



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## دانش فنی پایه

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





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
۳۱.....	یودمان ۲: ایمنی و بهداشت کاربردی
۴۳.....	یودمان ۳: کاربرد مواد در خودرو
۸۳.....	یودمان ۴: اصول و مبانی کاربردی در خودرو
۱۱۹.....	یودمان ۵: مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل
۱۴۴.....	منابع

## سخنی با هنرآموزان 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.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

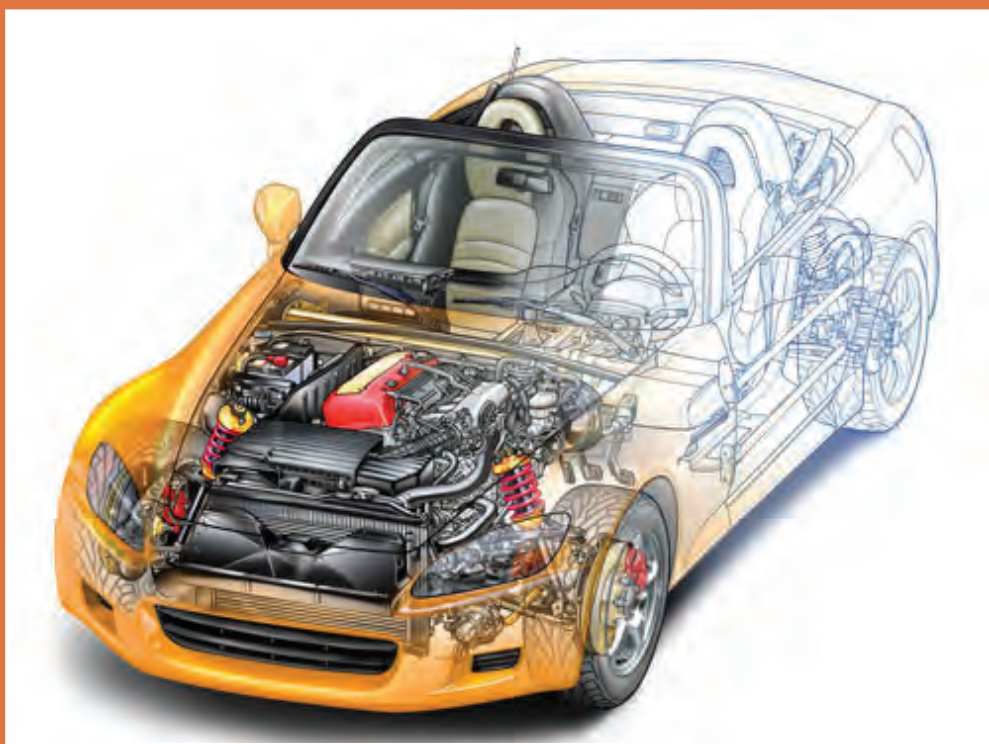


درس دانش‌فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش‌فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی مکانیک خودرو برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است. در تدوین درس دانش‌فنی پایه، موضوعاتی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته تحصیلی، نقش رشته شما در توسعه کشور، مثال‌هایی از نوآوری، 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



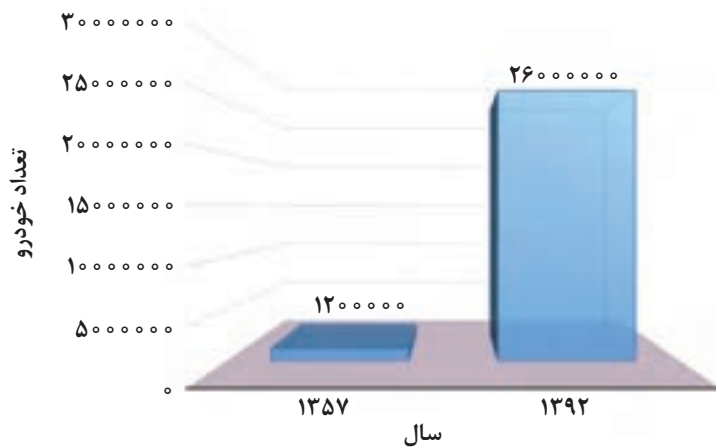
یکی از دلایل مهم موفقیت شغلی انتخاب صحیح آن براساس توانایی‌های فردی و علاقه‌مندی و آینده شغلی و شیوه رشد در شغل مربوطه می‌باشد. در این پودمان با مشاغل اصلی و مرتبط با خودرو و نکات ضروری برای پیشرفت در این حوزه آشنا خواهید شد.

# واحد یادگیری ۱

## معرفی رشته و آینده شغلی

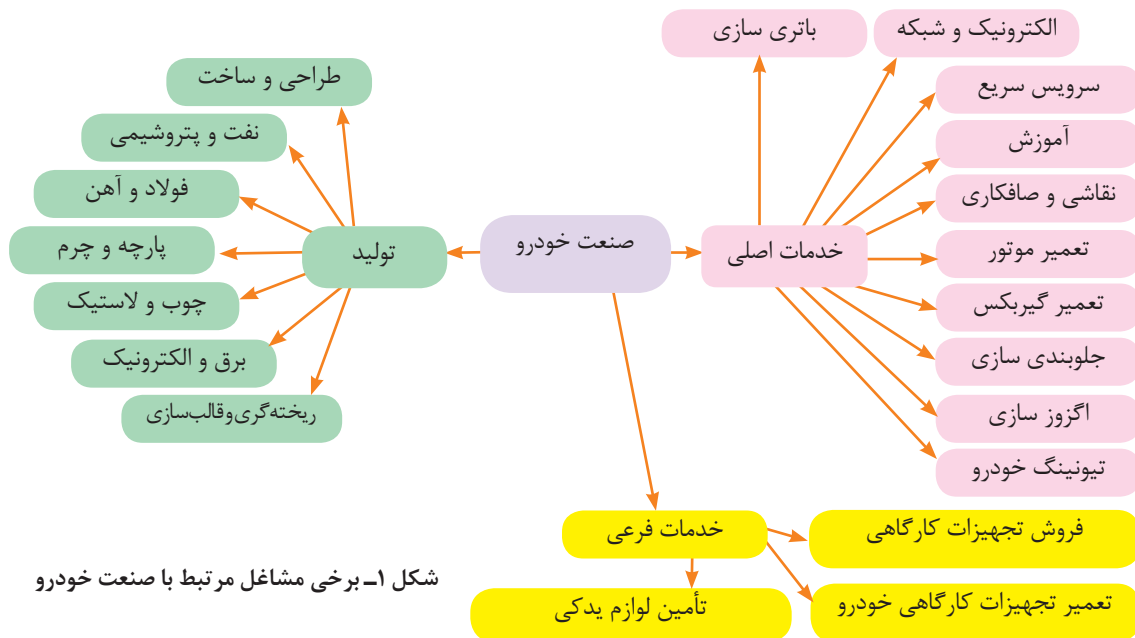
### معرفی رشته و آینده شغلی

در سال ۱۳۵۷ حدود ۱/۲ میلیون نفر در ایران تردد می کردند و این عدد در پایان سال ۱۳۹۲ به حدود ۲۶ میلیون (۱۶ میلیون خودرو و ۱۰ 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 خودرو سازهای داخلی به طور میانگین بیش از ۱ میلیون خودرو در سال به ناوگان خودرو کشور اضافه می شود و اگر خودرو های 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 شده‌اند.

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

### 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 آموخته‌های خویش در حرفه‌های 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.

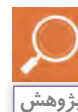
### تاریخچه صنعت خودرو در دنیا:

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 با 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 ایجاد تعمیرگاه‌های اتومبیل در حدود سال‌های ۱۹۱۵ تا ۱۹۲۰ 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.

