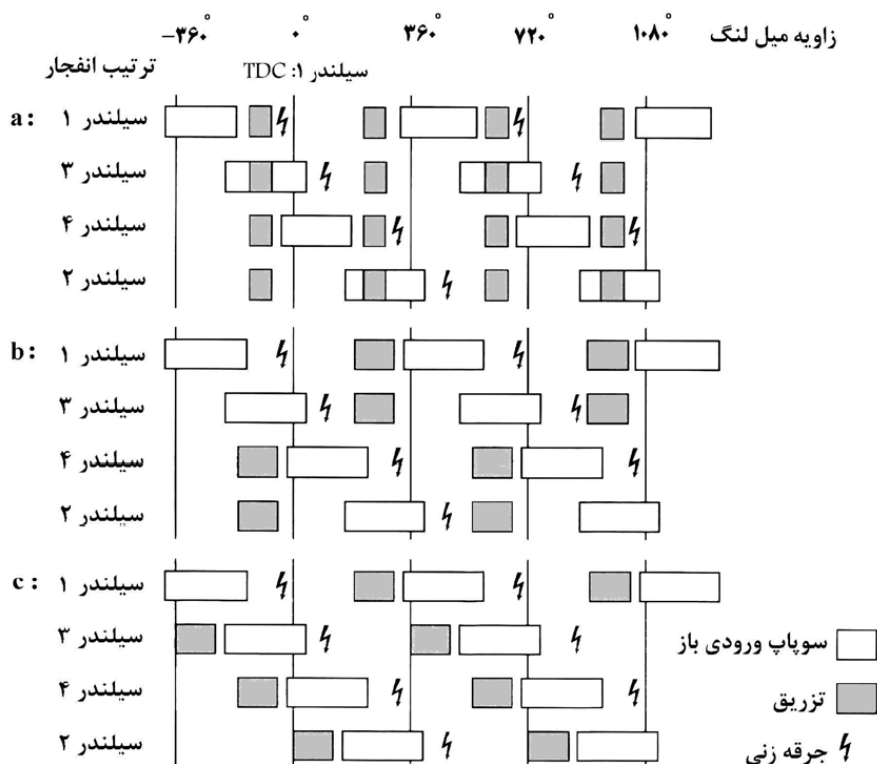
## حالات پاشش سوخت

حالت پاشش سوخت یکی از پارامترهای مهم در صرفه جویی مصرف سوخت و نیز کاهش گازهای آلاینده خروجی از موتور می باشد. در سیستمهای سوخت رسانی MPFI از سه حالت پاشش سوخت استفاده می شود. انواع این حالت ها عبارتند از:

- پاشش همزمان
- پاشش گروهی
- پاشش ترتیبی

## پاشش همزمان

در این حالت پاشش، فرآیند پاشش سوخت یک مرتبه در هر دور گردش میل لنگ (دو مرتبه در هر سیکل کامل موتور و هر بار نیمی از بنزین مورد نیاز برای احتراق سیلندر) در یک زمان معین و در تمامی انژکتورها صورت می گیرد. به این حالت، پاشش استاتیک نیز گفته می شود. حالت پاشش خودروهای پژو پرشیا و سمند اولیه با ECU مدل MM8P بصورت همزمان می باشد.



مقایسه ای انواع حالت های پاشش سوخت. a: پاشش همزمان، b: پاشش گروهی، c: پاشش ترتیبی



## پاشش گروهی

در این حالت انژکتورها به دو گروه دسته‌بندی می‌شوند که هر گروه یکبار به ازای هر سیکل کاری موتور بطور جداگانه فعال می‌شوند. فاصله زمانی بین دو گروه فعال انژکتورها، برابر مدت زمان یک دور چرخش میل‌لنگ می‌باشند. حالت پاشش گروهی دقیق‌تر از پاشش همزمان بوده و همچنین از پاشش ناخواسته‌ی اسپری سوخت در حین باز بودن سوپاپ‌های ورودی جلوگیری به عمل می‌آورد. حالت پاشش خودروهای پژو ۴۰۵، سمند، پژو RD و پیکان با ECU مدل SL96 بصورت گروهی می‌باشد. در این حالت مصرف سوخت و میزان آلایندگی تولیدی موتور کمتر از پاشش همزمان می‌باشد.

## پاشش ترتیبی

این نوع حالت پاشش سوخت، آزادی عمل بیشتری را به انژکتورها در پاشش سوخت فراهم می‌آورد. در این حالت، انژکتور هر سیلندر مستقل از دیگر سیلندرها در چند درجه قبل از باز شدن سوپاپ ورودی، پاشش سوخت برای سیلندر مربوطه را انجام می‌دهد. در خودروهای تولیدی شرکت ایران خودرو حالت پاشش خودروها با ECU مدل S2000 ، BOSCH ME 7.4.4 ، BOSCH ME 7.4.5 ، BOSCH MP 7.3 و SIEMENS بصورت ترتیبی می‌باشد.

## مزایای سیستم‌های انژکتوری

سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری دارای مزایای بسیاری نسبت به سیستم کاربراتوری می‌باشد. از مهمترین این ویژگی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. کاهش آلودگی خروجی از موتور
۲. کاهش مصرف سوخت
۳. قابلیت استارت بهتر در هوای سرد و بهبود عملیات گرم شدن موتور
۴. بهبود عملکرد موتور: حذف ونتوری، طراحی راحت‌تر و بهینه منیفولد ورودی هوا، کنترل دور آرام و قابلیت شتاب‌گیری سریع‌تر و ...

## فصل سوم

### معرفی اجزاء

اجزاء سیستم

نمودار عملکرد کلی سیستم

مرکز کنترل الکترونیکی ECU

بخش اول: سنسورها

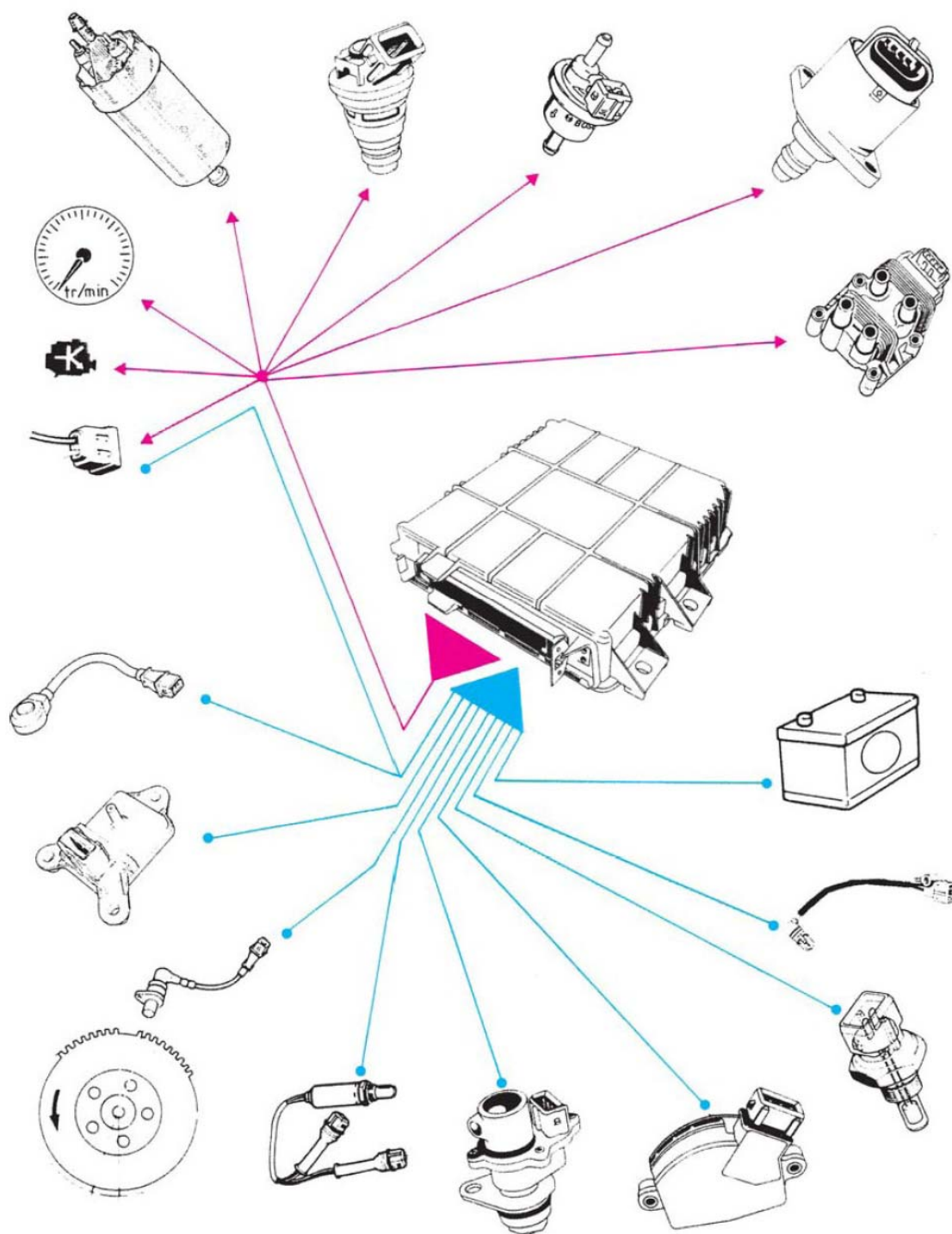
بخش دوم: عملگرها و متعلقات سیستم

۱- سیستم سوخت رسانی

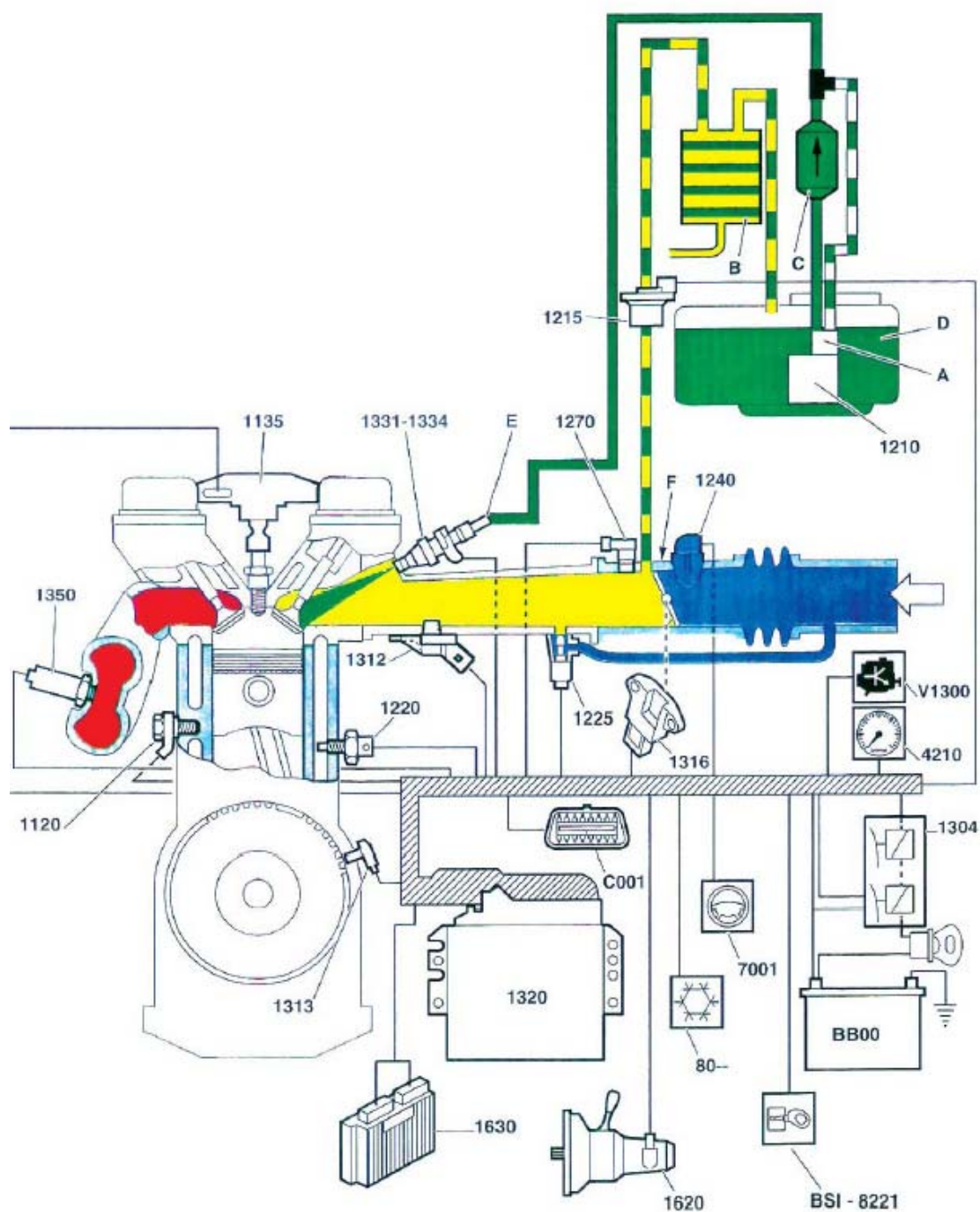
۲- سیستم جرقه زنی

۳- سایر متعلقات

## اجزاء سیستم



## نمودار عملکرد کلی سیستم



### مرکز کنترل الکترونیکی (E.C.U.)

ECU وظیفه جمع‌آوری اطلاعات ارسالی از طرف سنسورها، پردازش آنها و صدور فرمانهای لازم جهت کنترل بهینه موتور را به عهده دارد. ECU دارای یک میکرو کنترلر می‌باشد که برنامه و اطلاعات پایه‌ای لازم برای کنترل موتور در حافظه آن ریخته شده و با استارت زدن موتور، برنامه موجود در آن شروع به اجرا می‌شود.

ECU براساس اطلاعاتی که از سنسورهای مختلف دریافت می‌کند و برنامه موجود در حافظه خود، عملیات زیر را تحت کنترل قرار می‌دهد:

۱- محاسبه زمان و تنظیم مراحل پاشش

۲- محاسبه زمان جرقه‌زنی

۳- کنترل عملکرد کنترل‌کننده‌های دیگر

محل قرارگیری ECU در زیر درب موتور می‌باشد. (در خودروهای قدیمی پیکان محل نصب ECU زیر داشبورد سمت شاگرد است.)





ECU دارای سه نوع حافظه می‌باشد:

۱- حافظه دایمی ۲- حافظه‌ی موقت ۳- حافظه‌ی غیرفرار

### حافظه دایمی (Permanent Memory)

این حافظه که در واقع از نوع EPROM, ROM و یا Flash – EPROM می‌باشد؛ حافظه‌ای است که برنامه، جداول و پارامترهای موردنیاز جهت راه‌اندازی موتور در آن موجود می‌باشد (Program and Data Memory). اطلاعات این قسمت توسط کارخانه سازنده برنامه‌ریزی شده و با قطع برق از بین نمی‌رود.

### حافظه موقت (Volatile Memory)

به قسمتی از حافظه‌ی ECU گفته می‌شود که با راه‌اندازی ECU شروع به کار نموده و اطلاعات لازم برای کنترل لحظه‌ای موتور در آن ذخیره می‌شود. این حافظه با قطع برق به مدت بیش از ۱۵ دقیقه اطلاعات آن از بین می‌رود. خطاهای در حین کار موتور در این حافظه به دو صورت دائمی و گذرا ذخیره می‌شود. در صورت پاک شدن حافظه‌ی موقت، موتور به علت نداشتن پارامترهای جدید (به روز) دچار معایبی از قبیل ریپ زدن یا خاموش شدن بدون دلیل در هنگام رها کردن پدال گاز، شتابگیری و یا تعویض دنده می‌شود. در چنین حالتی آلودگی تولیدی موتور نیز افزایش می‌یابد.

### حافظه غیرفرار – پاک نشدنی (Nonvolatile Non-erasable Memory)

این حافظه از نوع EEPROM (E<sup>2</sup>PROM) می‌باشد که قابلیت برنامه‌ریزی دوباره توسط جریان الکتریکی اعمالی به آن را دارا می‌باشد. این نوع حافظه با قطع برق نیز اطلاعات ذخیره شده در خود را از دست نمی‌دهد. اطلاعات بسیار ضروری نظیر کدهای مربوط به سیستم ایموبیلایزر، اطلاعات پیکره‌بندی سیستم و ... در این حافظه ذخیره می‌شود. محتویات این حافظه را می‌توان با دستگاه‌های عیب‌یاب تغییر داد. در جدول صفحه بعد مشخصات ECU های نصب شده در خودروهای مختلف ایران خودرو آمده است.



نوع ECU	نوع خودرو	تعداد پایه / کانکتور
MM8P	سمند و پژو پرشیا	۱/۳۵
SL96	برچسب آبی رنگ	۱/۵۵
	با برچسب صورتی رنگ	۱/۵۵
	با چسب سبز رنگ	۱/۵۵
SAGEM S2000	پژو ۲۰۶ NONMUX	۳/۱۱۲
	پژو ۲۰۶ MUX	۳/۱۱۲
	سمند، پژو پارس و پژو ۴۰۵ با یونیت فن	۳/۱۱۲
	سمند، پژو پارس، پژو ۴۰۵ بدون یونیت فن	۳/۱۱۲
	پیکان و پژو RD	۳/۱۱۲
BOSCH	پژو ۲۰۶ تیپ پنج و شش و پژو پارس	۳/۱۱۲
	پژو SD ۲۰۶	۳/۱۱۲
	پژو پارس ELX	۱/۸۸
SIEMENS	سمند، پژو ۴۰۵، و پژو Roa و باردو	۱/۹۰
VALEO	پژو ۴۰۵، پژو ۲۰۶ و پژو پارس	

نکته: در زمان باز بودن سویچ یا روشن بودن اتومبیل هیچگاه کانکتور ECU را جدا ننمایید.



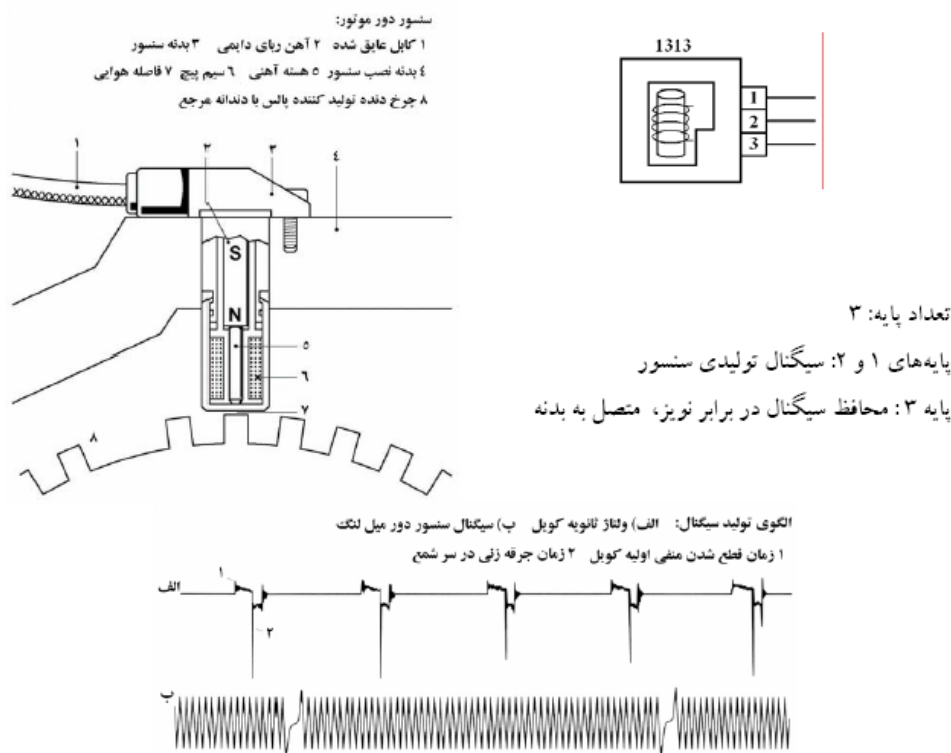


## بخش اول: سنسورها

## سنسور دور موتور یا موقعیت میل لنگ (Engine Speed Sensor)

این سنسور یک حسگر القایی - مغناطیسی ساده است که در مقابل چرخ دندانه‌داری که بر روی فلاپویل قرار دارد، نصب می‌شود. سنسور شامل یک آهن‌رِبا، یک هسته آهنی نرم به همراه سیم پیچ مسی می‌باشد. اساس کار این سنسور بر مبنای قانون القای مغناطیسی می‌باشد. حرکت چرخ دندانه‌دار در مقابل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط آهن‌رِبا باعث تغییر میدان گذرنده از سیم‌پیچ می‌شود. این تغییر میدان در سیم‌پیچ یک جریان الکتریکی متغیر سینوسی ایجاد می‌نماید. دامنه و فرکانس این سیگنال سینوسی متناسب با دور موتور می‌باشد. هرچه دور موتور بالا برود فرکانس و دامنه این سیگنال نیز افزایش خواهد یافت.

محیط چرخ دندانه‌دار به ۶۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. چرخ دندانه‌دار دارای ۵۸ دندانه می‌باشد که به فواصل مساوی از یکدیگر قرار دارند و جای دو دندانه بر روی آن خالی می‌باشد. زمانیکه سنسور مقابل این جای خالی قرار می‌گیرد، بیانگر یک موقعیت خاص از سیلندرها می‌باشد که برای ECU تعریف گردیده است. در برخی خودروها مانند L90 تعدادی از دندانه‌ها پهنای بیشتری نسبت به دیگر دندانه‌ها دارند.





ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- محاسبه زمان جرقه‌زنی
- ۲- محاسبه دور موتور
- ۳- تنظیم دور آرام
- ۴- تشخیص حالت موتور (ECU با استفاده از اطلاعات این سنسور، سنسور فشار منیفولد و سنسور موقعیت دریچه گاز، حالت‌های دور درجا، نیمه بار و تمام بار را شناسایی می‌نماید).

محل قرارگیری این سنسور بر روی پوسته کلاچ مقابل فلاپیول می‌باشد. فاصله نوک سنسور با دندان‌های فلاپیول حدود  $1 \pm 1/5$  mm است، که قابل تنظیم نمی‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

- ۱- در صورت هرگونه خرابی سنسور و نرسیدن اطلاعات به ECU، موتور روشن نخواهد شد (در صورتیکه روشن شدن خودرو با استفاده از اطلاعات سنسور میل سوپاپ برای ECU تعریف نشده باشد).
- ۲- در صورت آلودگی نوک سنسور با براده‌های آهن، گریس و روغن، به علت رسیدن اطلاعات غلط به ECU، موتور در دورهای مختلف بد کار خواهد کرد.
- ۳- حرکت و پرش‌های عقربه دور موتور بصورت غیر معمول، Cut off های ناپهنگام در دورهای پایین، می‌تواند ناشی از کارکرد ناصحیح این سنسور باشد.

روش‌های تست سنسور:

- با اندازه‌گیری توسط اهم متر، مقدار مقاومت دو سر سیم پیچ سنسور بایستی به صورت زیر باشد.

