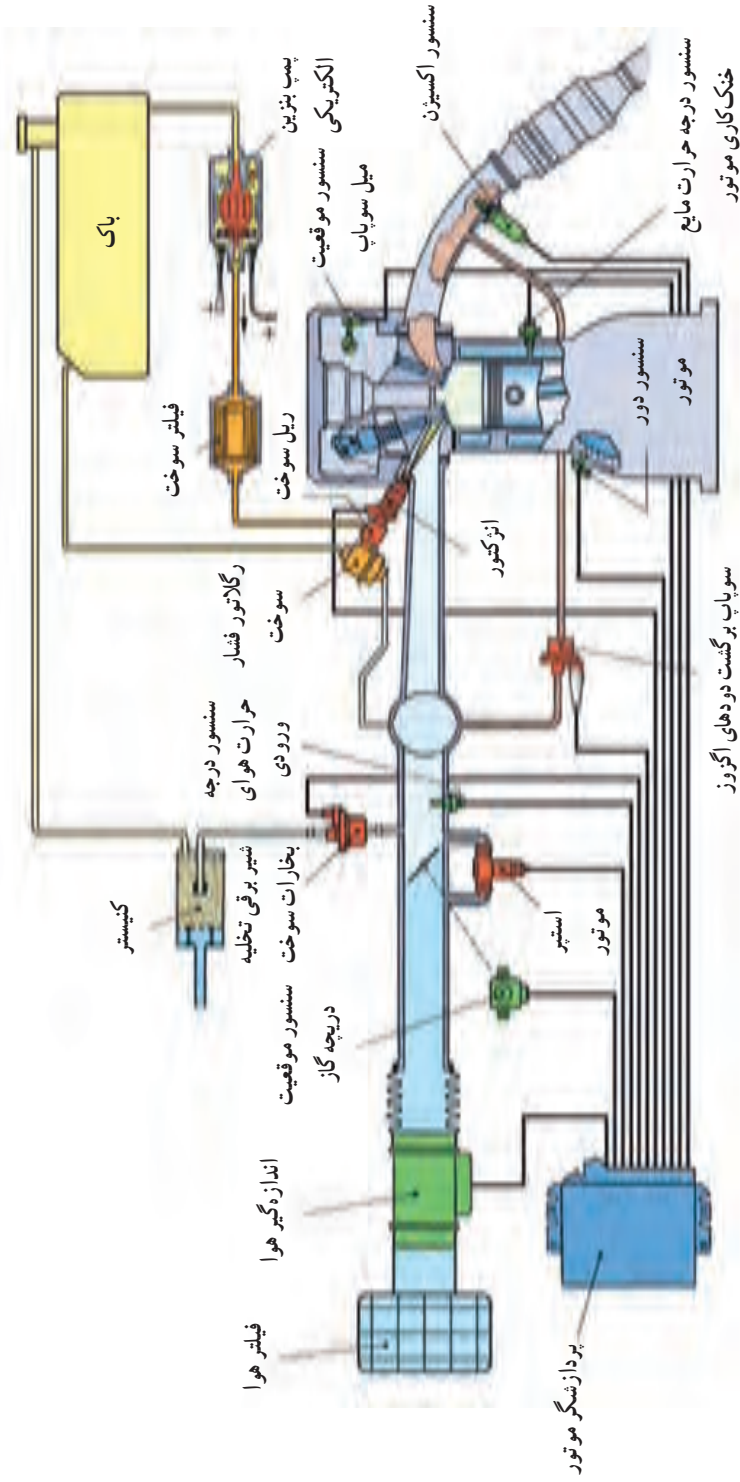
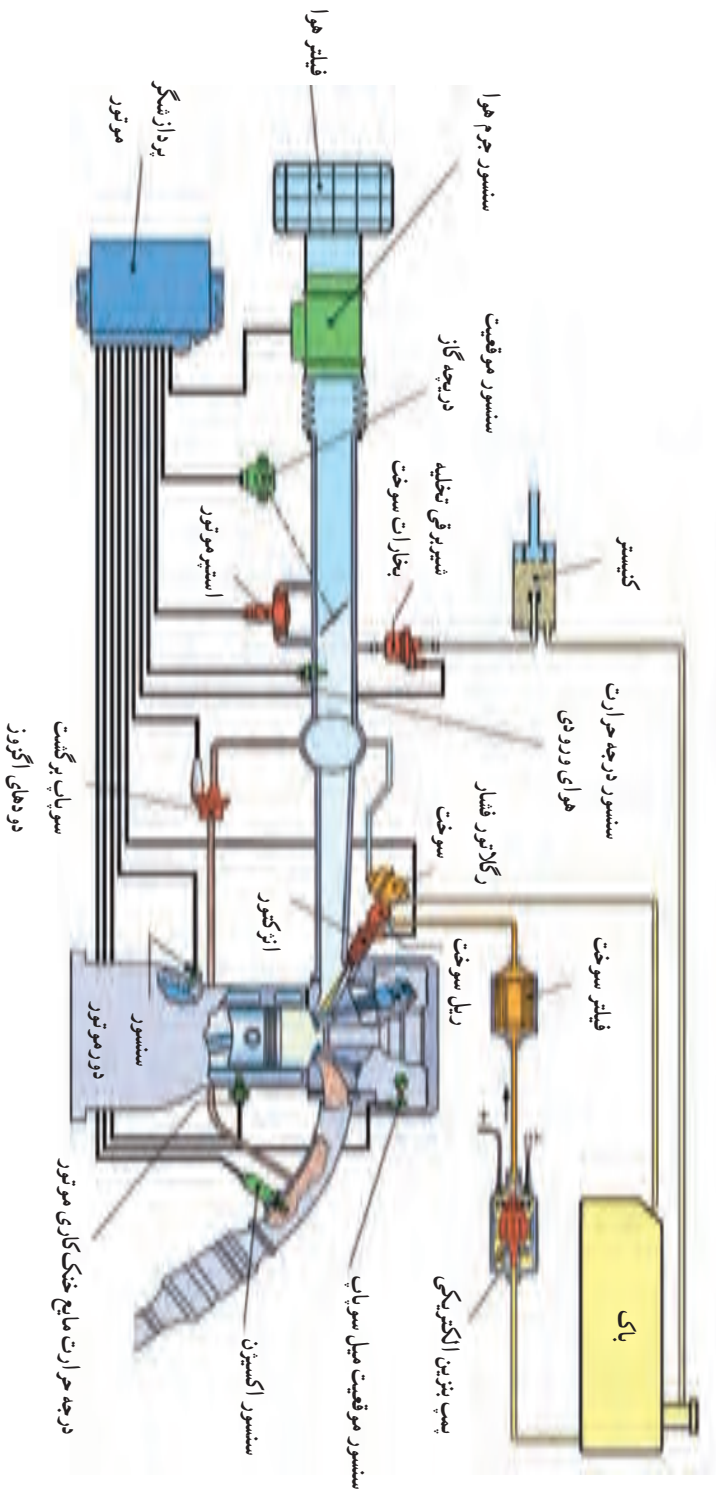