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



## تاریخچه آموزش مکانیک خودرو در ایران

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

## آینده شغلی در زمینه خدمات خودرو

فارغ التحصیلان این رشته پس از دریافت دیپلم از هنرستان می توانند در مشاغلی که نام برخی از آنها در ادامه آمده است به عنوان تعمیرکار ماهر یا کمک تکنسین وارد بازار کار شوند.

مشاغلی در حوزه خودرو وجود دارد که آموزش آنها به صورت مستقل در سیستم آموزش رسمی کشور وجود ندارد. برای کسب اطلاعات بیشتر باید به مراکزی که آموزش خاص آن شغل را ارائه می کنند، مراجعه کرد.



در گذشته متصدیان مشاغل تعمیراتی خودرو توانایی انجام کار در چندین حوزه 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.

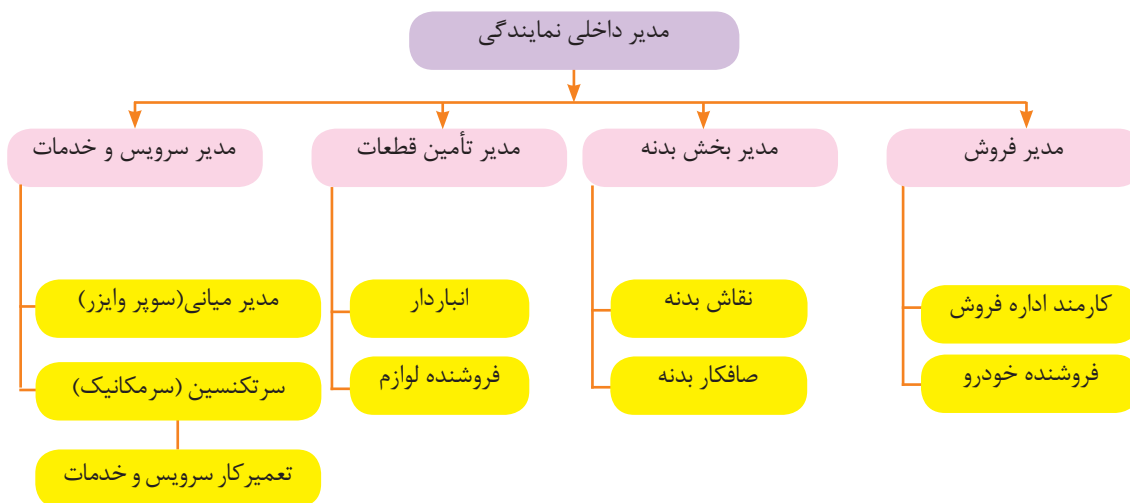


## سازماندهی مشاغل اصلی

تعمیرگاه های خودرو معمولاً به چهار صورت کلی وجود دارند.

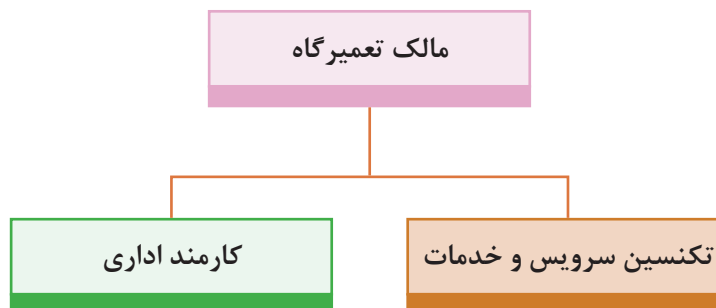
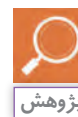
- نمایندگی های مجاز تعمیرات
- تعمیرگاه های بزرگ
- عاملیت مجاز تعمیرات
- تعمیرگاه های کوچک شخصی

معمولاً نمایندگی های مجاز تعمیرات و تعمیرگاه های بزرگ از نظر سازماندهی مشابه هستند. شکل ۵ ارتباط مشاغل در این مجموعه ها را نشان می دهد. شکل ۶ نیز ارتباط مشاغل در تعمیرگاه های کوچک یا عاملیت مجاز تعمیر را نشان می دهد.



شکل ۵- ارتباط مشاغل در نمایندگی مجاز یا تعمیرگاه بزرگ

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



شکل ۶- ارتباط مشاغل در تعمیرگاه کوچک

## مشاغل تخصصی مرتبط با خودرو در نمایندگی های 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 می شوند، علاوه بر مهارت فنی، دقت در شنیدن و تکمیل جدول اطلاعات اولیه و آشنایی با استانداردها و مراحل کار در تعمیرگاه از مهم ترین توانایی های مورد نیاز در این شغل است. دانش آموختگان مقطع کاردانی در صورت واجد شرایط بودن و پس از گذراندن دوره های 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 آزمایش های لازم جهت تأیید نظر مشتری
- بررسی تاریخچه تعمیرات انجام شده
- بررسی عیب و تشخیص اولیه
- اطلاع رسانی به مشتری از فرایند تعمیر (در زمان پذیرش و حین تعمیرات)
- صدور برگه تعمیراتی
- توصیه های لازم به مشتری جهت سرویس و نگهداری در هنگام تحویل



شکل ۷- کارشناس پذیرش

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

این شغل یکی از مشاغل موجود در برخی نمایندگی های مجاز است. افراد دارنده دیپلم فنی که برای این کار آموزش خاص دیده اند، فارغ التحصیلان هنرستان یا سازمان آموزش فنی و حرفه ای هستند، می توانند در این قسمت کار کنند.

برخی وظایف این شغل به طور کلی در زیر آمده است.

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

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

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

مهم ترین وظایف این شغل عبارت است از:

تعمیر، تعویض و تنظیم قطعات و اجزا و سیستم های مختلف



شکل ۸- تکنسین تعمیرات

### ۴. سر تکنسین (سرپرست تکنسین ها) (TECHNICIAN TEAM LEADER)

هنگامی که یک تکنسین مهارت کافی در اکثر فعالیت های یک تعمیرگاه پیدا کند، شایسته کار در این شغل است. اطلاعات و توانایی های سر تکنسین معمولاً از سایر تکنسین های شاغل در تعمیرگاه بالاتر است. معمولاً فرایند تعمیر تکنسین، توسط سر تکنسین بررسی می شود و به صورت کلی وظایف این شغل عبارت است از:

- مسئولیت هدایت و کنترل فرایند تعمیرات توسط تکنسین ها
- انجام فرایند عیب یابی
- شناسایی قطعات و اجزای معیوب
- بررسی نیاز مشتری
- اطلاع رسانی در مورد تعمیرات ضروری پیش بینی نشده
- تکمیل برگه تعمیرات خودرو



## ۵. مدیر میانی (سوپروایزر) (SHOP FOREMAN)

یکی دیگر از مشاغل که در برخی نمایندگی‌های بزرگ وجود دارد مدیر میانی (سوپروایزر) است. معمولاً فارغ‌التحصیلان دوره کاردانی یا کارشناسی پس از کسب تجارب کافی می‌توانند در این شغل فعالیت کنند. وظایف این شغل عبارت است از:



شکل ۹- مدیر میانی

- راهنمایی تکنسین‌ها در فرایند عیب‌یابی و تعمیرات
- راهنمایی در بررسی عملکرد و سرویس و نگهداری تجهیزات کارگاهی
- کنترل نهایی فرایند تعمیر
- به‌روزرسانی تکنسین‌ها از نظر علمی و عملی و روش‌های جدید تعمیر

