

## آشنایی عمومی با سیستم انژکتوری

خودروهایی انژکتوری اساساً دارای سه مجموعه به نامهای حسگرها (Sensors) ، عملگرها (Actuators) و واحد کنترل الکترونیک (ECU) هستند. در واقع سنسورها می توانند به مثابه اندام حسی انسان مانند چشم و گوش و... باشند که با ارسال پیام به مغز (واحد کنترل) وضعیت موجود را گزارش می کنند. این واحد نیز با تجزیه و پردازش اطلاعات به اندام حرکتی مانند دست و پا (که همتهای آنها در خودرو، عملگرها هستند) فرمانهای لازم را داده و بدین ترتیب مدیریت سیستم را بر عهده دارد.

خودروهایی انژکتوری به علت کنترل الکترونیکی اعمال شده روی سیستم سوخت رسانی و متعاقب آن عکس العمل سریعتر اجزاء ، دارای راندمان و شتاب بالاتری می باشند. حذف قطعاتی مانند کاربراتور و استفاده از واحد کنترل الکترونیکی ، انژکتور، ریل سوخت و... با عمر مفید بیشتر، کارایی بالاتر و همچنین سهولت عیب یابی و تعویض قطعات در صورت لزوم از دیگر مزایای سیستم انژکتوری می باشد.

### • مزایای استفاده از سیستم سوخت رسانی جانسون کنترلز

کیت جانسون کنترلز که از مدل‌های S2000 سازم فرانسه می باشد از سیستم (DLI –Less Distributor Ignition) بهره جسته و با حذف دلکو و استفاده از کویل دابل جرکه را به صورت مستقیم از کویل و بطور همزمان در سیلندرهایی قرینه (۱و۴) (۲و۳) اعمال می کند. از مزایای دیگر این کیت استفاده از سنسور ضربه و در نتیجه کاهش صدمات ناشی از پدیده ضربه در موتور و ذوب شدن پیستون است. همچنین عدم نیاز به استفاده از سیستم EGR ، استفاده از سوئیچ ثقلی، استفاده از چراغ MIL، استفاده از کاتالیست کانورتور، کاهش آلاینده‌گی هوا و... از مزایای این کیت محسوب می گردد.

### • معرفی سیستم

الف: واحد کنترل الکترونیک (ECU) (Electronic Control Unit)

این واحد با دریافت سیگنالهای مورد نیاز خود از ۸ سنسور و پس از تبدیل آنها به مقادیر عددی و پردازش اطلاعات ، فرمانهای لازم را به ۸ عملگر تحت کنترل خود ارسال می کند. این واحد دارای دینو حافظه موقت و دائم است بطوریکه حافظه دائم محل قرار گیری جداول عملکردی موتور است و با برداشتن سر باطری از بین نمی رود. شایان ذکر است که حافظه موقت که فضایی برای دریافت اطلاعات ارسالی از سنسورها و پردازش آنها می باشد با برداشتن سر باطری از بین خواهد رفت .