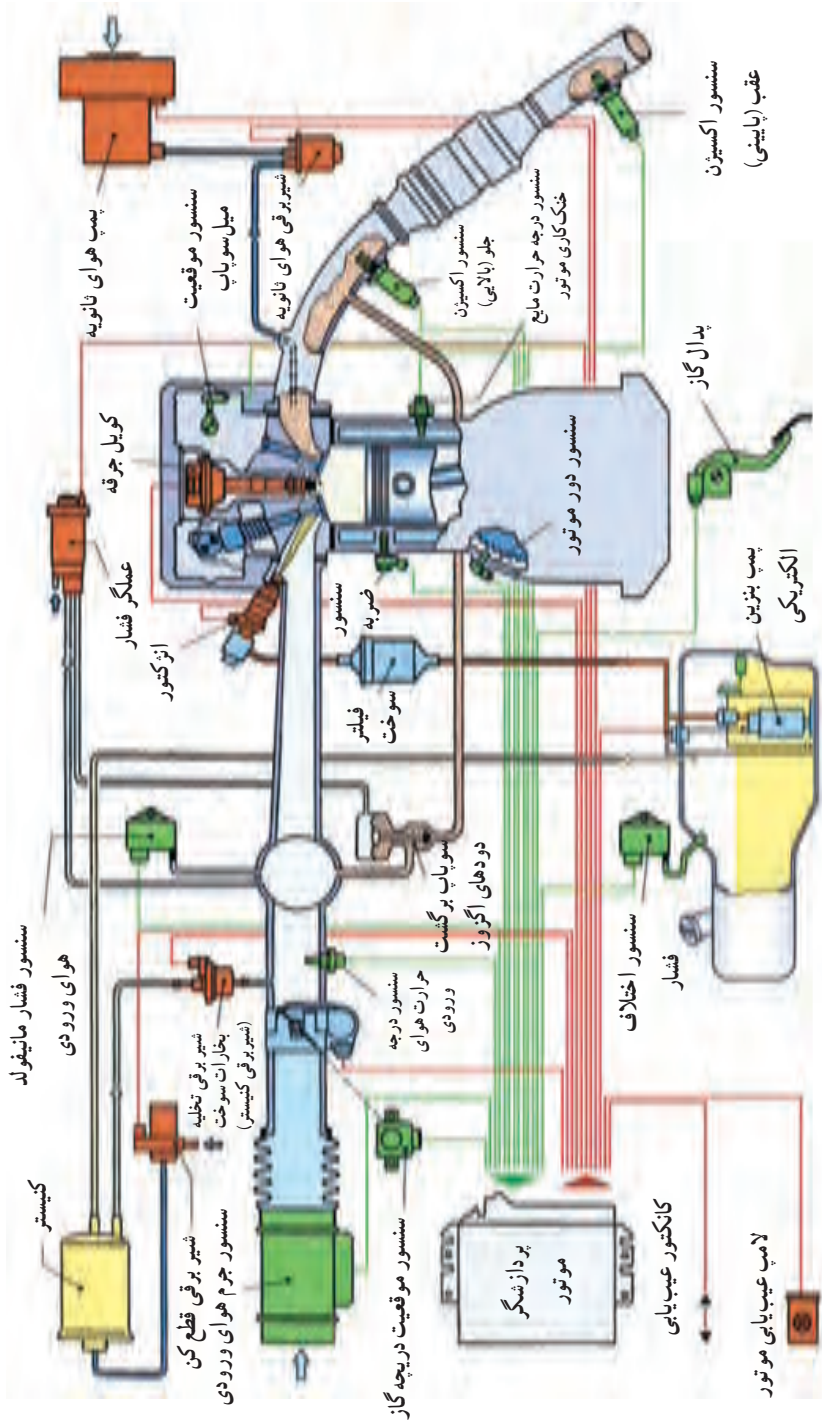
شکل ۳۳-۵ سیستم تک آنزکتور مرکزی



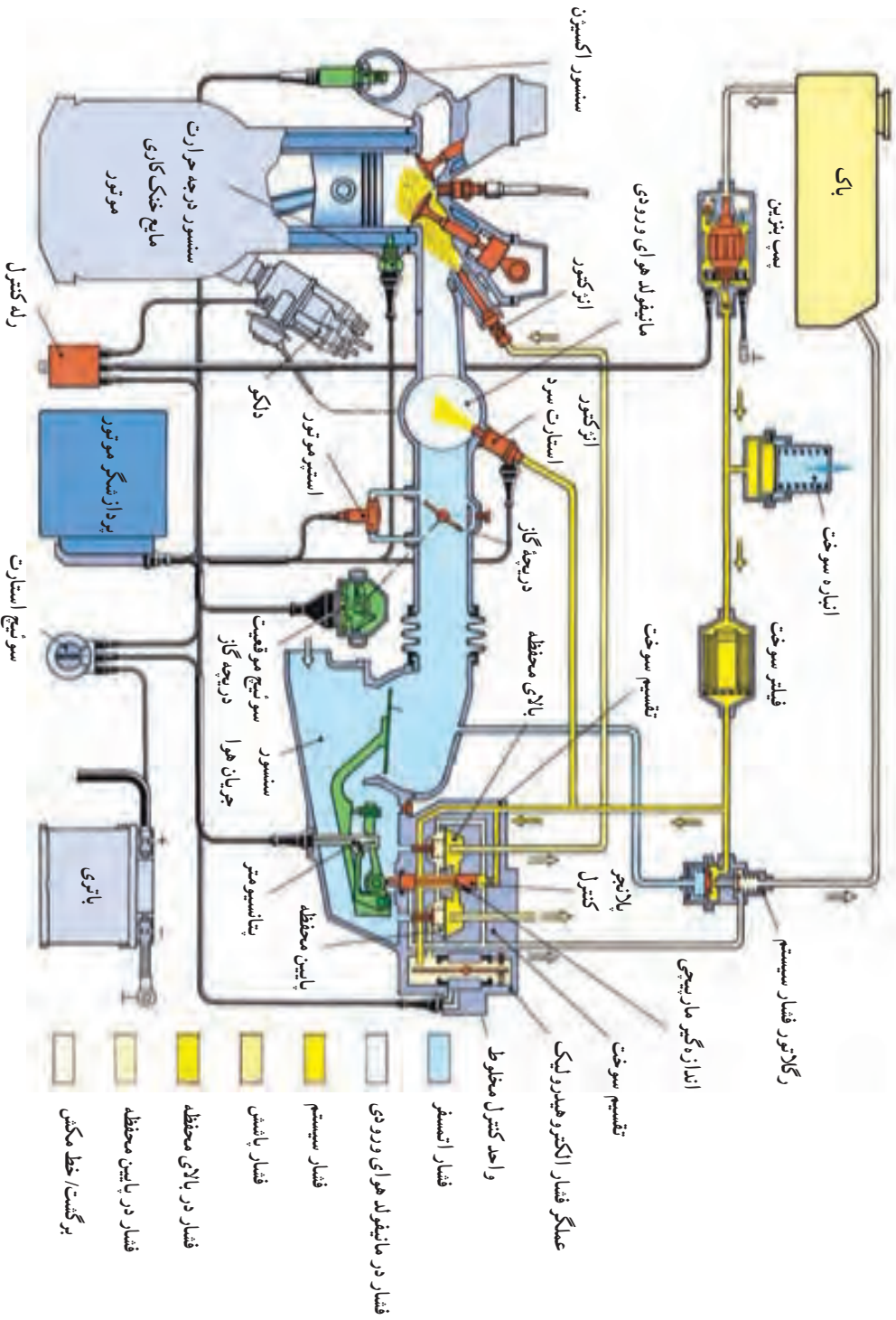
شکل ۳۴-۵- سیستم انژکتور با اندازه‌گیر هوا



