

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# دانش فنی پایه

رشته مکانیک خودرو  
گروه مکانیک  
شاخه فنی و حرفه ای  
پایه دهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: دانش فنی پایه (رشته مکانیک خودرو) - ۲۱۰۴۸۹
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: امیربهداد بهادران، علی مکی‌نیری، صیاد نصیری، داود توانا، بهروز خطیبی، ولی‌الله رفیعی و علیرضا عالمی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: مهدی اسماعیلی، امیربهداد بهادران، علی مکی‌نیری، داود توانا، بهروز خطیبی و ولی‌الله رفیعی (اعضای گروه تألیف) - صیاد نصیری (ویراستار فنی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - سیدعلی موسوی (طراح گرافیک و طراح جلد) - جهانگیر سرزراع (صفحه‌آرا) - مریم دهقان‌زاده (رسم)
- ناشر: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)  
تلفن: ۹-۱۶۱ ۸۸۸۳۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶ ۸۸۳، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- چاپخانه: وب سایت: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- سال انتشار و نوبت چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپ نهم ۱۴۰۳: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی (قُدَسِ سِرُّهٔ)

۷.....	یودمان ۱: معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات موفقیت
۲۹.....	یودمان ۲: ایمنی و بهداشت کاربرد
۴۳.....	یودمان ۳: کاربرد مواد در خودرو
۸۱.....	یودمان ۴: اصول و مبانی کاربردی در خودرو
۱۱۳.....	یودمان ۵: مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل
۱۳۸.....	منابع

## سخنی با هنر آموزان گرامی

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینه ارتقای وجودی خویش را مهیا و امکان کسب روزی حلال و پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می‌آورد. آموزش فناوری، کار و مهارت‌آموزی، باعث پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری، مشارکت در زندگی اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر، افزایش درآمد و توسعه‌یافتگی خواهد شد. برای رسیدن به این مهم، برنامه‌ریزی درسی حوزه دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخه فنی و حرفه‌ای شامل دروس آموزش عمومی، دروس شایستگی‌های غیرفنی و شایستگی‌های فنی مورد نیاز بازار کار است. دروس دانش فنی از دروس شایستگی‌های فنی است که برای هر رشته در دو مرحله طراحی شده است. درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشته تحصیلی است که هنرجویان در پایه دهم و در آغاز ورود به رشته تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامه تحصیل در رشته خود کسب نمایند. درس دانش فنی تخصصی که در پایه دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقای دانش تخصصی حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامه تحصیل و توسعه حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی پایه تئوری تفکیک شده دروس عملی کارگاه‌های ۸ ساعته نیست بلکه در راستای شایستگی‌ها و مشاغل تعریف شده برای هر رشته تدوین شده است. در ضمن، آموزش این کتاب نیاز به پیش‌نیاز خاصی ندارد و براساس آموزش‌های قبلی تا پایه نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش فنی پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش نظری تأمین می‌کند.

تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد. برای ارزشیابی این کتاب ضرورتی ندارد که حتماً آزمون کتبی انجام پذیرد. می‌توان از روش‌های جایگزین مانند پژوهش، مصاحبه، پوشه کار و... استفاده کرد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظرسنجی کتاب درسی

درس دانش‌فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش‌فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی مکانیک خودرو برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است. در تدوین درس دانش‌فنی پایه، موضوعاتی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته تحصیلی، نقش رشته شما در توسعه کشور، مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت، اصول، مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی، تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و مستندسازی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشته تحصیلی در نظر گرفته شده است. می‌توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید. توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



# پودمان ۱

## معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات موفقیت



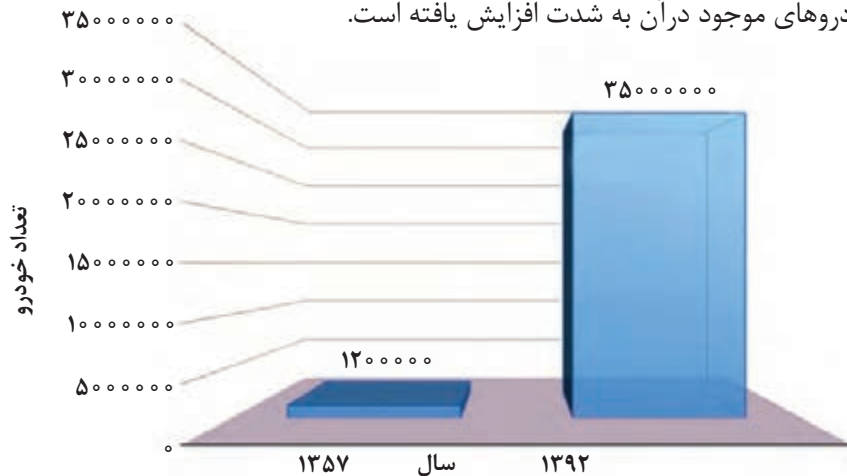
یکی از دلایل مهم موفقیت شغلی انتخاب صحیح آن براساس توانایی‌های فردی و علاقه‌مندی و آینده شغلی و شیوه رشد در شغل مربوطه می‌باشد. در این پودمان با مشاغل اصلی و مرتبط با خودرو و نکات ضروری برای پیشرفت در این حوزه آشنا خواهید شد.

# واحد یادگیری ۱

## معرفی رشته و آینده شغلی

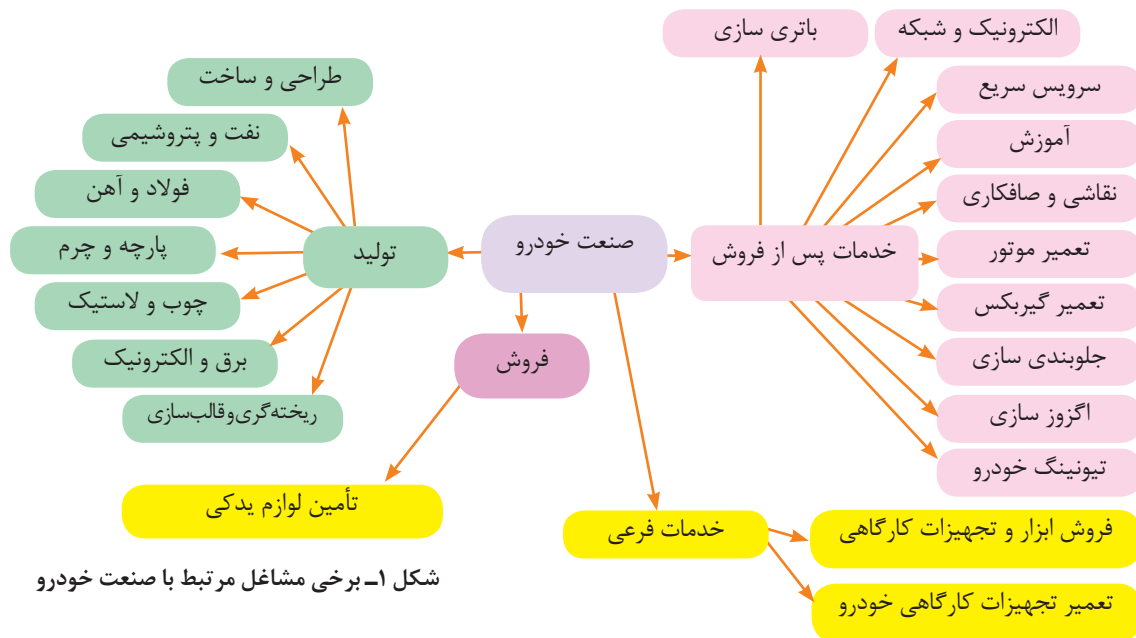
### معرفی رشته و آینده شغلی

در سال ۱۳۵۷ حدود ۱/۲ میلیون خودرو در ایران تردد می کردند و این عدد در پایان سال ۱۳۹۹ به حدود ۳۵ میلیون (۲۰ میلیون خودرو و ۱۵ میلیون موتورسیکلت) رسیده است. همان طور که در نمودار ۱ ملاحظه می کنید روند رشد خودروهای موجود در آن به شدت افزایش یافته است.



نمودار ۱- منحنی روند رشد خودروهای موجود

همچنین توسط خودروسازهای داخلی به طور میانگین بیش از ۱ میلیون خودرو در سال به ناوگان خودروی کشور اضافه می شود و اگر خودروهای وارداتی را نیز در نظر بگیریم این آمار به عدد تقریبی ۱/۱ میلیون خودرو در سال می رسد. این آمار به سادگی وسعت فعالیت در حوزه خودرو را نشان می دهد. شکل ۱ برخی از مشاغل مرتبط با صنعت خودرو را نشان می دهد.



شکل ۱- برخی مشاغل مرتبط با صنعت خودرو



همانطور که در شکل ۱ ملاحظه شد، علاوه بر مشاغلی که در حوزه خدمات تخصصی صنعت خودرو مطرح هستند، در بخش تولید نیز تقریباً تمامی مشاغل به نوعی با این صنعت در ارتباط اند. در کنار این دو شاخه اصلی بخش دیگری که شاید بتوان مشاغل واسطه ای از آنها نام برد نیز وجود دارند که برخی از آنها در شکل ۱ مشخص شده اند.

کسانی که وارد رشته مکانیک خودرو می شوند معمولاً در یکی از بخش های خدمات خودرو فعالیت خواهند کرد. در ادامه مشاغل مربوط به حوزه خدمات ارائه می شود.

### رشته خدمات خودرو :

هدف از این رشته تربیت نیروی انسانی متعهد و کارآمد است به طوری که بتواند علاوه بر وظایف شهروندی با استفاده از آموخته های خویش در حرفه های مربوط به مکانیک خودرو در سطح مقدماتی (تعمیرکار ماهر و کمک تکنسین) و در صورت ادامه تحصیل در مقطع کاردانی در سطح متوسط (تکنسین ماهر) به کار اشتغال ورزد.

### تاریخچه صنعت خودرو در دنیا:

برخی از موارد پیشرفت تکنولوژی خودرو در طول زمان در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- تاریخچه پیشرفت تکنولوژی خودرو

تکنولوژی (X-BY-WIRE) چیست و کاربرد آن در خودرو به چه صورت است.

## تاریخچه آموزش مکانیک خودرو در دنیا

از تولد خودرو در نیمه دوم قرن ۱۸ تا ایجاد اولین خط تولید خودرو در اوایل قرن ۱۹، اتومبیل محصول تجملاتی به شمار می‌رفت که تنها در اختیار تعداد محدودی قرار می‌گرفت. در آن زمان تعمیرگاه اتومبیل وجود نداشت معمولاً این افراد، شخصی را به عنوان راننده استخدام می‌کردند که وظیفه سرویس و نگهداری خودرو را هم بر عهده داشت. این افراد، به صورت تجربی و با گذشت زمان و سعی و خطا در تعمیر آن اتومبیل خاص مهارت پیدا می‌کردند.

پس از ایجاد اولین خط تولید اتومبیل توسط هنری فورد و کاهش شدید قیمت خودرو سطوح متوسط جامعه نیز قادر به خرید خودرو شدند. در اواخر دهه دوم قرن ۱۹ کم کم تعمیرگاه‌ها به صورت نمایندگی‌های مجاز و یا تعمیرگاه‌های آزاد شروع به فعالیت کردند. در همین دوره هنرستان‌های آموزش فنی تعمیرات خودرو نیز به وجود آمدند.



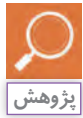
یکی از اولین مراکز آموزش خودرو - سال تأسیس ۱۹۱۷ (تصویر مربوط به دهه ۷۰)

شکل ۳- ایجاد مراکز آموزشی و تعمیراتی



شکل ۴- نمونه مراکز آموزش فنی خودرو

امروزه مراکز مختلف آموزش خودرو به صورت آکادمیک وجود دارد. این مراکز معمولاً تحت پوشش سیستم‌های آموزش و پرورش، سازمان فنی و حرفه‌ای، آموزش عالی، شرکت‌های خودرو سازی و مؤسسات خصوصی فعالیت می‌کنند.



تاریخچهٔ ایجاد و توسعهٔ صنعت خودرو در ایران را بررسی و گردآوری کنید. (ایران خودرو، سایپا، پارس خودرو، زامیاد)

## تاریخچهٔ آموزش مکانیک خودرو در ایران

رشتهٔ مکانیک خودرو (اتومکانیک سابق) برای اولین بار در هنرستان فنی تهران در سال ۱۳۰۳ تأسیس شد. پس از آن در چند نقطهٔ دیگر شهر تهران و شهرهای بزرگ این رشتهٔ هنرستانی راه اندازی گردید. آموزش دانشگاهی در ایران در رشتهٔ مکانیک خودرو برای اولین بار در دانشگاه علم و صنعت پایه گذاری شد. اولین دانشکدهٔ مهندسی خودرو نیز در همین دانشگاه در سال ۱۳۷۹ تأسیس شد.

## آیندهٔ شغلی در زمینهٔ خدمات خودرو

فارغ التحصیلان این رشته پس از دریافت دیپلم از هنرستان می‌توانند در مشاغلی که نام برخی از آنها در ادامه آمده است به عنوان تعمیرکار ماهر یا کمک تکنسین وارد بازار کار شوند. مشاغلی در حوزهٔ خودرو وجود دارد که آموزش آنها به صورت مستقل در سیستم آموزش و پرورش رسمی کشور وجود ندارد. برای کسب اطلاعات بیشتر باید به مراکزی که آموزش خاص آن شغل را ارائه می‌کنند، مراجعه کرد. در گذشته متصدیان مشاغل تعمیراتی خودرو توانایی انجام کار در چندین حوزهٔ کاری مانند تعمیرات موتور، سیستم سوخت رسانی و سیستم انتقال قدرت را دارا بودند، اما امروزه به دلیل پیشرفت تکنولوژی، بهتر است مشاغل به صورت کاملاً تخصصی و مستقل پیگیری و انتخاب شوند.

سطوح بالاتر تحصیلی و مشاغل مرتبط با آنها را جست‌وجو کنید.

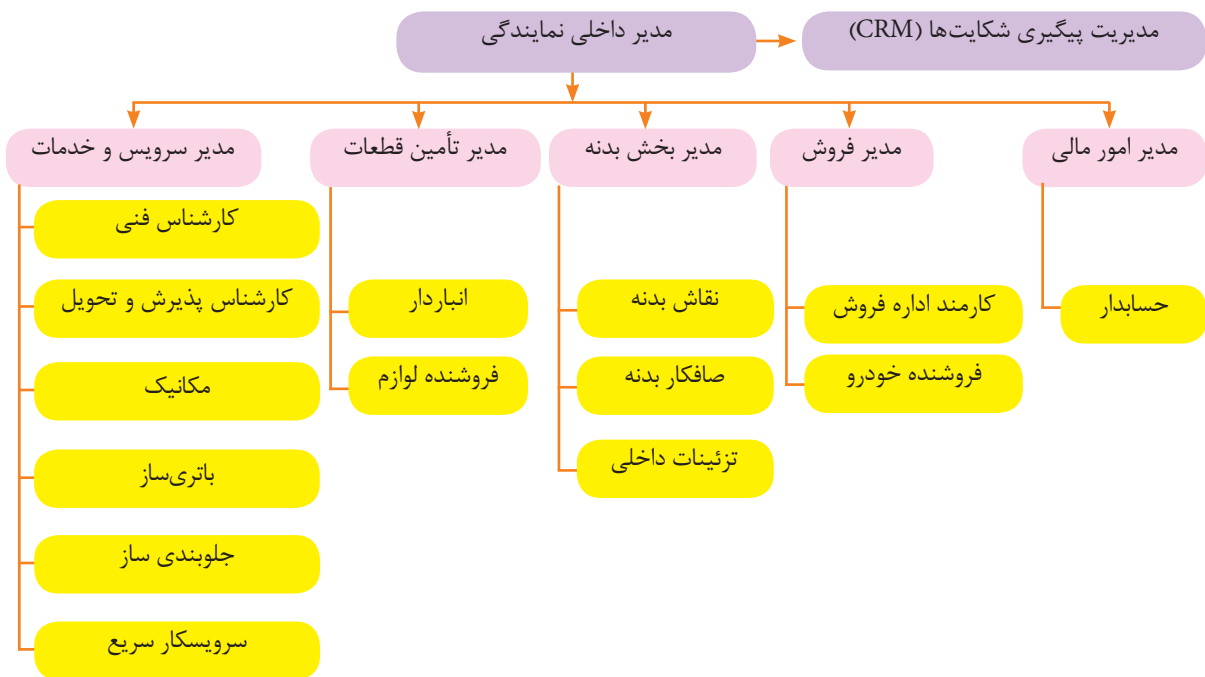


## سازماندهی مشاغل اصلی

تعمیرگاه‌های خودرو معمولاً به چهار صورت کلی وجود دارند.

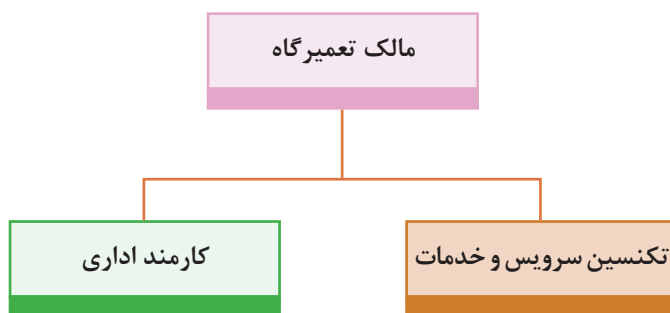
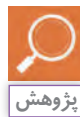
- نمایندگی‌های مجاز تعمیرات
- تعمیرگاه‌های بزرگ
- عاملیت فروش قطعات
- تعمیرگاه‌های کوچک شخصی

معمولاً نمایندگی‌های مجاز تعمیرات و تعمیرگاه‌های بزرگ از نظر سازماندهی مشابه هستند. شکل ۵ ارتباط مشاغل در این مجموعه‌ها را نشان می‌دهد. شکل ۶ نیز ارتباط مشاغل در تعمیرگاه‌های کوچک را نشان می‌دهد.



شکل ۵- ارتباط مشاغل در نمایندگی مجاز یا تعمیرگاه بزرگ

با مراجعه به یک نمایندگی مجاز تعمیرات خودرو، الگوی سازمانی ارتباط مشاغل در آن را رسم کنید.



شکل ۶- ارتباط مشاغل در تعمیرگاه کوچک

## مشاغل تخصصی مرتبط با خودرو در نمایندگی‌های مجاز

### ۱. کارشناس پذیرش و تحویل (SERVICE CONSULTANT-SERVICE ADVISOR)

کارشناس پذیرش مسئول تحویل گرفتن خودرو از مشتری و ثبت مشخصات مالک و خودرو است. این افراد معمولاً از بین اشخاصی که مهارت ارتباط اجتماعی بالایی دارند انتخاب می‌شوند. علاوه بر مهارت فنی، دقت در شنیدن و تکمیل جدول اطلاعات اولیه و آشنایی با استانداردها و مراحل کار در تعمیرگاه از مهم‌ترین توانایی‌های مورد نیاز در این شغل است. دانش آموختگان مقطع کاردانی در صورت واجد شرایط بودن و پس از گذراندن دوره‌های تخصصی مورد نیاز توانایی کار در این شغل را دارا هستند.

عمده وظایف کارشناس پذیرش عبارت است از:

- تکمیل فرم مشخصات مالک و خودرو
- ثبت دقیق عیب از نظر مشتری و انجام آزمایش‌های لازم برای تأیید نظر مشتری
- بررسی تاریخچه تعمیرات انجام شده
- بررسی عیب و تشخیص اولیه
- اطلاع‌رسانی به مشتری از فرایند تعمیر (در زمان پذیرش و هنگام تعمیرات)
- صدور برگه تعمیراتی
- سفارش‌های لازم به مشتری برای سرویس و نگهداری هنگام تحویل



شکل ۷- کارشناس پذیرش

### ۲. متصدی آماده‌سازی پذیرش و تحویل خودرو (NEW VEHICLE PREPARATION FOR DELIVERY)

این شغل یکی از مشاغل موجود در برخی نمایندگی‌های مجاز است. افرادی می‌توانند در این قسمت کار کنند که دارنده دیپلم فنی بوده و برای این کار آموزش ویژه دیده و فارغ‌التحصیلان هنرستان یا سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای باشند.

برخی وظایف کلی این شغل در زیر آمده است:

- قراردادن پوشش‌های حفاظتی صندلی، فرمان و کف پوش
- قراردادن تابلوی راهنمای حوزه تعمیرات و برگه تعمیرات مورد نیاز
- بررسی فشار باد تایر
- بررسی مایعات مختلف موتور
- ارجاع به واحد شست و شوی خودرو
- آماده‌سازی تحویل خودرو به مشتری

### ۳. تکنسین تعمیرات (GENERAL SERVICE TECHNICIAN)

این شغل دامنه وسیعی دارد و با توجه به تخصصی شدن تعمیرات، به زیر شغل‌های تعمیرات مکانیکی موتور؛ تعمیرات الکتریکی خودرو؛ تعمیرات ترمز، تعلیق و فرمان؛ تعمیرات جعبه دنده؛ تعمیرات بدنه و رنگ (صافکاری و نقاشی) تقسیم بندی می‌شود. فارغ التحصیلان هنرستان و دوره کاردانی یا دوره‌های آموزش فنی و حرفه‌ای در ابتدای فعالیت می‌توانند با توجه به استعداد و علاقه و مهارت اولیه، در واحد مناسب فعالیت کنند.

مهم‌ترین وظایف این شغل عبارت است از:  
تعمیر، تعویض و تنظیم قطعات و اجزا و سیستم‌های مختلف



شکل ۸- تکنسین تعمیرات

### ۴. کارشناس فنی

معمولاً فارغ التحصیلان دوره کاردانی یا کارشناسی، هنگامی که مهارت کافی را در بیشتر کارهای یک تعمیرگاه پیدا کنند، شایسته کار در این شغل هستند. اطلاعات و توانایی‌های کارشناس فنی معمولاً از سایر تکنسین‌های شاغل در تعمیرگاه بالاتر است. معمولاً فرایند تعمیر انجام شده توسط تکنسین، توسط کارشناس فنی بررسی می‌شود. به صورت کلی وظایف این شغل عبارت است از:

- کنترل فرایند عیب‌یابی و تعمیرات انجام شده توسط تکنسین‌ها و راهنمایی آنها
- راهنمایی در بررسی عملکرد و سرویس و نگهداری تجهیزات کارگاهی
- بررسی نهایی فرایند تعمیر
- به‌روزرسانی تکنسین‌ها از نظر علمی و عملی و روش‌های جدید تعمیر
- بررسی نیاز مشتری
- اطلاع رسانی درباره تعمیرات ضروری پیش‌بینی نشده
- تکمیل برگه تعمیرات خودرو



شکل ۹- کارشناس فنی

### ۵. سرویس کار خودرو (سرویس سریع خودرو) (QUICK SERVICE TECHNICIAN)

سرویس‌های اولیه در حوزه خودرو زیرمجموعه این شغل هستند. فارغ‌التحصیلان هنرستان یا سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند در این شغل فعالیت کنند. برخی از وظایف این شغل به صورت کلی عبارت است از:

- تعویض مایعات مختلف خودرو
- تعویض فیلترهای مختلف خودرو
- تعمیرات لاستیک خودرو
- بررسی تسمه‌های موتور
- تعویض لنت‌های ترمز
- تعویض شمع و وایر شمع
- سرویس‌های اولیه سیستم سوخت‌رسانی



شکل ۱۰- سرویس کار خودرو

برخی نمایندگی‌های مجاز فقط اجازه فعالیت در این حوزه را دارند.



عوض کردن لاستیک با دستگاه



عوض کردن روغن موتور با ساکشن

شکل ۱۱- تجهیزات اصلی سرویس سریع خودرو

## ۶. مدیر بخش تعمیر (SERVICE MANAGER)

معمولاً کارشناس فنی در تعمیرگاه یا نمایندگی‌ها (بزرگ) پس از افزایش سابقه، واجد شرایط این پست می‌شوند. مدیر تعمیرات به ندرت فعالیت‌های تعمیرات را شخصاً انجام می‌دهد. وظیفه اصلی مدیر بخش تعمیرات، هدایت فرایند تعمیر است. عمده وظایف مدیر بخش تعمیرات، عبارت است از:

- نوشتن دستور کار برای تعیین فعالیت تکنسین‌ها

- بررسی کارکرد و کارایی تکنسین‌ها

- ارزیابی و بودجه‌بندی ابزار و تجهیزات

- تعیین برنامه ساعت‌های کاری

- بررسی موارد مربوط به گارانتی و خدمات پس از فروش



شکل ۱۲- مدیر بخش تعمیر

## مشاغل فرعی مرتبط با خودرو

### ۱- فروشنده لوازم یدکی

یکی از مهم‌ترین مشاغل وابسته به خودرو، فروشنده لوازم یدکی خودرو است. در دید کلی شاید به نظر برسد این شغل نیاز به تخصصی در حوزه خودرو ندارد، بلکه فقط مهارت‌های فروشندگی را لازم دارد، اما باید گفت با توجه به تنوع قطعات و لوازم یدکی بخش‌های گوناگون خودرو، دانش آموختگان رشته مکانیک خودرو می‌توانند در این شغل موفق‌تر باشند. برخی وظایف این شغل عبارت است از:

- مهارت‌های ارتباط با مشتری

- تشخیص نیاز و هدایت درست مشتری

- تکمیل فرم‌های مورد نیاز در فرایند فروش

- پاسخ به سؤالات تخصصی مشتری

- شناخت گارانتی و ضمانت‌نامه‌های قطعات

- شناسایی قطعات اصلی

اگر فروشگاه لوازم یدکی بزرگ یا وابسته به نمایندگی یکی از شرکت‌های تولیدکننده خودرو باشد، معمولاً یک شغل دیگر به عنوان مدیر بخش فروشگاه نیز تعریف می‌شود که برخی وظایف این شغل عبارت است از:

- مدیریت فروشندگان و ارائه برنامه زمانی برای آنها

- آموزش ضمن کار به فروشندگان

- مدیریت موجودی قطعات فروشگاه

- هماهنگی با مدیر بخش تعمیرات (در صورتی که فروشگاه، مربوط به نمایندگی باشد)







شکل ۱۳- فروشگاه لوازم یدکی خودرو

### ۲- فروشنده ابزار، تجهیزات تخصصی و کارگاهی خودرو

یکی از نیازمندی‌های اصلی انجام تعمیرات خودرو در اختیار داشتن ابزار و تجهیزات مورد نیاز آن کار است. با توجه به تنوع سیستم‌های مختلف در خودرو و تنوع ابزار و تجهیزات مورد نیاز، این حرفه را از شرایط ویژه‌ای برخوردار کرده است. چنانچه متصدیان این مشاغل از دانش مناسب فنی برخوردار باشند، موفقیت بیشتری را در کسب و کار خود خواهند داشت. برخی از نیازمندی‌های متصدیان این شغل عبارت است از:

- شناخت ابزار تخصصی، آموزش و راهنمایی مشتری
- شناخت گارانتی، وارانتی و ضمانت‌نامه‌های مربوط
- تشخیص ابزارها و تجهیزات اصلی از غیر آن

### ۳- تعمیرکار تجهیزات کارگاهی، تعمیرگاهی و کارخانه‌ای

همان طور که پیش‌تر گفته شد، بعضی مشاغل به صورت مستقیم با خودرو در ارتباط نیستند، یکی از مشاغل بسیار مهم در این گروه، تعمیرکار تجهیزات کارگاهی است. برخی ابزار و تجهیزات پس از مدتی استفاده، باید به‌روزرسانی، تنظیم و تعمیر شوند؛ که تعمیرکار تجهیزات کارگاهی این وظیفه را عهده دار است.

با توجه به روند پیشرفت صنعت خودرو، آینده مشاغل مرتبط چگونه خواهد بود؟



فکر کنید

کدام یک از رشته‌های هنرستانی و دانشگاهی می‌توانند در بخش تعمیرکار تجهیزات کارگاهی، تعمیرگاهی و کارخانه‌ای فعالیت کنند؟



کار کلاسی

## مشاغل تخصصی مرتبط با خودرو در تعمیرگاه خصوصی

بسیاری از واحدهای خصوصی تعمیرگاهی (در ایران) به صورت صنفی در یک حوزه تعمیرات فعال هستند. این تعمیرگاه‌ها عموماً توسط تعداد محدودی از تکنسین‌ها اداره می‌شود. ارائه خدمات به گروه‌های تخصصی مانند زیر تقسیم بندی می‌شود:



## واحد یادگیری ۲

### الزامات تعمیر کار موفق (مکانیک خودرو)

#### الزامات تعمیر کار موفق

وجود دانش تا زمانی که از آن استفاده نشود، ارزش چندانی ندارد. کسب دانش و ایجاد مهارت به تنهایی کافی نیست؛ بلکه این موضوع زمانی کامل می‌شود که به مرحله کاربرد در دنیای کار (نه فقط در کارگاه‌های آموزشی) برسد. در آنجاست که در کنار دانش و مهارت فنی کسب شده، نیاز به مهارت‌های دیگری نیز احساس می‌شود تا از ترکیب تمامی این موارد، موفقیت حاصل شود. در این واحد یادگیری، الزامات مورد نیاز برای موفق بودن یک تعمیر کار آمده است.

#### ۱. دانش و مهارت فنی در انجام سرویسی و عیب‌یابی و تعمیرات

دانش‌افزایی و بالابردن مهارت مهم‌ترین گزینه رسیدن به مرحله تعمیرکار موفق است. به عنوان مثال دانش و اطلاعات در مورد تکنولوژی‌های به کار رفته در خودروهای مختلف باعث سهولت در روند عیب‌یابی و تعمیر خواهد شد و همچنین دانش فنی و مهارت لازم در مواردی از قبیل نقشه خوانی، به کارگیری ابزارهای مخصوص و ابزار دقیق در فرایند عیب‌یابی و تعمیر نقش بسزایی دارد. افزایش دانش و مهارت معمولاً به دو صورت کلی انجام می‌شود.

#### ۱-۱- واحد آموزش شرکت‌های تولیدکننده خودرو (خدمات خودرویی)

بهترین راه افزایش مهارت، شرکت در کلاس‌های تخصصی شرکت‌های تولیدکننده خودرو است. نقطه ضعف این روش آن است که دوره‌های تخصصی معمولاً برای تعمیرکاران فعال در نمایندگی‌های مجاز قابل دسترسی بوده و تعمیرکاران خصوصی نمی‌توانند در این دوره‌ها شرکت کنند.

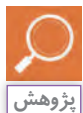


شکل ۱۴- نمونه ای از کلاس‌های برگزار شده شرکت‌های خودرو ساز

#### ۲-۱- واحدهای آموزش خصوصی

برخی شرکت‌ها یا آموزشگاه‌های معتبر اقدام به برگزاری دوره‌های تخصصی خودرویی می‌کنند. امکانات و تجهیزات این دوره‌ها اگر چه در حد دوره‌های شرکت‌های تولیدکننده خودرو نیست، اما آسانتر در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌گیرد. باید توجه داشت قبل از انتخاب و شرکت در این دوره‌ها از اعتبار شرکت یا واحد آموزش مورد نظر مطمئن شد.

با پژوهش و جستجو در اینترنت قیمت دوره‌های تخصصی آموزشگاه‌های خصوصی را به دست آورده و نظر خود را درباره علل تفاوت قیمت‌های دوره‌ها با یکدیگر بیان کنید.



## ۲. کاربرد مستندات سرویس و تعمیر خودرو

با توجه به پیشرفت تکنولوژی در صنایع خودروسازی و تنوع محصولات مختلف خودرویی، امکان دانستن تمامی نکات و روش‌های سرویس، عیب‌یابی و تعمیر در خودروها غیرممکن است. در کلاس‌های آموزش تخصصی به تمامی نکات و ریزکاری‌های تخصصی سرویس و تعمیرات خودرو پرداخته نمی‌شود. به همین دلیل در فرایندهای ذکر شده نیاز به استفاده از مستندات مربوط به آن کاملاً احساس می‌شود. این مستندات شامل کتاب‌های راهنمای سرویس و تعمیرات، اطلاعیه‌های فنی و نرم‌افزارهای تعمیراتی است. حتی گاهی لازم است مطالب را در اینترنت جستجو کرد. گستردگی منابع و مطالب باعث می‌شود که هنگام جستجو نتوان به آسانی به آن مطالب دسترسی پیدا کرد به همین دلیل، با اینکه دانش، شناخت و نحوه استفاده از مستندات بسیار ساده است، اما به کارگیری آن باعث می‌شود کیفیت تعمیر یا سرویس خودرو افزایش یافته و زمان آن کاهش یابد.



لوح فشرده



کتاب

شکل ۱۵- نمونه راهنمای الکترونیکی و کاغذی

## ۳. مستندسازی

یکی از مهم‌ترین موارد ضروری برای یک تعمیرکار موفق، مستندسازی فعالیت‌ها است.

چرا یک تعمیرکار باید فعالیت‌های خود را مستندسازی کند؟  
چه مطالبی نیاز به مستندسازی دارد؟



کار کلاسی

### ۳-۱- ثبت اطلاعات خودروی ورودی (فرایند پذیرش خودرو)

یکی از نکات مهم در فرایند تعمیرات، ثبت و نگهداری اطلاعات خودروهای ورودی است. این کار پیگیری فرایند را آسان کرده و همچنین در مراجعات بعدی خودرو می‌تواند مورد استناد قرار گیرد. اطلاعات ضروری برای ثبت می‌تواند مواردی از قبیل دریافت مشخصات ضروری خودرو، مالک خودرو و خدمات مورد درخواست مشتری باشد. جدول ۱ نمونه چک لیست ثبت اطلاعات خودرو را نشان می‌دهد.

چک لیست اطلاعات خودرو						
شماره کارت			کد پذیرش			
ساعت پذیرش	تلفن همراه		تلفن منزل	نام مشتری		
تاریخ پذیرش	کد ملی		کد پستی			
آدرس						
کیلومتر	رنگ خودرو		شماره شاسی	شماره پلاک		
			نوع خودرو	تاریخ تحویل		
			کد اشتراک	شماره VIN		
آیا خودرو در شرایط گارانتی قرار دارد؟			کد پذیرش گر	نام پذیرش گر		
		شرایط پذیرش	آیا خودرو نیاز به بازدید کارشناسی امداد خودرو/ بیمه دارد؟			
زمان تقریبی	هزینه تقریبی		تاریخ صدور	شماره کارت طلایی		
درخواست مشتری:						
توضیحات			نظریه کارشناسی:			
			لاستیک			
			یدک			
			جک			
			آچارچرخ			
			رادیو بخش			
			پنل			
			فندک			
			دزدگیر			
			آنتن			
			قالپاق			
			قفل رینگ			
			قفل فرمان			

جدول ۱ - چک لیست ثبت اطلاعات خودرو



با مراجعه به یک تعمیرگاه مجاز و دو تعمیرگاه خصوصی، جدول زیر را پر کنید.

ردیف	سؤال	تعمیرگاه مجاز	تعمیرگاه خصوصی ۱	تعمیرگاه خصوصی ۲
۱	آیا تعمیرگاه، جدول ثبت اطلاعات خودرو دارد؟	-----	-----	-----
۲	به نظر تعمیرکار آیا تکمیل جدول ثبت اطلاعات، تأثیری در فرایند سرویس و تعمیر دارد؟	-----	-----	-----
۳	در صورت استفاده نکردن از جدول ثبت اطلاعات یا مشابه آن، چگونه اطلاعات درج می شود؟	-----	-----	-----
۴	چه مواردی در جداول گفته نشده است که وجود آن ضروری است؟	-----		

جدول ۲- بررسی ثبت اطلاعات ورودی در تعمیرگاه‌ها و نمایندگی مجاز

۲- ۳- ثبت فرایند تعمیرات و قطعات تعویض شده

اطلاعات مشتری				
نام:		تلفن:		
آدرس:		بهترین زمان تماس:		
تاریخ تحویل:		تاریخ تحویل:		
توضیحات عیب از نظر مشتری				
تعمیرات قبلی انجام شده				
فرایند تعمیر				
قطعه		دستمزد		فی
قیمت قطعات		کل مالیات		مالیات فروش
				هزینه نهایی
جدول ۳- ثبت اطلاعات مشتری و فرایند تعمیر				





فکر کنید

به جدول نگاه کنید. در بخش فرایند تعمیر چه قسمت‌هایی را مشاهده می‌کنید؟

دیده می‌شود در این بخش قطعات تعویضی و اجرت تعویض آن قطعه نوشته شده است. این بخش به مشتری کمک می‌کند تا به صورت تقریبی از هزینه‌های نهایی سرویس و تعمیر اطلاع داشته و با توجه به آن تصمیم بگیرد.

در فرایند خدمات پس از فروش (سرویس، تعمیر و تعویض) دو اصطلاح مهم گارانتی و وارانتی مطرح می‌شود.