پژو ۴۰۵ و پارس، سمند، پیکان:  $R = 300 - 400\Omega$

پژو ۲۰۶:  $R = 300 - 400\Omega$

- مقایسه سیگنال تولیدی سنسور با سیگنال مرجع توسط دستگاه عیب‌یاب Diag 2000 در منوی Reference Range

- قطع شدن پمپ بنزین در حین استارت زدن می‌تواند ناشی از خرابی این سنسور باشد. برای اینکار ابتدا با باز کردن سوئیچ به صدای بکار افتادن پمپ بنزین به مدت ۳ تا ۵ ثانیه گوش می‌کنیم (که این دال بر عملکرد صحیح رله دابل و پمپ بنزین دارد). سپس موتور را استارت می‌زنیم، اگر پمپ بنزین در حین استارت زدن از کار بیافتد حاکی از وجود عیب در ارسال اطلاعات از این سنسور دارد. در صورتیکه گوش دادن به صدای پمپ مشکل باشد می‌توان با وصل کردن یک شمع به سر یکی از وایرها و مشاهده جرقه‌زنی آن در حین استارت زدن موتور این موضوع را کنترل نمود. اگر در حین استارت زدن جرقه در سر شمع دیده شود حتما سنسور سالم می‌باشد.



## نکات مهم:

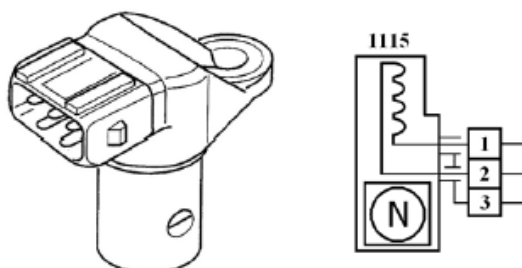
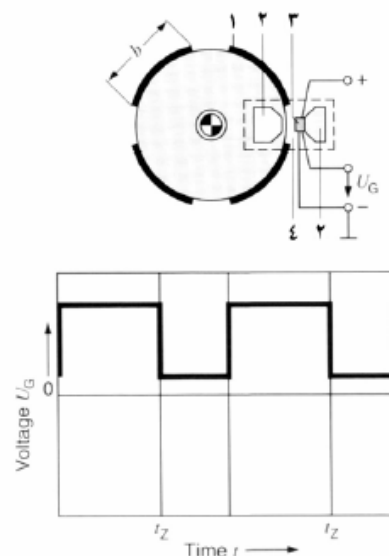
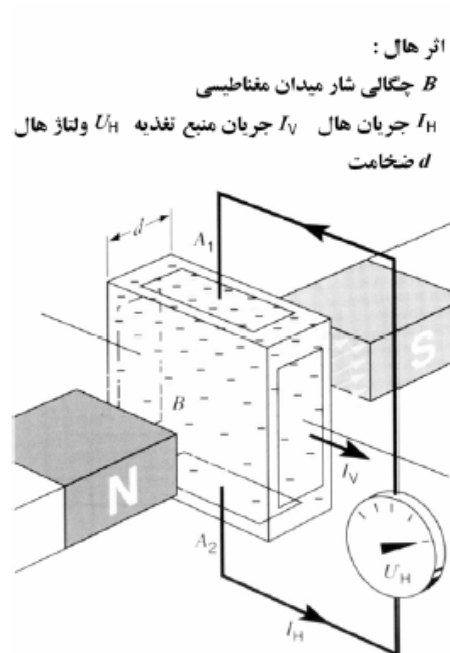
- این سنسور از نوع Passive می‌باشد یعنی نیاز به منبع تغذیه ندارد. در برخی از خودروها از سنسور اثر هال که یک سنسور Active می‌باشد استفاده خواهد گردید.
- بعلت استفاده از آهن‌ربا در این سنسور آلودگی‌هایی نظیر براده آهن، گریس و روغن بر روی کارکرد آن اثرات نامطلوبی دارد به همین دلیل در موتورهای جدید این سنسور با نوع اثرهال جایگزین می‌شود.
- در صورت استفاده از سنسور میل سوپاپ در سیستم سوخت‌رسانی، از اطلاعات آن به عنوان پشتیبان برای سنسور میل‌لنگ استفاده می‌شود.



### سنسور موقعیت میل سوپاپ (Camshaft Position Sensor)

اساس کار این سنسور اثرهال می باشد. این سنسور از یک آهنربای دائمی و یک IC اثرهال تشکیل گردیده است. شار مغناطیسی که توسط آهنربا تولید می شود از داخل IC اثرهال عبور می نماید. هرگاه این میدان مغناطیسی توسط دندانه های دیسکی که بر روی میل سوپاپ نصب می گردد منحرف شود، IC اثرهال یک ولتاژ مربعی بین دو پایه این سنسور ایجاد می نماید.

این سنسور بر روی موتورهای نصب می گردد که یا از کوپلهای تکی برای هر سیلندر و یا پاشش ترتیبی استفاده می کنند. در پژو ۲۰۶ تیپ پنج و شش سیستم DEPHIA کار این سنسور را انجام می دهد.





ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می نماید:

- ۱- شناسایی سیلندرها برای جرقه زنی
- ۲- شناسایی و محاسبه زمان دقیق پاشش برای هر سیلندر
- ۳- شناسایی سیلندرهایی که احتراق ناقص در آنها صورت می گیرد.
- ۴- پشتیبانی اطلاعات سنسور دور موتور (دور میل لنگ = دور میل سوپاپ  $\times 2$ )

محل قرارگیری این سنسور بر روی سر سیلندر و در یک سر میل سوپاپ می باشد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می گردد:

- ۱- جرقه زنی موتور ریتارد شده و با کمی ریپ کار می کند.
- ۲- مقدار مصرف سوخت کمی افزایش می یابد؛ زیرا در صورت خرابی این سنسور حالت پاشش توسط ECU از ترتیبی به گروهی تغییر می یابد. در اثر این استراتژی ECU، مقدار آلودگی نیز افزایش می یابد.

روشهای تست:

- توسط دستگاه عیب یاب در قسمت پارامترها، مقدار آوانس جرقه را در دور آرام چک می نماییم. اگر از مقدار استاندارد کمتر بود؛ می تواند ناشی از خرابی سنسور موقعیت میل سوپاپ باشد.
- مقایسه سیگنال تولیدی سنسور با سیگنال مرجع توسط دستگاه عیب یاب Diag 2000 در منوی Reference Range
- در صورتی که کد خطای مربوطه در حافظه ثبت شده باشد ابتدا سوکت سنسور موردنظر را از نظر سولفاته شدن و دسته سیم را از جهت اتصال مناسب چک می نماییم. سپس خطا را توسط دستگاه عیب یاب پاک می نماییم. در صورتی که خطا مجدداً ظاهر شود سنسور خراب بوده و بایستی تعویض گردد.

نکات مهم:

- در برخی موارد فیلر ناصحیح سوپاپها باعث ایجاد جرقه ریتارد از حد بهینه در موتور می گردد. این عیب بایستی از عیب خرابی سنسور موقعیت میل سوپاپ تفکیک گردد.
- این سنسور تست اهمی یا ولتاژی ندارد و تنها می توان برق ۱۲ ولت ارسالی به آن را توسط ولت متر کنترل نمود.
- در موتورهای دارای سنسور موقعیت میل سوپاپ مانند پژو Roa و باردو با ECU زیمنس، ECU قابلیت اداره موتور با سنسور موقعیت میل سوپاپ را دارا می باشد. در حالت موتور روشن اگر سنسور موقعیت میل لنگ از کار بیافتد و یا قطع شود، موتور به کار خود ادامه خواهد داد و این حالت از امکانات نرم افزاری ECU است. در خودروی پژو پارس ELX با ECU مدل BOSCH MP7.3 این حالت تعریف نگردیده است.

### سنسور موقعیت دریچه گاز (Throttle Position Sensor)

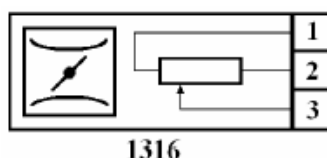
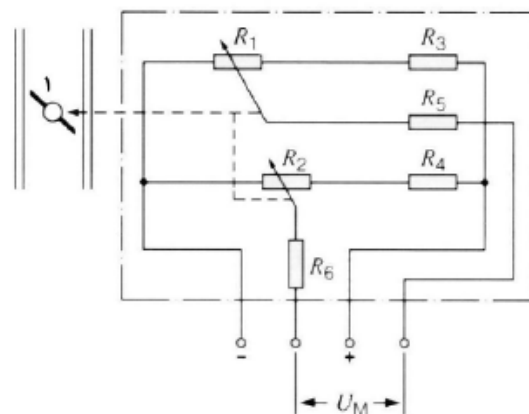
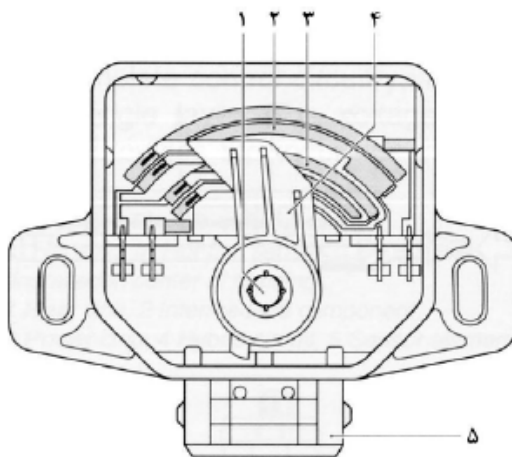
این سنسور موقعیت دریچه گاز را توسط یک سیگنال ولتاژ به مرکز کنترل الکترونیکی اعلام می‌کند. سنسور موقعیت دریچه گاز از یک پتانسیومتر متغیر سه پایه تشکیل شده است که بصورت هم محور با محور دریچه گاز نصب می‌گردد. ولتاژ  $+5$  ولت از طرف ECU به یکی از پایه‌ها رسیده و پایه دیگری اتصال منفی از ECU را تامین می‌نماید. پایه سوم سنسور با توجه به موقعیت دریچه گاز یک سیگنال ولتاژ متغیر بین  $0.7$  تا  $4/8$  ولت به ECU ارسال می‌نماید.

ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- محاسبه مقدار دبی حجمی هوای ورودی به موتور (جهت محاسبه مقدار سوختی که باید تزریق شود)
- ۲- شناسایی وضعیت‌های دریچه گاز (دور درجا، نیمه باز، کاملاً باز)
- ۳- شناسایی و تشخیص وضعیت‌های مختلف موتور (شتابگیری مثبت، شتابگیری منفی و ...)

۱ محور دریچه گاز، ۲ مسیر مقاومت یک ۳ مسیر مقاومت دو،  
۴ بازوی جاروبک همراه با جاروبک، ۵ اتصالات الکتریکی.

$U_M$  ولتاژ سنسور،  $R_1, R_2$  جاروبک‌های مقاومت یک و دو،  
 $R_3, R_4, R_5$  مقاومت‌های تنظیم کننده، ۱ دریچه گاز.



تعداد پایه: ۳

پایه ۱: اتصال منفی از ECU

پایه ۲: تغذیه ۵ ولت از ECU

پایه ۳: سیگنال ولتاژ خروجی سنسور



محل قرارگیری این سنسور بر روی دریچه گاز می‌باشد. محور دریچه گاز از یک طرف به سیم پدال گاز و از طرف دیگر به این سنسور متصل می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

- ۱- در صورت خرابی سنسور در دورهای بالا باعث قطع سوخت پاشی و نوسان دور موتور می‌شود.
- ۲- در صورت سرد بودن موتور، در دمای نرمال موتور و دور نرمال، دور موتور به صورت خودبخود بالا می‌رود.
- ۳- در حالت‌های شتابگیری خودرو، موتور دچار وقفه یا ریپ می‌گردد.

روشهای تست سنسور:

- با اتصال دستگاه عیب‌یاب به قسمت پارامترها می‌رویم در حالت دور درجا و بسته بودن دریچه گاز مقدار ولتاژ خروجی بایستی ۰/۷ ولت باشد. و با گاز دادن به موتور مقدار ولتاژ بایستی افزایش یابد.
- در صورت ثبت خطایی به این نام پس از بررسی اتصالات سوکت و دسته سیم، توسط دستگاه عیب‌یاب خطای مربوطه را پاک می‌کنیم در صورت ثبت دوباره خطا دلالت بر خرابی این سنسور دارد.
- تست اهمی، مولتی متر را در حالت اندازه‌گیری مقاومت (اهم متر) قرار می‌دهیم، دو سر پروب مولتی متر را به دو پایه ۱ و ۲ وصل می‌کنیم؛ مقدار مقاومت بایستی در حدود ۴ کیلو اهم باشد. با اتصال یکی از پروبها به پایه ۲ و دیگری به پایه ۳ و چرخاندن محور دریچه گاز، بایستی مقاومت تغییر نماید. در غیر این صورت سنسور معیوب می‌باشد و باید تعویض گردد.

نکات مهم:

- ECU با استفاده از اطلاعات این سنسور، سنسور دمای هوا و فشار مینفولد مقدار دبی جرمی هوای ورودی به موتور را اندازه‌گیری می‌کند.
- در خودروهای پژو ۲۰۶ که دارای سنسور موقعیت دریچه گاز می‌باشند، این سنسور از نوع اثرهال بوده و نمی‌توان عملکرد آن را توسط تست اهمی چک نمود.



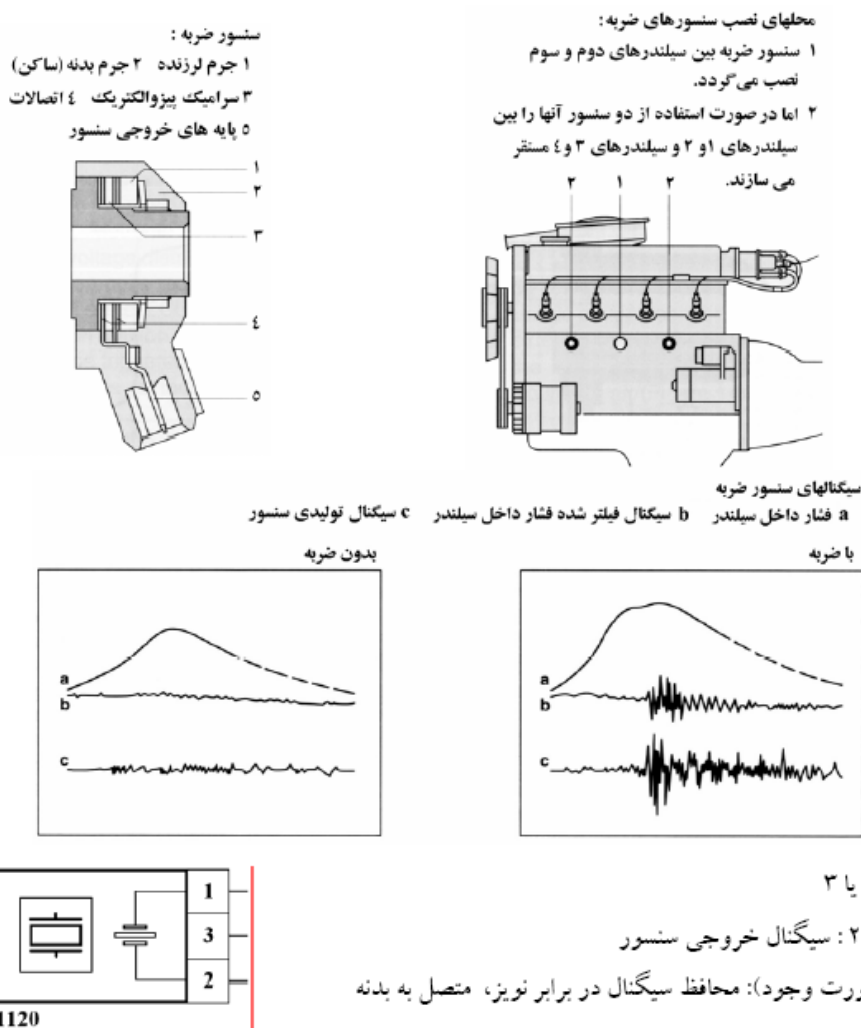
### سنسور ضربه (Knock Sensor)

این سنسور ضربات و نوسانات حاصل از احتراق نامطلوب (کوبش) را به صورت یک سیگنال آشکار ساخته و به ECU ارسال می‌نماید. ECU با تحلیل این سیگنال آوانس جرقه را به نحوی تصحیح می‌نماید که کوبش پایان یابد.

این سنسور از نوع پیزوالکتریک بوده و ارتعاشات و ضربات حاصل از کوبش را که در بلوکه سیلندر ایجاد می‌گردد، آشکارسازی می‌نماید.

ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- تنظیم صحیح آوانس جرقه
- ۲- جلوگیری از ایجاد پدیده‌ی کوبش در سیلندر



در محصولات ایران خودرو که از یک سنسور استفاده می‌شود، محل قرارگیری این سنسور بین سیلندر ۲ و ۳ می‌باشد. در صورت استفاده از ۲ سنسور کوبش در موتور، یکی بین سیلندر ۱ و ۲ و دیگری بین سیلندر ۳ و ۴ نصب می‌شود. در برخی سیستم‌های پیشرفته که کنترل آوانس هر سیلندر به صورت مستقل از دیگر سیلندرها صورت می‌گیرد؛ برای هر سیلندر یک سنسور ضربه نصب می‌گردد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

- ۱- در صورت خرابی این سنسور به دلیل رسیدن اطلاعات غلط به ECU، موتور با لرزش کار خواهد کرد.
- ۲- به دلیل به هم خوردن زمان صحیح جرقه‌زنی و تغییر آوانس جرقه، دمای موتور بالا می‌رود.
- ۳- خرابی سنسور ضربه باعث افزایش جزئی مصرف سوخت می‌شود.
- ۴- در صورت خرابی این سنسور چراغ اعلام عیب روشن خواهد شد.

روش تست:

- این سنسور تست اهمی یا ولتاژی ندارد. در صورت گزارش خطایی برای این سنسور توسط ابتدا اتصالات را بازبینی نموده سپس توسط دستگاه عیب‌یاب خطای گزارش شده را از حافظه پاک می‌نماییم. در صورت ثبت دوباره خطا توسط ECU بایستی سنسور تعویض گردد.

نکات مهم:

- این سنسور از نوع Passive می‌باشد یعنی نیازی به منبع تغذیه ندارد.
- گشتاور سفت کردن پیچ این سنسور ۲/۵ kg.m می‌باشد. در صورت شل شدن پیچ سنسور چراغ اخطار عیب‌یاب روشن می‌شود.
- فیلر ناصحیح سوپاپها یا تایم ناصحیح موتور، باعث روشن شدن چراغ اعلام عیب و ثبت ایراد در کارکرد این سنسور در حافظه ECU می‌گردد.

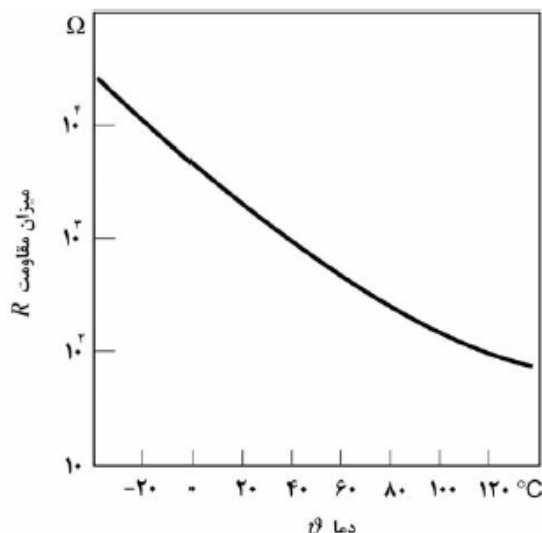
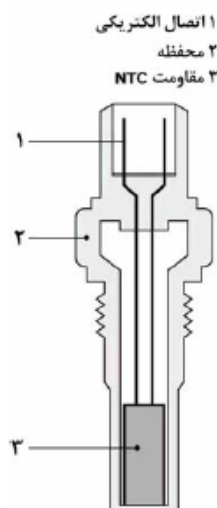
### سنسور دمای مایع خنک کننده موتور (Coolant Temperature Sensor)

این سنسور میزان دمای مایع خنک کننده موتور را به ECU گزارش می دهد. سنسور دمای مایع خنک کننده موتور یک مقاومت از نوع N.T.C. (Negative Temperature Coefficient) (یا مقاومت متغیر با ضریب حرارتی منفی) می باشد. در مقاومت های NTC، با افزایش دما مقدار مقاومت کاهش یافته و بالعکس با کاهش دما مقدار مقاومت آن افزایش می یابد.

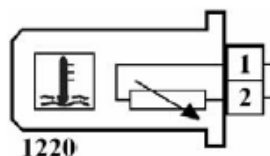
ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می نماید:

- ۱- تشخیص حالت های موتور اعم از استارت سرد، استارت گرم و ...
- ۲- کنترل موتور در حالت استارت سرد (ساسات) برای سریع تر رسیدن موتور به دمای نرمال کاری ( $80^{\circ}\text{C}$ )
- ۳- گزارش دمای موتور به نشان دهنده های پشت آمپر
- ۴- کنترل فن سیستم خنک کننده موتور
- ۵- کنترل کمپرسور کولر در صورت بالا رفتن بیش از حد دمای موتور

محل قرارگیری این سنسور بر روی سرسیلندر و در روی محفظه ی ترموستات می باشد.



+10° C	3.53 KΩ	$\leq R1 \leq$	4.10 KΩ
+20° C	2.35 KΩ		2.67 KΩ
+30° C	1.585 KΩ		1.79 KΩ
+40° C	1.085 KΩ		1.23 KΩ
+50° C	763 Ω		857 Ω
+60° C	540 Ω		615 Ω
+80° C	292 Ω		326 Ω
+90° C	215 Ω		245 Ω
+100° C	165 Ω		190 Ω



تعداد پایه: ۲

پایه ۱: اتصال منفی از ECU  
پایه ۲: تغذیه ۵ ولت از ECU



عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد.

- ۱- اگر خرابی این سنسور به صورت اتصال کوتاه (مقاومت کم) باشد؛ در واقع سنسور دمای بالای موتور را به ECU گزارش نموده و خودرو در هوای سرد روشن نمی‌شود.
- ۲- اگر خرابی این سنسور به صورت قطعی در مدار (مقاومت زیاد) باشد؛ ECU این حالت را به عنوان دمای کم موتور قلمداد می‌نماید. موتور روشن می‌شود ولی در دور آرام بد کار می‌کند و طبیعتاً مصرف سوخت بالا می‌رود و موتور دود می‌کند.

روش‌های تست سنسور:

- با اتصال دستگاه عیب‌یاب و رفتن به منوی اندازه‌گیری پارامترها، مقدار دمای مایع خنک‌کننده موتور را با مقدار واقعی مقایسه می‌نماییم. در صورتی که اختلاف فاحشی وجود داشته باشد اتصالات را بازبینی نموده و خطای مربوطه را از حافظه پاک می‌کنیم. در صورتی که این اختلاف اصلاح نشود؛ سنسور معیوب بوده و بایستی تعویض گردد.
- با اندازه‌گیری مقاومت دو سر سنسور و با توجه به دمای مایع خنک‌کننده، مقدار مقاومت بایستی مطابق جدول بالا باشد.
- توسط دستگاه عیب‌یاب یا مولتی متر مقدار مقاومت را به صورت پیوسته تا زمانی که موتور گرم شود کنترل می‌نماییم. با گرم شدن مایع خنک‌کننده موتور، میزان مقاومت سنسور بایستی کاهش یابد.