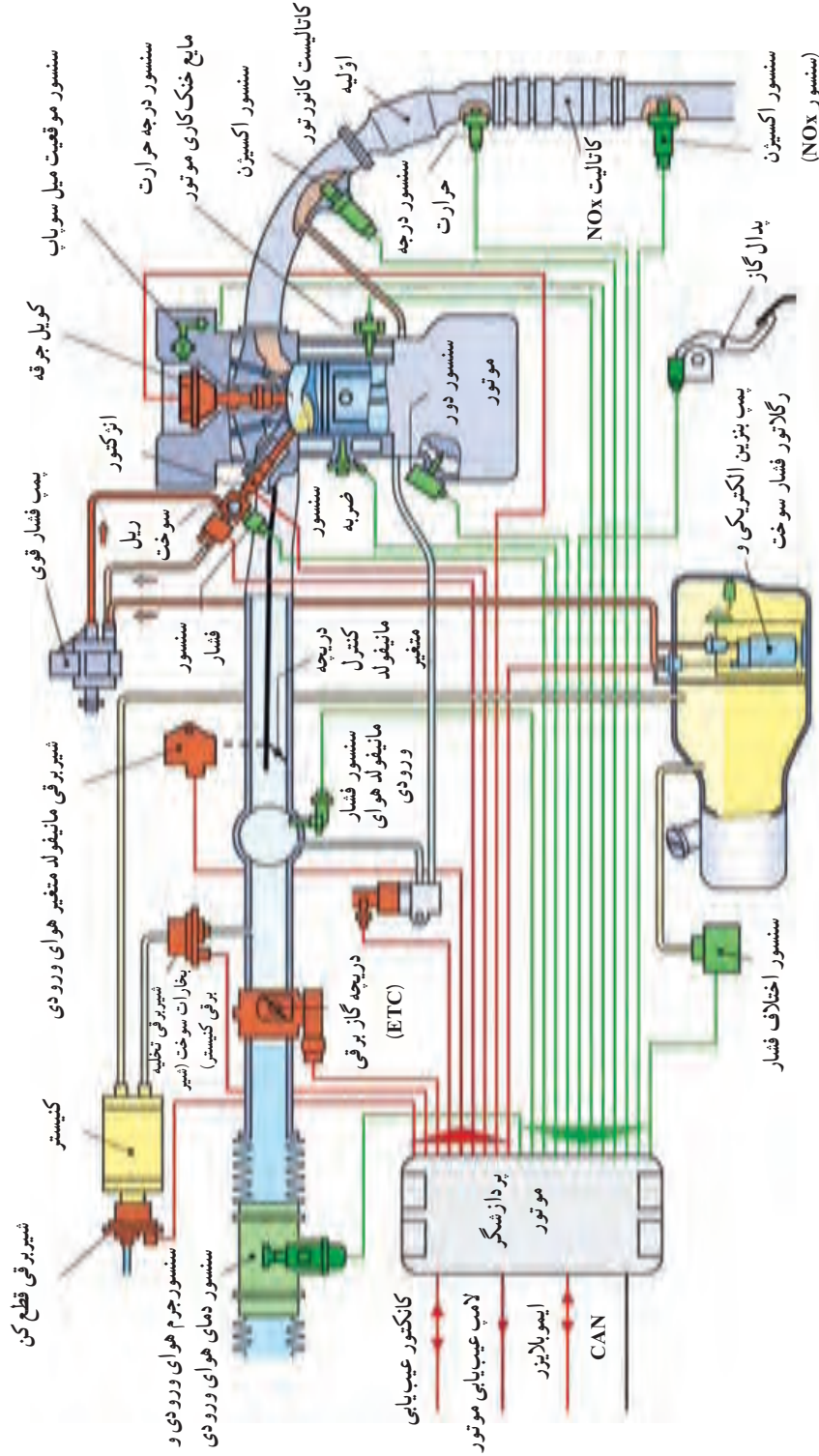
شکل ۳۵-۵ سیستم انژکتوری با سنسور جرم هوا



شکل ۵-۳۶- سیستم ازنکسوری با سنسور جرم هوای ورودی



شکل ۳۱۷-۵ سیستم انژکتوری با عملکرد فشار الکترو هیدرولیک

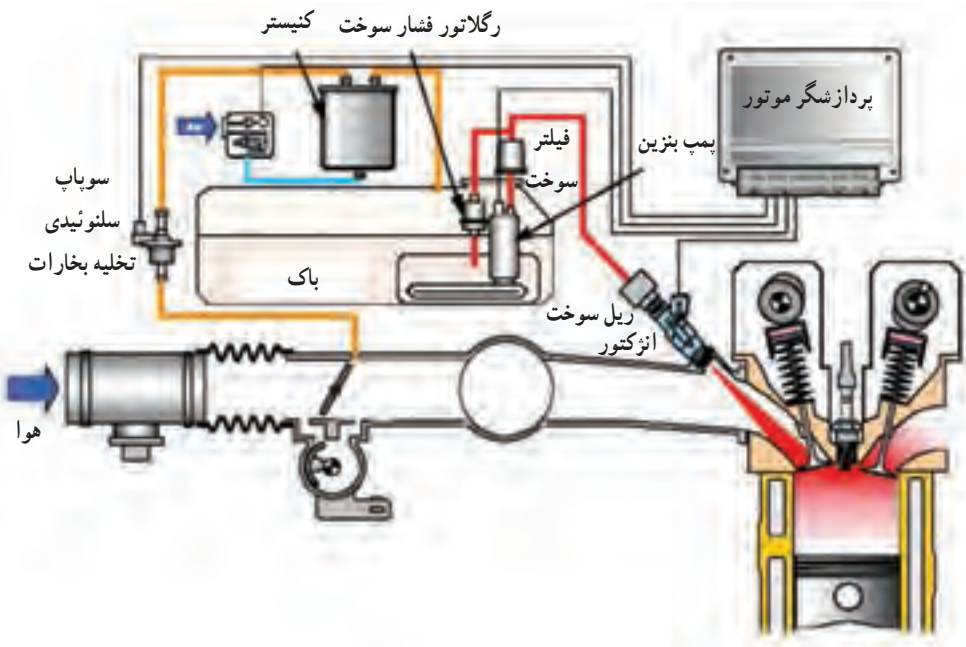


شکل ۵-۳۸- سیستم انژکتور پاننش مستقیم پترین (GDI)

## ۱۱-۵- عملکرد سیستم تغذیه سوخت

در اکثر خودروها، سیستم تغذیه سوخت از نوع گردش است و شامل قطعات استفاده شده برای انتقال سوخت از باک به انژکتورها است. سوخت از باک توسط پمپ بنزین کشیده شده و تحت فشار به ریل سوخت ارسال می‌گردد.

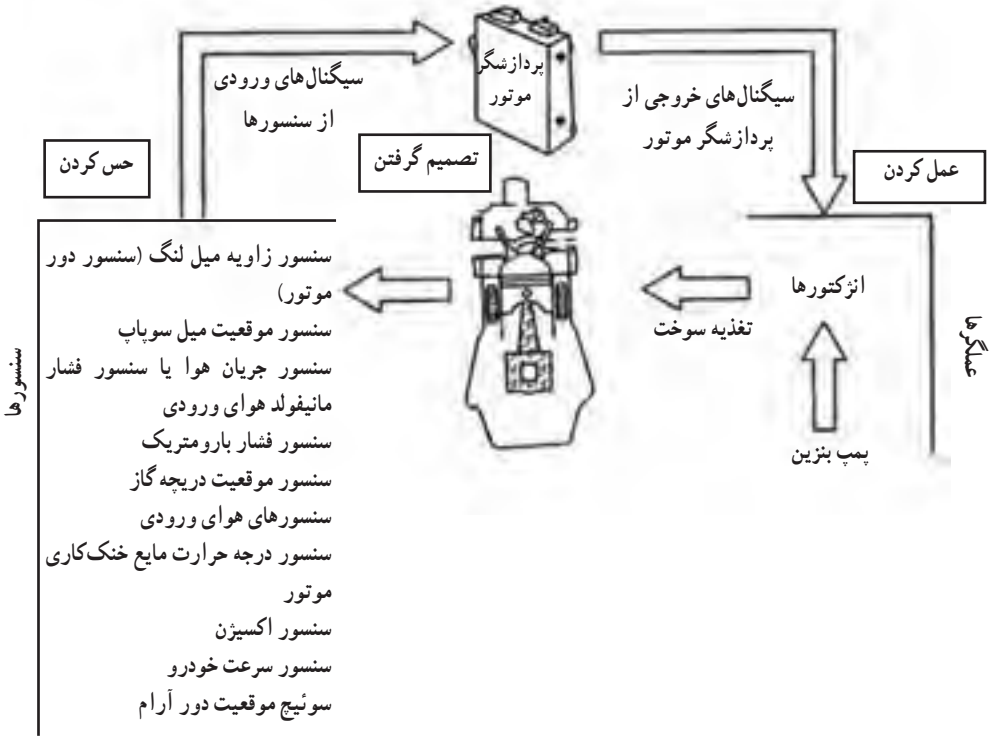
مقدار فشار و حجم سوخت تحویلی به موتور توسط پمپ بنزین بیشتر از نیاز موتور است. لذا رگلاتور فشار سوخت موجود در مدار اجازه می‌دهد که مقداری از سوخت به منظور ثابت نگه‌داشتن فشار سوخت در انژکتور به باک بازگردانده شود (شکل ۳۹-۵).