مفهوم	اصطلاح	ردیف
مدت زمان یا کیلومتر طی شده‌ای که در طول آن بازه، شرکت‌های خودروساز همه هزینه‌های اجرت و تعویض قطعات تحت پوشش را برعهده می‌گیرند.	 گارانتی	۱
تعهد شرکت‌های سازنده خودرو برای تأمین لوازم یدکی و ارائه خدمات پس از فروش در بازه زمانی معین را وارانتی می‌نامند.	 وارانتی	۲

جدول ۴- مفهوم گارانتی و وارانتی

شاید به نظر برسد بحث گارانتی و وارانتی فقط مخصوص نمایندگی‌های مجاز شرکت‌های تولیدکننده خودرو است. اما باید در نظر گرفت امروزه این کار به صورت ضمنی در تعمیرگاه‌های خصوصی نیز انجام می‌شود؛ برای نمونه تعمیر کار پس از تعمیر خودرو، مدت زمانی را برای مشتری تعیین می‌کند که اگر طی آن مدت همان عیب دوباره بروز کرد بدون دریافت هزینه، تعمیر دوباره انجام شود. انجام این تعهد نشان دهنده اطمینان تعمیر کار نسبت به فرایند سرویس و تعمیر انجام شده است.

### ۳-۳- اطلاع رسانی به مشتری هنگام فرایند تعمیر و ثبت آن



شکل ۱۶- تماس با مشتری هنگام فرایند سرویس و تعمیر

هنگام بررسی مقدماتی، امکان تشخیص تمامی معایب موجود (که مورد درخواست مشتری است) وجود ندارد. همچنین هنگام فرایند عیب‌یابی و تعمیر ممکن است به مواردی برخورد شود که توسط مشتری گفته نشده است؛ اما تعمیر کار تشخیص می‌دهد که در آن بخش نیاز به تعمیر یا سرویس و یا تعویض وجود دارد. در این زمان باید قبل از اقدام به تعویض یا تعمیر مورد نظر با مشتری تماس گرفته و او را در روند کار قرار داد و پس از کسب اجازه، فرایند تعمیر را ادامه داد. در چک لیست تعمیرات نظر مشتری (موافق یا مخالف) در آن مورد ثبت شود تا در مراجعات بعدی مورد استناد قرار گیرد.



#### ۴-۳- صدور فاکتور

پس از اتمام فرایند تعمیر لازم است به مشتری گزارش عملکرد و هزینه فرایند تعمیر داده شود. این کار با ارائه فاکتور امکان پذیر است. این فاکتور شامل مواردی از قبیل مشخصات خودرو، دستمزد، هزینه قطعات تعویضی است. به علاوه فاکتور تعمیرات سندی در دست مشتری برای پیگیری‌های بعدی است؛ یعنی اگر بعد از تعمیرات، خرابی دوباره در قطعه تعمیر شده ایجاد شود، تعمیر کار متعهد به پاسخگویی به مشتری است. جدول ۵ نمونه‌ای از فاکتور قابل ارائه به مشتری است.

فاکتور مشتری						
توضیحات عیب از نظر مشتری						
تعمیرات انجام شده						
فرایند تعمیر						
مشتری یا شرکت سازنده	فی	دستمزد		مشتری یا شرکت سازنده	فی	قطعه
هزینه نهایی		مالیات فروش		کل مالیات		قیمت قطعات
محل درج مهر تعمیر گاه:				نوع و زمان گارانتی تعمیر انجام شده:		

جدول ۵- نمونه فاکتور فرایند تعمیر

### ۵-۳- بایگانی

آیا برای اقدامات انجام شده روی خودرو می‌توان فقط روی حافظه حساب کرد؟ قطعاً پاسخ سؤال بالا منفی است، چون تنوع و تعداد خودروهای مراجعه شده به حدی است که این امر میسر نخواهد بود؛ بنابراین لازم است تمام اسناد و مدارک مربوط به کارهای انجام شده روی خودروها یا اسناد راهنمای تعمیراتی، به روش اصولی در محلی نگهداری شود تا در زمانی که به آن نیاز است بتوان از آنها استفاده کرد. اسناد را می‌توان به دو روش کاغذی و الکترونیکی بایگانی کرد که هر کدام از این روش‌ها نقاط قوت و ضعف خود را دارند.

در مورد نقاط قوت و ضعف بایگانی مدارک و اسناد به روش کاغذی و الکترونیکی بحث و تبادل نظر کنید و سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

نقاط قوت	نقاط ضعف	ردیف
		بایگانی به روش کاغذی
		بایگانی به روش الکترونیکی

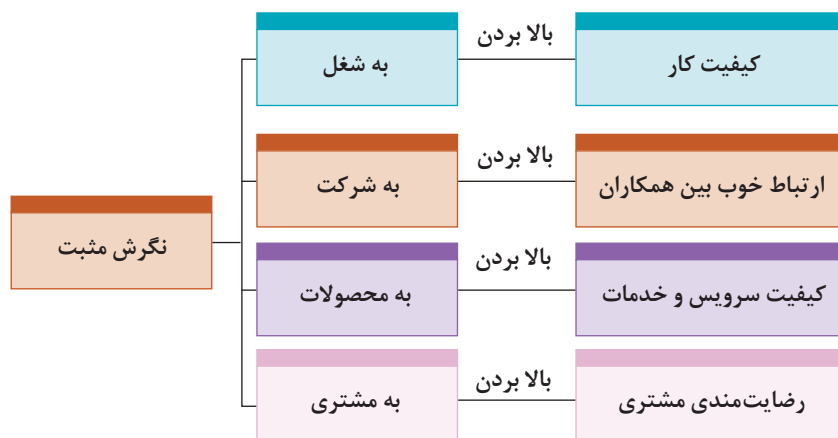
جدول ۶- نقاط ضعف و قوت روش‌های مختلف بایگانی

- کدام روش را پیشنهاد می‌کنید؟



### ۴. رعایت اخلاق حرفه‌ای و مشتری‌مداری

یکی از مهم‌ترین نکات در ایجاد کسب و کار موفق مشتری‌مداری و رعایت اخلاق حرفه‌ای است. مشتری‌مداری حتی پیش از اولین برخورد و زمانی که مشتری تعمیرگاه را می‌بیند، آغاز می‌شود. رعایت نظام آراستگی نقش بسزایی در ایجاد اطمینان دارد. پس از آن، خوش‌رویی و برخورد مناسب باعث شروع یک رابطه مناسب کاری می‌شود. از موارد دیگر، برخورد عجولانه نکردن و دقت به توضیحات مشتری است. در طول فرایند سرویس و تعمیر باید با صداقت کامل با مشتری برخورد کرد. پایبندی به نکات اخلاقی و امانت‌داری از دیگر موارد اخلاق حرفه‌ای و مشتری‌مداری است.



شکل ۱۷- تأثیر نگرش بر روابط حرفه‌ای

## ۵. آشنایی با قوانین کار

برای موفقیت در کار لازم است یک تعمیرکار از قوانین بیمه، مالیات، کار و بازنشستگی، حقوق و دستمزد، مرخصی و ساعت کار اطلاع کافی داشته باشد و در موارد ضروری از این قوانین استفاده کند. دسترسی به این قوانین معمولاً به صورت مدون در یک کتاب برای عموم امکان پذیر است.

## ۶. نگاه اقتصادی

یکی دیگر از ضروریات تعمیرکار موفق نگاه اقتصادی به کسب و کار است. برای راه اندازی یک کسب و کار کوچک اما موفق، بهتر است نکات زیر را مدنظر داشت:

- از تعمیرکاران موفق که می شناسید پرس و جو کنید و رازهای موفقیت آنها را بررسی کنید.
- به جغرافیای محلی که برای کار مدنظر قرار داده اید توجه کنید، برخی مناطق استعداد ایجاد تعمیرگاه را ندارند (مثلاً دور از دسترس هستند).
- یک تعمیرکار خودرو همواره با چند شغل دیگر در ارتباط نزدیک است (مثلاً فروشنده لوازم یدکی، تراشکار و...).
- تعمیرکاری موفق است که با شاغلان در این رشته ها ارتباط مناسبی برقرار کند.
- یکی از مهم ترین مسائل، ایجاد خلاقیت در کار است. شاید پرسیدن اینکه «چگونه می توان در کاری مانند تعمیر خودرو خلاقیت به خرج داد؟»، سؤال خوبی برای اندیشیدن باشد.

یک تعمیرکار چگونه می تواند با استفاده از روش های ابتکاری و خلاقانه، درآمد خود- با در نظر گرفتن اخلاق حرفه ای- را افزایش دهد؟



کار کلاسی

## دانستنی ها خلاقیت در شرایط سخت

چالش و سختی برای همه پیش می آید. برخی از افراد در بیرون آمدن از چالش های سخت بهتر از دیگران عمل می کنند. این افراد معتقدند که همواره می توانند پیشرفت کنند و می دانند که چطور می توانند در زمان مناسب چهارچوب مشکلات را تغییر داده و با روش بهینه آن مشکل را حل کنند. در این زمینه می توان به خلاقیت های زمان جنگ تحمیلی اشاره کرد که با وجود شرایط سخت، ابتکارات نظامی و مهندسی می توانست نتیجه عملیات های ضد دشمن را جور دیگری رقم بزند.



جبل باتلاق رو یکی از تجهیزاتی بود که برای عبور از باتلاق ها و نزارها ساخته شد. این دستگاه بزرگ با چرخ هایی با قطر ۴ متر برای یدک کشی، باز کردن راه و موانع در باتلاق ها و نزارهای جنوب ساخته شده بود.

شکل ۱۸- جبل باتلاق رو



شکل ۱۹- قایق مرداب‌رو

قایق مرداب‌رو یکی دیگر از ابتکارات دفاع مقدس بود. مهندسان برای رفع مشکل گیر کردن پروانه موتور قایق‌ها به گیاهان و نی‌های مرداب، دست به ابتکاری نو زدند که با ملخ چوبی و از طریق جابه‌جایی هوا روی نی و آب با سرعت پیش می‌رفت. برای این ابتکار از موتور فولکس که برای خنک شدن احتیاج به آب ندارد و با هوا خنک می‌شود، استفاده شد.

## ارزشیابی شایستگی

معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات موفقیت

شاخص تحقق	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	شایستگی
پیشنهاد مسیر شغلی و راهکارهای موفقیت با توجه به یافتن اطلاعات نیازهای منطقه	۳	شناخت شغل‌های مرتبط و انتخاب مسیر شغلی با توجه به توانایی و استعداد	۱- به دست آوردن شناخت درباره رشته‌های مرتبط با خودرو
پیشنهاد گروه مرتبط شغلی و توانایی ارائه راهکارهای مورد نظر در گروه مربوطه با توجه به شرایط کاری در منطقه	۲		۲- به دست آوردن شناخت درباره راهکارهای موفقیت شغلی
عدم توانایی در پیشنهاد شغل و مسیر موفقیت	۱		
			نمره مستمر از ۱
			نمره واحد یادگیری از ۳
			نمره واحد یادگیری از ۲۰

زمانی هنرجو شایستگی پیدا می‌کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را دریافت کند.

نمره کلی درس زمانی لحاظ می‌شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را پیدا کند.



## پودمان ۲

ایمنی و بهداشت کاربردی



## ایمنی

کارکردن روی خودرو در محیط تعمیرگاه می تواند خطرناک باشد. برای حفظ نشاط و داشتن درآمد رعایت نکات ایمنی در کار ضروری است.

یک تعمیرگاه خودرو به صورت ذاتی پتانسیل زیادی برای بروز حادثه دارد. در صورت رعایت نکردن نکات ایمنی در کاربرد تجهیزات کارگاهی و فرایند تعمیر، می تواند تعمیرگاه را ناامن کند. ایمنی محیط کار از ضروریات هر کارگاه است. وجود هرگونه روغن، مایع خنک کننده و گریس، باعث لغزنده شدن سطوح می شود که ممکن است باعث صدمه دیدن جدی هنگام کار و فعالیت شود. وجود آب روی کف کارگاه نیز علاوه بر لغزنده شدن سطح کارگاه، به دلیل خاصیت رسانایی جریان الکتریسیته ممکن است باعث برق گرفتگی شود.

## تجهیزات ایمنی در کارگاه

### ۱. جعبه کمک های اولیه

با توجه به مساحت کارگاه لازم است حداقل یک جعبه کمک های اولیه در کارگاه نصب شود، به طوری که بتوان به سرعت به آن دسترسی پیدا کرد. همچنین تجهیزات جعبه کمک های اولیه همواره باید بررسی شود تا دقیق و کامل باشند. همچنین برای مواقع اضطراری لازم است لیستی از شماره تلفن های ضروری مانند اداره آتش نشانی، اورژانس، بیمارستان و پلیس را به صورت کاملاً خوانا در کنار تلفن کارگاه قرار دهید تا بتوانید هنگام لزوم از آنها استفاده کنید.



شکل ۱- نصب جعبه کمک های اولیه


### ۲. کپسول آتش نشانی

حتی اگر تمامی نکات ایمنی هنگام کار با مواد قابل اشتعال رعایت شود همواره باید آمادگی لازم برای بروز آتش سوزی در تعمیرگاه وجود داشته باشد. اولین و مهم ترین نکته، وجود کپسول های آتش نشانی به تعداد مناسب در تعمیرگاه است. تعداد و نوع کپسول ها باید متناسب با فضای کارگاه و فعالیت آن بخش باشد.

کپسول های آتش نشانی از نظر مواد داخلی متفاوت هستند، بنابراین برای خاموش کردن آتش متناسب با نوع آتش باید از کپسول مناسب استفاده کرد. برای سادگی در تشخیص اینکه کدام کپسول برای کدام نوع آتش مناسب است، کپسول ها را با کمک رنگ و علامت دسته بندی می کنند. شکل ۳، دسته بندی انواع کپسول های آتش نشانی را نشان می دهد.



شکل ۲- کپسول آتش نشانی

D	نظرات	F روغن‌های آشپزی	E تجهیزات با انرژی الکتریکی	C گازهای اشتعال پذیر	B مایعات اشتعال پذیر و احتراق پذیر	A چوب کاغذ پلاستیک	کلاس و نوع آتش		عامل خاموش کننده	
فلزات اشتعال پذیر										
فقط از خاموش کننده‌های مخصوص استفاده کنید و از متخصصان مشاوره بگیرید.	برای به کارگیری روی مایعات اشتعال پذیر، تجهیزات الکتریکی پرانرژی و آتش سوزی روغن آشپزی خطرناک است	x	x		x	✓		آب		
	برای به کارگیری در تجهیزات برقی دارای انرژی خطرناک است.	✓	x	x	x	✓		مواد شیمیایی مرطوب		
	برای به کارگیری در تجهیزات برقی دارای انرژی خطرناک است.	محدود	x	x	x	✓	✓	فوم		
	با دقت خاموش کننده را بررسی کنید تا مشخص شود که یک واحد BE یا ABE است زیرا توانایی آنها متفاوت است.	x	✓	✓	✓	✓	✓	(ABE)	پود	
		✓	✓	✓	✓	✓	x	(BE)		
	برای استفاده در فضای باز یا آتش سوزی عمیق کلاس A مناسب نیست	x	✓	x	محدود	محدود	محدود	دی اکسید کربن		
پتوهای آتش نشانی ممکن است به عنوان یک مانع حرارتی در برابر گرمای تابشی و برای کنترل آتش در لباس‌هایی که توسط یک فرد پوشیده می‌شود استفاده شود.	✓	x	x	محدود	محدود*		پتوی آتش نشانی			

v = نوع یا انواعی که عامل در آنها مؤثرتر است.  
 x = برای این دسته از آتش سوزی‌ها سفارش نمی‌شود.  
 محدود = نشان می‌دهد که Extinguishant عامل انتخابی برای نوع آتش نیست، اما ممکن است قابلیت اطفای محدودی داشته باشد.  
 \* حلال‌هایی مانند الکل یا استون با آب مخلوط می‌شوند و بنابراین به کف مخصوص نیاز دارند.

شکل ۳- علائم کپسول آتش نشانی و موارد استفاده آن

## نکات ضروری هنگام آتش‌نشانی

- کپسول مناسب انتخاب شود.
- فاصله مناسب با محل آتش انتخاب شود (۲ تا ۳ متر).
- پس از فعال کردن کپسول، لوله آن را به سمت آتش گرفته و مانند جارو کردن، گازهای خروجی کپسول به سمت آتش هدایت شود.
- اگر در فضای بسته قرار دارید، هیچ‌گاه در یا پنجره را تا زمانی که واقعاً ضروری است باز نکنید، چون این کار باعث انتشار آتش می‌شود (در اثر اختلاف فشار و رسیدن هوای بیشتر).

## مواد قابل اشتعال در تعمیرگاه



شکل ۴- ظرف مناسب نگهداری بنزین و گازوئیل

**الف) مواد سوختی:** یکی از بزرگ‌ترین مشکلات در فضای کارگاه یا تعمیرگاه خودرو، امکان رویداد آتش‌سوزی است. بنزین بسیار فرّار و قابل اشتعال است که به سرعت در هر دمایی بخار شده و آتش می‌گیرد. ضروری است همواره موادی مانند بنزین، گازوئیل در ظروف مخصوص در بسته و با در نظر گرفتن نکات ایمنی لازم نگهداری شود.

هیچ‌گاه از بنزین یا گازوئیل برای تمیز کردن دست استفاده نشود، زیرا علاوه بر اینکه احتمال آتش گرفتن آن وجود دارد، مواد افزودنی موجود در بنزین می‌تواند از لایه پوست عبور کرده و وارد خون شود و به تدریج ایجاد مسمومیت کند. برای شستن دست از چربی‌ها و روغن‌ها، مواد شست‌وشو دهنده مناسب وجود دارد.



آتش‌سوزی با بنزین به راحتی اتفاق می‌افتد، یک جرقه کوچک یا حرارت می‌تواند باعث شروع یک آتش‌سوزی شود. تعمیرات مدار سوخت‌رسانی، مانند تعمیرات باک، پمپ بنزین، لوله‌های سوخت و یا تعمیرات بدنه خودرو مانند جوشکاری، فقط قسمتی از مواردی است که رعایت نکردن موارد و نکات ایمنی در آن فرایندها ممکن است به راحتی باعث بروز آتش‌سوزی شود.







شکل ۵- محفظه نگهداری مواد اشتعال پذیر

**ب) انواع حلال ها:** این مواد به عنوان تمیزکننده و شست و شو دهنده مواد استفاده می‌شوند. اگرچه حلال‌ها با سرعت بنزین تبخیر نمی‌شوند، اما برخی از این حلال‌ها قابلیت تبخیر و اشتعال بالایی دارند. ظرف نگهداری این مواد باید در بسته باشد. هنگام به کار بردن حلال حتماً سیستم تهویه مناسب در تعمیرگاه فعال شده باشد، چون بخار حلال‌ها عموماً سمی هستند.



شکل ۶- ظرف مخصوص نگهداری پارچه تمظیف

**ج) پارچه‌های تمظیف:** یکی از مواد قابل اشتعالی که شاید مورد توجه زیادی قرار نگیرد، پارچه‌های تمظیف هستند. این پارچه‌ها در خودرو قابلیت اشتعال زیادی ندارند اما چون هنگام تمیز کردن، آغشته به انواع روغن‌ها، گریس‌ها، حلال‌ها، بنزین و یا گازوئیل می‌شوند احتمال اشتعال پذیری بالایی پیدا می‌کنند. بنابراین بهتر است پس از استفاده در ظرف مخصوص نگهداری شوند و همراه با سایر زباله‌ها امحا نشود.

### ۳. سیستم تهویه و اگزوز فن کارگاهی

اغلب برای انجام فرایندهای عیب‌یابی، سرویس و تعمیرات، نیاز است که موتور خودرو روشن باشد. بنابراین با توجه به بسته بودن فضای بیشتر کارگاه‌های تعمیر خودرو، انتشار گازهای خروجی اگزوز در کارگاه‌ها برای سلامتی بسیار خطرناک است و بنابراین استفاده از دستگاه اگزوز فن کارگاهی با اشکال مختلف (ثابت و یا قابل جابه‌جا شدن) ضروری است.

قابل ذکر است چنانچه دستگاه اگزوز فن مجهز به فیلتر تصفیه می‌باشد، لازم است هنگام تعویض فیلتر اگزوز فن از تماس مستقیم دست با فیلتر خودداری شود.



شکل ۷- انواع مختلف اگزوز فن

با توجه به تصاویر صفحه قبل آگروز فن مناسب برای کارگاه هنرستان شما کدام است و دلایل انتخاب خود را بیان کنید؟

## بهداشت

علم نگهداری و بالا بردن سطح سلامت را بهداشت گویند و به دو بخش تقسیم می‌شود:  
**الف) بهداشت فردی:** رعایت دستورات و عادات خوب و ترک رفتارها و عادات نادرست، که باعث جلوگیری از بروز و گسترش بیماری می‌شود؛ مانند بهداشت اعضای مختلف بدن، استراحت، نظافت، خواب مناسب، رژیم غذایی سالم، ورزش  
**ب) بهداشت عمومی:** رعایت بهداشت در ارتباط با عوامل محیطی با انسان‌ها

### عوامل زیان آور محیط کار در تعمیرگاه خودرو

رعایت نکات ایمنی و بهداشت فردی و عمومی در محیط کار برای افراد الزامی است، در غیر این صورت مسائل و مشکلات جسمی و روحی برای تعمیرکار ایجاد می‌شود.  
با توجه به اینکه نکات مربوط به بهداشت فردی و عمومی در کتاب الزامات محیط کار به تفصیل آمده است در اینجا به موارد خاص مرتبط با مشاغل خودرو پرداخته خواهد شد.

## ۱. ایجاد آلودگی صوتی و ارتعاشی

فرایند کار در بسیاری از صنایع و مشاغل با انتشار آلودگی صوتی همراه است که این نوع آلودگی منشأ فیزیکی داشته و آسیب‌های جدی به جسم، ذهن و روان افراد وارد می‌کند، برخی از دلایل این آلودگی‌ها عبارت است از:  
- آلودگی صوتی میز کار.  
- ثابت نبودن دستگاه‌های مورد استفاده در کارگاه و ارتعاش و تولید صدا در آنها مانند: سنگ سنباده و دریل ستونی.  
- نقص در کارکرد تجهیزات کارگاهی مانند کمپرسور باد، فن تهویه، آگروز فن کارگاهی.

برای کاهش آلودگی صوتی تجهیزات معیوب کارگاهی باید با بررسی و سرویس‌دهی دوره‌ای، تعمیرات آنها را انجام داد.



نکته

- ۱- برای کاهش آلودگی صوتی میز کار چه کاری می‌توان انجام داد؟
- ۲- برای کاهش ارتعاشات دستگاه‌های کارگاهی چه پیشنهادی دارید؟



کار کلاسی

## ۲. آلودگی شیمیایی

امروزه محصولات شیمیایی گوناگونی مانند مواد سوختی، روانکارها، حلال‌ها، مواد شوینده و بهداشتی مورد استفاده در تعمیرگاه هستند، چنانچه این مواد به طور درست و مطمئن مورد استفاده قرار نگیرند عوارض نامطلوبی روی سلامتی انسان و محیط زیست به جا خواهند گذاشت، برخی عوامل آلاینده‌های شیمیایی عبارت‌اند از:  
- نشن مواد سوختی مانند بنزین، گازوئیل، نفت؛

- تبخیر مواد حلال، شست و شو دهنده و سوختی؛
- پخش روانکارها مانند روغن های موتور، جعبه دنده، فرمان هیدرولیک؛
- پخش مایعات مورد استفاده در خودرو مانند مایع خنک کننده، مایع ترمز، مایع باتری

درباره اثرات مخرب بنزین، نفت یا گازوئیل روی پوست بدن انسان و محیط زیست پژوهش کنید.



### برگه MSDS (اطلاعات حفاظت و ایمنی مواد)

یکی از مهم ترین موارد مربوط به ایمنی هنگام کار، بررسی و مطالعه برگه های MSDS می باشد. تقریباً تمامی مواد مورد استفاده در صنعت دارای این برگه می باشند. در این برگه نکات ایمنی هنگام کار با مواد شامل موارد احتیاط در کارکرد و موارد کمک های اولیه هنگام مخاطرات مربوط به آن ماده نوشته می شود. شکل ۸ نمونه ای از این برگه ها را نشان می دهد.

نمونه ای از برگه های اطلاعات و ایمنی مواد

**MSDS - برگه اطلاعات ایمنی ماده: گازوئیل**

**لوزی خطر**

**تأثیر این ماده بر سلامت شما**

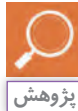
**کمک های اولیه**

**اطلاعات آتش نشانی**

**وسایل حفاظت فردی**

**انتابرداری**

شکل ۸- برگه MSDS بنزین معمولی



با انتخاب هنرآموز، برگه MSDS یکی از موادی را که در کارگاه خودرو وجود دارد، با جست‌وجو در اینترنت و کتاب‌های مرجع یافته و آن را در کلاس ارائه دهید.

### ۳. خطرات مکانیکی

خطرات مکانیکی از انواع خطراتی هستند که به دلیل حرکت و نیرو از خطرات دیگر زیان‌آور محیط، متمایز هستند که عبارت‌اند از:

- **خطر سقوط:** مانند سقوط جعبه‌دنده از روی میزکار یا سقوط خودرو از روی جک‌های بالا بر به دلیل خرابی قفل‌کننده‌های جک؛
- **خطر پرتاب:** مانند پارگی تسمه خودرو و پرتاب آن به سمت تعمیرکار، ترک داشتن سنگ سنباده که هنگام کار باعث خرد شدن و پرتاب تکه‌های آن می‌شود.
- **خطر درگیر شدن:** درگیری لباس تعمیرکار با قطعات در حال حرکت هنگام کار؛
- **خطر له‌شدگی:** مانند برخورد چکش با انگشتان تعمیرکار، قرار گرفتن دست‌ها زیر تجهیزات هنگام جابه‌جایی؛
- **خطر برش:** مانند بریدن اعضای بدن هنگام کار با قطعات تیز؛

### ۴. رعایت نکردن ارگونومی کار

ارگونومی، علم مطالعه توانایی انسان است که قابلیت‌های بدن انسان را در محیط کار مورد بررسی و پژوهش قرار داده و محیط کار را با انسان و بالعکس، هماهنگ و منطبق می‌کند.

در ادامه برخی از نکات مربوط به رعایت نکردن ارگونومی کار آمده است:

- اثرات متناسب نبودن ارتفاع میزکار برای تعمیر؛
- اثرات جابه‌جایی نادرست اجسام سنگین مانند موتور، جعبه‌دنده، دیفرانسیل؛
- اثرات خم شدن طولانی مدت برای تعمیر بخش موتور خودرو؛
- اثرات انجام تعمیر طولانی به صورت نشسته روی اجزای خودرو؛

کنترل دما و رطوبت در فضای کارگاهی باعث نشاط و شادابی و افزایش بازده کاری می‌شود. پس با توجه به موقعیت جغرافیایی تعمیرگاه در حد استاندارد کنترل شود.



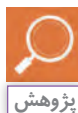
۱- چه پیشنهادی برای کمک به مکانیکی که به طور نشسته کار می‌کند، دارید تا دچار مشکل کمردرد، پا درد و... نشود.

۲- درباره روش‌های درست بلند کردن و جابجایی اجسام سنگین گفت‌وگو و تبادل نظر کنید.



۱- درباره ارتفاع مناسب میزکار و استانداردهای آن پژوهش کنید.

۲- با مراجعه به تعمیرکاران، مواردی را که موجب رعایت نکردن مسائل ارگونومی در تعمیرات مختلف خودرو است به صورت فهرست گزارش کنید.



## ایمنی تجهیزات و ابزارها

برای دستیابی به شعار «اول ایمنی، سپس کار» توجه به نکات ایمنی، روش به کارگیری تجهیزات، ادوات و ابزارهای مورد نیاز در کارگاه‌های تعمیرات خودرو ضروری است، چرا که بیشترین بخش حوادث، مربوط به آگاهی کم و رعایت نکردن شیوه‌نامه‌های کاربردی آنهاست. به طور خلاصه نکات مهم کاربردی برخی از تجهیزات مربوط به تعمیرگاه‌های خودرو را یادآور می‌شویم.

### ۱- جک‌های بالابر

امروزه بیشتر بالابرها و جرثقیل‌های کارگاهی از مکانیزم‌های هیدرولیکی، بیشتر استفاده می‌کنند و نکته بسیار مهم در آنها توجه به نداشتن نشستی مدارات هیدرولیک و در نظر گرفتن احتمال خالی کردن و سقوط جک است؛ لذا ضمن دقت در زمان استفاده از این بالابرها، به محض دستیابی به موقعیت ساکن باید از تثبیت کننده‌های مکانیکی استفاده کرد تا از سقوط خودرو یا قطعات سنگین جلوگیری شود. در بالابرهاي خودرو (جک‌های دوستون یا چهارستون) تثبیت کننده‌ها جزئی از دستگاه هستند، ولی در سایر جک‌ها و جرثقیل‌ها باید از تثبیت کننده‌های مناسب (خرک) استفاده کرد.



شکل ۹- جک و تثبیت کننده

در برخی شرایط هنگام بالابردن قسمتی از خودرو توسط جک‌های دستی باید از حرکت نکردن خودرو مطمئن شد.

### ۲- سیستم، تجهیزات و ادوات پنوماتیک

جک بالابر موجود در کارگاه هنرستان شما چه نوع تثبیت کننده‌ای دارد؟

امروزه استفاده از تجهیزات پنوماتیکی در تعمیرگاه‌های خودرو بسیار متداول شده است که علاوه بر ضروری بودن دستیابی به اطلاعات روش کار با این تجهیزات، بررسی نداشتن نشستی و سلامت شیلنگ‌های اتصال آنها بسیار مهم است؛ چرا که با توجه به وجود فشار نسبتاً زیاد در مدارات آن در صورت جدایی اتصالات امکان پرتاب اشیا و ایجاد حادثه وجود دارد. همچنین توجه به مقدار فشار سیستم و رفع رطوبت از آن علاوه بر تأثیرات مثبت بر طول عمر تجهیزات، جلوگیری از انفجار در منبع تولید فشار (کمپرسور) را در پی خواهد داشت، برای دستیابی به روش کنترل، تنظیم فشار و رطوبت‌زدایی سیستم، به دفترچه راهنمای کمپرسور موجود در کارگاه مراجعه کنید.

۱- فشار تنظیم شده شبکه پنوماتیک در کارگاه هنرستان شما چه مقدار است؟

پاسخ: .....

۲- روش تنظیم فشار کمپرسور موجود در کارگاه چگونه است؟

پاسخ: .....

۳- روش تخلیه رطوبت از شبکه پنوماتیک (و یا مخزن کمپرسور) موجود در کارگاه چگونه است؟

پاسخ: .....



نکات  
کاربردی جک  
بالابر



نکته



کارکلاسی



کارکلاسی



آشنایی  
باشیکه  
پنوماتیک و  
سرویس آن



شکل ۱۰- دستگاه کمپرسور و مدار پنوماتیک

### ۳- دستگاه سنگ سنباده و سنگ فرز

یکی از تجهیزات متداول در کارگاه اتومکانیک، دستگاه سنگ سنباده و فرزهای برقی یا پنوماتیکی است که در زمان استفاده از آنها باید به پوشش عایق سیم‌های اتصال برق (در صورت برقی بودن)، عدم برخورد سیم اتصال برق دستگاه به سنگ هنگام کار، سلامت و استحکام و مناسب بودن سنگ بسته شده روی دستگاه، پرتاب جرقه‌های کار و جلوگیری از ایجاد آتش‌سوزی، محافظت از پرتاب پلیسه‌های سنگ کاری، جلوگیری از تماس سنگ با بدن و استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی، توجه ویژه ای کرد. شکل ۱۱ چند نوع دستگاه سنگ سنباده و فرز را نشان می‌دهد.



۳

۲

۱

شکل ۱۱- انواع دستگاه سنگ سنباده و سنگ فرز

در تصویر شماره ۲ شکل ۱۱ چه نکته ایمنی مربوط به دستگاه سنگ سنباده نمایش داده می‌شود؟



کار کلاسی

### ۴- دستگاه ترانس جوش برق یا گاز

اگرچه استفاده از دستگاه‌های جوشکاری در فرایند عیب‌یابی و تعمیرات خودرو متداول نیست؛ ولی گاهی نیازمند استفاده از آنها هستیم. در کاربرد این دستگاه‌ها علاوه بر داشتن دانش و مهارت کافی، باید به نکات ایمنی روی خودرو توجه کنیم. چرا که در خودرو وجود سوخت بنزین یا گاز، احتمال بروز آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد (متأسفانه موارد ناشی از این‌گونه حادثه در کشور ما نسبتاً زیاد است).



شکل ۱۳- ترانسفورماتور جوش برق



شکل ۱۲- مشعل جوش گاز



قبل از آغاز جوشکاری حتماً کابل‌های باتری خودرو را جدا کنید.



#### ۵- تجهیزات و ادوات شست‌وشوی خودرو

تجهیزات شست‌وشوی خودرو و قطعات آن غالباً دارای مایعات شیمیایی پاک‌کننده قوی با دما و فشار زیاد بوده و هنگام استفاده از این دستگاه‌ها برای جلوگیری از صدمه به بدن خود و دیگران توجه لازم انجام شود. (هنگام استفاده از تجهیزات شست‌وشو به کارگیری لوازم ایمنی شخصی کاملاً الزامی است).

شکل ۱۴- تجهیزات و ادوات شست و شوی خودرو

با توجه به تجهیزات بخش شست‌وشوی کارگاه مکانیک خودرو هنرستان خود، نکات ایمنی مرتبط را بنویسید.



پژوهش

#### ۶- دستگاه پرس هیدرولیک

پرس هیدرولیکی یکی از تجهیزات موجود در کارگاه‌های تعمیرات خودرو است، ضمن داشتن اطلاعات کاربری دستگاه، ضروری است به نکات ایمنی توجه کنید. برخی از موارد مهم ایمنی عبارت است از:

- استفاده از تثبیت‌کننده‌های مناسب برای قرار گرفتن قطعه کار  
- عمود بودن مکان اعمال نیرو با سطح استقرار قطعه کار زیر پرس



شکل ۱۵- انواع پرس هیدرولیک

- استفاده از رابط مناسب اعمال نیرو به قطعه کار

- استفاده از پوشش‌های محافظ پرس (در صورت وجود)

- وارد نکردن نیروی بیش از حد به قطعات ترد و شکننده

#### ۷- دستگاه گریس پمپ دستی

گریس پمپ‌ها توانایی ایجاد فشار بالایی را دارند؛ بنابراین هنگام استفاده از آن باید به مقدار نیروی وارد شده بر اهرم دستی توجه کرد و از اعمال نیروی بیش از حد (به علت مسدود شدن مسیر ارسال گریس) خودداری کرد. چون احتمال ترکیدن لوله انتقال (پاشش گریس با سرعت زیاد) و بروز حادثه وجود دارد.



شکل ۱۶- دستگاه گریس پمپ دستی

آیا می‌دانید توانایی ایجاد فشار یک گریس پمپ دستی برابر فشار وارد بر یک جسم در عمق حدوداً ۵۰۰۰ متری زیر دریا است.



دانشی‌ها

## ۸- ابزارهای عمومی

پرکاربردترین وسایل موجود در کارگاه‌های تعمیراتی خودرو، ابزارهای عمومی هستند که نکات ایمنی مشترک در آنها عبارت است از:



شکل ۱۷- مواردی از ابزارهای عمومی

- به کارگیری ابزار مناسب مرتبط با هر کار
- تمیز بودن ابزارها از چربی و مواد لغزنده
- استفاده از ابزارهای استاندارد برای اعمال نیرو



شکل ۱۸- انواع سیم و چراغ سیار

- ۹- سیم سیار و چراغ سیار (۲۲۰ ولت و ۱۲ ولت)
- سیم سیار و چراغ سیار که با برق ۲۲۰ ولت یا ۱۲ ولت کار می‌کند، در فرایند عیب‌یابی و تعمیرات خودرو کاربرد بسیاری دارد؛ بنابراین باید از سالم بودن و جای عبور آنها در سطح کارگاه و خودرو مطمئن شد، چرا که در صورت بروز اتصالی خطر برق‌گرفتگی وجود دارد.

آیا بدون استفاده از برق ۲۲۰ ولت شهری می‌توان از برق خودرو برای چراغ سیار و یا راه‌اندازی تجهیزات برقی ۲۲۰ ولت مانند دریل دستی استفاده کرد؟ چگونه و نکات ایمنی آن چیست؟



کار کلاسی

## ۱۰- گیره رومیزی

هنگام تعمیر تجهیزات باز شده از روی خودرو، استفاده از گیره رومیزی بسیار متداول و گسترده است و موارد ایمنی کاربری آن عبارت است از:

- گیره رومیزی باید از فلزات چکش خوار و مقاوم مانند فولاد آهنگری شده باشد تا علاوه بر طول عمر بالا از آسیب دیدن کاربران و افراد حاضر در محیط کار در اثر جدا شدن و شکستن قطعات آن هنگام کار، جلوگیری شود.
- به کارگیری گیره متناسب با ابعاد کار باشد، چرا که عدم تناسب نیروی گیره با نوع کار می‌تواند منجر به آسیب دیدن کاربر شود.



شکل ۱۹- گیره رومیزی



## ارزشیابی شایستگی ایمنی و بهداشت کاربردی

شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نمره شایستگی	شاخص تحقق
به دست آوردن توانایی در به کارگیری موارد مربوط به ایمنی و بهداشت در کار	شناخت نکات ایمنی کار با ادوات مورد استفاده تعمیرگاه خودرو	۳	بررسی دفتر راهنمای ابزار و تجهیزات جدید و استخراج نکات ایمنی مربوط به کار با دستگاه‌های جدید
		۲	رعایت نکات ایمنی در فرایند کار هنگام استفاده از ابزار تخصصی
		۱	رعایت نکردن موارد ایمنی و بهداشتی
نمره مستمر از ۱			
نمره واحد یادگیری از ۳			
نمره واحد یادگیری از ۲۰			

زمانی هنرجو شایستگی پیدا می‌کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را دریافت کند.

