

مفاهیم و اصول کلی مولد قدرت

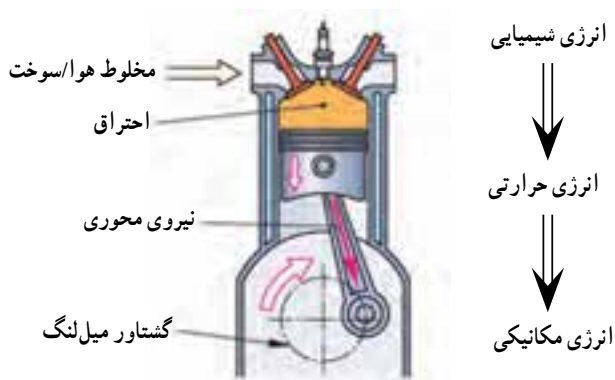
هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- ۱- تبدیل انرژی را توضیح دهد.
- ۲- آزاد شدن گرما در حجم ثابت را توضیح دهد.
- ۳- آزاد شدن گرما در فشار ثابت را توضیح دهد.
- ۴- سیکل‌های دوگانه را توضیح دهد.
- ۵- اصول کار موتورهای پیستونی را توضیح دهد.
- ۶- گروه‌بندی خودرو را نام ببرد.
- ۷- گروه تولید قدرت را توضیح دهد.
- ۸- گروه انتقال قدرت را توضیح دهد.
- ۹- گروه فنربندی و تعلیق را توضیح دهد.
- ۱۰- گروه چرخ‌بندی و ترمزها را توضیح دهد.
- ۱۱- گروه بدنه و اتاق و شاسی را توضیح دهد.
- ۱۲- گروه فرمان را توضیح دهد.
- ۱۳- گروه مدارهای الکتریکی را توضیح دهد.
- ۱۴- اجزاء و متعلقات موتور را نام ببرد.
- ۱۵- اجزاء و متعلقات موتور را تعریف کند.
- ۱۶- اصطلاحات فنی را تعریف کند.

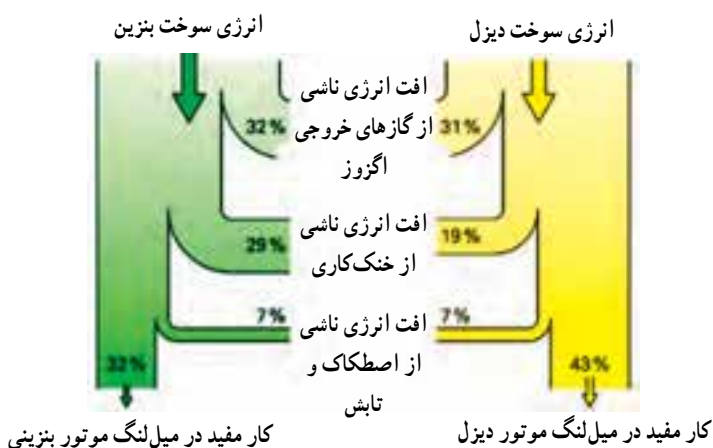
۱-۱- تبدیل انرژی

موتور احتراق داخلی، ماشینی است که در آن انرژی شیمیایی سوخت به انرژی حرارتی و انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود (شکل ۱-۱). به عبارت دیگر دو مرحله تبدیل انرژی در آن

صورت می‌گیرد. در این فرآیند تنها بخشی از انرژی شیمیایی سوخت (انرژی اولیه) که به حرارت تبدیل می‌شود منجر به کار مفید و تولید قدرت می‌گردد. بخش عمده این انرژی سبب غلبه بر افت اصطکاکی قطعات و بخش‌های مختلف موتور می‌گردد. به‌طور مثال غلبه بر افت اصطکاک بین یاتاقان‌های ثابت و متحرک میل‌لنگ و یا غلبه بر اصطکاک بین رینگ‌های پیستون و دیواره سیلندر. بخش دیگری از این انرژی صرف کار پمپ آب جهت به‌گردش در آوردن آب رادیاتور و در تابستان کار کمپرسور جهت تولید هوای خنک برای آسایش سرنشینان می‌شود. بخش زیادی از انرژی حرارتی نیز از آگروز موتور به محیط بیرون خارج می‌گردد. در شکل ۱-۲ میزان تقریبی سهم بخش‌های مختلف موتور از انرژی حرارتی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- فرآیند تبدیل انرژی در یک موتور احتراق داخلی



شکل ۱-۲- سهم بخش‌های مختلف موتور از انرژی سوخت ورودی به موتور

۲-۱- ترمودینامیک موتور

۲-۱-۱- آزاد شدن گرما در حجم ثابت: سیکلی که در آن گرما در حجم ثابت آزاد می‌شود سیکل اتو نامیده می‌شود. در این تحلیل فرض می‌شود احتراق به قدری سریع رخ داده که پیستون در حین احتراق حرکتی نکرده است. به زبان دیگر در این سیکل فرض می‌شود احتراق در حجم ثابت رخ داده است. در این حالت احتراق با یک جرعه شروع می‌شود، به همین دلیل موتوری که بر مبنای سیکل اتو کار می‌کند، موتور اشتعال جرعه‌ای نام گرفته است. سیکل اتو یک فرآیند چهارزمانه است و از مراحل تنفس، تراکم، انبساط و تخلیه تشکیل شده است. بنابراین در این گونه موتورها یک سیکل کامل در دو دور موتور انجام می‌شود.