شکل ۳۹-۵- سیستم تغذیه سوخت

در حال حاضر در بعضی خودروهای انژکتوری از سیستم تغذیه سوخت بدون برگشت سوخت اضافی به باک استفاده می‌نمایند که در قسمت رگلاتور نصب شده در داخل باک توضیح داده خواهد شد.

## ۱۲-۵- عملکرد سیستم کنترل الکترونیکی



شکل ۴۰-۵

سیستم کنترل الکترونیکی شامل سنسورهای کنترل سوخت، پردازشگر موتور و انژکتورهای سوخت می‌باشد.

پردازشگر موتور با استفاده از فرایند «حس نمودن - تصمیم گرفتن - عمل نمودن» سوخت را کنترل می‌نماید. سنسورها براساس شرایط موتور و وضعیت رانندگی سیگنال‌های ورودی به پردازشگر موتور را تولید می‌نمایند. پردازشگر موتور این اطلاعات را تجزیه و تحلیل نموده و تصمیم می‌گیرد که چگونه انژکتورهای سوخت را کنترل نماید. سپس پردازشگر موتور انژکتورها را به منظور عملکرد و تحویل مقدار صحیح سوخت به کار می‌اندازد (شکل ۴۰-۵).



## ۱۳-۵- کنترل الکترونیکی پاشش سوخت (EFI)

● تهیه مقدار مناسب سوخت برای داشتن ماکزیمم قابلیت رانندگی

● کاهش سطح آلاینده‌گی گازهای اگزوز

سیستم کنترل الکترونیکی پاشش سوخت این قابلیت را دارد که هر انژکتور به صورت جداگانه کنترل شود و این فرایند باعث می‌گردد که پردازشگر موتور تحت هر شرایط رانندگی مقدار مناسب سوخت را تهیه نماید و باعث کاهش سطح آلاینده‌گی گازهای اگزوز و حداکثر نمودن قابلیت رانندگی شود (جدول ۳-۵).

جدول ۳-۵

| نسبت سوخت و هوا <sup>۱</sup> | شرایط موتور               |
|------------------------------|---------------------------|
| (سوخت) ۱: ۱۵-۱ (هوا)         | استارت زدن به موتور       |
| ۱۱: ۱                        | دور آرام (گرم کردن موتور) |
| ۱۲- ۱۸: ۱                    | حرکت کردن                 |
| ۱۲-۱۳: ۱                     | شتاب‌گیری                 |

## ۱-۱۳-۵- روش‌های پاشش سوخت در سیستم کنترل الکترونیکی پاشش سوخت

● همزمان<sup>۲</sup>

● ترتیبی<sup>۳</sup>

● گروهی<sup>۴</sup>

● مشخصات سیلندر<sup>۵</sup>

چهار نوع روش پاشش سوخت در سیستم کنترل الکترونیکی پاشش سوخت عبارت‌اند از همزمان، ترتیبی، گروهی و مشخصات سیلندر. در پاشش سوخت همزمان همه انژکتورها به صورت همزمان کنترل می‌شوند، یک پاشش سوخت برای هر دور میل لنگ (دو پاشش برای یک سیکل) انجام می‌گیرد، در هر پاشش سوخت، نصف سوخت مورد نیاز موتور پاشیده می‌شود (شکل ۴۱-۵ و ۴۲-۵).

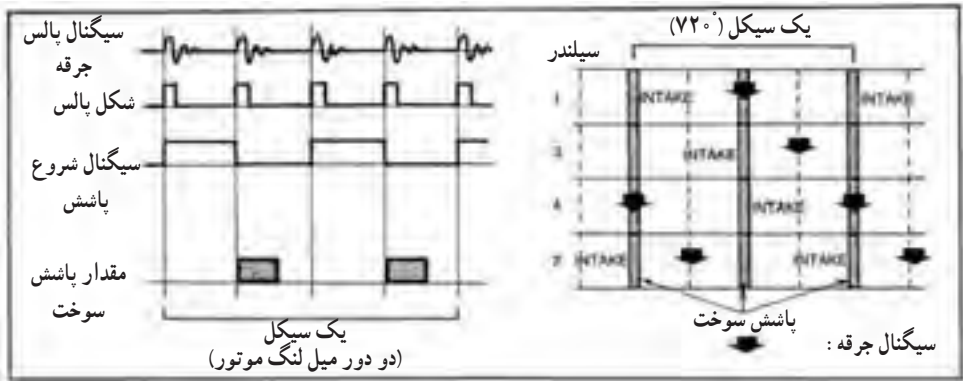
۱- Air- Fuel Ratio

۲- Simultaneous

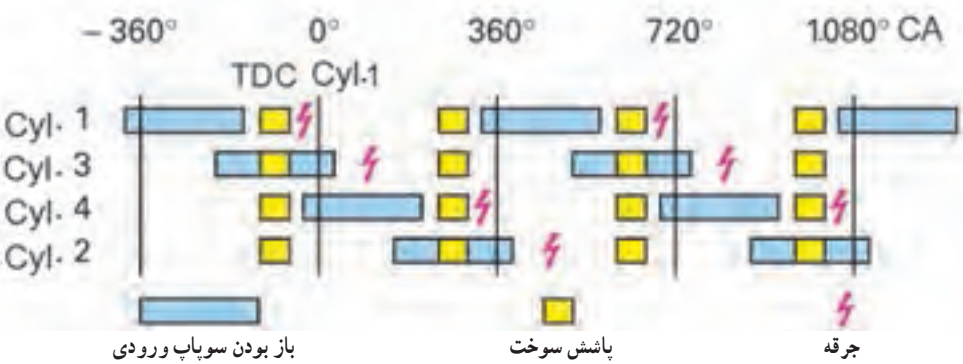
۳- Sequential

۴- Group

۵- Cylinder- Specific Injection



شکل ۴۱-۵



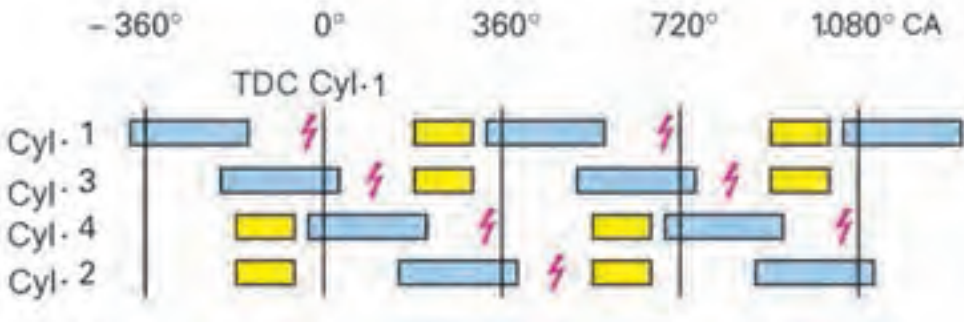
شکل ۴۲-۵

در پاشش سوخت ترتیبی، اژکتورها مطابق با ترتیب احتراق خودرو کنترل می‌شوند. از این روش پاشش در بیشتر خودروها استفاده می‌گردد (شکل ۴۳-۵).



شکل ۴۳-۵

در تعدادی از خودروها از روش پاشش گروهی استفاده می‌شود. در این روش هر جفت از اژکتورها (اژکتورهای شماره ۱ و ۳ و اژکتورهای ۲ و ۴) به صورت همزمان کنترل می‌شوند. در این روش پاشش، کنترل اژکتورها ساده بوده و بیشتر شبیه پاشش ترتیبی می‌باشد (شکل ۴۴-۵).

