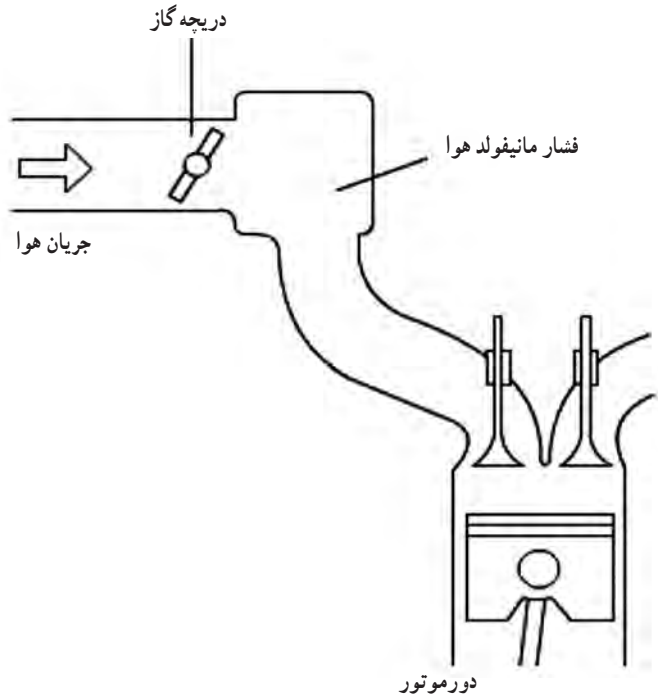
از فشار مانیفولد هوای ورودی غیر مستقیم برای اندازه‌گیری نسبت هوای ورودی استفاده می‌نمایند. در سیستم‌های جرقه قدیمی از فشار خلأ اطراف دریچه گاز برای اندازه‌گیری زاویه تایمینگ جرقه استفاده می‌کردند.

۱ــ مشخصات فشار مانیفولد هوای ورودی و سنسور MAP : در شکل ۷۸ــ۵ نمای ساده‌ای از سیستم هوای ورودی نشان داده شده است. مانیفولد هوای ورودی مسیری است که مخلوط سوخت و هوا به داخل سیلندر کشیده می‌شود.



شکل ۷۸ــ۵

در زمانی که موتور کار نمی‌کند، فشار مانیفولد هوای ورودی با فشار آتمسفریک یکسان می‌باشد. زمانی که موتور کار می‌نماید، دریچه گاز واقع در مانیفولد هوای ورودی تا یک اندازه جریان هوا را قطع می‌نماید. سپس فشار در مانیفولد هوای ورودی کاهش پیدا نموده و کمتر از فشار آتمسفریک شده و خلأ در مانیفولد هوای ورودی به‌وجود می‌آید. اگر موتور به‌صورت کامل در زمانی که دریچه گاز کاملاً بسته است کار نماید، فشار خلأ در مانیفولد هوای ورودی به فشار صفر مطلق می‌رسد، یعنی خلأ کامل. ولی در یک موتور واقعی نمی‌توان خلأ کامل را به‌دست آورد. فشار مطلق مانیفولد هوای

ورودی کمی بالاتر از صفر می‌باشد. حال وقتی که دریچه گاز کمی باز می‌گردد، فشار مانیفولد هوای ورودی تقریباً به فشار آتمسفریک می‌رسد.

۲ــ فشار بارومتریک[۱]: از سنسور فشار بارومتریک برای تعیین دانسیته هوا استفاده می‌گردد. زمانی‌که ارتفاع افزایش می‌یابد، دانسیته هوا کاهش پیدا می‌نماید، در نتیجه نرخ هوای ورودی کاهش می‌یابد. بنابراین با افزایش ارتفاع نرخ هوای ورودی برای ثابت نگه‌داشتن دور آرام باید افزایش پیدا نماید.

به همین‌منظور تایمینگ جرقه باید مطابق با دانسیته هوا تنظیم گردد و همچنین برای تصحیح عملکرد سوپاپ EGR و تنظیم دور آرام استفاده گردد. از اندازه فشار بارومتریک برای تنظیم کردن دانسیته هوا که با تغییرات ارتفاع یا آب و هوا به‌وجود می‌آید، استفاده می‌نمایند.