سیکل اتو پس از اختراع موتور چهارزمانه توسط نیکلاس اتو در سال ۱۸۷۶ به اسم او نام گرفت. اتو به عنوان مخترع موتورهای احتراق داخلی مدرن و نیز پایه‌گذار صنایع موتورسازی معروف است. موتور چهارزمانه‌ای که اتو برای اولین بار تولید نمود دارای توان (۲hp) ۱/۵kW در سرعت موتور ۱۶۰rpm بود.

۲-۲-۱- آزاد شدن گرما در فشار ثابت: این نوع سیکل به سیکل دیزل معروف است و به منظور شبیه‌سازی موتورهای استفاده می‌شود که با کنترل احتراق در آن، ابتدای مرحله انبساط به شکل فشار ثابت صورت گیرد. موتورهای مبتنی بر سیکل دیزل، موتورهای اشتعال تراکمی نیز نامیده می‌شوند.

سیکل مذکور پس از اختراع موتوری با قابلیت پاشش مستقیم سوخت مایع به محفظه احتراق توسط رادلف دیزل در سال ۱۸۹۷ به نام سیکل دیزل نام گرفت.

نسبت تراکم در موتورهای دیزل نسبت به موتورهای اشتعال جرعه‌ای بیشتر است. این نسبت در موتورهای دیزل در حدود ۱۵ الی ۲۰ می‌باشد. این نسبت تراکم باعث می‌شود دمای دیواره‌های سیلندر به اندازه‌ای باشد که موجبات خود اشتعالی مخلوط سوخت و هوا را فراهم آورد. مدت مرحله احتراق به وسیله زمان پاشش و نیز نحوه اختلاط افسانه سوخت کنترل می‌شود.

۲-۲-۳- سیکل‌های دوگانه: عملکرد موتورهای اشتعال تراکمی امروزی به هیچ‌یک از

سیکل‌های فشار ثابت و حجم ثابت شباهتی ندارد، بلکه در وضعیتی میان آن دو کار می‌کند که در آن بخشی از حرارت به صورت حجم ثابت و بخش دیگر آن به صورت فشار ثابت آزاد خواهد شد. سیکل دوگانه، سیکل گازی است که به منظور مدل‌سازی دقیق موتورهای که در آن احتراق کندتر از حالت حجم ثابت ولی تندتر از حالت فشار ثابت رخ می‌دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از سیکل‌های دوگانه همچنین می‌توان روابط جبری برای پارامترهای کارآیی موتور نظیر بازده حرارتی پیشنهاد داد. پخش آزاد شدن گرما در دو گونه مختلف حجم ثابت و فشار ثابت از جمله مسائلی است که طراح موتور می‌تواند آن را با استفاده از نوع سوخت، نوع سیستم تزریق سوخت و هندسه موتور تحت کنترل قرار دهد. با استفاده از کنترل نحوه آزاد شدن گرما می‌توان فشار بیشینه سیلندر را محدود نمود. به همین دلیل سیکل دوگانه را سیکل فشار محدود نیز می‌نامند.

۳-۱- اصول کار موتورهای پیستونی

در موتورهای پیستونی، انرژی شیمیایی سوخت پس از احتراق که ناشی از جرقه شمع (در موتورهای اشتعال جرقه‌ای) عموماً در موتورهای بنزینی و یا انفجار مخلوط (در موتورهای اشتعال تراکمی) عموماً در موتورهای دیزل صورت می‌گیرد، به واسطه فشار تولید شده، سبب حرکت پیستون می‌گردد. حرکت رفت و برگشتی پیستون سبب انتقال قدرت به میل لنگ و در نهایت به چرخ‌ها می‌گردد. در فصل‌های بعدی شرح کاملی از عملکرد موتورهای پیستونی ارائه خواهد شد.

موتورهای احتراقی به سه دسته تقسیم می‌شوند: احتراق در حجم ثابت (بنزینی)، احتراق در فشار ثابت (دیزلی) و احتراق پیوسته (توربینی). در جدول زیر مشخصات این نوع از موتورها، نحوه عملکرد، نمونه‌های موجود و موارد مصرف آن‌ها ذکر شده است.

جدول ۱-۱- مشخصات انواع موتورهای احتراق داخلی

مشخصات	موتورهای انفجاری با سیکل حجم ثابت (بنزینی)	موتورهای احتراقی با سیکل فشار ثابت (سوخت سنگین)	موتورهای احتراق پیوسته (توربینی)
زمان کار	دو و چهار زمانه	دو و چهار زمانه	پایا (دایم)
سوخت‌رسانی	کاربراتوری - انژکتوری	انژکتوری	انژکتوری
نوع سوخت	بنزین - الکل - گاز	گازوئیل و مازوت	نفت سفید

نام سیکل	اتو	دیزل	توربینی
نحوه اشتعال گاز	به وسیله جرقه شمع (دستگاه آتش زنه)	خودبه خود (به وسیله گرمای تراکم)	ابتدا با جرقه شمع و سپس به طور خودبه خود
انواع موتورهای ساخته شده	بیستونی - روتوری	دیزل - نیم دیزل	عکس العملی و تور بوشافت
مورد مصرف	در اتومبیل های سواری در کاربری های سبک	خودروهای سواری و سنگین خودروهای دریایی ماشین های کشاورزی موتورهای ثابت و غیره	هواپیماها ترن ها

۴-۱- گروه بندی خودرو

خودرو، مجموعه ای از قطعات طراحی شده مختلف می باشد که با نظم خاص و در ارتباط با یکدیگر، طوری کنار هم قرار گرفته اند که هدف مورد نظر را تأمین نمایند. بنابراین وقتی به شکل ظاهری آن نگاه می کنیم فقط تعدادی قطعات فلزی ثابت و متحرک مانند لوله ها و بست ها و قطعات متحرک لاستیکی و فلزی و غیره، نظر ما را جلب می کند.