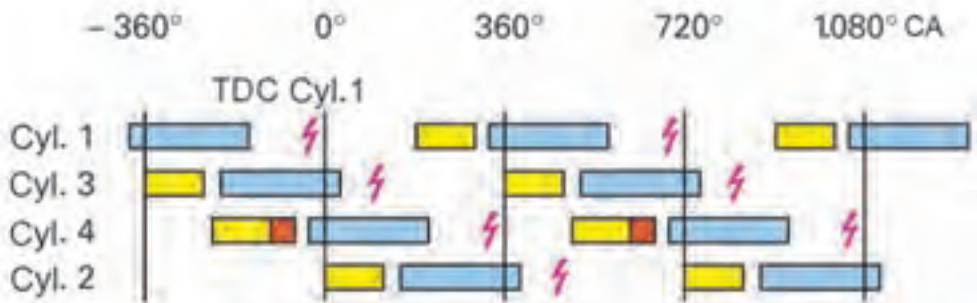


شکل ۴۴-۵

|            | CRANKSHAFT ANGLE          |             |                           |             |                           |             |                          |                          |        |
|------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------|
|            | 0°                        | 150°        | 300°                      | 360°        | 540°                      | 720°        | 900°                     | 1,080°                   | 1,260° |
| CYLINDER 1 | FUEL INJECTION<br>INTAKE  | COMPRESSION | COMBUSTION                | EXHAUST     | FUEL INJECTION<br>INTAKE  | COMPRESSION | COMBUSTION               | EXHAUST                  |        |
| CYLINDER 2 | FUEL INJECTION<br>EXHAUST | INTAKE      | COMPRESSION               | COMBUSTION  | FUEL INJECTION<br>EXHAUST | INTAKE      | COMPRESSION              | COMBUSTION               |        |
| CYLINDER 4 | COMBUSTION                | EXHAUST     | FUEL INJECTION<br>INTAKE  | COMPRESSION | COMBUSTION                | EXHAUST     | FUEL INJECTION<br>INTAKE | COMPRESSION              |        |
| CYLINDER 3 | COMPRESSION               | COMBUSTION  | FUEL INJECTION<br>EXHAUST | INTAKE      | COMPRESSION               | COMBUSTION  | EXHAUST                  | FUEL INJECTION<br>INTAKE |        |

شکل ۴۵-۵

این نوع پاشش از نوع پاشش ترتیبی می‌باشد. با توجه به پیشرفت تکنولوژی سنسورها و افزایش مهارت کنترل، پردازشگر موتور توانایی تقسیم مقدار سوخت مورد نیاز هر سیلندر را به طور جداگانه دارد (شکل ۴۶-۵).



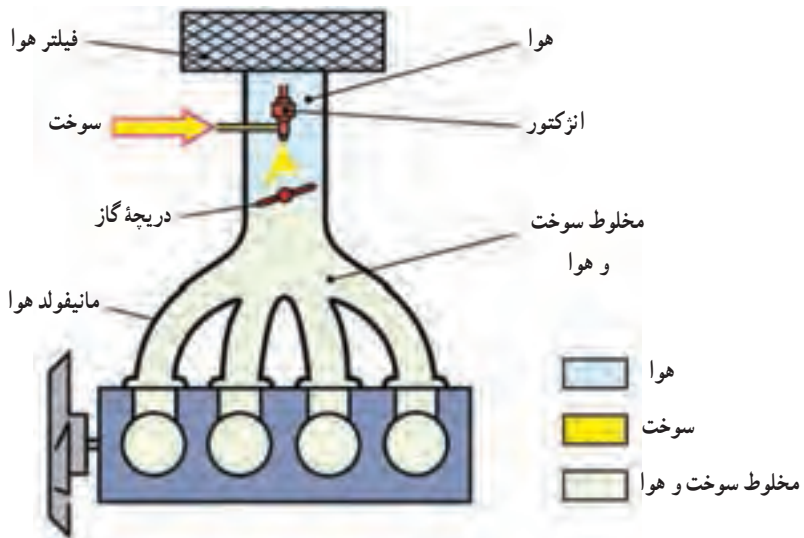
شکل ۵-۴۶

۲-۱۳-۵- محل نصب انژکتور : در خودروهای انژکتوری سه روش برای محل نصب

انژکتور وجود دارد که عبارتند از :

تک انژکتور (پاشش مرکزی) *SPI* : در این سیستم یک انژکتور در دریچه گاز قرار دارد و سوخت در داخل مانیفولد هوا پاشش می گردد (شکل ۵-۴۷ و ۵-۴۸).

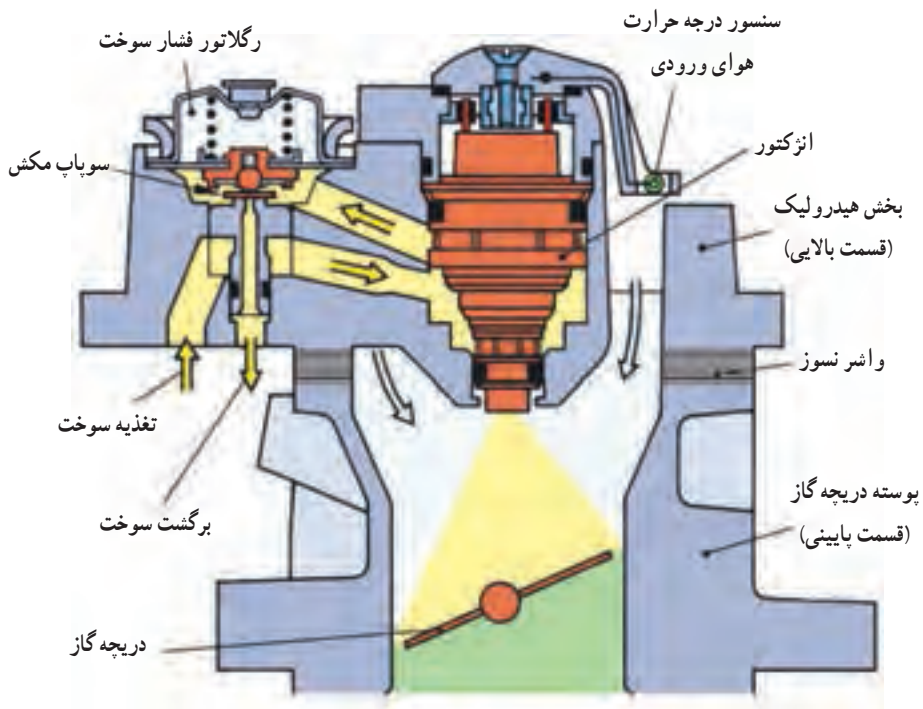
چند انژکتور<sup>۲</sup> : هر سیلندر دارای یک انژکتور است و سوخت در پشت سوپاپ هوا پاشیده می شود. از این روش در اکثر موتور خودروهای امروزی استفاده می شود (شکل ۵-۴۹).