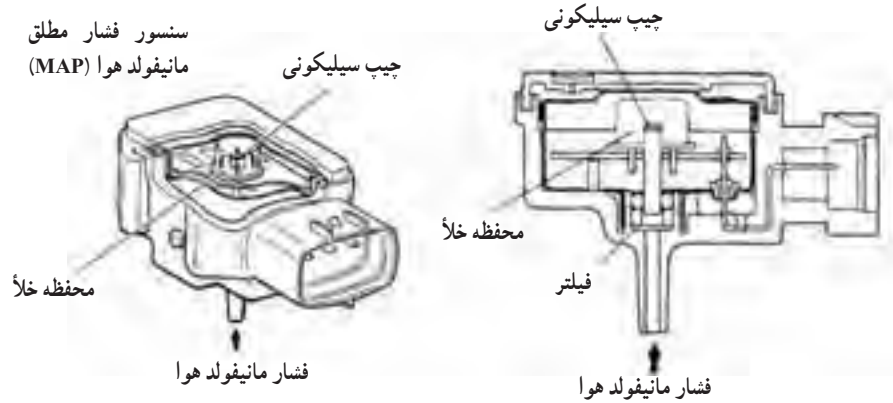
۳ــ سنسور اندازه‌گیر فشار:

سنسور فشار مطلق مانیفولد[۲] به دو شیوه روی مانیفولد هوا نصب می‌گردد که مستقیماً (شکل ۷۹ــ۵) یا توسط یک شیلنگ به مانیفولد هوای ورودی متصل می‌شود (شکل ۸۰ــ۵) و به انواع سنسور MAP، سنسور MAP و IAT، سنسور فشار باک سوخت، سنسور فشار بارومتریک، سنسور فشار توربوشارژر، سنسور نظارت EGR تقسیم‌بندی می‌گردد.

شکل ۷۹ــ۵

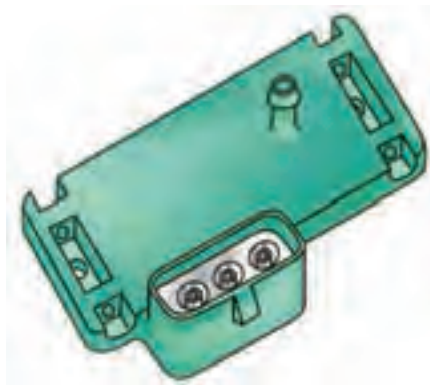
۱ــ Barometric Pressure Sensor

۲ــ Manifold Abosolute Pressure Sensor



شکل ۸۰ــ۵

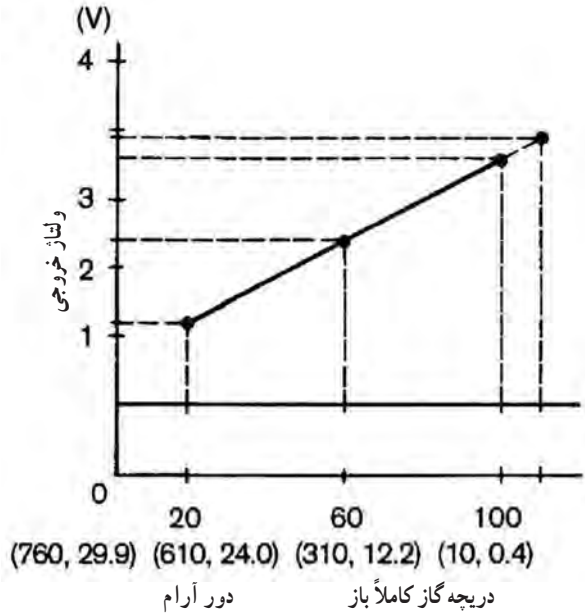
سنسور مانیفولد هوا از طریق سه سیم به پردازشگر موتور متصل می‌باشد. یکی از سیم‌ها یک ولتاژ ثابت ۵ ولتی از طریق پردازشگر موتور به سنسور فشار مطلق مانیفولد هوای ورودی ارسال می‌نماید، سیم دیگر برای ارسال سیگنال به پردازشگر موتور و دیگری سیم اتصال بدنه است. در داخل بعضی از این سنسورها از یک دیافراگم سیلیکونی استفاده شده است (شکل ۸۱ــ۵).



شکل ۸۱ــ۵

زمانی که موتور در دور آرام است و خلأ موتور زیاد می‌باشد، یک سیگنال یک ولتی به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد و زمانی که دریچه گاز کاملاً باز است، خلأ کاهش یافته و تقریباً ولتاژ ۴/۵ ولت از طریق سنسور به پردازشگر موتور ارسال می‌گردد (شکل ۸۲ــ۵).

پردازشگر موتور با استفاده از ولتاژ خروجی این سنسور برای تصحیح حجم پاشش سوخت متناسب با فشار مطلق مانیفولد استفاده می‌نماید.