به طور متوسط ۱۳۰۰۰ قطعه مختلف در یک اتومبیل معمولی وجود دارد که حدوداً ۱۵۰۰ قطعه آن متحرک، با شرایط خاص و با تolerانس خیلی کم که به ۰/۱ میلی متر یا حتی کمتر نیز می رسد با یکدیگر کار می کنند. بیش از پنجاه ماده مختلف، از فولاد و فلزات رنگین گرفته تا مقوا و نایلون و غیره در یک خودرو به کار گرفته شده است. قسمت های مختلف یک خودرو را می توان به هفت گروه اصلی تقسیم بندی کرد.

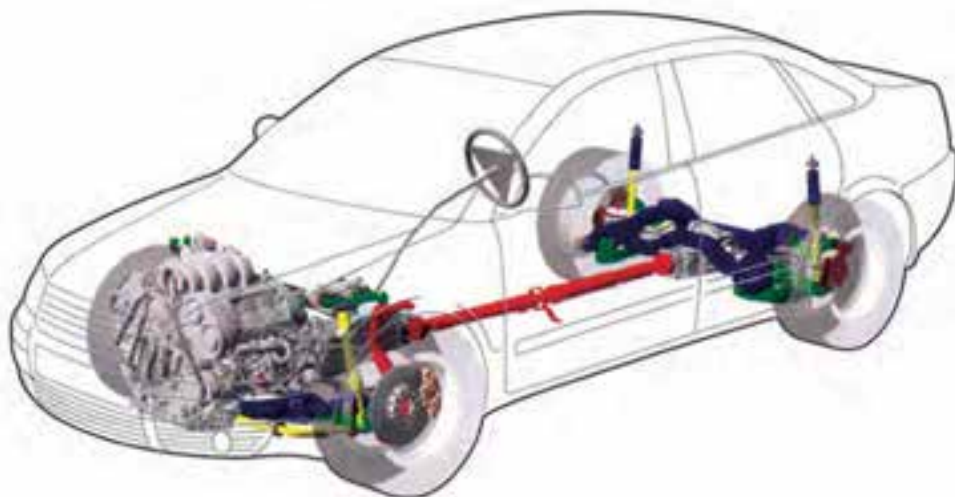
۴-۱-۱- گروه تولید قدرت (موتور): در این واحد که انرژی شیمیایی بنزین، به انرژی مکانیکی تبدیل می شود، حرارت ناشی از سوختن هیدروکربورها به بالاتر از 700°C می رسد که به علت بازده مفید سیستم، حدود ۴ حرارت تولید شده به انرژی مکانیکی تبدیل می شود و بقیه به صورت انتقال حرارت به محیط، گرم کردن آب و خروج گازهای حاصل از احتراق از آگزوز، تلف می شود. در یک موتور حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ قطعه متحرک وجود دارد که نیاز به روغن کاری دارند تا بتوانند به درستی وظیفه خود را انجام دهند.



شکل ۱-۳- نمای برش خورده سیستم تولید قدرت (موتور)

۲-۴-۱- گروه انتقال قدرت : این مجموعه، وظیفه دارد قدرت موتور را به چرخ‌ها انتقال دهد، که شامل قسمت‌های زیر است (شکل ۱-۴) :

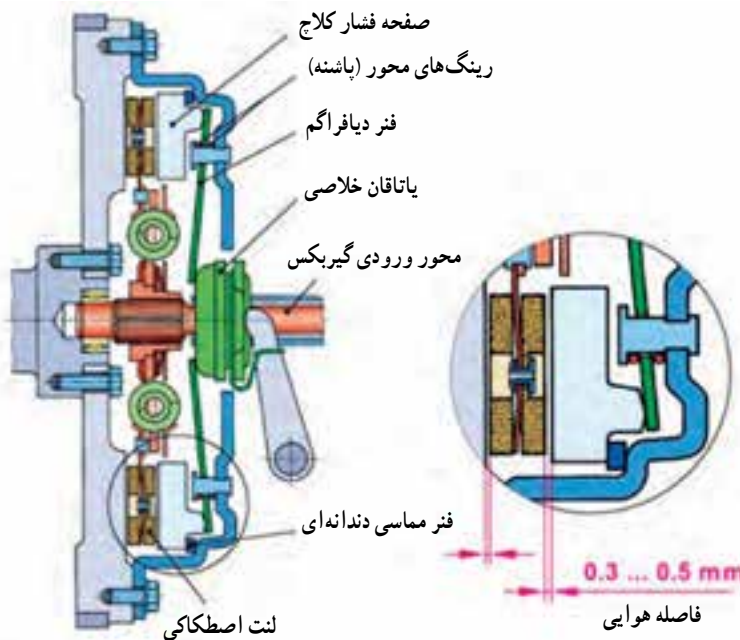
الف) جعبه دنده یا مبدل گشتاور و سرعت، که با ثابت بودن قدرت، سرعت دلخواه را در موقعی که مقاومت جاژه اندک است و یا گشتاور دلخواه را در موقعی که مقاومت مسیر حرکت زیاد است،



شکل ۱-۴- سیستم انتقال قدرت در یک خودرو

فراهم می‌کند.