عملکرد ضعیف سوپروایزر (مدیر میانی) چه تأثیراتی در فرایند تعمیر و رضایت‌مندی مشتریان و کارکنان نمایندگی‌های مجاز خودرو دارد؟



کار کلاسی

## ۶. سرویس‌کار 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:



شکل ۱۰- سرویس‌کار خودرو

- 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

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



نکته



تعویض لاستیک با دستگاه



تعویض روغن موتور با ساکشن

شکل ۱۱- تجهیزات اصلی سرویس سریع خودرو

### ۷. مدیر بخش تعمیر (SERVICE MANAGER)

معمولاً سر تکنسین ها یا سوپروایزرها در تعمیرگاه یا نمایندگی ها (بزرگ) پس از افزایش سابقه، واجد شرایط این پست می شوند. مدیر تعمیرات به ندرت فعالیت های تعمیرات را شخصاً انجام می دهد. وظیفه اصلی مدیر بخش تعمیرات، هدایت فرایند تعمیر است. عمده وظایف مدیر بخش تعمیرات، عبارت است از:

- نوشتن دستورالعمل برای تعیین فعالیت تکنسین ها

- بررسی عملکرد و کارایی تکنسین ها

- ارزیابی و بودجه بندی ابزار و تجهیزات

- تعیین برنامه ساعت های کاری

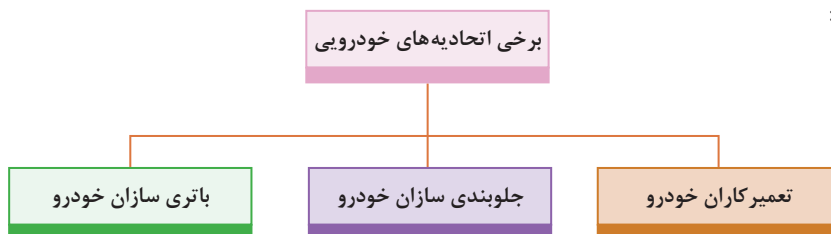
- بررسی موارد مربوط به گارانتی و خدمات پس از فروش



شکل ۱۲- مدیر بخش تعمیر

### 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 تعمیرگاه ها عموماً توسط تعداد محدودی از تکنسین ها اداره می شود. ارائه خدمات به گروه های تخصصی از قبیل زیر تقسیم بندی می شود:



فارغ التحصیلان هنرستان در چه مشاغل تعمیراتی تخصصی غیر از موارد ذکر شده (مرتبط با خودرو) می توانند وارد بازار کار شوند.



## مشاغل فرعی مرتبط با خودرو

### ۱- فروشنده لوازم یدکی :

یکی از مهم ترین 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 مهارت های فروشندگی را لازم دارد، اما باید گفت با توجه به تنوع قطعات و لوازم یدکی بخش های مختلف خودرو، فارغ التحصیلان رشته مکانیک خودرو می توانند در این شغل موفق تر باشند. برخی وظایف این شغل عبارت است از:

- مهارت های ارتباط با مشتری
- تشخیص نیاز و هدایت صحیح مشتری
- تکمیل فرم های مورد نیاز در فرایند فروش
- پاسخ به سؤالات تخصصی مشتری
- شناخت گارانتی و ضمانت نامه های قطعات
- شناسایی قطعات اصلی

اگر فروشگاه لوازم یدکی بزرگ یا وابسته به نمایندگی یکی از شرکت های تولید کننده خودرو باشد، معمولاً یک شغل دیگر به عنوان مدیر بخش فروشگاه نیز تعریف می گردد 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، وارانته و ضمانت نامه‌های مربوط
- تشخیص ابزارها و تجهیزات اصلی از غیر آن

## ۳- تعمیرکار تجهیزات کارگاهی، تعمیرگاهی و کارخانه‌ای

همان‌طور که قبلاً ذکر 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 به روزرسانی، 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

## واحد یادگیری ۲:

### الزامات تعمیرکار موفق



## 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 می شود که به مرحله کاربرد در دنیای کار (نه فقط در کارگاه های آموزشی) برسد. در آنجاست که در کنار دانش و مهارت فنی کسب شده، نیاز به مهارت های دیگری نیز احساس می شود تا از ترکیب تمامی این موارد، موفقیت حاصل شود. در این فصل الزامات مورد نیاز برای موفق بودن یک تعمیر کار آمده است.

#### ۱. دانش و مهارت فنی در انجام سرویسی و عیب یابی و تعمیرات

دانش افزایشی و بالابردن مهارت مهم ترین گزینه رسیدن به مرحله تعمیر کار موفق است. به عنوان مثال دانش و اطلاعات در مورد تکنولوژی های بکار رفته در خودروهای مختلف باعث سهولت در روند عیب یابی و تعمیر خواهد شد و همچنین دانش فنی و مهارت لازم در مواردی از قبیل نقشه خوانی، بکارگیری ابزارهای مخصوص و ابزار دقیق در فرایند عیب یابی و تعمیر نقش بسزایی دارد. افزایش دانش و مهارت معمولاً به دو صورت کلی انجام می شود.

#### ۱-۱- واحد آموزش شرکت های تولید کننده خودرو (خدمات خودرویی)

بهترین راه افزایش مهارت، شرکت در کلاس های تخصصی شرکت های تولید کننده خودرو است. نقطه ضعف این روش آن است که دوره های تخصصی معمولاً برای تعمیر کاران فعال در نمایندگی های مجاز قابل دسترسی بوده و تعمیر کاران خصوصی نمی توانند در این دوره ها شرکت کنند.

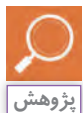


شکل ۱۴- نمونه ای از کلاس های برگزار شده شرکت های خودرو ساز

#### ۲-۱- واحد های آموزش خصوصی

برخی شرکت ها یا آموزشگاه های معتبر اقدام به برگزاری دوره های تخصصی خودرویی می کنند. امکانات و تجهیزات این دوره ها اگر چه در حد دوره های شرکت های تولید کننده خودرو نیست، اما با سهولت بیشتری در اختیار علاقه مندان قرار می گیرد. باید توجه داشت قبل از انتخاب و شرکت در این دوره ها از اعتبار شرکت یا واحد آموزش مورد نظر مطمئن شد.

با تحقیق و جستجو در اینترنت قیمت دوره های تخصصی آموزشگاه های خصوصی را استخراج کرده و نظر خود را در مورد علل تفاوت قیمت های دوره ها با یکدیگر بیان کنید.





## ۲. شناخت روش دسته بندی 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، عیب یابی و تعمیر در خودروها غیر ممکن 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 نرم افزارهای تعمیراتی است، حتی گاهی لازم است مطالب را در اینترنت جستجو کرد. گستردگی منابع و مطالب باعث می‌شود که در هنگام جستجو نتوان با سهولت به آن مطالب دسترسی پیدا کرد به همین دلیل با اینکه دانش شناخت و نحوه استفاده از مستندات بسیار ساده است، اما به کار گیری 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 مستند سازی 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 باعث تسهیل در پیگیری فرایند و آسان سازی آن می‌شود همچنین در مراجعات بعدی خودرو می‌تواند مورد استناد قرار گیرد. اطلاعات ضروری برای ثبت می‌تواند مواردی از قبیل دریافت مشخصات ضروری خودرو، مالک خودرو، 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 کامل کنید.

ردیف	سؤال	تعمیرگاه مجاز	تعمیرگاه خصوصی ۱	تعمیرگاه خصوصی ۲
۱	آیا تعمیرگاه، جدول ثبت اطلاعات خودرو را 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 ذکر نشده است که وجود آن ضروری است.	-----		

جدول ۲- بررسی ثبت اطلاعات ورودی در تعمیرگاه ها 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
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 قسمت هایی را مشاهده می کنید؟

ملاحظه می گردد در این بخش قطعات تعویضی و اجرت تعویض آن قطعه درج شده است. این بخش به مشتری کمک می کند تا به صورت تقریبی از هزینه های 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 می شود. جدول زیر را تکمیل کنید.