نمره کلی درس زمانی لحاظ می‌شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی پیدا کند.





## پودمان ۳

### کاربرد مواد در خودرو



## یکی از مصادیق پیشرفت‌های انقلاب شکوهمند اسلامی در چهل سال گذشته

علوم نانو، ارتقا از رتبه ۵۸ به ۱۶ در جهان  
 وضعیت کشورهای جهان در بخش علوم نانو، در سال ۱۹۹۶ میلادی  
 منبع: پایگاه استنادی اسکوپوس

SJR Scimago Journal & Country Rank

Home Journal Rankings Country Rankings Viz Tools Help About Us

All subject areas Nanoscience and Nanotechnology All regions 1996

Display countries with at least 0 Documents Apply

Country	Documents	Citable documents	Citations	Self Citations	Citations per Document	H index
1 United States	1021	1018	47442	15950	46.47	834
2 Japan	446	444	11475	3375	25.73	386
3 Germany	413	410	10098	3011	24.57	331
57 Georgia	1	1	24	0	24.00	13
58 Croatia	1	1	19	0	19.00	10
59 Iran	1	1	25	0	25.00	11
60 Lebanon	1	1	302	0	302.00	20
61 Liechtenstein	1	1	31	0	31.00	13

وضعیت کشورهای جهان در بخش علوم نانو در سال ۲۰۱۷ میلادی  
 منبع: پایگاه استنادی اسکوپوس

SJR Scimago Journal & Country Rank

Home Journal Rankings Country Rankings Viz Tools Help About Us

All subject areas Nanoscience and Nanotechnology All regions 2019

Display countries with at least 0 Documents Apply

Country	Documents	Citable documents	Citations	Self Citations	Citations per Document	H index
1 China	15790	15601	29101	22389	1.84	454
2 United States	7482	7306	12746	4664	1.70	634
3 South Korea	2368	2334	3575	982	1.51	307
15 Taiwan	725	726	833	179	1.13	201
16 Iran	620	601	602	111	0.97	111
17 Hong Kong	620	616	1372	202	2.21	189

## ویژگی‌های مواد

شاید تا به حال از خود پرسیده باشید که چرا مواد با هم متفاوت‌اند؟ چرا برخی مواد دارای ویژگی‌های مکانیکی بهتری هستند؟ چرا یک ماده را به شکل‌های گوناگون می‌توان درآورد و برخی دیگر را نه؟ سؤال‌هایی از این دست، ذهن را متوجه تفاوت‌های مواد از نظر ویژگی‌هایی می‌کند و ما را در رابطه با علت این تفاوت‌ها، به تفکر بیشتر وادار می‌کند. ساختار مواد ارتباط بین اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌های تشکیل‌دهنده آن ماده را مشخص می‌کند که این روش پیوند اتم‌ها و نوع پیوند بین آنها نیز یکی از عوامل تعیین‌کننده ویژگی‌های مواد است. ویژگی‌های مواد به مواردی مانند شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی، تکنولوژیکی، الکتریکی و مغناطیسی تقسیم می‌شوند.

## ویژگی‌های شیمیایی مواد

ویژگی‌های شیمیایی یک ماده، ویژه همان ماده است و با تغییر مواد، ویژگی‌های شیمیایی آن نیز تغییر می‌کند. به عبارتی با کمک این ویژگی‌ها، می‌توان یک نوع ماده را از سایر مواد متمایز کرد. ویژگی‌های شیمیایی ماده تنها با دیدن قابل تشخیص نیستند؛ بلکه می‌توان اثرات آنها را علاوه بر دیدن از راه سایر حواس پنج‌گانه نیز شناخت. مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی را در شکل ۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱- مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی

### واکنش پذیری

قابلیت تجزیه یا ترکیب شدن مواد با یکدیگر را واکنش پذیری گویند. این ویژگی از ویژگی‌های شیمیایی ماده است؛ برای نمونه هنگامی که فلز آهن در معرض هوا قرار گرفته باشد، با اکسیژن واکنش نشان می‌دهد و در اثر آن یک پوسته قهوه‌ای رنگ اکسید آهن روی سطح آن شکل می‌گیرد. لزوم تعویض روغن به دلیل واکنش پذیری روغن و از دست دادن خاصیت‌های اصلی آن است.

ویژگی مواد کاتالیزوری یکی دیگر از ویژگی‌های شیمیایی مواد است. برای افزایش سرعت واکنش پذیری مواد با یکدیگر می‌توان از مواد کاتالیزور استفاده کرد.

کاتالیست خودرو باعث آسانی چه واکنش‌های شیمیایی در گازهای خروجی اگزوز خودرو می‌شود؟

### قابلیت اشتعال

سرعت ترکیب مواد با اکسیژن و مقدار گرمای تولید شده را که موجب سوختن آن می‌شود قابلیت اشتعال گویند. مواد حاصل از این سوختن برای مواد گوناگون متفاوت است. مواد به وجود آمده از سوختن بنزین در حالت ایده‌آل دی‌اکسید کربن و بخار آب خواهد بود.

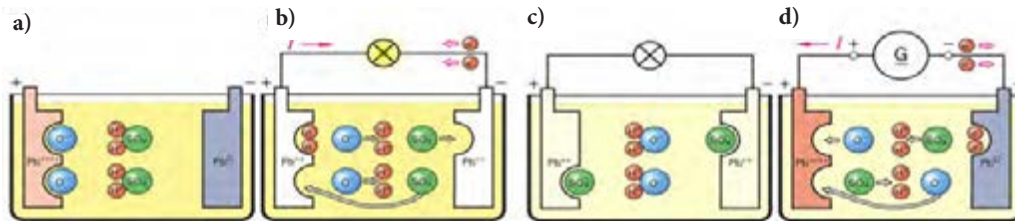


کار کلاسی

۱- آیا روکش سیم‌ها و عایق بدنه در خودرو قابل اشتعال هستند؟  
 ۲- فهرستی از مواد قابل اشتعال در خودرو را تهیه کنید، سپس مشخص کنید آیا دود حاصل از آنها خطرناک است؟

### الکترولیز

جداسازی عناصر در پیوندهای شیمیایی به کمک جریان الکتریکی را الکترولیز می‌گویند. برای نمونه در زمان شارژ باتری خودرو، عمل الکترولیز صورت می‌پذیرد.



شکل ۲- فعل و انفعالات باتری

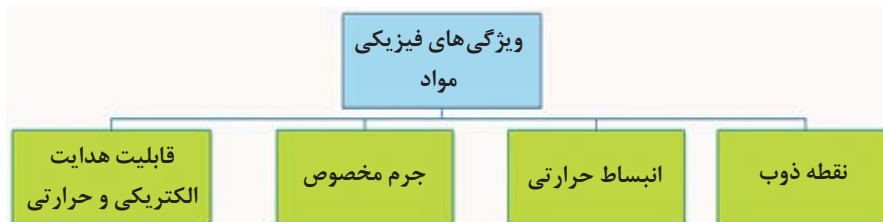
### انحلال‌پذیری

قابلیت حل شدن در یک حلال از ویژگی‌های شیمیایی ماده به‌شمار می‌رود. خاصیت چربی و رسوب‌زدایی قطعات مکانیکی توسط ترکیبات شیمیایی یا مواد شوینده نمونه‌ای از انحلال‌پذیری است. حل شدن آب با ضدیخ و به‌دست آمدن محلول مایع خنک‌کننده موتور نمونه‌ای از این ویژگی در خودرو است.

درباره ویژگی‌های شیمیایی دیگر مواد و ارتباط آن با خودرو پژوهش کنید.

### ویژگی‌های فیزیکی ماده

ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌هایی هستند که بدون تغییر هویت و ویژگی‌های شیمیایی مواد، می‌توان آنها را دید و اندازه‌گیری کرد. نوع پیوند میان اتم‌ها و چگونگی قرارگرفتن آنها در کنار یکدیگر از مواردی است که بر ویژگی مواد اثر مستقیم دارد. مهم‌ترین این ویژگی‌ها را در شکل ۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳- نمونه‌هایی از خواص فیزیکی مواد

### نقطه ذوب

نقطه ذوب، درجه حرارتی است که ماده جامد در آن درجه حرارت به حالت مایع تبدیل می‌شود. برای نمونه این درجه حرارت در فشار یک اتمسفر برای یخ، صفر درجه سانتی‌گراد است. مواد و عناصر به صورت خالص دمای ذوب ثابتی دارند.



شکل ۴- رسیدن به نقطه ذوب

به نظر شما مواد استفاده شده در کدام بخش‌های خودرو نقطه ذوب بالاتری دارند؟



فکر کنید

### انبساط حرارتی

بیشتر مواد جامد با افزایش درجه حرارت، افزایش ابعاد (طول، عرض و ارتفاع) می‌دهند و با کاهش درجه حرارت (سرد شدن) ابعاد آنها کاهش می‌یابد. هر ماده‌ای دارای ضریب انبساط حرارتی خطی، سطحی و حجمی مربوط به خود است که در بسیاری از کاربردهای مهندسی، این ضریب از اهمیت خاصی برخوردار است. برای نمونه تغییر طول سوپاپ بر اثر حرارت احتراق موتور یکی از آثار انبساط حرارتی است.

در کارگاه، تیغ اره یک کمان اره را که پیچ آن کاملاً سفت شده، گرما دهید و آثار آن را روی پیچ سفت کننده ببینید.

تجربه کنید



شکل ۵- کمان اره



شکل ۶- هیدرومتر

### جرم مخصوص

جرم واحد حجم هر ماده را جرم مخصوص گویند. جرم مخصوص هر ماده مقدار ثابتی است که به نوع و ساختمان ماده بستگی دارد. مفهوم جرم مخصوص را می‌توان در عملکرد ابزار اندازه‌گیری مایعات خودرو (هیدرومتر) مشاهده کرد.

به نظر شما علت شناور بودن کپسول هیدرومتر چیست؟



فکر کنید

### قابلیت هدایت جریان الکتریکی

میزان آسانی در عبور حرارت یا جریان الکتریکی، از ویژگی‌های مهم مواد است. چنانچه ماده‌ای قابلیت عبور جریان الکتریکی یا حرارتی را داشته باشد آن را رسانا و در صورتی که ماده‌ای این قابلیت را نداشته باشد به آن نارسانا گویند.

در حقیقت هر قدر ماده‌ای رساناتر باشد، الکترون‌های آزاد حامل انرژی الکتریکی و حرارتی در آن ماده بیشتر است و در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت کمتری ایجاد می‌کند.



شکل ۷- شمع خودرو

## هدایت گرمایی

توانایی انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطه دیگر در یک ماده را قابلیت هدایت گرمایی گویند. هر قدر این قابلیت بیشتر باشد، ماده با اتلاف انرژی کمتری گرما را از خود عبور می‌دهد. یکی از مهم‌ترین موارد کاربرد قابلیت هدایت حرارتی، استفاده از رادیاتورهای آلومینیومی یا مسی در خودرو است.

در موتور شکل ۸ از چه ویژگی برای خنک کردن موتور استفاده می‌شود؟ مزایا و معایب استفاده از این روش خنک‌کاری را بیان کنید.



فکر کنید



شکل ۸- موتور هوا خنک

هدایت الکتریکی و هدایت حرارتی معمولاً، رابطه‌ای تنگاتنگ با یکدیگر دارند. در بیشتر موارد هر قدر ضریب هدایت الکتریکی بیشتر باشد، ضریب هدایت حرارتی آن نیز بیشتر خواهد بود و ماده، گرما را راحت‌تر از خود عبور می‌دهد.



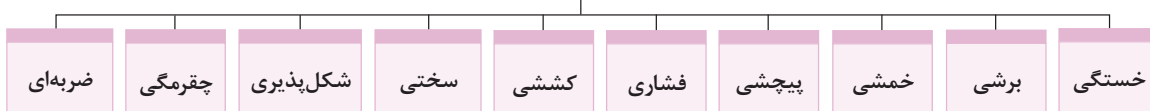
نکته

## ویژگی‌های مکانیکی مواد

مقاومت در برابر هر نوع نیروی خارجی مانند کششی، فشاری، پیچشی، خمشی، برشی و سایشی را ویژگی‌های مکانیکی مواد گویند.

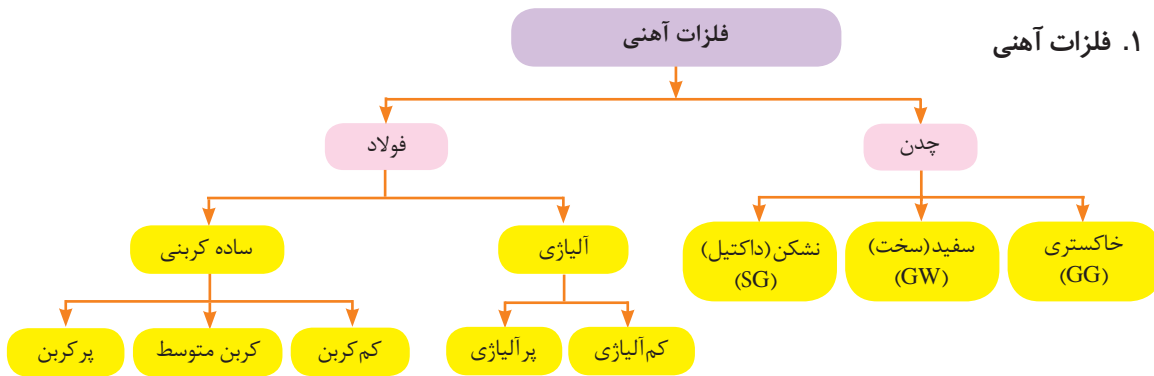
ویژگی‌های مکانیکی زیر مجموعه ویژگی‌های فیزیکی محسوب شده و در علم مهندسی، قطعات طوری طراحی می‌شوند که بتوانند نیروهای گوناگون را تحمل کنند و اعمال نیرو و میزان آن تا جایی ادامه پیدا می‌کند که قطعه یا جزء مورد نظر به تغییر شکل دائم و یا شکست نرسد. رابطه میان نیرو و تغییر شکل را بیشتر با ویژگی‌های مکانیکی مواد می‌سنجند.

### ویژگی‌های مکانیکی مواد (استحکام مکانیکی)



شکل ۹- نمونه‌هایی از ویژگی‌های مکانیکی مواد (استحکام مکانیکی)  
درباره این ویژگی‌ها در پودمان ۵ توضیحات بیشتری گفته شده است.

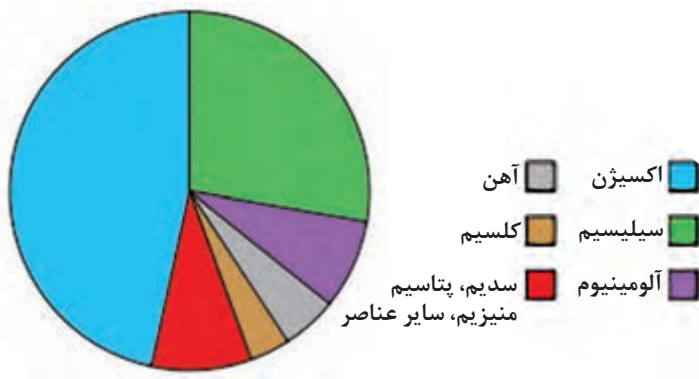




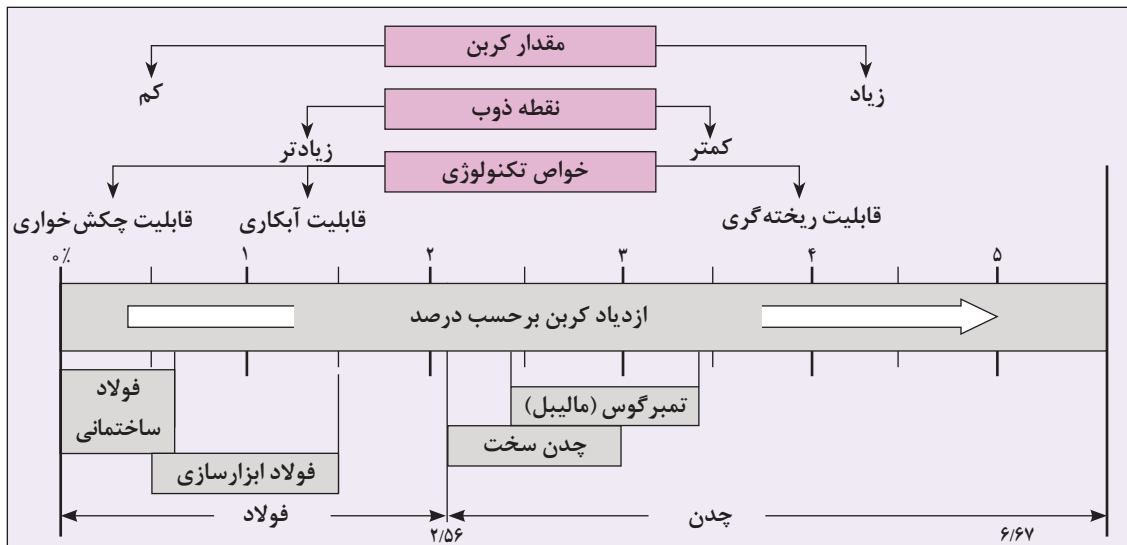
شکل ۱۰- فلزات آهنی

۱-۱- آهن

آهن (Fe) فلزی است خاکستری که به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و در پوسته زمین بیشتر به صورت ترکیب با عناصر دیگر به ویژه اکسیژن وجود دارد. آهن فراوان‌ترین عنصر تشکیل دهنده هسته زمین و چهارمین عنصر تشکیل دهنده پوسته زمین است. آهن خالص به دلیل نرم بودن و نداشتن استحکام در صنایع کاربرد ندارد و معمولاً همراه با عناصر آلیاژی مانند کربن و سیلیسیم و گاه عناصری مانند گوگرد و فسفر به کار برده می‌شود.



شکل ۱۱- درصد فراوانی عناصر در کره زمین



شکل ۱۲- طبقه بندی فولاد و چدن از نظر درصد کربن

## ۲-۱- فولاد

برای افزایش استحکام آهن از روش‌های تولید آلیاژهای متنوع استفاده می‌کنند. به همین منظور مهم‌ترین عنصر آلیاژی که بر استحکام آن تأثیر عمده‌ای دارد کربن است. شکل ۱۲ طبقه‌بندی مواد آهنی را از نظر درصد کربن نشان می‌دهد. آلیاژی از آهن ساده کربنی، که معمولاً کمتر از ۰۰۶٪ درصد (در عمل ۱/۷ درصد) کربن دارد را فولاد می‌نامند.

- چنانچه مجموع درصد وزنی عناصر موجود در فولاد آلیاژی از ۵ درصد کم‌تر باشد، آن را فولاد کم‌آلیاژ و چنانچه از ۵ درصد بیشتر باشد فولاد پرآلیاژ می‌نامند.  
- بیشتر فولادهای استفاده شده در خودرو از نوع فولاد آلیاژی هستند.

از مهم‌ترین کاربردهای فولاد آلیاژی در خودرو می‌توان به قطعاتی مانند شاتون، سوپاپ، میل پلوس، چرخ‌دنده، فنرها، شفت‌ها، پیچ و مهره‌ها اشاره کرد.



میل پلوس

سوپاپ

شاتون

پیچ و مهره

فنر

چرخ‌دنده‌ها

شکل ۱۳- کاربرد فولاد آلیاژی در قطعات خودرو

## ۳-۱- چدن

چدن‌ها دسته‌ای دیگر از آلیاژهای آهنی هستند که هنگام تولید و یا با عملیات حرارتی توانایی تولید کربن آزاد (گرافیت) را دارند. چدن‌ها ویژگی‌های کاملاً متنوعی نسبت به فولادها دارند که به روش ریخته‌گری تولید می‌شوند و مهم‌ترین وجه تمایز فولاد و چدن در روش شکل‌پذیری آنهاست. مقدار کربن در چدن بین ۰۰۶ تا ۰۶۷ درصد وزنی است، که با ترکیب بیش از ۴/۵ درصد وزنی کربن، بسیار شکننده هستند. وجود گرافیت آزاد در چدن مشکل تغییر حجم قطعات در اثر گرما و سرما را کاهش می‌دهد و همچنین حرارت ذوب را در تولید و ریخته‌گری نسبت به فولاد پایین می‌آورد، از این رو قطعات با ویژگی‌های مشابه را با قیمت ارزان‌تری در اختیار صنعت می‌گذارد.

درباره کاربرد چدن در صنعت خودرو و دلایل استفاده از آن پژوهش کنید.

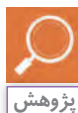


چدن خاکستری

چدن سخت GW  
(چدن سفید)

چدن نشکن SG  
(داکتیل)

شکل ۱۴- انواع چدن و شکل متالوگرافی آنها



انواع چدن	ویژگی	مزایا	معایب	کاربرد در خودرو
چدن خاکستری	رنگ محل شکست خاکستری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تولید مقاطع پیچیده و نازک</li> <li>- مقاومت سایشی بالا</li> <li>- تراش پذیری عالی</li> <li>- قدرت بالای جذب ارتعاش</li> <li>- قابلیت براده برداری بالا</li> <li>- ضریب اصطکاک کم</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>حساس بودن در برابر کشش و ضربه</li> </ul>	 <p>بلوکه سیلندر</p>
				 <p>محفظه دیفرانسیل خودرو</p>
چدن سخت (سفید)	<ul style="list-style-type: none"> <li>کربن در چدن های سخت به صورت گرافیت وجود ندارد.</li> <li>مقطع شکست به رنگ سفید نقره ای است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقاومت در برابر سایش بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>براده برداری سخت</li> </ul>	 <p>سطوح محورهای ثابت و متحرک میل لنگ</p>
				 <p>سطوح یاتاقان و بادامک میل سوپاپ</p>
چدن نشکن (داکتیل)	<ul style="list-style-type: none"> <li>حاوی کربن آزاد (گرافیت) کروی شکل است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- دارای استحکام</li> <li>- ضربه پذیری خوب</li> <li>- چقرمگی</li> <li>- ماشین کاری عالی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>مقاومت سایشی کمتر نسبت به چدن خاکستری و سفید</li> </ul>	 <p>هوزینگ دیفرانسیل</p>
				 <p>نگهدارنده محور چرخ (سگدست چرخ)</p>

شکل ۱۵- مزایا و معایب و کاربرد انواع چدن در خودرو

۱- گاهی اوقات با یک اتفاق ساختار چدن‌ها از نوعی به نوع دیگر تغییر می‌یابد؛ برای نمونه با تماس کاسه چرخ یا دیسک چرخ داغ با آب به صورت آبی، ساختار بخش‌هایی از کاسه چرخ از چدن خاکستری به ویژگی‌های چدن سفید نزدیک می‌شود که این امر باعث کاهش ضریب اصطکاک و عملکرد ضعیف آن می‌شود.

۲- در چدن‌ها نیز برای دستیابی به ویژگی‌های مورد نیاز از آلیاژهای مختلف استفاده می‌شود. همچنین ساختار گرافیت موجود در چدن می‌تواند به صورت ورقه‌ای یا کروی آزاد و یا بدون گرافیت باشد، که در هر مورد کاربردشان می‌تواند متفاوت باشد.

## ۲. فلزات غیر آهنی

### ۱-۲- آلومینیوم

آلومینیوم (Al) فلزی سبک است که به وفور در طبیعت یافت می‌شود. آلومینیوم ۸ درصد از کل پوسته زمین را تشکیل می‌دهد که وجود آن در طبیعت به صورت ترکیب با سایر عناصر به ویژه اکسیژن است. آلومینیوم به سرعت اکسید شده و تولید اکسید آلومینیوم ( $Al_2O_3$ ) متراکم در سطح قطعات می‌کند که از خوردگی لایه‌های زیرین جلوگیری می‌کند. آلومینیوم به صورت خالص از استحکام بالایی برخوردار نیست به همین دلیل برای افزایش استحکام آن از عناصر دیگری مانند مس، روی، منیزیم و سیلیسیم برای تولید آلیاژ آلومینیوم استفاده می‌کنند. یکی از مهم‌ترین آلیاژهای این فلز آلیاژ آلومینیوم - منیزیم است که در ساخت بدنه هواپیما و در و پنجره‌سازی کاربرد فراوان دارد.



شکل ۱۶- ویژگی‌های آلیاژهای آلومینیوم



با توجه به مطالب صفحات قبل، سرسیلندر هم از چدن و هم از آلیاژ آلومینیوم تولید می‌شود. مزایا و معایب استفاده از چدن و آلومینیوم به عنوان فلز سرسیلندر چیست؟

### ۲-۲- مس

مس (Cu) یکی از عناصر فلزی است که به دلیل کاربرد آن در صنایع الکتریکی بیشتر به صورت خالص بکار می‌رود و آلیاژهای آن مصرف کمتری دارند. مس در حالت خالص دارای ضریب هدایت الکتریکی بالاتری نسبت به آلومینیوم است. قابلیت شکل پذیری و چکش خواری مس نیز بسیار مطلوب است، به طوری که قطعات تولید شده از این عنصر به روش‌های کوره کاری (فورجینگ) و کشش عمیق را با هیچ عنصر دیگری نمی‌توان مقایسه کرد. از مس بیشتر در سیستم برق خودرو مانند سیم پیچی الکتروموتور، تهیه کابل، قطعات الکتریکی و اتصالات مدار برقی استفاده می‌شود.



سیم



سیم پیچی آلترناتور

شکل ۱۸- کاربرد مس در خودرو

### ۲-۳- سایر فلزات غیر آهنی

جدول زیر سایر فلزات غیر آهنی و کاربرد آنها را در خودرو بیان می‌کند.

کاربرد	عناصر	کاربرد	عناصر
سنسور اکسیژن خودرو	زیرکونیم	روکش فلزی، عنصر آلیاژی در ساخت فولاد فنر	نیکل Ni
باتری، یاتاقان، بوش	آنتیموان	روکش فلزی	کرم، روی Cr-Zn
باتری، یاتاقان	مولیبدن	لحیم کاری	قلع Sn
شاتون	وانادیوم	لحیم، باتری	سرب Pb
شاتون، سوپاپ	تیتانیوم	پلاتین رله‌ها (کنتاکتورها)	نقره Ag
دیودها، ترانزیستور	ژرمانیوم	فیلمان لامپ‌های رشته‌ای	تنگستن W

جدول ۱- فلزات غیر آهنی و کاربرد آنها در خودرو

### ۲-۴- آلیاژهای فلزی غیر آهنی پر کاربرد در خودرو

کاربرد	عناصر آلیاژی	آلیاژ
سر سیلندر، بلوکه سیلندر، پوسته جعبه دنده، رینگ چرخ	آلومینیوم، سیلیسیم، مس، منیزیم، منگنز	آلیاژ آلومینیوم
دستگیره در، زه چراغ‌ها	روی، مس، آلومینیوم، منیزیم	زاماک
یاتاقان‌ها	قلع، سرب، روی	باییت
بوش‌ها	مس، قلع	برنز
بوش‌ها، یاتاقان‌ها، واشرها	فسفر، برنز	فسفر برنز
رادیاتور، واشر آب بندی، سر سیم اتصالات الکتریکی	مس، روی	برنج

جدول ۲- آلیاژهای فلزی غیر آهنی و نمونه‌هایی از کاربرد آنها در خودرو

درباره دلایل استفاده از بابت و فسفر برنز در یاتاقان‌ها پژوهش کنید.



شکل ۱۹- شاتون

## ویژگی‌های تکنولوژیکی مواد فلزی

### ۱- قابلیت چکش‌خواری فلزات



شکل ۲۰- قابلیت چکش‌خواری فلزات

توانمندی تغییر شکل مواد به کمک نیروی فشاری و ضربه را قابلیت چکش‌خواری می‌نامند. برای نمونه فولاد، مس و برنج را می‌توان با نیروی فشاری و ضربه تغییر شکل داد و عملیاتی مانند نورد، خم‌کاری و کوره‌کاری (فورجینگ) را روی آنها انجام داد (شکل ۲۰).

### ۲- قابلیت ریخته‌گری فلزات



شکل ۲۱- قابلیت ریخته‌گری فلزات

برخی از مواد را می‌توان به خوبی توسط فرایند ریخته‌گری تولید کرد. این مواد به دلیل ویژگی سیالیت خوبشان در حالت مذاب، مقاطع نازک را در قالب‌های ریخته‌گری به خوبی پر می‌کنند. پرکاربردترین این مواد که در خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد چدن و آلومینیوم است (شکل ۲۱).

### ۳- قابلیت جوشکاری فلزات



شکل ۲۲- قابلیت جوشکاری فلزات

موادی که بتوان آنها را به کمک حرارت (یا حرارت همراه با فشار) و نیز با استفاده از الکتروود، به صورت مذاب به یکدیگر متصل کرد دارای قابلیت جوشکاری هستند، فولادها و بعضی فلزات غیرآهنی قابلیت جوشکاری دارند (شکل ۲۲).

### ۴- قابلیت براده برداری فلزات

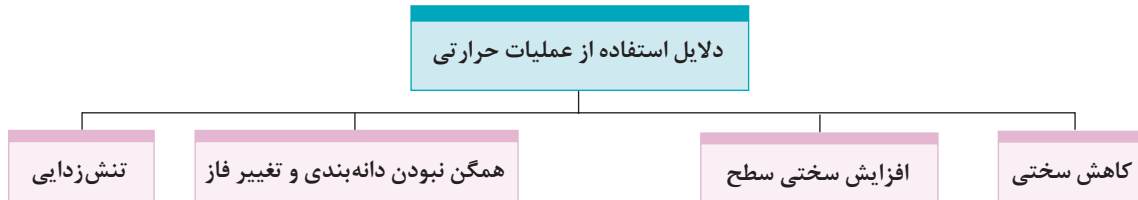


شکل ۲۳- قابلیت براده برداری فلزات

موادی را که بتوان با سرعت زیاد و نیروی کم برای تولید قطعات، ماشین‌کاری (براده برداری) کرد را موادی با قابلیت براده برداری گویند (شکل ۲۳).

## ۵- قابلیت عملیات حرارتی

گرم کردن قطعات مکانیکی تا درجه حرارت معین و نگهداری در آن درجه حرارت در مدت زمان معین و سپس سرد کردن آن در محیط مشخص را عملیات حرارتی گویند. این عملیات برای تغییر فاز، تغییر شکل یا اندازه دانه‌های فلزی برای بهبود ویژگی‌های مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی و شیمیایی قطعات است. فلزات، سرامیک‌ها و آلیاژها این قابلیت را دارند که با گرم کردن و سرد کردن زمان بندی شده، ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی مطلوب را در طول عملیات حرارتی به دست آورند. دلایل استفاده از عملیات حرارتی که روی قطعات ایجاد می‌شود عبارت‌اند از:



شکل ۲۴- دلایل استفاده از عملیات حرارتی

## پوشش دهی

ایجاد پوشش روی ساخته‌های صنعتی از اهمیت بسیاری برخوردار است که علاوه بر زیباسازی سطوح قابل رؤیت، اهداف کلی مانند مقاومت در برابر خوردگی، زنگ زدگی و افزایش استحکام را در بر خواهد داشت. پوشش دهی بیشتر به صورت غیرفلزی (رنگ‌ها که در مباحث بعدی به آنها پرداخته شده) و فلزی که عبارت‌اند از:

### ۱- پوشش دهی گالوانیزه فولادها

گالوانیزه پوشش فلز روی (Zn) بر سطح فولاد است که بسته به شکل و کاربرد آن قطعه به روش‌های مختلفی انجام می‌شود.

در برخی از ورق‌های پوشش داده شده استفاده شده در خودرو مانند سیستم اگزوز که در معرض حرارت زیاد قرار دارد از پوشش آلومینیوم به روش غوطه‌وری در مذاب یا الکترولیز استفاده می‌شود.



## ۲- پوشش دهی کروماته (آب کاری)

عملیات کروماته براق که بیشتر به روش الکتروشیمیایی روی قطعات فولادی مانند انواع پیچ و مهره، واشرها، بست ها و براکت ها و ... برای جلوگیری از زنگ زدگی انجام می شود و بر پایه نوع مواد و عملیات به رنگ های براق گوناگون مانند نقره ای، زیتونی، مشکی و طلایی روی سطوح ایجاد می شود.



شکل ۲۵- نمونه ای از پوشش دهی کروماته

## ۳- پوشش دهی داکرومات

در پوشش دهی کروماته گاهی مشکلاتی برای قطعات و یا محیط زیست ایجاد می شود که امروزه با تغییراتی در روش و نوع مواد بکار رفته آثار این مشکلات کمتر شده، همچنین علاوه بر جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی به استحکام بخشی قطعه نیز کمک می کند. این پوشش دهی که نام آن داکرومات است، بیشتر به دو رنگ نقره ای مات و مشکی مات دیده می شوند.

در فرایند تولید برخی از پیچ و مهره ها برای جلوگیری از زنگ زدگی (از زمان تولید تا مصرف) با انجام فرایند نسبتاً ساده ای پوشش سیاه رنگی روی آنها ایجاد می شود که این حالت جزو پوشش دهی فلزی محسوب نمی شود و به آن سیاه کاری گویند.



شکل ۲۶- پوشش دهی داکرومات



## مواد غیر فلزی

### پلیمرها (بسیار)

پلیمرها مولکول‌های بزرگی هستند که از پیوند مولکول‌های کوچک (مونومر) به یکدیگر ایجاد می‌شوند. تعداد زیادی از پلیمرها دارای پایه آلی (هیدروکربن‌ها) هستند که از ترکیب عنصر کربن با عناصری همچون هیدروژن، نیتروژن و کلر و فلوئور تولید می‌شود.

پلیمرها به دو صورت طبیعی و مصنوعی وجود دارند؛ برای نمونه برای پلیمر طبیعی می‌توان سلولز (چوب) و کائوچو و برای پلیمر مصنوعی لاستیک‌های مصنوعی، باکلیت‌ها و نایلون‌ها را نام برد.

از پلیمرهای بسیار رایج می‌توان به پلاستیک‌ها مانند پلی‌پروپیلن (PP)، پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌آمید (PA) و پلی‌وینیل کلراید (P.V.C) اشاره کرد.



شکل ۲۷- ویژگی‌ها و کاربردهای پلیمر

## ۱- پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها مواد مصنوعی هستند که به دلیل ویژگی‌هایی مانند سبکی، عایق بودن برای حرارت و جریان الکتریکی، در صنعت کاربردهای فراوانی دارند. پلاستیک‌ها از نقطه نظر ساختاری از دسته پلیمرها هستند که از منابعی مانند گیاهان، نفت خام و ضایعات حیوانی به دست می‌آیند.

مهندسان و طراحان، پلاستیک‌ها را به دلیل وجود ترکیبی از ویژگی‌های گوناگون مانند سبکی، سختی و انعطاف پذیری، مقاومت در برابر خوردگی، رنگ پذیری، شفافیت و آسانی شکل پذیری مورد توجه قرار می‌دهند.

پلاستیک‌ها به سه دسته ترموپلاست‌ها، ترموست‌ها و الاستومرها (لاستیک) تقسیم می‌شوند.



شکل ۲۸- قطعات ترموپلاست (پلی اتیلن) در خودرو - گردگیرها

### ۱-۱- ترموپلاست‌ها (گرما نرم)

این گروه از پلاستیک‌ها در اثر اعمال حرارت تغییر شکل می‌دهند، با اعمال نیرو، شکل مورد نظر را پیدا می‌کنند و با سرد شدن شکل جدید خود را حفظ می‌کنند. ۹۰ درصد پلاستیک‌ها در حال حاضر از این گروه مواد هستند. این گروه از پلاستیک‌ها به راحتی قابلیت بازیافت دارند و استفاده دوباره از آنها بدون آنکه ویژگی‌های آنها تغییر کند، امکان پذیر است. از مهم‌ترین پلاستیک‌های این گروه می‌توان به پلی اتیلن (PE) و پلی وینیل کلراید (P.V.C) اشاره کرد.

چرا در تولید سیم‌ها و کابل‌ها از پلاستیک‌ها به عنوان روکش استفاده می‌شود؟



کار کلاسی

### ۱-۲- ترموست‌ها (گرماسخت)

به پلیمرهایی گفته می‌شود که علاوه بر پیوندهای طولانی، با حرارت دادن آنها، پیوندهای عرضی با واکنش‌های شیمیایی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یکپارچه درمی‌آیند. معمولاً این رزین‌های مایع پس از ترکیب با سخت‌کننده یا خشک‌کن و یا عامل تسریع‌کننده واکنش (کاتالیست)، شروع به واکنش غیرقابل برگشت کرده و سخت می‌شوند.

از مهم‌ترین ترموست‌ها می‌توان فنل فرمالدئید که با نام تجاری باکالیت شناخته می‌شود، نام برد. این پلیمر بسیار سخت و شکننده، ولی مقاوم به حرارت و جریان الکتریکی است و در صنایع برق و الکترونیک به عنوان عایق کاربرد وسیعی دارد. این ماده در ساخت و تولید کلیدها و پریزهای برق مصرف زیاد دارد.



شکل ۲۹- داشبورد خودرو

ترموست‌ها برخلاف ترموپلاست‌ها قابلیت بازیافت ندارند.