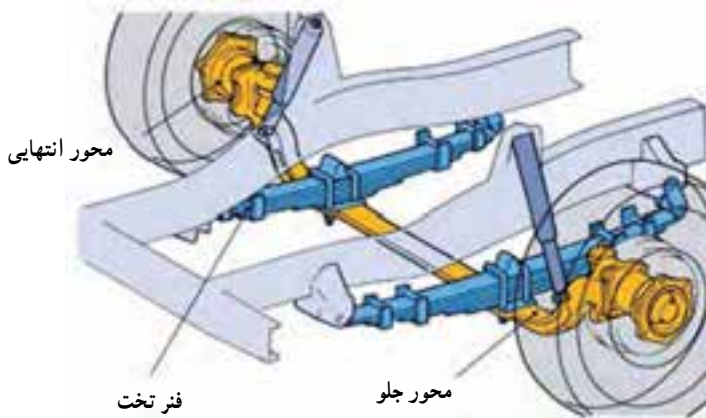
ب) کلاچ، که عامل قطع و وصل قدرت است و امکان تعویض دنده را فراهم می‌کند. باید دانست که برای حرکت در شهرهای بزرگ به ازای پیمودن هر یک صد کیلومتر مسافت، بیش از ۷۰۰ بار عمل تعویض دنده یا گرفتن کلاچ، انجام می‌شود (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱- گروه انتقال قدرت (قسمت کلاچ)

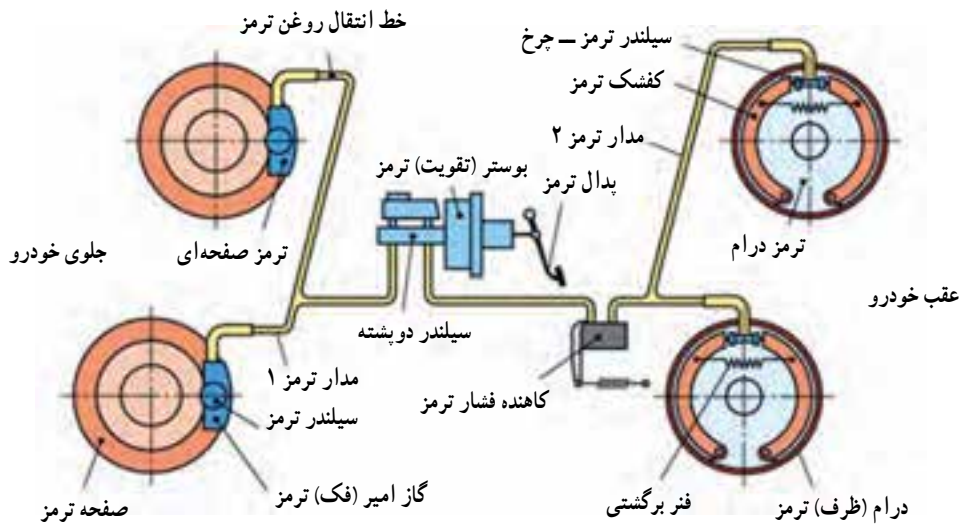
۳-۴-۱- گروه فنربندی و تعلیق: در اتومبیل‌های جدید، دستگاه فنربندی و تعلیق در هر دقیقه بیش از ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ بار نوسان می‌کنند تا اتاق و شاسی، سرنشینان را در معرض ضربه‌های ناشی از ناهمواری‌های جاده قرار ندهد و آسایش سرنشینان خودرو را فراهم کند و تسلط راننده بر خودرو نیز افزایش یابد (شکل ۶-۱).

۴-۴-۱- گروه چرخ بندی و ترمزها: به‌طور متوسط در هر ۹۰۰۰۰ کیلومتر مسافت پیموده شده یا هر شش سال کار خودروها، هر چرخ ۹۵ میلیون بار چرخش می‌کند.