پژوهش

مفهوم	اصطلاح	ردیف
مدت زمان یا ..... است که شرکت های سازنده برای خودرو و قطعات آن که در این بازه قرار دارند، کلیه هزینه های اجرت تعمیرات و تعویض قطعات ذکر شده را بر عهده می گیرند.	 گارانتی	۱
.....	 وارانتی	۲

جدول ۴- مفهوم گارانتی و وارانتی

شاید به نظر برسد بحث گارانتی و وارانتی فقط مخصوص نمایندگی های مجاز شرکت های تولید کننده خودرو است. اما باید در نظر گرفت امروزه این کار به صورت ضمنی در تعمیرگاه های خصوصی نیز انجام می شود؛ به عنوان مثال تعمیرکار پس از تعمیر خودرو، مدت زمانی را برای مشتری تعیین می کند که اگر طی آن مدت همان عیب مجدداً بروز کرد بدون دریافت هزینه، تعمیر مجدد انجام شود. انجام این تعهد نشان دهنده اطمینان تعمیرکار نسبت به فرایند سرویس و تعمیر انجام شده است.

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

در هنگام بررسی مقدماتی، امکان تشخیص تمامی معایب موجود (که مورد درخواست مشتری است) وجود ندارد. به علاوه در حین فرایند عیب یابی و تعمیر ممکن است به مواردی برخورد شود که توسط مشتری ذکر نشده است؛ اما تعمیرکار تشخیص می دهد 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.



شکل ۱۶- تماس با مشتری حین فرایند سرویس و تعمیر

### 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 پیگیری های بعدی است؛ یعنی اگر بعد از تعمیرات، خرابی مجدد در قطعه تعمیر شده ایجاد شود، تعمیر کار متعهد به پاسخگویی به مشتری است. جدول ۵ نمونه ای از فاکتور قابل ارائه به مشتری است.

فاکتور مشتری																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">مدل</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">سال</td> </tr> <tr> <td></td> <td>VIN</td> <td></td> <td>کارخانه</td> </tr> <tr> <td></td> <td>موتور</td> <td></td> <td>شماره فنی</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ملاحظات</td> <td></td> <td>کیلومتر</td> </tr> </table>							مدل		سال		VIN		کارخانه		موتور		شماره فنی		ملاحظات		کیلومتر
	مدل		سال																		
	VIN		کارخانه																		
	موتور		شماره فنی																		
	ملاحظات		کیلومتر																		
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																					



### ۳-۵- بایگانی

آیا برای اقدامات انجام شده روی خودرو می توان 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 فعالیت های 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 می توان به دو روش کاغذی و الکترونیکی بایگانی کرد که هر کدام از این روش ها 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 روش های مختلف بایگانی

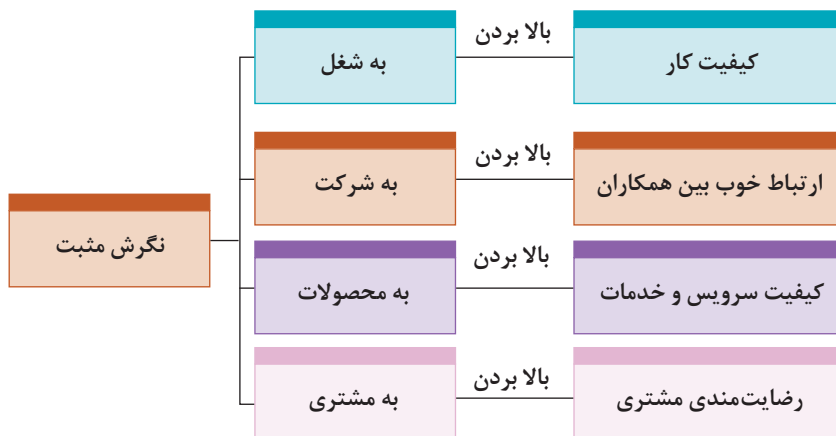
- کدام روش را پیشنهاد می کنید؟



کار کلاسی

### ۴. رعایت اخلاق حرفه ای و مشتری مداری

یکی از مهم ترین نکات در ایجاد کسب و کار موفق مشتری مداری و رعایت اخلاق حرفه ای است. مشتری مداری حتی پیش از اولین برخورد آغاز می شود. زمانی که مشتری تعمیرگاه را ملاحظه می کند، رعایت نظام آراستگی نقش بسزایی در ایجاد اطمینان ایفا می کند. پس از آن خوش رویی و برخورد مناسب باعث شروع یک رابطه مناسب کاری می گردد. از موارد دیگر، پرهیز از برخورد عجولانه 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 امانت داری از دیگر موارد اخلاق حرفه ای و مشتری مداری است.



شکل ۱۷- تأثیر نگرش بر روابط حرفه ای

## 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. جهت راه اندازی یک کسب و کار کوچک اما موفق، بهتر است نکات زیر را مد نظر داشت:

- از تعمیرکاران موفق که می شناسید پرس و جو کنید و رموز موفقیت آنها را بررسی نمایید.
- به جغرافیای محلی که برای کار مد نظر قرار داده‌اید 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 رشته‌ها 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 حرفه‌ای- را افزایش دهد؟



کار کلاسی

## دانستنی‌ها خلاقیت در شرایط سخت

چالش و سختی برای همه پیش می آید. برخی از افراد در بیرون آمدن از چالش‌های 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 خلاقیت‌های زمان جنگ تحمیلی اشاره کرد که با وجود شرایط سخت ابتکارات نظامی و مهندسی می توانست نتیجه عملیات‌های ضد دشمن را جور دیگری رقم بزند.



شکل ۱۸- جیل باتلاق رو

جیل باتلاق رو یکی از تجهیزات بود که برای عبور از باتلاق‌ها و نيزارها ساخته شد. این دستگاه بزرگ با چرخ‌هایی با قطر ۴ متر برای یدک کشی، باز کردن راه و موانع در باتلاق‌ها و نيزارهای جنوب ساخته شده بود.



شکل ۱۹- قایق مرداب رو

قایق مرداب رو 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.