نکته

### ۱-۳- الاستومرها (لاستیک)

الاستومر به پلیمری گفته می‌شود که خاصیت کشسانی (ارتجاعی) داشته باشد، بدین مفهوم که در اثر نیرو تغییر شکل پیدا می‌کند و پس از رفع نیرو به شکل اولیه خود بر می‌گردد. به الاستومر، کائوچو (Caoutchouc) نیز گفته می‌شود.

لاستیک‌ها به شکل خام ویژگی‌های مطلوبی ندارند ولی با کمک فرایندهای گوناگون آن را به محصول قابل استفاده تبدیل می‌کنند.

لاستیک طبیعی یا کائوچو دارای ساختار زنجیره ای بسیار بلند و پیچیده است؛ ولی لاستیک‌های مصنوعی دارای ساختارهای بسیار کوتاه هستند که با پلیمریزاسیون مونومرها (پلیمر کردن در اثر فشار و سرد کردن) به دست می‌آید. لاستیک طبیعی به خاطر کاربردهای خیلی زیادش جایگاه مهمی در بازار دارد. برخی از کاربردهای آن شامل ساختن تایر برای استفاده در ماشین‌های مسابقه، کامیون‌ها، اتوبوس‌ها و هواپیماهاست. برای بالا بردن استحکام لاستیک تایر، گوگرد را به لاستیک طبیعی (کائوچو) اضافه می‌کنند و حرارت می‌دهند که به این عمل ولکانیزاسیون گویند.

- آیا می‌توان از شیلنگ‌های بنزین، آب، روغن به جای یکدیگر استفاده کرد؟ چرا؟

- با برش مایل شیلنگ‌های تک لایه، ۲ لایه و ۳ لایه و ۴ لایه سیستم سوخت‌رسانی موتور خودرو، آنها را با هم مقایسه و کاربرد هر یک را در خودرو بررسی کنید.



کار کلاسی



تسمه



لاستیک

شکل ۳۰- کاربرد لاستیک در خودرو

**نکته زیست‌محیطی:** به دلیل وجود ماده بنزن در مواد پلاستیکی مورد استفاده در داخل کابین خودروها، به مرور زمان و تحت شرایط تابش نور خورشید و گرما، گاز بنزن از این مواد (داشبورد، روکش، درها، روکش صندلی‌ها و ...) متصاعد می‌شود که استنشاق این گاز باعث بروز بیماری‌های تنفسی و خونی می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود قبل از سوار شدن به خودرو هوای داخل کابین تهویه شود.



نکته

## ۲- کامپوزیت‌ها

کامپوزیت‌ها، موادی چندجزئی هستند که ویژگی‌های آن پس از ساخت، از هر کدام از اجزای تشکیل دهنده آن بهتر است. ضمن اینکه اجزای مختلف آن ویژگی‌های خود را نیز حفظ می‌کنند و کارایی یکدیگر را بهبود می‌بخشند. معمولاً کامپوزیت‌ها از یک جزء زمینه و یک جزء تقویت کننده تشکیل شده‌اند. یکی از مرسوم‌ترین و پرکاربردترین کامپوزیت‌ها، فایبرگلاس است. فایبرگلاس یک کامپوزیت با زمینه پلیمری است که توسط الیاف شیشه تقویت شده است. کامپوزیت‌ها به سه دسته کامپوزیت‌های زمینه فلزی، سرامیکی، پلیمری تقسیم بندی می‌شوند.

### کاربرد کامپوزیت‌ها در صنعت خودرو سازی

به علت مزایایی که قطعات کامپوزیتی نسبت به قطعات فلزی دارند و صرفه جویی‌های اقتصادی که در اثر استفاده از آنها ایجاد می‌شود، هر روز قطعات بیشتری از خودرو به قطعات کامپوزیتی تبدیل می‌شود. کامپوزیت‌های استفاده شده در صنعت خودرو بیشتر از نوع کامپوزیت‌های زمینه پلیمری هستند. این کامپوزیت‌ها از مواد ترموست و ترموپلاستیک تشکیل شده‌اند که با الیاف شیشه یا کربن و هر ماده دیگری، برای هدف خاصی تقویت می‌شوند.



بدنه سبک و مقاوم خودرو



بدنه کامپوزیتی موتورسیکلت



سپر فایبرگلاس خودرو

شکل ۳۱- کاربرد کامپوزیت در خودرو



شکل ۳۲- مزایای کامپوزیت‌ها

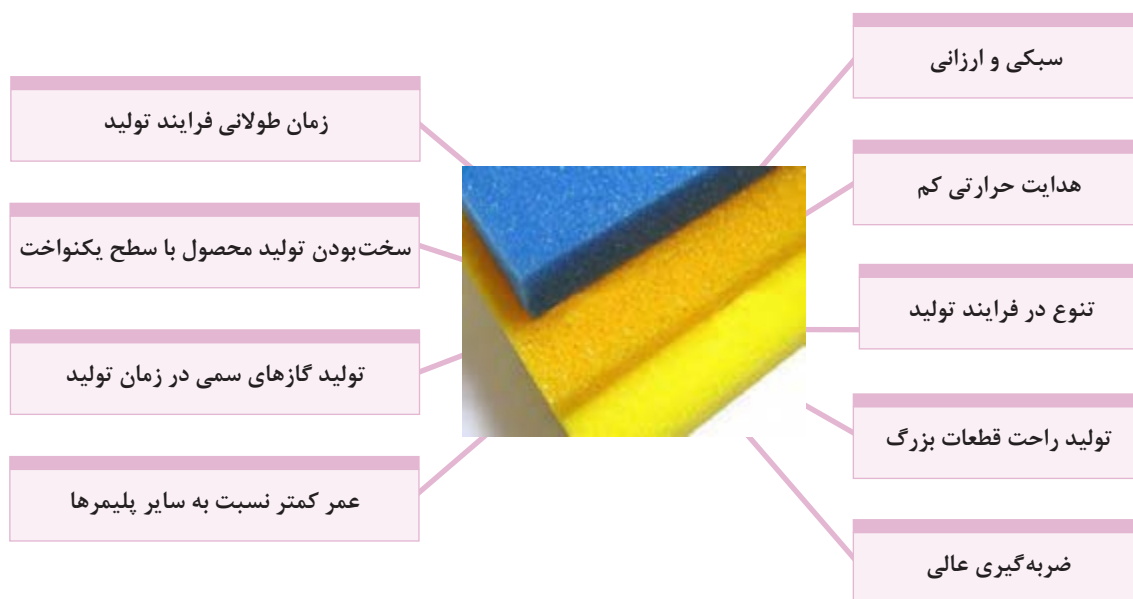
چرا امروزه تا حد ممکن قطعات اتومبیل را از کامپوزیت‌ها تهیه می‌کنند؟



فکر کنید

### ۳- فوم

فوم جسمی است که از دو فاز مختلف گاز و جامد تشکیل شده است. در فوم‌های پلیمری، فاز جامد از پلیمر ساخته شده است و داخل آنها فضای تو خالی کوچکی است که هنگام ساخت، توسط گاز در داخل پلیمر ایجاد می‌شود. فوم در زبان انگلیسی به معنای کف است و در دانش پلیمر به موادی اطلاق می‌شود که از یک ماده پلیمری به عنوان بستر و حباب‌های گاز به عنوان جزء دوم، تشکیل شده است. به طور کلی می‌توان فوم‌ها یا اسفنج‌ها را موادی با ساختار سلولی نامید که چگالی آن به دلیل حضور یک گاز درون بستر پلیمری کاهش یافته است. نوع حباب‌های (سلول) فوم به شدت ویژگی‌های مکانیکی و حرارتی فوم‌های پلیمری را تغییر می‌دهد.



شکل ۳۳- مزایا و معایب فوم



فوم در فرمان و سایر قطعات خودرو



فوم در صندلی خودرو

شکل ۳۴- کاربرد فوم در خودرو

با برش اسفنج‌ها بررسی کنید که حباب‌های آن به چه صورت هستند؟ و دلیل جذب آب در آنها چیست؟



کار کلاسی

## چسب‌ها

یکی از قدیمی‌ترین روش‌های اتصال اجسام به یکدیگر استفاده از چسب بوده است. آثار گذشته نشان می‌دهد که حدود سه هزار سال قبل، از چسب استفاده می‌شده است. چسب ماده‌ای پلیمری است که می‌تواند بین دو سطح جامد توسط لایه نازکی، اتصال چسبی به وجود آورد. سطوح اتصال ممکن است با روش جذب فیزیکی (برای نمونه نیروهای بین سطحی) و یا جذب شیمیایی به یکدیگر اتصال یابند.



شکل ۳۵- نمونه‌هایی از انواع چسب

هر چند در گذشته صحافان از چسب، برای چسباندن قطعات چوبی و یا اشیای کاغذی استفاده می‌کردند؛ اما به تدریج دامنه کاربرد آن گسترش یافت. به گونه‌ای که امروزه به جای استفاده از میخ، پیچ، بست، لحیم و جوش دادن در ساخت، تولید و مونتاژ قطعات از چسب‌های گوناگون و ویژه‌ای استفاده می‌شود.

## اجزای تشکیل دهنده چسبها



شکل ۳۶- اجزای تشکیل دهنده چسب

## انواع چسبها و کاربرد آنها در خودرو

ردیف	نام چسب	نوع طبقه بندی	کاربری	تصویر
۱	نوار چسب برق	الاستومر	اتصالات سیم های برق	
۲	چسب دوقلو	ترموست	اتصال قطعات	
۳	چسب فوری	ترموست	اتصالات قطعات	

	<p>درزبندی و آب‌بندی قطعات (کارتر، سینی جلوی موتور...)</p>	<p>ترموپلاست</p>	<p>چسب سیلیکونی</p>	<p>۴</p>
	<p>ارتعاش‌گیر قطعات بدنه خودرو (بدنه خودرو)</p>	<p>الاستومر</p>	<p>چسب پولی‌اورتان</p>	<p>۵</p>
	<p>پیچ و مهره‌های خودرو در تماس با هوا (پیچ‌های تعلیق و جلوبندی)</p>	<p>ترموست</p>	<p>چسب قفل‌کننده اتصالات (هوازی)</p>	<p>۶</p>
	<p>پیچ و مهره‌های خودرو بدون تماس با هوا (پیچ فلاپویل و میل لنگ)</p>	<p>ترموست</p>	<p>چسب قفل‌کننده اتصالات پیچ‌ومهره‌ای (بی‌هوازی)</p>	<p>۷</p>

**نکته ۱:** در برخی پیچ‌های ایمنی خودرو، از چسب‌های قفل‌کننده با ماهیت اپوکسی روی رزوه‌های پیچ استفاده می‌شود.  
**نکته ۲:** چسب قفل‌کننده (هوازی یا بی‌هوازی) با توجه به شرایط محیطی (گرمای، فشار، سیال مرتبط و ارتعاش) دسته‌بندی گوناگون دارند که با اعداد مختلف روی بسته‌بندی آنها کاربردشان مشخص می‌شود.





## رنگ خودرو

افزایش روزافزون تعداد خودروها و تنوع رنگ آنها باعث شده رنگ خودروها از نظر کمی و کیفی وسعت بیشتری پیدا کند. همان طور که در اهداف پوشش دهی گفته شد، هدف اصلی جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی قطعات آهنی است، در پوشش دهی های غیر فلزی که عموماً به رنگ ها معطوف می شود علاوه بر این هدف، زیبایی سطوح حتی در قطعات غیر آهنی مورد توجه است.

### انواع رنگ در صنعت خودرو

به طور کلی در صنعت خودرو رنگ ها به دو گروه اصلی زیر تقسیم می شوند:  
الف) رنگ های ترموپلاست  
ب) رنگ های ترموست

### رنگ های ترموپلاست

این نوع رنگ ها شامل رنگ های روغنی، رنگ های تینر فوری و رنگ های آب حلال اند، که با فرایند حرارت نرم شده است. رزین رنگ های ترموپلاست با حرارت نرم شده و خاصیت پلاستیکی پیدا می کنند و در حلال نیز قابل انحلال هستند. عامل خشک کن آنها نیز فیزیکی بوده و با تبخیر تینر موجود در رنگ خشک می شوند. در حالی که در رنگ های آب حلال، آب موجود در آنها تبخیر شده و باعث خشک شدن آنها می شود.

**رنگ های ترموست:** این نوع رنگ ها به اصطلاح شامل رنگ های دو جزئی هستند. رزین این نوع رنگ ها، در فرایند شیمیایی که شامل افزودن خشک کن یا هاردنر به رنگ است، از خود واکنش نشان می دهد و در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد به بالا باعث خشک شدن سطح رنگ می شود. هرچه حرارت بالاتر رود سرعت خشک شدن آنها بیشتر خواهد شد که باید در این باره به توصیه های شرکت تولیدکننده رنگ توجه داشت.

این نوع رنگ ها با گرم کردن دوباره نرم نمی شوند و نسبت به حل شدن در حلال از خود مقاومت بیشتری نشان می دهند.

امروزه در صنعت خودرو بیشتر از رنگ های ترموست از جمله رنگ های متالیک و سالیید (روغنی) استفاده می شود. قابل توجه است که رنگ های استفاده شده در صنعت خودرو همگی از نوع کوره پخت هستند و در دمای بالای ۱۶۰ درجه سانتی گراد با واکنش شیمیایی انجام شده بین اجزای خود خشک می شوند. این در حالی است که رنگ های تعمیراتی استفاده شده در کارگاه های خدمات پس از فروش از نوع رنگ های هوا خشک بوده که به رنگ تعمیراتی (دو جزئی) معروف اند.

امروزه در رنگ های ترموپلاست و ترموست به خاطر مسائل زیست محیطی به جای استفاده از تینر از آب به عنوان حلال استفاده می شود.



رنگ متالیک	رنگ سالیید (روغنی)
چهار لایه، سه بار پخت شده	سه لایه، سه بار پخت شده
لایه شفاف در آن بکار می رود.	لایه شفاف ندارد.
لایه اکیلیل دارد	لایه اکیلیل ندارد

جدول ۵- تفاوت رنگ های متالیک و روغنی

## اجزای تشکیل دهنده رنگ

اجزای تشکیل دهنده رنگ را می‌توان به چهار بخش زیر تقسیم کرد:

- ۱- **رزین:** ماده‌ای که رنگ دانه‌ها را به هم متصل کرده و به لایه رنگ جلا و قوام می‌دهد.
- ۲- **رنگ دانه:** به پودرهای رنگین قابل انحلال در آب یا حلال گویند که پوشش رنگی را ایجاد می‌کند و به دو گروه معدنی و آلی تقسیم می‌شوند.
  - ۱-۲-۱ رنگ دانه‌های معدنی: از کانی‌های طبیعی تشکیل شده‌اند مانند فیروزه، عقیق، گل ماش و غیره.
  - ۲-۲-۲ رنگ دانه‌های آلی: از مواد خام پتروشیمی تهیه می‌شوند که با توجه به کاربردشان به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند.
    - ۱-۲-۲-۱ رنگ دانه‌های رنگین: این نوع رنگ دانه‌ها در پوشش نهایی بکار گرفته شده و به رنگ قدرت پوشش می‌دهند.
    - ۲-۲-۲-۲ رنگ دانه‌های اضافی یا پرکننده‌ها: در پوشش میانی استفاده می‌شود و وظیفه آنها مقاومت در برابر سائیدگی است.
    - ۳-۲-۲-۳ رنگ دانه‌های ضدزنگ: در مراحل زیرسازی استفاده می‌شود و وظیفه آنها جلوگیری از زنگ زدگی است.
  - ۳- **حلال:** عامل حل شدن رزین رنگ را حلال گویند.
  - ۴- **تینر:** مایعی که برای رقیق تر کردن رنگ استفاده می‌شود.

## انواع آسترها و پرکننده‌ها

رنگ‌های آستر در پوشش زیرکار، استفاده شده و روی سطح فلز پاشیده می‌شوند تا رنگ اصلی به خوبی به سطح فلز خام بچسبد و دوامش بیشتر شود. آسترهای استفاده شده در صنعت خودروسازی عبارت‌اند از:

### ۱- آستر واش پرایمر (اچ پرایمر یا ED)

آستر واش پرایمر یک آستر اسیدی است که از زنگ زدگی فلز جلوگیری می‌کند و باعث چسبندگی بهتر رنگ به سطح آستر میانی می‌شود.

### ۲- آستر میانی

وظیفه این آستر جلوگیری از زنگ زدگی سطح فلز و ایجاد چسبندگی میان آستر واش پرایمر و پوشش‌های بعدی است. این نوع آستر از رنگ دانه‌های ضدزنگ با کیفیت عالی و رنگ دانه‌هایی که روغن را بسیار کم به خود جذب می‌کنند، تشکیل شده و برای پرکردن خش‌های ظریف سمباده کاری نیز مناسب است.

### ۳- آستر پرکننده

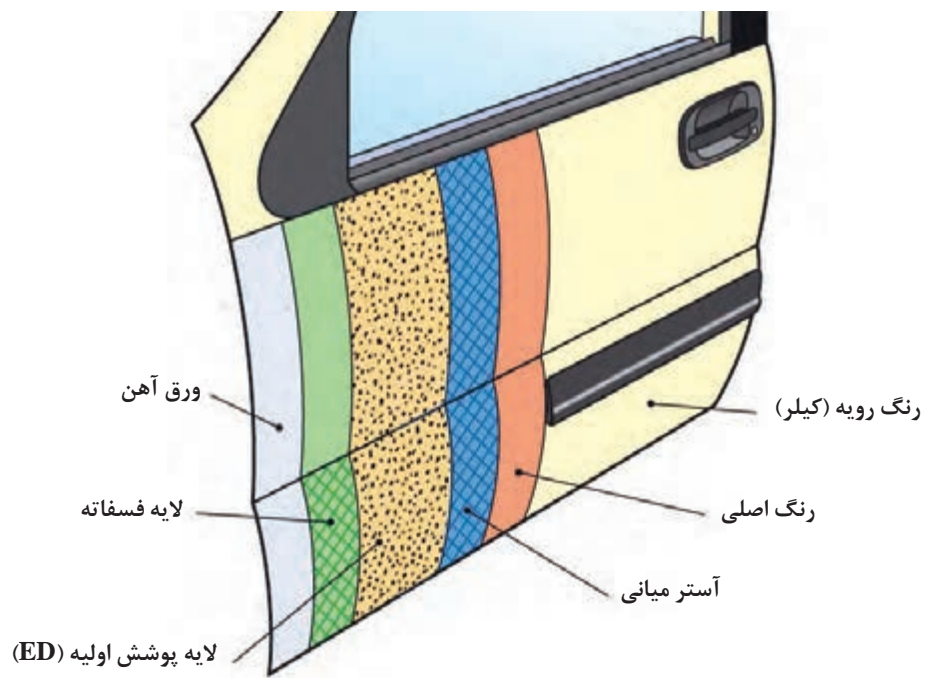
از این نوع آسترها که شامل آستر میانی و آستر سیلر است، می‌توان برای برطرف و پرکردن برخی خش‌های جزئی باقی مانده از سمباده کاری و بعضی ناهمواری‌های جزئی استفاده کرد.

### پرکننده‌ها (بتونه‌ها)

از بتونه‌ها که شامل بتونه سنگی، بتونه فوری و بتونه روغنی است، برای پرکردن خش‌های عمیق و ناهمواری‌هایی که در سطح فلز و یا رنگ به وجود آمده، استفاده می‌شود.

### رنگ رویه

از رنگ رویه برای زیباسازی سطح نهایی (نما) اتومبیل استفاده می‌شود که شامل انواع مختلفی از جمله آکرلیک رنگ‌های نیتروسولولزی، روغنی آکرلیک، لعابی آکرلیک، یورتان آکرلیک و رنگ ملامینی هستند.



شکل ۳۷- لایه‌های گوناگون رنگ متالیک

## چرم طبیعی

چرم طبیعی از دباغی پوست خام جانوران، به‌ویژه گاو به دست می‌آید. دباغی فرایندی است که پوست فسادپذیر را به یک ماده طبیعی پایدار، دائمی و انعطاف‌پذیر برای کاربردهای گوناگون تبدیل می‌کند. انواع چرم را می‌توان چرم‌های حیوانی، گیاهی و مصنوعی نام برد.

چرم طبیعی حیوانی از پوست حیواناتی چون گوسفند، گاو، بز، شترمرغ، مار و ... به دست می‌آید. چرم گیاهی از فرآوری برگ، پوست تنه و میوه برخی درختان (مانند مازو) تهیه می‌شود.

چرم مصنوعی از مواد شیمیایی ساخته و دباغی می‌شود. برای نمونه چرم‌های مصنوعی پی‌وی‌سی (P.V.C) از ترکیب یک لایه روکش و یک لایه اسفنج از جنس پی‌وی‌سی که روی پارچه پوشش داده شده، ساخته می‌شود.



چرم طبیعی



صندلی چرمی خودرو



چرم مصنوعی

شکل ۳۸- نمونه‌هایی از کاربرد چرم در خودرو

آیا چرم‌های مختلف مصنوعی و طبیعی آب جذب می‌کنند یا نه، چرا؟

تجربه کنید

## نانو مواد

نانومواد می‌توانند در زمینه‌های گسترده‌ای از کاربردهای صنعتی استفاده شود. از مهم‌ترین ویژگی‌های مواد نانو ابعاد کوچک آنها است (یک نانومتر برابر یک هزارم میکرومتر است). موادی نانو نامیده می‌شوند که یکی از ابعاد خطی آنها کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد.

فناوری نانو توانایی کنترل مولکول‌ها و اتم‌ها و استفاده از ویژگی‌های آنها در مقیاس نانو برای تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید است.



نکته

هنگامی که اندازه ذرات به کمتر از ۱۰۰ نانومتر می‌رسد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها تغییر می‌کند. برای نمونه نقطه ذوب تحت تأثیر اندازه و شکل مواد تغییر می‌کنند. نانو فناوری در زمینه‌های گوناگون مانند خودرو، صنایع غذایی، داروسازی، پزشکی، الکترونیک، کامپیوتر، انرژی، محیط زیست، هوا-فضا و سایر رشته‌ها کاربرد دارد.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• بهبود ویژگی‌های فیزیکی یا مکانیکی</li> <li>• افزایش مقاومت سایشی</li> <li>• افزایش استحکام</li> <li>• افزایش حدپارگی و شکستگی</li> </ul>	نانوفیلرها نانو کامپوزیت‌ها	لاستیک‌های خودرو	کاربرد فناوری نانو در خودروها
<ul style="list-style-type: none"> <li>• پرکردن فرورفتگی‌های بسیار ریز سطح شیشه و ایجاد سطح صاف (با اسپری کردن پوشش نانو)</li> <li>• باقی‌نماندن آب‌وگرد و غبار روی شیشه (و نیاز کمتر به شست‌وشو)</li> <li>• افزایش دید راننده</li> <li>• کاهش انعکاس نور و افزایش دید راننده در شب</li> <li>• استهلاک کمتر برف‌پاک‌کن</li> </ul>	پوشش نانو	شیشه‌های خودرو	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• افزایش کیفیت رنگ و مصرف کمتر آن</li> <li>• افزایش ضدخوردگی</li> <li>• افزایش چسبندگی</li> <li>• سازگاری با محیط زیست</li> <li>• صاف و براق بودن سطح رنگ</li> </ul>	به‌کارگیری تکنولوژی نانو در رنگ	رنگ خودرو	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• روانکاری بسیار مؤثرتر</li> <li>• خوردگی کمتر و فرسایش کمتر در سطح تماس قطعات</li> </ul>	نانو مواد معدنی	روغن‌ها و روانکارها	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ذخیره هیدروژن بیشتر در فضای کم</li> <li>• تبادل الکترون بیشتر در الکترودها</li> </ul>	نانولوله‌های کربنی	مخازن ذخیره هیدروژن و الکترودهای پیل‌های سوختی	

## گازها

### ۱- هوا

به مجموعه گازهای محیط پیرامون هوا گویند. هوایی که ما تنفس می‌کنیم تقریباً مخلوطی از گازهای نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، آرگون (۰/۹ درصد) و کربن دی‌اکسید (۰/۰۳ درصد) است. هوا به صورت لایه‌ای به ضخامت ۶۰ تا ۱۰۰ کیلومتر دورتادور کره زمین را فراگرفته که به آن "جو" گویند. بیشترین کاربرد هوا در سیستم‌های صنعتی با فشرده سازی آن صورت می‌گیرد. در خودرو هوای فشرده بیشتر در لاستیک و در ماشین‌های سنگین برای ترمزهای بادی و عملکرد سیستم تعلیق بادی کاربرد دارد. هوای فشرده مورد نیاز توسط کمپرسور هوا تولید می‌شود.



استفاده از باد فشرده در حرکت خودروی بادی



سیستم تعلیق بادی خودروهای سنگین

شکل ۳۹- کاربرد هوا در خودرو

## ۲- گازهای هالوژن

این گازها در بین غیرفلزات فعال ترین به شمار می‌روند به گونه‌ای که تمایل به ترکیب شدن با خود و سایر عناصر را دارا هستند. از این رو در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارند؛ ولی به صورت ترکیب، فراوانند. معروف ترین عناصر این گروه شامل فلوئور، کلر، برم و ید می‌باشند. فلوئور و کلر گاز، برم مایع و ید جامد است که قابلیت تبدیل سریع به حالت بخار را دارا هستند. این گازها سمی بوده ولی ترکیبات آنها بسیار مفید و با ارزش است. از این گازها در صنایع پزشکی و دارویی، تولید پلاستیک و لامپ‌ها استفاده می‌شود.



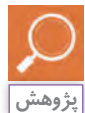
شکل ۴۰- لامپ‌های هالوژن خودرو

## ۳- گازهای نجیب یا بی اثر

عنصرهای هلیوم، نئون، آرگون، کریپتون، زنون (گزنون) و رادون گازهای نجیب نامیده می‌شوند که بی اثر، بی بو و بی رنگ هستند. و در دمای اتاق به صورت گاز تک اتمی بوده و به مقادیر کم در اتمسفر یافت می‌شوند. در بین این گازها، رادون، رادیواکتیو است و خطرناک می‌باشد. از گاز نئون در پر کردن لامپ‌های الکتریکی، لامپ آزمایش شمع اتومبیل و لامپ‌های اخطار دهنده در خطوط برق با ولتاژهای بالا استفاده می‌شود.

گاز گزنون در سطح وسیعی در وسایل تولید نور از قبیل لامپ‌های الکترونی، لامپ‌های چرخان، فلاش عکاسی استفاده می‌شود. از گاز آرگون در جوشکاری و از مخلوط آن با کریپتون و اندکی گاز بخار جیوه در پر کردن لامپ‌های فلورسنت استفاده می‌شود.

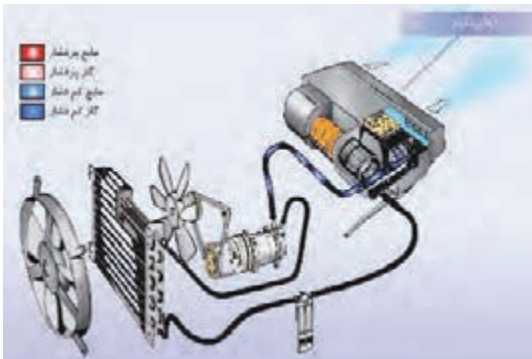
با بررسی جدول عناصر شیمیایی جایگاه گازهای هالوژن و گازهای نجیب و تعداد الکترون‌های آنها را مشخص کنید.



## ۴- گاز اکسیژن

اکسیژن عنصری گازی شکل، بی بو، بی مزه و بی رنگ است. این ماده در پوسته زمین به صورت اکسید فلزات یافت می‌شود و در جو زمین به صورت آزاد مولکولی وجود دارد و باعث زندگی موجودات زنده می‌شود. اکسیژن در دمای ۱۸۲/۹- درجه سانتی گراد در فشار جو یا تحت فشار حدود ۲۰۰ اتمسفر در دمای نرمال (بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی گراد) به مایع تبدیل می‌شود. رنگ آن در حالت مایع، آبی روشن است. اگر دما تا ۲۱۸/۴- درجه سانتی گراد پایین بیاید، اکسیژن مایع به صورت جامد در می‌آید. اکسیژن مایع به عنوان سوخت سفینه‌های فضایی استفاده می‌شود.

## ۵- گازهای سردکننده (مبرد)



شکل ۴۱- استفاده از گاز مبرد در کولر خودرو

ماده ای که در یک چرخه سرمایشی تراکمی - تبخیری، برای ایجاد سرما بکار می‌رود، سردکننده (مبرد) گویند. در بیشتر چرخه‌های تبریدی (سرمایشی)، سردکننده چرخه تغییر فاز از مایع به گاز و برعکس را به طور پی‌درپی طی می‌کند که همین تغییر فاز باعث جذب گرما در مبرد و انتقال آن از محیط تبریدی به بیرون از آن می‌شود. از سیالات مبردی که در چنین فرایندهایی شرکت می‌کنند می‌توان به هیدروفلوئوروکربن (R۱۳۴a) که امروزه به دلیل اثر گلخانه‌ای و تخریب لایه اوزون جایگزین گاز کلروفلوئوروکربن (R۱۲) شده است، اشاره کرد. شکل ۴۱ کاربرد گازهای مبرد در کولر خودرو را نشان می‌دهد.

## ۶- سوخت‌های گازی

نوعی از سوخت است که به حالت گازی در طبیعت وجود دارد و در دو نوع گاز طبیعی فشرده (CNG) و گاز مایع (LPG) به عنوان سوخت در خودروها استفاده می‌شود.

### ۱- ۶- گاز طبیعی فشرده (CNG)

این نوع سوخت در طبیعت وجود دارد و متان  $CH_4$  بیش از ۸۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد. بقیه آن را هیدروکربورهای سنگین‌تر مانند اتان  $C_2H_6$ ، پروپان  $C_3H_8$  و نیتروژن تشکیل می‌دهد. ناخالصی‌هایی به اندازه ۱ درصد ممکن است در آن وجود داشته باشد. شناخته شده‌ترین سوخت‌های گازی متان، اتان، پروپان و بوتان هستند. این گازها سبک‌ترین و فرارترین گازهای سوختی کربنی هستند. با توجه به فراوانی منابع گاز، کیفیت مطلوب سوختن و کم بودن اندازه آلاینده خروجی و همچنین قیمت ارزان آن نسبت به سایر منابع انرژی، به عنوان اصلی‌ترین شکل انرژی جایگزین مطرح است. مزایای این گازها کیفیت سوختن خوب، عدد اکتان بالا، راندمان بازدهی خوب سوخت، کاهش انتشار منواکسید کربن و هیدروکربورهای نسوخته است و معایب آن مسافت پیمایش کوتاه به علت چگالی انرژی پایین و محدودیت حجم مخازن و وزن بالای مخازن ذخیره است. برای مصرف گاز طبیعی در خودروها با توجه به چگالی انرژی کم آن باید تا فشار ۲۰۰ bar متراکم و در مخازن فلزی یا کامپوزیت (کامپوزیت) نگهداری کنند.

فناوری جدید ای‌ان‌جی (ANG) جذب گاز طبیعی روی جاذب‌های صنعتی ذخیره‌سازی گاز است که هم در داخل خودرو و هم در انتقال گاز به عنوان جایگزین روش سی‌ان‌جی کاربرد دارد. گاز ذخیره شده به این روش در مقایسه با سی‌ان‌جی فشار پایینی در حدود ۳۵ بار (bar) داشته و مخزن می‌تواند به هر اندازه در هر قسمت از خودرو قرار گیرد و خطرات فشار ۲۰۰ بار در سی‌ان‌جی (CNG) را نداشته باشد.



## ۲-۶- گاز مایع (LPG)

گاز مایع که به صورت مخفف ال پی جی (LPG) نامیده می شود بیشتر از دو ترکیب هیدروکربنی پروپان ( $C_3H_8$ ) و بوتان  $C_4H_{10}$  تشکیل شده است. گاز مایع معمولاً در برخی نقاط دنیا به نام ترکیب عمده آن، پروپان، نیز شناخته می شود. گاز مایع فاقد رنگ، بو و مزه است و به طور کلی زیان آور نیست، ولی در صورتی که حجم زیادی از آن استشمام شود باعث بیهوشی خواهد شد. برای آگاهی از نشت گاز مایع ترکیبات گوگرددار ( $H_2S$ ) به گاز مایع افزوده می شود.

از جمله مزایای گاز مایع در دسترس بودن (درکشورهای تولید کننده)، ایمنی، نیاز به تغییرات جزئی در موتور خودروها و بازدهی مناسب سوخت است. برای مایع کردن، این گاز را در فشار حدود ۸ تا ۱۰ اتمسفر در مخازن فلزی با استحکام مناسب ذخیره می کنند.

## مایعات

### سوخت های مایع

سوخت های مایع از مهم ترین مواد تولید کننده انرژی بوده و کاربردهای بسیار گسترده و متنوعی دارند. سوخت مایع از مشتقات نفت خام است که طیف گسترده ای از دیگر سوخت ها از پالایش آن به دست می آید. سوخت های مایع بیشتر به دو گروه بنزین و گازوئیل تقسیم می شوند. مزایای سوخت مایع نسبت به سایر سوخت ها:

با مخارج نسبتاً کم و به سادگی می توان آنها را به موارد مصرف حمل کرد.

خود به خود مشتعل نمی شوند و اگر فرار نباشند، در اثر ماندن فاسد نمی شوند.

ارزش گرمایی آنها زیاد است و می توان در حجم کم، مقدار زیادی انرژی ذخیره کرد.

دمای تبخیر مناسب دارند



شکل ۴۲- مزایای سوخت های مایع



شکل ۴۳- خودرو با سوخت بنزین

### بنزین

بنزین از پالایش نفت خام و تقطیر آن و یا قطران زغال سنگ به همراه مواد افزودنی برای بهبود ویژگی های آن به دست می آید که به طور طبیعی حدود ۱۵ درصد از نفت خام را تشکیل می دهد. بنزین نیز مشابه سوخت های گازی از هیدروکربن های با مولکول های سنگین تر تولید می شود.

ارزش حرارتی نسبتاً بالای بنزین آن را به عنوان سوختی بسیار مناسب در موتورهای خودرو معرفی کرده است. عدد اکتان بنزین که همان مقاومت در مقابل احتراق خود به خود است در بنزین معمولی به طور متوسط در حدود ۸۷ و در بنزین سوپر ۹۵ است.



از بنزین در تمام موتورهای بنزینی درون سوز استفاده می‌شود که برای ذخیره‌سازی بنزین در خودرو از مخازن فلزی و یا پلاستیکی استفاده می‌کنند که نوع مواد استفاده شده در ساخت آنها، باید با بنزین سازگاری داشته باشد.

ریختن بنزین روی زمین و یا تبخیر شدن آن در هوا، باعث ایجاد آلودگی در هوا، خاک و آب می‌شود. چگالی بنزین ۰/۷۱۹ گرم بر سانتی متر مکعب است که همیشه روی آب شناور می‌ماند، به همین علت آب ابزار خوبی برای خاموش کردن آتش بنزین نیست.



### گازوئیل



شکل ۴۴- خودرو با سوخت گازوئیل

گازوئیل نیز از پالایش نفت خام به دست می‌آید و بعد از بنزین دومین جایگاه مصرف در خودرو را به خود اختصاص داده است. این سوخت در مقایسه با بنزین ارزان تر و ایمن تر است و دارای انرژی بالاتری است. در سوخت گازوئیل عدد ستان که یک معیار اندازه‌گیری برای نشان دادن زمان تأخیر احتراق سوخت، نسبت به سوخت‌های دیگر مورد استفاده در موتورهای درون سوز است، کمتر است (با افزایش عدد ستان تأخیر احتراق کمتر می‌شود).

مصرف انرژی در فرایند تولید گازوئیل از همه سوخت‌ها کمتر است. انتشار HC و CO آن نیز نسبتاً کم است، در حالی که انتشار  $PM$  و  $NO_x$  آن زیاد است. برای کنترل انتشار آلاینده‌ها در گازوئیل، محتوی گوگرد در سوخت را کاهش می‌دهند که در نتیجه انتشار  $SO_x$  و  $PM$  به طرز چشمگیری کاهش پیدا می‌کند. از گازوئیل در تمام خودروهای سنگین و نیمه‌سنگین و سواری استفاده می‌شود و برای ذخیره‌سازی گازوئیل در خودرو از مخازن فلزی استفاده می‌شود.

در صورتی که دو خودروی سواری یکسان دیزلی و بنزینی داشته باشیم و هر کدام به اندازه یکسان مخزن سوخت خود را پر کنند کدام یک مسافت بیشتری را طی خواهد کرد؟ در مورد علت آن گفت و گو کنید؟



کار کلاسی

### سوخت‌های زیستی



شکل ۴۵- سوخت زیستی

آلاینده‌های سوخت‌های فسیلی و محدود بودن آنها باعث شده که استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر سوخت‌های زیستی (biofuel) مورد توجه قرار گیرد. سوخت زیستی یک سوخت گازی، مایع یا جامد است که محتوای انرژی آن از منابع زیستی توده یا بیومس (Biomass) به دست می‌آید و ماهیت آن به گیاهان برمی‌گردد.

بیودیزل، اتانول مایع، متانول و سوخت‌های دیزل گازی مانند هیدروژن و متان نمونه‌هایی از سوخت‌های زیستی هستند. سوخت دیزلی زیستی (بیودیزل) و اتانول زیستی، از مهم‌ترین سوخت‌های زیستی هستند که می‌توان از آنها در صنعت حمل‌ونقل استفاده کرد.