### پارامترهای ورودی به ECU از طریق سنسورهای مربوطه به شرح زیر است:

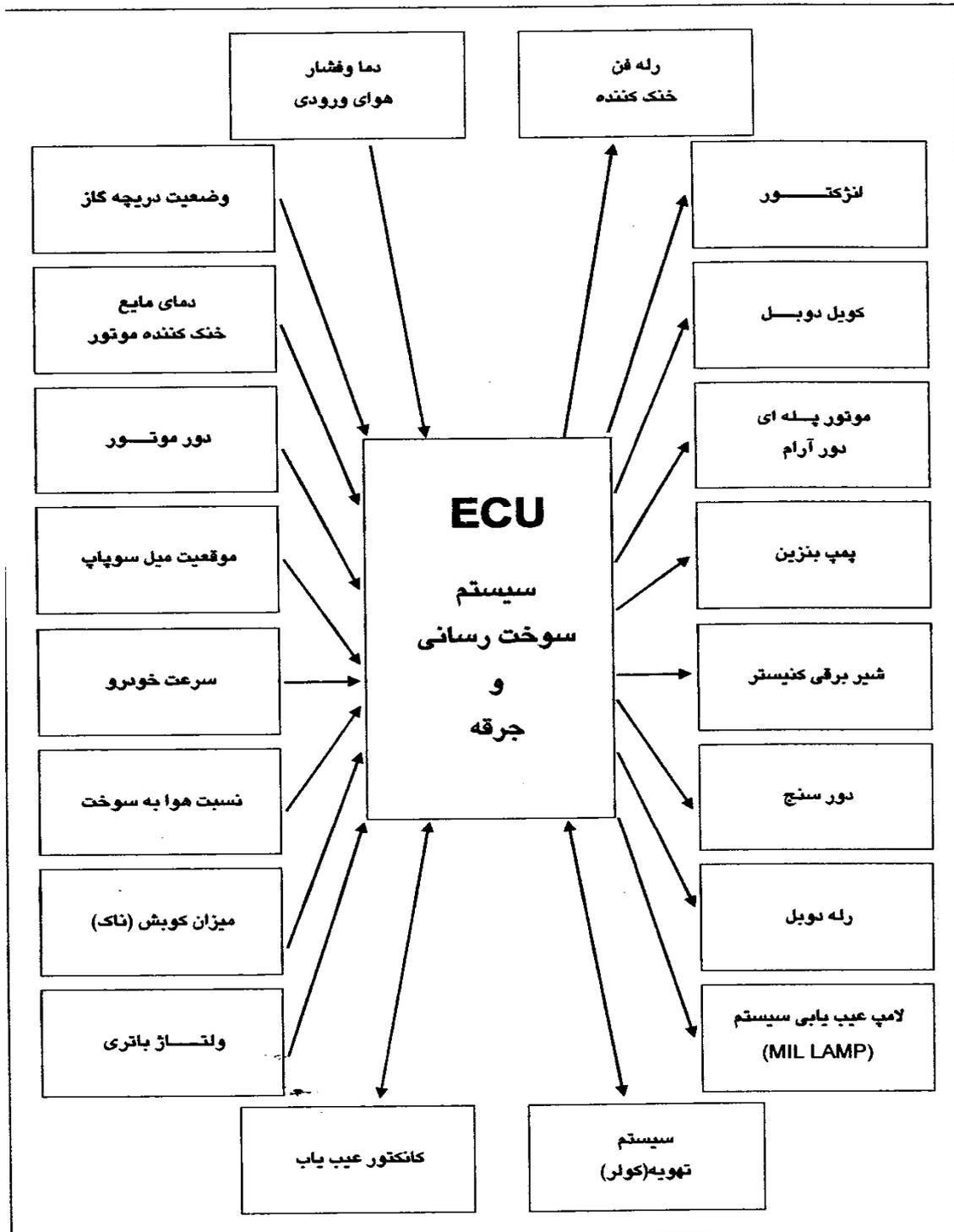
- دور موتور
- فشار هوای منیفولد ورودی
- موقعیت میل سوپاپ
- دمای هوای ورودی
- میزان نسبت هوا به سوخت
- وضعیت دریچه گاز
- میزان کوبش در محفظه احتراق موتور
- عملکرد سیستم تهویه (کولر و بخاری)
- دمای مایع خنک کننده موتور
- ولتاژ باتری
- سرعت خودرو

### واحد کنترل الکترونیکی از پارامترهای ورودی خود جهت کنترل مقادیر زیر استفاده میکند:

- میزان و زمان پاشش سوخت
- تایمینگ جرقه (زمان جرقه و زاویه داوول)
- دور آرام موتور
- عملکرد پمپ بنزین
- عملکرد شیر برقی کنیستر
- قطع تزریق سوخت در زمان لازم
- سیستم عیب یابی

همچنین از اطلاعات ارسالی به ECU برای نمایش دور موتور، دمای سیستم خنک کننده و سرعت خودرو نیز استفاده می شود.

در نمودار شماتیک ذیل پارامترهای ورودی و خروجی ECU نشان داده شده است.

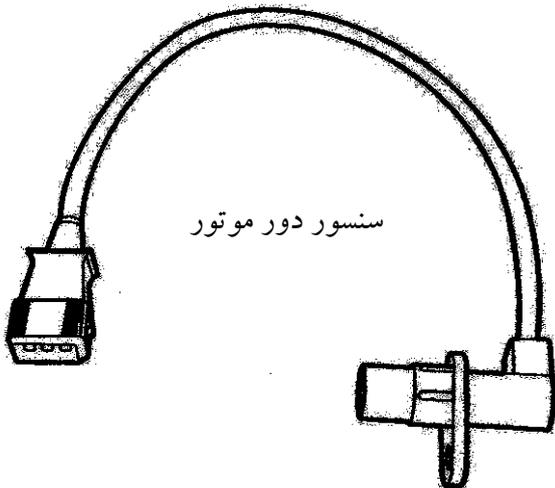


## سنسورها (SENSORS):

در این سیستم ۸ سنسور وظیفه ارسال گزارش از وضعیت عملکرد موتور و شرایط موجود به ECU را برعهده دارند که به شرح ذیل می باشند:

### ۱. سنسور دور موتور و موقعیت میل لنگ:

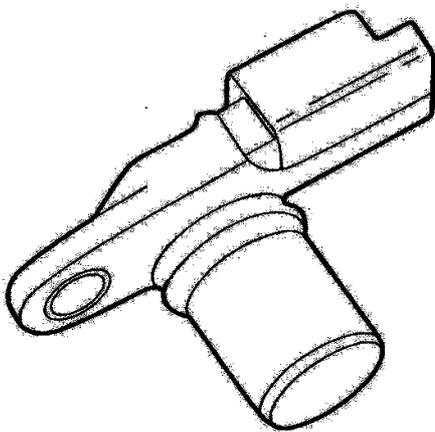
این سنسور بر روی پوسته کلاچ نصب گردیده و اطلاعات مربوط به میزان دور موتور و نقطه مرگ بالا (TDC) در سیلندرها ۱ و ۴ را به ECU گزارش می کند.



فلایویل که با میل لنگ و نهایتاً موتور هم دور است با عبور دادن دندانه های خود از مقابل سنسور، ولتاژی را در آن القاء میکند که با ارسال این ولتاژ به ECU میزان دور موتور محاسبه می گردد. عبور نقطه ای از فلایویل از مقابل سنسور که در آن جای یک دندانه خالی است باعث عدم القاء ولتاژ می شود. این نقطه، نقطه مرگ بالای سیلندر ۱ و ۴ خواهد بود. خرابی یا عدم عملکرد این سنسور منجر به عدم روشن شدن موتور می گردد.

### ۲. سنسور موقعیت میل سوپاپ:

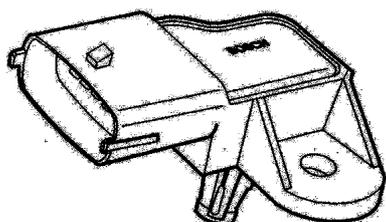
وظیفه این سنسور تعیین موقعیت TDC سیلندر ۱ و تفکیک آن از موقعیت اندازه گیری شده توسط سنسور دور موتور است. این کار از طریق تشخیص شیار ایجاد شده روی میل بادامک انجام می گیرد. محل قرار گیری این سنسور بر روی میل سوپاپ میباشد.



سنسور موقعیت میل سوپاپ

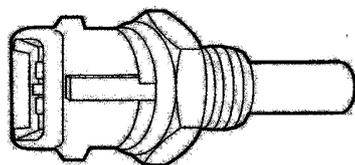
### ۳. سنسور فشار مینیفولد و دمای هوای ورودی: (MAP&ATS)

این سنسور اطلاعات مربوط به دمای هوای ورودی و فشار داخل مینیفولد را بطور پیوسته به ECU گزارش می کند. دمای هوا از طریق یک مقاومت NTC (با افزایش دما مقاومت آن کاهش می یابد) و فشار هوا نیز از طریق یک سنسور پیزوالکتریک که با اعمال فشارهای مختلف، ولتاژهای مختلفی صادر می کند مورد محاسبه قرار می گیرد. خرابی یا عدم عملکرد هر کدام از سنسورهای فوق منجر به نامنظم کار کردن موتور می گردد.



سنسور فشار و دمای هوای ورودی

فشار (atom)	مقاومت (اهم)	دما (سانتیگراد)	مقاومت (اهم)
۰/۳	۱/۲۱	۱۰	۳۷۹۱
۰/۴	۱/۶۱	۱۵	۳۰۷۴
۰/۵	۲/۰۲	۲۰	۲۵۱۰
۰/۶	۲/۴۸	۲۵	۲۰۶۲
۰/۷	۲/۸۳	۳۰	۱۷۱۵
۰/۸	۳/۲۳	۳۵	۱۴۳۱
۰/۹	۳/۶۴	۴۰	۱۱۹۹
۱	۴/۰۴	۴۵	۱۰۰۸



سنسور دمای آب

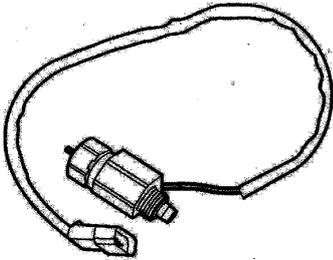
دما	مقاومت اهم
۱۰	۳۸۲۰
۲۰	۲۵۰۹
۲۵	۲۰۵۱
۳۰	۱۶۸۶
۴۰	۱۱۵۷
۵۰	۸۱۰

### ۴. سنسور دمای مایع خنک کننده (CTS):

این سنسور دمای مایع خنک کننده را اندازه گیری کرده و اطلاعات مربوطه را به ECU گزارش می کند. این سنسور نیز از نوع مقاومتی NTC میباشد. تجربه نشان داده است که اگر دمای گزارش شده ۴۰- درجه سانتیگراد باشد ارتباط سنسور با ECU قطع شده است.