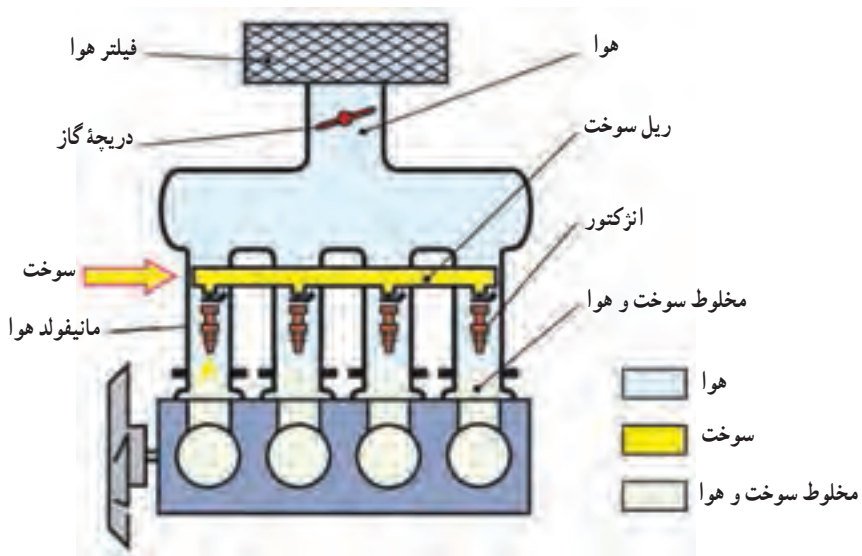
شکل ۵-۴۷- پاشش مرکزی

۱- Single - Point Injection

۲- Multi- Point Injection

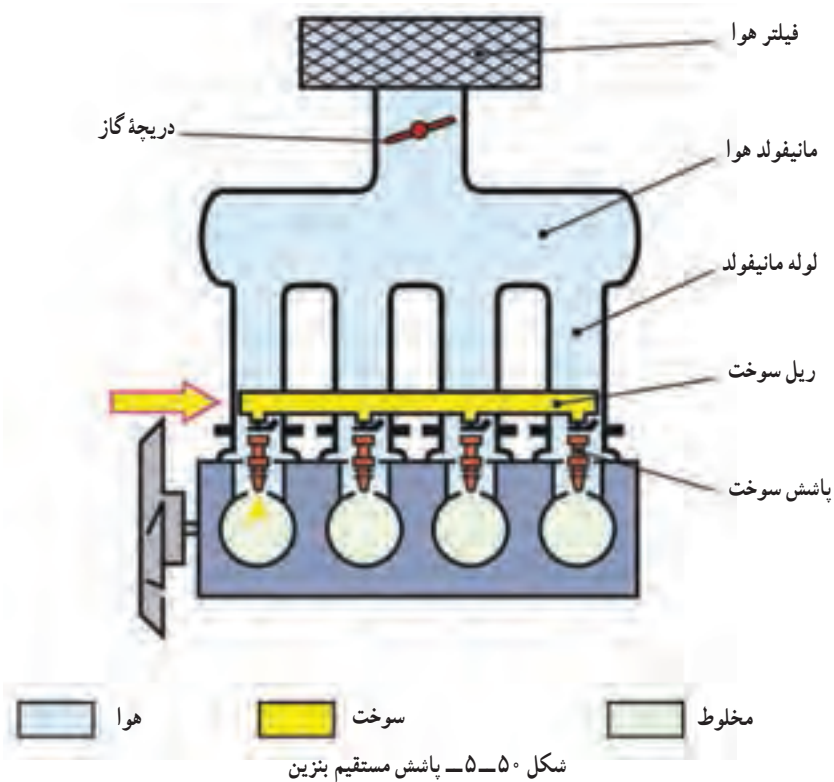


شکل ۴۸-۵- واحد پاشش مرکزی



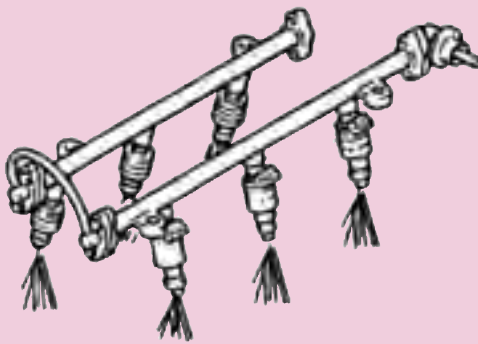
شکل ۴۹-۵- چند انژکتور

پاشش مستقیم بنزین در داخل سیلندر<sup>۱</sup>: در این روش بنزین مستقیماً در داخل سیلندر (GDI) پاشیده می شود (شکل ۵-۵).



## مطالعه آزاد

۳-۱۲-۵- پاشش همزمان سوخت: در خودروهای با کنترل الکترونیکی پاشش سوخت در دوزمان استارت زدن موتور سرد و ایمنی در حین عیب<sup>۲</sup> پاشش همزمان سوخت در همه سیلندرها همزمان با سیگنال سنسور زاویه میل لنگ (دور موتور) مطابق با تشخیص پردازشگر موتور انجام می گیرد (شکل ۵-۵۱).



شکل ۵-۵۱

۱- Gasoline Direct Injection

۲- Failsafe modes

*استارت زدن موتور سرد:* در زمان استارت زدن موتور سرد، سوخت در همه سیلندرها مطابق با سیگنال سنسور زاویه میل لنگ (دور موتور) پاشیده می‌شود. در زمان سرد بودن موتور، زمان راه‌اندازی انژکتور طولانی‌تر از زمان پاشش نرمال انژکتور می‌باشد. این حالت برای روشن شدن سریع‌تر موتور سرد می‌باشد.

*ایمنی در حین عیب:* پردازشگر موتور همه انژکتورها را به صورت همزمان در حالت ایمنی در حین عیب کنترل می‌نماید. برای مثال اگر پردازشگر موتور سیگنال سیلندر یک را از دست بدهد، همه انژکتورها را برای جلوگیری از خاموش شدن موتور فعال می‌نماید.

### ۴-۱۳-۵- قطع سوخت<sup>۱</sup>: سیستم قطع سوخت شامل موارد زیر است.

**قطع سوخت در زمان کاهش سرعت:** برای کاهش گازهای آلاینده و مصرف سوخت در زمان کاهش سرعت و ترمز موتوری در سرازیری پاشش سوخت در منطقه قطع سوخت در زمانی که درجه گاز کاملاً بسته است قطع می‌شود.

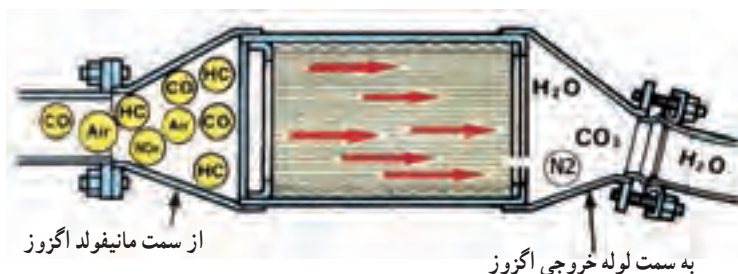
در زمانی که دور موتور به زیر منطقه قطع سوخت می‌رسد، برای پایداری موتور دوباره پاشش سوخت انجام می‌گیرد (شکل ۵۲-۵).

**قطع سوخت در دورهای بالا:** برای جلوگیری از خرابی موتور در دور موتور بالا (منطقه ترمز دورسنج پشت آمپر) پاشش سوخت قطع می‌شود.



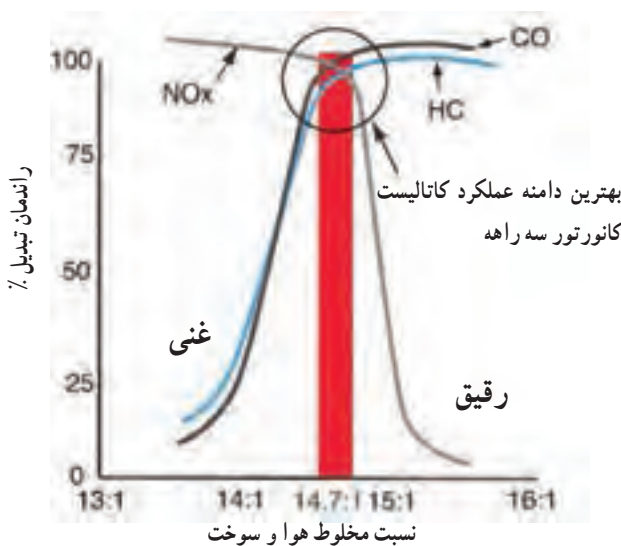
شکل ۵۲-۵

کنترل بازخورد (حلقه بسته): برای کاهش گازهای آلاینده، سیستم اگزوز در خودروهای جدید به کاتالیست کانورتور سه راهه مجهز شده‌اند. در این کاتالیست کانورتورها مونوکسید کربن (CO)، هیدروکربن‌ها (HC) و اکسید نیتروژن (NO<sub>x</sub>) به دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) و آب (H<sub>2</sub>O) و نیتروژن (N<sub>2</sub>) تبدیل می‌شوند (شکل ۵-۵۳).