بیودیزل یکی از انواع سوخت‌های گیاهی است که می‌توان آن را از روغن‌های گیاهی و چربی حیوانات تولید و از آن به جای گازوئیل در موتورهای گازوئیلی استفاده کرد. بیودیزل از ترکیب شیمیایی روغن‌های گیاهی یا حیوانی با هیدروکسید سدیم و متانول (یا اتانول) به دست می‌آید. اتانول زیستی نوعی سوخت الکلی جایگزین برای بنزین است که از محصولات نشاسته‌ای و قندی مانند گندم، ذرت، نیشکر و چغندر قند تولید می‌شود.

مصرف سوخت‌های زیستی چه تأثیری بر محیط زیست دارد؟



فکر کنید

درباره انواع سوخت‌های زیستی و روش تولید آنها پژوهش کنید.



پژوهش

### آب مقطر

آبی است که ناخالصی آن به شیوه‌های مختلف گرفته شده باشد. معمولاً در آب طبیعی حجم بالایی از نمک‌های محلول، کربنات‌ها و غیره وجود دارد. وجود ناخالصی‌ها در آب باعث ایجاد رسوب در رادیاتور خودرو و مسیر خنک‌کاری بدنه موتور می‌شود که این باعث کاهش عمر مفید و بازده سیستم خنک‌کاری خودرو می‌شود. آب مقطر در باتری اسیدی و سیستم خنک‌کاری خودروها استفاده می‌شود.

روش‌های ساده تهیه آب مقطر عبارت‌اند از:

- جوشاندن و تقطیر کردن

با استفاده از جست‌وجو در اینترنت درباره روش‌های عبور آب از روی مواد شیمیایی و استفاده از فیلتر برای تهیه آب مقطر جست‌وجو کنید.



پژوهش



شکل ۴۶- آب مقطر

مصرف روزانه آب مقطر به طور پیوسته، به دلیل نداشتن الکترولیت‌ها (سدیم، پتاسیم و کلراید) و مواد معدنی مانند منیزیم خطرناک است، زیرا کمبود این عناصر می‌تواند باعث بی‌نظمی در ضربان قلب شده و فشارخون بالا رود. پخت غذاها با آب مقطر، مواد معدنی را از آنها خارج می‌کند و ارزش مغذی را پایین می‌آورد.



نکته

### ضد یخ - ضد جوش

ضد یخ یک ترکیب شیمیایی است که در زمستان مانع از یخ زدن آب در سیستم خنک کاری موتور می شود. این مایع علاوه بر کاهش دمای انجماد، نقطه جوش آب سیستم خنک کاری موتور را نیز افزایش می دهد. ضد یخ یک ترکیب شیمیایی بر پایه اتیلن گلیکول یا پروپیلن گلیکول است که مهم ترین ویژگی های آن ضد خوردگی، ضد زنگ و ضد رسوب می باشد. مخلوط ۴۰ تا ۷۰ درصد ضد یخ با آب مقطر در چهار فصل سال به عنوان مایع خنک کاری موتور مناسب است.

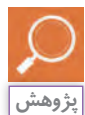


شکل ۴۷- ویژگی های مایع خنک کننده

### مایع شیشه شوی

برای تمیز نگه داشتن و پاک کردن چربی و گرد و غبار از روی شیشه خودرو از مایع شیشه شوی استفاده می شود که علاوه بر تمیز کردن، مانع از یخ زدن شیشه و آب درون مخزن آب پاش تا دمای ۲۰- درجه می شود. از دیگر مزایای استفاده از مایع شیشه شوی، خزه نبستن داخل محفظه آب و رسوب کردن و همچنین تمیز نگه داشتن مدار شست و شوی شیشه است.

عناصر تشکیل دهنده مایع شیشه شوی چیست؟ آیا مایع شیشه شویی که جلوی نشستن گرد و غبار و آلودگی روی شیشه را بگیرد، وجود دارد؟



شکل ۴۸- مایع شیشه شوی



کاربرد شیشه شوی‌های نامناسب، احتمال خراب شدن لاستیک تیغه برف پاک‌کن و رنگ خودرو را در پی خواهد داشت.

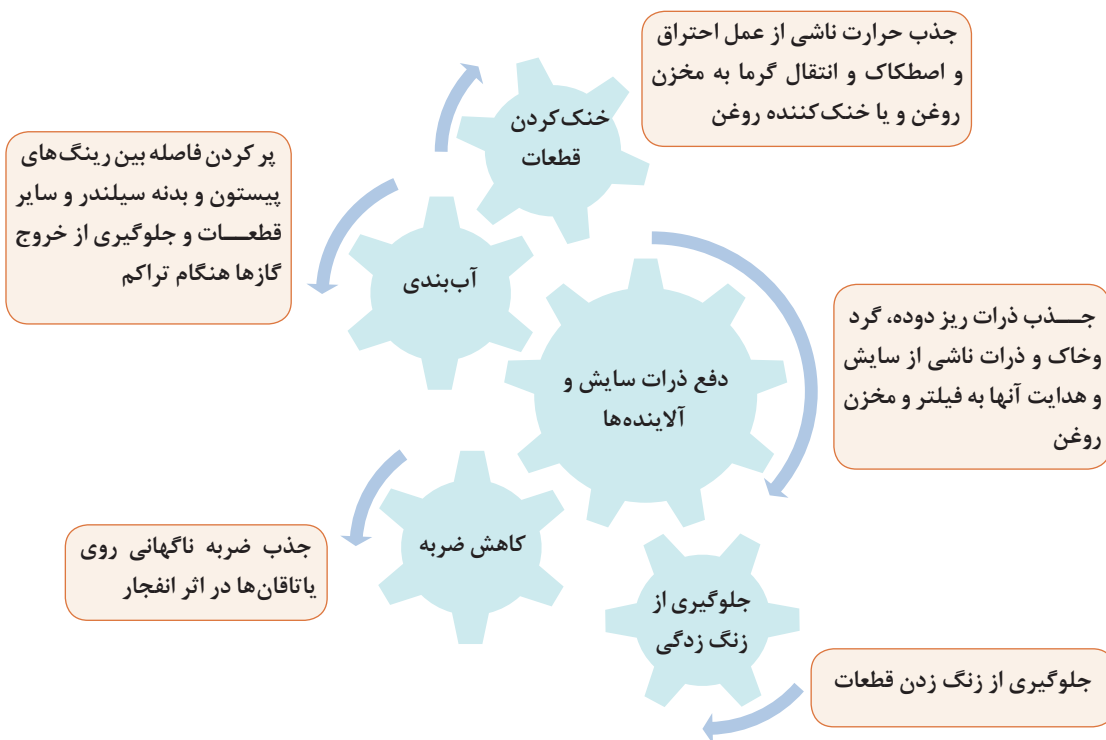
### روانکارهای قطعات

آسان‌سازی حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر را روانکاری می‌گویند و به لایه‌ای که میان دو سطح موجب یکنواختی و آسانی حرکت شود و از ایجاد آسیب روی سطوح جلوگیری کند روانکار گویند. برای جلوگیری از فرسایش و از کارافتادگی زودرس قطعات خودرو و همچنین دسترسی به بیشترین بازده مکانیکی، یک روانکار مناسب مورد نیاز است. نوع روانکار، مقدار و زمان مناسب تعویض، عواملی مهم در کار روانکاری هستند. امروزه برای یک روانکاری مناسب علاوه بر موارد گفته شده باید رعایت قوانین و الزامات زیست‌محیطی را نیز در نظر گرفت. آمار نشان می‌دهد که تنها با انتخاب رنگ روانکار مناسب، علاوه بر حفظ محیط زیست، می‌توان عمر کارکرد قطعات را افزایش داد.



شعار شرکت‌های بزرگ تولیدکننده روانکار، انتخاب بهترین به جای ارزان‌ترین است.

### وظایف روانکار در موتور خودرو



شکل ۴۹- وظایف روانکار در موتور

## انواع روانکار

روانکارها به سه گروه عمده روانکارهای گازی، جامد و مایع تقسیم می‌شوند.

هنگامی به کار می‌رود که درجه حرارت بسیار بالا ( $800^{\circ}\text{C}$  و بالاتر) و یا بسیار پایین (حدود  $200^{\circ}\text{C}$  -) است.

### روانکارهای گازی

هنگامی که همراه با حرکت مکانیکی و اصطکاک، انتقال الکتریسیته هم نیاز باشد روانکارهای جامد (مانند گرافیت که رسانایی خوبی هم دارد) به کار گرفته می‌شوند.

### روانکارهای جامد

دو دسته کلی دارند: الف) روغن‌ها  
ب) گریس‌ها

### روانکارهای مایع

## روغن‌ها

روغن‌های موتور معمولاً به سه گروه ۱- معدنی ۲- سنتتیک ۳- نیمه سنتتیک دسته‌بندی می‌شوند. هر سه نوع آنها به نوعی از نفت خام مشتق می‌شوند با این تفاوت که روغن‌های سنتتیک از انجام یک سری واکنش‌های دقیق و کنترل شده روی محصولات مختلف پتروشیمی تولید می‌شوند و در نتیجه دارای کارایی و قیمت تمام شده بالایی هستند، ولی روغن‌های معدنی از انجام عملیات جداسازی روی نفت خام و حداکثر یک واکنش شیمیایی کنترل شده به دست می‌آیند. روغن‌های معدنی قیمت کمتری نسبت به روغن‌های سنتتیک دارند، از این رو به دلیل استفاده زیاد از آنها نسبت به روغن‌های سنتتیک تولید بیشتری دارند.



شکل ۵۰- روانکار مایع خودرو

## گریس‌ها

گریس محصولی است که از افزودن یک عامل سفت‌کننده در روانکار مایع به دست می‌آید. در شکل ۵۱ مزایا و معایب گریس‌ها مشخص شده است.



شکل ۵۱- مزایا و معایب گریس‌ها نسبت به روانکارهای مایع

## مایع ترمز

مایع ترمز، سیالی غیرقابل تراکم است که برای انتقال فشار در سیستم ترمز به کار می‌رود.



شکل ۵۲- روغن ترمز

تبخیر روغن ترمز باید بسیار ناچیز باشد و با قطعات فلزی و پلاستیکی که با آنها در تماس است سازگاری داشته باشد. مایع ترمز نسبت به رطوبت حساس بوده و با جذب رطوبت، نقطه جوش آن پایین می‌آید و خاصیت خود را از دست می‌دهد. نقطه جوش معمول این روغن‌ها بیش از ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد است. این روغن‌ها در ایران در دو استاندارد دات ۳ (DOT3) و دات ۴ (DOT4) (زرد و آبی) تولید و مصرف می‌شوند.

درباره دلایل فاسد شدن روغن ترمز و نیاز به تعویض آن پژوهش کنید.



پژوهش

- هیچ‌گاه چند نوع مختلف روغن ترمز را با هم ترکیب نکنید.
- از ریختن روغن‌های هیدرولیک یا هر روغن دیگر در سیستم اجتناب کنید، چون علاوه بر نداشتن ویژگی‌های مایع ترمز، به سرعت به سیستم ترمز آسیب می‌رساند.
- مایع ترمزی که برای مدتی در معرض هوا قرار گرفته باشد اشباع شده و خاصیت خود را از دست می‌دهد، بنابراین همیشه از مایع ترمز تازه برای پرکردن مخزن مایع ترمز استفاده کنید.



نکته

### مایع هیدرولیک فرمان

مایع هیدرولیک فرمان سیالی است که برای انتقال فشار در سیستم فرمان‌های هیدرولیک خودروها استفاده می‌شود.



شکل ۵۳- مایع هیدرولیک فرمان

روانکاری، انتقال نیرو، کاهش اصطکاک و سایش، محافظت از زنگ‌زدگی و سازگاری با اجزای سیستم فرمان از وظایف روغن هیدرولیک فرمان است.



نکته

جدول زیر را پر کنید:

نام	روانکار	انتقال فشار	نام مناسب	محل مورد استفاده	نام دیگر - نام انگلیسی
روغن موتور	✓	×	مایع روانکار موتور	موتور	Motor oil - X
روغن جعبه‌دنده معمولی	✓	×			واسکازین - Gear oil
روغن جعبه‌دنده اتومات					
مایع هیدرولیک ترمز					
مایع هیدرولیک فرمان					
گریس					



کار کلاسی

## ارزشیابی شایستگی

### کاربرد مواد در خودرو

شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نمره شایستگی	شاخص تحقق
به دست آوردن توانایی شناخت مواد و روش به کارگیری اطلاعات مربوطه	به کارگیری اطلاعات شناخت مواد در فرایند تعمیرات	۳	انتخاب درست قطعات و لوازم یدکی با استفاده از شناخت مواد
		۲	به کارگیری ابزار مناسب هنگام کار با قطعات با توجه به جنس مواد مربوطه
		۱	نداشتن توانایی در انتخاب قطعه و لوازم مورد نیاز کار با آن
نمره مستمر از ۱			
نمره واحد یادگیری از ۳			
نمره واحد یادگیری از ۲۰			

زمانی هنرجو شایستگی پیدا می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را دریافت کند.

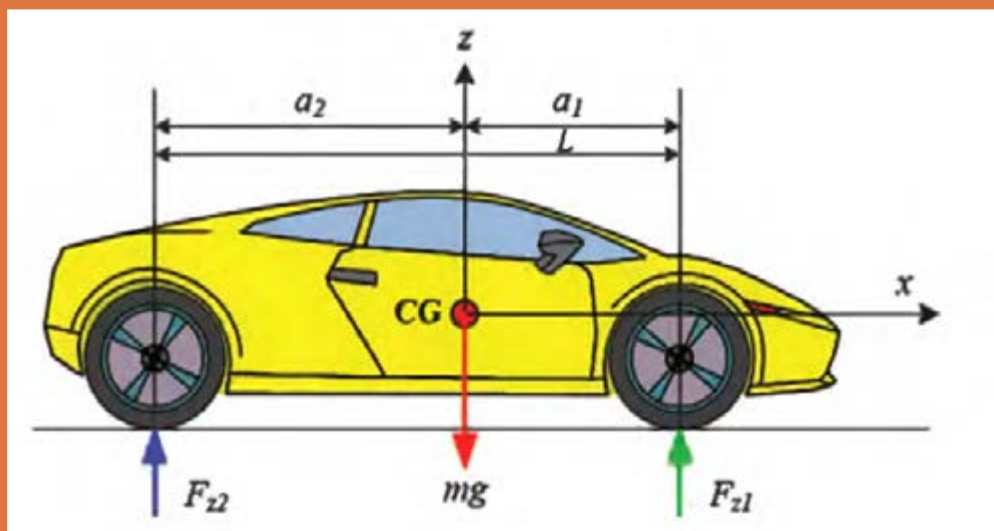
نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را پیدا کند.





## پودمان ۴

### اصول و مبانی کاربردی در خودرو



## واحدها و کمیت‌ها

در علوم مهندسی کمیت‌های گوناگون مانند نیرو، جرم، شتاب و دما وجود دارند که برای اندازه‌گیری آنها نیاز به یکاهای یکسانی است؛ برای نمونه پیستونی که با قطر ۱۰۰ mm در آلمان ساخته می‌شود با پیستونی که در مکانی دیگر با همین قطر (۱۰۰ mm) ساخته می‌شود باید برابر باشد. اگر چنین نباشد موتور و اجزای آن با یکدیگر مونتاژ نخواهند شد؛ به عبارت دیگر ۱۰۰ میلی‌متر آلمان باید با ۱۰۰ میلی‌متر سایر کشورها مانند ایتالیا، ژاپن کاملاً برابری داشته باشد. به همین منظور از سیستم‌های یکای بین‌المللی استفاده می‌شود.

یکی از سیستم‌های اندازه‌گیری، سیستم بین‌المللی (SI) است که از عبارت International system of units گرفته شده است و در زبان فرانسوی به معنی دستگاه بین‌المللی یکاها است. این سیستم به سیستم متریک معروف است. بین‌المللی شدن دستگاه متریک از سال ۱۸۷۵ میلادی از پیمان‌نامه‌ای که بین هفده کشور امضا شد، آغاز شد.

یکاهای سیستم متریک به دو دسته یکاهای اصلی یا اولیه و یکاهای فرعی یا ثانویه تقسیم شده‌اند، که یکاهای فرعی با استفاده از یکاهای اصلی ایجاد می‌شوند. جدول ۱ نمونه‌ای از کمیت‌های اصلی سیستم SI و واحدهای آنها را نشان می‌دهد.

با کمک کتاب فیزیک (یا کتاب همراه هنرجو) جدول زیر را پر کنید.



کار کلاسی

کمیت	نام یکا	نماد یکا
	متر	m
جرم	کیلوگرم	
	ثانیه	s
		A
دما		K
مقدار ماده		mol
شدت درخشش		cd

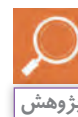
جدول ۱- یکاهای اصلی سیستم SI

در کنار سیستم بین‌المللی SI سیستم‌های اندازه‌گیری دیگری نیز وجود دارند که از نظر فراوانی در استفاده کمتر از سیستم SI می‌باشند، اما در برخی از کشورها به کار می‌روند و از این نمونه می‌توان به سیستم اندازه‌گیری انگلیسی اشاره کرد که در کشورهایی مثل انگلیس و آمریکا کاربرد دارد. از این رو شناسایی این واحد اندازه‌گیری در رابطه آنها با سیستم SI لازم است. در کتاب همراه هنرجو جدول تبدیل یکاهای مختلف طول در واحد SI و انگلیسی (UK) به یکدیگر آورده شده است.

## اجزا و اضعاف

گاهی واحدهای استاندارد برای نمایش یک کمیت بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک هستند؛ برای نمونه برای نشان دادن فاصله دهانه شمع جرقه زنی با واحد متر مشکل است (فاصله دهانه شمع در برخی خودروها حدود ۰/۰۰۸ متر است) از این رو می توان برای نمایش آن از واحدهای کوچکتری مانند میلی متر استفاده کرد، که در این صورت این عدد به صورت ۸ mm (۸ × ۰/۰۰۱ m) نشان داده می شود. جدول ۱۰ نمونه هایی از اجزا و اضعاف مورد استفاده در علوم مهندسی را نشان می دهد.

با کمک کتاب فیزیک (یا همراه هنرجو) قسمت های خالی جدول را کامل کنید.



ضرایب اعشاری واحدها، محاسبه بهره							
طبق (۲۰۰۲-۱۰) DIN ۱۳۰۱-۱				ضرایب اعشاری واحدها			
ریاضی			واحد SI				
توان ده	نام	مقدار عددی	پیشوند		مثال		
			نام	علامت	واحد	معنی	
۱۰ <sup>۱۸</sup>	کوئیتلیون / تریلیون	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	E	Em	۱۰ <sup>۱۸</sup>	Meter
۱۰ <sup>۱۵</sup>	کواردلیون / بلیارد	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	.....	Pm	۱۰ <sup>۱۵</sup>	Meter
۱۰ <sup>۱۲</sup>	ترولیون / بلیون	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	ترا	.....	TV	۱۰ <sup>۱۲</sup>	Volt
۱۰ <sup>۹</sup>	بیلیون / میلیارد	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	گیگا	.....	GW	۱۰ <sup>۹</sup>	Watt
۱۰ <sup>۶</sup>	میلیون	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	M	MW	۱۰ <sup>۶</sup>	Watt
۱۰ <sup>۳</sup>	هزار	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	k	kN	۱۰ <sup>۳</sup>	Newton
۱۰ <sup>۲</sup>	صد	۱۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	هکتو	.....	hl	۱۰ <sup>۲</sup>	Liter
۱۰ <sup>۱</sup>	ده	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	دکا	.....	dam	۱۰ <sup>۱</sup>	Meter
۱۰ <sup>۰</sup>	یک	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	-	-	m	۱۰ <sup>۰</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۱</sup>	یک دهم	۰/۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	d	dm	۱۰ <sup>-۱</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۲</sup>	یک صدم	۰/۰۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	سانتی	c	cm	۱۰ <sup>-۲</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۳</sup>	یک هزارم	۰/۰۰۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	m	mV	۱۰ <sup>-۳</sup>	Volt
۱۰ <sup>-۶</sup>	یک میلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	.....	μA	۱۰ <sup>-۶</sup>	Ampere
۱۰ <sup>-۹</sup>	یک میلیاردم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	n	nm	۱۰ <sup>-۹</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۱۲</sup>	یک بلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	p	pF	۱۰ <sup>-۱۲</sup>	Farad
۱۰ <sup>-۱۵</sup>	یک بلیاردم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	f	fF	۱۰ <sup>-۱۵</sup>	Farad
۱۰ <sup>-۱۸</sup>	یک تریلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	.....	a	am	۱۰ <sup>-۱۸</sup>	Meter

جدول ۳- اجزا و اضعاف



با مراجعه به کتاب همراه هنرجو و به کارگیری جداول تبدیل واحدها، جدول زیر را پر کرده و محاسبات خواسته شده را انجام دهید.

میلی متر	سانتی متر	متر	کیلومتر	اینچ	فوت	یارد	مایل
mm	cm	m	km	in	ft	yd	mi
.....	۱	۰/۰۱	.....	.....	.....	.....	.....
.....	۱۰۰	۱	۰/۰۰۱	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	۱	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	۱۲	۱	.....	.....

جدول ۲- واحدهای طول و روابط تبدیل آنها به یکدیگر



شکل ۱

قطر رینگ تایری برابر با ۱۷ اینچ است. این قطر را به واحدهای زیر تبدیل کنید.  
الف) میلی متر  
ب) فوت  
ج) سانتی متر

ابعاد یک باک مکعب مستطیل برابر  $600 \text{ mm}$ ،  $30 \text{ cm}$  و  $5 \text{ m}$  است. حجم این باک چند لیتر است؟

پاسخ : .....

۱- در صورت وجود باک در کارگاه طول و عرض و ارتفاع آن را به صورت تقریبی اندازه گرفته و حجم آن را محاسبه کنید.

۲- با مراجعه به کارگاه، قطر تایرهای خودروهای موجود در کارگاه را اندازه گیری کرده، سپس جدول زیر را پر کنید.

نام خودرو	قطر تایر (اینچ)	قطر تایر (سانتی متر)





۱- قطر پیستون موتوری برابر با ۱۰ سانتی متر است، مساحت این پیستون را در

الف) میلی متر مربع

پاسخ: .....

ب) اینچ مربع

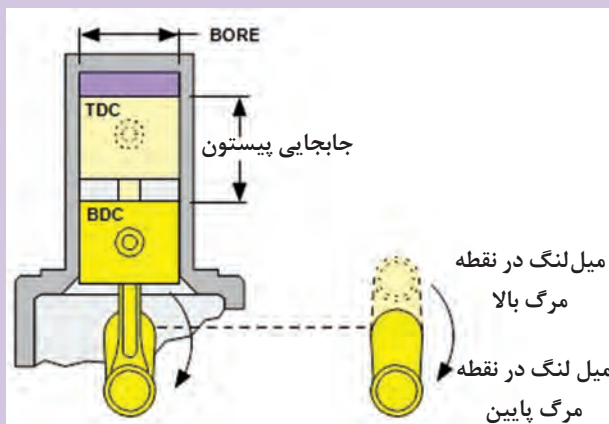
پاسخ: .....

شکل ۲

۲- حجم سیلندر موتوری برابر ۶۰۰ سی سی است. این حجم را به واحدهای زیر تبدیل کنید.

الف) لیتر پاسخ: .....

ب) متر مکعب پاسخ: .....

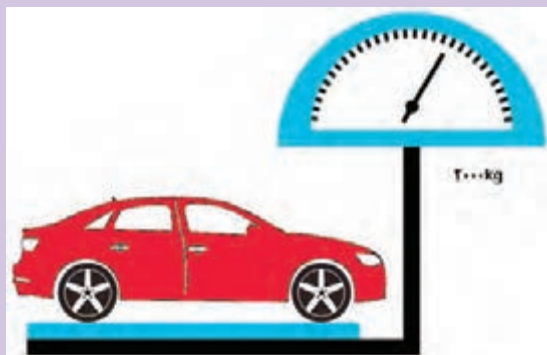


شکل ۳

۳- جرم خودرویی برابر با ۲ تن (متریک) است. این جرم را به واحدهای زیر تبدیل کنید.

الف) کیلوگرم پاسخ: .....

ب) پوند پاسخ: .....





شکل ۴- فشارسنج باد تایر

۴- باد تایر خودرویی برابر با ۲ بار است. اگر فشار باد تایر در شرایط عادی برای آن خودرو ۳۲psi باشد. آیا فشار باد تایر مناسب است؟

۵- سرعت خودرویی برابر با ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت است. این سرعت را به واحدهای زیر تبدیل کنید. (تا یک رقم اعشار)

الف) متر بر ثانیه پاسخ : .....

ب) متر بر دقیقه پاسخ : .....

۶- گشتاور لازم برای سفت کردن پیچ چرخ خودرو ۸۰ نیوتن متر است. این گشتاور را به واحدهای زیر تبدیل کنید.  
الف) کیلوگرم متر

پاسخ : .....

ب) فوت پوند

پاسخ : .....



شکل ۵- گشتاور لازم برای سفت کردن چرخ

تبدیل درجه فارنهایت به سانتی گراد	$(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$
تبدیل درجه کلون به سانتی گراد	$(^{\circ}\text{K} - 273/15)$
تبدیل درجه سانتی گراد به فارنهایت	$(^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5}) + 32$
تبدیل درجه کلون به فارنهایت	$(\text{K} \times 1/8) - 459/67$
تبدیل درجه سانتی گراد به کلون	$(^{\circ}\text{C} + 273/15)$
تبدیل درجه فارنهایت به کلون	$(^{\circ}\text{F} + 459/67) \div 1/8$

جدول ۴- واحدهای دما و روابط تبدیل آنها به یکدیگر

۷- دمای باز شدن ترموستات سیستم خنک کاری موتور ۷۸ درجه سانتی گراد است. این دما را به واحدهای زیر تبدیل کنید:

الف) فارنهایت پاسخ : .....

ب) کلوین پاسخ : .....

۸- دمای یخ زدن و جوش آمدن آب را به فارنهایت حساب کنید.

### محاسبات زمان، زاویه و حرکت یکاهای اندازه گیری زمان

همان گونه که پیشتر بیان شد یکای زمان در سیستم SI ثانیه است و با نماد S یا Sec نمایش داده می شود. یک ثانیه مدت زمانی است که اتم سزیم ۱۳۳ در حالت پایه  $9192631770$  بار نوسان می کند. از یکاهای دیگر زمان می توان به دقیقه، ساعت و روز به صورت ضربهایی از ثانیه اشاره کرد. یک دقیقه  $60$  ثانیه است و آن را با min نشان می دهند.

$$1 \text{ min} = 60 \text{ S}$$

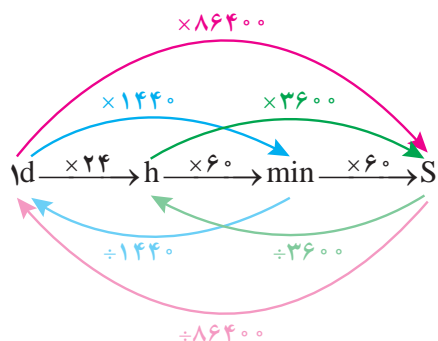
یک ساعت  $60$  دقیقه است و آن را با h نشان می دهند.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ S}$$

یک شبانه روز  $24$  ساعت است و آن را با d نشان می دهند.

$$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 1440 \text{ min} = 86400 \text{ S}$$

تبدیل اجزای زمان را می توان به طور کلی به صورت زیر نشان داد.





زمان ۴ ساعت و ۱۸ دقیقه و ۱۲ ثانیه را برحسب یکاهای زیر به دست آورید:

الف) چند ثانیه پاسخ: .....

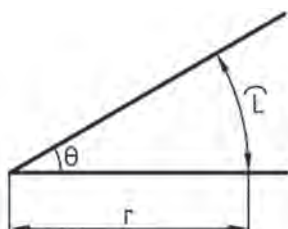
ب) چند دقیقه پاسخ: .....

ج) چند ساعت پاسخ: .....

### زاویه

یکای اندازه گیری زاویه

زاویه یا گوشه یکی از مفاهیم هندسی است و به ناحیه‌ای از صفحه گفته می‌شود که بین دو نیم خطی که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم خط رأس یا گوشه گویند.



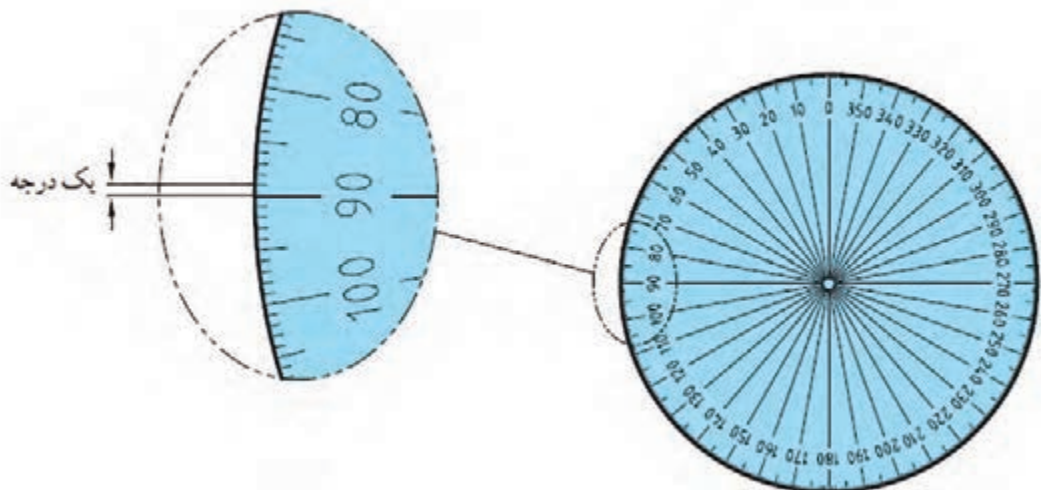
شکل ۶- زاویه

یکاهای اصلی برای اندازه گیری زاویه: درجه، رادیان و گراد است.

برای نمایش درجه از علامت ° استفاده می‌شود.

درجه: اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را به مرکز دایره وصل کنیم، اندازه زاویه حاصل را یک درجه می‌نامند (شکل ۷).

یک درجه = زاویه مرکزی مقابل به  $(\frac{\text{محیط دایره}}{360})$



شکل ۷- اندازه درجه نسبت به محیط دایره



همان گونه که می‌دانید، معمولاً هر یکا دارای اجزایی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه‌گیری دارای اجزایی مانند دقیقه (') و ثانیه (") است.

$$1 \text{ دقیقه} = 1' = \frac{1}{60} \times 1^\circ$$

هر دقیقه برابر  $\frac{1}{60}$  درجه است.

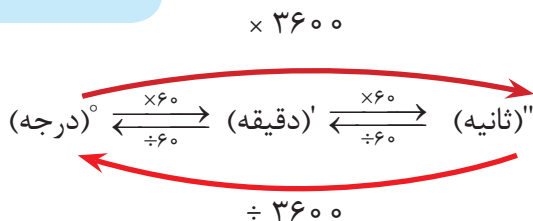
$$1 \text{ ثانیه} = 1'' = \frac{1}{60} \times 1' = \frac{1}{3600} \times 1^\circ$$

هر ثانیه برابر  $\frac{1}{60}$  دقیقه یا  $\frac{1}{3600}$  درجه است.

$$1 \text{ درجه} = 60' = 3600''$$

به عبارتی:

تبدیل اجزای زاویه



تمرین نمونه: مقدار زاویه  $2^\circ$  و  $42'$  و  $35''$  را بر حسب الف) درجه ب) دقیقه ج) ثانیه حساب کنید.

الف)

$$\begin{aligned} & 2^\circ + \\ & 42' = 42 \div 60 = 0/7^\circ + \\ & \frac{35'' = 35 \div 3600 = 0/0097^\circ}{2/7097^\circ} = \end{aligned}$$

ب)

$$\begin{aligned} & 2^\circ = 2 \times 60 = 120' + \\ & 42' + \\ & \frac{35'' = 35 \div 60 = 0/583'}{162/583'} = \end{aligned}$$

$$2^\circ = 2 \times 3600 = 7200'' +$$

$$\text{ج) } 42' = 42 \times 60 = 2520'' +$$

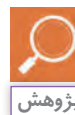
$$\frac{35''}{9755''} =$$

با بررسی یک شیشه بالابر دستی و اندازه‌گیری رابطه بین مقدار چرخش اهرم شیشه بالابر و حرکت شیشه، به سؤالات زیر پاسخ دهید (خلاصی اهرم را صفر در نظر بگیرید).

۱- فاصله پایین تا بالا ..... cm - زاویه دوران اهرم ..... درجه.

۲- گردش  $360^\circ$  اهرم باعث حرکت ..... cm شیشه می‌شود.

۳- اگر بخواهیم شیشه را  $10$  سانتی متر پایین بیاوریم، چند درجه باید اهرم چرخانده شود؟

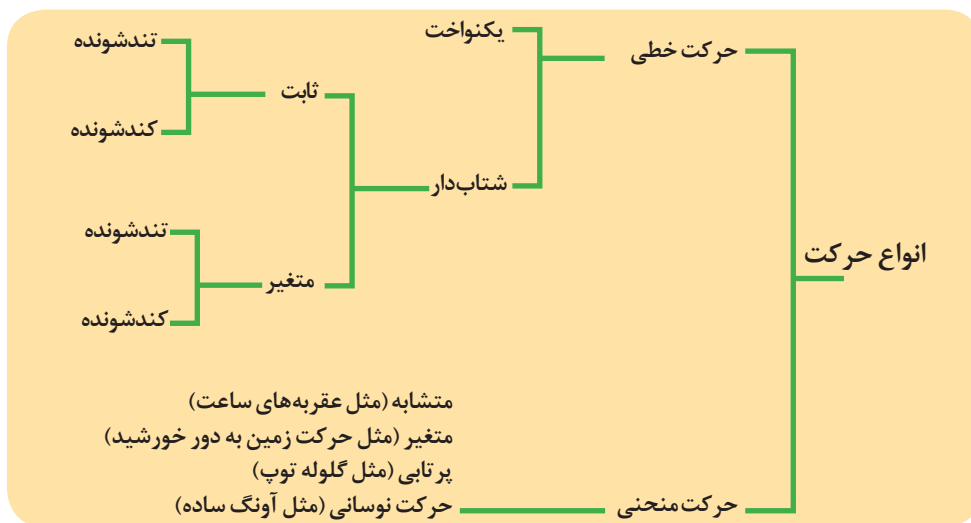


## حرکت

هرگاه محل قرار گرفتن جسم تغییر کند می‌گوییم آن جسم حرکت کرده است؛ به سخن دیگر حرکت یعنی جابه‌جایی جسمی از مکانی به مکان دیگر. حرکت دارای انواع مختلفی است که می‌توان با مقایسه جهت و سرعت حرکتهای مختلف، آنها را از یکدیگر تفکیک کرد.

## سرعت

سرعت، عامل مهمی برای سنجش و ارزیابی حرکت است. در حقیقت مقدار سرعت و تغییرات آن است که نوع حرکت را مشخص می‌کند. سرعت از تقسیم مسافت پیموده شده بر زمان حرکت به دست می‌آید.



شکل ۸- انواع حرکت

در پودمان دوم کتاب فیزیک به بررسی انواع حرکت‌ها پرداخته می‌شود.

## یکای سرعت در سیستم SI

یکای سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه (m/s) بوده و آن سرعت متحرکی است که در هر ثانیه مسافتی برابر یک متر را طی می‌کند.

سرعت می‌تواند یكاهای دیگری نیز داشته باشد، برای نمونه یكاهای سرعت بر حسب نیاز در جدول ۵، ارائه شده است.

وسایل نقلیه	$\frac{\text{Km}}{\text{h}}$
سرعت محیطی، سرعت صوت، سرعت برش در سنگ‌زنی	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
سرعت پیشروی در وسایل براده‌برداری مثل فرزکاری، سنگ‌زنی	$\frac{\text{mm}}{\text{min}}$
سرعت برش در تراشکاری، صفحه‌تراش، فرزکاری، سوراخکاری، سرعت در جراثیل‌ها	$\frac{\text{m}}{\text{min}}$
سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی	$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$

جدول ۵- یكاهای سرعت

تبدیل یکاهای سرعت به یکدیگر را می‌توان به صورت زیر بیان کرد.

$$\frac{m}{s} \xleftrightarrow[\div 3/6]{\times 3/6} \frac{km}{h} \quad \frac{m}{s} \xleftrightarrow[\div 3600]{\times 3600} \frac{m}{h} \quad \frac{m}{s} \xleftrightarrow[\div 60]{\times 60} \frac{m}{min}$$

### حرکت دایره‌ای

حرکت دایره‌ای یک جسم حول محور خودش را حرکت دورانی گویند و تعداد دوران یعنی یک جسم در واحد زمان چند مرتبه حول محور خود می‌چرخد.

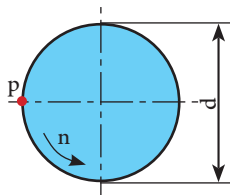
یکای تعداد دوران  $\frac{1}{s}$  یا  $\frac{1}{min}$  است.  $\frac{1}{s}$  نشان دهنده یک دور در هر ثانیه و  $\frac{1}{min}$  نشان دهنده یک دور در هر دقیقه است.