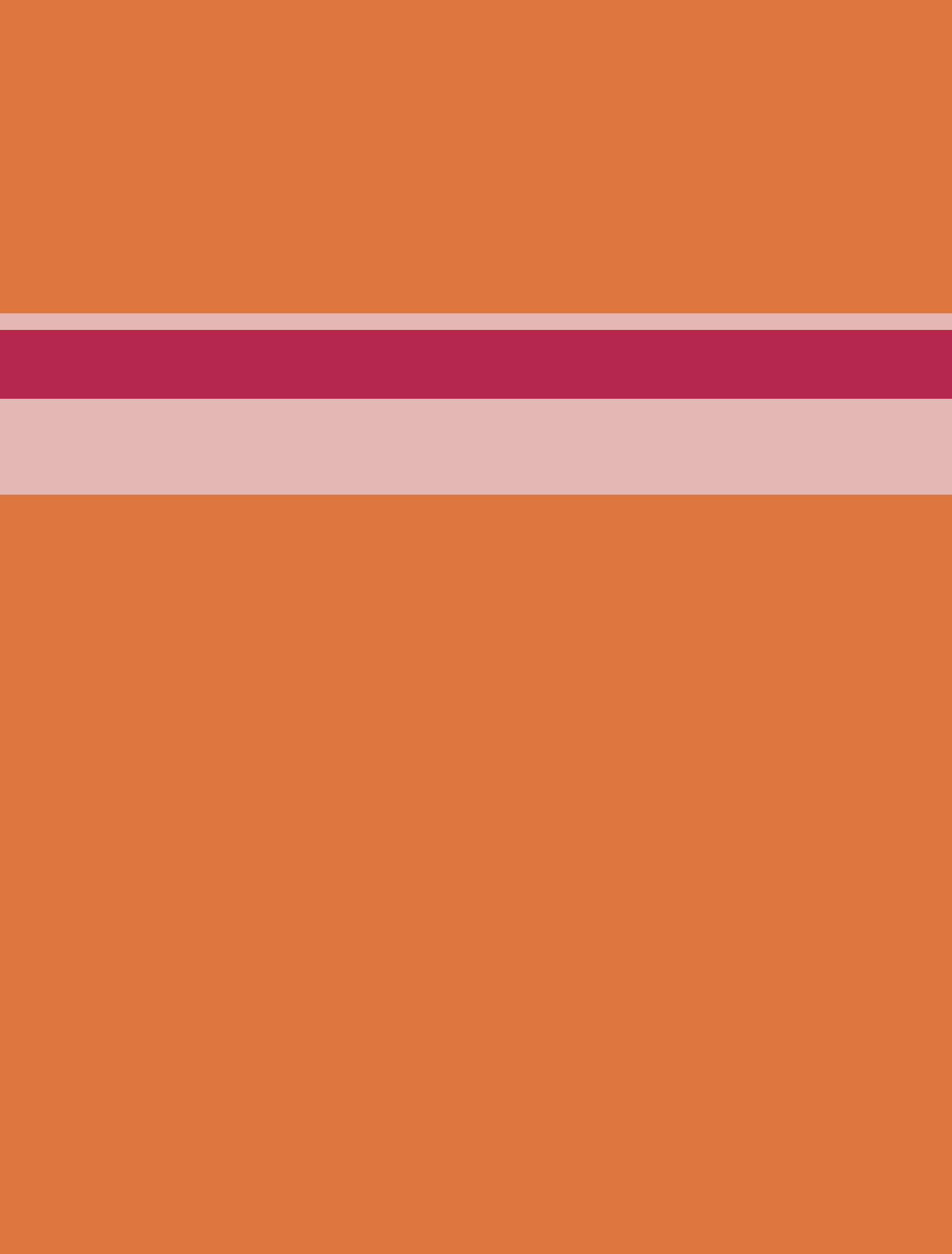
## ارزشیابی شایستگی

معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات موفقیت

شاخص تحقق	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	شایستگی
پیشنهاد مسیر شغلی و راهکارهای موفقیت با توجه به کسب اطلاعات نیازهای منطقه	۳	شناخت شغل‌های مرتبط و انتخاب مسیر شغلی با توجه به توانایی و استعداد	۱- کسب شناخت در مورد رشته 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- کسب شناخت در مورد 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 کسب می‌کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را اخذ کند.

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



## پودمان ۲

### ایمنی و بهداشت کاربردی



## ایمنی

کارکردن روی خودرو در محیط تعمیرگاه می تواند خطرناک باشد. برای حفظ نشاط و کسب 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 نا امن کند. ایمنی محیط کار از ضروریات هر کارگاه است. وجود هرگونه روغن، مایع خنک کننده و گریس، باعث لغزنده شدن سطوح می گردد که ممکن است باعث صدمه دیدن جدی در 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. علاوه بر آن تجهیزات جعبه کمک های اولیه همواره باید بررسی شود تا دقیق و کامل باشند. همچنین جهت 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 در هنگام لزوم از آنها استفاده کنید.



شکل ۱- نصب جعبه کمک های اولیه

### ۲. کپسول اطفای حریق

حتی اگر تمامی نکات ایمنی در 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 اطفای حریق به تعداد مناسب در تعمیرگاه است. تعداد و نوع کپسول ها باید متناسب با فضای کارگاه و فعالیت آن بخش باشد. کپسول های اطفای حریق از نظر مواد داخلی متفاوت هستند، بنابراین متناسب با نوع آتش باید از کپسول مناسب جهت اطفای حریق استفاده نمود. برای سهولت 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 اطفای حریق را نشان می دهد.



شکل ۲- کپسول آتش نشانی

کلاس و نوع آتش	رنگ	A	B	C	D	(K)	F
نوع کپسول		گاز، مایع، جامد یا اسفنج	مایعات آتش	گازهای قابل اشتعال	گازهای غیر قابل اشتعال	تجهیزات الکتریکی	روغن های مایع قابل اشتعال
آب		✓	✗	✗	✗	✗	✗
دی اکسید کربن		LIMITED	LIMITED	✗	✗	✓	✗
پودر		✓ AB(E) ✗ B(E)	✓	✓	✗	✓	✗ AB(E) ✓ B(E)
فوم		✓	✓	✗	✗	✗	LIMITED
مواد مایع		✓	✗	✗	✗	✗	✓

شکل ۳- علائم کپسول اطفای حریق و موارد استفاده آن

### نکات ضروری در هنگام اطفای حریق

- 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، هیچ گاه در یا پنجره را تا زمانی که واقعاً ضروری است باز نکنید، چون این کار باعث انتشار آتش می شود (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 بزرگ ترین مشکلات در فضای کارگاه یا تعمیرگاه خودرو، امکان روپداد آتش سوزی است. بنزین بسیار فرار و قابل اشتعال است که به سرعت در هر دمایی تبخیر شده و آتش می گیرد. ضروری است همواره موادی از قبیل بنزین، گازوئیل در ظروف مخصوص در بسته و با در نظر گرفتن نکات ایمنی لازم نگهداری شود.





هیچ گاه 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 می تواند از لایه پوست عبور کرده و وارد خون شود و به تدریج ایجاد مسمومیت کند. برای شستن دست از چربی ها و روغن ها، مواد شست و شو دهنده مناسب وجود دارد.



آتش سوزی با بنزین به راحتی اتفاق می افتد، یک جرقه کوچک یا حرارت می تواند باعث شروع یک آتش سوزی شود. تعمیرات مدار سوخت رسانی، از قبیل تعمیرات باک، پمپ بنزین، لوله های 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 آتش سوزی شود.



شکل ۵- محفظه نگهداری مواد اشتعال پذیر

**ب) انواع حلال ها:** این مواد به عنوان تمیز کننده و شست و شو دهنده مواد استفاده می شوند. اگرچه حلال ها با سرعت بنزین تبخیر نمی شوند؛ اما برخی از این حلال ها 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 حلال ها عموماً سمی هستند.



شکل ۶- ظرف مخصوص نگهداری پارچه تنظیف

**ج) پارچه های تنظیف:** یکی از مواد قابل اشتعالی که شاید مورد توجه زیادی قرار نگیرد، پارچه های تنظیف هستند. این پارچه ها در خودرو قابلیت اشتعال زیادی ندارند اما چون در هنگام تمیز کردن آغشته به انواع روغن ها، گریس ها، حلال ها، بنزین و یا گازوئیل می شوند احتمال اشتعال پذیری بالایی پیدا می کنند. بنابراین بهتر است پس از استفاده در ظرف مخصوص نگهداری شوند و همراه با سایر زباله ها امحا نگردد.

### ۳. سیستم تهویه و آگزوز فن کارگاهی

اغلب جهت انجام فرایندهای عیب یابی، سرویس و تعمیرات، نیاز است که موتور خودرو روشن باشد. بنابراین با توجه به بسته بودن فضای بیشتر کارگاه های تعمیر خودرو، انتشار گازهای خروجی آگزوز در کارگاه ها برای سلامتی بسیار خطرناک است و بدین لحاظ استفاده از دستگاه آگزوز فن کارگاهی با اشکال مختلف (ثابت و یا قابل جابه جا شدن وجود دارد) ضرورت است.