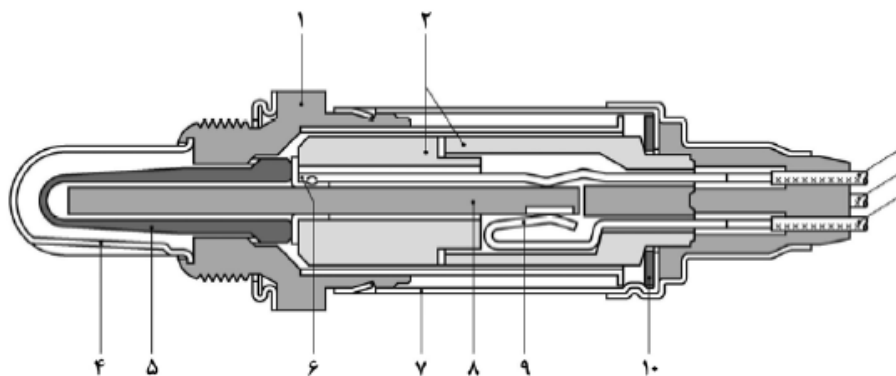
نکات مهم:

- کم بودن مایه خنک‌کننده از مقدار استاندارد باعث اندازه‌گیری ناصحیح دمای موتور توسط سنسور خواهد شد.
- در خودروهای ۴۰۵، سمند و پژو پارس از ۳ عدد سنسور به رنگ‌های زیر استفاده شده است:  
سوکت آبی: اطلاعات به پشت آمپر    سوکت سبز: اطلاعات به ECU ی موتور    سوکت قهوه‌ای: اطلاعات به کنترل یونیت فن خنک‌کننده (در خودروهاییکه عملکرد یونیت فن را ECU انجام می‌دهد این سنسور حذف شده است).
- در خودروهای ۴۰۵، سمند و پژو پارس بدون کنترل یونیت فن خنک‌کننده موتور، سنسور با سوکت قهوه‌ای حذف شده است.
- در برخی خودروها مانند پیکان و پژو RD از یک سنسور با رنگ سوکت آبی و دارای ۳ پایه استفاده شده است. پایه‌های ۱ و ۲ اطلاعات دما را به ECU و پایه ۳ به پشت آمپر ارسال می‌نماید.
- در برخی خودروها در صورت خرابی این سنسور یا وجود قطعی در مدار آن، ECU برای جلوگیری از وارد آمدن صدمه به موتور، فن‌های سیستم خنک‌کننده موتور را با دور بالا و بطور پیوسته بکار می‌اندازد و دمای مایع سیستم خنک‌کننده موتور را در منوی اندازه‌گیری پارامترها بسیار بالا گزارش می‌نماید.

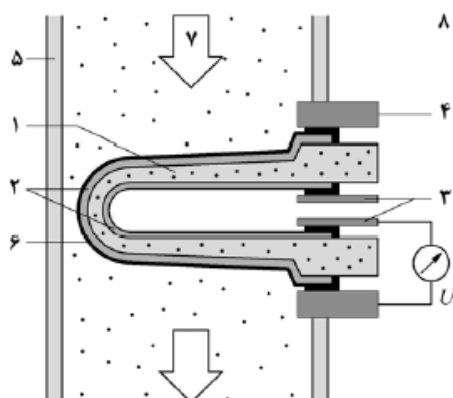
### سنسور اکسیژن (Oxygen Sensor)

وظیفه‌ی این سنسور سنجش مقدار اکسیژن موجود در گاز خروجی از موتور می‌باشد. سنسور اکسیژن از یک بدنه سرامیکی از جنس دی اکسید زیرکونیوم و الکترودهایی از جنس پلاتینیوم که به صورت پوشش در دو طرف ماده‌ی سرامیکی قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. قسمت بیرونی سنسور که در معرض گازهای اگزوز قرار دارد توسط یک ماده‌ی سرامیکی به منظور جلوگیری از نشست پسماندهای احتراق برای روی آن، پوشیده شده است.

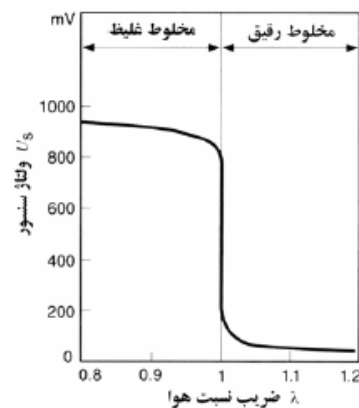
۱ محفظه سنسور، ۲ لوله محافظ سرامیکی، ۳ سیم رابط، ۴ لوله محافظ شیاردار، ۵ لایه سرامیکی فعال سنسور، ۶ اتصال، ۷ در پوش محافظ، ۸ عنصر گرم‌کن، ۹ اتصالات موجدار برای عنصر گرم‌کن، ۱۰ واشر فنی.



۱ پوشش سرامیکی، ۲ الکترودها، ۳ اتصالات،  
۴ اتصالات محفظه، ۵ لوله اگزوز،  
۶ پوشش محافظ سرامیکی (مخلخل)،  
۷ گازهای خروجی، ۸ هوای اتمسفر، ۹ ولتاژ.

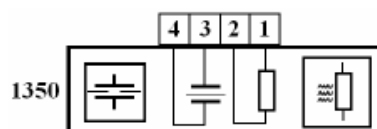


منحنی مشخصه ولتاژ سنسور اکسیژن در دمای کاری (۶۰۰ درجه سانتیگراد)



تعداد پایه: ۴

پایه‌های ۱ و ۲: تغذیه گرم‌کن سنسور از رله دویل  
پایه‌های ۳ و ۴: سیگنال تولیدی سنسور



قسمت داخلی سنسور با هوای اتمسفر در تماس است. دی اکسید زیرکونیوم در دماهای بالاتر از ۳۰۰ درجه سانتی گراد یونهای منفی اکسیژن را هدایت می کند و براساس اختلاف بین مقدار اکسیژن در دو طرف خود، یک ولتاژ پرسی ایجاد می نماید. هرگاه مقدار اکسیژن در گاز خروجی زیاد باشد (مخلوط هوا و سوخت رقیق) سنسور ولتاژی در حدود ۱۵۰ میلی ولت تولید می نماید. این ولتاژ به ECU فرستاده شده و براساس آن مرکز کنترل الکترونیکی اقدام به تصحیح میزان سوخت تزریقی می نماید. این سنسور دارای یک المنت گرمکن می باشد که در زمان استارت سرد موتور، دمای سنسور را سریعاً به دمای کاری (بالتر از  $300^{\circ}\text{C}$ ) می رساند.

ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می نماید:

- ۱- تصحیح مقدار سوخت پاشیده شده در مخلوط هوا و سوخت (توسط سنسور اکسیژن قبل از کاتالیست)
  - ۲- بررسی عملکرد و راندمان مبدل کاتالیزوری (در موتورهای مجهز به سنسور اکسیژن بعد از کاتالیست)
- محل قرارگیری این سنسور بر روی منیفولد گاز خروجی از موتور می باشد. در صورت استفاده از دو سنسور اکسیژن، دیگری بعد از بدل کاتالیزوری نصب می شود.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می گردد:

- ۱- مصرف سوخت نتیجتاً آلاینده گی موتور افزایش می یابد.
- ۲- موتور بد کار می کند.
- ۳- در صورت وجود عیب در اطلاعات ارسالی این سنسور چراغ اعلام عیب روشن خواهد شد.

روش های تست سنسور:

- با اتصال دستگاه عیب یاب و رفتن به قسمت پارامترها، مقدار ولتاژ تولیدی توسط سنسور را چک می نماییم. این مقدار برای سنسور نصب شده بر روی منیفولد دود بایستی عددی متغیر بین  $100\text{ mV}$  تا  $900\text{ mV}$  باشد (در صورتیکه این عدد ثابت و حدود  $450\text{ mV}$  نشان داده شود، سنسور اکسیژن خراب است)؛ و برای سنسور نصب شده بعد از کاتالیزور عددی در حدود  $500\text{ mV}$  تا  $700\text{ mV}$  نشان داده شود (در صورتیکه خروجی ولتاژ این سنسور مانند سنسور اکسیژن قبل از کاتالیست باشد، کاتالیست از کار افتاده است).
- در صورت بررسی اتصالات و دسته سیم و پاک کردن خطا اگر عیب رفع نشود ناشی از خرابی سنسور می باشد.

نکته مهم:

- خودروهای سمند و پژو پارس با ECU ی مدل MM8P و مدل SL 96 ، فاقد سنسور اکسیژن بوده و پژو ۲۰۶ تیپهای ۵ و ۶ دارای دو عدد سنسور اکسیژن می باشند. این سنسور تست اهمی یا ولتاژی ندارد.

### سنسور سرعت خودرو (Vehicle Speed Sensor)

عملکرد این سنسور بر پایه اثر هال می‌باشد و سرعت خودرو را توسط یک پالس الکتریکی مربعی با دامنه‌ی ۱۲ ولت، به ECU اعلام می‌کند. فرکانس سیگنال ارسالی به ECU متناسب با سرعت شفت خروجی گیربکس می‌باشد. ارسال سیگنال در سرعت‌های بالای ۴ کیلومتر بر ساعت صورت می‌گیرد.

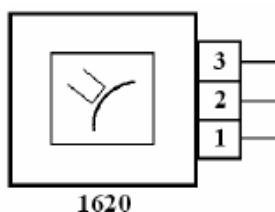
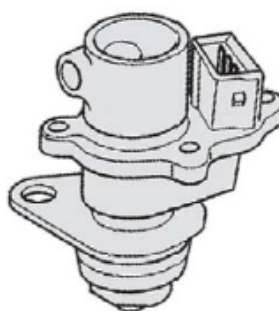
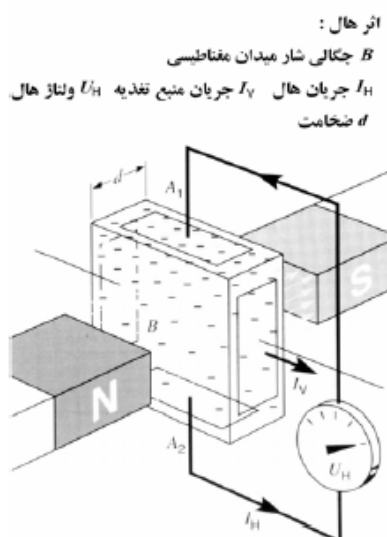
ECU از اطلاعات این سنسور برای وارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- مشخص نمودن سرعت خودرو و نمایش آن بر روی پشت آمپر
- ۲- شتابگیری خودرو را در هنگام تعویض دنده بهینه می‌نماید.
- ۳- وضعیت موتور و خودرو را از نظر بار موتور (حرکت در سرازیری، سربالایی و یا کفی)، سرعت و ... تشخیص می‌دهد.

محل قرارگیری این سنسور بر روی پوسته گیربکس و بر روی دنده کیلومتر شمار می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

- ۱- در هنگام توقف‌های ناگهانی موتور خاموش می‌شود.
- ۲- هنگام قرارگیری خودرو در سربالایی، بارهای زیاد بر روی موتور و یا هنگام تعویض معکوس دنده، موتور ریپ می‌زند.
- ۳- نوسانات ناگهانی عقربه کیلومتر شمار (شلاق زدن) نشان از خرابی سنسور دارد.



- تعداد پایه ها : ۳  
 پایه ۱ : تغذیه ۱۲ ولت  
 پایه ۲ : اتصال بدنه  
 پایه ۳ : سیگنال



روشهای تست سنسور:

- پس از اطمینان از درستی اتصالات، سوکتها و دسته سیم، یا متصل کردن دستگاه عیب یاب Diag 2000 و جک زدن بر روی یکی از چرخهای محرک خودرو شکل پالس تولیدی توسط سنسور را در قسمت Reference Range و سرعت خودرو را در منوی پارامترها چک می‌کنیم.
- پس از اطمینان از درستی اتصالات، سوکتها و دسته سیم، با متصل کردن دستگاه عیب‌یاب خطا را از حافظه ECU پاک می‌نماییم؛ در صورت مشاهده دوباره‌ی خطا سنسور معیوب می‌باشد.

نکات مهم:

- در خودروهای مجهز به سیستم ABS مانند پژو ۲۰۶ و شبکه CAN، این سنسور نصب نمی‌شود و بجای آن از اطلاعات سنسور دور چرخها استفاده می‌گردد.
- تغذیه این سنسور ۱۲ ولت بوده و از رله دابل یا مستقیماً از سوییچ تامین می‌شود.
- این سنسور تست اهمی یا ولتاژی ندارد ولی می‌توان ولتاژ ۱۲ ولت ارسالی به آن را توسط ولت‌متر اندازه‌گیری نمود.
- در ECU های SEIMENS نصب شده بر روی خودروی سمند و VALEO (SLC) نصب شده بر روی خودروهای پژو پارس و ۴۰۵ تعداد دفعات شیفت ECU ، تعداد دفعات قطع کردن سنسور سرعت خودرو و زمانهای کارکرد ECU بدون اطلاعات این سنسور در حافظه‌ی ECU ضبط می‌شود. با جدا نمودن این سنسور دور موتور از ۳۰۰۰ دور بر دقیقه بالاتر نخواهد رفت.

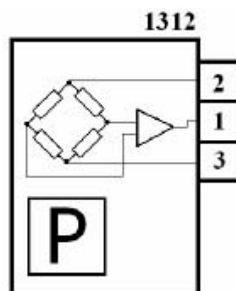
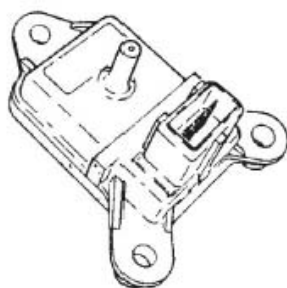
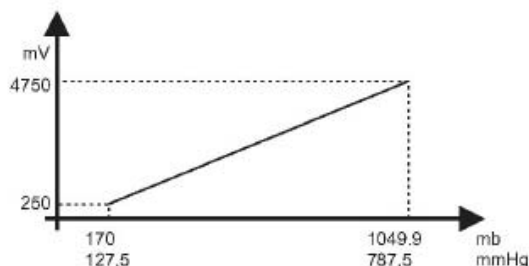
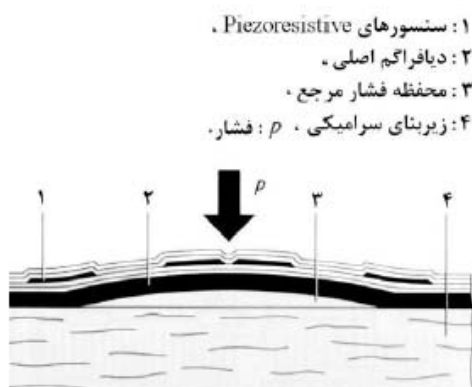


### سنسور فشار هوای منیفولد (Manifold Air Pressure)

این سنسور وظیفه اندازه‌گیری فشار هوای منیفولد و گزارش آن را به صورت تغییرات ولتاژی به ECU برعهده دارد. در این سنسور چهار عدد مقاومت از نوع پیروزریستو بوده که بر روی یک دیافراگم ضخیم انعطاف‌پذیر که زیر آن متصل به فشار مرجع است، قرار گرفته‌اند. این چهار مقاومت بر روی یک پل و تستون به یکدیگر متصل‌اند. فشار اعمالی به دیافراگم باعث تغییر مقاومت، مقاومت‌های موجود در پل گردیده و سیگنال تولیدی آنها توسط یک مدار تقویت کننده به ECU ارسال می‌گردد. ولتاژ خروجی این سنسور بین ۰/۲۵ تا ۴/۷۵ ولت می‌باشد. افزایش ولتاژ به معنای افزایش فشار هوای داخل منیفولد (کاهش خلاء) می‌باشد. به دلیل آنکه مقدار فشار هوای داخل منیفولد معیاری از بار موتور می‌باشد؛ به این سنسور، سنسور بار موتور نیز گفته می‌شود.

ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- سنجش میزان بار موتور
- ۲- اندازه‌گیری میزان جرم هوای ورودی به موتور (با استفاده از سیگنال این سنسور، سنسور دمای هوا و زاویه دریچه‌ی گاز)
- ۳- جبران کاهش فشار هوا در ارتفاعات و تغییر آوانس جرقه



- تعداد پایه: ۳
- پایه ۱: سیگنال ولتاژ خروجی
- پایه ۲: تغذیه ۵ ولت از ECU
- پایه ۳: اتصال بدنه از ECU



محل قرارگیری این سنسور در خودروهای پژو ۲۰۶، پیکان و پژو RD بر روی منیفولد هوای ورودی به موتور و در خودروهای پژو ۴۰۵، سمند و پژو پارس روی سینی فن جلوی خودرو است که خلاء منیفولد توسط یک شلینگ رابط به آن وصل می‌گردد.

عیوبی که در صورت خرابی این سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

- ۱- در صورت اتصال پایه ی سیگنال با بدنه، فشار هوای منیفولد به صورت نادرست (کم) به ECU ارسال می‌گردد. لذا سوخت تزریق شونده توسط ECU کمتر از میزان واقعی بوده و موتور با لرزش خاموش می‌شود.
- ۲- در صورت اتصال پایه ی سیگنال با برق +۵ ولت، فشار هوا بسیار بیشتر از مقدار واقعی به ECU گزارش می‌شود. در این صورت سوخت تزریقی توسط انژکتورها بیش از حد لازم موتور بوده و موتور دود شیدی (سیاه رنگ) تولید می‌نماید.
- ۳- در صورت خرابی این سنسور موتور در استارت سرد بد روشن می‌شود. (با چندین مرتبه استارت زدن)
- ۴- هرگونه نشستی منیفولد هوا (چه از طریق واشرها و چه از طریق شلینگ خلاء رابط به سنسور) باعث گزارش اشتباه مقدار فشار هوای داخل منیفولد به ECU شده و موتور بد کار می‌کند (در این حالت ECU هیچ خطایی را گزارش نخواهد کرد).
- ۵- در صورت گرفتگی در شلینگ متصل به آن یا کشیدن و قطع کردن شلینگ متصل به این سنسور، ECU مقدار فشار هوای منیفولد را در قسمت اندازه‌گیری پارامترها ۱ اتمسفر نشان خواهد داد و موتور با لرزش کار نموده و دود سیاه رنگ تولید خواهد کرد.

روش‌های تست سنسور:

- در صورت گزارش خطا توسط ECU به نام این سنسور پس از بررسی اتصالات الکتریکی، توسط دستگاه عیب‌یاب خطا را پاک می‌نماییم. در صورت ظاهر شدن دوباره ی آن، سنسور معیوب است.
- مقایسه ی میزان فشار هوای داخل منیفولد در دور درجا با مقدار فشار هوای منیفولد موتوری سالم (قبل از این بایستی از صحت عملکرد قطعات مکانیکی موتور اعم از سوپاپ‌ها، رینگ‌ها و ... اطمینان حاصل نمود).

نکات مهم:

- در برخی خودروها مانند پژو ۲۰۶، پژو Roa و باردو سنسور دمای هوای ورودی و سنسور فشار به صورت مجتمع در یک مجموعه قرار دارند.
- هرگونه ایراد در این سنسور باعث افزایش مصرف سوخت و بدکار کردن موتور در تمام حالات می‌گردد.
- در بررسی این سنسور حتما گرفتگی شلینگ رابط بایستی کنترل گردد.
- این سنسور تست اهمی ندارد.

### سنسور دمای هوا (Air Temperature Sensor)

وظیفه این سنسور اندازه‌گیری دمای هوای ورودی به موتور و ارسال یک سیگنال ولتاژ متناسب با آن به ECU می‌باشد. این سنسور نیز مانند سنسور دمای مایع خنک‌کننده از نوع NTC می‌باشد. دمای هوای ورودی به موتور برای محاسبه‌ی صحیح دبی جرمی هوای ورودی به آن موردنیاز است.

ECU از اطلاعات این سنسور برای وارد زیر استفاده می‌نماید:

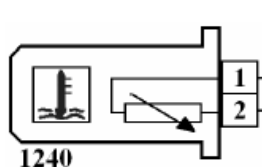
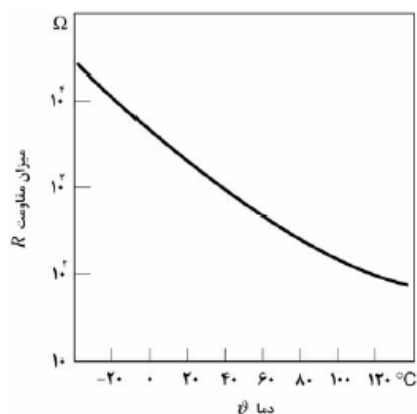
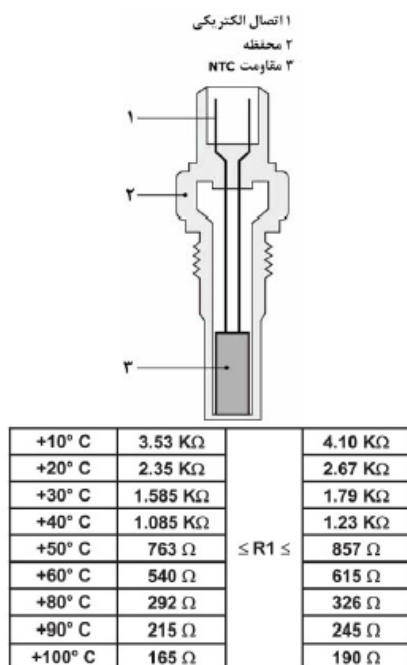
۱- محاسبه‌ی دقیق دبی جرمی هوای ورودی به موتور

محل قرارگیری این سنسور بر روی محفظه‌ی دریچه گاز می‌باشد ولی در برخی خودروها مانند پژو ۲۰۶، پژو Roa و باردو، با سنسور فشار هوای منیفولد به صورت مجتمع بوده و بر روی منیفولد نصب می‌گردد. سیگنالهای تولیدی توسط این سنسور به صورت مجزا بوده و از نوع آنالوگ می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی سنسور در موتور ایجاد می‌گردد:

۱- در صورت خرابی این سنسور مصرف سوخت تغییر می‌نماید. (افزایش یا کاهش)

۲- در صورت وجود قطعی در مدار، ECU دمای هوا را در قسمت اندازه‌گیری پارامترها بسیار بالا یا پایین نشان خواهد داد.



تعداد پایه: ۲  
پایه ۱: اتصال منفی از ECU  
پایه ۲: تغذیه ۵ ولت از ECU



روش‌های تست سنسور:

- با اتصال دستگاه عیب‌یاب و رفتن به منوی اندازه‌گیری پارامترها، مقدار دمای هوای اطراف موتور را با مقدار واقعی مقایسه می‌نماییم. در صورتی که اختلاف فاحشی وجود داشته باشد اتصالات را بازبینی نموده و خطای مربوطه را از حافظه پاک می‌کنیم. در صورتی که این اختلاف اصلاح نشود؛ سنسور معیوب بوده و بایستی تعویض گردد.
- با اندازه‌گیری مقاومت دو سر سنسور، با توجه به دمای هوای اطراف مقدار مقاومت بایستی مطابق جدول صفحه قبل باشد.

### سنسور موقعیت پدال گاز (Accelerator Pedal Position Sensor)

وظیفه این سنسور اندازه‌گیری مقدار تغییر وضعیت پدال گاز و اعلام آن به ECU، به صورت یک ولتاژ الکتریکی می‌باشد. این سنسور از نوع اثرهال بوده و در سیستم‌هایی که از دریچه‌ی گاز موتوریزه در آنها استفاده شده است برای اعلام وضعیت پدال گاز به ECU از آن استفاده می‌گردد.

سنسور وضعیت پدال گاز از دو سنسور مستقل تشکیل گردیده است که دو سیگنال مجزا از هم را که یکی دو برابر دیگری است متناسب با میزان تغییر وضعیت پدال گاز، به ECU اعلام می‌کند. علت دوبر بودن این سنسور بالا بردن قابلیت اعتماد و ایمنی سیستم می‌باشد.