شکل ۱-۶- فنربندی و تعلیق

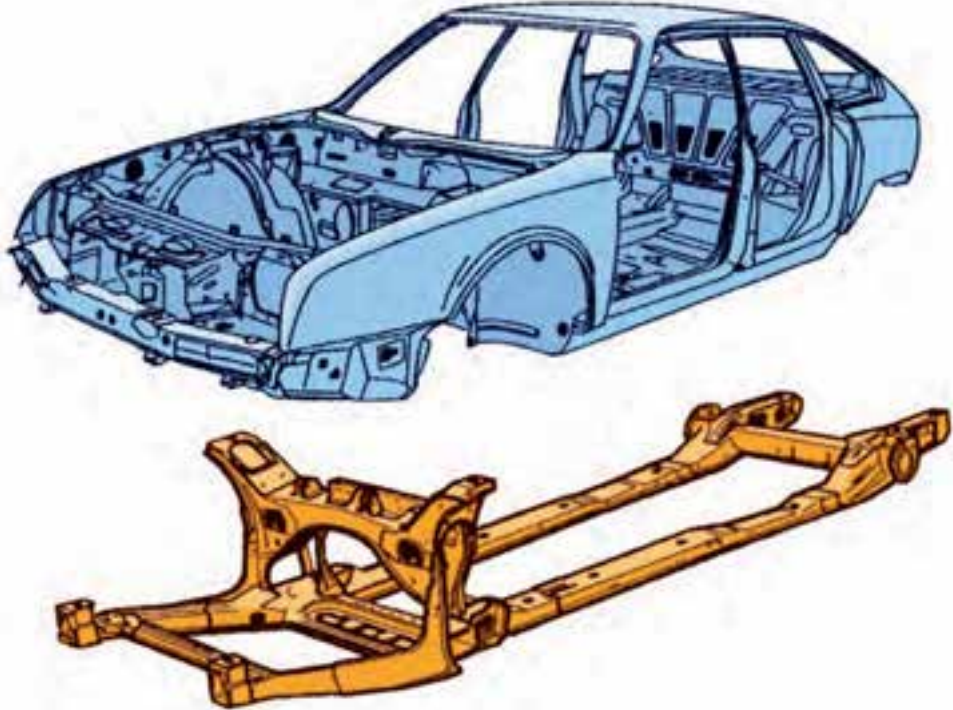
هر بار که سیستم ترمز نیرو صرف می‌کند تا یک اتومبیل با سرعت 90 کیلومتر در ساعت را متوقف نماید بر اثر اصطکاک، گرمایی تلف می‌شود که می‌تواند یک لیتر آب را به جوش آورد (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷- چرخ بندی و ترمز

۱-۴-۵ گروه بدنه، اتاق و شاسی : بدنه اتومبیل‌های جدید طوری ساخته می‌شود که بتواند کلیه قطعات دیگر را نگهداری کند. در بدنه اتومبیل‌های متوسط حدود 40 متر مربع ورق

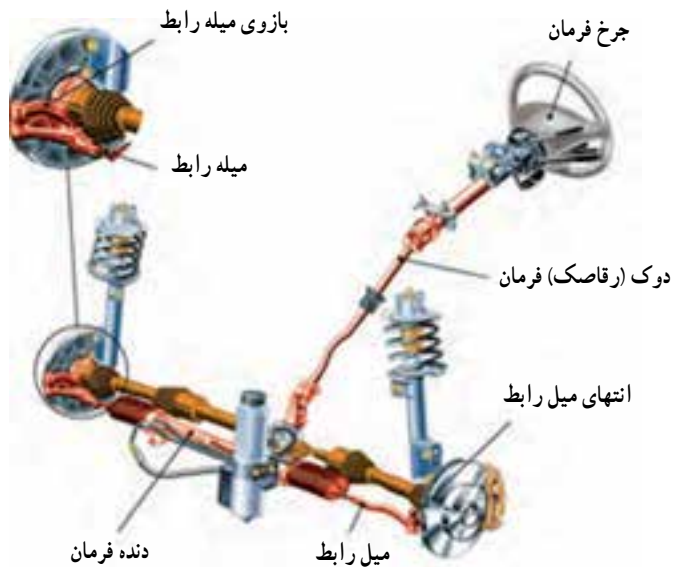
فولادی با ضخامت‌های ۰/۴ تا ۱/۲ میلی‌متر به کار می‌رود تا بتواند تنش‌های مختلف را به خوبی تحمل کند (شکل ۱-۸).



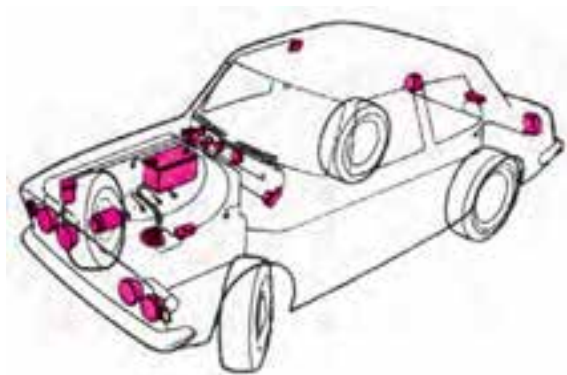
شکل ۱-۸- گروه اتاق و شاسی

۱-۴-۶ گروه فرمان: نیروی متوسطی که لازم است تا بتوان اتومبیلی را در یک پیچ معمولی هدایت کرد، بین ۵ تا ۱۰ کیلوگرم می‌باشد ولی سیستم‌های جدید فرمان، این نیرو را به حدود ۳۰ گرم تقلیل می‌دهند (شکل ۱-۹).

۱-۴-۷ گروه مدارات الکتریکی: از باطری‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ ولتی برای راه اندازی و روشن کردن موتور استفاده می‌شود. سیستم جرقه زنی، ولتاژ باطری را تا ۳۰۰۰۰ ولت افزایش داده، برای جرقه زنی موتور آماده می‌کند. در این گروه همچنین چراغ‌های روشنایی و علائم، برف پاک‌کن‌ها، بخاری و دیگر وسایل الکتریکی نصب شده است (شکل ۱-۱۰).