### ۵. سنسور سرعت خودرو (VSS):

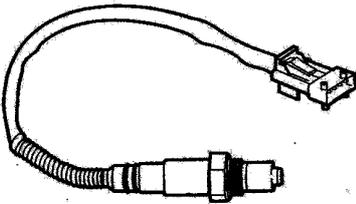
این سنسور بر روی دنده کیلومتر شمار گیربکس نصب گردیده و سیگنالی متناسب با سرعت شفت خروجی تولید می نماید.



سنسور سرعت خودرو

### ۶. سنسور اکسیژن (O2 SENSOR):

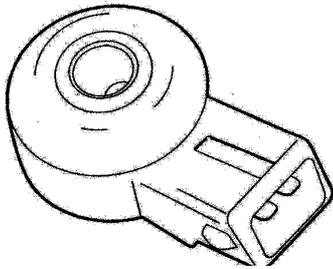
این سنسور در مسیر گازهای خروجی آگزوز و روی منی فولد مابین موتور و مبدل کاتالستی نصب می شود. غلظت مخلوط سوخت و هوا از طریق محاسبه میزان اکسیژن موجود در دود محاسبه شده و به ECU گزارش می گردد. این داده ها بوسیله ولتاژی بین ۰-۱ ولت به ECU ارسال می گردد که هر چه ولتاژ ارسالی بالاتر باشد، مخلوط غلیظ تر است.



سنسور اکسیژن

### ۷. سنسور ضربه (KNOCK SENSOR):

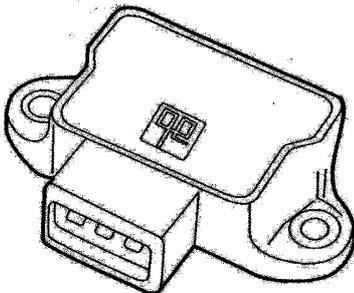
این سنسور اطلاعات مربوط به ناک (ضربه) در موتور را به ECU گزارش می کند. ضربه پدیده ای است ارتعاشی ناشی از احتراق زود هنگام سوخت در سیلندر (آوانس بیش از حد). اگر ارتعاش بیش از ۱۲kHz به ECU گزارش شود جرقه ریتارد خواهد شد.



سنسور ضربه

### ۸. سنسور موقعیت دریچه گاز (TPS):

این سنسور که روی دریچه گاز (Throttle Body) نصب میشود یک پتانسیومتر جهت تشخیص لحظه ای موقعیت دریچه گاز و ارسال آن به ECU میباشد. واحد کنترل از این طریق وضعیت های دور آرام، تمام بار یا شتابگیری یا کاهش سرعت را تفکیک مینماید. ولتاژ ارسالی این سنسور بین ۰/۵-۵ ولت تغییر می کند.



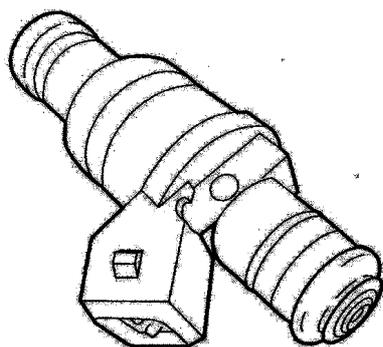
سنسور موقعیت

دریچه گاز

## عملگرها (ACTUATORS):

در این سیستم ۸ عملگر وجود دارد که تحت فرمان مستقیم ECU فعال می شوند. این عملگرها عبارتند از:

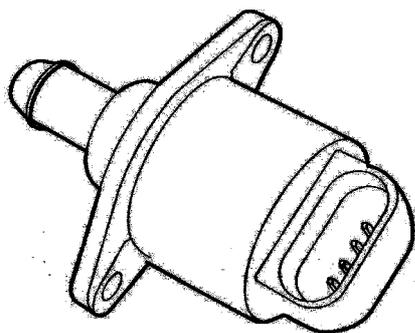
### ۱. انژکتورها (INJECTORS):