شکل ۵-۵۳

برای آنکه کاتالیست کانورتور به خوبی از عهده وظایفش برآید، باید نسبت سوخت و هوا نزدیک به عدد استوکیومتری (۱۴/۷: ۱) نگه داشته شود، از این رو به سنسور اکسیژن نیاز می‌باشد (شکل ۵-۵۴).

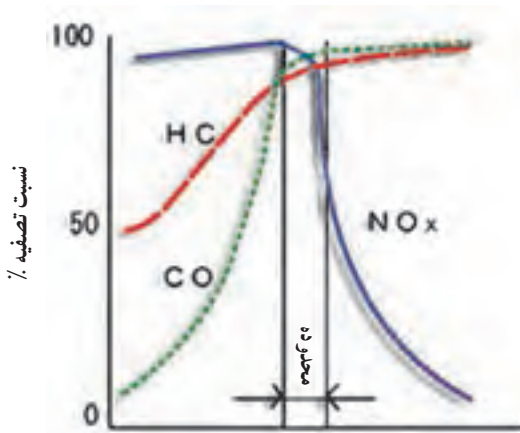


شکل ۵-۵۴



۶-۱۳-۵- کنترل بازخورد: پردازشگر موتور، در زمان عملکرد نرمال موتور (شامل

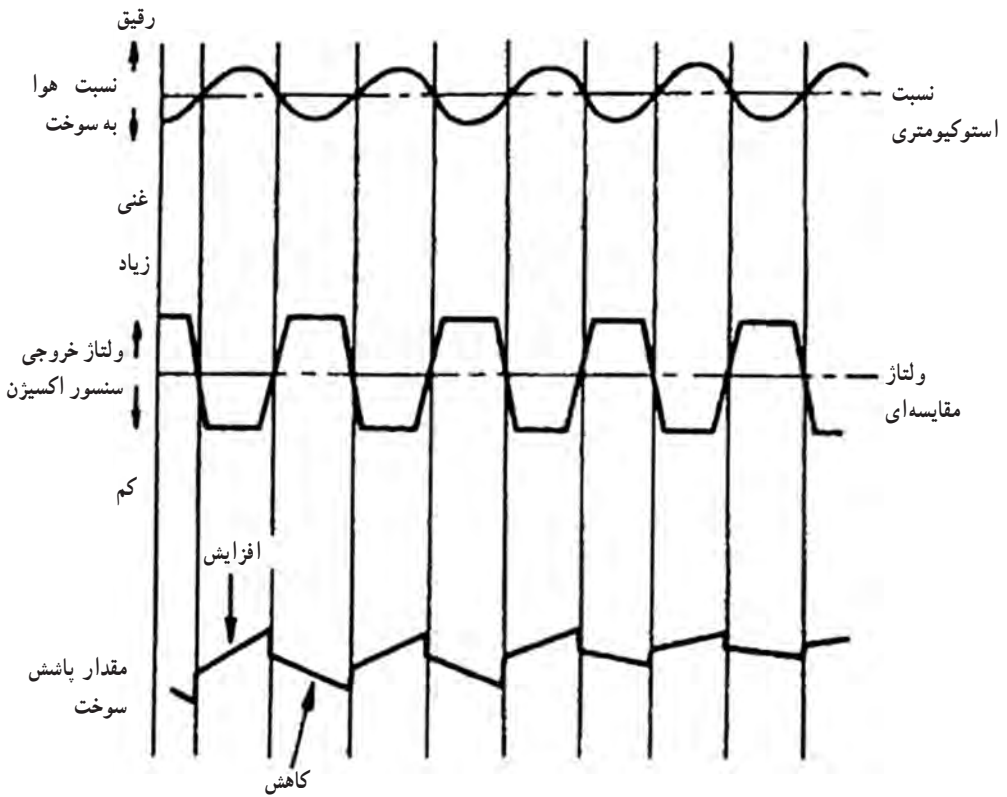
دور آرام) انژکتورها را برای رسیدن به نسبت سوخت و هوای استوکیومتری کنترل می‌نماید، برای مطمئن شدن از راندمان ماکزیمم کاتالیست کانورتور از سیگنال سنسور اکسیژن استفاده می‌گردد (شکل ۵-۵۵).



شکل ۵-۵۵- نسبت هوا به سوخت استوکیومتری

وقتی که نسبت سوخت و هوا غنی‌تر از نسبت استوکیومتری می‌گردد و مقدار اکسیژن در دودهای خروجی کم باشد، ولتاژ خروجی سنسور اکسیژن افزایش می‌یابد. بنابراین پردازشگر موتور یک سیگنال «مخلوط غنی» دریافت می‌نماید. بنابراین پردازشگر موتور مقدار پاشش سوخت را کاهش می‌دهد.

زمانی که نسبت سوخت و هوا رقیق‌تر از نسبت استوکیومتری می‌گردد، به این معنی است که اکسیژن در دودهای خروجی زیاد می‌باشد، لذا ولتاژ خروجی سنسور اکسیژن کاهش می‌یابد، بنابراین پردازشگر موتور یک سیگنال «مخلوط رقیق» دریافت می‌نماید. بنابراین پردازشگر موتور، مقدار پاشش سوخت را افزایش می‌دهد. شرایط بالا به معنی آن است که نسبت مخلوط سوخت و هوا باید در محدوده نسبت استوکیومتری کنترل و حفظ شود (شکل ۵-۵۶).



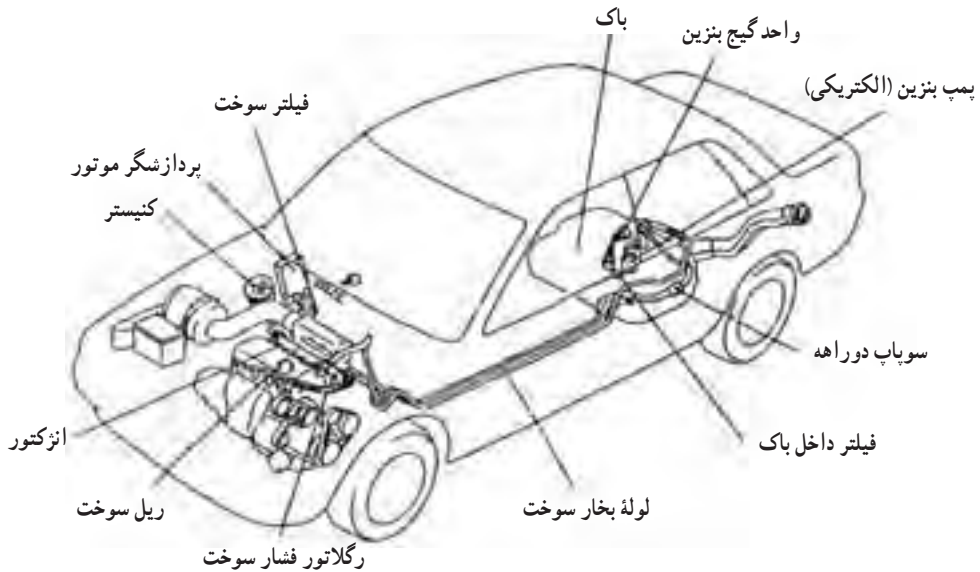
شکل ۵۶-۵

در شرایط زیر کنترل حلقه بسته برای افزایش قابلیت رانندگی انجام نمی‌شود :

- ۱- در زمان استارت زدن موتور
- ۲- در زمان گرم شدن موتور، زمانی که درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور کمتر از  $45^{\circ}\text{C}$  (درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.
- ۳- در زمان شتاب‌گیری / ترمزگیری
- ۴- در زمانی که بار وارد بر موتور زیاد است.
- ۵- در زمانی که سنسور اکسیژن خراب است.