شکل ۹-۱- سیستم فرمان



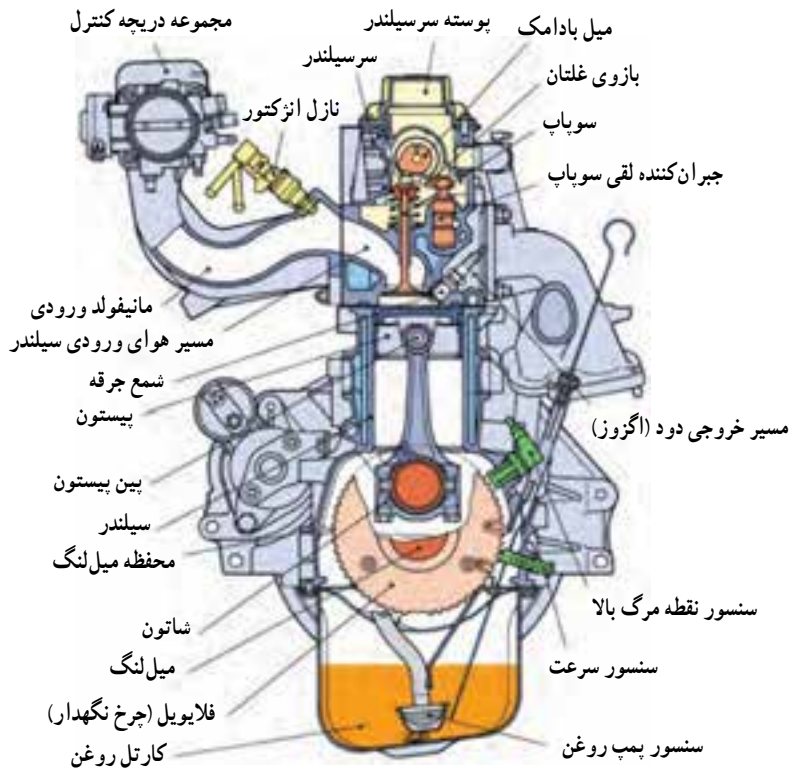
شکل ۱۰-۱- سیستم برق رسانی (الکتریکی)

۱-۵- اجزا و متعلقات موتور

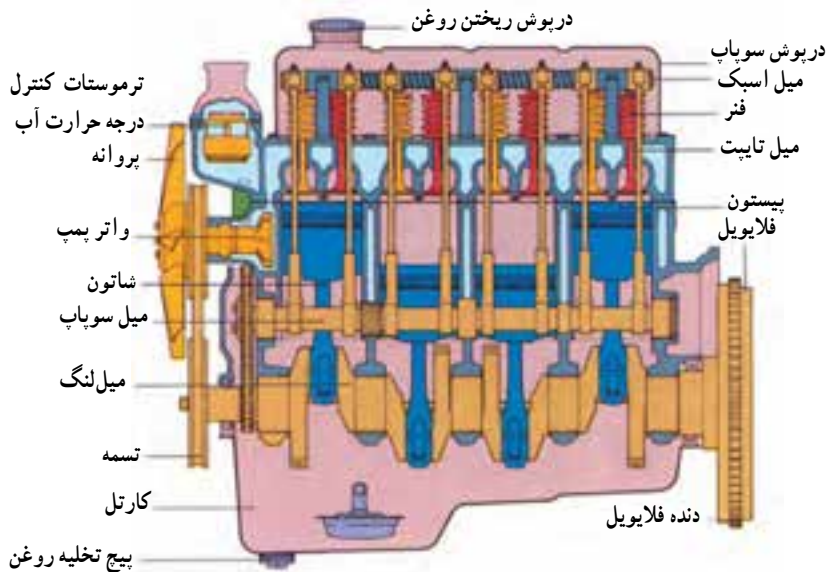
● **سرسیلندر:** قطعه‌ای است که به عنوان درپوش در بالای بدنه سیلندر بسته می‌شود تا محافظه احتراق را به وجود آورد. معمولاً در روی سرسیلندر، جای شمع، جای سوپاپ و غیره قرار دارد.

- **راهنمای سوپاپ :** استوانه‌ای که سوپاپ در آن حرکت کرده، به علت داشتن لقی مجاز، حرکت سوپاپ را کنترل می‌کند.
- **مانیفولد :** لوله‌های انتقال دهنده‌ای است که سوخت را به موتور وارد یا دوده‌های حاصل از احتراق را به فضای آزاد هدایت می‌کند.
- **سیلندر :** استوانه‌ای است توخالی که از بالا به وسیله سر سیلندر مسدود شده و از طرف پایین با حرکت پیستون حجم آن مرتباً تغییر می‌کند.
- **سوپاپ :** قطعه فلزی است قارچی شکل، که در روی درچه‌های ورودی و خروجی سرسیلندر قرار گرفته است و در زمان‌های کار موتور، با باز و بسته شدن خود، ایجاد جرقه می‌نماید و مخلوط متراکم شده سوخت را منفجر می‌کند.
- **فتر سوپاپ :** وسیله‌ای است که در موارد لزوم سوپاپ را می‌بندد.
- **اسبک :** وسیله‌ای است که در موارد لزوم سوپاپ را باز می‌کند.
- **شمع :** وسیله‌ای است متشکل از دو الکترود و بدنه سرامیکی که بر اثر ولتاژ زیاد ایجاد شده به وسیله ترانس (کوئل) در زمان مناسب طراچی شده، ایجاد جرقه می‌نماید و مخلوط متراکم شده سوخت را منفجر می‌کند.
- **پیستون :** قطعه استوانه شکلی است که در داخل سیلندر حرکت رفت و برگشتی دارد و زمان‌های موتور را به وجود می‌آورد. ضمناً نیروهای تراکمی و انبساط ناشی از احتراق را تحمل می‌کند.
- **شاتون :** اهرمی است که به پیستون و میل لنگ متصل بوده، باعث تبدیل شدن نیروی خطی پیستون به نیروی چرخشی میل لنگ (گشتاور) می‌گردد.
- **میل لنگ :** محوری است که کار انجام شده در روی پیستون را به صورت گشتاور و دور، به سیستم انتقال قدرت ارسال می‌کند.
- **راهگاه آب :** محفظه‌های عبور آب در اطراف سیلندر و سرسیلندر می‌باشد که آب در آن گردش کرده، گرمای بیش از اندازه موتور را به رادیاتور انتقال می‌دهد.
- **دلکو :** دستگاهی است که برق فشارقوی را در زمان لازم بین شمع‌ها تقسیم می‌کند.
- **پمپ روغن :** دستگاهی است که روغن را با فشار معین به قسمت‌های متحرک موتور می‌رساند.
- **فیلتر روغن :** وسیله‌ای است که ناخالصی‌های شناور در روغن را جذب می‌کند.