سیستم سوخت رسانی بکاررفته در این موتور از نوع MPFI یا پاشش چند نقطه ای می باشد. در این سیستم به ازاء هر سیلندر یک انژکتور وجود دارد. انژکتورها وظیفه تزریق سوخت در داخل پورت ورودی سیلندر را بر عهده دارند و مابین ریل سوخت و منیفولد هوای ورودی قرار می گیرند که توسط اورینگهای دو طرف خود آبیندی شده و با یک بست به ریل سوخت چسبیده اند. از رله دوپل دائماً برق ۱۲ ولت به پایه شماره ۲ انژکتورها می رود و ECU با ارسال پالس منفی به پایه دیگر هر انژکتور در لحظه مشخص، زمان باز بودن دهانه انژکتور ها را کنترل می کند.

### ۲. موتور پله ای (STEPPER MOTOR):

دریچه گاز علاوه بر مسیر هوای ورودی از طریق دریچه پروانه ای، دارای یک مسیر هوای اضافی است که هوا از این مسیر by pass می شود. این مسیر توسط موتور پله ای برقرار می گردد که تحت کنترل مستقیم ECU است. این موتور ۴ وظیفه دارد:



۱. تامین هوای مورد نیاز در وضعیت استارت سرد (حالت ساسات)  
۲. تنظیم دور آرام موتور در زمان اعمال بار اضافی (over load) به موتور (کولر و بخاری و...)

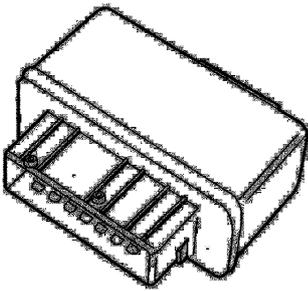
۳. تنظیم نسبت سوخت و هوا در دور آرام

۴. جلوگیری از بسته شدن سریع مسیر هوا، زمانی که در سرعتهای بالا راننده بطور ناگهانی پا را از روی پدال گاز بر دارد.

موتور پله ای پالسهای ۱۲ ولتی دریافتی از ECU را توسط میدانهای مغناطیسی خود به حرکت خطی تبدیل کرده تا جریان هوای اضافی تنظیم گردد. این موتور دارای ۲۰۰ مرحله جابجایی است که در هر مرحله ۰/۰۴ میلی متر حرکت طولی اتفاق می افتد. خرابی یا عدم عملکرد موتور پله ای از دلایل تنظیم نشدن موتور در دور آرام است.

### ۳. رله دابل (DOUBLE RELAY)

این رله وظیفه تغذیه جریان سیستم الکتریکی در شرایط مختلف عملکرد خود را (سوییچ باز، سوییچ بسته ، روشن بودن موتور) را بر عهده دارد. این رله توسط یک کانکتور ۱۵ راهه به دسته سیم متصل شده و دارای ۳ مرحله عملکرد میباشد.



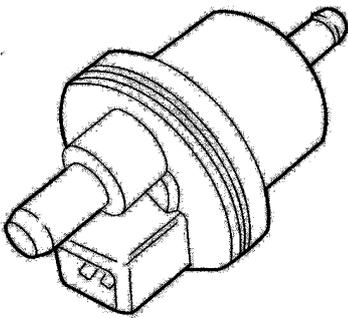
با ECU - **سوییچ بسته**: در این حالت یک ولتاژ ۱۲ ولت از پایه ۱۰ رله به هدف نگهداری اطلاعات موجود در حافظه ارسال می گردد.

- **سوییچ باز**: در این حالت رله به مدت ۲ الی ۳ ثانیه پمپ بنزین را فعال می کند تا در لحظه استارت ، فشار سوخت در موضع ریل سوخت به اندازه کافی باشد.

- **موتور روشن**: در این حالت رله برای کلیه اجزاء وابسته به خود بطور پیوسته برق ارسال می کند. خرابی رله منجر به عدم روشن شدن موتور می گردد.

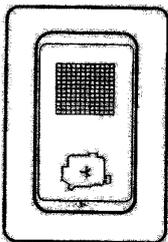
### ۴. شیر برقی کنیستر (canister purge valve) :

از طریق این شیر که توسط ECU کنترل می گردد، مسیر بازیافت بخارات بنزین جذب شده از داخل باک فراهم می گردد. بدین ترتیب در زمان باز شدن این شیر، بخارات بنزین موجود در کنیستر از طریق مسیر هوای ورودی به موتور وارد موتور شده و در داخل سیلندر مصرف شود.