### سرعت محیطی

وقتی جسمی حول یک محور می‌چرخد هر نقطه از آن دارای سرعت محیطی است که سرعت محیطی آن بسته به فاصله آن از مرکز دوران متفاوت است.

اگر نقطه‌ای مانند **p** روی دایره‌ای به قطر **d** حرکت یکنواختی داشته باشد، سرعت محیطی آن، مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه **p** در واحد زمان طی می‌کند و مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V = \pi \times d \times n$$



شکل ۹

$$V = \frac{m}{s} \text{ = سرعت محیطی}$$

$$d = \text{قطر دوران (m)}$$

$$n = \text{تعداد دوران } \frac{1}{s}$$

رابطه بالا نشان می‌دهد که سرعت محیطی نقاط مختلف یک جسم دوار به قطر و تعداد دوران آن بستگی دارد، به گونه‌ای که با ثابت ماندن تعداد دوران، نقطه‌ای که به محور چرخش نزدیک‌تر است، سرعت محیطی کمتر و نقطه‌ای که از محور چرخش دورتر است دارای سرعت محیطی بیشتری خواهد بود.

**توجه:** یکی دیگر از واحدهای مورد استفاده برای سرعت محیطی متر بر دقیقه (m/min) است.

**مثال:** در شکل ۱۰ چرخ زنجیری به قطر **mm ۴۰۰** در هر دقیقه **۶۰۰** دور می‌چرخد، سرعت زنجیر را بر حسب **m/s** به دست آورید.



شکل ۱۰

$$d = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

$$n = 600 \frac{1}{min} = 600 \div 60 = 10 \frac{1}{s}$$

$$V = \pi \times d \times n$$

$$V = 3.14 \times 0.4 \times 10 = 12.56 \frac{m}{s}$$



چرخ تسمه‌تایم میل لنگی به قطر ۸۰mm در هر دقیقه ۱۰۰۰ دور می‌چرخد. سرعت تسمه تایم متصل به آن را بر حسب m/s محاسبه کنید.

پاسخ : .....

.....

### انتقال حرکت به وسیله تسمه

تسمه و چرخ تسمه برای انتقال حرکت و توان از یک محور محرک به یک یا چند محور متحرک که فاصله زیادی از هم دارند به کار می‌روند.

#### نسبت انتقال حرکت ساده

اگر دو چرخ تسمه محرک و متحرک با تسمه ای بدون لغزش به یکدیگر متصل شوند دوران و گشتاور از چرخ محرک به چرخ متحرک منتقل شده و بسته به تغییر قطر دو چرخ تسمه، دوران و گشتاور در چرخ متحرک تغییر می‌کند. در این انتقال حرکت، سرعت محیطی چرخ محرک، چرخ متحرک و تسمه مساوی است و محاسبات آن مطابق روابط زیر است:

$$\begin{aligned}
 v_1 &= v_2 & n_1 &= \text{دوران چرخ محرک} \\
 \pi \times n_1 \times d_1 &= \pi \times n_2 \times d_2 & n_2 &= \text{دوران چرخ متحرک} \\
 n_1 \times d_1 &= n_2 \times d_2 & d_1 &= \text{قطر چرخ محرک} \\
 \frac{n_1}{n_2} &= \frac{d_2}{d_1} & d_2 &= \text{قطر چرخ متحرک}
 \end{aligned}$$

در روابط بالا نسبت دور چرخ محرک به چرخ متحرک را نسبت انتقال می‌نامند و آن را با  $i$  نشان می‌دهند.

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{تعداد دوران چرخ محرک}}{\text{تعداد دوران چرخ متحرک}} \rightarrow i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} \rightarrow i = \frac{d_2}{d_1}$$

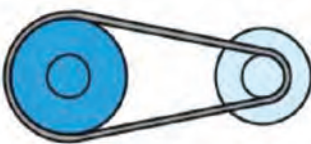
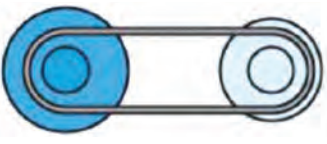
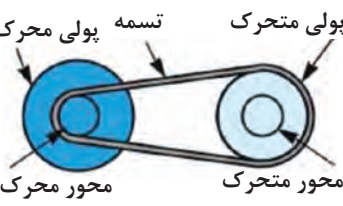
نسبت انتقال به دلیل یکی بودن یكاهای صورت و مخرج کسر بدون یكاست.



در محاسبات نسبت انتقال حرکت باید مقدار کسر ساده شود تا مخرج کسر عدد یک شود. مقدار نسبت انتقال بین محور محرک و متحرک نشان می‌دهد که تعداد دوران محور متحرک کم، زیاد یا بدون تغییر می‌شود. شکل ۱۱ این تغییرات را نشان می‌دهد.



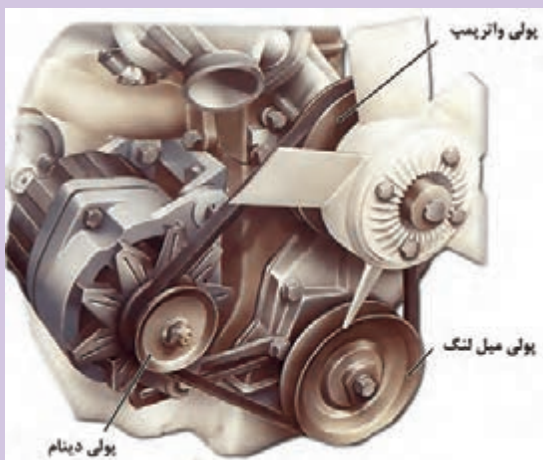
کار کلاسی

$i < 1$	$i = 1$	$i > 1$
دوران چرخ متحرک ..... گشتاور چرخ متحرک .....	دوران چرخ متحرک..... گشتاور چرخ متحرک .....	دوران چرخ متحرک ..... گشتاور چرخ متحرک .....
		
چرخ محرک      چرخ متحرک	چرخ محرک      چرخ متحرک	پولی متحرک      تسمه      پولی محرک محور متحرک      محور محرک
چرخ متحرک	چرخ متحرک	چرخ متحرک

شکل ۱۱- نسبت انتقال



کار کلاسی



شکل ۱۲

در موتور خودرویی مانند شکل ۱۲، اگر قطر پولی میل لنگ برابر ۱۴۰ میلی‌متر، تعداد دور آن ۱۶۰۰ دور بر دقیقه، قطر پولی دینام ۷۰ میلی‌متر و تعداد دوران پولی واتر پمپ برابر ۱۲۰۰ دور بر دقیقه باشد موارد زیر را محاسبه کنید:

**الف) تعداد دوران دینام**

پاسخ : .....

.....

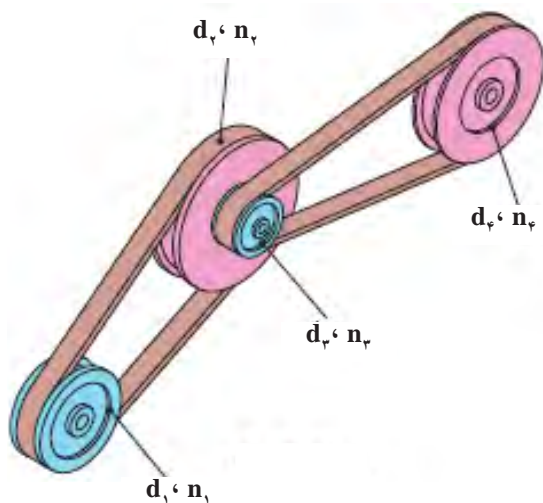
**ب) سرعت (خطی) حرکت تسمه**

پاسخ : .....

.....

## نسبت انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه مرکب

انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده تشکیل می‌شود.



شکل ۱۳- چرخ تسمه مرکب

$d_1$  و  $d_2$  = قطر چرخ‌های محرک

$d_3$  و  $d_4$  = قطر چرخ‌های متحرک

$n_1$  = تعداد دوران اولین چرخ محرک

$i_1$  = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۱ و ۲

$i_2$  = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۳ و ۴

$n_1$  و  $n_2$  = تعداد دوران چرخ‌های محرک

$n_3$  و  $n_4$  = تعداد دوران چرخ‌های متحرک

$n_e$  = تعداد دوران آخرین چرخ متحرک

$i$  = نسبت کلی انتقال

$$i = i_1 \times i_2$$

$$i_1 = \frac{d_2}{d_1}, \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \Rightarrow i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

$$i_1 = \frac{n_1}{n_2}, \quad i_2 = \frac{n_3}{n_4} \Rightarrow i = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4}$$

با توجه به اینکه چرخ تسمه ۲ و ۳ هم محور هستند و هر دو با تعداد دوران برابری می‌چرخند می‌توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد؛ بنابراین:

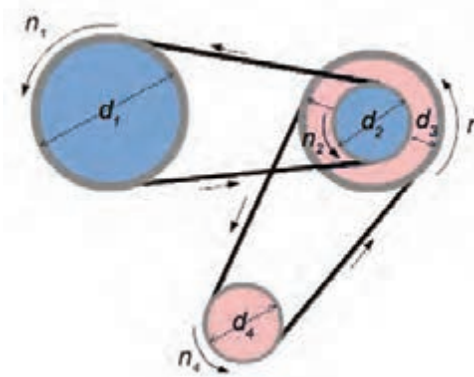
$$i = \frac{n_1}{n_e}$$

اگر تعداد دوران اولین محور محرک با  $n_a$  و آخرین محور متحرک با  $n_e$  نشان داده شود؛ بنابراین:

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{\text{تعداد دوران محور محرک اولی}}{\text{تعداد دوران محور متحرک آخری}}$$

از مساوی بودن رابطه نسبت انتقال با تعداد دورها و قطرها نتیجه می‌شود:

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$



شکل ۱۴- چرخ تسمه مرکب

با توجه به شکل ۱۴، در صورتی که:

$$d_p = 50 \text{ mm}, n_1 = 1000 \text{ rpm}, d_1 = 100 \text{ mm}$$

موارد زیر را محاسبه کنید.

الف) نسبت انتقال بین پولی اول و دوم

پاسخ : .....

.....

ب) نسبت انتقال بین پولی اول و چهارم

پاسخ : .....

.....

ج) سرعت دورانی پولی چهارم

پاسخ : .....

## محاسبات استاتیکی

نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت و خودروی در حال سکون از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند، به گونه‌ای که پایداری خودرو به چگونگی و مقدار نیروهای اعمالی به خودرو بستگی دارد. در این بخش برخی نیروهای وارد بر خودروی در حال سکون به اختصار بررسی می‌شود.

### مرکز ثقل خودرو:

گرانیگاه یا مرکز ثقل یک شیء، نقطه مشخصی است که در بسیاری از مسائل سیستم طوری رفتار می‌کند که گویی همه جرم آن شیء در آن نقطه متمرکز است.

### قانون گشتاورها:

در یک جسم متعادل، جمع گشتاورهای پادساعتگرد با جمع گشتاورهای ساعتگرد حول هر نقطه دلخواه برابر است.

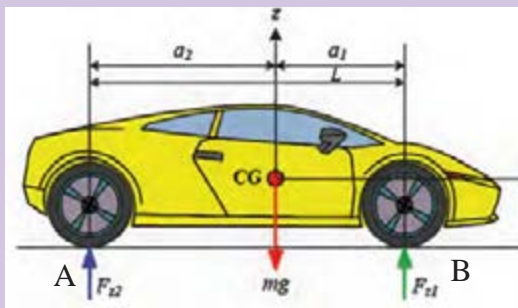
جسمی را در حال تعادل گویند که هر دو شرط زیر درباره آن درست باشد:

- برابری نیروهای وارد بر آن صفر باشد.

- جمع گشتاورهای ساعتگرد حول هر نقطه برابر گشتاورهای پادساعتگرد حول همان نقطه باشد.

### نیروی وارد بر خودرو در حال سکون

شکل ۱۴ خودرویی در حالت سکون را نشان می‌دهد. نیروهای وارد بر خودرو در این حالت، بار اعمالی به چرخ‌های جلو و عقب است.



شکل ۱۵- نیروهای وارد بر خودرو در حال سکون

$mg$ : وزن خودرو؛ CG: مرکز ثقل خودرو؛  $a_1$ : فاصله طولی مرکز چرخ جلو تا مرکز ثقل خودرو؛  $a_2$ : فاصله طولی مرکز چرخ عقب تا مرکز ثقل خودرو؛  $F_{z_1}$  و  $F_{z_2}$ : نیروهای عمودی وارد بر چرخ؛  $L = a_1 + a_2$ : فاصله مرکز چرخ جلو تا مرکز چرخ عقب.

با توجه به شکل ۱۵ محاسبه نیروی وارد بر هر چرخ به صورت زیر انجام می‌شود:

#### محاسبه نیروی وارد بر چرخ‌های جلو

برای این منظور می‌توان حول مرکز تماس چرخ‌های عقب با زمین گشتاورگیری کرد. با علم به اینکه مجموع گشتاورگیری حول این نقطه برابر صفر است.

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow (F_{z_1} \cdot L) - (mg \cdot a_2) = 0$$

$$F_{z_1} = \frac{mg \cdot a_2}{L}$$

از این رو نیروی وارد بر هر چرخ جلو در حالت سکون مانند رابطه زیر برابر نصف نیروی وارد بر چرخ‌های جلو خواهد بود.

$$\text{نیروی وارد بر هر چرخ جلو} = \frac{1}{2} \cdot F_{z_1} = \frac{mg \cdot a_2}{2L}$$

#### محاسبه بار وارد بر چرخ‌های عقب خودرو

برای محاسبه بار وارد بر چرخ‌های عقب نیز مانند چرخ‌های جلو عمل کرده و این بار حول مرکز محل تماس چرخ‌های جلو با زمین گشتاورگیری می‌شود.

$$\Sigma M_B = 0 \Rightarrow (F_{z_2} \cdot L) - (mg \cdot a_1) = 0$$

$$\Rightarrow F_{z_2} = \frac{mg \cdot a_1}{L}$$

از این رو بار وارد بر هر چرخ عقب در حالت سکون مانند رابطه زیر برابر نصف بار وارد بر چرخ‌های عقب خواهد بود.

$$\text{نیروی وارد بر هر چرخ عقب} = \frac{1}{2} \cdot F_{z_2} = \frac{mg \cdot a_1}{2L}$$





کار کلاسی

نیروهای وارد بر چرخ‌های جلو و عقب خودروی نشان داده شده در شکل را محاسبه کنید.

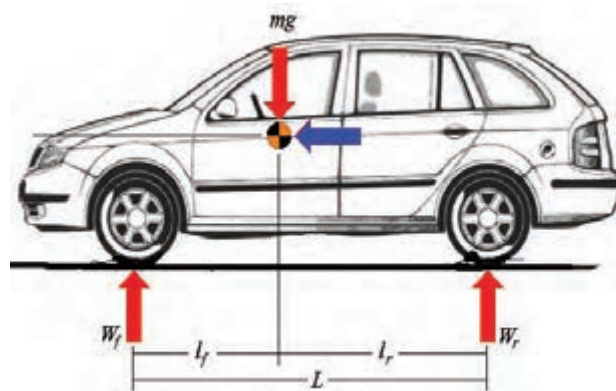
$L_f=200\text{ cm}, L_r=140\text{ cm}, M=1000\text{ Kg}$

پاسخ : .....

.....

.....

.....



شکل ۱۶- نیروهای وارد بر خودروی ساکن

به نظر شما رابطه ای بین این تابلو و محاسبات مربوط به بار روی هر چرخ که محاسبه شده، وجود دارد؟

پاسخ : .....

.....



کار کلاسی



شکل ۱۷- عبور با بار بیش از ۲/۴ تن بر هر محور ممنوع

## سیالات

گازها و مایعات جزو سیالات هستند که قابلیت جاری شدن دارند. قابلیت انتقال نیرو و انجام کار توسط مایعات سبب استفاده از آنها در سیستم‌های هیدرولیکی می‌شود. از این رو هیدرولیک را می‌توان اینگونه تعریف کرد:

«علم استفاده از مایعات برای انتقال و کنترل نیرو و حرکت»

به عبارت دیگر هیدرولیک را می‌توان علم مایعات نامید. کاربرد وسیع سیستم‌های هیدرولیکی در صنایع مختلف مانند ماشین‌سازی، ساختمان‌سازی و صنایع هوایی، نشان اهمیت بالای این علم در جهان امروز است. در این بخش به توضیح برخی از قوانین حاکم بر سیالات که کاربردهای فراوانی در خودرو و صنایع وابسته به آن دارد پرداخته می‌شود.

## قانون پاسکال

بیش از ۳۰۰ سال قبل دانشمند فرانسوی بلز پاسکال (۱۶۶۲-۱۶۲۳ میلادی) آزمایش‌هایی را در زمینه سیالات تحت فشار انجام داد که منجر به کشف یکی از قوانین پایه‌ای هیدرولیک شد. آزمایش‌های پاسکال دو مشخصه سیال را زمانی که داخل یک محیط و محفظه بسته تحت فشار قرار گرفته است را مشخص کرد که به قانون پاسکال معروف شد و به شرح زیر است:

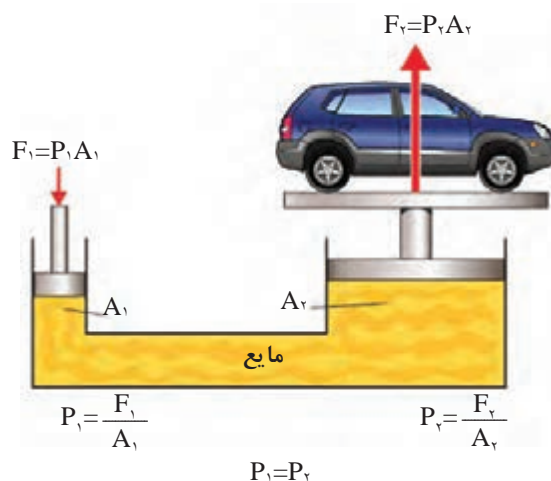
فشاری که به سیال در یک سیستم بسته وارد می‌شود به صورت مساوی در تمامی جهات منتقل شده و این فشار با نیروی یکسان به تمام نقاط سیستم وارد می‌شود، که این فشار از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$P = \frac{F}{A}$$

$F =$  نیرو بر حسب (N)  
 $P =$  فشار بر حسب (N/m<sup>2</sup>)  
 $A =$  سطح مقطع بر حسب (m<sup>2</sup>)

### کاربرد قانون پاسکال

از کاربردهای مهم قانون پاسکال، در سیستم‌های هیدرولیکی است که از یک سیال در محفظه بسته برای اعمال فشار استفاده می‌شود. از جمله آنها در خودرو و صنایع مربوط به آن می‌توان به جک‌های هیدرولیکی، سیستم‌های ترمز هیدرولیکی و... اشاره کرد؛ برای نمونه شکل ۱۸ یک سیستم جک هیدرولیکی را نشان می‌دهد. با اعمال نیروی رو به پایین  $F_1$  در پیستون سمت چپ (پیستون کوچک‌تر) فشاری معادل  $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$  در سیال ایجاد می‌شود.



شکل ۱۸- جک هیدرولیکی

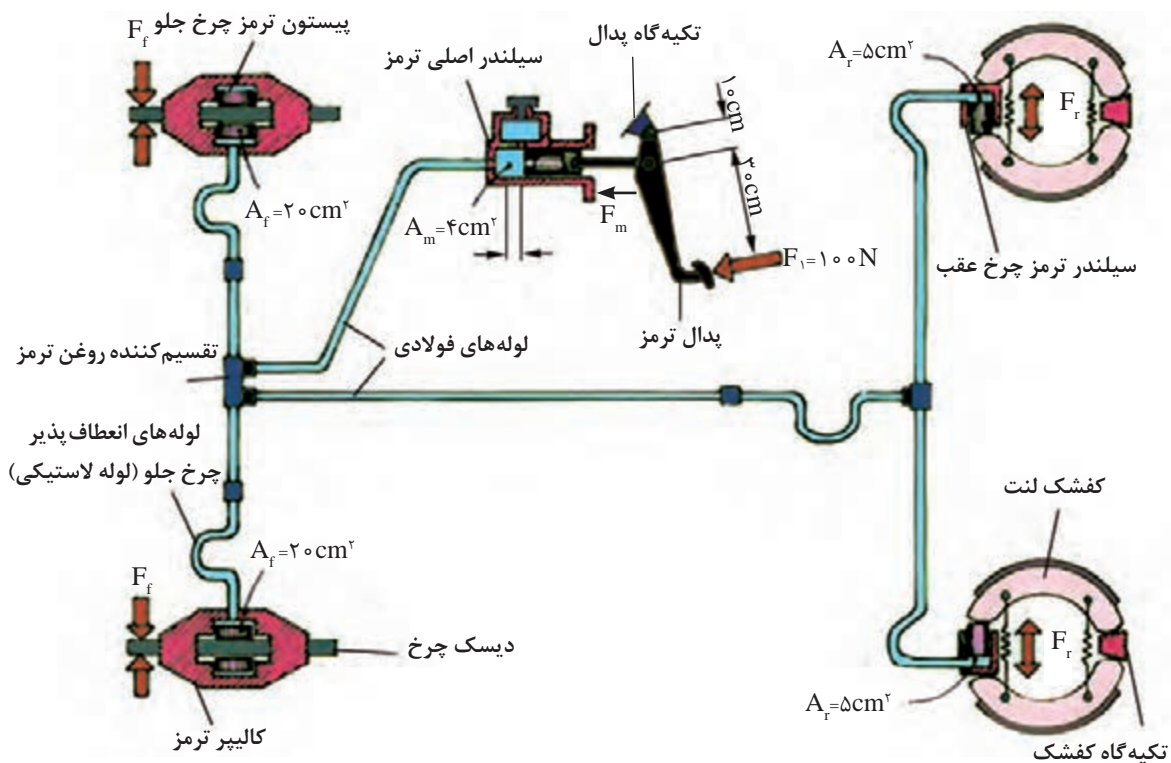
با توجه به قانون پاسکال که بیان می‌کند فشار اعمالی در همهٔ جهات و نقاط سیال برابر می‌شود، رابطهٔ زیر بین نیروها و فشارهای اعمالی به دو پیستون وجود دارد:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \qquad P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = F_1 \times \frac{A_2}{A_1}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2} \qquad \Rightarrow F_2 > F_1$$

با توجه به روابط بالا، می‌توان نتیجه گرفت که با اعمال نیروی کوچک  $F_1$  در یک جک هیدرولیکی می‌توان نیروی بزرگتری برابر  $F_2$  را ایجاد کرد.

**مثال:** شکل ۱۹ مدار هیدرولیکی سیستم ترمز یک خودرو را نشان می‌دهد، با توجه به اهرم‌بندی پدال ترمز نیروی اعمالی به سیلندر ترمز هر چرخ را محاسبه کنید.



شکل ۱۹- مدار هیدرولیکی سیستم ترمز

همانند شکل ۱۹ اندازه نیروی پای راننده ( $F=100\text{N}$ ) برای ایجاد نیروی ترمزی ( $Fs=mv^2$ ) برای متوقف کردن خودرو کافی نیست؛ بنابراین نیروی پای راننده با اهرم بندی پدال ترمز بر پایه اصل گشتاورها، افزایش می‌یابد.

حول تکیه‌گاه پدال گشتاورگیری می‌کنیم

$$F_1 \times a = F_m \times b \Rightarrow F_m = \frac{F_1 \times a}{b} \quad F_m = \frac{100 \times 0.4}{0.1} = 400\text{N}$$

$F_1$  = نیروی پای راننده بر حسب (N)

$F_m$  = نیروی اعمالی به سیلندر اصلی ترمز (N)

$a$  = فاصله محل اعمال نیروی پای راننده تا تکیه‌گاه پدال ترمز (m)

$b$  = فاصله محل اعمال نیروی اعمالی به سیلندر اصلی تا تکیه‌گاه پدال ترمز (m)

با توجه به قانون پاسکال مانند شکل ۱۸ پیستون سیلندر اصلی با نیروی  $F_m=400\text{N}$  به سمت جلو حرکت می‌کند و مایع هیدرولیک ترمز زیر فشار قرار می‌گیرد. با توجه به قانون پاسکال نیروی اعمالی به چرخ‌های جلو و عقب مانند روابط گفته شده محاسبه می‌شود.

$F_m$  = نیروی اعمالی به سیلندر اصلی (N)

$A_m$  = سطح مقطع سیلندر اصلی ( $\text{m}^2$ )

$F_f$  = نیروی اعمالی به چرخ‌های جلو (N)

$A_f$  = سطح مقطع سیلندر چرخ جلو ( $\text{m}^2$ )

$F_r$  = نیروی اعمالی به چرخ‌های عقب (N)

$A_r$  = سطح مقطع سیلندر چرخ عقب ( $\text{m}^2$ )

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{F_m}{A_m} = \frac{F_f}{A_f} = \frac{F_r}{A_r}$$

$$\frac{F_m}{A_m} = \frac{F_f}{A_f} \Rightarrow F_f = \frac{F_m \times A_f}{A_m} = \frac{400 \times 0.002}{0.004} \Rightarrow F_f = 200\text{N}$$

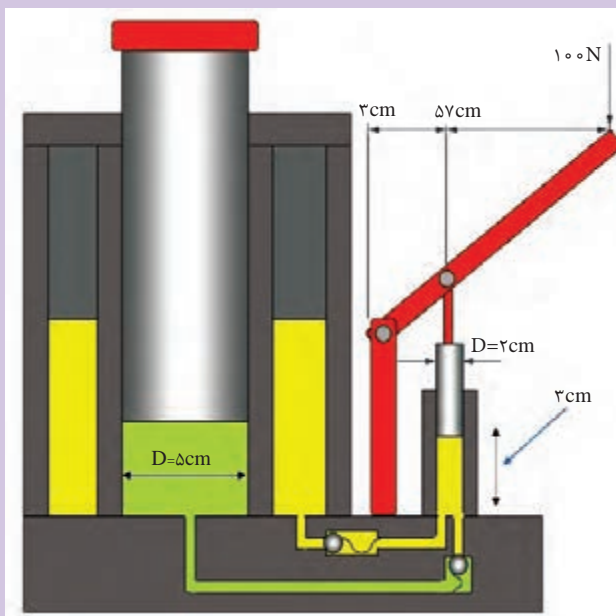
$$\frac{F_m}{A_m} = \frac{F_r}{A_r} \Rightarrow F_r = \frac{F_m \times A_r}{A_m} = \frac{400 \times 0.005}{0.004} \Rightarrow F_r = 500\text{N}$$

باتوجه به محاسبات گفته شده می توان نتیجه گرفت که فشار اعمالی به چرخ های جلو و عقب یکسان است، اما نیروی ترمز اعمالی به لنت چرخ های جلو بسیار بیشتر از نیروی اعمالی به لنت چرخ های عقب است. همچنین هر دو نیروی ترمزی چرخ های جلو و عقب در مقایسه با نیروی پای راننده بسیار بیشتر هستند.



کار کلاسی

درباره تفاوت میزان نیروی ترمزی چرخ های جلو و عقب خودرو گفت و گو کنید. شکل ۲۰، جک هیدرولیکی را نشان می دهد. اگر نیروی ۱۰۰ نیوتن به سر اهرم جک اعمال شود، فشار و نیروی تولیدی روی پیستون بزرگ جک را محاسبه کنید.



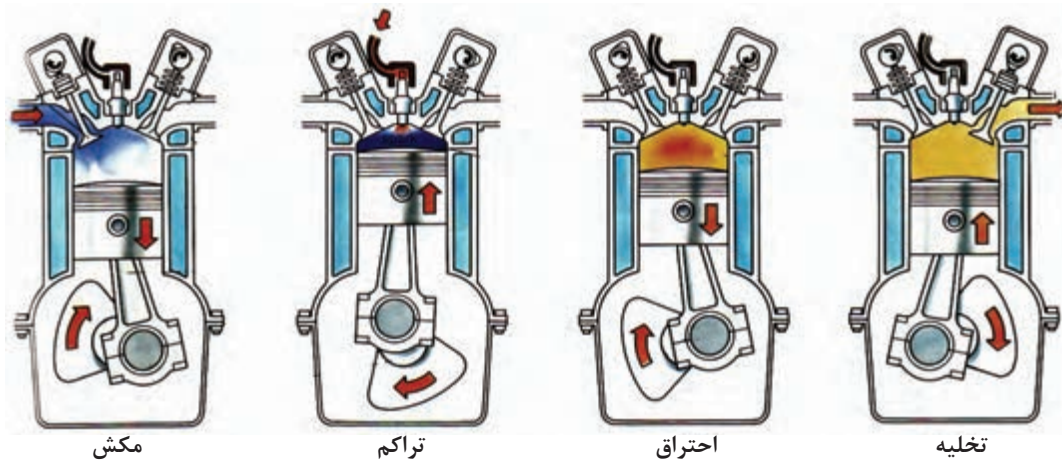
شکل ۲۰- جک هیدرولیکی

## محاسبات سیلندر

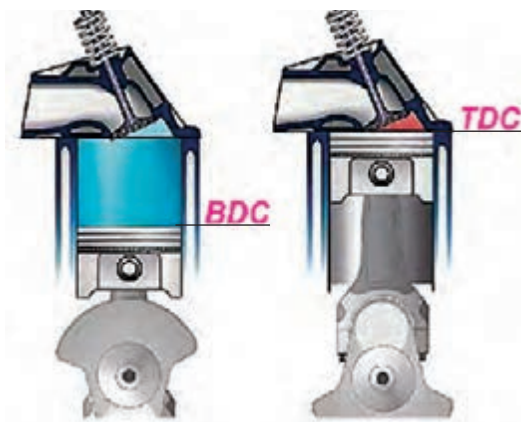
### یادآوری: اصطلاحات فنی مورد نیاز

در ابتدای این بخش به بیان چند نمونه از اصطلاحات فنی پر کاربرد در محاسبات موتور پرداخته می شود.

۱- سیکل: به مجموع چهار زمان کامل موتور شامل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه گفته می شود.



شکل ۲۱- چهار مرحله کاری موتور



شکل ۲۲- نقطه مرگ بالا و پایین

۲- نقطه مرگ پایین (BDC): پایین ترین نقطه در مسیر حرکت پیستون است که در آنجا سرعت پیستون صفر شده و جهت حرکت آن تغییر می کند. (شکل ۲۲).

۳- نقطه مرگ بالا (TDC): بالاترین نقطه در مسیر حرکت پیستون است که در آنجا سرعت پیستون صفر شده و جهت حرکت آن تغییر می کند (شکل ۲۲).

## محاسبه سطح پیستون

پیستون قطعه‌ای استوانه‌ای شکل است که در داخل سیلندر حرکت رفت و برگشتی می‌کند. مقطع پیستون تقریباً دایره‌ای شکل است. اگر قطر پیستون را با  $D$ ، شعاع را با  $R$  و سطح پیستون را با  $A$  نمایش دهیم رابطه زیر برقرار خواهد بود.

$A = \pi r^2 = \frac{\pi D^2}{4}$	$A$ : سطح پیستون بر حسب (m <sup>2</sup> )
	$r$ : شعاع پیستون بر حسب (m)
	$D$ : قطر پیستون بر حسب (m)

**مثال:** مساحت کف پیستونی با قطر ۸۰ mm چند سانتی متر مربع است؟

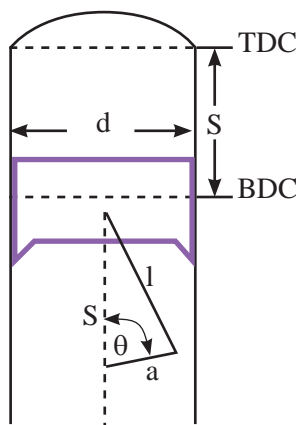
$A = \frac{\pi D^2}{4}$ $A = \frac{(3/14 \times 8^2)}{4} = 50/24 \text{ cm}^2$	پاسخ:
--	-------

در صورت یکسان بودن قطر پیستون‌ها درباره اندازه سطح آنها در محاسبات سطح پیستون گفت‌وگو کنید.



کار کلاسی

پیستون با سطح محدب	پیستون با سطح مقعر	پیستون با سطح صاف



شکل ۲۳- کورس پیستون

**کورس پیستون:** با توجه به شکل ۲۳، به فاصله بین نقطه مرگ بالا و نقطه مرگ پایین که پیستون حرکت می‌کند، کورس یا طول جابجایی پیستون می‌گویند و با حرف  $S$  نمایش داده می‌شود.

مانند شکل ۲۳ می‌توان نتیجه گرفت که کورس حرکت پیستون برابر با قطر دایره دوران لنگ میل لنگ است.



نکته

## حجم مفید یا جابه‌جایی سیلندر ( $V_s$ )

حجم مفید یا جابه‌جایی سیلندر موتور فضایی است بین دو نقطهٔ مرگ بالا و پایین که پیستون در این فضا حرکت رفت و برگشتی دارد. مانند شکل ۲۳. محاسبهٔ حجم مفید سیلندر از حاصلضرب سطح قاعده پیستون در کورس آن محاسبه می‌شود.

$$V_s = A.S = \frac{\pi \times D^2}{4} \times S$$

اگر قطر سیلندری ۸۰ mm و کورس پیستون ۷۰ mm باشد، محاسبه کنید:  
الف) سطح پیستون بر حسب  $\text{cm}^2$

پاسخ: .....

.....

ب) حجم مفید سیلندر بر حسب لیتر

پاسخ: .....

.....



کار کلاسی



تذکره: سطح پیستون‌هایی که به صورت برآمده و یا فرو رفته است در محاسبه حجم مفید (جابه‌جایی) سیلندر تغییری به وجود نمی‌آورد، بلکه در حجم تراکم محاسبه می‌شود.

حجم تراکم ( $V_c$ ) به فضای بین پیستون و سرسیلندر، زمانی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد گفته می‌شود.

حجم کل سیلندر ( $V_t$ ): مجموع حجم مفید و حجم تراکم است که به صورت زیر بیان می‌شود.

$$V_t = V_s + V_c$$

مثال: قطر سیلندر موتوری ۱۰ cm و کورس آن ۱۰ cm است. اگر حجم تراکم سیلندر ۸۰ cm<sup>۳</sup> باشد، محاسبه کنید:

الف) مساحت کف پیستون بر حسب cm<sup>۲</sup>

ب) حجم کل سیلندر بر حسب cm<sup>۳</sup>

$$d = 10 \text{ cm}, s = 10 \text{ cm}, V_c = 80 \text{ cm}^3$$

$$A = ? \text{ cm}^2, V_t = ? \text{ cm}^3$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14 \times 10^2}{4} = 78.5 \text{ cm}^2$$

$$V_t = V_s + V_c$$

$$V_s = A \times S = 78.5 \times 10 = 785 \text{ cm}^3$$

$$V_t = 80 + 785 = 865 \text{ cm}^3$$

حجم کل سیلندر موتوری (۶۰۰ cm<sup>۳</sup>)، حجم تراکم آن (۹۷/۶ cm<sup>۳</sup>) و کورس پیستون (۱۰ cm) است. مطلوب است:

الف) حجم مفید سیلندر بر حسب سانتی متر مکعب

پاسخ: .....

ب) سطح پیستون بر حسب سانتی متر مربع

پاسخ: .....

ج) قطر پیستون بر حسب میلی متر

پاسخ: .....



کار کلاسی

### حجم مفید موتور ( $V_E$ )

حجم مفید موتور که به آن حجم جابه‌جایی کل موتور نیز گفته می‌شود، از حاصل ضرب تعداد سیلندر در حجم جابه‌جایی یک سیلندر بدست می‌آید. حجم جابه‌جایی کل موتور به صورت لیتر یا سانتی‌متر مکعب مشخص می‌شود و معمولاً این اعداد را به صورت برچسب یا پلاک روی بدنه خودرو نصب می‌کنند. برای نمونه عدد ۲۰۰۰ روی خودرو پژو ۴۰۵ و یا عدد ۱۷۰۰ روی بدنه خودروی سمند باموتور ملی (EF7) نشان دهنده این حجم است.

برای محاسبه حجم مفید موتور در ابتدا باید حجم مفید یک سیلندر ( $V_s$ ) را محاسبه کرد. سپس حاصل را در تعداد سیلندرها ( $K$ ) ضرب کرد که این‌گونه روابط زیر استخراج می‌شود.

$$V_E = V_s \times k$$

$$V_E = A \times S \times k$$

$$V_E = \pi \frac{D^2}{4} \times S \times k$$

### نسبت تراکم ( $V_c$ )

نسبت تراکم نسبت حجم کل به حجم تراکم سیلندر است. در مرحله تراکم، پیستون از نقطه مرگ پایین حرکت کرده و مخلوط هوا و سوخت داخل سیلندر را متراکم کرده و به نقطه مرگ بالا می‌رسد. در این مرحله هردو سوپاپ دود و هوا بسته است. در نتیجه مخلوط هوا و سوخت در محفظه احتراق فشرده می‌شود و فشار درون سیلندر افزایش یافته و بیشترین مقدار تراکم به وجود می‌آید. به بیان ساده‌تر نسبت بیشترین حجم سیلندر به کمترین حجم آن را نسبت تراکم گویند. از مطالب بالا می‌توان روابط زیر را برای نسبت تراکم به دست آورد.

$$R_c = \frac{V_t}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} \quad V_s = V_c (R_c - 1) \quad V_c = \frac{V_s}{(R_c - 1)}$$

مثال: حجم مفید سیلندری را که نسبت تراکم آن ۱۰:۱ و حجم تراکم آن ( $60 \text{ cm}^3$ ) است را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$V_c = 60 \text{ cm}^3$$

$$R_c = 10:1$$

$$V_s = ? \text{ cm}^3$$

$$V_s = V_c (R_c - 1) = 60(10 - 1) = 540 \text{ cm}^3$$

نسبت تراکم موتوری که قطر هر سیلندر آن ( $80 \text{ mm}$ ) و کورس پیستون آن ( $60 \text{ mm}$ ) و حجم تراکم هر سیلندر آن ( $49 \text{ cm}^3$ ) باشد، چقدر است؟



## کار پیستون

نیروی ایجاد شده روی پیستون در کورس جابه‌جایی پیستون را کار پیستون گویند که با آزاد شدن نیروی شیمیایی سوخت در مرحله کار یا انفجار ایجاد می‌شود. از این رو پیستون تحت این نیروی فشاری زیاد حرکت می‌کند.