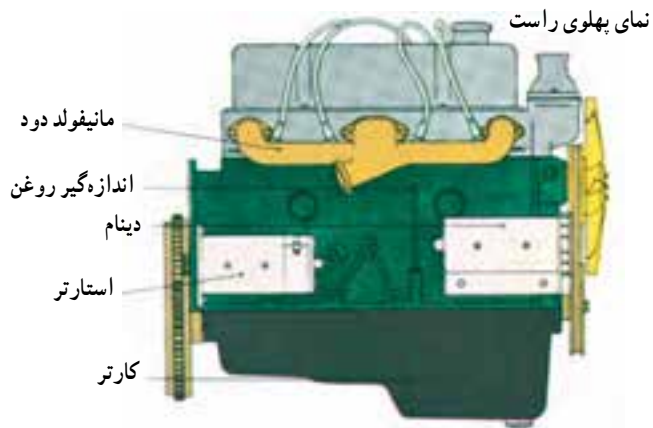
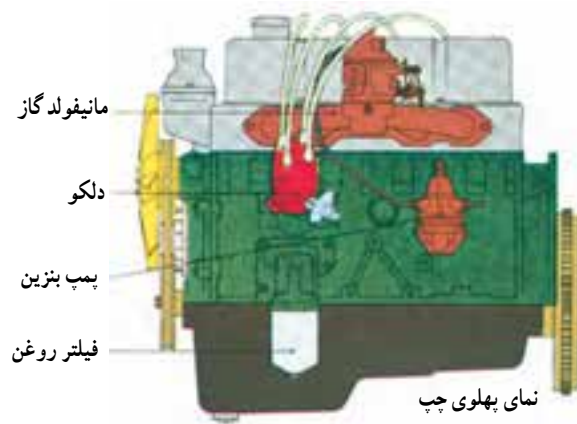
- **تاییت** : استوانه‌ای است که در زیر ساق سوپاپ و یا میل تاییت قرار دارد و سوپاپ را از محل نشست خود بلند می‌کند و حرکت خود را از بادامک میل سوپاپ می‌گیرد.
- **میل سوپاپ** : محوری است که حرکت خود را از میل لنگ می‌گیرد و دارای بادامک‌هایی است که به تاییت‌ها حرکت رفت و برگشتی می‌دهد. به‌علاوه استوانه خارج از مرکزی دارد که پمپ بنزین را به‌کار می‌اندازد و نیز دارای چرخ دنده محرک اوایل پمپ و دلکو می‌باشد.
- **بادامک** : قطعه‌ای است بادام شکل که در روی محور میل سوپاپ ساخته شده و حرکت دورانی محور را به حرکت خطی قطعه دیگری که با آن درگیر است، میسر می‌کند.
- **فلاویل (چرخ طیار)** : قطعه نسبتاً سنگینی است که به انتهای میل لنگ بسته شده که جهت ذخیره انرژی تولید شده در موتور و باز پس دهی آن در زمان مورد نیاز به‌کار می‌رود.
- **کاربراتور** : دستگاهی است که در آن سوخت موتور با نسبت معینی و در شرایط مختلف کارکرد موتور، آماده می‌شود.
- **ترموستات** : دستگاهی است که در مدار خروجی آب موتور قرار گرفته، درجه حرارت آب را کنترل و در حد معینی ثابت نگاه می‌دارد.
- **واتر پمپ** : دستگاهی است که آب را بین موتور و رادیاتور به گردش درمی‌آورد.
- **موتور استارت** : دستگاه الکتریکی است که برای راه اندازی موتور به‌کار می‌رود.
- **میله اندازه‌گیر روغن** : وسیله‌ای است که سطح روغن را در کارتیل به‌وسیله آن مشاهده می‌کنند.
- **وایرهای فشارقوی** : وسیله‌ای هستند که برق فشارقوی را از کویل به دلکو و به سرشمع‌ها می‌رسانند.
- **پمپ بنزین** : دستگاهی است که بنزین را از باک به کاربراتور انتقال می‌دهد.
- **دینام** : دستگاهی است که برق مورد لزوم خودرو را تأمین می‌کند.
- **پروانه** : قطعه‌ای است که هوای محیط خارج را از بالای پره‌های رادیاتور مکیده، آب را خنک می‌کند.