### ۵. لامپ عیب یاب (MIL) :

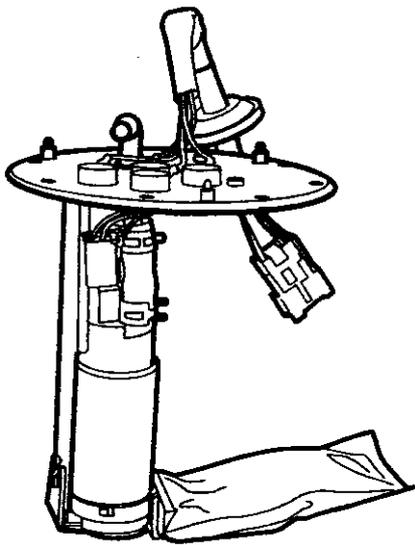
این لامپ که در داخل اتاق نصب گردیده هنگام بروز اشکال در سیستم سوخت رسانی ، توسط واحد کنترل الکترونیک ECU روشن شده و راننده را متوجه عیب در این سیستم می کند.





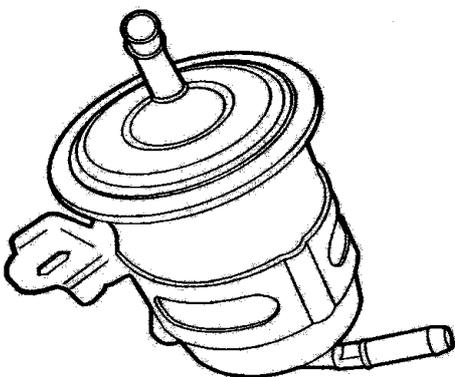
## سیستم سوخت رسانی:

این سیستم متشکل از انژکتورها، پمپ بنزین ، رگولاتور فشار، فیلتر بنزین ، ریل سوخت و شیلنگ های سوخت رسانی می باشد.



۱. **پمپ بنزین (FUELPUMP):** این پمپ فشاری معادل ۵ bar تولید می کند. که بیشتر از فشار مورد نیاز سیستم می باشد. علت این امر جلوگیری از افت فشار بنزین در لحظه افزایش ناگهانی مصرف است. مسیر خروجی پمپ دارای یک سوپاپ یکطرفه است تا در زمان خاموش بودن موتور ، فشار ریل سوخت افت نکند. پمپ بنزین در بنزین داخل باک شناور است و این امر ضمن کاهش سر و صدای پمپ ، موجب جلوگیری از تشکیل حباب هوا نیز می گردد.

ولتاژ تغذیه پمپ بنزین از رله دابل و به واسطه سویچ اینرسی تأمین میگردد. این رله در زمان خاموش بودن موتور و در آغاز باز شدن سوئیچ به مدت ۲الی ۳ ثانیه و در زمان روشن بودن موتور دائماً پمپ بنزین را فعال می کند. سوخت ارسالی از پمپ بنزین از طریق شیلنگهای لاستیکی و لوله های فولادی سوخت رسانی تا فیلتر بنزین هدایت می شود.



۲. **فیلتر بنزین:** با گذر سوخت از این فیلتر ذرات بزرگتر از ۸ تا ۱۰ میکرون از سوخت جدا شده تا باعث آسیب به انژکتورها نشوند. این فیلتر که در سمت چپ موتور و زیر بوستر قرار دارد ، هر ۲۰۰۰۰ کیلومتر باید تعویض گردد. این فیلتر به هیچ عنوان نباید روغنکاری شود. سوخت پس از خروج از فیلتر توسط یک شیلنگ لاستیکی به ریل سوخت متصل میگردد.

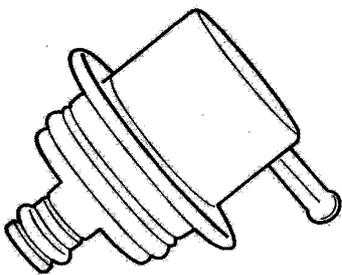
### ۳. ریل سوخت : در مرکز موتور قرار دارد و ۴ عدد انژکتور، رگولاتور فشار

سوخت و سرشیلنگهای ورود و خروج سوخت روی آن نصب می گردد. این ریل بر روی منیفولد هوا قرار گرفته و سوخت با فشار بالا در آن جریان دارد که به محض فعال شدن انژکتورها، به صورت پودر به داخل پورت ورودی سیلندر پاشیده می شود. رگولاتور فشار که وظیفه ثابت نگه داشتن نسبت فشار سوخت موجود در ریل سوخت به فشار هوای داخل منیفولد را بر عهده دارد، در انتهای ریل سوخت بسته می شود و فشار فوق الذکر را بین  $(2/8 - 3/5)$  bar نگاه میدارد. بنابراین دائماً سوخت با فشار ثابت پشت انژکتور ها جریان دارد و در شرایط و دورهای مختلف، موتور با افت فشار سوخت مواجه نخواهد شد..