$W = F_m \cdot S = P_m \cdot A \cdot S$	W: کار پیستون بر حسب ژول
	A: سطح مقطع پیستون بر حسب (m <sup>2</sup> )
	S: کورس پیستون بر حسب (m)
	F <sub>m</sub> : نیروی متوسط روی سطح پیستون بر حسب (N)
	P <sub>m</sub> : فشار متوسط احتراق بر حسب (N/m <sup>2</sup> )

کار پیستونی که دارای قطری برابر با ۱۰ سانتی‌متر، کورس پیستون ۷۴ میلی‌متر و فشار متوسط احتراقی برابر با ۴۰ اتمسفر بر آن وارد می‌شود را محاسبه کنید.



کار کلاسی

## گشتاور موتور

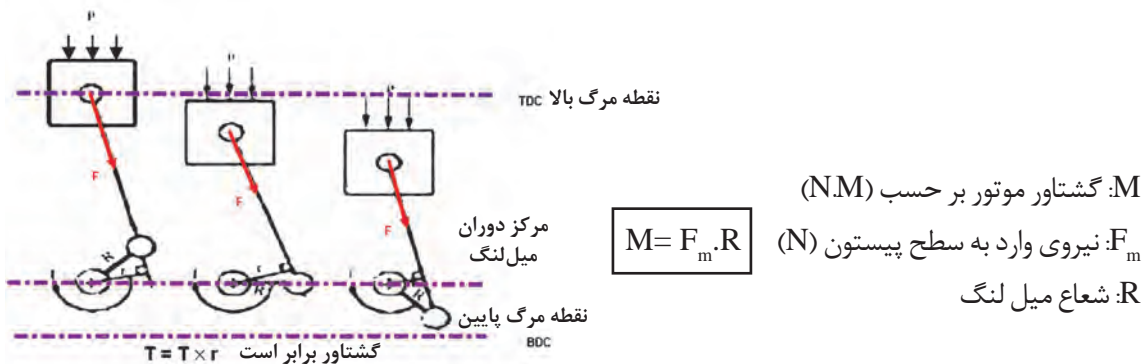
گشتاور موتور به روشی ساده از حاصل ضرب نیروی متوسط پیستون در فاصله عمودی شعاع میل‌لنگ به دست می‌آید.

نیروی متوسط پیستون از حاصل ضرب فشار متوسط احتراق ضربدر مساحت سر پیستون به دست می‌آید.

$$F_m = P_m \times A$$



نکته



شکل ۲۴- گشتاور موتور

گشتاور موتوری که دارای قطری برابر با ۱۰ سانتی‌متر، کورس پیستون ۷۴ میلی‌متر و فشار متوسط احتراقی برابر با ۵۰ اتمسفر بر آن وارد می‌شود را محاسبه کنید.



کار کلاسی

گشتاور موتور مقدار ثابتی نبوده و با تغییر شرایط کاری موتور از جمله دور موتور تغییر می‌کند.



نکته

## توان تئوری موتور

از حاصل ضرب نیروی متوسط پیستون در سرعت متوسط آن توان تئوری موتور به دست می‌آید که می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$P_i(\text{ps}) = \frac{F \times V \times K}{75} = \frac{P_m \times A \times s \times n \times K}{75 \times 60}$$

$P_i$ : توان تئوری موتور بر حسب (ps)

$P_m$ : فشار متوسط احتراق ( $\text{kg/cm}^2$ )

$V$ : سرعت متوسط پیستون (m/s)

$K$ : تعداد سیلندر

$$P_i(\text{KW}) = \frac{P_m \times A \times s \times n \times K}{60000}$$

$P_i$ : توان تئوری موتور بر حسب (KW)

$P_m$ : فشار متوسط احتراق ( $\text{N/cm}^2$ )

$K$ : تعداد سیلندر

## توان خروجی یا توان مفید موتور

مقدار توانی که از راه فلاپویل به سیستم انتقال قدرت منتقل می‌شود را توان مفید یا توان خروجی موتور گویند. این توان با استفاده از دستگاه دینامومتر قابل اندازه‌گیری است.

با اندازه‌گیری گشتاور خروجی از فلاپویل در دور معینی می‌توان توان مفید را مانند رابطه زیر محاسبه کرد:

$$P_e = \frac{M \times n}{716}$$

$P_e$  = توان مفید موتور (اسب بخار Ps)

$M$  = گشتاور موتور بر حسب (kg.m)

$n$  = دور موتور (دور بر دقیقه)

$$P_e = \frac{M \times n}{9550}$$

$P_e$  = توان مفید موتور بر حسب (kw)

$M$  = گشتاور موتور بر حسب (N.m)

$n$  = دور موتور (دور بر دقیقه)

قطر دهانه سیلندر موتور چهار زمانه چهار سیلندری برابر ۸۰ میلی‌متر و کورس پیستون آن ۱۰۰ میلی‌متر است. در صورتی که فشار متوسط احتراق روی پیستون ۹ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و دور موتور ۲۷۰۰ دور بر دقیقه باشد، تعیین کنید:

(الف) حجم مفید سیلندرها را بر حسب لیتر

(ب) نیروی مؤثر احتراق روی یک پیستون بر حسب کیلوگرم

(ج) کار تئوری یک پیستون بر حسب کیلوگرم‌برمتر

(د) توان مفید موتور بر حسب کیلووات

(ه) در صورتی که دور موتور از ۲۷۰۰ دور بر دقیقه به ۳۷۰۰ دور بر دقیقه افزایش یابد توان مفید موتور را محاسبه کنید و نتایج را با یکدیگر مقایسه کنید.

(و) توان تئوری موتور بر حسب اسب بخار



کار کلاسی



## دینامومتر

گشتاور و توان موتور از ویژگی‌های مهم در بررسی یک موتور شمرده می‌شوند. برای اندازه‌گیری توان و گشتاور موتور، دینامومتر به میل لنگ متصل می‌شود تا توان و گشتاور موتور را اندازه‌گیری کند.



شکل ۲۵- دینامومتر

## بازده (راندمان)

بازده یا راندمان به شاخصی گفته می‌شود که نشان‌دهندهٔ اندازه هدررفتن مواد، انرژی، سرمایه و زمان در انجام کارهاست. این مفهوم در شاخص‌های مختلف علوم از جمله مهندسی یک کمیت قابل سنجش است، که معمولاً به صورت نسبت میان "خروجی مفید" به "ورودی کل" تعریف می‌شود و معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود. بازده را می‌توان به صورت نسبت توان مفید به توان تئوری و یا کار مفید به کار تئوری نیز بیان کرد. از جمله بازده‌های مهم در خودرو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

– بازده حرارتی موتور – بازده مکانیکی جعبه دنده – بازده الکتریکی

در ادامه به بررسی بازده‌های فوق پرداخته می‌شود.

## بازده حرارتی موتور



شکل ۲۶- بازده حرارتی موتور

بازده حرارتی موتور به صورت نسبت انرژی حرکتی تولیدی موتور به انرژی حرارتی سوخت مصرفی موتور است.

آیا می‌دانید چند درصد از انرژی سوخت مصرفی برای تولید انرژی حرکتی خودرو به کار گرفته می‌شود.



فکر کنید

### بازده حجمی موتور:

معمولاً سیلندره‌های موتور به طور کامل از هوا و سوخت پر نمی‌شوند. برخی از دلایل مهم پر نشدن سیلندره‌های موتور از هوا و سوخت در زمان مکش عبارت‌اند از: کوچک بودن مجرای ورودی سوخت و هوا، کم بودن زمان مکش، لقی سوپاپ‌ها

راندمان حجمی عبارت است از: نسبت جرم گاز پر شده در سیلندر در شرایط عملی به جرم هوا و سوختی که در شرایط تئوری حجم سیلندر را پر می‌کند.

$$\eta_v = \frac{\text{حجم گاز پر شده در سیلندر در حالت عملی}}{\text{حجم گاز پر شده در سیلندر در حالت تئوری}} \times 100 \quad \eta_v = \text{راندمان حجمی موتور}$$

بازده حجمی موتور در حالت تمام بار در دور بالا بیشتر است یا در دور پایین، چرا؟



فکر کنید

### بازده مکانیکی موتور

بازده مکانیکی موتور مانند معادله زیر، نسبت توان خروجی به توان تئوری موتور است.

$$\eta_m = \frac{\text{توان خروجی موتور}}{\text{توان تئوری موتور}} \times 100 \quad \eta_m = \text{بازده مکانیکی موتور}$$

توان ترمزی موتوری برابر با ۷۵ کیلو وات و توان تئوری این موتور برابر با ۱۲۰/۷ اسب بخار است. بازده مکانیکی این موتور را محاسبه کنید.



کار کلاسی



- ۱- توان مفید موتور ۴ زمانه‌ای در دور  $2500 \text{ rpm}$  با بازده مکانیکی ۸۵ درصد برابر با ۵۱ کیلووات است. مقدار توان تئوری را بر حسب کیلو وات محاسبه کنید.
- ۲- قطر دهانه سیلندر موتور چهار زمانه ۶ سیلندری ۸۰ میلی متر و کورس آن ۱۲۰ میلی متر است، چنانچه فشار متوسط احتراق روی پیستون ۹ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و دور موتور  $3000 \text{ rpm}$  باشد، تعیین کنید:
  - (الف) حجم مفید سیلندرها موتور بر حسب لیتر
  - (ب) نیروی مؤثر احتراق روی پیستون بر حسب نیوتن
  - (ج) کار تئوری یک پیستون بر حسب کیلوگرم متر
  - (د) توان خروجی موتور در صورتی که بازده مکانیکی موتور برابر ۹۰ درصد باشد، بر حسب بخار و کیلووات
  - (ه) توان تئوری موتور بر حسب اسب بخار و کیلووات
- ۳- اگر نسبت تراکم یک موتور ۴ سیلندر ۱:۱۱، حجم تراکم آن ۷۰ سانتی متر مکعب، و کورس پیستون آن ۱۰۰ میلی متر باشد تعیین کنید:
  - (الف) حجم مفید موتور بر حسب لیتر
  - (ب) قطر پیستون بر حسب میلی متر

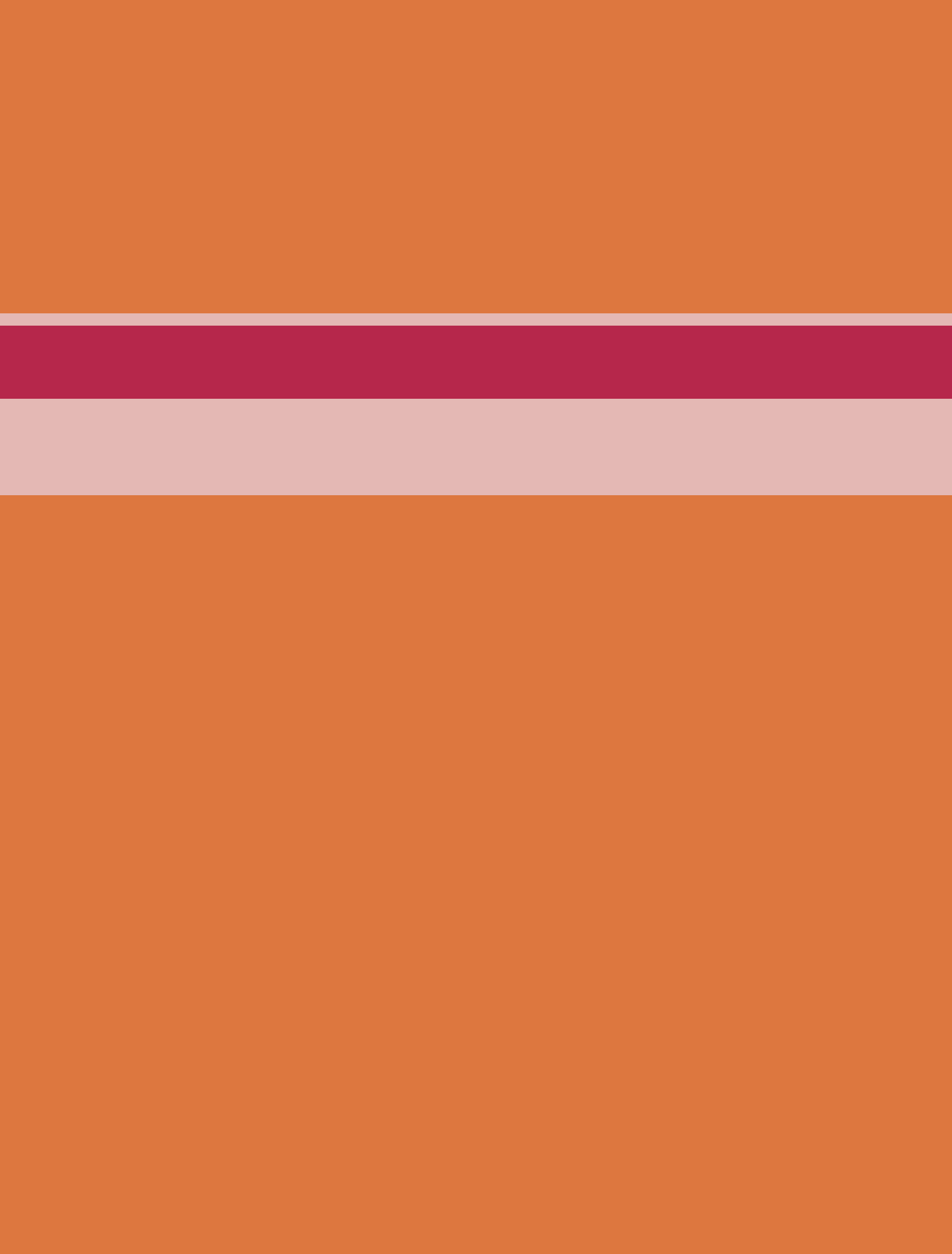
## ارزشیابی شایستگی

### اصول مبانی کاربردی در خودرو

شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نمره شایستگی	شاخص تحقق
به دست آوردن توانایی در محاسبات ساده نیرو، گشتاور انتقال نیرو و کاربرد آن در تعمیرات	محاسبات مربوط به تبدیل واحدها و نیرو و گشتاور و فشار و بازده	۳	استفاده از محاسبات مربوط به نیرو و فشار در تعمیرات
		۲	محاسبات تبدیل واحد و نیرو و فشار
		۱	محاسبات تبدیل واحدها
نمره مستمر از ۱			
نمره واحد یادگیری از ۳			
نمره واحد یادگیری از ۲۰			

زمانی هنرجو شایستگی پیدا می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را دریافت کند.

نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را پیدا کند.







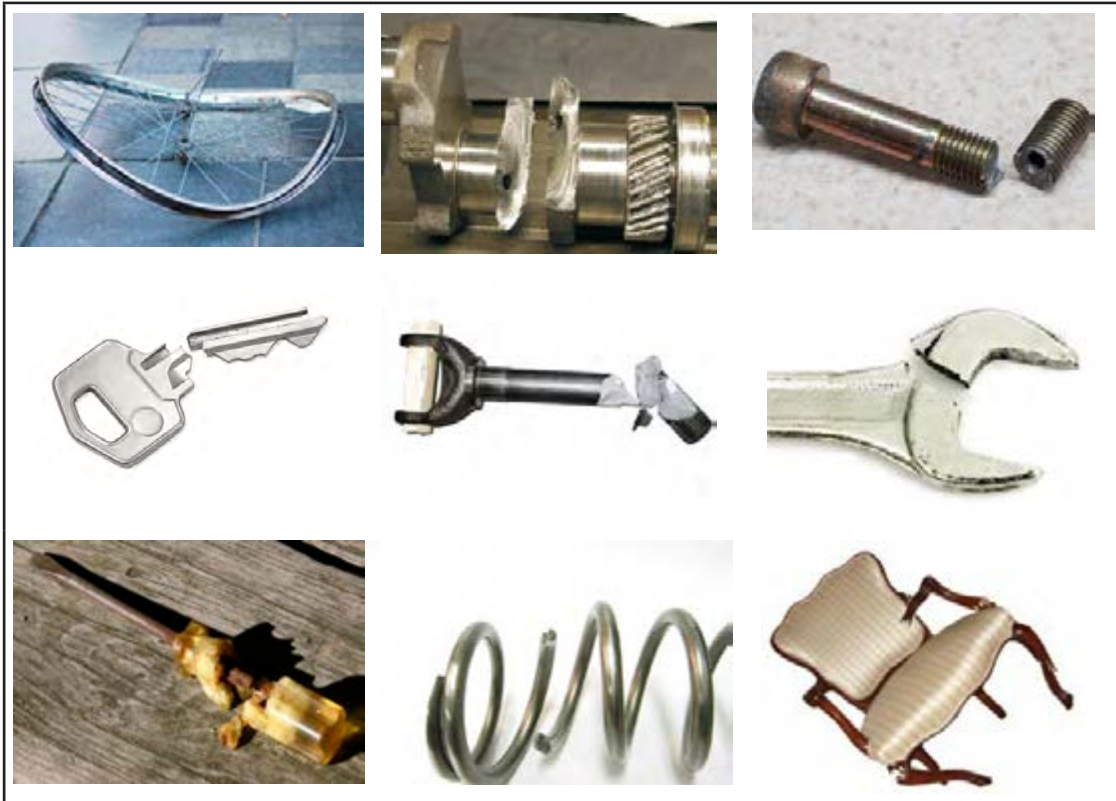
## پودمان ۵

### مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل



آیا قطعات و سازه‌های مکانیکی خراب می‌شوند و می‌شکنند؟

قطعات و سازه‌ها هنگام استفاده از آنها یا به مرور زمان دچار خرابی و شکست می‌شوند. در شکل زیر نمونه‌هایی از خرابی و شکست را می‌بینید.



شکل ۱- خرابی و شکست قطعات

آنها در یک چیز مشترک هستند؟ خرابی

دلایل احتمالی خرابی و شکست قطعات نشان داده شده در شکل بالا را در گروه خود بررسی کنید؟

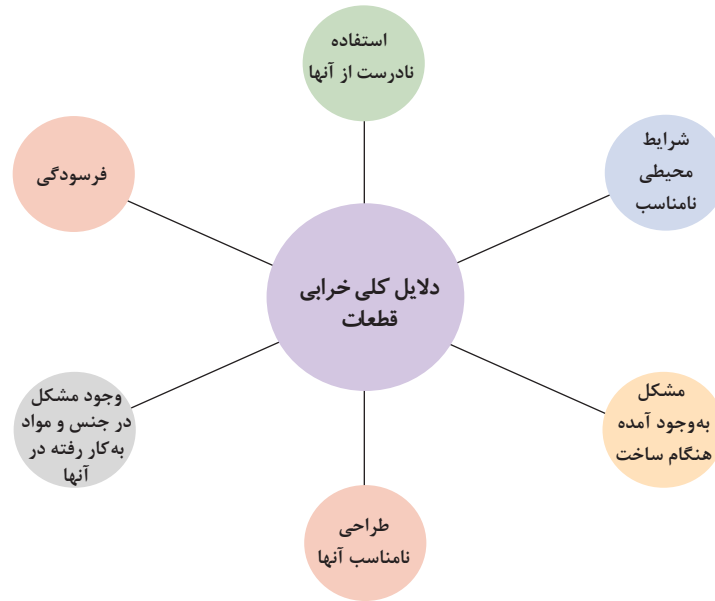
به نظر شما کدام دلیل عامل بیشتر خرابی‌های قطعات نشان داده شده در شکل است؟

پاسخ : .....



فعالیت

دلایل کلی خرابی قطعات در نمودار زیر گفته شده است:



به نظر شما بیشترین علت خرابی قطعات و سازه‌ها که در کارگاه هنرستان مشاهده کردید، چیست؟

.....

.....

.....

چگونه می‌توان از بروز خرابی‌ها در قطعات جلوگیری کرد؟

.....

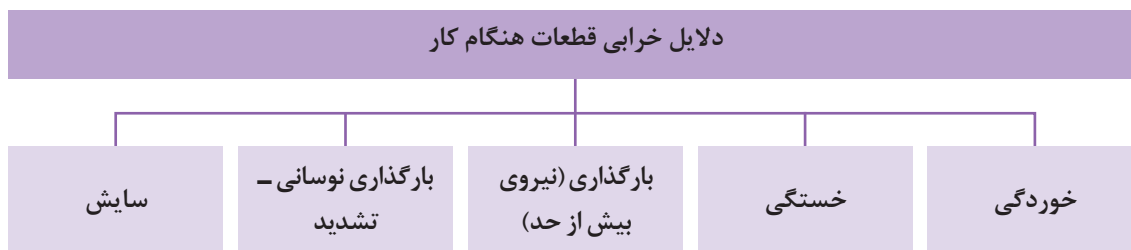
.....

.....



کار کلاسی

چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟  
 هنگام استفاده از قطعات و سازه‌ها، آنها به روش‌های گوناگون خراب می‌شوند.

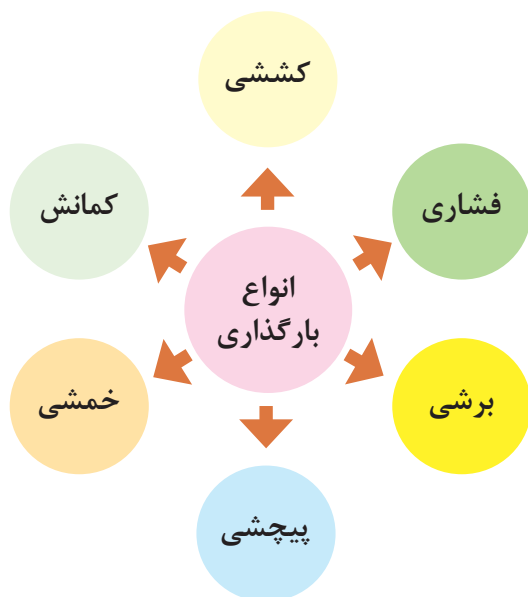


درباره روش دیگری از خرابی قطعات گفت‌وگو کنید؟



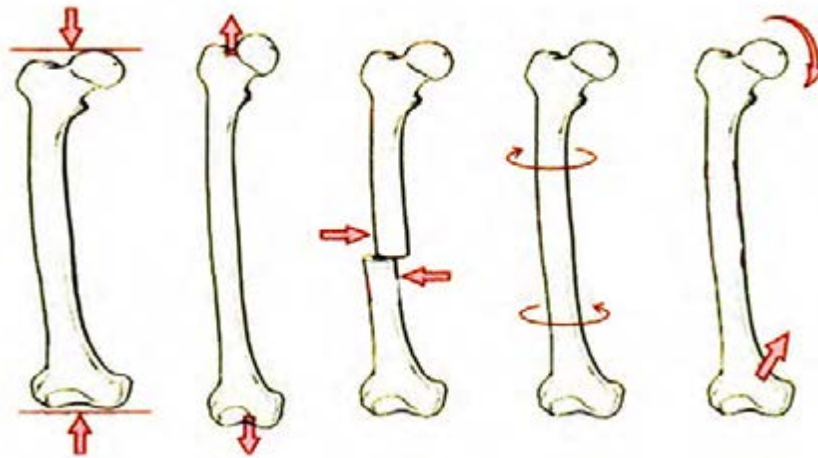
فکر کنید

قطعه‌ای که خراب است نمی‌تواند کاری که از آن خواسته شده است را به درستی انجام دهد. وقتی که می‌گوییم یک قطعه مقاوم است، یعنی اینکه در مقابل خرابی دوام دارد و از خود باید بپرسیم در مقابل چه چیزی مقاوم است؟ مقاومت در مقابل جابه‌جایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل شکست، مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی و غیره.



شکل ۲- انواع بارگذاری روی قطعات

**بارگذاری و نیروهای وارده روی قطعات چگونه است؟**  
 هنگام کار و استفاده از قطعات و ابزارها، نیروها و گشتاورهای گوناگونی روی قسمت‌های مختلف آنها وارد می‌شود. این بارگذاری‌ها به شکل‌های گوناگونی انجام می‌گیرد (شکل ۲). نیروها می‌توانند بر قطعه در جهت‌های مختلف وارد شوند. قسمت‌های مختلف قطعه باید در برابر این نیروها و بارگذاری‌ها، هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا پی در پی اعمال می‌شود، مقاومت کنند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است که زیر بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد؛ برای نمونه استخوان پای انسان در بارگذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳- انواع بارگذاری‌ها روی استخوان

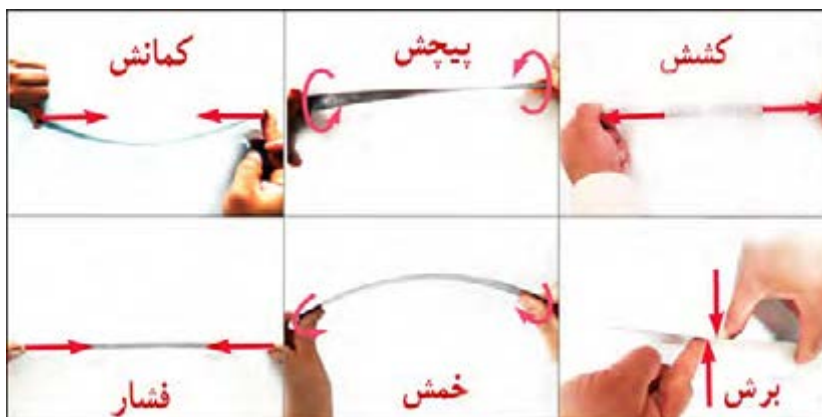
### جلوه‌های آفرینش:

در بدن انسان اسکلت و استخوان‌ها وضعیت گوناگونی دارند. حفاظت از اندام‌هایی مانند مغز، قلب و شش‌ها از مهم‌ترین آنها است. حرکت بدن انسان بر پایه اسکلت و استخوان‌ها است. چون اسکلت تکیه‌گاه عضلات قرار می‌گیرد، شکل دادن به بدن انسان نیز از دیگر وظایف استخوان‌ها است. استخوان‌های ما ۱۴ درصد از وزن کل بدنمان را تشکیل می‌دهند. بدن انسان در بدو تولد از ۳۰۰ استخوان تشکیل شده است. تعداد استخوان‌ها به مرور کمتر و در بزرگسالی به ۲۰۶ عدد کاهش می‌یابد. یکی شدن چند استخوان با هم، علت کم شدن تعداد استخوان‌های بدن است. بیش‌ترین تعداد استخوان‌های بدن در دستان ما قرار دارد. مچ دست به تنهایی ۵۴ استخوان دارد. صورت ۱۴ و پا ۲۶ استخوان دارد. طولانی‌ترین استخوان بدن، استخوان ران پا است. این استخوان یک چهارم قد هر فرد را تشکیل می‌دهد. کوچک‌ترین استخوان بدن در گوش میانی قرار دارد و «استخوان رکابی» نامیده می‌شود و کمتر از سه میلی‌متر است. تنها استخوانی که هنگام تولد رشد کافی یافته و دیگر تغییر نمی‌کند، در گوش قرار دارد. اگرچه به نظر استخوان‌های بدن سفت و محکم هستند اما ۷۵ درصد آن‌ها را آب تشکیل می‌دهد. هر کدام از استخوان‌ها شکل ویژه‌ای دارند و بارگذاری و اعمال نیرو روی آنها متفاوت است. در هر نوع از بارگذاری بیش از حد روی استخوان شکل شکستن استخوان متفاوت است.





با استفاده از یک خط کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را روی آن اعمال کنید. همچنین به اندازه جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه کنید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط کش، عمود بر خط کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۴).



شکل ۴- انواع بارگذاری روی خط کش فلزی

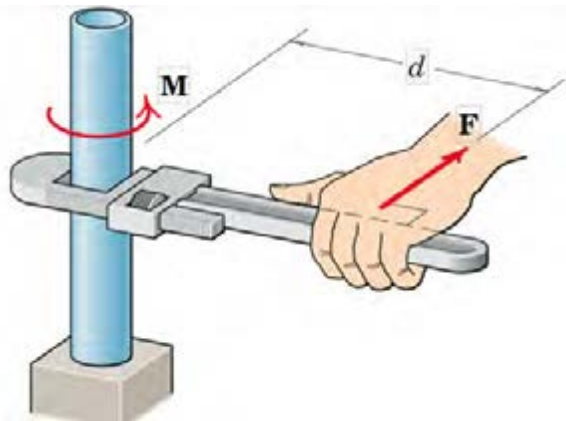
در کدام نوع از بارگذاری، خط کش در مقابل جابه‌جایی مقاوم‌تر است؟ در گروه خود بحث کنید؟

پاسخ: .....

در فعالیت انجام شده، بارگذاری اعمال شده از دو بخش تشکیل شده است:

۱- وارد کردن نیرو

۲- وارد کردن گشتاور



شکل ۵ - علائم گشتاور و نیرو

واحد نیرو، نیوتن (N) و واحد گشتاور، نیوتن متر (N.m) است. به صورت شماتیک نیرو و گشتاور را به صورت شکل ۵ نشان می‌دهند. به  $d$  بازوی گشتاور می‌گویند.

به نظر شما هل دادن یک ماشین راحت‌تر است (نیرو) یا بستن یک پیچ کوچک به اندازه گشتاور مجاز و بدون به‌کارگیری ابزار (گشتاور)؟ درباره پاسخ گفتگو کنید.





کار کلاسی

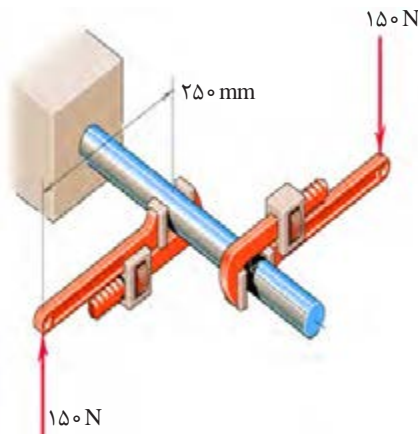
در کارگاه یک پیچ را بدون به کارگیری ابزار و فقط با دست سفت کنید و پیچ دیگری را با ابزار (برای نمونه با آچار رینگی) سفت کنید. اندازه سفت شدن هر یک را با ابزار مناسب (گشتاورسنج) اندازه گیری کنید. از مقایسه آنها چه نتیجه ای می گیرید؟  
پاسخ: .....



پژوهش

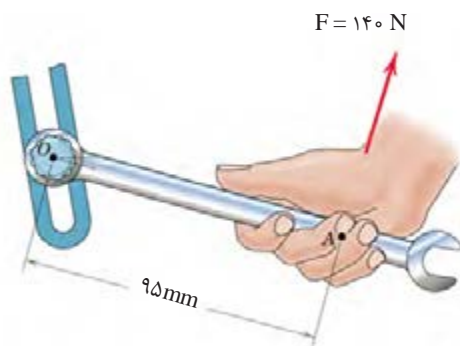
همان گونه که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات محدودیت هایی دارد. پژوهش کنید با کاربرد چه ابزارها و وسایلی می توان نیرو و گشتاور بیشتری وارد کنید؟  
پاسخ: .....

مثال:



در شکل ۶ دو آچار شلاقی یکسان روی میله گشتاور وارد می کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی متر است. گشتاور کلی وارده به نقطه اتصال میله به دیوار را بر حسب نیوتن متر به دست آورید.  
$$= 75 (N.m) = 2 \times 150 (N) \times 0.25 (m)$$
  
جهت گشتاور کلی در جهت عقربه های ساعت است.

شکل ۶- وارد کردن گشتاور بر میله با دو آچار شلاقی



گشتاور وارد شده به پیچ در نقطه O را در شکل ۷ بر حسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

پاسخ: .....

.....

.....

.....

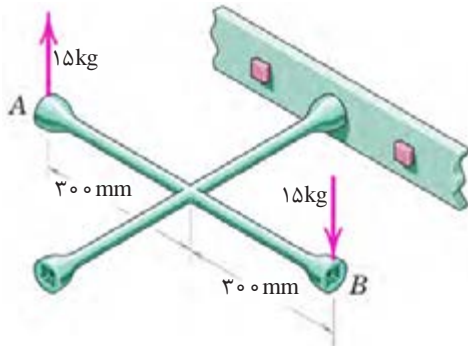
شکل ۷- وارد کردن گشتاور بر میله با آچار



کار کلاسی



کار کلاسی



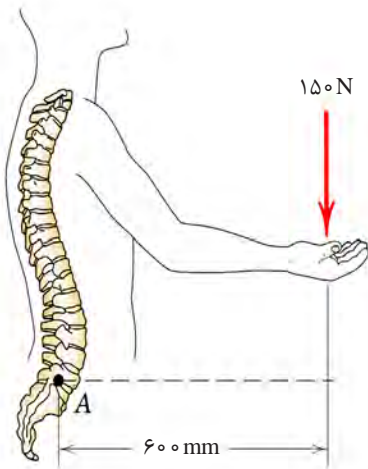
شکل ۸- وارد کردن گشتاور بر پیچ با آچار چرخ

گشتاور وارد شده به پیچ را در شکل ۸ بر حسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید .

پاسخ :  
.....  
.....  
.....



پژوهش



شکل ۹- گشتاور وارد شده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار با دست‌ها

در شکل ۹ گشتاور وارد شده به ستون فقرات در نقطه A را محاسبه کنید. همانگونه که مشاهده می‌کنید هنگام بلند کردن بار با دست، هر چه فاصله بار از بدن بیشتر باشد گشتاور وارده به ستون فقرات بیشتر خواهد بود و در نتیجه امکان آسیب دیدن ستون فقرات بیشتر خواهد شد. پژوهش کنید روش درست بلند کردن بار با بدن و دست‌ها چگونه است و چرا باید به آن شیوه، بار را بلند کرد؟

پاسخ :  
.....  
.....  
.....



کار کلاسی



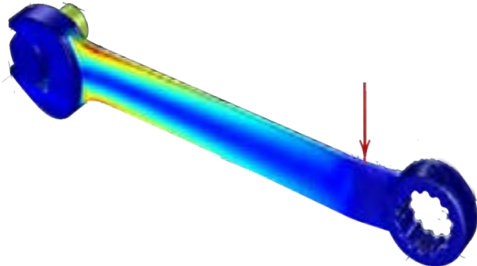
شکل ۱۰- باز کردن پیچ چرخ خودرو با آچار چرخ

برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل ۱۰، گشتاور ۱۲ کیلوگرم متر لازم است. برای باز کردن پیچ بیشترین اندازه نیرویی که با دست روی آچار چرخ باید وارد شود چند نیوتن است؟

پاسخ :  
.....  
.....  
.....



### الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات



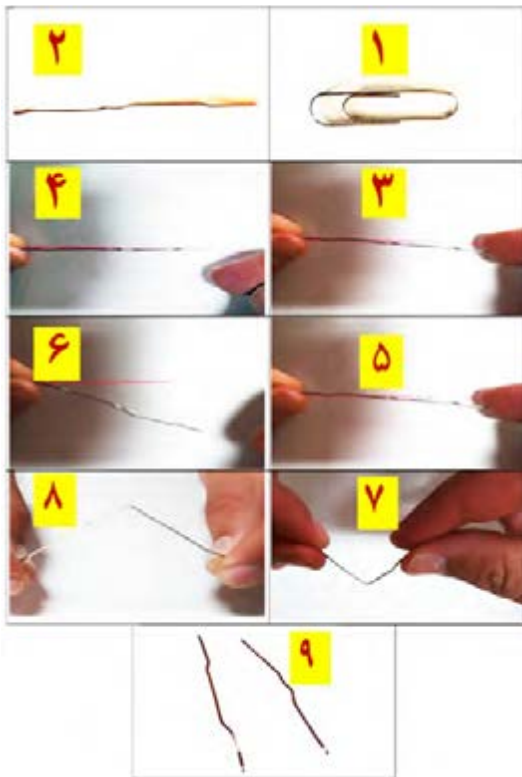
شکل ۱۱- قسمت‌های بحرانی یک آچار هنگام بارگذاری با رنگ قرمز مشخص شده است.

همان‌طور که تجربه کردید روی قطعات انواع بارگذاری وارد می‌شود. در یک قطعه ممکن است قسمتی از آن بحرانی و حساس باشد و نیرو و گشتاور در آن نقطه بیشتر از نقاط یا قسمت‌های دیگر باشد. احتمال خرابی و شکست در این نقطه از همه نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۱۱ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید.