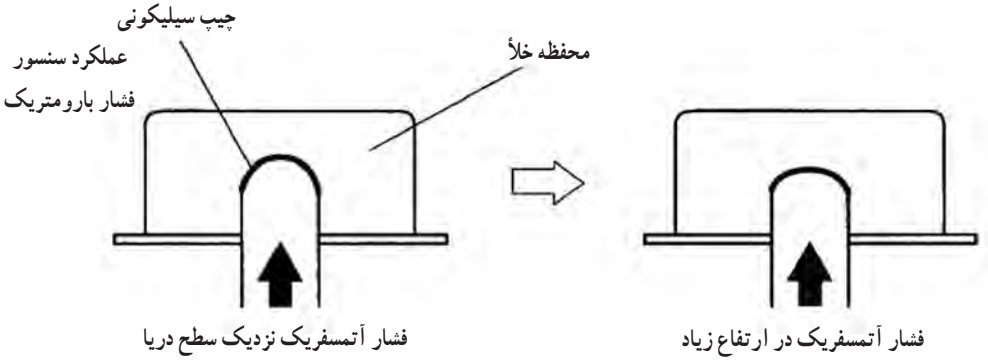
شکل ۸۲ــ۵

سنسور فشار بارومتریک[1] : سنسور فشار بارومتریک در بعضی از خودروهای جدید در داخل پردازشگر موتور ساخته شده است. سنسور فشار بارومتریک از عنصر نیمه رسانا ساخته شده که ولتاژ خروجی را مطابق با فشار آتمسفر به پردازشگر موتور ارسال می‌نماید. پردازشگر موتور با استفاده از ولتاژ خروجی این سنسور که ارتفاع را حس می‌نماید و حجم پاشش سوخت را متناسب با نسبت سوخت و هوا در آن ارتفاع تنظیم می‌نماید (شکل ۸۳ــ۵ و ۸۴ــ۵).

سنسور فشار بارومتریک (ساخته شده در داخل پردازشگر موتور)

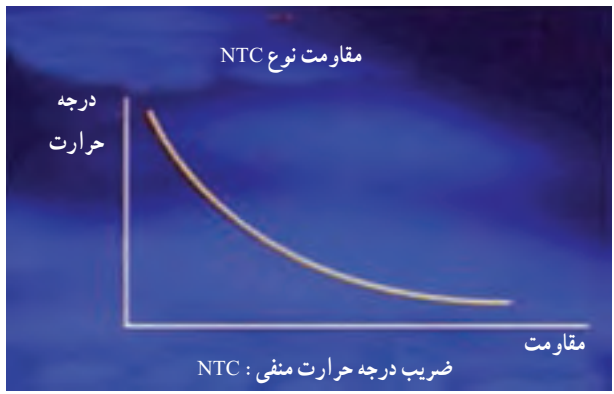
شکل ۸۳ــ۵

۱ــ Barometric Pressure Sensor



شکل ۸۴ــ۵

۲ــ۱۵ــ۵ــ سنسور درجه حرارت: از سنسورهای درجه حرارت برای کنترل موتور استفاده می‌نمایند که شامل سنسور درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور[۱]، سنسور درجه حرارت هوای ورودی[۲]، سنسور درجه حرارت روغن[۳] و سنسور درجه حرارت سوخت (برای خودروهای دیزل) می‌باشند. بیشتر این سنسورها از نوع ترمیستور NTC[۴] می‌باشند. در این نوع از سنسورها با افزایش درجه حرارت مقاومت آنها کاهش می‌یابد (شکل ۸۵ــ۵).



شکل ۸۵ــ۵

۱ــ Coolant Temperatare Sensor

۲ــ Air Temperatare Sensor

۳ــ Oil Temperatare Sensor

۴ــ NTC (Negative Temperature Coefficient)

در شکل۸۶ــ۵ و ۱ــ۸۷ــ۵ و ۲ــ۸۷ــ۵ سنسور درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور و سنسور درجه حرارت هوای موتور نشان داده شده است. سنسور درجه حرارت مایع‌خنک‌کاری موتور در بیشتر موتورها در مسیر آب خروجی موتور به رادیاتور بسته می‌شود. سنسور درجه حرارت هوای ورودی در مسیر هوای ورودی روی مانیفولد هوا بسته می‌شود. در بعضی از سیستم‌های انژکتوری سنسور درجه حرارت هوای ورودی و سنسور فشار مطلق مانیفولد به‌صورت یک مجموعه بوده و (MAP & IAT) و به روی مانیفولد مستقیماً بسته می‌شوند.