شکل ۱-۱۱- ساختمان داخلی موتور و اجزای آن از نمای روبرو



شکل ۱-۱۲- ساختمان داخلی موتور و اجزای آن از نمای جانبی



شکل ۱۳-۱- موتور در نماهای مختلف

۶-۱- اصطلاحات فنی

● **سیکل (چرخه):** عبارتست از یک دوره کامل که حجم مشخصی سوخت وارد سیلندر شده و پس از احتراق از آن خارج می‌شود. با توجه به اینکه این عمل مدام تکرار می‌شود فرایند مذکور سیکل احتراقی نامیده می‌شود. به عبارت دیگر مجموعه چهار زمان کامل موتور است که از مکش، تراکم، قدرت و تخلیه تشکیل می‌گردد.

● **نقطه مرگ پایین (Bottom Dead Center) BDC:** در مسیر حرکت پیستون پایین‌ترین نقطه بوده، در آنجا سرعت پیستون صفر می‌باشد و تغییر جهت حرکت می‌دهد.

● **نقطه مرگ بالا (Top Dead Center) TDC:** در مسیر حرکت پیستون، بالاترین نقطه است که در آنجا سرعت پیستون صفر شده، تغییر جهت حرکت می‌دهد.

● **کورس پیستون:** فاصله بین مرگ بالا و پایین، کورس یا طول جابه‌جایی پیستون می‌گویند.

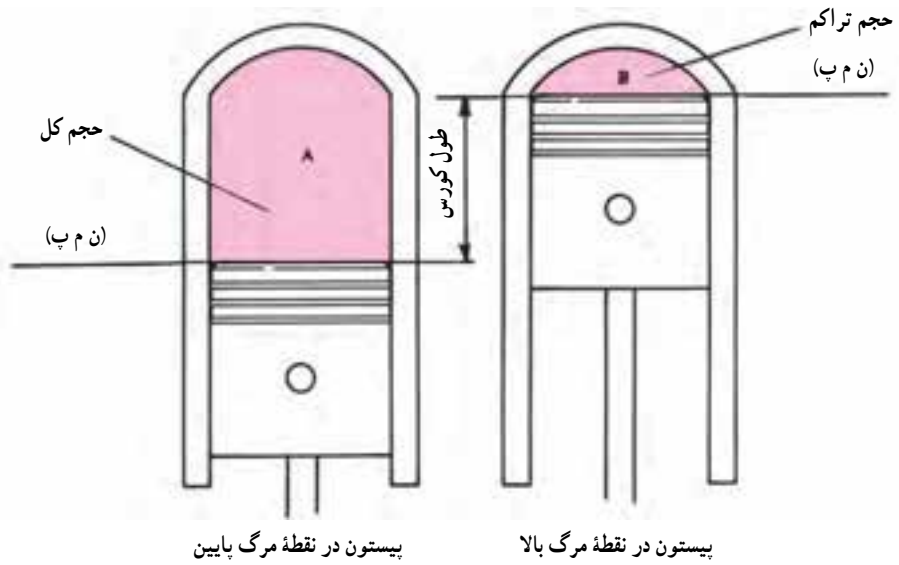
● **حجم جابه‌جایی:** حجم جابه‌جایی موتور فضایی است که بین دو نقطه مرگ بالا و پایین محدود می‌شود. پیستون در این فضا حرکت رفت و برگشتی دارد.

● **حجم تراکم:** حجم تراکم به فضایی که بین پیستون و سرسیلندر - وقتی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد - گفته می‌شود (شکل ۱-۲۲).

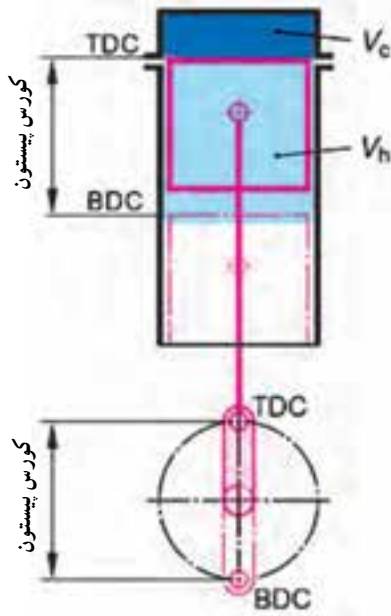
● **حجم کل یک سیلندر:** عبارتست از مجموع حجم جابه‌جایی و حجم تراکم.

● **حجم جابه‌جایی کل موتور:** حاصل ضرب تعداد سیلندر در حجم جابه‌جایی یک سیلندر را حجم جابه‌جایی موتور گویند. حجم جابه‌جایی کل موتور را به صورت لیتر یا سانتی متر مکعب در کاتالوگ‌های فنی و همچنین در روی بدنه اتاق خودرو مشخص می‌کنند.

● **نسبت تراکم:** نسبت حجم کل به حجم تراکم یک سیلندر را نسبت تراکم گویند.



شکل ۱۴-۱- نسبت تراکم موتور برابر است با : $\frac{\text{حجم A}}{\text{حجم B}}$



شکل ۱۵-۱- طول کورس (جابه جایی) پيستون

سوالات

- فرآیند تبدیل انرژی در یک موتور احتراق داخلی را شرح دهید.
- سهم بخش‌های مختلف موتور از انرژی سوخت ورودی به موتور چگونه است.
- هفت گروه مختلف خودرو را نام ببرید.
- وظیفه گروه تولید قدرت را تشریح کنید.
- وظیفه گروه انتقال قدرت را شرح دهید.
- انواع موتور را از نظر نوع احتراق نام ببرید.
- نسبت تراکم موتور را با ذکر رابطه بیان کنید.