۱- اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا قطعه پس از تغییر شکل (ممکن است شما این تغییر شکل را نبینید) به شکل اول خود باز می‌گردد؟

۲- اگر نیروی بیش از حد مجاز به قطعه وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

۳- اگر نیرو خیلی زیاد باشد، یا به دفعات زیاد و به صورت نوسانی وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟



شکل ۱۲- آزمایش بارگذاری روی یک مفتول گیره کاغذ

مفتول یک گیره کاغذ را همانند شکل زیر باز کنید. یک سمت آن را در دست خود محکم بگیرید. با انگشت دست دیگر به انتهای مفتول نیرو وارد کنید. حالت‌های زیر را در نظر بگیرید (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ آزمایش بارگذاری روی یک مفتول گیره کاغذ را نشان می‌دهد. پس از انجام آزمایش، پرسش‌های زیر را پاسخ دهید:

۱- اگر نیروی وارد شده به سر مفتول کم باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

پاسخ : .....

.....

۲- اگر نیروی وارد شده به سر مفتول زیاد باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

پاسخ : .....

.....

۳- اگر نیروی وارد شده به سر مفتول زیاد باشد و این کار را برای چندین بار تکرار کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ : .....



کار کلاسی



اگر قطعه پس از بارگذاری به حالت اول خود برگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه الاستیک (کشسان همانند فنر و کش لاستیکی) است و در زمانی که قطعه به حالت خود برنگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه پلاستیک (مومسان، همانند موم و پلاستیک) است و وقتی قطعه از یک نقطه جدا شود، می‌گویند شکست اتفاق افتاده است.



شکل ۱۳- حشره آسیابک

### جلوه آفرینش:

دانشمندان دریافتند حشره آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر ۳/۸ سانتی متر، هنگام مهاجرت هزاران کیلومتر را بر فراز اقیانوس‌ها به طور پیوسته پرواز می‌کند. آنها معتقدند که بدن این حشرات برای سفرهای طولانی مدت تکامل یافته است. چرا که سطح بال‌های این حشرات در مقایسه با هم‌نوعان خود بسیار بیشتر بوده و امکان پرواز گلاید یا بدون بال‌زدن را برای آنان امکان‌پذیر می‌سازد. به نظر شما در طول زندگی این حشره، بال‌های آن چند بار بالا و پایین می‌رود؟ در آزمایش قبل، مفتول را چند بار بالا و پایین حرکت دادید تا مفتول شکست؟ طراحی بدن هر پرنده ای کاری بسیار سخت و پیچیده است!

### انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

**سفتی:** مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل کشسان (الاستیک) بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه در قطعه برای جابه‌جایی و تغییر شکل کشسان نیروی بیشتری نیاز باشد، آن قطعه سفت‌تر است.

**استحکام:** مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل دائمی بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه نیروی بیشتری تحمل کند قبل از این که تغییر شکل دائمی بدهد یا دچار تسلیم و شکست شود، آن قطعه مستحکم‌تر است.

**چقرمگی:** مقاومت در برابر شکست بر اثر مصرف انرژی را گویند. هرچه برای شکستن قطعه انرژی بیشتری صرف شود، آن قطعه چقرمه‌تر است.

یک تکه چوب تر و یک تکه چوب خشک مشابه هم را زیر بارگذاری خمشی قرار دهید. به نظر شما کدام سفت‌تر، مستحکم‌تر و چقرمه‌تر است؟

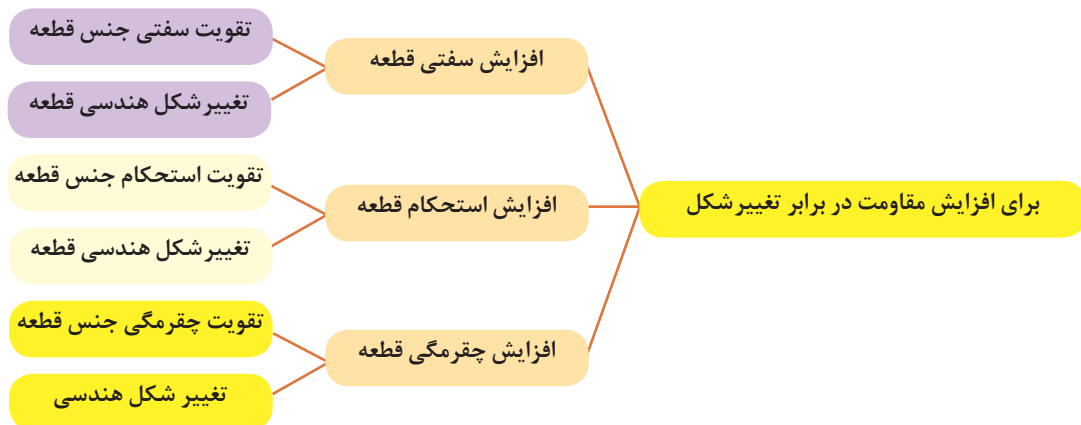
**پاسخ:**



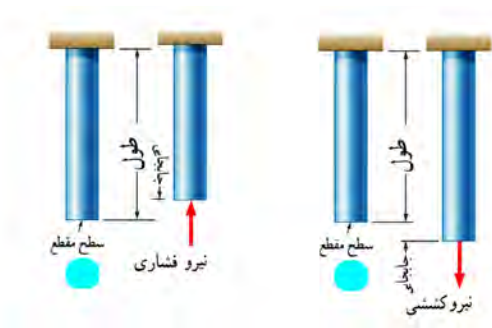
کار کلاسی

برای افزایش مقاومت در مقابل تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

- ۱- استفاده از جنس مناسب: انتخاب جنس مناسب برای هدف مورد نظر تأثیر زیادی بر استحکام قطعه خواهد داشت.
  - ۲- شکل هندسی مناسب: با استفاده از شکل‌های هوشمندانه می‌توان قطعات و سازه‌ها را به گونه‌ای ساخت که بار و نیروی بیش‌تری تحمل کنند.
  - ۳- استفاده از تکیه‌گاه و ایجاد شرایط مناسب: وجود تکیه‌گاه‌های خوب سبب می‌شود که قطعات نیروی بیشتر تحمل کنند.
- در نمودار شکل ۱۴ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



شکل ۱۴- روش های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل



شکل ۱۵- بارگذاری کششی و فشاری

### مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری

اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در راستای محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۱۵). همان طور که پیشتر آموخته‌اید، قطعات هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.

### سفتی قطعه در بارگذاری کششی:

جابه‌جایی انتهای یک میله که زیر بارگذاری کششی الاستیک قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با مساحت سطح مقطع و سفتی جنس میله، رابطه عکس دارد. هر چه سطح مقطع میله بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود.

$$\text{جابه‌جایی در بارگذاری محوری} = \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع}}$$

سفتی جنس مواد گوناگون نسبت به هم متفاوت است. هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها کمتر است.

سفتی فولاد < سفتی مس < سفتی آلومینیوم

به طور معمول سفتی فولاد از بیشتر فلزات بیشتر است. نام دیگر سفتی جنس مواد، ضریب کشسانی و الاستیک است.

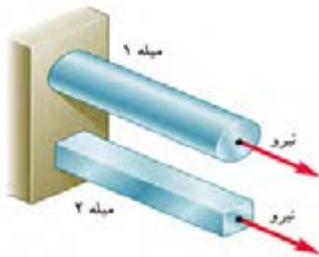
## استحکام قطعه در بارگذاری کششی

نیروی وارده به واحد سطح را تنش گویند. هر چه نیرو بیشتر و سطح مقطع کوچکتر باشد تنش بیشتر می‌شود. هر چه تنش کششی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک تر می‌شود.

$$\text{تنش کششی در بارگذاری محوری} = \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$$

اگر تنش کششی یا فشاری در یک قطعه، بیشتر از استحکام کششی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. استحکام کششی به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش استحکام یک قطعه تقویت شکل هندسی است تا تنش در قطعه کم شود. برای اینکه یک میله در برابر نیروی کششی مقاوم باشد باید سطح مقطع میله را افزایش دهیم؛ یعنی هر چه سطح مقطع میله بیشتر باشد در مقابل نیروی کششی یا فشاری مقاوم تر است. مقاومت قطعاتی که به صورت کششی یا فشاری بارگذاری شده‌اند، نوع شکل سطح مقطع روی آن تأثیری ندارد. مقدار استحکام کششی جنس فلزات مختلف با یکدیگر متفاوت است.

استحکام کششی فولاد < استحکام کششی مس < استحکام کششی آلومینیوم



شکل ۱۶- بارگذاری یکسان روی میله‌هایی با طول و جنس و وزن یکسان

در شکل ۱۶ دو میله از جنس فولاد زیر بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر طول و وزن میله‌ها یکسان باشند کدام یک بیشتر کشیده می‌شوند؟ در گروه خود گفت‌وگو کنید.

پاسخ : .....

.....

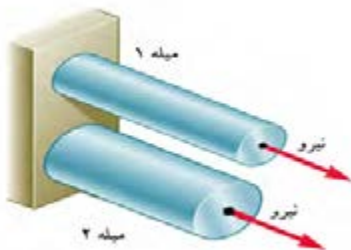
.....

.....

.....



کار کلاسی



شکل ۱۷- بارگذاری یکسان روی میله‌هایی با طول و جنس یکسان

در شکل ۱۷ دو میله از جنس فولاد با سطح مقطع دایره‌ای توپر زیر بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر وزن میله ۱ نصف وزن میله ۲ باشد جابه‌جایی میله ۱ چند برابر میله ۲ است (طول میله‌ها برابر است).

پاسخ : .....

.....

.....

.....

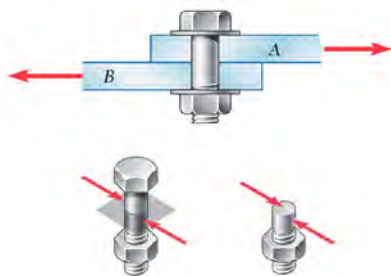
.....



کار کلاسی

## مقاومت قطعه در برابر بارگذاری برشی

اگر بار اعمال شده سبب بریدن قطعه شود، بارگذاری برشی خواهد بود. این بارگذاری با دو نیرو در جهت خلاف هم و نزدیک هم اتفاق می‌افتد. قیچی کردن نمونه‌ای از بارگذاری برشی است. مقاومت سازه‌هایی با سطح مقطعی که به صورت برشی بارگذاری شده است مستقل از شکل مقطع است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- بارگذاری برشی

## استحکام قطعه در بارگذاری برشی

نیروی برشی وارده به واحد سطح را تنش برشی می‌گویند. هر چه نیروی برشی بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد تنش برشی بیشتر می‌شود. هر چه تنش برشی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک‌تر می‌شود. برای نمونه اگر در شکل ۱۸ قطر پیچ کوچک‌تر و نیرو ثابت باشد، تنش برشی بیشتر خواهد بود.

$$\text{تنش برشی} = \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$$

اگر تنش برشی در یک قطعه بیشتر از مقاومت برشی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. مقاومت برشی جنس‌های مختلف قطعات، متفاوت است. پس برای افزایش ضریب اطمینان و گسیخته نشدن یک قطعه باید تنش را کم کنیم. برای اینکه یک پیچ یا قطعه در برابر نیروی برشی مقاوم باشد باید سطح مقطع پیچ را افزایش دهیم؛ یعنی هر چه سطح مقطع پیچ بیشتر باشد، در برابر نیروی برشی محکم‌تر است. در قطعاتی که به صورت برشی بارگذاری شده‌اند، شکل مقطع روی مقاومت برشی بی‌تأثیر است. مقاومت برشی فلزات با توجه به جنس آنها متفاوت است. هر چه مقاومت برشی جنس بالاتر باشد، استحکام قطعه در برابر بارگذاری برشی نیز بیشتر خواهد بود.

مقاومت برشی فولاد < مقاومت برشی مس < مقاومت برشی آلومینیوم



کار کلاسی

با توجه به شکل زیر درباره علت خرابی لبه‌های برنده ناخن‌گیر و دم‌باریک گفت‌وگو کنید. به نظر شما لبه‌های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟  
پاسخ :

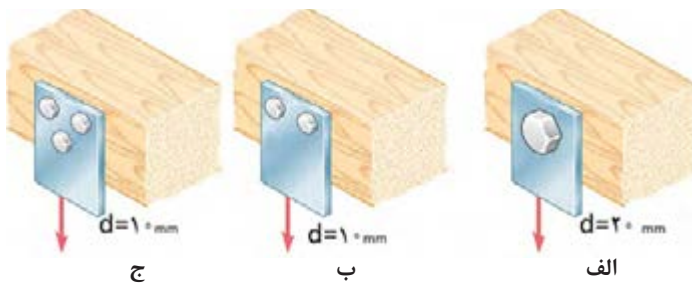


شکل ۱۹- لبه‌های برنده خراب شده در ناخن‌گیر و دم‌باریک

در شکل ۲۰ یک تسمه فولادی با چند پیچ از یک جنس روی یک دیوار چوبی محکم پیچ شده است. به نظر شما برای یک نیروی برشی ثابت کدام حالت از اتصال در برابر نیروی برشی محکم‌تر است و پیچ‌ها دیرتر بریده می‌شوند. در گروه خود گفت‌وگو کنید.  
پاسخ :



کار کلاسی



شکل ۲۰- اتصالات چند روش اتصال تسمه به دیوار چوبی تحت بارگذاری برشی

۱- با یک انبردست دو مفتول یا میخ با قطرهای مختلف را برش دهید. برای نیروی وارده یکسان تنش برشی وارده به کدام یک بیشتر است؟ کدام یک راحت‌تر بریده می‌شود، چرا؟  
پاسخ :

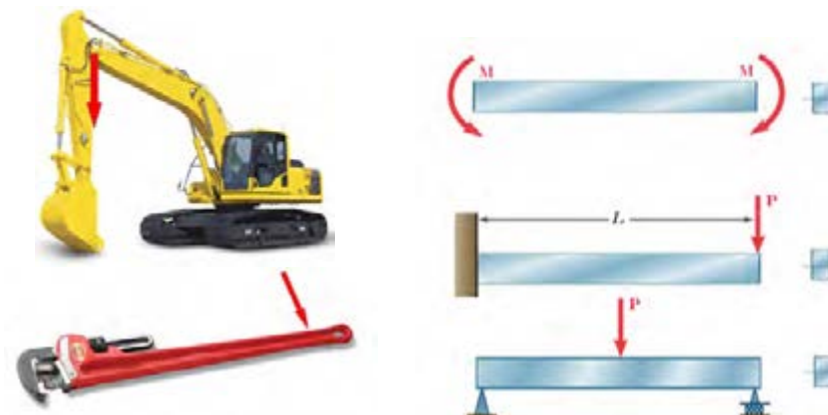


کار کلاسی

۲- همین کار را برای دو مفتول با قطر یکسان و جنس متفاوت (مس و فولاد) انجام دهید؟ تنش برشی کدام یک بیشتر خواهد بود؟ کدام یک زودتر بریده خواهد شد، چرا؟  
پاسخ :

## مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی

یکی از انواع بارگذاری‌ها، بارگذاری خمشی است (شکل ۲۱). همان‌گونه که می‌بینید هر یک از موارد اعمال گشتاور به دو طرف قطعه، اعمال نیرو به انتهای یک تیر یک سر درگیر و نیز اعمال نیرو به وسط یک تیر با دو تکیه‌گاه باعث نوعی خمش در تیر می‌شوند.



شکل ۲۱- انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

با استفاده از روش‌های نشان داده شده در شکل ۲۱ روی خط کش فلزی بارگذاری خمشی انجام دهید.



کارکلاسی



دو کاغذ A4 را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید.

		<p>کاغذها را تا کرده روی هم قرار دهید، سپس لبه‌های آن را چسب زده و آنها را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس کنید.</p>
		<p>کاغذها را روی هم قرار دهید، سپس آن را لوله کرده و با چسب لبه‌های آن را بچسبانید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس کنید.</p>
		<p>کاغذها را تک تک لوله کرده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس کنید.</p>
		<p>کاغذها را تک تک به شکل قوطی درآورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس کنید.</p>

شکل ۲۲- بررسی مقاومت در برابر بارگذاری خمشی





پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
۱- وزن کاغذها در سه آزمایش با هم چه تفاوتی دارند؟

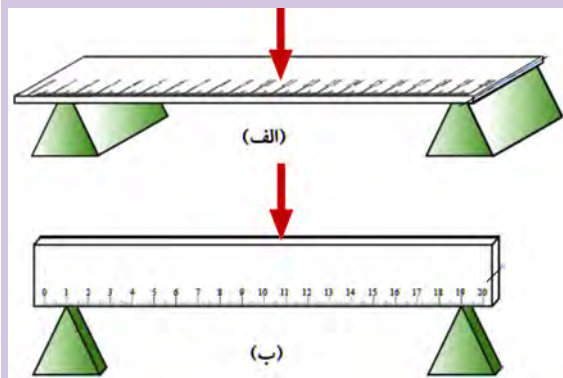
پاسخ : .....

۲- استحکام کدام قطعه و سازه کاغذی که شما آزمایش کردید در مقابل نیروی خمشی بالاتر است؟

پاسخ : .....

۳- اگر شما قرار بود یک پل طراحی می کردید، کدام یک از سازه‌ها را پیشنهاد می کردید؟

پاسخ : .....



شکل ۲۳- بارگذاری خمشی روی خط کش در دو جهت

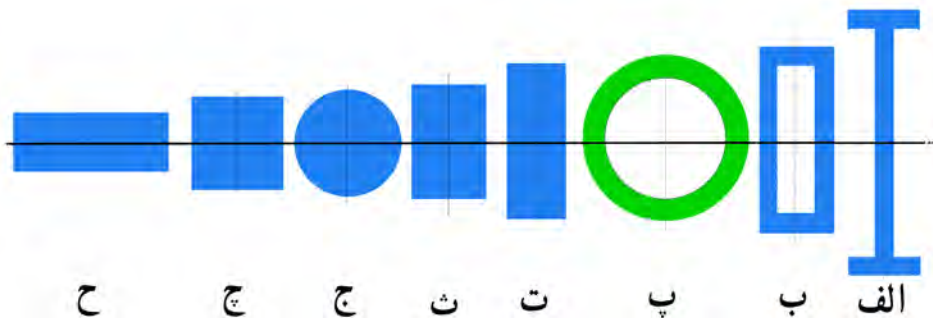
با استفاده از خط کش فلزی بارگذاری خمشی را در دو جهت انجام دهید؟ مقاومت خمشی خط کش فلزی در کدام جهت بیشتر است؟ یعنی در کدام حالت خط کش به سختی خم می شود؟ (راهنمایی: به سطح مقطع خط کش توجه کنید.) (شکل ۲۳).

پاسخ : .....

همان طور که در آزمایش دیدید با اینکه سطح مقطع خط کش در دو حالت یکسان است؛ اما استحکام خمشی خط کش در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) است. دلیل آن این است که ممان اینرسی سطح مقطع خط کش، حول محور خمش در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) است.

### ممان اینرسی

ممان اینرسی عامل مقاوم در مقابل خمش است و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور خمش دورتر باشد، ممان اینرسی بیشتر است.



شکل ۲۴- انواع سطح مقطع در خمش

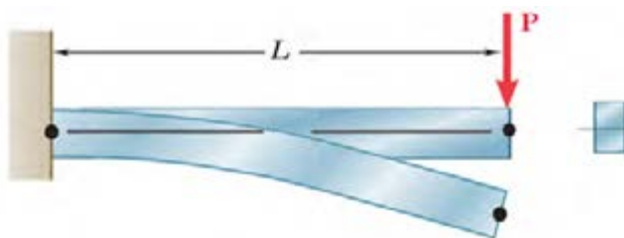


به شکل ۲۴ توجه کنید، سطح مقطع همه شکل‌ها با هم برابر است؛ یعنی همه مساحت‌ها یکسان هستند ولی ممان اینرسی حول محور افقی در شکل (الف) که شبیه به I است از ممان اینرسی بقیه شکل‌ها بیشتر است. همچنین ممان اینرسی شکل (ج) از همه کوچک‌تر است.

کتاب خود را ۹۰ درجه موافق عقربه‌های ساعت بچرخانید. حال به سطح مقطع‌ها نگاه کنید، به نظر شما کدام سطح مقطع‌ها در حول محور افقی (محور جدید) ممان اینرسی بیشتری دارند؟ در گروه خود گفت‌وگو کنید؟  
پاسخ:.....

### سفتی قطعه در بارگذاری خمشی

هنگام خمش یک قطعه یا یک تیر بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود و بیشترین جابه‌جایی قطعه در انتهای آن خواهد بود.



شکل ۲۵- خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

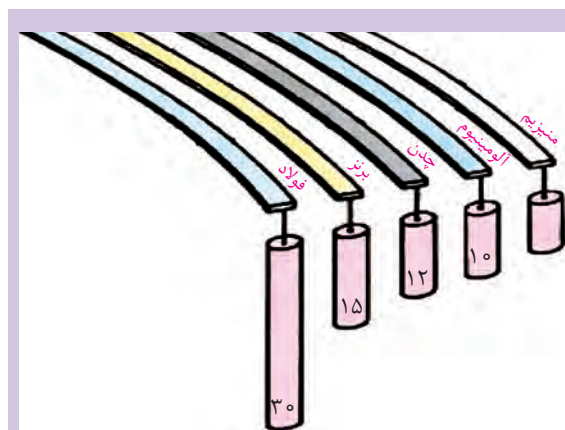
توسط یک تکه ابر بارگذاری خمشی را آزمایش کنید و کشیدگی و فشرده‌گی ذرات را ترسیم کنید.

پاسخ:.....

جابه‌جایی انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری خمشی قرار دارد با نیرو و توان سوم طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی و سفتی جنس قطعه رابطه عکس دارد؛ یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت، جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل خمش سفت‌تر است.

$$\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی} \propto \frac{\text{نیرو} \times (\text{طول})^3}{\text{جابه‌جایی در خمش}}$$

هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در مقابل خمش کمتر و سفتی قطعه بیشتر خواهد بود و برای جابه‌جایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.



در گروه در مورد نیرو و گشتاور، سفتی جنس، جابه‌جایی و طول قطعات در شکل ۲۶، بحث و گفت‌وگو کنید و دلیل جابه‌جایی ثابت آنها را توضیح دهید؟

پاسخ:.....

شکل ۲۶- جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

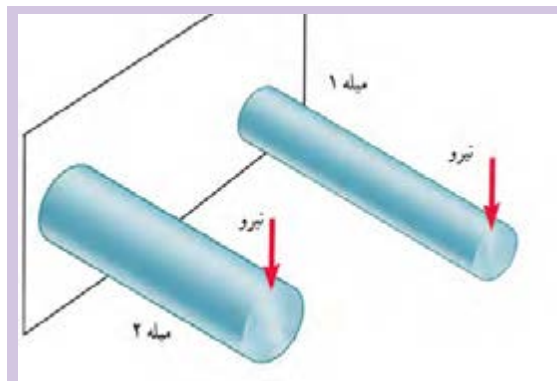


## استحکام قطعه در بارگذاری خمشی

هنگام خمش در یک قطعه، بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود؛ لذا به بالای جسم تنش کششی و به پایین جسم تنش فشاری اعمال می‌شود. اگر تنش کششی و فشاری در یک قطعه در هنگام خمش بیشتر از استحکام کششی یا فشاری شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌گردد. همان‌طور که قبلاً گفته شد استحکام کششی یا فشاری به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر خمش، کاهش تنش خمشی وارد بر آن است. برای این کار باید ممان اینرسی قطعه حول محور خمش را افزایش دهیم. یعنی هر چه ممان اینرسی بیشتر باشد، قطعه در مقابل خمش مستحکم‌تر است.

$$\text{تنش در قطعه هنگام خمش} \propto \frac{\text{گشتاور}}{\text{ممان اینرسی}}$$

اگر وزن و طول قطعه‌ای ثابت باشد، سطح مقطع به شکل I، در بارگذاری خمشی در یک جهت بیشترین استحکام را داراست. (به قطعات نشان داده شده در شکل اول فصل مراجعه کنید). اگر بارگذاری خمشی در چند جهت باشد دایره توخالی بهترین استحکام خمشی را دارد. این موضوع را در آزمایش با کاغذها تجربه کردید.



شکل ۲۷- بارگذاری خمشی دو میله با جنس و طول یکسان

دو مفتول فلزی هم جنس را به طول ۲۰ سانتی‌متر که دارای قطرهای مختلف و توپر هستند به یک گیره ببندید، و آن را بارگذاری خمشی کنید، کدام یک دارای استحکام خمشی بالاتر هست؟

همین کار را برای دو مفتول هم جنس، هم وزن، هم طول با ممان اینرسی متفاوت انجام دهید. استحکام کدام یک بیشتر است؟

پاسخ: .....



کار کلاسی

## مقاومت قطعه در برابر بارگذاری پیچشی

همان‌طور که در آزمایش با خط کش فلزی تجربه کردید یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها بارگذاری پیچشی است. روی خط کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش می‌توان بارگذاری پیچشی انجام داد. در شکل زیر دو روش برای پیچاندن قطعه نشان داده شده است.

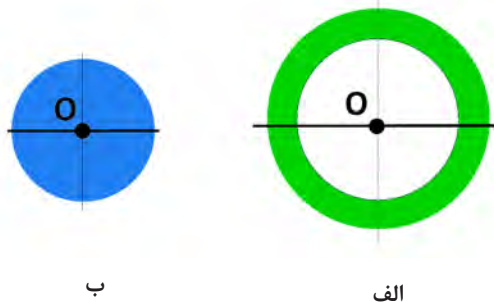


شکل ۲۸- روش‌هایی برای پیچاندن قطعه



با چند روش بارگذاری متفاوت یک خط کش فلزی را دچار پیچش کنید و سپس شکل‌های آنها را رسم کنید.  
پاسخ :

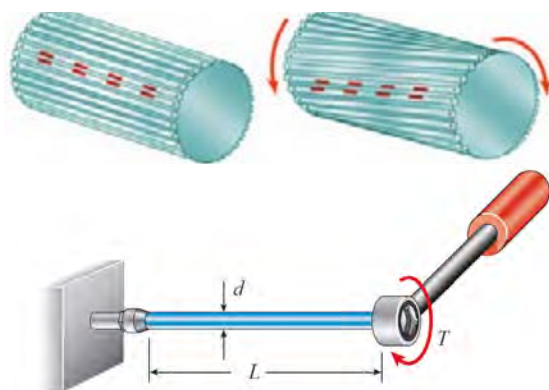
### ممان اینرسی قطبی



ممان اینرسی قطبی عامل مقاوم در مقابل پیچش است و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور دوران دورتر باشد، ممان اینرسی قطبی بیشتر است. برای اینکه استحکام قطعه در برابر پیچش بیشتر باشد باید ممان اینرسی قطبی جسم حول محور دوران بالاتر باشد. به شکل ۲۹ نگاه کنید، مساحت سطح مقطع شکل (الف) با شکل (ب) برابر است اما ممان اینرسی قطبی سطح مقطع شکل (الف) از ممان اینرسی قطبی شکل (ب) بیشتر است.

شکل ۲۹- ممان اینرسی قطبی برای دو سطح مقطع متفاوت

### سفتی قطعه در بارگذاری پیچشی



هنگامی که قطعه‌ای تحت بارگذاری پیچشی قرار می‌گیرد، ذرات جسم حول محور خود دوران می‌کنند و جابه‌جا می‌شوند. انواع بارگذاری برای ایجاد پیچش در جسم وجود دارد. به شکل ۳۰ نگاه کنید. زاویه پیچشی یا جابه‌جایی انتهای یک قطعه که زیر بارگذاری پیچشی قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی قطبی و سفتی برشی جنس قطعه (که به آن صلابت هم گفته می‌شود) رابطه عکس دارد؛ یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در برابر پیچش سفت‌تر است.

شکل ۳۰- پیچش در یک قطعه

$$\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی} \propto \text{زاویه در پیچش}$$
$$\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}$$

هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در برابر پیچش کمتر خواهد بود و برای جابه‌جایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.

سفتی برشی فولاد < سفتی برشی مس < سفتی برشی آلومینیوم



کار کلاسی

سه خط کش چوبی، فلزی و پلاستیکی ۳۰ سانتی متری با سطح مقطع یکسان را زیر پیچش قرار دهید. برای جابه جایی ۴۵ درجه کدام یک نیروی بیشتری لازم است؟  
پاسخ :

## استحکام قطعه در بار گذاری پیچشی

بارگذاری پیچشی سبب ایجاد تنش برشی در جسم می شود. اگر تنش برشی وارد شده به جسم به اندازه مقاومت برشی قطعه برسد، قطعه دچار خرابی می شود. فلزات و مواد مختلف دارای استحکام برشی متفاوت هستند. هر چه استحکام برشی جنس قطعه بالاتر باشد، استحکام پیچشی نیز بالاتر خواهد بود.

$$\text{گشتاور پیچشی} \propto \text{تنش در قطعه هنگام خمش}$$

ممان اینرسی قطبی

هرچه ممان اینرسی قطبی بیشتر باشد استحکام پیچشی قطعه بالاتر خواهد بود. برای نمونه اگر دو لوله توپر و توخالی دارای اندازه، وزن و جنس یکسان باشند، استحکام پیچشی لوله تو خالی بیشتر است.



یکی از مواردی که هنگام کار با آن مواجه می شویم بریدن پیچ اتصالات است. به نظر شما کدام مورد سبب بریدن پیچ می شود (شکل ۳۱):  
الف) وارد کردن گشتاور بیش از حد مجاز به پیچ  
ب) پایین بودن ممان اینرسی قطبی  
ج) پایین بودن تنش برشی مجاز به دلیل جنس قطعه



کار کلاسی

شکل ۳۱- یک پیچ بریده شده بر اثر بارگذاری پیچشی



در سیستم انتقال قدرت در خودرو، برای انتقال حرکت از موتور به چرخ های عقب از میل گاردان استفاده می شود. میل گاردان زیر بارگذاری پیچشی قرار دارد. پژوهش کنید که سطح مقطع میل گاردان دارای چه شکلی است و جنس آن از چیست؟ (شکل ۳۲)



پژوهش

شکل ۳۲- میل گاردان بارگذاری پیچشی را برای انتقال گشتاور تحمل می کند.

## چند نمونه تمرین

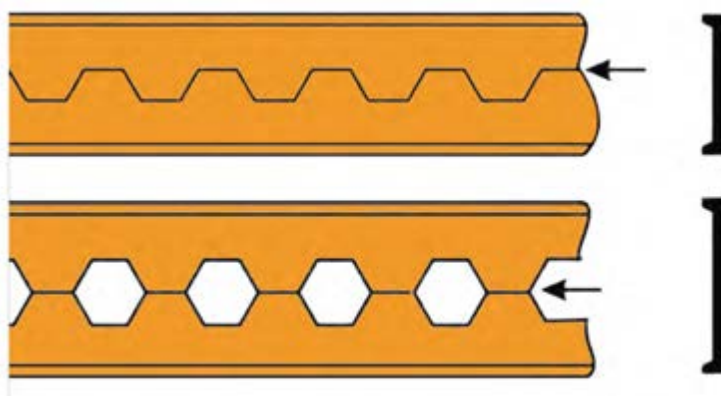
تمرین ۱:

اگر وزن و نیروی وارده به دو کفش نشان داده شده در شکل زیر یکسان باشد تنش فشاری روی پاشنه کدام کفش بیشتر بوده، احتمال خراب شدن کدام پاشنه بیشتر است؟



تمرین ۲:

از روش‌های تولید تیرهای آهنی، برش و جوشکاری تیر آهن به شکل لانه زنبوری است. چرا این نوع از تیر آهن‌ها در مقابل خمش استحکام بیشتری دارند؟



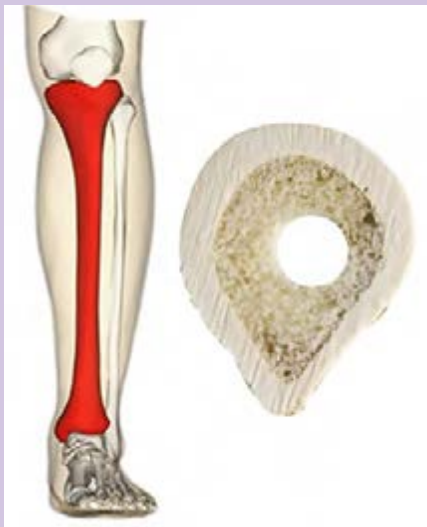
تمرین ۳:

در وزنه برداری گشتاور زیادی به میلهٔ وزنه برداری وارد می‌شود که آن را خم می‌کند. برای اینکه استحکام میله در بارگذاری خمشی بالا رود چه راه‌حلی پیشنهاد می‌کنید؟





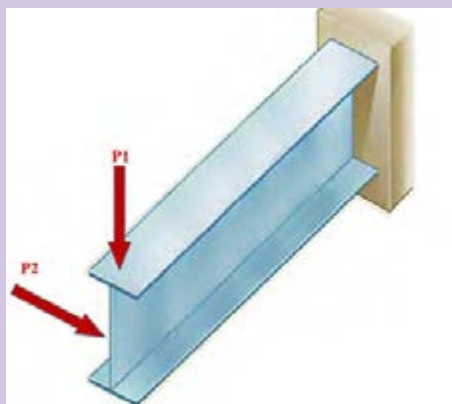
همان طور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل، فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند؛ یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه‌ای صدمه وارد کند، فیوز از این کار جلوگیری می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود تا نیرو و گشتاور بیش از حدی به قطعات مکانیکی وارد نشود و آنها دچار خرابی و شکست نشوند. فیوزهای مکانیکی انواع مختلفی دارند که پین‌های برشی از این جمله هستند. شما همراه گروه خود در زمینه انواع فیوزهای مکانیکی که خود را قربانی دیگر قطعات می‌کنند تا به آنها صدمه نزنند پژوهش کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.



همان طور که دیدید استخوان‌های بدن انسان هر کدام برای هدفی که دارند شکل‌های گوناگونی دارند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا است که انواع مختلف بارگذاری در جهت‌های مختلف به آن وارد می‌شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به صورت توپر یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر می‌کنید طراح آن چرا این شکل را که شبیه دایره تو خالیست، انتخاب کرده است؟ به صورت گروهی پژوهش کنید.



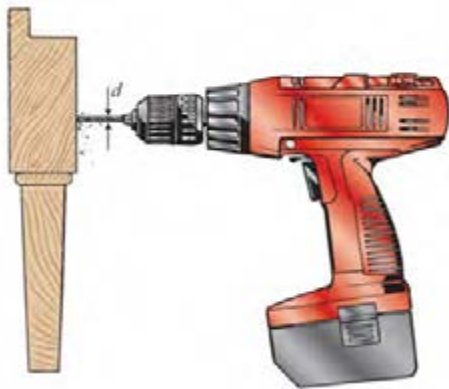
در شکل زیر اگر نیروی  $P_1$  و  $P_2$  با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید؟



مواد ترد و شکننده و مواد نرم و چکش پذیر هر کدام هنگام پیچش به شکل خاصی می شکنند، شکل شکستن هر یک از مواد را هنگام پیچش بررسی کنید.



یکی از موارد رایج هنگام کار، شکست مته هنگام سوراخ کاری است. دلایل شکست مته هنگام کار را بررسی کنید؟



پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



برای محکم تر شدن هنگام پیچ کردن قطعات چوبی چه مواردی را باید در نظر گرفت؟

پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



کمانش چیست و برای استحکام قطعه در کمانش باید چه کاری انجام داد؟ تصاویر مربوط را رسم کنید.

پاسخ: .....

.....



### مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل

شاخص تحقق	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	شایستگی
مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی، خمشی به طور صحیح	۳	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، فشاری، برشی، پیچشی، خمشی ساده با توجه به مشخصات هندسی و جنس آنها	یافتن توانایی مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری های خالص
مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی به طور صحیح	۲		یافتن توانایی مقایسه استحکام قطعات مکانیک ساده در بارگذاری های خالص
مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی به طور صحیح	۱		
نمره مستمر از ۱			
نمره واحد یادگیری از ۳			
نمره واحد یادگیری از ۲۰			

زمانی هنرجو شایستگی پیدا می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را دریافت کند.

نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را پیدا کند.

## منابع

- ۱- برنامه درسی رشته مکانیک خودرو، ۱۳۹۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲- برنامه درسی دانش فنی پایه.
- ۳- مستندات فنی شرکت‌های خودرو ساز.
- 4\_ Jack Erjavec , “Automotive technology A system Approach “ ,5th edition , 2009 , Delmar Cengage Learning
- 5\_ James D. Halderman “ Automotive technology principles ,Diagnosis and service “ , 4th Edition , 2011 , Prentice Hall
- 6\_ Tom Denton ,” Automobile Electrical and Electronic Systems “ , 3th Edition , 2004 ,Elsevier
- 7\_ Tim Gilles , “ Automotive Engines Diagnosis , repair , rebuilding “ , 6th edition , 2010 , Delmar
- 8\_ James E. Duffy , “Modern Automotive Technology “ , 7th Edition , 2009 , Goodheart-Willcox
- 9\_ Christopher Hadfield , ” Today’s Technician Automotive engine repair and rebuilding “ 4th Edition , , Delmar Cengage Learning



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «[nazar.roshd.ir](http://nazar.roshd.ir)» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