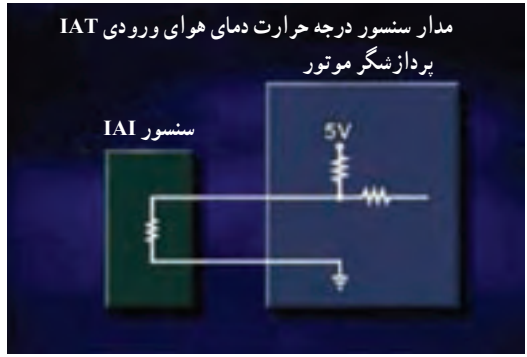
شکل ۸۶ــ۵

شکل ۱ــ۸۷ــ۵

شکل ۲ــ۸۷ــ۵

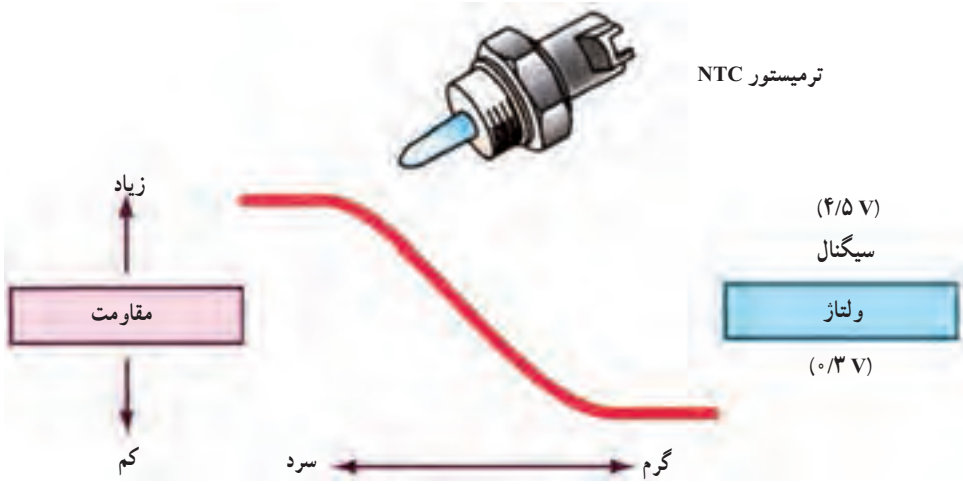
در سنسورهای درجه حرارت از دو سیم استفاده شده است. پردازشگر موتور یک ولتاژ ۵ ولتی به سیم سیگنال هر کدام از سنسورهای درجه حرارت (سنسور درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور و سنسور درجه حرارت هوای ورودی) تغذیه نموده و پردازشگر موتور افت ولتاژ در سنسور را محاسبه می‌نماید (شکل ۸۸ــ۵ و ۸۹ــ۵).

شکل ۸۸ــ۵

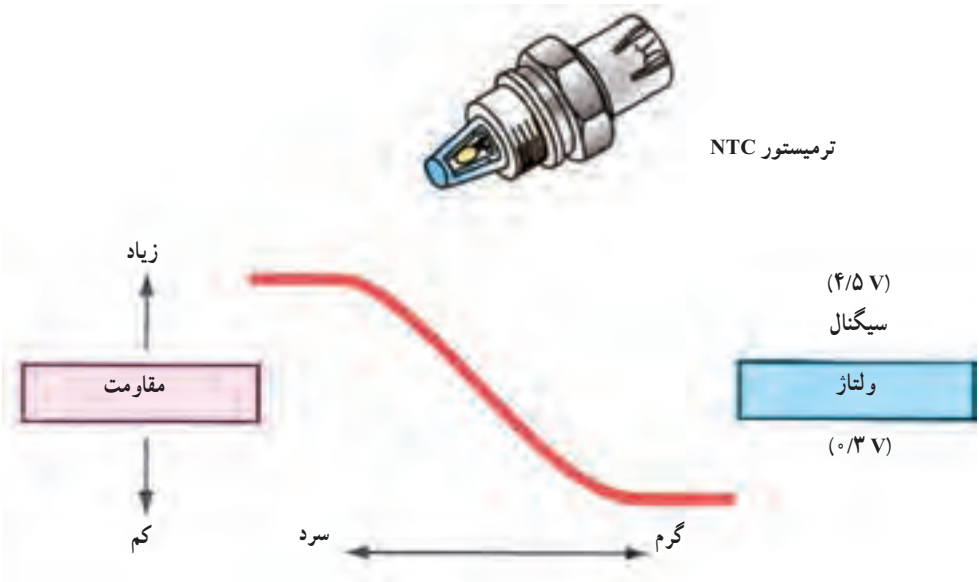


شکل ۸۹ــ۵

زمانی‌که موتور سرد است مقاومت سنسورها زیاد می‌باشد و ولتاژ در حدود ۴/۵ ولت می‌باشد و زمانی‌که موتور گرم است، مقاومت سنسور کم می‌باشد (شکل ۹۰ــ۵ و ۹۱ــ۵).