این دو سنسور توسط ولتاژ ۵ ولت از ECU تغذیه می‌گردند.

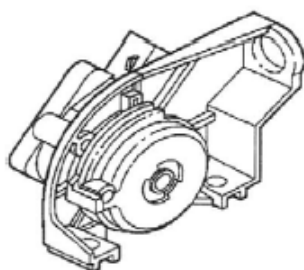
ECU از اطلاعات این سنسور برای موارد زیر استفاده می‌نماید:

- ۱- تنظیم دور درجای موتور
- ۲- افزایش و کاهش دور موتور
- ۳- قطع پاشش سوخت در حالت شتاب منفی
- ۴- تنظیم دورهای گذرای موتور

محل قرارگیری این قطعه در سیستمهای قدیمی در محفظه اطراف موتور و در سیستمهای جدید بر روی بدنه پدال گاز بصورت مجموعه می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی سنسور وضعیت پدال گاز در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

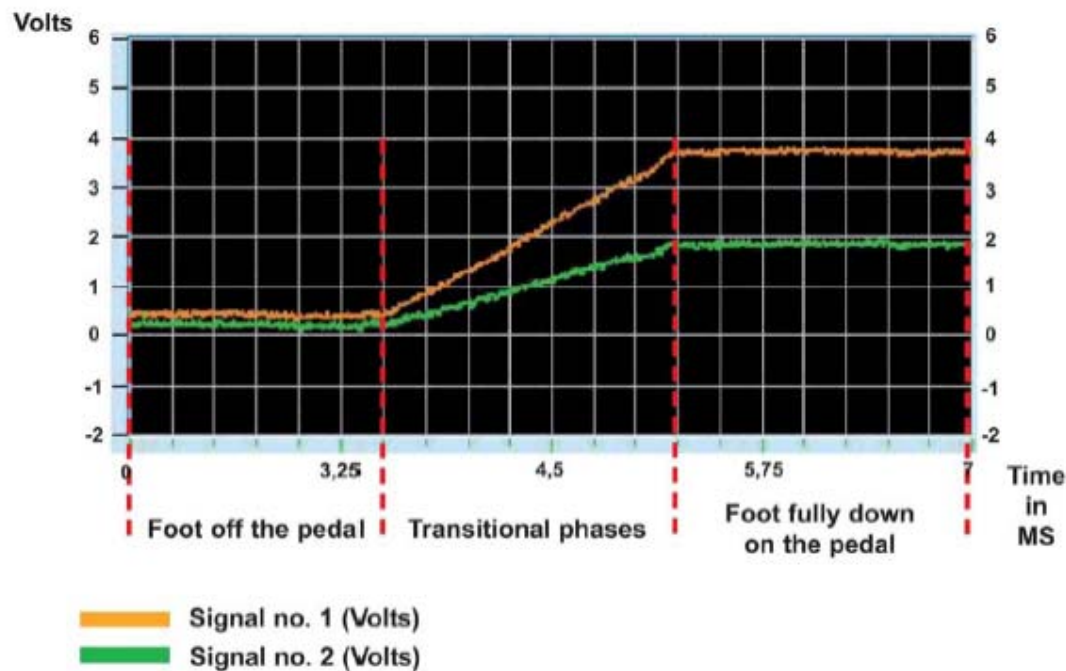
- ۱- در صورت خرابی یکی از دو سیگنال، ECU قادر به شناسایی سیگنال سالم بوده و با استفاده از آن به کنترل موتور ادامه می‌دهد ولی عملکرد موتور تضعیف می‌گردد.
- ۲- در صورتیکه هر دو سیگنال ارسالی از سنسور قطع شود موتور دریچه گاز در حالت LIMP HOME قرار گرفته و موتور تنها به اندازه‌ای گاز می‌خورد که راننده قادر باشد تا خودرو را به اولین تعمیرگاه برساند.



نوع نصب شونده در محفظه موتور (قدیمی)



نوع مجموعه شده با پدال گاز (جدید)



سیگنالهای تولیدی توسط سنسور موقعیت پدال گاز  $S2 = 2 \times S1$

روشهای تست قطعه:

- توسط دستگاه عیب یاب DIAG 2000 ف سیگنالهای S1 و S2 را طبق نقشه و نمودار داده شده در بالا توسط اسلیسکوپ کنترل می نماییم. این تست را می توان در حالت سوییچ باز - موتور خاموش نیز انجام داد.

نکته مهم:

- این قطعه قابل تعمیر نبوده و بایستی تعویض گردد.
- سنسورهای قدیمی که در محفظه ی موتور نصب می شوند از نوع پتانسیومتری بوده و می توان روی آنها تست اهمی انجام داد. در صورتیکه سنسورهاییکه از نوع اثرهال اند دارای تست اهمی نمی باشند.
- در موارد زیر بایستی سنسور وضعیت پدال گاز دوباره برای ECU تعریف و شناسانده شود:

۱- تعویض ECU ی موتور

۲- تعویض سنسور وضعیت پدال گاز

۳- انجام عملیات DOWNLOADING روی ECU ی موتور

۴- انجام عملیات CONFIGURATION روی ECU ی موتور



پروسه تعریف یا شناساندن دریچه‌ی گاز موتوریزه به ECU:

- ۱- در حالتی که کاملاً پدال گاز آزاد است سوییچ را باز کنید.
- ۲- پدال را تا انتها فشار داده و سپس آزاد کنید.
- ۳- سوییچ را به مدت ۱۵ ثانیه ببندید.
- توجه: در مدت ۱۵ ثانیه یاد شده نبایستی سوییچ دوباره باز گردد.
- ۴- موتور را بدون گاز دادن (فشردن پدال) روشن کنید.

شرایط لازم برای انجام پروسه شناساندن سنسور وضعیت پدال گاز به شرح زیر است:

- ۱- ولتاژ باتری بیشتر از ۱۰/۱ ولت باشد.
- ۲- دمای مایع سیستم خنک‌کننده موتور بایستی بین ۶ الی ۹۹ درجه سانتی‌گراد باشد.
- ۳- دمای هوای بیرون از اتاق سرنشین، بالای ۶ درجه سانتی‌گراد باشد.

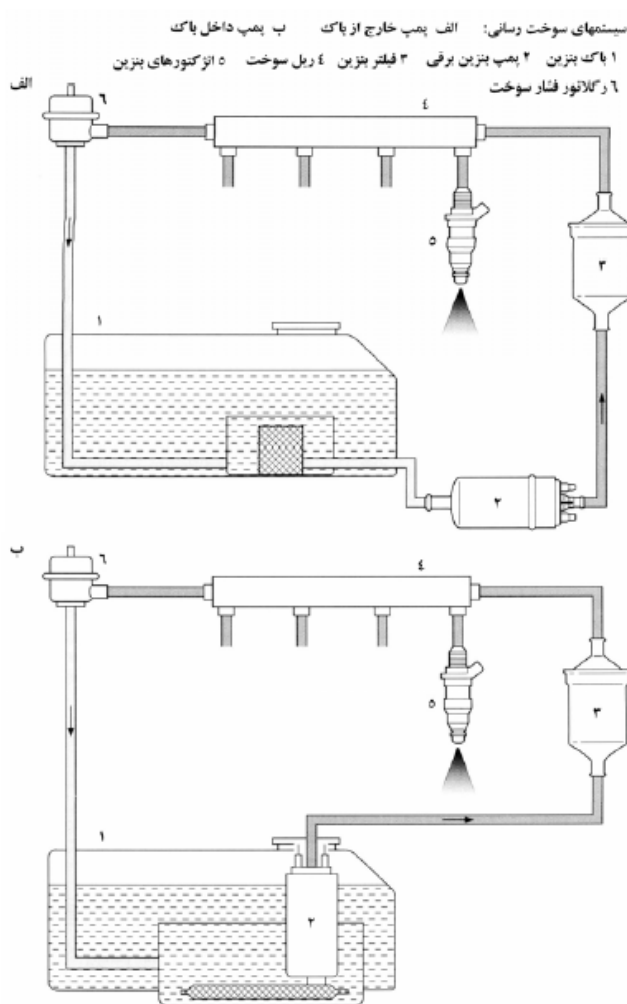




## بخش دوم: عملگرها و متعلقات سیستم

## ۱- سیستم سوخت رسانی (Fuel Supply System)

سیستم سوخت رسانی بایستی قادر به تامین سوخت موردنیاز موتور در تمامی شرایط کارکرد آن باشد. پمپ الکتریکی سوخت را از میان فیلتر عبور داده و آنرا از باک به سمت ریل سوخت رسانی و در نهایت به انژکتورهای الکترومغناطیسی، جهت پاشش انتقال می‌دهد. انژکتورها سوخت را توسط فرمان ECU و به میزان دقیق به داخل منیفولد ورودی در پشت سوپاپ هوا می‌پاشد. سوخت اضافی از طریق رگلاتور فشار به داخل باک بازگردانده می‌شود.





با توجه به محل قرارگیری پمپ در سیستم دو نوع ترکیب وجود دارد:

۱- In Line (پمپ خارج از باک قرار دارد)

۲- In Tank (پمپ داخل باک قرار دارد)

در نوع In Tank بدلیل قرارگیری پمپ داخل باک بنزین عمل خنک‌کاری آن بهتر انجام شده و صدای کمتری هم ایجاد می‌نماید.

نکته:

- در برخی خودروها مسیر برگشت سوخت از ریل سوخت رسانی به باک حذف شده است و رگلاتور نیز داخل باک بنزین قرار گرفته است. در این سیستم برای اینکه فشار ریل سوخت توسط رگلاتور داخل باک ثابت بماند یک مسیر از بعد از فیلتر بنزین به رگلاتور کشیده شده است. ویژگی این سیستم این است که اولاً بدلیل کاهش بخارات ناشی از گرم شدن بنزین؛ مصرف سوخت کاهش می‌یابد؛ ثانیاً بدلیل کاهش تعداد و طول لوله‌ها احتمال نشتی در سیستم کمتر است.

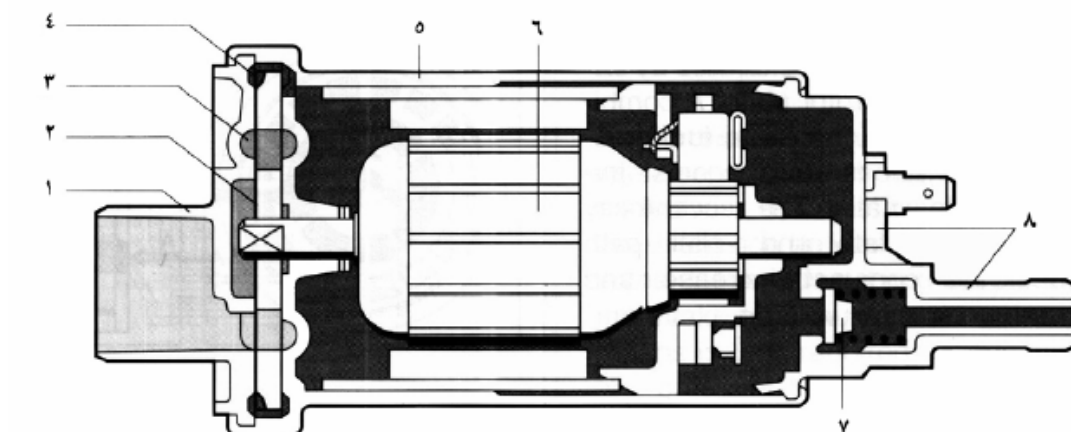
## پمپ بنزین (Fuel Pump)

وظیفه‌ی پمپ بنزین ایجاد فشار در بنزین و ارسال آن به سیستم می‌باشد. پمپ بنزین از دو قسمت پمپ مکانیکی و موتور الکتریکی تشکیل شده است. در حالت سوییچ باز به مدت ۳ تا ۵ ثانیه و با روشن شدن موتور بطور پیوسته سوخت را با حداکثر فشار ۵ الی ۶ بار به سیستم تحویل می‌دهد. در داخل پمپ یک سوپاپ یکطرفه نصب شده است که وظیفه‌ی آن جلوگیری از برگشت سوخت به داخل باک می‌باشد. این عمل مانع از تشکیل حباب در لوله‌های انتقال بنزین و ایجاد قفل گازی (در حین خاموش کردن موتور گرم) می‌گردد. تغذیه‌ی پمپ بنزین از طریق رله دابل و با گذشتن از سوییچ اینرسی تامین می‌گردد. کانکتور پمپ بنزین از نوع In Tank دارای چند پایه می‌باشد که دو پایه‌ی آن ولتاژ تغذیه‌ی پمپ را تامین می‌نمایند و پایه‌های دیگر مربوط به نشانگر سطح سوخت است؛ که اطلاعات سوخت باقیمانده در باک را به پشت آمپر ارسال می‌کند.

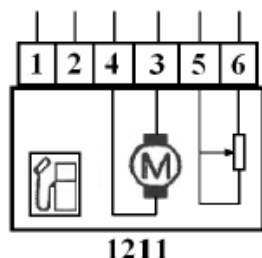
محل قرارگیری پمپ بنزین در داخل باک و یا خارج از آن می‌باشد.

پمپ الکتریکی سوخت (دو مرحله‌ای):

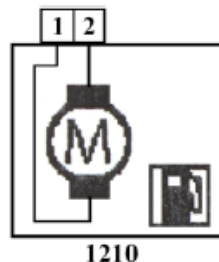
۱ مجرای ورودی سوخت ۲ پروانه ۳ مرحله اول مکش پمپ (کانال جانبی پمپ) ۴ مرحله اصلی (پمپ غلتکی) ۵ بدنه پمپ  
۶ موتور الکتریکی ۷ شیر یک طرفه ۸ مجرای خروجی پمپ



تعداد پایه: ۶



پایه ۳: تغذیه ۱۲ ولت از رله دابل  
پایه ۴: اتصال بدنه دائم  
پایه ۵ و ۶: پتانسیومتر سطح بنزین



تعداد پایه: ۲  
پایه ۱: تغذیه ۱۲ ولت از رله دابل  
پایه ۲: اتصال بدنه دائم



عیوبی که در صورت خرابی پمپ بنزین در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- موتور روشن نمی‌شود.
- ۲- فشار خروجی پمپ بدلیل نیم سوز شدن موتور الکتریکی آن یا گرفتگی در سیستم، کاهش می‌یابد. در این حالت در صورت روشن شدن موتور، موتور در زیر بار زیاد (حرکت در سربالایی و ...) یا دور بالا خاموش شده یا ریپ خواهد زد.

روشهای تست قطعه:

- پس از باز کردن سوییچ، توسط ولت‌متر از رسیدن ولتاژ ۱۲ ولت به دو سر کانکتور تغذیه پمپ اطمینان حاصل می‌نماییم.
- توسط اهم متر میزان مقاومت دو سر سیم پیچ موتور پمپ را چک می‌نماییم، بایستی در حدود یک تا سه اهم در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  باشد.
- توسط یک فشارسنج، فشار خروجی پمپ را اندازه‌گیری می‌نماییم؛ این فشار بایستی تقریباً بین ۵ تا ۶ بار باشد.
- توسط یک دبی سنج، مقدار دبی خروجی پمپ را اندازه‌گیری می‌نماییم؛ این دبی بایستی حداقل معادل ۱۱۰ لیتر در ساعت با فشار ۳ بار باشد. (تقریباً ۱/۵ لیتر در ۵۰ ثانیه)

نکات مهم:

- در صورت عمل کردن سوییچ اینرسی، برق تغذیه پمپ بنزین قطع خواهد شد.
- در خودروهای دوگانه سوز (CNG) بدلیل یکسره کار کردن پمپ بنزین در حالت فعال بودن موتور با سوخت گازی، به منظور خنک کاری پمپ بنزین و انژکتورهای بنزین و جلوگیری از سوختن آنها، حتماً بایستی حداقل ۱۰ لیتر بنزین در باک وجود داشته باشد.

### فیلتر بنزین (Fuel Filter)

آلودگیهای موجود در سوخت باعث عدم عملکرد مناسب تجهیزات سوخت‌رسانی مانند رگلاتور فشار و انژکتورها می‌گردد. به همین دلیل یک فیلتر سوخت در پایین دست (بعد از) پمپ بنزین نصب می‌گردد. این فیلتر شامل یک المان کاغذی است که دارای سوراخهایی به قطر حدود ۸ الی ۱۰ میکرومتر می‌باشد. یک صفحه‌ی توری فلزی این کاغذ را در جای خود نگاه می‌دارد. مدت زمانی تعویض فیلتر برحسب حجم فیلتر و مقدار آلودگی موجود در سوخت تعیین می‌شود. معمولاً برای اطمینان از عملکرد آن پیشنهاد می‌شود که هر ۲۰۰۰۰ کیلومتر فیلتر تعویض گردد.

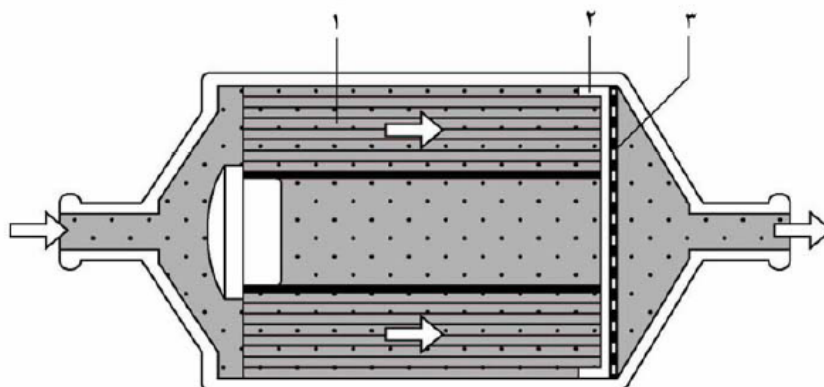
محل قرارگیری فیلتر سوخت بعد از پمپ بنزین و قبل از ریل سوخت می‌باشد. در خودروهای پژو ۴۰۵، سمند، پژو پارس، پژو RD و Roa و باردو زیر اتاق خودرو و نزدیک به باک، در پیکان با ECU مدل SL 96 جای بوستر قدیم و زیر جعبه فیوز و در خودروی ۲۰۶ در زیر اتاق، سمت شاگرد سرنشین عقب نصب شده است.

عیوبی که در صورت خرابی فیلتر بنزین در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- در صورت مسدود شدن کاغذ فیلتر در اثر آلودگی، موتور در دورهای بالا یا بار زیاد (حرکت در سربالایی) ریپ می‌زند.
- ۲- در شتابگیری‌ها موتور دچار وقفه یا مکث می‌گردد.
- ۳- در صورت گرفتگی کامل فیلتر امکان روشن نشدن خودرو وجود دارد.

فیلتر بنزین:

۱ المان کاغذی ۲ نگهدارنده المان کاغذی ۳ صفحه نگهدارنده فلزی





نکات مهم:

- در هنگام تعویض فیلتر بنزین حتماً به عبارت In و Out و یا علامت فلش ← که بیانگر جهت صحیح نصب آن می‌باشد، دقت شود.
- فیلتر بنزین قابل شستشو یا تعمیر نمی‌باشد و حتماً باید تعویض گردد.
- عیوب ایجاد شونده توسط خرابی این قطعه از نوع مکانیکی بوده و خطایی در ECU دال بر خرابی آن ثبت نخواهد شد.

## ریل سوخت رسانی (Fuel Rail)

سوخت از طریق ریل سوخت جریان پیدا کرده و بین تمامی انژکتورها بصورت یکسان توزیع می‌گردد. انژکتورها بر روی ریل سوخت قرار گرفته و (در برخی خودروها) در انتهای این ریل نیز رگلاتور فشار قرار دارد. ابعاد ریل سوخت رسانی، جهت جلوگیری از نوسانات فشار در حین کارکرد انژکتورها، در اندازه‌های مختلف و با توجه به نوع موتور انتخاب می‌شود. بسته به نوع طراحی موتور و نیازمندیهای سیستم، ریل سوخت از مواد مختلف نظیر فولاد، آلومینیوم یا پلاستیک طراحی و ساخته می‌شود. همچنین ممکن است در برخی مدلها، سوپاپ تست جهت هواگیری و سرویس سیستم، تعبیه شده باشد.

محل قرارگیری ریل سوخت در بالای موتور و بر روی قسمت قوسی شکل منیفولد هوای ورودی و در نزدیکی سرسیلندر می‌باشد. ریل سوخت با استفاده از پیچ بر روی منیفولد هوای ورودی نصب گردیده است.

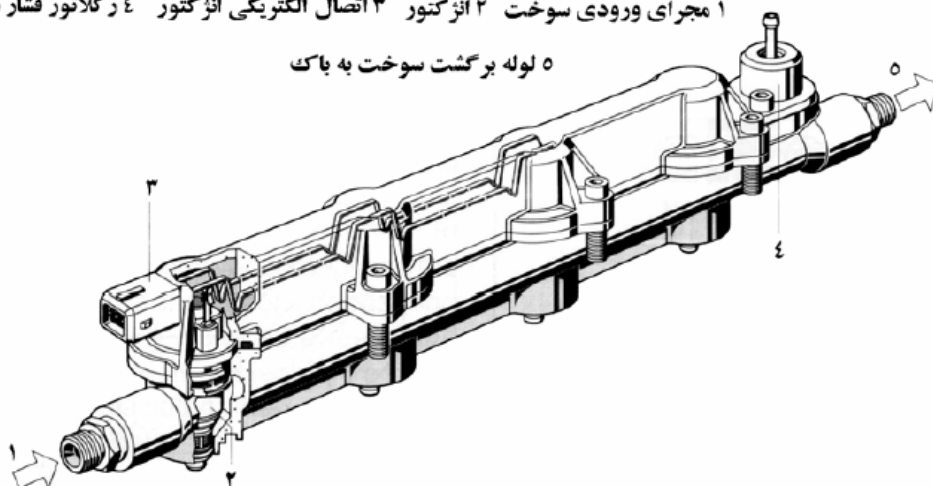
نکات مهم:

- این قطعه بایستی از نظر نشستی و محکمی بست‌ها و کوئیک کانکتورها مورد بازبینی قرار گیرد.
- در انواع پلاستیکی هنگام انجام تعمیرات بر روی موتور باید توجه لازم را مبذول داشت تا در اثر برخورد آچار و ... ریل ترک نخورد.

ریل سوخت رسانی با انژکتورهای تغذیه شونده از کنار:

۱ مجرای ورودی سوخت ۲ انژکتور ۳ اتصال الکتریکی انژکتور ۴ رگلاتور فشار سوخت

۵ لوله برگشت سوخت به باک







### رگلاتور فشار سوخت (Fuel Pressure Regulator)

وظیفه رگلاتور فشار (نوع نصب شده بر روی ریل سوخت رسانی)، ثابت نگاه داشتن اختلاف فشار بین مانیفولد ورودی هوا و ریل سوخت رسانی می‌باشد. این بدان دلیل است که مقدار سوخت پاشیده شونده توسط انژکتورها همیشه تابعی از طول پالس اعمالی (مدت زمان اعمال ولتاژ ۱۲ ولت) به انژکتورها باشد. این اختلاف فشار بایستی در حدود ۲/۵ تا ۳/۵ بار (با توجه به نوع خودرو) باشد. سوخت اضافی توسط رگلاتور و از طریق یک شلینگ به باک بازگردانده می‌شود.

رگلاتور فشار دارای یک دیافراگم می‌باشد که از یک طرف با سوخت موجود در ریل سوخت در تماس است و از طرف دیگر توسط یک شلینگ رابط به خلا مانیفولد متصل می‌باشد. دیافراگم توسط نیروی فنر و ساچمه‌ی متصل به آن سوخت اضافی را به باک بازمی‌گرداند تا اختلاف فشار ذکر شده در تمامی حالات موتور اعم از دور بالا یا درجا و یا بار زیاد و کم موتور ثابت بماند.