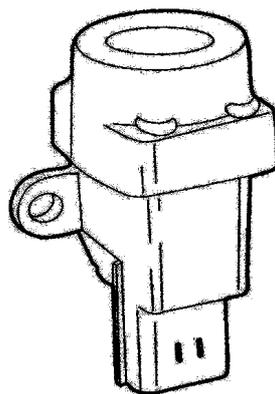


۴. انژکتورها : این قطعات با دریافت سیگنالهای منفی از ECU فعال می شوند و بواسطه آن سوراخهای ریز دهانه انژکتور جهت پاشش سوخت باز می شود.

۵. سوئیچ اینرسی : این قطعه بر روی قسمتی از خودرو که دارای کمترین ارتعاش است قرار دارد و در تصادفات شدید، فعالیت پمپ بنزین و دیگر عملگرها را قطع کرده تا از آتش سوزی احتمالی جلوگیری شود. در چنین حالتی جهت روشن شدن مجدد خودرو لازم است سطح لاستیکی فوقانی سوئیچ را فشار دهیم.



رگولاتور فشار سوخت

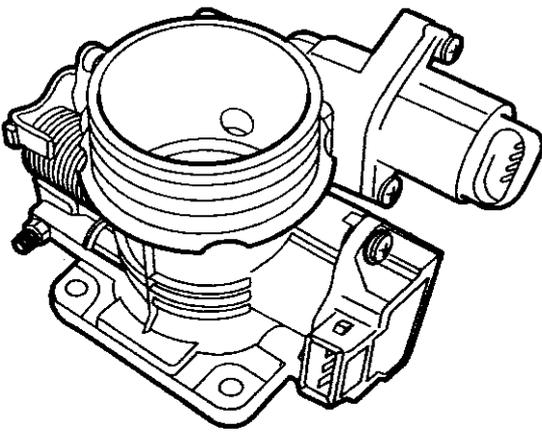


سوئیچ اینرسی

## سیستم هوا رسانی :

این سیستم وظیفه تأمین و تنظیم هوای ورودی به سیلندرها را بر اساس نیاز موتور در شرایط مختلف عملکرد آن بر عهده دارد. در این سیستم هوا پس از عبور از فیلتر از طریق مجموعه هواکش وارد دریچه گاز گردد.

### ۱. دریچه گاز: (THROTTLE BODY)



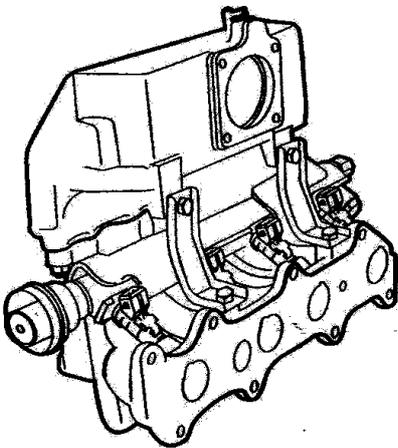
این مجموعه متشکل از یک دریچه پروانه ای، موتور پله ای و سنسور دریچه گاز می باشد. میزان گشودگی دریچه گاز که با میزان فشردگی پدال گاز توسط راننده ارتباط مستقیمی دارد توسط سنسور دریچه گاز (TPS) محاسبه و به ECU گزارش می گردد. این سنسور یک پتانسیومتر است که بر اساس زاویه دریچه پروانه ای تغییر مقاومت می دهد. یک مسیر اضافی نیز برای ورود هوا وجود دارد که بواسطه عملگری به نام موتور پله ای تحت کنترل ECU قرار می گیرد. قطعات فوق به تفکیک در بخشهای قبلی مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۲. سنسور فشار و دمای هوای ورودی (MAP & ATS) :

فشار و دمای هوای ورودی به موتور از پارامترهای مورد استفاده ECU می باشد که باید پس از عبور هوا از دریچه گاز مورد محاسبه قرار گیرد. به همین منظور سنسور فشار و دمای هوا بر روی مجموعه مانیفولد هوای ورودی نصب گردیده تا پارامترهای فوق الذکر را مورد بررسی قرار دهد. این سنسور متشکل از یک مقاومت NTC و یک پیزو الکتریک می باشد.