شکل ۹۰ــ۵



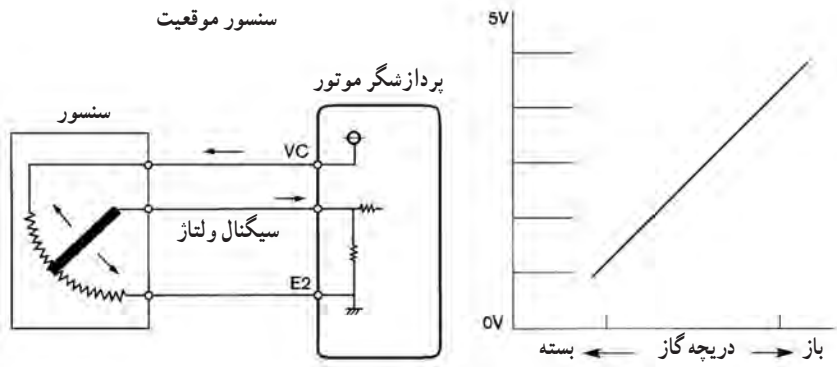
شکل ۹۱ــ۵

پردازشگر موتور از ولتاژ خروجی درجه حرارت هوای ورودی برای کنترل پاشش سوخت و کنترل تایمینگ جرقه استفاده می‌نماید و از ولتاژ خروجی درجه حرارت مایع خنک‌کاری موتور برای کنترل حجم پاشش سوخت و دور آرام و کنترل تایمینگ جرقه استفاده می‌نماید.

۴ــ۱۵ــ۵ــ سنسور موقعیت

۱ــ سنسور زاویه چرخش و موقعیت : اطلاعات موقعیت در سیستم کنترل موتور توسط سنسور موقعیت دریچه گاز (TPS)، سنسور دور موتور برای کنترل دور آرام، سنسور موقعیت سوپاپ EGR برای سیستم کنترل EGR، سنسور موقعیت میل‌لنگ (سنسور دور موتور CKP)، سنسور موقعیت میل سوپاپ (CMP) و ... تهیه می‌گردند. این سنسورها، اطلاعات وضعیت بار موتور را تهیه می‌نمایند و نقش بسیار مهمی در پاشش سوخت و تایمینگ جرقه، تنظیم دور آرام و کنترل EGR و... را دارند. و معمولاً به انواع پتانسیومتر، مقاومت مغناطیسی، اثرهال، القاء الکتریکی و روش نوری تقسیم‌بندی می‌گردند.

پتانسیومتر : پتانسیومتر از یک سیم مقاومت متغیر ساخته شده است که در شکل ۹۲ــ۵ نشان داده شده است. پتانسیومتر شامل یک ترمینال تغذیه برق، ترمینال اتصال بدنه و ترمینال سیگنال متصل به بازوی متحرک می‌باشد.



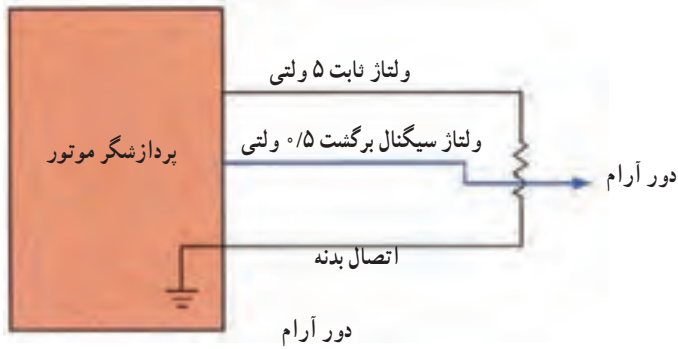
شکل ۹۲ــ۵

۲ــ سنسور موقعیت دریچه گاز[۱] **(TPS)** : سنسور موقعیت دریچه گاز روی پوسته دریچه گاز قرار می‌گیرد و مستقیماً به محور دریچه گاز متصل می‌باشد. سنسور موقعیت دریچه گاز به دو نوع تقسیم‌بندی می‌گردد.