وظیفه‌ی رگلاتور فشار (نوع نصب شده در داخل باک)، ثابت نگاهداشتن فشار سوخت ریل سوخت رسانی می‌باشد.

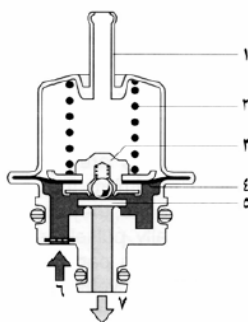
محل قرارگیری رگلاتور فشار سوخت در انتهای ریل سوخت رسانی می‌باشد. در خودروی پژو ۲۰۶ و خودروهای جدید پژو ۴۰۵ و پارس و Roa، سمند و باردو، رگلاتور در روی مجموعه‌ی پمپ بنزین نصب گردیده است.

عیوبی که در صورت خرابی رگلاتور فشار در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- در صورت معیوب شدن این قطعه موتور در دور یا بارهای زیاد دچار افت می‌گردد.
- ۲- در صورت داشتن نشتی از اطراف اورینگهای آن مصرف سوخت بالا می‌رود.
- ۳- در صورت پارگی دیافراگم مصرف سوخت بالا می‌رود و نشتی بیش از حد باعث روشن نشدن خودرو خواهد گشت.

رگلاتور فشار سوخت:

- ۱ اتصال به مانیفولد ورودی ۲ فنر ۳ نگهدارنده سوپاپ  
۴ دیافراگم ۵ سوپاپ ۶ ورودی سوخت  
۷ پرگت سوخت





### روشهای تست قطعه:

- مطمئن‌ترین روش برای حصول اطمینان از عملکرد این قطعه استفاده از فشارسنج می‌باشد. مکان صحیح برای نصب فشارسنج به منظور اندازه‌گیری فشار، بعد از صافی بنزین می‌باشد. این فشار بایستی در حدود ۲/۵ الی ۳/۵ بار باشد. برای رگلاتورهایی که بر روی ریل سوخت نصب می‌شوند با بالا بردن دور موتور، فشار ریل سوخت بایستی تا حدود ۰/۵ بار افزایش یابد. در اندازه‌گیری فشار ریل سوخت در انواعی که رگلاتور آنها در داخل باک نصب شده است بایستی به این نکته دقت نمود که با بالا بردن دور موتور بایستی فشار ریل سوخت تقریباً ثابت بماند.

- برای چک کردن پاره‌گی دیافراگم کافیسیت شیلنگ خلا متصل به آن را بیرون بکشیم، اگر آثاری از وجود بنزین دیده شود حتماً دیافراگم رگلاتور پاره شده است.

### نکات مهم:

- در خودروهایی که رگلاتور فشار آن بر روی پمپ بنزین نصب شده است، میزان خلاء داخل منیفولد به منظور محاسبه مقدار پاشش توسط ECU در محاسبات دخالت داده می‌شود. مزیت این سیستم در این است که اولاً بنزین گرم شده در محفظه موتور به باک باز نمی‌گردد و در نتیجه بخارات داخل باک کاهش می‌یابد (که تاثیر مستقیم در مصرف سوخت دارد)، ثانیاً لوله برگشتی به باک نیز حذف می‌گردد.

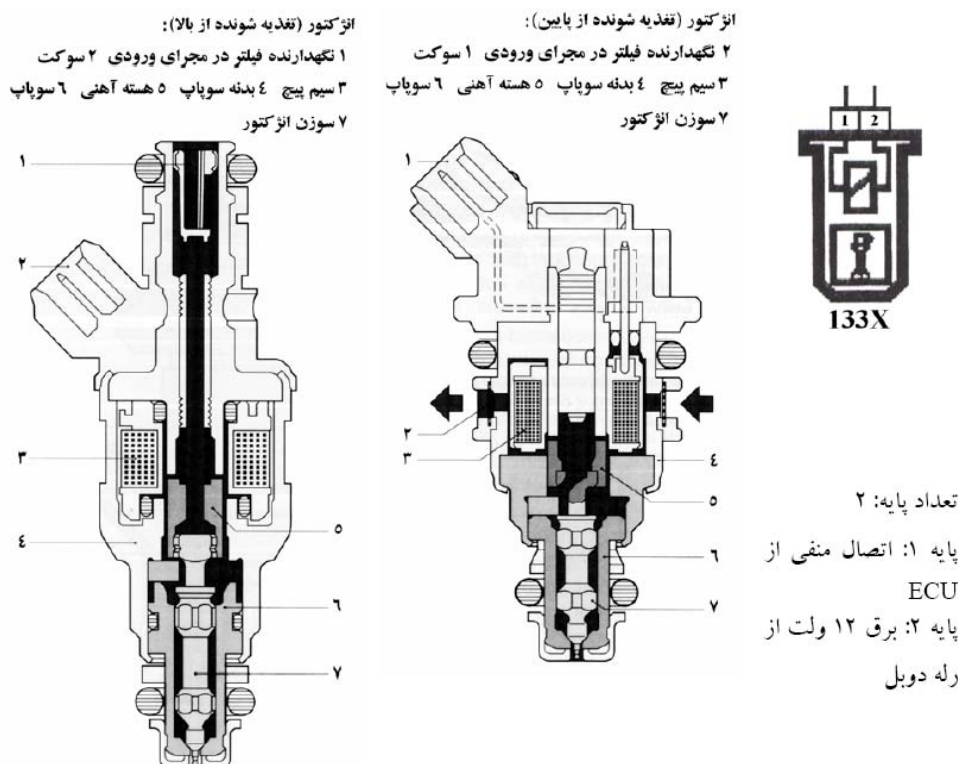
- رگلاتور فشار در صورت معیوب شدن قابل تعمیر نمی‌باشد و حتماً باید تعویض گردد.

- عیوب ایجاد شونده توسط خرابی این قطعه از نوع مکانیکی بوده و خطایی در ECU دال بر خرابی آن ثبت نخواهد شد.

## انژکتورها (Injectors)

انژکتور یک شیر الکترومغناطیسی است که توسط فرمان ECU باز و بسته شده و مقدار دقیقی از بنزین را در زمان مشخصی به داخل منیفولد و پشت سوپاپ ورودی هوا، بصورت اسپری می‌پاشد. ولتاژ مثبت ۱۲ ولت از طریق رله دویل به انژکتورها رسیده و ECU در زمان لازم برای تزریق سوخت منفی (اتصال بدنه) آنرا وصل می‌نماید. انژکتور دارای یک سوزن می‌باشد که در حالت عادی دریچه خروجی انژکتور را توسط نیروی فنر بسته است. امتداد سوزن انژکتور به یک هسته آهنی که داخل یک سیم پیچ قرار گرفته است، متصل می‌باشد. هنگامیکه جریان الکتریکی توسط ECU در سیم پیچ برقرار می‌گردد، میدان مغناطیسی حاصل، هسته آهنی را به عقب کشیده و بر نیروی فنر غلبه می‌نماید؛ در این حال سوزن متصل به آن نیز از جای خود بلند شده و سوخت تحت فشار را به داخل منیفولد می‌پاشد. با قطع جریان، نیروی فنر دوباره سوزن را در نشیمنگاه خود می‌نشانند و مسیر پاشش سوخت مسدود می‌گردد.

انژکتورها از نظر شکل ظاهری به دو دسته‌ی ۱- تغذیه از بالا و ۲- تغذیه از کنار (پایین) می‌باشند. انژکتورها از نظر شکل اسپری سوخت خروجی از آنها به چند دسته تقسیم می‌شوند که در شکل صفحه بعد انواع آنها آمده است. در موتورهایی که حالت پاشش انژکتورهای آن از نوع گروهی می‌باشند، انژکتورهای ۱ و ۴ با هم و انژکتورهای ۲ و ۳ با یکدیگر پاشش می‌نمایند. مدت زمان پاشش با توجه به دور و بار موتور بین ۳/۵ تا ۷ میلی ثانیه متغیر است.



الگوی پاشش در خودروهای پژو پارس، پژو ۴۰۵ و سمند از نوع مخروطی و در خودروهای پیکان، پژو RD و پژو ۲۰۶ از نوع استوانه‌ای می‌باشد.

محل قرارگیری انژکتور بر روی ریل سوخت رسانی می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی انژکتور در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- در صورت معیوب بودن انژکتور موتور ریپ خواهد زد.
- ۲- با سوختن کامل یکی از انژکتورها سیلندر مربوطه از کار افتاده و موتور سه کار خواهد کرد.
- ۳- در صورت از کار افتادن یکی از انژکتورها چراغ عیب روشن خواهد شد.

روشهای تست قطعه:

- پس از وصل کردن دستگاه عیب‌یاب، به منوی تست عملگرها رفته و فرمان تحریک انژکتور موردنظر را صادر می‌کنیم. در صورت به گوش رسیدن صدای انژکتور، اتصالات الکتریکی و انژکتور سالم می‌باشد (قبل از این بایستی از رسیدن ولتاژ مثبت ۱۲ ولت از رله دابل به انژکتورها اطمینان حاصل نماییم).
- با استفاده از یک اهم‌متر مقاومت سیم‌پیچ انژکتور را اندازه‌گیری می‌نماییم؛ این مقاومت برای انژکتور با الگوی پاشش استوانه‌ای بین ۱۳ تا ۱۴/۵ اهم و برای انژکتور با الگوی پاشش مخروطی بین ۱۱/۶ تا ۱۲/۴ در دمای ۱۸ الی ۲۲ درجه سانتیگراد باشد.

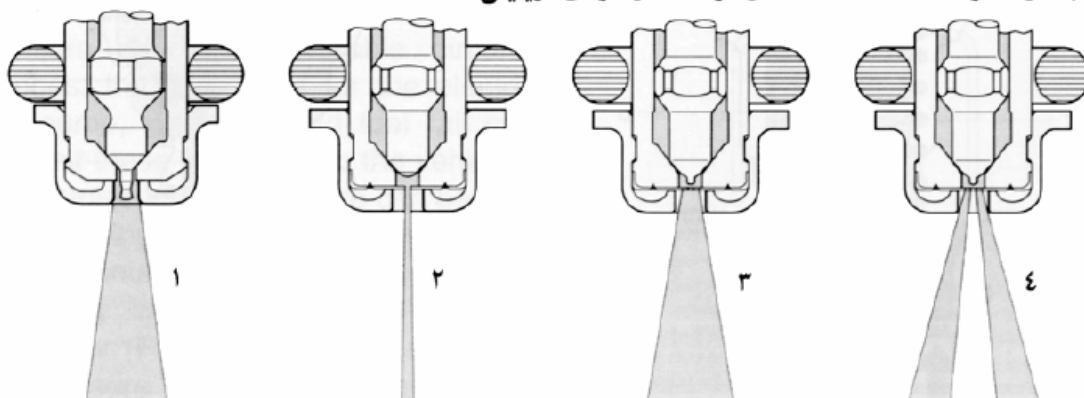
الگوهای پاشش سوخت و روشهای سنجش مقدار آن:

۱ پاشش مخروطی با سنجش توسط مقدار بلند شدن سوزن

۲ پاشش استوانه‌ای با سنجش توسط قطر سوراخ اریفیس

۳ پاشش استوانه‌ای چندگانه با سنجش توسط قطر سوراخ اریفیس

۴ پاشش استوانه‌ای دوگانه با سنجش توسط قطر سوراخ اریفیس





## نکات مهم:

- انژکتورها دارای یک صافی (فیلتر) بر روی خود می‌باشد.
- کار نکردن انژکتور ممکن است در اثر وجود عیب مکانیکی (گرفتگی در اثر آلودگی و یا گریپاژ نمودن) باشد. در این صورت چراغ اعلام عیب روشن نشده و خطایی هم در حافظه‌ی ECU ثبت نخواهد شد.
- قطرات آب موجود در بنزین می‌تواند انژکتور را از کار بیاندازد. برای کنترل نمودن این موضوع کافیسیت درب باک را باز نموده و با دست کشیدن به گلویی باک از وجود آب در بنزین اطمینان حاصل نمود.
- بهترین روش برای چک نمودن عملکرد صحیح انژکتورها باز نمودن مجموعه انژکتورها همراه ریل سوخت و قرار دادن یک صفحه مقوایی در مقابل آنها با فاصله تقریباً ۱۵ سانتی‌متر و استارت زدن به موتور به مدت ۵ ثانیه می‌باشد. در این حالت بایستی پاشش انژکتورها را کنترل نمود. قبل از انجام این کار بایستی دقت نمود که اولاً سوکت کویل‌ها کشیده شده و ثانیاً موتور سرد باشد.
- زمان باز بودن انژکتورها با توجه به ولتاژ باتری توسط ECU تصحیح می‌گردد.



### مخزن کنیستر (Carbon Canister Reservoir)

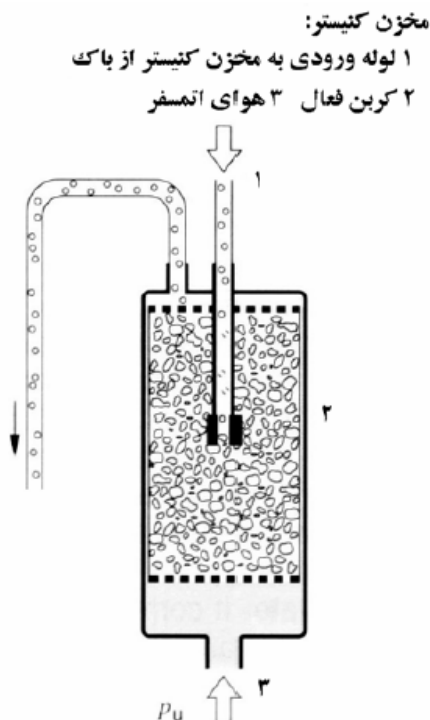
وظیفه این مخزن جمع‌آوری و نگهداری بخارات بنزین و جلوگیری از افزایش فشار موجود در باک می‌باشد. مخزن کنیستر از یک بدنه که داخل آن از کربن فعال پر شده است، مجازی تعبیه شده بر روی آن از طرف بالا به اتمسفر بالای باک، از پایین به اتمسفر آزاد و یک مجرا برای تخلیه به شیر برقی کنیستر متصل می‌باشند. کربن فعال، وظیفه‌ی جمع‌آوری بخارات بنزین را برعهده دارد.

محل قرارگیری این قطعه در اکثر خودروها در زیر گلگیر جلوی سمت راننده می‌باشد. در خودروی پژو ۲۰۶ محل نصب آن زیر گلگیر جلو سمت شاگرد می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی مخزن کنیستر در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

۱- در صورت خرابی مخزن کنیستر عیب مشهودی در عملکرد موتور ظاهر نخواهد گشت و تنها آلودگی افزایش می‌یابد.

۲- در صورت شکستن یا ترک برداشتن مخزن کنیستر در اثر تصادفات، یا از جا در رفتن لوله‌ها و مجرای متصل به آن بوی بنزین خام به شام خواهد رسید.





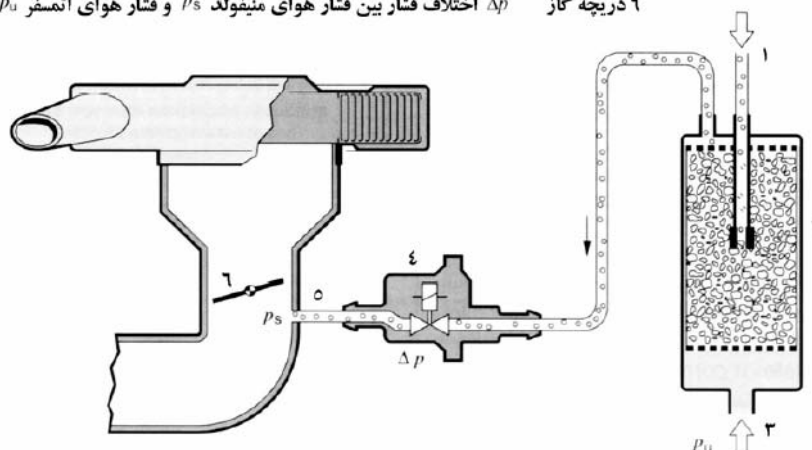


### شیر برقی کنیستر (Canister Purge Valve)

این قطعه یک شیر الکترومغناطیسی است که با فرمان ECU بنزین جمع‌آوری شده در مخزن کنیستر را به سمت مانیفولد هوا هدایت می‌نماید. تغذیه مثبت ۱۲ ولت شیر برقی از رله دوبل تامین می‌گردد. ECU در مواقع شتابگیری یا افزایش بار بر روی موتور که نیاز به مخلوط غنی می‌باشد، اقدام به وصل اتصال بدنه (منفی) شیر نموده و مخزن کنیستر را تخلیه می‌نماید (با شرط دمای موتور بالاتر از ۷۰ درجه سانتی‌گراد). تخلیه مخزن در صورت باز بودن شیر برقی توسط اختلاف فشار هوای اتمسفر (پشت مخزن کنیستر) و فشار مانیفولد صورت می‌گیرد.

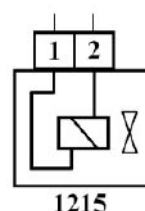
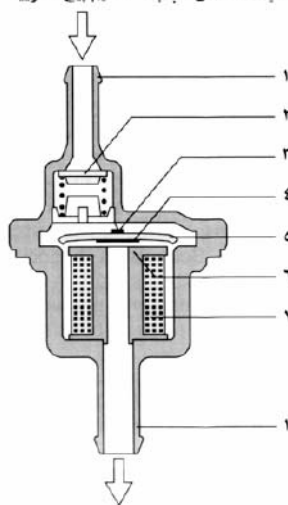
سیستم کنترل آلایندگی از باک خودرو:

۱ ورودی از باک به مخزن کنیستر ۲ زغال فعال ۳ هوای اتمسفر ۴ شیر برقی کنیستر ۵ خروجی به مانیفولد هوا  
۶ دریچه گاز  $\Delta p$  اختلاف فشار بین فشار هوای مانیفولد  $P_s$  و فشار هوای اتمسفر  $P_u$



شیر برقی کنیستر:

۱ ورودی و خروجی شیر ۲ شیر یک طرفه  
۳ فنر برگی ۴ المان آب بند ۵ هسته آهنی سلفوئید  
۶ نشیمنگاه المان آب بند ۷ سیم بیج سلفوئید



تعداد پایه: ۲

پایه ۱: ولتاژ مثبت ۱۲ ولت از رله دوبل

پایه ۲: اتصال بدنه (منفی) از طریق ECU



از این سیستم برای پایین آوردن میزان آلاینده‌گی HC در خودروها استفاده می‌شود.

محل قرارگیری این قطعه در نزدیکی محل مخزن کنیستر می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی شیربرقی کنیستر در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- در صورت خرابی این قطعه ایراد مشهودی در عملکرد موتور ظاهر نمی‌گردد.
- ۲- در صورتی که خرابی شیر بصورت دائمی باز باشد؛ مصرف سوخت کمی بالا رفته و بوی بنزین از محفظه موتور به مشام خواهد رسید.
- ۳- در صورت خرابی این قطعه چراغ انژکتور روشن خواهد شد.

روشهای تست قطعه:

- برای اطمینان از عملکرد صحیح شیر برقی، با اتصال دستگاه عیب‌یاب و رفتن به منوی تست عملگرها می‌توان شیر را فعال نموده و با گوش دادن به صدای آن از عملکرد آن مطمئن شد (قبلاً بایستی درستی اتصالات را بررسی نمود).
- با اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ شیر برقی توسط اهم‌متر، بایستی مقاومت بین ۲۴۰ الی ۲۵۰ اهم باشد.

نکته مهم:

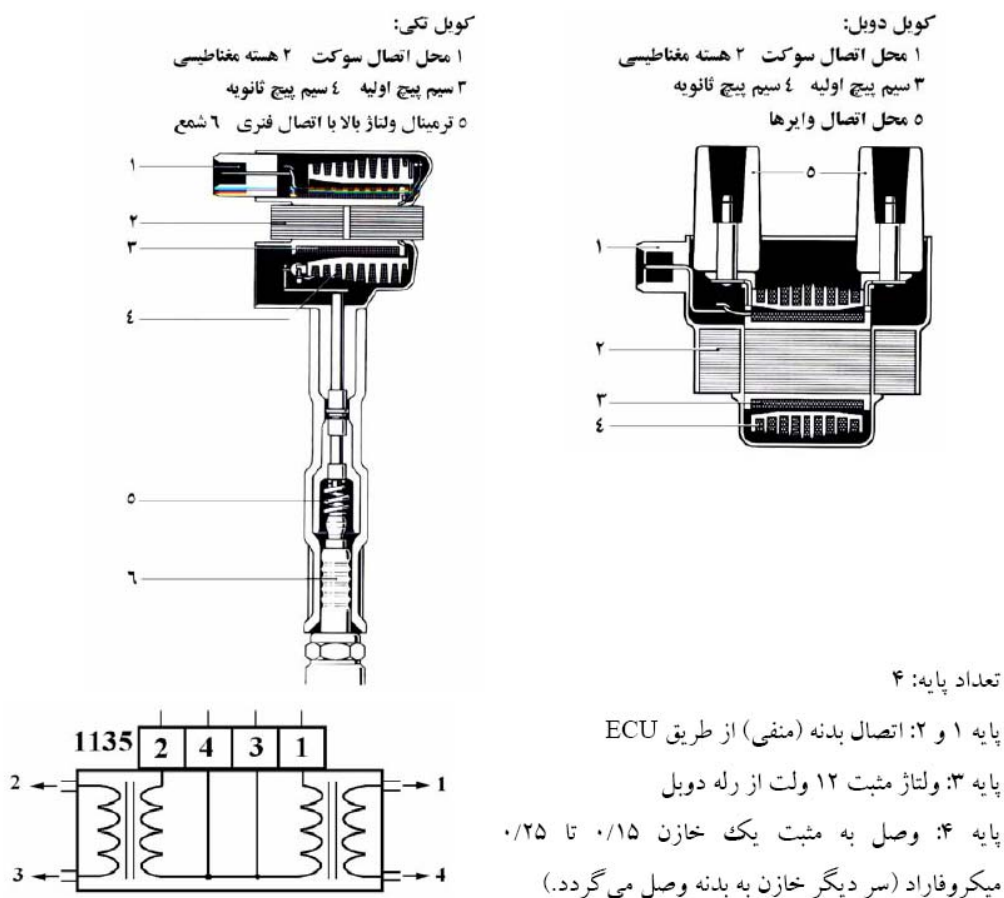
- در خودروهای سمند، پژو ۴۰۵ و پژو پارس که مخزن کنیستر و شیربرقی آن از سیستم حذف گردیده است، یک مقاومت ۲۵۰ اهمی عملکرد شیر را برای ECU شبیه‌سازی می‌نماید.

## ۲- سیستم جرقه‌زنی (Ignition System)

وظیفه سیستم جرقه‌زنی محترق ساختن مخلوط هوا و سوخت متراکم شده در لحظه مشخص، بوسیله ایجاد جرقه‌ای قوی در سر شمعها می‌باشد. ECU توسط اطلاعات رسیده از سنسورهای مختلف، میزان آوانس جرقه و مقدار زاویه داول را مشخص می‌نماید. سپس با قطع کردن منفی کوئل موردنظر، جرقه را در شمع متصل به آن ایجاد می‌نماید. سیستم جرقه‌زنی در خودروهای انژکتوری از قطعات زیر تشکیل گردیده است که با آنها آشنا خواهیم شد.