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



شکل ۷- انواع مختلف اگزوز فن

با توجه به تصاویر بالا اگزوز 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 غلط که باعث جلوگیری از بروز و اشاعه بیماری می‌گردد؛ 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 را بهداشت عمومی می‌نامند.

### 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. عوامل زیان آور محیط کار که بهداشت فردی و عمومی را به مخاطره می‌اندازند عبارت‌اند از:  
 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 عبارت‌اند 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 عملکرد تجهیزات کارگاهی مانند کمپرسور باد، فن تهویه، اگزوز فن کارگاهی.

برای کاهش آلودگی صوتی تجهیزات معیوب کارگاهی باید به بررسی و سرویس دهی دوره‌ای و تعمیرات آنها اقدام کرد.



نکته



کار کلاسی

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

## ۲. آلودگی شیمیایی

امروزه محصولات شیمیایی مختلفی از قبیل مواد سوختی، روانکارها، حلال ها، مواد شوینده و بهداشتی مورد استفاده در تعمیرگاه هستند، چنانچه این مواد به طور صحیح و مطمئن مورد استفاده قرار نگیرند عوارض نامطلوبی را روی سلامتی انسان و محیط زیست به جا خواهند گذاشت، برخی عوامل آلاینده‌های شیمیایی عبارت‌اند از:

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

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

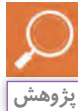


### برگه MSDS (اطلاعات حفاظت و ایمنی مواد)

یکی از مهم‌ترین موارد مربوط به ایمنی در هنگام کار، بررسی و مطالعه برگه‌های MSDS می‌باشد تقریباً تمامی مواد مورد استفاده در صنعت دارای این برگه می‌باشند. نکات ایمنی در هنگام کار با مواد شامل موارد احتیاط در عملکرد و موارد کمک‌های اولیه در حین مخاطرات مربوط به آن ماده در این برگه درج می‌شود. شکل ۸ نمونه‌ای از این برگه‌ها را نشان می‌دهد.

نمونه ای از برگه های اطلاعات و ایمنی مواد

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 کتب مرجع یافته و آن را در کلاس ارائه دهید.

### ۳. خطرات مکانیکی

خطرات مکانیکی از انواع خطرانی هستند که به دلیل حرکت و نیرو از خطرات دیگر زیان آور محیط، متمایز هستند که عبارت‌اند از:

- **خطر سقوط:** مانند سقوط جعبه دنده از روی میزکار یا سقوط خودرو از روی جک های بالا بر به دلیل خرابی قفل کننده های جک؛
- **خطر پرتاب:** مانند پارگی تسمه خودرو و پرتاب آن به سمت تعمیرکار، ترک داشتن سنگ سنباده که در حین کار باعث خرد شدن و پرتاب تکه های آن می شود.
- **خطر درگیر شدن:** درگیری لباس تعمیرکار با قطعات در حال حرکت در حین کار؛
- **خطر له شدگی:** مانند برخورد چکش با انگشتان تعمیرکار، قرار گرفتن دست‌ها زیر تجهیزات در هنگام جابه جایی؛
- **خطر برش:** مانند بریدن اعضای بدن در 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 تحقیق قرار داده و محیط کار را با انسان و بالعکس، هماهنگ و منطبق می کند.

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

- اثرات متناسب نبودن ارتفاع میزکار برای تعمیر؛
- اثرات جابه جایی نادرست اجسام سنگین مانند موتور، جعبه دنده، دیفرانسیل؛
- اثرات خم شدن طولانی مدت جهت 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 راندمان کاری می شود. پس با توجه به موقعیت جغرافیایی تعمیرگاه در حد استاندارد کنترل شود.

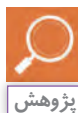


۱- چه پیشنهادی برای کمک به مکانیکی که به طور نشسته کار می کند، دارید تا دچار مشکل کمردرد، پا درد و... نشود.



۲- در خصوص روش‌های صحیح بلند کردن و حمل اجسام سنگین بحث و تبادل نظر کنید.

- ۱- در مورد 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

جهت دستیابی به شعار ((اول ایمنی، سپس کار)) توجه به نکات ایمنی، نحوه به کارگیری تجهیزات، ادوات و ابزارهای مورد نیاز در کارگاه های تعمیرات خودرو ضروری است، چرا که قسمت اعظم حوادث، مربوط به آگاهی کم و رعایت نکردن دستورالعمل های کاربردی آنهاست. به طور خلاصه نکات مهم کاربردی برخی از تجهیزات مربوط به تعمیرگاه های خودرو را یادآور می شویم.

### ۱- جک های بالابر

امروزه اکثر بالابر و جرثقیل های کارگاهی عمدتاً از مکانیزم های هیدرولیکی استفاده می کنند و نکته بسیار مهم در آنها توجه به عدم 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 کننده های مکانیکی استفاده کرد تا از سقوط خودرو یا قطعات سنگین جلوگیری شود. در بالابرهاي خودرو (جک های دوستون یا چهارستون) تثبیت کننده ها جزئی از دستگاه هستند، ولی در سایر جک و جرثقیل ها باید از تثبیت کننده های مناسب (خرک) استفاده کرد.



شکل ۹- جک و تثبیت کننده

در برخی شرایط هنگام بالابردن قسمتی از خودرو توسط جک های دستی باید از عدم حرکت خودرو مطمئن شد.

### ۲- سیستم ، تجهیزات و ادوات پنوماتیک

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

امروزه استفاده از تجهیزات پنوماتیکی در تعمیرگاه های خودرو بسیار متداول شده است که علاوه بر ضروری بودن دستیابی به اطلاعات نحوه کار با این تجهیزات، بررسی عدم نشستی و سلامت شیلنگ های 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، جهت دستیابی به نحوه کنترل، تنظیم فشار و رطوبت زدایی 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- نحوه تنظیم فشار کمپرسور موجود در کارگاه چگونه است؟

پاسخ: .....

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

پاسخ: .....



نکته



کارکلاسی



کارکلاسی





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 در هنگام کار، سلامت و استحکام و مناسب بودن سنگ نصب شده روی دستگاه، پرتاب جرقه‌های کار و جلوگیری از ایجاد حریق، محافظت از پرتاب پلیسه‌های حاصل از 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؛ در برخی موارد نیازمند استفاده از آنها هستیم علاوه بر داشتن دانش و مهارت کافی، در کاربری از این دستگاه‌ها باید توجه به نکات ایمنی را روی خودرو انجام دهیم. چرا که در خودرو وجود سوخت بنزین یا گاز، احتمال بروز حریق 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 اقدام به جوشکاری حتماً کابل های باتری خودرو را جدا کنید.



#### ۵- تجهیزات و ادوات شست و شوی خودرو

تجهیزات شست و شوی خودرو و قطعات آن غالباً دارای مایعات شیمیایی پاک کننده قوی با دما و فشار زیاد بوده و در هنگام استفاده از این دستگاه‌ها باید توجه لازم در جلوگیری از صدمه به بدن خود و دیگران صورت پذیرد. (در هنگام استفاده از تجهیزات شست و شو به کارگیری لوازم ایمنی شخصی کاملاً الزامی است).