- نوع ON/OFF
- نوع خطی

۱ــ۲ــ نوع ON/OFF

سنسور ON/OFF : در این نوع از سنسورها از سه سیم که متصل به پردازشگر موتور می‌باشد استفاده شده است. یک ولتاژ مرجع ۵ ولتی برای تغذیه استفاده شده است و همچنین دارای یک سیم سیگنال و یک سیم اتصال بدنه می‌باشد (شکل ۹۳ــ۵).



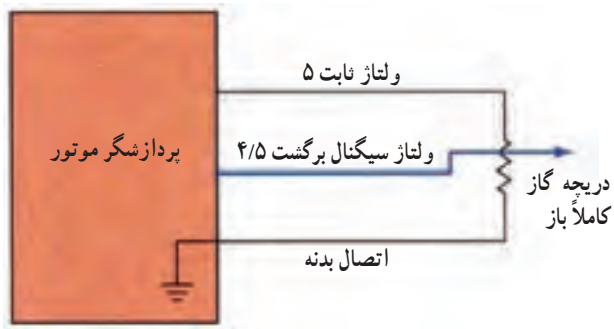
شکل ۹۳ــ۵

۱ــ Throttle Position Sensor

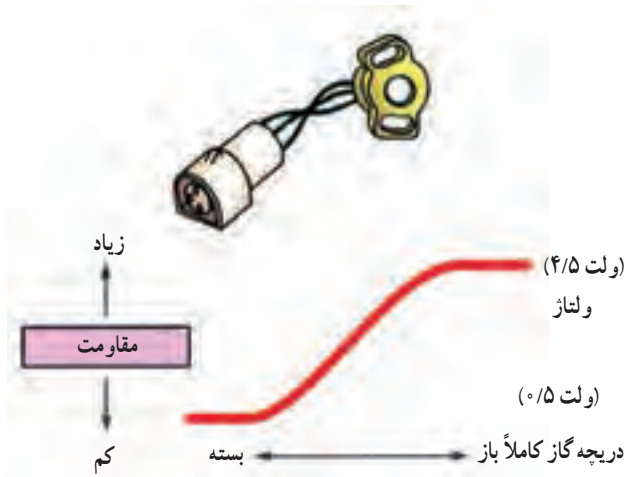
سنسور موقعیت دریچه گاز دارای یک مقاومت متغیر بوده که به شفت دریچه گاز متصل می‌باشد. یک پلاتین روی مقاومت متغیر حرکت می‌نماید.

در دور آرام ولتاژ در حدود ۰/۹ ــ ۰/۵ ولت روی سیم سیگنال می‌باشد. از روی این ولتاژ پردازشگر موتور متوجه بسته‌بودن دریچه گاز می‌گردد. در زمانی که دریچه گاز کاملاً باز است سیگنال ولتاژ در حدود ۴/۷ ــ ۳/۵ ولت می‌باشد (شکل ۹۴ــ۵).

در نوع دیگری از سنسورهای موقعیت دریچه گاز که براساس ولتاژ کار می‌نماید، در دور آرام ۰/۵ تا یک ولت و ۴/۵ ولت در زمانی که دریچه گاز کاملاً باز است ولتاژ تولید می‌گردد (شکل ۹۵ــ۵).