### کوئل (Coil)

کوئل در واقع ترانسفورماتور افزایشدهی است که دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه می‌باشد که وظیفه آن ایجاد جرقه‌ی ولتاژ بالا (حدود ۱۲ تا ۳۰ کیلوولت) در سر شمعها می‌باشد. عملکرد کوئل بر دو اصل کلیدزنی جریان سیم‌پیچ اولیه و القای متقابل بین دو سیم پیچ استوار است.



قطر سیم پیچ اولیه معمولاً یک میلی متر و تعداد حلقه های آن ۱۵۰ تا ۲۰۰ دور است؛ و وظیفه آن ایجاد میدان مغناطیسی متغیر (بواسطه کلیدزنی توسط ECU) در کوئل را برعهده دارد. قطر سیم پیچ ثانویه معمولاً حدود ۰/۱ میلی متر و تعداد دور آن ۸۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ دور است. یک سر این سیم پیچ به منفی بدنه و سر دیگر آن به ترمینال ولتاژ بالا متصل است. وظیفه این سیم پیچ تولید ولتاژ بالا می باشد. جنس هسته مغناطیسی موجود در بین سیم پیچها از آلایژ آهن و سیلیس می باشد؛ وظیفه این ورقه ها انتقال و جهت دادن به خطوط میدان مغناطیسی از سیم پیچ اولیه به سیم پیچ ثانویه است. در خودروهای انژکتوری معمولاً از کوئل دبل (یک کوئل برای دو سیلندر) یا از کوئل تکی استفاده می شود.

محل قرارگیری این قطعه بر روی سرسیلندر و در محل دلكو در سیستمهای کاربراتوری می باشد.

عیوبی که در صورت خرابی کوئل در عملکرد موتور ظاهر می گردد:

- ۱- اگر در سیستمهای کوئل دبل یکی از کوئلها بسوزد موتور روشن نخواهد شد.
- ۲- در صورت نیم سوز شدن سیم پیچ اولیه کوئل چراغ اعلام عیب روشن خواهد شد.

روشهای تست قطعه:

- پس از وصل کردن دستگاه عیب یاب، به منوی تست عملگرها رفته و فرمان تحریک کوئل موردنظر را صادر می کنیم. در صورت به گوش رسیدن صدای جرقه، اتصالات الکتریکی سالم می باشد (قبل از این بایستی از رسیدن ولتاژ مثبت ۱۲ ولت از رله دبل به کوئلها اطمینان حاصل نماییم). برای اطمینان از قدرت جرقه وایر سیلندر موردنظر را کشیده و یک شمع سالم به آن وصل می کنیم. با صدور فرمان جرقه توسط دستگاه عیب یاب و دادن اتصال بدنه به شمع شکل جرقه را کنترل می نماییم. جرقه بایستی آبی رنگ و قوی باشد. (در صورتیکه قبل از این تست، انژکتورها را تست نموده باشیم بایستی موتور را استارت بزنییم تا سوخت پاشیده شده در مرحله تست انژکتور به داخل موتور کشیده شده و بسوزد).

- با استفاده از یک اهم متر مقاومت سیم پیچهای کوئل را اندازه گیری می نماییم؛ این مقاومت برای سیم پیچهای اولیه (هر دو کوئل) حدود ۰/۶ اهم و برای سیم پیچهای ثانویه (هر دو کوئل) بایستی حدود ۷/۴ کیلو اهم باشد. مقاومت سیم پیچهای ثانویه برای کوئلهای دبل خطی (بدون وایر شمع) بایستی حدود ۱۵ کیلو اهم باشد.

## شمع (spark Plug)

شمع عامل اصلی جرقه‌زنی و تولید احتراق است. اجزای یک شمع در شکل زیر نشان داده شده است. جرقه‌زنی در سر شمع باعث ایجاد نويز الکترومغناطیسی می‌گردد. برای کاهش این نویز از شمعهای مقاوم‌دار استفاده می‌گردد. این مقاومت در قسمت زیرین الکتروود مرکزی قرار گرفته است. مقدار این مقاومت بین ۵ تا ۸ کیلو اهم با توجه به نوع شمع متفاوت است. فاصله بین الکتروودها بطور میانگین معمولاً از ۰/۸ تا یک میلی‌متر می‌باشد. بهترین عملکرد دمایی برای شمع حدود ۴۵۰ الی ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کارکرد مفید شمع در خودروهای انژکتوری ۱۶۰۰۰ کیلومتر می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی شمع در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

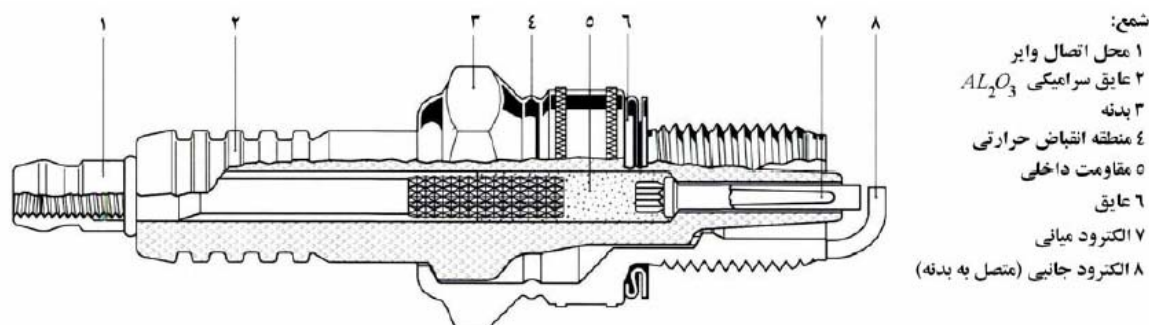
- ۱- مصرف سوخت و به دنبال آن آلایندگی افزایش می‌یابد.
- ۲- موتور در دورهای مختلف بد کار می‌کند و شتابگیری خودرو ضعیف شده و دمای موتور بالا خواهد رفت.

روش تست قطعه:

- بهترین راه برای تست این قطعه پس از تمیز کردن رسوبات آن توسط دستگاه سند بلاست و استفاده از تستر جرقه می‌باشد که کیفیت جرقه را در فشاری نزدیک به فشار تراکم نشان می‌دهد.

نکته مهم:

بهترین نوع شمع برای موتور، شمعی است که توسط کارخانه سازنده توصیه می‌گردد. این قضیه برای خودرویی نظیر پژو ۲۰۶ که از سیستم DEPHIA برای زمان‌بندی پاشش ترتیبی استفاده می‌کند، بسیار حایز اهمیت است. زیرا در این خودرو استفاده از شمع نامناسب باعث از کارافتادن و یا عملکرد ناصحیح این سیستم خواهد گشت.



## وایر (Wire)

وایرها کابل‌های ولتاژ بالایی هستند که وظیفه آنها انتقال ولتاژ بالای تولید شده توسط کوئل به سر شمعها می‌باشد. کابل وایر از دو قسمت تشکیل شده است. ۱- قسمت مغزی وسط که رسانا می‌باشد و از الیاف ابریشم آغشته شده به پودر کربن تشکیل گردیده است. ۲- روکش وایر که از مشتقات سیلیکون بوده و عایق نارسانا و مقاوم در برابر حرارت می‌باشد. مقاومت وایر یکی از پارامترهای مهم در کیفیت و قدرت جرقه می‌باشد و بایستی بین ۱۶ تا ۱۷ کیلو اهم به ازای هر متر باشد.

محل قرارگیری آن بین کوئل و شمع می‌باشد. در برخی از خودروها مانند پژو پارس ELX و پژو ۲۰۶ وایرها حذف گردیده است.

عیوبی که در صورت خرابی وایر در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

۱- در صورت ایجاد قطعی در وایر باعث می‌گردد که احتراق در سیلندر مربوطه به درستی انجام نشده و موتور اصطلاحاً سه کار نماید.

۲- در صورت نیم‌سوز شدن وایر از قدرت جرقه کاسته خواهد شد.

روشهای تست قطعه:

- پس از وصل کردن دستگاه عیب‌یاب، به منوی تست عملگرها رفته و فرمان تحریک کوئل وایر موردنظر را صادر می‌کنیم. در صورت به گوش رسیدن صدای جرقه، وایر سالم می‌باشد.

- در روش تست اهمی با توجه به طول وایر مقاومت آنرا اندازه‌گیری می‌نماییم. در صورتیکه بیشتر از مقدار معمول باشد یا اتصالات وایر ایراد دارد و یا مغزی رسانای وایر سوخته است. بطور مثال اگر طول وایر ۳۰ سانتی‌متر باشد، مقدار مقاومت آن بایستی حدوداً  $5/4 = 16 \times 0/3$  کیلو اهم نشان داده شود.

نکته مهم:

- هرگز وایرها را نبایستی تا نمود یا پیچاند زیرا باعث ایجاد قطعی در مغزی وایر خواهد گشت.

### ۳- سایر متعلقات

#### موتور پله‌ای دریچه‌ی گاز (Throttle Body Stepper Motor)

این قطعه از یک شیر و یک موتور پله‌ای تشکیل گردیده است و وظیفه آن باز و بست و کنترل یک مسیر کنار گذر بین قبل و بعد از دریچه‌ی گاز در حالت‌های گذرای موتور می‌باشد. موتور پله‌ای موتوری است که با گرفتن پالس‌های الکتریکی مربعی (در اینجا پالس‌های مربعی با دامنه ۱۲ ولت ارسالی از ECU) یک مرحله می‌چرخد. موتور پله‌ای استفاده شده در خودروهای انژکتوری دارای پله‌های ۱/۸ درجه می‌باشند یعنی با رسیدن یک پالس ۱۲ ولت مربعی یک مرحله معادل ۱/۸ درجه می‌گردد. برای چرخیدن یک دور کامل بایستی  $(360 = 1/8 \times 200)$  ۲۰۰ پالس بدان ارسال گردد. کورس خطی نوک شیر متصل به آن ۸ میلی‌متر می‌باشد. چرخیدن موتور به اندازه یک مرحله (۱/۸ درجه) نوک شیر ۰/۰۴ میلی‌متر جابجا می‌گردد.

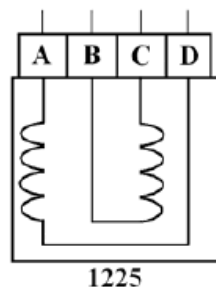
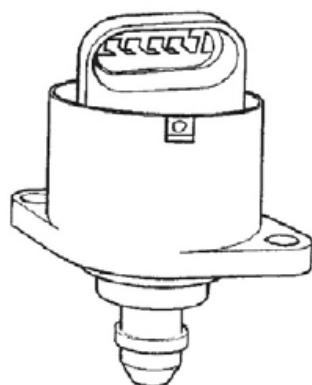
ECU برای کنترل موارد زیر به این موتور فرمان می‌دهد:

- ۱- کنترل دور در جای موتور در هنگام استارت موتور و در زمان گرفتن بار اضافی از موتور مانند فعال ساختن کمپرسور کولر یا پمپ فرمان هیدرولیک و ...
- ۲- جلوگیری از بسته شدن ناگهانی مسیر هوای ورودی به موتور در هنگام برداشتن ناگهانی پا از روی پدال گاز
- ۳- کمک به تسریع شتابگیری خودرو در هنگام فشردن ناگهانی پدال گاز
- ۴- تنظیم مخلوط هوا و سوخت در صورت نیاز به هوای اضافی

محل قرارگیری این قطعه بر روی بدنه دریچه‌ی گاز می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی موتور پله‌ای در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

- ۱- در صورت گرفتگی مسیر کنار گذر موتور یا شافت استپر موتور، موتور در دور درجا کار خواهد کرد.





- ۲- گیرپاژ نمودن شافت استپر موتور باعث عدم توانایی ECU در کنترل موقعیت موتور پله‌ای گشته و با توجه به موقعیت شافت استپر موتور، باعث روشن نشدن خودرو و یا کار کردن در دوری بالاتر از دور تعریف شده در ECU در حالت دور درجا خواهد گشت.
- ۳- در حال کار کردن موتور در دور درجا با فعال ساختن کمپرسور کولر موتور دچار لرزش شاید گشته و یا خاموش می‌گردد.
- ۴- در هنگام رانندگی با خودرو در دورهای بالا یا بارهای زیاد موتور مانند حرکت در سربالایی، با برداشتن پا از روی گاز بصورت ناگهانی، موتور دچار سکت می‌گردد.

روشهای تست قطعه:

- پس از بررسی اتصالات و دسته سیم، توسط دستگاه عیب‌یاب به قسمت تست عملگرها رفته و عملکرد آنرا چک می‌نماییم.
- در حال دور درجا کمپرسور کولر را فعال می‌نماییم، در این حال به عقربه دور موتور نگاه می‌کنیم، دور موتور بایستی ابتدا کمی کاهش و دوباره به مقدار اولیه خود باز گردد. در صورت مشاهده پدیده‌ای غیر از این، موتور پله‌ای یا مسیر کنار گذر ایراد دارد.
- توسط دستگاه عیب‌یاب، تعداد مرحله موتور پله‌ای در حالت دور درجا را در قسمت اندازه‌گیری پارامترها با یک موتور سالم مقایسه می‌نماییم؛ در صورتیکه اختلاف فاحشی وجود داشته باشد، می‌تواند ناشی از گرفتگی مسیر کنار گذر یا عملکرد ناصحیح موتور پله‌ای باشد.
- تست اهمی: توسط اهم متر مقاومت دو سر سیم‌پیچهای موتور پله‌ای را اندازه‌گیری می‌نماییم. این مقاومت بین پایه‌ای ۱ و ۴ یا ۲ و ۳ بایستی بین ۴۵ تا ۵۵ اهم باشد.

نکته مهم:

- این قطعه قابل تعمیر نبوده و بایستی تعویض گردد.
- در صورت گرفتگی مسیر کنار گذر فقط با دستمال خشک و تمیز یا با اسپری خشک بایستی مسیر را تمیز نمود.
- در صورت تعویض آن بایستی موتور پله‌ای به ECU دوباره تعریف گردد. اینکار با باز کردن سوییچ به مدت ۱۰ ثانیه سپس بستن سوییچ به مدت ۱۰ ثانیه و سپس روشن نمودن موتور بدون گاز دادن انجام می‌شود.



### گرمکن دریچه‌ی گاز (Throttle Housing Heating Resistor)

این قطعه از یک المان گرمکن الکتریکی تشکیل گردیده است که وظیفه آن گرم کردن محفظه دریچه‌ی گاز در هوای سرد و جلوگیری از یخ زدگی پروانه‌ای دریچه‌ی گاز و نوک موتور پله‌ای می‌باشد.

محل قرارگیری گرمکن دریچه‌ی گاز روی محفظه‌ی دریچه‌ی گاز می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی گرمکن دریچه‌ی گاز در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

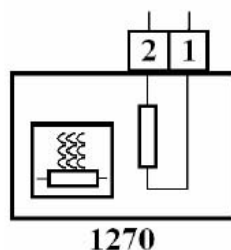
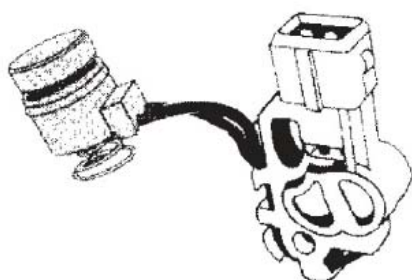
- در صورت از کار افتادن این قطعه، در هوای سرد بخارات موجود بر روی پروانه‌ای دریچه‌ی گاز و نوک موتور پله‌ای باعث چسبیدن آنها به بدنه دریچه‌ی گاز گشته و موتور گاز نمی‌خورد و یا روشن نمی‌شود.

روش تست قطعه:

- پس از بررسی اتصالات و دسته سیم، توسط اهم‌متر مقدار مقاومت المان را اندازه‌گیری می‌نماییم، بایستی در حدود ۱۰ اهم باشد.

نکته:

- در صورت قطعی و یا خرابی این گرمکن در دمای معمولی هیچ عیبی در عملکرد موتور ظاهر نخواهد گشت.



تعداد پایه: ۲

پایه ۱: تغذیه ۱۲ ولت از رله دویل

پایه ۲: اتصال بدنه دایم

### پتانسیومتر CO (CO Potentiometer)

این قطعه یک مقاومت متغیر است که بوسیله‌ی آن می‌توان مقدار غلظت سوخت را در خودروهای پیکان و پژو RD و خودروهای با ECU ی مدل SL 96 تنظیم نمود. مقدار مقاومت در هر دور گردش ۵۰۰ اهم می‌باشد. با استفاده از دستگاه تست چهار گاز و تنظیم این پتانسیومتر گازهای خروجی از موتور را می‌توان در حد استاندارد تنظیم نمود. در خودروهای مجهز به سنسور اکسیژن این قطعه حذف شده است.

این پتانسیومتر یک سوکت سه پایه دارد که پایه ۱ آن اتصال بدنه، پایه ۳ آن تغذیه ۵ ولت و پایه ۲ پایه ارسال ولتاژ متغیر به ECU می‌باشد.

محل نصب این قطعه در خودروی پژو RD داخل محفظه موتور پشت چراغ جلو سمت راننده می‌باشد. در پیکان با ECU ی مدل SL96 در محل قدیمی بوستر روی بدنه و کنار جعبه فیوز نصب می‌گردد.

عیوبی که در صورت خرابی این قطعه در موتور ایجاد می‌گردد:

۱- در صورت خرابی این پتانسیومتر به دلیل بهم خوردن تنظیم مقدار سوخت، مصرف بنزین بالا رفته و در موارد حادتر موتور دود خواهد کرد.

۲- در صورت وجود اتصالی (بصورت قطع و وصل لحظه‌ای) دور موتور دارای نوسان خواهد شد.

۳- در صورت تنظیم نبودن پتانسیومتر، موتور در دور آرام با نوسان کار می‌کند.

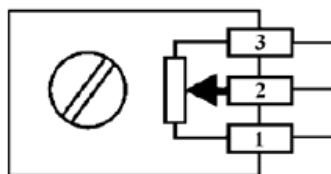
روش تست:

- با استفاده از اهم متر مقاومت بین پایه‌های ۱ و ۳ را اندازه گیری می‌نماییم بایستی در حدود ۱۳/۳ کیلو اهم باشد سپس مقاومت بین پایه‌های ۱ و ۲ را اندازه می‌گیریم، با چرخاندن پتانسیومتر بایستی مقاومت بطور پیوسته بین ۳/۳ الی ۱۳/۳ کیلو اهم تغییر نماید.

نکته مهم:

- در خودروهای با ECU ی مدل SL 96 پتانسیومتر در داخل ECU تعبیه شده است و این تنظیم توسط دستگاه عیب‌یاب و در منوی تنظیم سوخت این کار انجام می‌شود. برای تنظیم سوخت خودروهای با ECU ی مدل MM8P نیز این تنظیم توسط دستگاه عیب‌یاب انجام شده و پس از این کار مقدار آوانس جرعه را نیز روی صفر تنظیم می‌نماییم.

تعداد پایه: ۳



پایه ۱: اتصال منفی از ECU

پایه ۲: سیگنال خروجی

پایه ۳: تغذیه ۵ ولتی از ECU

### دریچه‌ی گاز موتوریزه (Motor – Driven Throttle Valve)

دریچه‌ی گاز موتوریزه در سیستم‌های جدید، به منظور کنترل بهتر و بهینه‌تر گشتاور توسط ECU، بکار گرفته می‌شود. در این نوع دریچه‌ی گاز، مقدار باز شدن دریچه مستقیماً توسط کابل متصل به پدال گاز تعیین نمی‌شود؛ در حقیقت سنسور وضعیت پدال گاز میزان فشار اعمال شده توسط راننده را به صورت ولتاژ برای ECU موتور ارسال می‌دارد سپس ECU با استفاده از مقدار این ولتاژ و با در نظر داشتن سایر درخواست‌های ارسالی از سوی ECUهای دیگر مانند: گیربکس اتوماتیک، سیستم ترمز ABS، سیستم تنظیم سرعت خودرو (Cruise Control)، سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو (ESP)، سیستم کولر، سیستم خنک‌کننده موتور و ... مقدار گشتاور درخواست شده را محاسبه نموده و به موتور دریچه‌ی گاز فرمان می‌دهد.

در این سیستم پولکی دریچه‌ی گاز توسط یک موتور DC که با فرمان ECU کنترل می‌شود، به حرکت درمی‌آید. در این سیستم دیگر استپر موتور وجود نداشته و وظیفه آنرا مجموعه پولکی و موتور دریچه گاز با فرمان ECU انجام می‌دهد. در این سیستم یک پتانسیومتر دابل روی محور دریچه‌ی گاز نصب گردیده است و در هر لحظه موقعیت دریچه‌ی گاز را به ECU گزارش می‌دهد.

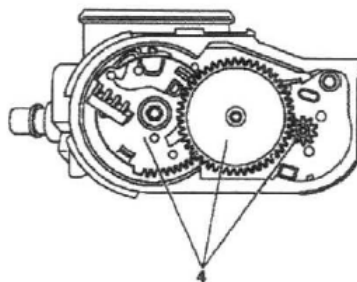
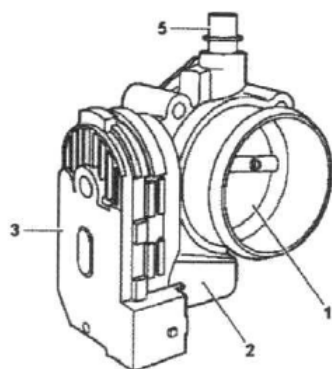
ECU برای کنترل موارد زیر به این موتور فرمان می‌دهد:

۱- کنترل دور موتور در تمام شرایط با در نظر گرفتن بار موتور، عمر موتور و مصرف‌کننده‌ها؛ مانند: هنگام استارت موتور و در زمان گرفتن بار اضافی از موتور مانند فعال ساختن کمپرسور کولر یا پمپ فرمان هیدرولیک و ...

۲- تنظیم مخلوط هوا و سوخت در صورت نیاز به هوای اضافی (در شرایط وجود هوای سرد)

۳- بهبود برگشت به دور درجا

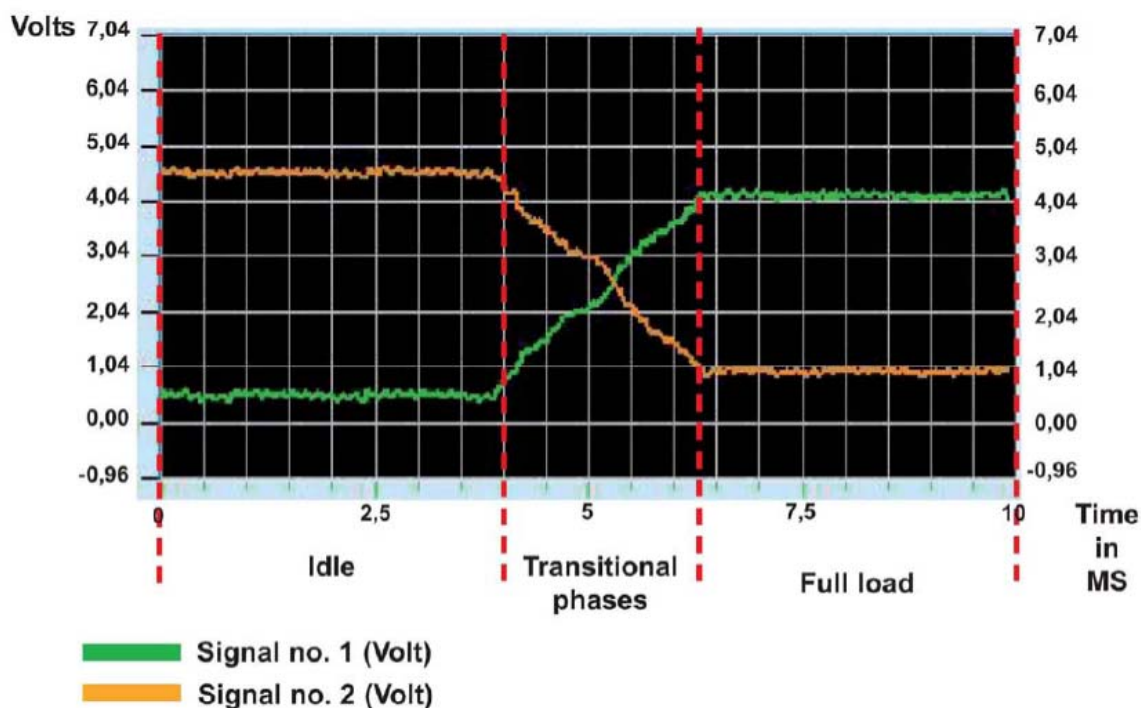
محل قرارگیری این قطعه قبل از منیفولد هوای ورودی به موتور (بجای دریچه‌ی گاز مکانیکی) می‌باشد.