## ۱۴-۵- عملکرد قطعات

سیستم سوخت شامل انژکتورهای نوع الکترومگنتی<sup>۱</sup>، ریل سوخت<sup>۲</sup>، رگلاتور فشار سوخت<sup>۳</sup> در این سیستم پمپ بنزین الکتریکی که تحت فشار مدار سوخت را تغذیه می‌نماید و پردازشگر موتور که انژکتورها و پمپ بنزین را براساس اطلاعاتی که از انواع سنسورها دریافت کرده، فعال و کنترل می‌نماید (شکل ۵۷-۵). در این سیستم دو نوع فیلتر سوخت وجود دارد، یکی در داخل باک بنزین و دیگری در محفظه موتور یا زیر خودرو تعبیه شده است (در خودروهای قدیمی هر دو نوع در داخل باک قرار داشتند). سیستم کنترل آلاینده‌گی بخارات سوخت که شامل لوله‌های بخار سوخت، کنیستر<sup>۴</sup> و سایر اجزاء می‌باشد، بر روی خودرو نصب شده‌اند (شکل ۵۸-۵). در بعضی از خودروها سیستم کنترل آلاینده‌گی بخارات سوخت وجود ندارد.



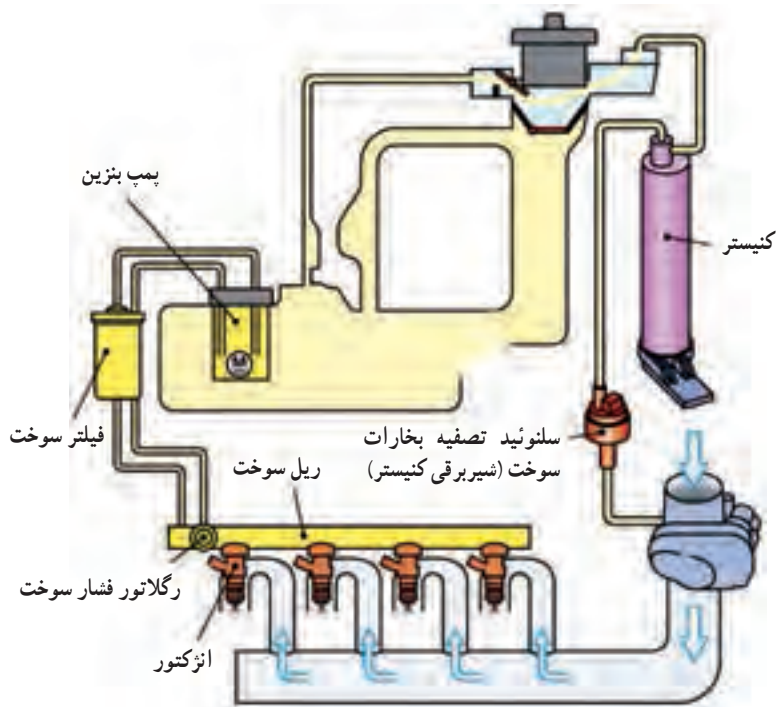
شکل ۵۷-۵

۱- Electromagnetic Type Injectors

۲- Delivery pipe

۳- Fuel Pressure Regulator

۴- Canister



شکل ۵۸-۵

### ۱-۱۴-۵- پمپ بنزین

پمپ بنزین براساس محل قرارگیری آن به دو نوع بیرون از باک<sup>۱</sup> و داخل باک<sup>۲</sup> تقسیم بندی می شود.

الف) پمپ بنزین نوع بیرون از باک : این نوع پمپ بنزین در خارج از باک در مسیر لوله ارسال سوخت قرار می گیرد که امروزه به علت داشتن سرو صدای بیشتر و آلوده شدن به خاک و گِل (به دلیل نداشتن محافظ و احتمال نشتی سوخت) دیگر از این نوع پمپ بنزین استفاده نمی شود (شکل ۵۹-۵).

این نوع پمپ بنزین شامل یک موتور، مجموعه پمپ، سوپاپ یکطرفه<sup>۳</sup>، سوپاپ اطمینان<sup>۴</sup> و

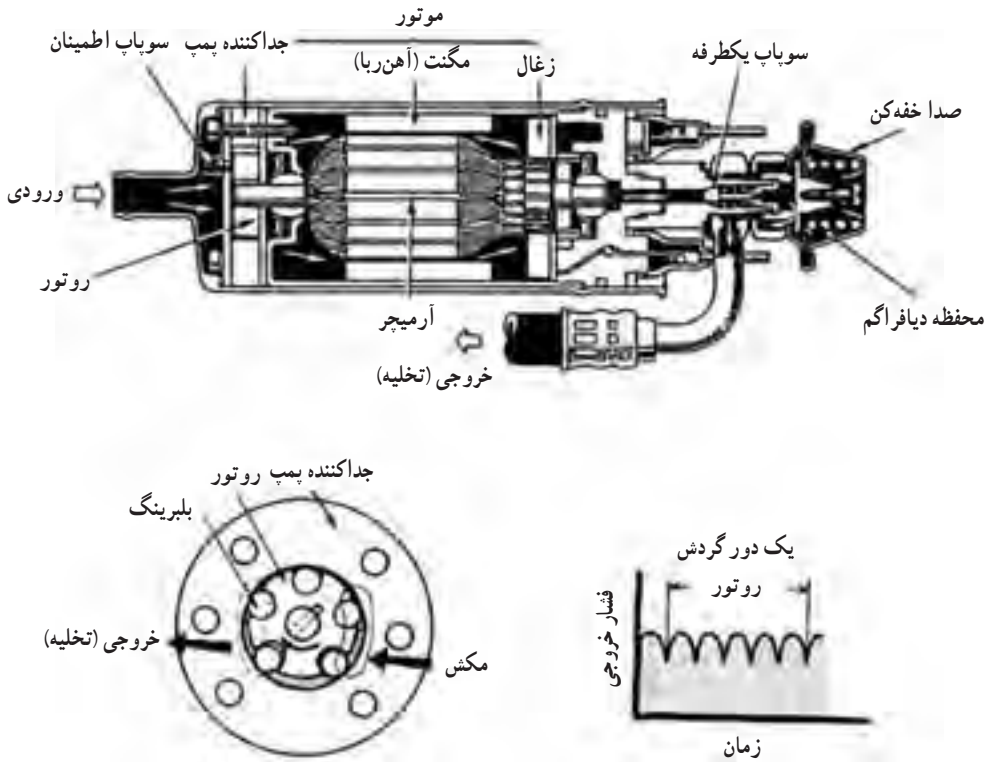
۱- IN - TANK TYPE

۲- IN- LINE TYPE

۳- Check Valve

۴- Relief Valve

صدا خفه کن می باشد. صدا خفه کن ضربان فشار سوخت تولید شده توسط پمپ را جذب نموده و صدای پمپ را کاهش می دهد.



شکل ۵-۵۹

ب) پمپ بنزین نوع داخل باک : این نوع از پمپ بنزین در داخل باک خودرو قرار می گیرد. این نوع پمپ بنزین به دلیل دارا بودن ویژگی هایی از قبیل جلوگیری از نشتی سوخت و قفل گازی و سروصدای کمتر بسیار متداول تر می باشد. بر روی این نوع از پمپ بنزین ها یک سوپاپ یکطرفه و یک سوپاپ اطمینان نصب شده است (شکل ۵-۶۰).

الف) سوپاپ یکطرفه : سوپاپ یکطرفه زمانی که موتور خاموش می گردد، جلوی برگشت سوخت از ریل سوخت و لوله ارسال سوخت را می بندد. بنابراین، فشار سوخت بین پمپ بنزین و رگلاتور فشار سوخت ثابت می ماند. این عملکرد باعث روشن شدن سریع موتور می گردد.