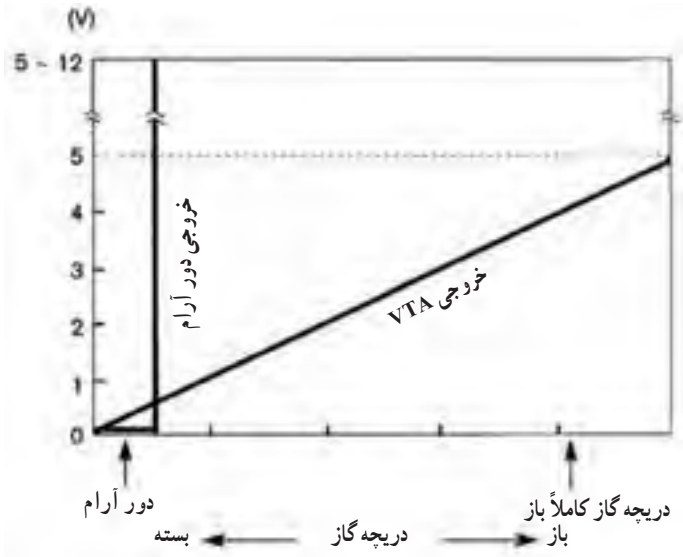
شکل ۹۴ــ۵

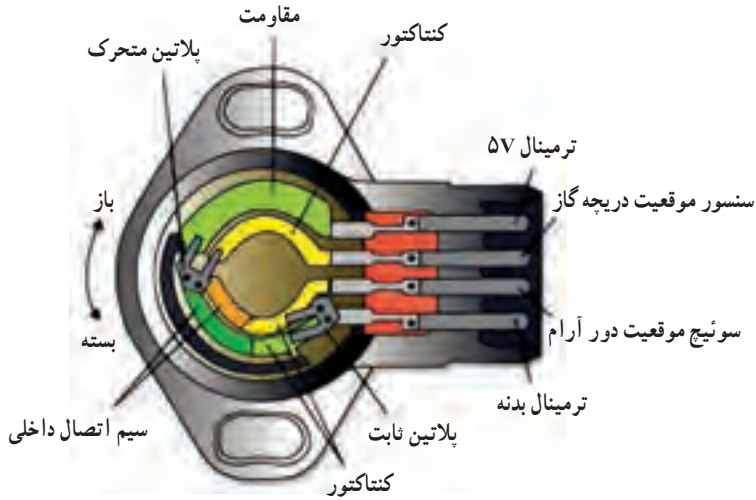


شکل ۹۵ــ۵

سنسور موقعیت دریچه گاز خطی:

در تعدادی از سنسورهای موقعیت دریچه گاز از چهار سیم استفاده شده است که یکی از آنها برای ترمینال سوئیچ موقعیت دور آرام می‌باشد. زمانی‌که دریچه گاز بسته است این سوئیچ بسته می‌باشد. در این موقعیت پردازشگر موتور صفر ولت رادر ترمینال سوئیچ موقعیت دور آرام اندازه‌گیری می‌نماید. زمانی‌که دریچه گاز باز می‌شود، این سوئیچ باز شده و ولتاژ باتری (+B) در ترمینال سوئیچ موقعیت دور آرام اندازه‌گیری می‌گردد (شکل ۹۶ــ۵).

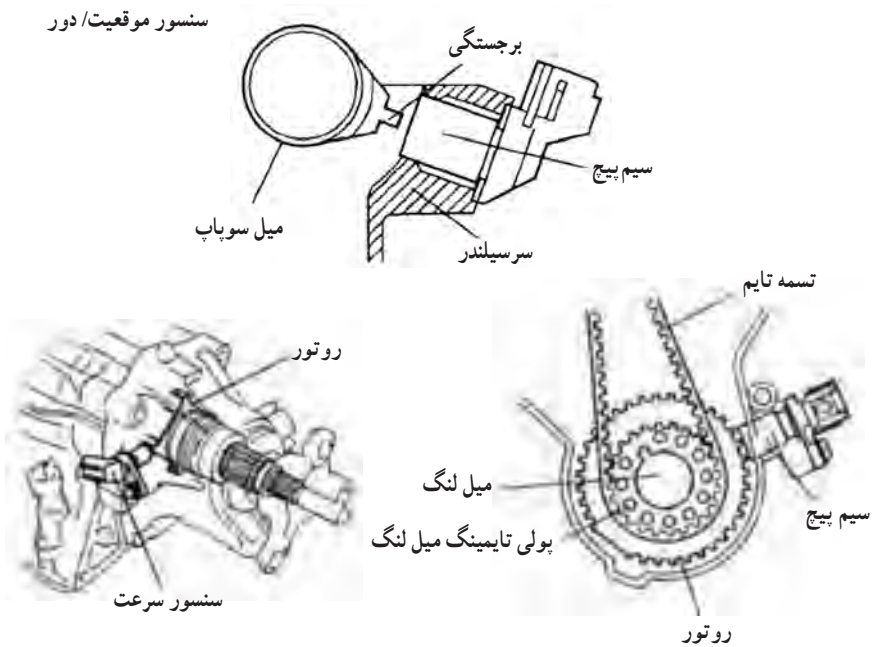




شکل ۹۶ــ۵

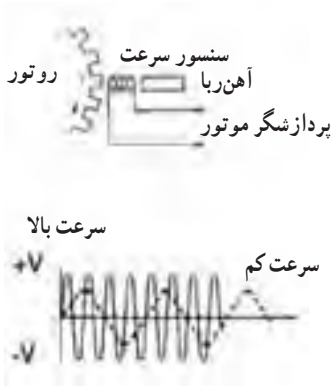
۵ــ۱۵ــ۵ــ سنسورهای دور و موقعیت : سنسورهای دور و موقعیت، اطلاعات موقعیت قطعات را برای پردازشگر موتور تهیه می‌نمایند که شامل دور قطعات و تغییرات دور قطعات می‌باشد.