شکل ۱۴- تجهیزات و ادوات شست و شوی خودرو



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

#### ۶- دستگاه پرس هیدرولیک

پرس هیدرولیکی یکی از تجهیزات موجود در کارگاه های 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 تثبیت کننده‌های مناسب جهت استقرار 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 پوشش های محافظ پرس (در صورت وجود)  
- عدم اعمال نیروی بیش از حد به قطعات ترد و شکننده

#### ۷- دستگاه گریس پمپ دستی

گریس پمپ‌ها توانایی ایجاد فشار بالایی را دارند؛ لذا در 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 می دانید توانایی ایجاد فشار یک گریس پمپ دستی برابر فشار وارد بر یک جسم در عمق حدوداً ۵۰۰۰ متری زیر دریا است.



دانشنی‌ها



## ۸- ابزارهای عمومی

پرکاربردترین وسایل موجود در کارگاه های 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 فعالیت
- تمیز بودن ابزارها از چربی و مواد لغزنده
- استفاده از ابزارهای استاندارد جهت 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 می کنند، در فرایند عیب یابی و تعمیرات خودرو کاربرد بسیاری دارد؛ بنابراین باید از سلامت و مکان عبور آنها در سطح کارگاه و خودرو اطمینان لازم صورت پذیرد، چرا که در صورت بروز اتصالی خطر برق گرفتگی وجود دارد.

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



کار کلاسی

## ۱۰- گیره رومیزی

در 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 صدمه دیدن کاربران و افراد حاضر در محیط کار در اثر جدا شدن و شکستن قطعات آن حین کار، جلوگیری شود.
- به کارگیری گیره متناسب با ابعاد کار باشد، چرا که عدم تناسب نیروی گیره با نوع کار می تواند منجر به صدمه دیدن کاربر شود.



شکل ۱۹- گیره رومیزی

آیا می‌توان از گیره به عنوان پرس هیدرولیک استفاده کرد؟



فکر کنید

آیا می‌دانید مقدار نیروی دو فک گیره رومی‌زی چه مقدار است؟



فکر کنید

روش شناخت جنس و کیفیت گیره رو می‌زی کارگاهی چگونه است؟



فکر کنید

## ارزشیابی شایستگی ایمنی و بهداشت کاربردی

شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نمره شایستگی	شاخص تحقق
کسب توانایی در به‌کارگیری موارد مربوط 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 در هنگام استفاده از ابزار تخصصی
		۱	عدم رعایت موارد ایمنی و بهداشتی
نمره مستمر از ۱			
نمره واحد یادگیری از ۳			
نمره واحد یادگیری از ۲۰			

زمانی هنرجو شایستگی کسب می‌کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را اخذ کند.

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

## پودمان ۳

### کاربرد مواد در خودرو



## خواص مواد

شاید تا به حال از خود پرسیده باشید که چرا مواد با هم متفاوتند؟ چرا برخی مواد دارای خواص مکانیکی بهتری هستند؟ چرا یک ماده را به شکل های مختلف می توان در آورد و برخی دیگر را نه؟ سؤال هایی از این دست، ذهن را متوجه تفاوت های مواد از نظر خواص می کند و ما را در رابطه با علت این تفاوت ها، به تفکر بیشتر وادار می کند. ساختار مواد ارتباط بین اتم ها، یون ها و مولکول های تشکیل دهنده آن ماده را مشخص می کند که این نحوه اتصال اتم ها و نوع پیوند بین آنها نیز یکی از عوامل تعیین کننده خواص مواد است. خواص مواد به مواردی از قبیل شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی، تکنولوژیکی، الکتریکی و مغناطیسی تقسیم می شوند.

## خواص شیمیایی مواد

خواص شیمیایی یک ماده، مخصوص همان ماده است و با تغییر مواد، خواص شیمیایی آن نیز تغییر می کند. به عبارتی با کمک این ویژگی ها، می توان یک نوع ماده را از سایر مواد متمایز کرد. خواص شیمیایی ماده تنها با مشاهده قابل تشخیص نیستند؛ بلکه می توان اثرات آنها را علاوه بر مشاهده از طریق سایر حواس پنج گانه نیز شناخت. مهم ترین خواص شیمیایی را در شکل ۱ مشاهده می کنید.



شکل ۱- مهم ترین خواص شیمیایی

### واکنش پذیری

قابلیت انحلال یا ترکیب شدن مواد با یکدیگر را واکنش پذیری گویند. این خاصیت از خواص شیمیایی ماده است؛ به عنوان مثال هنگامی که فلز آهن در معرض هوا قرار گرفته باشد، با اکسیژن واکنش نشان می دهد و در اثر آن یک پوسته قهوه ای رنگ اکسید آهن روی سطح آن شکل می گیرد.

خاصیت مواد کاتالیزوری یکی دیگر از خواص شیمیایی مواد است. برای افزایش سرعت واکنش پذیری مواد با یکدیگر می توان از مواد کاتالیزور استفاده کرد.



نکته

کاتالیست خودرو باعث تسهیل چه واکنش های شیمیایی در گازهای خروجی آگروز خودرو می شود؟



بحث کلاسی

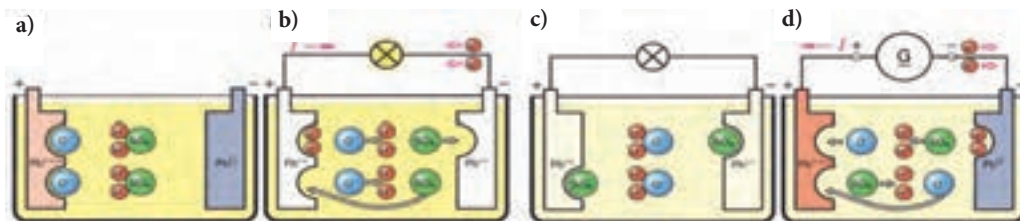
### قابلیت اشتعال

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

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

### الکترولیز

جداسازی عناصر در پیوند های شیمیایی به کمک جریان الکتریکی را الکترولیز می گویند. به طور مثال در زمان شارژ باتری خودرو عمل الکترولیز صورت می پذیرد.



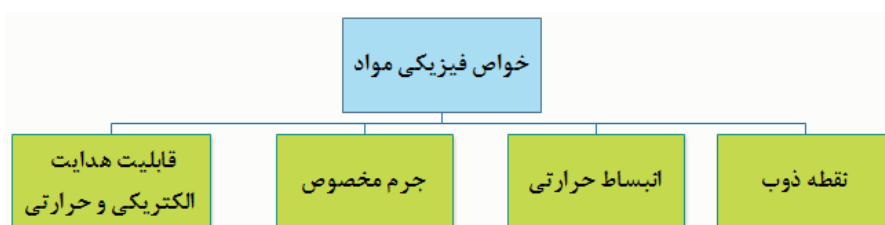
شکل ۲- فعل و انفعالات باتری

### انحلال پذیری

قابلیت حل شدن در یک حلال از خواص شیمیایی ماده به شمار می رود. خاصیت چربی و رسوب زدایی قطعات مکانیکی توسط ترکیبات شیمیایی یا مواد شوینده نمونه ای از انحلال پذیری است.

### خواص فیزیکی ماده

خواص فیزیکی مواد، به ساختمان اتمی آنها بستگی دارد. نوع پیوند میان اتم ها و چگونگی قرار گرفتن آنها در کنار یکدیگر از مواردی است که بر خاصیت مواد اثر مستقیم دارد. مهم ترین این خواص را در شکل ۳ مشاهده می کنید.



شکل ۳- نمونه هایی از خواص فیزیکی مواد

### نقطه ذوب

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



شکل ۴- رسیدن به نقطه ذوب



فکر کنید

به نظر شما بین مواد مورد استفاده در خودرو کدام بخش‌ها باید نقطه ذوب بالاتری داشته باشند؟

### 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. به عنوان مثال تغییر طول سوپاپ بر اثر حرارت احتراق موتور یکی از آثار انبساط حرارتی است.