- ۱- پولکی دریچه گاز
- ۲- موتور دریچه گاز
- ۳- پتانسیومتر دریچه گاز (دو پیسته)
- ۴- چرخ‌دنده‌ها
- ۵- بازیافت بخارات روغن و سوخت

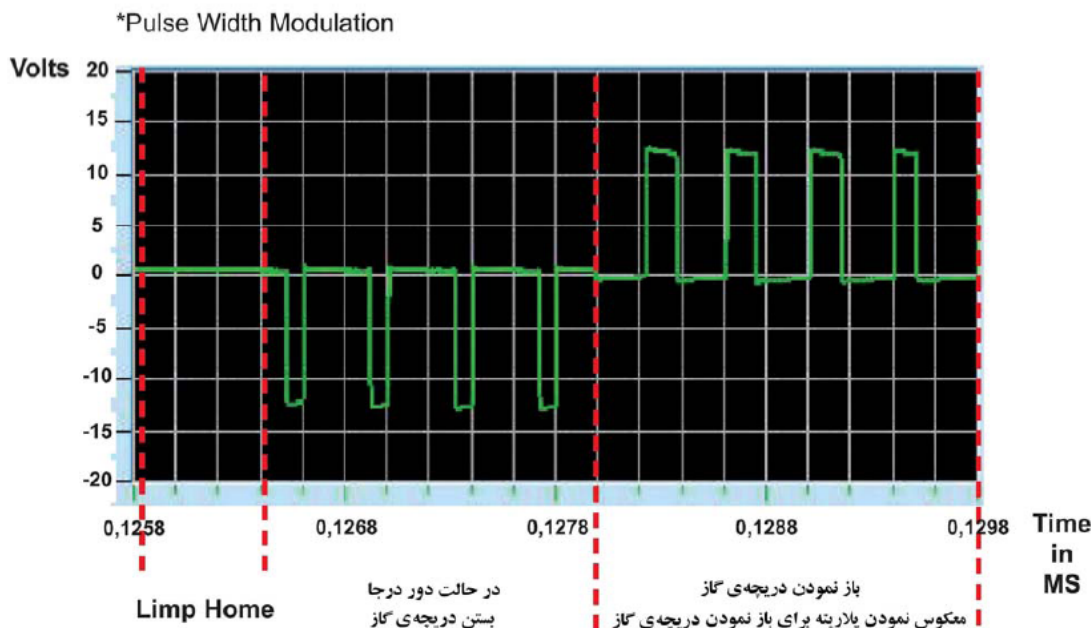
در این نوع دریچه‌ی گاز برای بالا بردن قابلیت اعتماد سیستم، پتانسیومتر دریچه گاز دارای دو پیست می‌باشد که بطور همزمان دو سیگنال مجزا را متناسب با مقدار باز شدن دریچه‌ی گاز به ECU می‌فرستد.

سیگنالهایی که توسط پتانسیومتر فراهم می‌شوند عکس یکدیگر می‌باشند. یعنی یکی از سیگنالها (S1) با باز شدن دریچه گاز از حدود ۰/۵ ولت در حالت دور درجا تا حدود ۴ ولت در حالت کاملاً باز دریچه‌ی گاز افزایش و سیگنال دیگر (S2) از حدود ۴/۵ ولت در حالت دور درجا تا حدود ۱ ولت در حالت کاملاً باز دریچه‌ی گاز کاهش می‌یابد. این بدان دلیل است که در صورت خراب شدن یکی از سیگنالها، ECU قادر به تشخیص سیگنال معیوب بوده و آنرا با روشن نمودن چراغ عیب‌یاب به اطلاع راننده برساند.



همچنین دریچه‌ی گاز در حالتی که پدال گاز آزاد باشد (حتی در حالت موتور خاموش) به مقدار تقریباً ۷ درجه باز است؛ این گشودگی توسط یک فنر تامین می‌گردد. دلیل ایجاد این حالت این است که در صورتی که موتور دریچه گاز به هر دلیلی از کار بیافتد، دریچه گاز کاملاً بسته نماند و ECU با قرار گرفتن در وضعیت LIPM HOME قادر است تا موتور را کنترل نماید. باز بودن دریچه‌ی گاز به میزان ۷ درجه مطابق با حدود ۲۵۰۰ RPM موتور می‌باشد. ECU برای کنترل دور موتور در حالت دور درجا، با فرمان دادن به موتور دریچه گاز مقدار گشودگی آنرا به میزان ۲ درجه کاهش می‌دهد تا دور موتور در دور درجا ۱ در مقدار حدود ۸۵۰ RPM تثبیت نماید (غلبه بر نیروی فنر).

سیگنالی که ECU توسط آن به موتور دریچه‌ی گاز فرمان می‌دهد از نوع PWM می‌باشد. برای این که ECU بتواند موقعیت دریچه‌ی گاز را باز و بسته نماید جهت ولتاژ را معکوس می‌نماید. نمونه این سیگنال در شکل صفحه بعد آمده است.



### نمونه سیگنال فرمان داده شده به موتور در حالت های دور درجا، باز نمودن دریچه ی گاز و LIMP HOME

عیوبی که در صورت خرابی دریچه ی گاز موتور یزه در عملکرد موتور ظاهر می گردد:

۱- دریچه گاز عمل نمی کند (مدار باز یا اتصال کوتاه): در این حالت سنسور موقعیت پدال گاز خواسته ی راننده را به اطلاع ECU می رساند و ECU فرمان لازم را به موتور دریچه ی گاز صادر می نماید ولی با اطلاعاتی که از پتانسیومتر دریچه ی گاز می گیرد متوجه عدم عملکرد موتور دریچه ی گاز می گردد.

در صورت بروز این عیب دریچه گاز هیچگونه تغییر وضعیتی نداشته و در همان حالت REST (۷ درجه گشودگی) باقی می ماند. در صورت خرابی در چنین وضعی بدلیل فرم ساخت دریچه ی گاز، مقدار دبی هوا به اندازه کافی، برای راننده امکان رسیدن به یک مرکز تعمیراتی را فراهم کرده و خودرو در کنار جاده متوقف نمی ماند. ECU موتور از طریق کنترل و تنظیم مقدار پاشش انژکتورها و آوانس جرقه، دور موتور را با توجه به خواسته ی راننده افزایش یا کاهش می دهد.

۲- موتور دریچه ی گاز بدلیل اتصال کوتاه مدار بصورت دایما فعال درآید (دریچه گاز کاملاً باز بماند). در چنین شرایطی ECU بر مبنای اطلاعات رسیده از سنسور وضعیت پدال گاز و سنسور فشار منیفولد به محاسبه دبی انژکتورها و آوانس جرقه پرداخته و دور موتور را به ۲۰۰۰ RPM محدود می نماید.

۳- در صورت خرابی یکی از پیستهای پتانسیومتر وضعیت دریچه ی گاز (معیوب شدن یکی از سیگنالهای S1 یا S2) ECU قادر به تشخیص سیگنال سالم بوده و با استفاده از آن موتور را کنترل می نماید ولی عملکرد موتور تضعیف می گردد.

۴- در صورت خرابی هر دو پیست پتانسیومتر وضعیت دریچه‌ی گاز، ECU با مقایسه‌ی اطلاعات سنسور وضعیت پدال گاز و سنسور فشار هوای منیفولد، میزان هوای ورودی به موتور را کنترل می‌نماید ولی عملکرد موتور تضعیف می‌گردد.

در کلیه حالت‌های بالا، معیوب بودن دریچه‌ی گاز با روشن نمودن چراغ عیب‌یاب به اطلاع راننده خواهد رسید.

روشهای تست قطعه:

- پس از بررسی اتصالات و دسته سیم، توسط دستگاه عیب‌یاب به قسمت تست عملگرها رفته و عملکرد آنرا چک می‌نماییم.
- توسط دستگاه عیب‌یاب DIAG 2000، سیگنالهای S1 و S2 را طبق نقشه و نمودار داده شده در بالا توسط اسیلوسکوپ کنترل می‌نماییم. این تست را می‌توان در حالت سویچ باز - موتور خاموش نیز انجام داد.

نکات مهم:

- این قطعه قابل تعمیر نبوده و بایستی تعویض گردد.
- تغذیه پتانسیومتر وضعیت دریچه‌ی گاز ۵ ولت و تغذیه موتور دریچه‌ی گاز ۱۲ ولت پالسی می‌باشد که هر دو از ECU تامین می‌گردد.
- در موارد زیر بایستی دریچه‌ی گاز دوباره برای ECU تعریف و شناسانده شود:
  - ۱- تعویض ECU ی موتور
  - ۲- تعویض دریچه‌ی گاز موتوریزه
  - ۳- انجام عملیات DOWNLOADING روی ECU ی موتور
  - ۴- انجام عملیات CONFIGURATION روی ECU ی موتور

پروسه تعریف یا شناساندن دریچه‌ی گاز موتوریزه به ECU:

- ۱- باز کردن سویچ حداقل به مدت ۱۰ ثانیه (در این مدت نبایستی پدال گاز فشرده شود)
  - ۲- بستن سویچ به مدت ۱۵ ثانیه (در این حالت ECU اطلاعات دریچه گاز را در حافظه ثبت می‌نماید)
- توجه: در مدت ۱۵ ثانیه یاد شده نبایستی سویچ دوباره باز گردد.

شرایط لازم برای انجام پروسه شناساندن دریچه‌ی گاز موتوریزه به شرح زیر است:

- ۱- ولتاژ باتری بیشتر از ۱۰/۱ ولت باشد.
- ۲- دمای مایع سیستم خنک‌کننده موتور بایستی بین ۶ الی ۹۹ درجه سانتی‌گراد باشد.
- ۳- دمای هوای بیرون از اتاق سرنشین، بالای ۶ درجه سانتی‌گراد باشد.

### رله دویل (Double Relay)

رله‌ی دویل از دو رله مجتمع شده در یک مجموعه تشکیل شده است. این دو رله از ECU موتور فرمان می‌گیرد. هر رله از یک سیم پیچ با هسته‌ی مغناطیسی و یک کنتاکت تشکیل شده است. با رسیدن جریان ضعیف به سیم‌پیچ، مغناطیس ایجاد شده در هسته‌ی آن کنتاکت را قطع یا وصل می‌کند. کنتاکت به یک جریان آمپر بالا وصل است که آنرا قطع یا وصل می‌کند. تغذیه ۱۲ ولت تقریباً تمامی مصرف‌کننده‌های ۱۲ ولتی از رله دویل صورت می‌گیرد (مانند انژکتورها، کویل، شیر برقی کنیتر، المنتهای گرمکن و ...). محل نصب رله دویل در محفظه موتور و زیر سینی فن می‌باشد.

عیوبی که در صورت خرابی رله دویل در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:

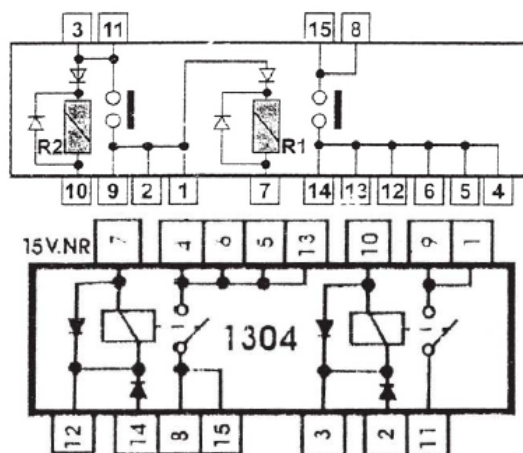
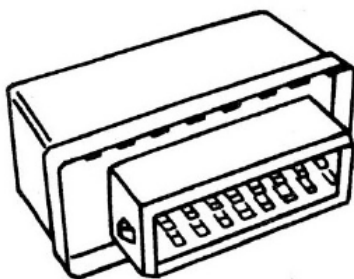
۱- در صورت از کار افتادن این قطعه، به علت قطع شدن تغذیه قسمت‌های مختلف، موتور روشن نخواهد شد.

روش تست قطعه:

- پس از بررسی اتصالات و دسته سیم، توسط دستگاه عیب‌یاب به قسمت تست عملگرها رفته و پمپ بنزین را فعال می‌نماییم. سپس توسط ولت‌متر رسیدن برق ۱۲ ولت به پایه مربوطه را چک می‌نماییم. در صورت وجود ولتاژ ۱۲ ولت رله دویل سالم است.

نکته:

در خودروهای مجهز به شبکه CAN مانند پژو ۲۰۶، رله دویل در داخل جعبه فیوز BM34 تعبیه شده است و فرمان آن از طریق ECU موتور به BSI رسیده و BSI نیز به رله دویل داخل جعبه فیوز BM34 فرمان می‌دهد.



### سوییچ اینرسی (Inertia Switch)

این سوییچ یک کلید ایمنی بوده و وظیفه آن قطع کردن جریان ارسالی از رله دابل به پمپ بنزین در هنگام تصادفات شدید و یا واژگونی خودرو به منظور جلوگیری از آتش‌سوزی می‌باشد. این کلید دارای یک سوکت سه پایه می‌باشد. پایه یک آن متصل به رله دابل و پایه ۳ متصل به پمپ بنزین است. اتصال بین این دو پایه توسط یک ساچمه که در نشیمنگاه خود نشسته است تامین می‌گردد. در صورت وارد آمدن ضربه یا واژگونی خودرو این ساچمه از نشیمنگاه خود بلند شده و اتصال بین پایه یک و ۳ قطع می‌گردد. برای اتصال دوباره کافی است که دوباره آنرا فشار دهیم.

محل قرارگیری این قطعه در زیر درب موتور و جایی است که ارتعاشات کمتری بدان وارد گردد. و دارای روکش مشکی یا قرمز رنگ می‌باشد.

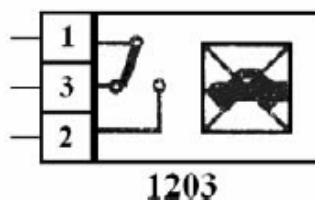
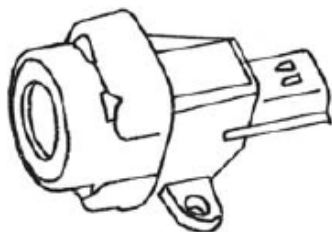
عیوبی که در صورت خرابی سوییچ اینرسی در عملکرد موتور ظاهر می‌گردد:  
۱- در صورت عمل نمودن این کلید خودرو روشن نخواهد گشت.

روشهای تست قطعه:

- این قطعه بسیار نادر دچار عیب می‌گردد ولی در صورت فشردن آن و اطمینان از اتصال بین پایه‌ها می‌توان از یک مولتی‌متر استفاده نمود.
- با باز نمودن سوییچ استارت موتور اگر پمپ بنزین روشن شود حتماً این کلید وصل است.

نکته مهم:

در برخی خودروها مانند پژو ۲۰۶ این قطعه در ecu ایربگ و کشنده کمربندهای ایمنی تعبیه شده است و در صورت عمل نمودن، برای روشن نمودن موتور کافی است سوییچ را باز و بسته نماییم.





### لامپ عیب‌یابی (Engine Diagnosis Warning Lamp or MIL)

وظیفه‌ی این لامپ اعلام وجود عیب در سیستم می‌باشد. در صورت بروز عیب در سیستم این لامپ توسط ECU روشن گردیده و راننده را آگاه می‌سازد.

موارد روشن شدن چراغ عیب‌یابی به صورت زیر می‌باشد:

- ۱- در حالت نرمال هنگام استارت زدن موتور، چراغ به مدت چند ثانیه روشن شده و دوباره خاموش می‌شود.
- ۲- وجود عیب در سیستم در صورتی که خطر خرابی موتور، خطر امنیتی در سیستم‌های ایمنی فعال مانند ABS و یا خطر بالا رفتن آلودگی تولیدی توسط موتور وجود داشته باشد. این لامپ توسط ECU روشن خواهد شد.

در صورت خرابی سنسور اکسیژن، سنسور ضربه، کویلها، انژکتورها، شیر برقی کنیستر و یا ECU وجود داشته باشد، چراغ اعلام عیب روشن خواهد شد.

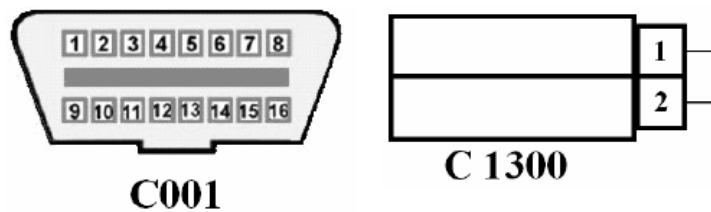
- ۳- در صورت روشن شدن این چراغ به صورت چشمک زن عیب بسیار جدی بوده و نبایستی تا زمان رفع عیب با خودرو رانندگی نمود. به عنوان مثال در صورت ایجاد عیب Misfire این چراغ به صورت چشمک زن عیب را اعلام خواهد کرد.



### سوکت عیب‌یابی (Diagnostic Connector)

از این قطعه برای اتصال دستگاه عیب‌یاب به ECU استفاده می‌شود. در محصولات ایران خودرو دو نوع درگاه برای این منظور وجود دارد.

- ۱- اتصال ساده‌ی سریال که شامل یک سوکت دوپایه برای ارتباط سریال بین دستگاه عیب‌یاب و ECU می‌باشد.
- ۲- سوکت عیب‌یابی با استاندارد EOBD که یک سوکت ۱۶ پایه با استاندارد اروپا برای برقراری ارتباط با ECU از آن استفاده می‌گردد.



## فصل چهارم

# پالایش آلاینده‌های خروجی

مقدمه

آلاینده‌های منتشره توسط موتور خودرو

علت تولید آلاینده‌های اگزوز

تکنولوژی کنترل آلاینده‌های اگزوز

۱- سیستم کنترل حلقه بسته‌ی لامبدا

۲- پالایش کاتالیزوری گازهای اگزوز

مبدل‌های کاتالیزوری (Catalyst Converter)

ساختمان مبدل‌های کاتالیزوری

روکش مبدل‌ها (لایه کاتالیزوری فعال)

عملکرد مبدل‌های کاتالیزوری

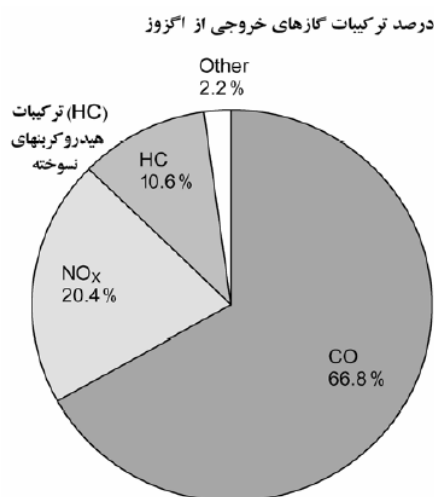
۳- پس سوز حرارتی با استفاده از تزریق هوای ثانویه

## مقدمه

محدودیت‌های مربوط به میزان آلاینده‌های موجود در گازهای خودروهای سواری اولین بار در سال ۱۹۶۸ در ایالت کالیفرنیا آمریکا اجباری شد. امروزه در تمام کشورهای صنعتی از جمله ایران آزمایش آلاینده‌های اگزوز برای خودروهایی که طرح آنها تصویب و به مرحله تولید می‌رسند الزامی است. برای کاهش آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو روش‌های متفاوتی وجود دارد که استفاده از برخی آنها بدلیل راندمان پایین روش منسوخ گردیده است.

## آلاینده‌های منتشره توسط موتور خودرو

امکان ایجاد احتراق کامل در سیلندرهایی یک موتور حتی در صورت وجود اکسیژن اضافی نیز امکان‌پذیر نمی‌باشد. هرچه فرآیند احتراق ناقص‌تر باشد میزان آلاینده‌های موجود در گازهای اگزوز نیز بیشتر خواهد شد. بخش عمده گازهای اگزوز، ذرات بی‌ضرر می‌باشند. اما علاوه بر اینها ذرات دیگری در گازهای اگزوز وجود دارند که اگر غلظت آنها زیاد باشد، می‌توانند به محیط زیست آسیب جدی وارد نماید. این آلاینده‌ها تقریباً یک درصد از کل گازهای اگزوز را تشکیل می‌دهند. این گازها شامل مونواکسید کربن (CO) اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_x$ ) و هیدروکربنهای نسوخته (HC) هستند. (۷۱٪ نیتروژن، ۱۶٪ دی اکسید کربن، ۱۲ درصد بخار آب و یک درصد آلاینده‌ها شامل مونواکسید کربن (CO) اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_x$ ) و هیدروکربنهای نسوخته (HC) و دیگر ذرات آلاینده)



مرجع: گزارش دولت فدرال آلمان برای آلاینده‌ها در سال ۱۹۹۷

## علت تولید آلاینده‌های آگروز

### ۱- مونواکسید کربن

مونواکسید کربن محصول احتراق ناقص تحت شرایط کمبود هوا نسبت به احتراق استوکیومتری است. با توجه به نمودار زیر مشخص است که مقدار آلاینده مونواکسید کربن به مقدار زیادی به نسبت اختلاط بستگی دارد. غلظت آلاینده مونواکسید کربن در طول فرآیند احتراق حداکثر است؛ اما در فاز انبساط بخشی از آنها به  $\text{CO}_2$  تبدیل می‌شوند.

### ۲- هیدروکربنهای نسوخته

تولید هیدروکربنهای نسوخته یا ناقص سوخته، درست مانند مونواکسید کربن در نتیجه‌ی کافی نبودن هوای احتراق است. منشا تولید HC در داخل موتور بخشهایی از محفظه احتراق است که در آنجا شعله احتراق وجود ندارد. منطقه مرزی مجاور دیواره سیلندرها و درزهایی که شعله نمی‌تواند در آنها نفوذ کند، در تولید آلاینده HC موثر است. دو منبع مهم دیگر آلاینده هیدروکربنهای نسوخته بخارات روغن و بخارات بنزین از ناحیه باک (و کاربراتور در موتورهای کاربراتوری) می‌باشد.

### ۳- اکسیدهای نیتروژن

پیک دما در محفظه‌ی احتراق و زمان پایداری این دما، تاثیر بسزایی در غلظت آلاینده‌ی  $\text{NO}_x$  دارد. در فاز احتراق علاوه بر اکسید نیتروژن (NO) ف دی اکسید نیتروژن ( $\text{NO}_2$ ) و اکسید دی نیتروژن ( $\text{N}_2\text{O}$ ) نیز به مقدار کمی تولید می‌شوند.