### ۳. مجموعه مانیفولد هوای ورودی :

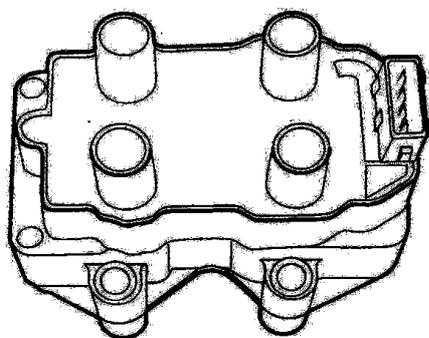
این مجموعه متشکل از مانیفولد هوا، مخزن آرامش، ریل سوخت، انژکتورها، دریچه گاز، سنسور فشار و دمای هوای ورودی و سرشلنگهای مربوط به بوستر ترمز، شیر برقی کنیستر و سنسور دمای آب است.



### سیستم جرقه زنی :

در این سیستم با حذف دلكو و استفاده از يك كويل دويل ، جرقه به طور همزمان در سيلندرهاي قرينه (۱و۴) (۲و۳) اعمال مي شود. سيلندرهاي قرينه در يك لحظه داراي موقعيت مشابه مكاني پيستون و اختلاف فاز ۳۶۰ درجه مي باشند. در اين سيستم اعمال جرقه در ابتداي كورس انفجار يك سيلندر (البته بدون احتساب زاويه آوانس يا ريتارد) ، مصادف با اعمال جرقه در انتهاي كورس تخليه و ابتداي كورس مكش سيلندر قرينه

مي باشد. بنابراین جرقه در يك سيلندر باعث انفجار شده اما در سيلندر ديگر به علت باز بودن سوپاپ دود و هوا ( وضعيت قيچي ) و همچنين عدم وجود مخلوط سوخت و هوا ، جرقه خنثي محسوب مي شود. هر چند در صورت وجود سوخت محترق نشده در دود خروجي (به جهت احتراق ناقص) ، اين جرقه مي تواند باعث سوختن آن و نهايتاً کاهش آلايندگي خودرو شود.



كويل دويل

ولتاژ خروجي از هر پايه بوسيله وايرهاي مقاوم به پارازيت به شمعهايي كه شماره هر كدام در شكل آمده است ارسال مي شود..

كانكتور متصل به كويل دويل جهت تأمين برق مستقيم مجموعه در مواقع اضطراري استفاده مي شود.

جدول ذيل مراحل چهارگانه را در يك موتور ۴ سيلندر با ترتيب انفجار ۲-۳-۴-۱ با توجه به زاويه دوران ميل لنگ نشان مي دهد.

0 180 360 540 720

سيلندر ۱	مکش	تراکم	انفجار	تخلیه
سيلندر ۳	تخلیه	مکش	تراکم	انفجار
سيلندر ۴	انفجار	تخلیه	مکش	تراکم
سيلندر ۲	تراکم	انفجار	تخلیه	مکش

نوع شمعه‌های مورد استفاده در این سیستم به لحاظ عملکرد موتور و میزان آلاینده‌گی بسیار مؤثر است .  
 مشخصات این شمعه‌ها به شرح ذیل می باشد :

مشخصات	عنوان
RFN52LZ) EYQUEM)-مقاومت دار	نوع شمع
۰/۹ میلی متر	اندازه فیلتر
کمتر از ۲۵ کیلو ولت	ولتاژ مورد نیاز
بیشتر از ۳۰ کیلو ولت	استحکام عایق
۶۰۰۰۰ کیلومتر	طول عمر
۳-۹ کیلو اهم	مقاومت شمع
۲-۳ کیلو گرم متر	گشتاور مورد نیاز سفت کردن شمع در سیلندرهای آلومینیمی

TAJIK

خودروهای جدید یا الکتریکال (ELECTRICAL)	خودروهای قدیمی یا کاربراتوری (CONVENTIONAL)	شاخص های مطرح	
۶ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر در کفی	۱۰ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر در کفی	متوسط مصرف سوخت	
۰ - ۱	۰ - ۳/۵	CO	متوسط آلاینده ها
۱۲ - ۱۴	۸ - ۱۲	CO2	
۰ - ۷۵ ppm	۰ - ۲۵۰ ppm	HC	
۰ - ۱۰ ppm	۰ - ۲۵ ppm	NOx	
۱	$۰/۵ < ۱ < ۱/۲$	$\lambda$	شاخص های عملکرد
۱۴/۷	$۱۲ < ۱۴/۷ < ۱۶$	AFR	