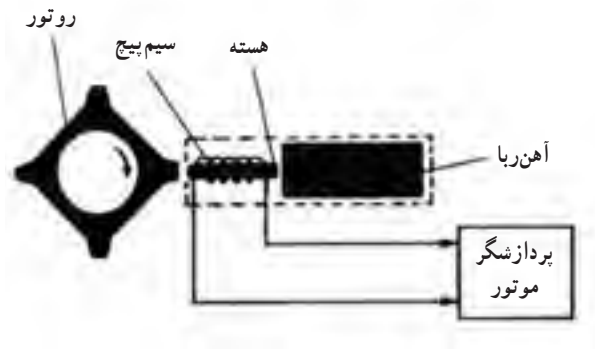
این سنسورها شامل سنسور موقعیت میل سوپاپ، سنسور دور موتور (سنسور زاویه میل‌لنگ) و نوعی از سنسور سرعت می‌باشند (شکل ۹۷ــ۵)



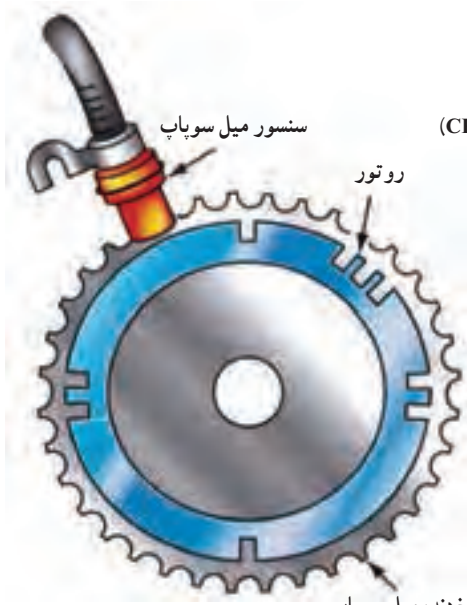
شکل ۹۷ــ۵

این نوع از سنسورها به دو نوع الکترومگنتی و اثرهال تقسیم‌بندی می‌گردند. در نوع الکترومگنتی که شامل یک آهن‌ربای دائمی، صفحه و یک سیم‌پیچ می‌باشد. این سنسورها نزدیک یک چرخ دندانه‌دار بسته می‌شوند. (به‌عنوان مثال روی پولی سر میل‌لنگ یا روی فلایویل). زمانی‌که چرخ دندانه‌دار حرکت می‌نماید. یک پالس ولتاژ AC در سیم‌پیچ تشکیل می‌گردد. هر دندانه یک پالس تولید می‌نماید. هرچه چرخ دندانه سریع‌تر چرخش نماید تعداد پالس‌های بیشتری تولید می‌گردد. پردازشگر موتور سرعت قطعات را با استفاده از شمارش تعداد پالس‌های تولید شده محاسبه می‌نماید. در این نوع از سنسورها پالس سینوسی تولید می‌گردد (شکل ۹۸ــ۵، ۱ــ۹۹ــ۵، ۲ــ۹۹ــ۵).

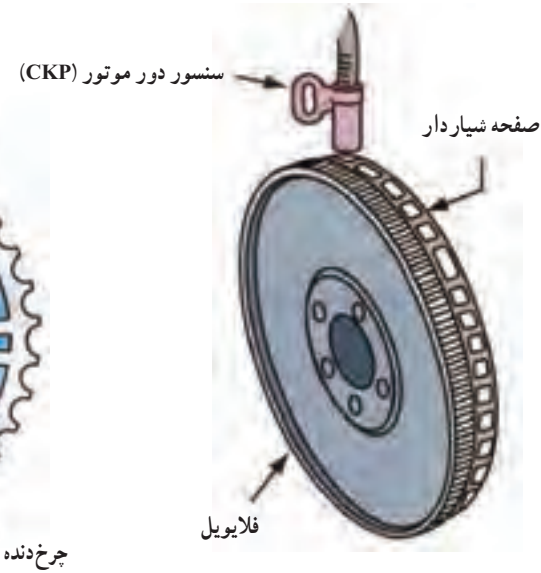




شکل ۹۸ــ۵



شکل ۲ــ۹۹ــ۵



شکل ۱ــ۹۹ــ۵

امروزه از سنسور اثرهال[1] برای سنسور دور موتور، سنسور موقعیت میل سوپاپ و سنسور سرعت خودرو استفاده می‌نمایند (شکل ۱۰۰ــ۵).

۱ــ Hall Sensor