### ۴- سایر ذرات مضر آگروز

دوده تنها در شرایطی که هوای موجود در مخلوط خیلی کم باشد تولید می‌گردد. البته اگر سیستم جرقه‌زنی به درستی تنظیم شده باشد. این شرایط ایجاد نمی‌گردد. بدلیل پایین بودن درصد گوگرد در بنزین (کمتر از ۰/۱ درصد) آلاینده‌ی دی اکسید گوگرد نیز کم اهمیت می‌باشد. ذرات کلر، برم و بُر نیز در مقادیر اندکی به بنزین افزوده می‌شوند بنابراین در گاز آگروز با غلظت‌های خیلی کم یافت می‌شوند.

## تکنولوژی کنترل آلاینده‌های اگزوز

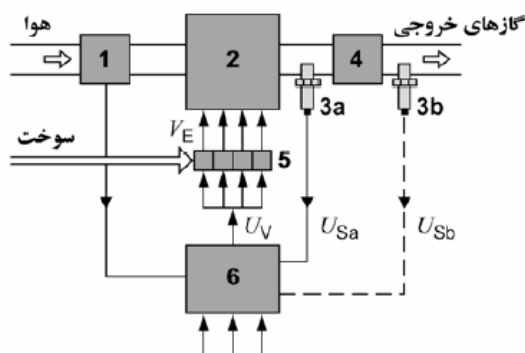
### ۱- سیستم کنترل حلقه بسته‌ی لامبدا

امروزه طرح کنترل حلقه بسته‌ی لامبدا همراه با استفاده از مبدل‌های کاتالیزوری موثرترین روش برای سالم‌سازی گازهای اگزوز موتورهای بنزینی می‌باشد. در حال حاضر هیچ سیستم دیگری که بتواند سطح آلاینده‌ها را به اندازه روش فوق کاهش دهد، وجود ندارد.

در این سیستم ابتدا سنسور لامبدا سیگنالی به واحد کنترل الکترونیکی ارسال می‌کند. سپس واحد کنترل بر مبنای سیگنال ارسال شده از این سنسور برای غنی‌تر یا رقیق‌تر کردن سوخت سیگنال‌هایی به سیستم مدیریت سوخت ارسال می‌کند. برای رسیدن به این هدف یک مبنای کنترل (خروجی ۵۰۰ میلی‌ولت از سنسور اکسیژن) در داخل ECU برنامه‌ریزی شده است. چنانچه ولتاژ ارسال شده از طرف سنسور لامبدا کمتر از این مقدار باشد (مخلوط خیلی برنامه‌ریزی شده است). چنانچه ولتاژ ارسال شده از طرف سنسور لامبدا کمتر از این مقدار باشد (مخلوط خیلی رقیق) سوخت بیشتری ارسال می‌گردد. اما اگر ولتاژ بیشتر باشد (مخلوط خیلی غلیظ) مقدار سوخت ارسال شده به موتور کاهش می‌یابد. البته تغییر نسبت هوا به سوخت نباید ناگهانی باشد. در غیر این صورت موتور با لرزش شدید کار خواهد کرد.

دیagram عملکرد کنترل حلقه بسته لامبدا:

- ۱ سنسور سنجش جرم هوای ورودی به موتور ۲ موتور  
 3a سنسور اکسیژن قبل از کاتالیست 3b سنسور اکسیژن بعد از کاتالیست  
 ۴ مبدل کاتالیزوری ۵ انژکتورها ۶ ECU  
 $U_S$  ولتاژ سنسور  
 $U_V$  ولتاژ کنترل انژکتورها  $V_E$  مقدار سوخت تزریقی



## ۲- پالایش کاتالیزوری گازهای اگزوز

### مبدل‌های کاتالیزوری (Catalyst Converter)

برای کاربردهای مختلف طرح‌های گوناگونی از سیستم مبدل کاتالیزوری وجود دارد:

#### ۱- مبدل کاتالیزوری اکسیدکننده (تک بستر)

موتورهای مجهز به مبدل کاتالیزوری اکسیدکننده تک بستر، با هوای اضافی کار می‌کنند. یعنی مقدار لامبدا در موتوری که از این مبدل استفاده می‌کند بزرگتر از یک است. این مبدل هیدروکربنهای نسوخته و مونواکسیدکربن را به روش اکسیداسیون (سوزاندن) به دی‌اکسیدکربن و آب تبدیل می‌کند. اما این مبدل عملاً تاثیری بر اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_x$ ) ندارد. مبدل‌های کاتالیزوری اکسیدکننده اولین بار در سال ۱۹۷۵ در آمریکا استفاده شد.

از این گونه مبدل‌ها در محصولات ایران خودرو استفاده نشده است.

#### ۲- مبدل کاتالیزوری با بستر دوگانه

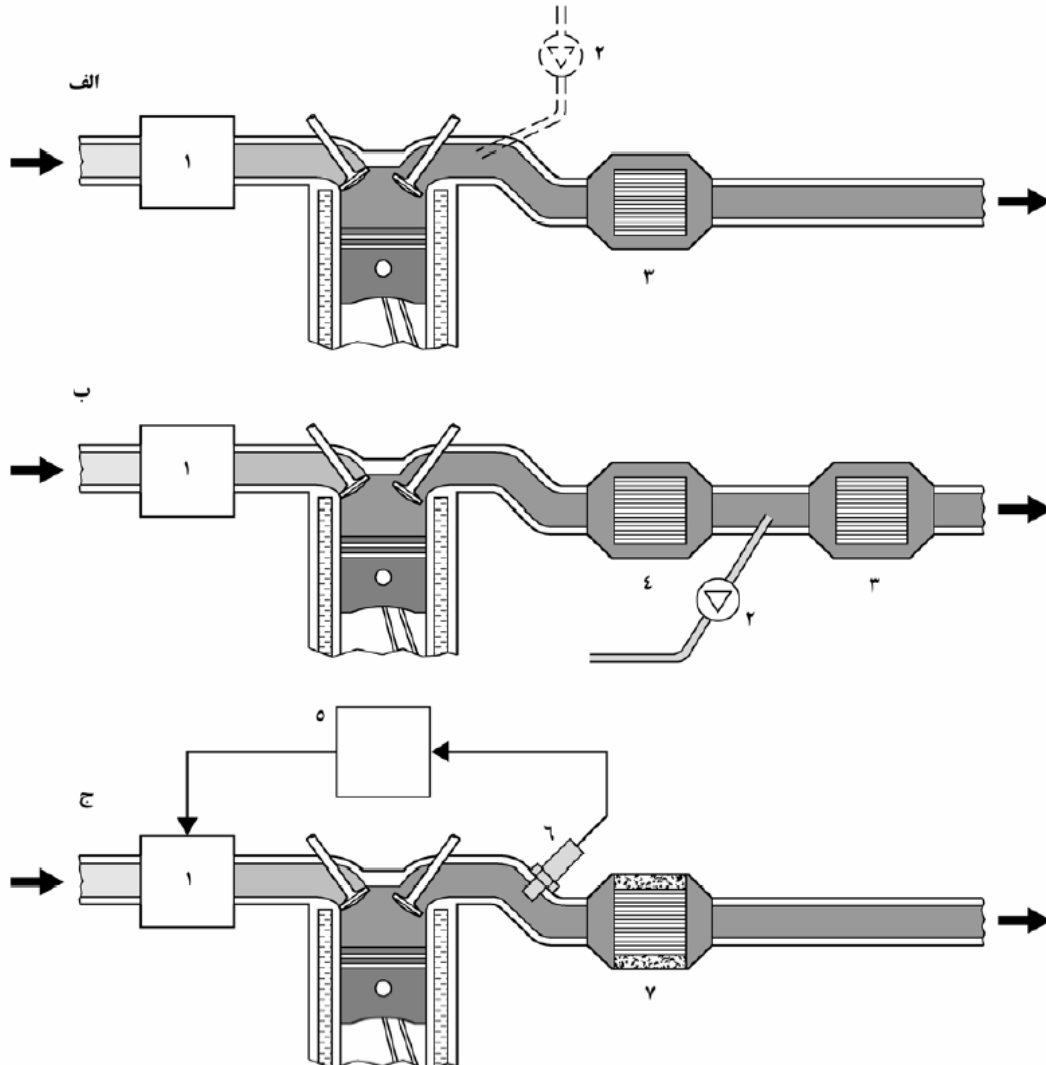
این نوع مبدل شامل دو عدد کاتالیست است که بطور سری بهم وصل شده‌اند. در این روش موتور باید با مخلوط غنی ( $\lambda < 1$ ) کار کند. گاز اگزوز ابتدا از میان یک کاتالیست احیا کننده و سپس از میان یک کاتالیست اکسیدکننده عبور می‌کند. هوا در بین دو مبدل به جریان درمی‌آید. در مبدل اول اکسیدهای نیتروژن و در مبدل دوم هیدروکربنها و مونواکسیدکربن تبدیل می‌شوند. با توجه به اینکه موتور در این سیستم باید با سوخت غنی کار کند، لذا از نظر مصرف سوخت به صرفه نمی‌باشد. یک عیب دیگر این طرح تولید آمونیوم ( $\text{NH}_3$ ) در حین فرآیند احیا اکسیدهای نیتروژن (مرحله افزودن هوای اضافی) است. مبدل‌های دوگانه توسط سازندگان اروپایی مورد استفاده قرار نگرفت اما در خودروسازان آمریکایی پیوسته از آن استفاده می‌کردند. این سیستم بر روی هیچ یک از محصولات داخلی نیز نصب نگردیده است.

#### ۳- مبدل کاتالیزوری تک بستر سه‌گانه

مبدل‌های کاتالیزوری سه‌گانه بطور همزمان هر سه نوع ذرات آلاینده را تا مقدار زیادی حذف می‌کند. برای این منظور لازم است که مخلوط هوا و سوخت ارسال شده به موتور با نسبت استوکیومتریک برابر باشد. برای گذراندن آزمایشات آلاینده‌گی خودروها بر طبق قوانین جدید استفاده از این نوع کاتالیزور واجب بنظر می‌رسد. از این سیستم در محصولات ایران خودرو تولیدی سال ۱۳۸۳ به بعد بکار گرفته شده است.

## سیستمهای مبدلهای کاتالیزوری:

الف مبدل کاتالیزوری اکسید کننده تک بستر    ب مبدل کاتالیزوری با بستر دوگانه    ج مبدل کاتالیزوری تک بستر سه گانه  
 ۱ سیستم آماده سازی مخلوط هوا و سوخت    ۲ تزریق هوای ثانویه    ۳ مبدل کاتالیزوری اکسید کننده برای HC و CO  
 ۴ مبدل کاتالیزوری احیا کننده  $\text{NO}_x$     ۵ ECU    ۶ سنسور اکسیژن    ۷ مبدل کاتالیزوری سه راهه برای HC، CO و  $\text{NO}_x$



## ساختمان مبدلهای کاتالیزوری

مبدلهای کاتالیزوری شامل یک محفظه فلزی، یک زیر ساخت یا اسکلت و لایه کاتالیزوری فعال است. زیر ساختها در واقع قطعاتی هستند که لایه‌ی فعال کاتالیزور بر روی آنها روکش می‌شود. سه نوع مختلف زیر ساخت وجود دارد که عبارتند از: گلوله‌ای، مونولیت سرامیکی، مونولیت فلزی.



زیرساخت گلوله‌ای:

در زیر ساخت نوع گلوله‌ای، مواد کاتالیست بر روی گلوله‌های ریز پوشش داده می‌شوند. این نوع مبدلها ابتدا در آمریکا و ژاپن مورد استفاده قرار گرفت. در محصولات داخلی از این نوع کاتالیستها استفاده نشده است.

مونولیت‌های سرامیکی:

مونولیت‌های سرامیکی قطعاتی از جنس سرامیک هستند که هزاران سوراخ ریز در آنها ایجاد شده است. ماده سرامیکی از جنس سیلیکات آلومینیوم - منیزیم با مقاومت حرارتی زیاد است. این شبکه داخل یک محفظه فلزی قرار می‌گیرد. مابین دیواره‌های محفظه و زیرساخت، یک شبکه فلزی انعطاف‌پذیر از سیم‌های فولاد آلیاژی مرغوب با قطر تقریبی ۰/۲۵ میلیمتر قرار دارد. این شبکه فلزی تنش‌های حرارتی و مکانیکی وارد شده بر بدنه سرامیکی را تحمل می‌نماید. کلیه کاتالیزورهای نصب شده بر روی خودروهای داخل از این نوع است.

مونولیت‌های فلزی:

مونولیت‌های فلزی بدلیل قیمت‌های بالای آنها نسبت به مونولیت‌های سرامیکی بندرت از آنها استفاده می‌شود.

### روکش مبدلها (لایه کاتالیزوری فعال)

در مبدلهایی که زیرساخت آنها گلوله‌ای است می‌توان مواد فعال کاتالیست را مستقیماً بر روی گلوله‌ها روکش نمود، ولی مبدلهایی که زیرساخت آنها از مونولیت سرامیکی یا فلزی است، احتیاج به یک لایه‌ی زیرین از اکسید آلومینیوم دارند. این لایه سطح موثر کاتالیست را حدود ۷۰۰۰ برابر افزایش می‌دهد؛ سپس روکش اصلی از ماده موثر کاتالیک بر روی پوشش اولیه ایجاد می‌شود. در کاتالیست‌های اکسیدکننده، پوشش ماده‌ی موثر شامل فلزات گران قیمت ضد زنگ پلاتین و پالادیم است و در مبدلهای کاتالیزوری سه گانه از پلاتین و رادیم می‌باشد. پلاتین اکسیداسیون هیدروکربنهای نسوخته و مونواکسیدکربن را سرعت می‌بخشد و رادیم در تسریع واکنشهای احیا اکسیدهای نیتروژن موثر است. مقدار فلزات گران قیمت در یک مبدل کاتالیزوری در حدود ۲ تا ۳ گرم است.

### عملکرد مبدلهای کاتالیزوری

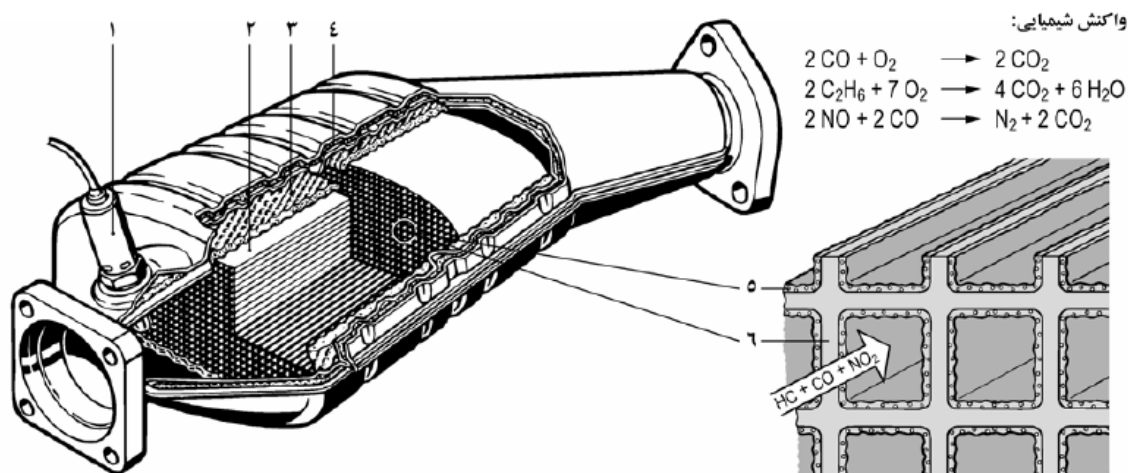
در صورتیکه شرایط دمایی برای مبدل کاتالیزوری سه‌گانه رعایت شود، با کنترل مقدار لامبدا با حداکثر انحراف از مقدار ۱/۰۱ ( $0/99 \leq \lambda \leq 1/01$ )، این مبدلها قادرند که مقدار آلاینده‌های CO و HC و NO<sub>x</sub> را به میزان ۹۰٪ کاهش دهند. مبدلها تنها در دمای بالاتر از ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تبدیل مطلوب را آغاز می‌نمایند. شرایط عملکرد ایده‌آل از جهت سرعت زیاد تبدیل و عمر مفید طولانی در محدوده دمایی ۶۰۰ الی ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد ایجاد می‌شود. در محدوده دمایی ۸۰۰ الی ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، حرارت بالا باعث ترکیب اکسیدهای آلومینیوم و پوشش‌های فلزات گران قیمت می‌شود. نتیجه این امر کاهش سطح فعال مبدل بوده و راندمان مبدل پایین می‌آید. در دماهای بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد مبدل بطور کامل ذوب شده و خاصیت

خود را از دست می‌دهد. در شرایط ایده‌آل عمر سرویس‌دهی یک مبدل کاتالیزوری می‌تواند تا ۱۰۰۰۰۰ کیلومتر باشد.

یک پیش نیاز بسیار مهم در مورد مبدل‌های کاتالیزوری استفاده از بنزین بدون سرب می‌باشد. ترکیبات سرب بر روی سطوح کاتالیزور رسوب کرده و آنرا از کار می‌اندازد. روغن موتور باقیمانده از احتراق در دود خروجی از موتور نیز سبب فساد کاتالیست می‌شود.

مبدل کاتالیزوری سه راهه با سنسور اکسیژن:

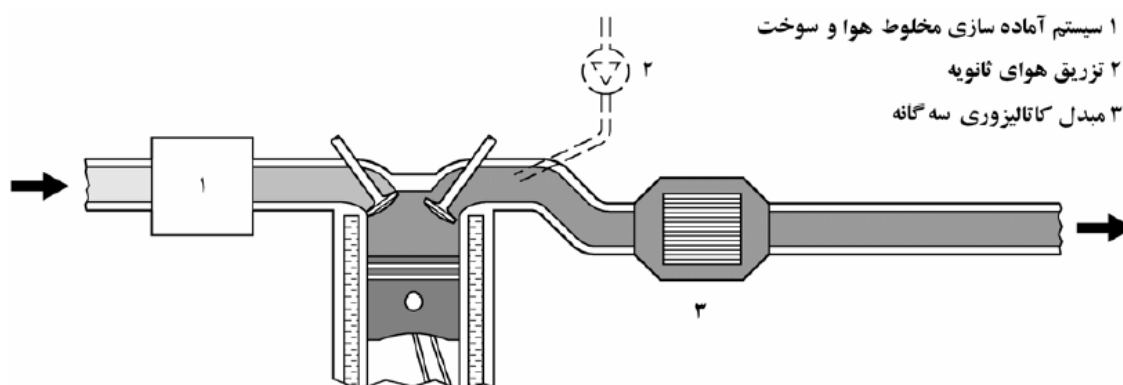
۱ سنسور اکسیژن ۲ مونولیت سرامیکی ۳ صفحه فلزی انعطاف پذیر ۴ عایق حرارتی با پوسته دوگانه ۵ پوشش پلاتینی و رادیومی ۶ زیرساخت فلزی یا سرامیکی



روشهای دیگر کنترل و کاهش آلاینده‌های اگزوز استفاده از روشهای زیر می‌باشد. که در خودروهای تولیدی ایران خودرو تنها از روش پس سوز حرارتی با استفاده از تزریق هوای ثانویه در خودروی پژو پارس ELX استفاده می‌شود.

### ۳- پس سوز حرارتی با استفاده از تزریق هوای ثانویه

قبل از اینکه استفاده از مبدل‌های کاتالیزوری در خودروها استاندارد شود از این روش برای کاهش آلودگی در موتور خودروها استفاده می‌شد اما بدلیل اینکه این روش نمی‌تواند با محدودیتهای مربوط به پایین بودن  $\text{NO}_x$  در استانداردهای امروزی مطابقت داشته از این روش تنها در فاز گرم شدن موتور استفاده می‌شود. در موتور خودروی پژو پارس ELX بدلیل اینکه این موتور دارای استاندارد L4 است و در این استاندارد آلایندگی موتور در فاز گرم شدن نیز بایستی محدود باشد، از روش پس سوز حرارتی با استفاده از تزریق هوای ثانویه برای کاهش آلاینده‌های HC و CO تولیدی توسط موتور در حین گرم شدن موتور استفاده شده است. در فاز گرم شدن موتور مقدار تولید HC و CO بسیار بالا است اما مقدار  $\text{NO}_x$  تولیدی بدلیل دمای پایین محفظه احتراق ناچیز می‌باشد.

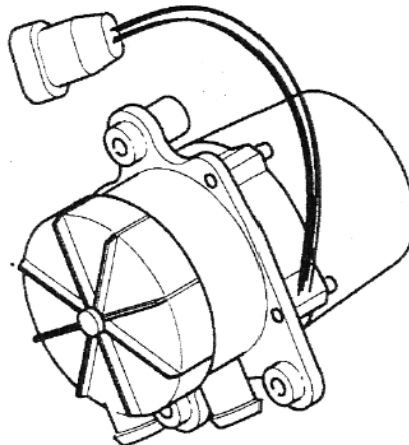


هدف از بکارگیری این روش را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- ۱- سوزاندن و در نتیجه کاهش گازهای آلاینده HC و CO در فاز گرم شدن موتور.
- ۲- گرمای تولید شده در نتیجه سوختن گازهای HC و CO باعث سریع‌تر گرم شدن مبدل کاتالیزوری و شروع بکار آن می‌گردد.

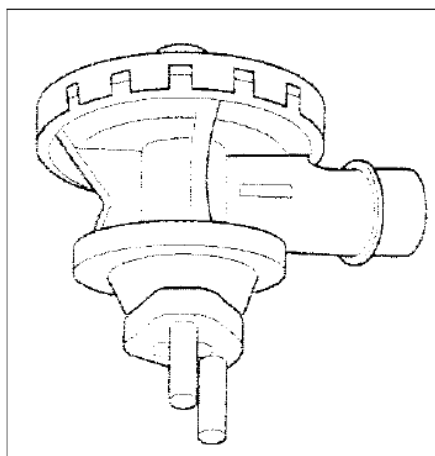
### پمپ هوا

پمپ هوا یک پمپ مکانیکی با موتور الکتریکی می باشد که توسط ECU و از طریق یک رله کنترل می شود. دبی این پمپ ۱۲ کیلوگرم بر ساعت می باشد.



### شیر پمپ هوا

این شیر یک شیر یکطرفه می باشد که مابین پمپ هوا و خروجی گازهای موتور قرار داده شده است. محل نصب این شیر بروی سر سیلندر است. این قطعه مانع از خروج گازهای اگزوز از طریق این مسیر می گردد و همچنین قطع ناگهانی تزریق هوا را در هنگام دستور ECU مهیا می سازد.





- ECU ، رله پمپ هوا را مطابق با استراتژی زیر تغذیه می نماید:
- ۱- در صورتیکه دمای آب مابین ۱۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد باشد پمپ هوا تقریباً به مدت ۸۰ ثانیه فعال می شود و غلظت مخلوط هوا و سوخت ۲۰ درصد اضافه می شود.
  - ۲- در صورتیکه دمای آب مابین ۱۵ و ۷- درجه سانتیگراد باشد پمپ هوا تقریباً به مدت ۳۰ ثانیه فعال می شود و تقریباً هیچ غلظتی اضافه نمی شود.
  - ۳- در صورتیکه دمای آب زیر ۷- درجه سانتیگراد باشد پمپ هوا تقریباً به مدت ۱۰ ثانیه فعال می شود و تقریباً هیچ غلظتی اضافه نمی شود.
- در صورتیکه دور موتور بالاتر از ۲۵۰۰ دور در دقیقه فراتر رود فعالیت پمپ هوا قطع می شود.