تجربه کنید

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.



شکل ۵- کمان اره

### 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 اندازه گیری مایعات خودرو (هیدرومتر) مشاهده کرد.



شکل ۶- هیدرومتر

به نظر شما علت شناور بودن کپسول هیدرومتر چیست؟



فکر کنید

### قابلیت هدایت جریان الکتریکی

میزان سهولت در عبور حرارت یا جریان الکتریکی، از خصوصیات مهم مواد است. چنانچه ماده ای قابلیت عبور جریان الکتریکی یا حرارتی را داشته باشد آن را رسانا و در صورتی که ماده ای 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 خاصیتی برای خنک کردن موتور استفاده می‌شود؟ مزایا و معایب استفاده از این روش خنک کاری 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

## خواص مکانیکی مواد

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

خواص مکانیکی زیر مجموعه خواص فیزیکی محسوب شده و در علم مهندسی، قطعات طوری طراحی می‌شوند که بتوانند نیروهای مختلفی 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 توسط خواص مکانیکی مواد می‌سنجند.

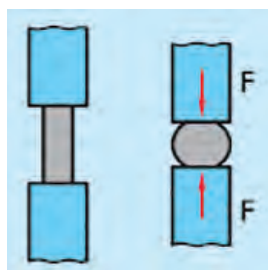


شکل ۹- نمونه‌هایی از خواص مکانیکی مواد (استحکام مکانیکی)

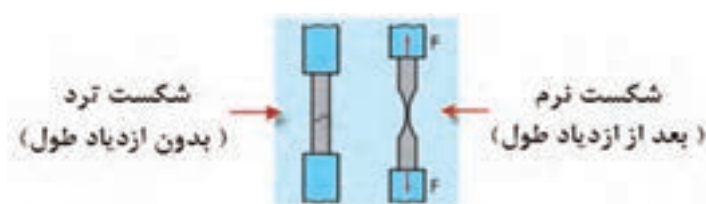


## استحکام

استحکام میزان مقاومت یک جسم در برابر تغییر شکل دائمی، بر اثر اعمال نیروهای خارجی وارد بر جسم است. در این رابطه استحکام فشاری و کششی از مهم ترین مفاهیمی هستند که مورد بررسی قرار می گیرند. استحکام کششی به بیان میزان مقاومت یا توانایی جسم در تحمل نیروهای کششی، بدون آنکه گسستگی یا شکست رخ دهد، گفته می شود. امکان افزایش استحکام کششی از طریق آلیاژسازی و عملیات حرارتی به وجود می آید. استحکام فشاری به میزان توانایی یک جسم در تحمل نیروهای فشاری، بدون آنکه شکسته شود، گفته می شود.



شکل ۱۱- استحکام فشاری



شکل ۱۰- استحکام کششی

به عنوان مثال می توان به وضعیت نیروهای فشاری و کششی اعمال شده به شاتون و پیستون موتور احتراقی اشاره کرد.

جدول ۱ استحکام کششی تعدادی از مواد را نشان می دهد.

ماده	استحکام (نیوتن بر مترمربع)
چوب	۲ تا ۱۲
پلیمر	۶۰ تا ۱۰۰
آلومینیوم و آلیاژهای آن	۱۰۰ تا ۶۰۰
مس و آلیاژهای آن	۸۰ تا ۱۰۰۰
آهن و فولاد کربنی	۲۵۰ تا ۱۳۰۰
فولادهای آلیاژی	۵۰۰ تا ۱۸۰۰

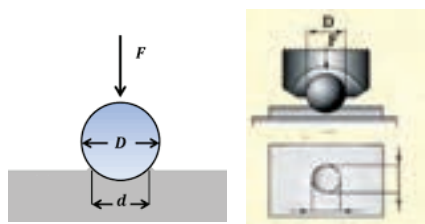
جدول ۱- مواد گوناگون و استحکام هر یک از آنها

- در صورتی که دو میله هم قطر آهنی و مسی را بخواهیم خم کنیم کدام یک به نیروی کمتری نیاز دارد؟  
- کدام یک از دو میله در محل خم شدن احتمال ترک خوردن را دارد؟ چرا؟



بحث کلاسی

## سختی



شکل ۱۲- آزمایش سختی و تعیین میزان سختی مواد

میزان مقاومت یک ماده در برابر نفوذ اجسام خارجی را سختی آن ماده می نامند، هر چقدر سختی یک ماده بیشتر باشد، مقاومت به نفوذ آن نیز بیشتر خواهد بود. سختی یکی از موارد استحکام (خواص مکانیکی) است و هر چقدر سختی بیشتر شود، استحکام نیز افزایش خواهد یافت. از طرفی می توان انتظار داشت که ماده سخت به راحتی در مواد دیگری که دارای سختی کمتری از آن هستند، نفوذ کند.

اگر جسم خارجی ریزی بین میل لنگ و یاتاقان موتور خودرویی نفوذ کند، از نظر سختی چه اثری روی هر یک از آنها می گذارد؟



فکر کنید

## شکل پذیری



شکل ۱۳- شکل پذیری مواد

توانایی یک ماده در تغییر شکل با کمترین انرژی و بدون شکسته شدن را شکل پذیری گوئیم. در حقیقت رابطه مستقیمی میان ازدیاد طول و شکل پذیری وجود دارد و هر ماده ای که بتواند در برابر نیروهای وارده افزایش طول و یا مقدار خمش بیشتری داشته باشد را ماده شکل پذیر (نرم) گویند.

درصد ازدیاد طول آن	ماده
۰	سرامیک
۰	شیشه
۱۸-۲۵	فولاد
۱۰-۱۰۰	روی و آلیاژهای مس
۵۵	مس

جدول ۲- مواد گوناگون و ازدیاد طول آنها

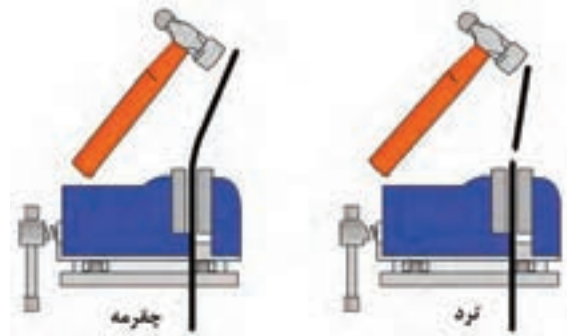
فولادها، تا یک پنجم طول خود قابلیت ازدیاد طول دارند و این درحالی است که چدن تنها یک درصد ازدیاد طول را تحمل می کند. ترموپلاستیک ها که خانواده ای از پلیمرها هستند، می توانند تا چند برابر طول خود کشیده شوند؛ بنابراین از مواد بسیار شکل پذیری به حساب می آیند. با توجه به جدول ۲ می توان دریافت که چرا برای تولید قطعات ظریف که به استحکام چندانی نیاز ندارند، ترجیح می دهند از فلزات نرم (مس، آلومینیوم) و یا مواد پلیمری استفاده کنند.

### تردی (شکنندگی)

موادی را که تحمل تغییر شکل یا ضربه مکانیکی را ندارند و با وارد کردن نیروی کمی می شکنند، مواد ترد یا شکننده می نامند. با افزایش سختی مواد، تردی و شکنندگی آنها نیز افزایش می یابد؛ ولی شکل پذیری آنها به همان نسبت کاهش می یابد. شیشه از بارزترین مثال های مواد ترد است. سرامیک ها و ابزارهای براده برداری از جمله مواد ترد و شکننده هستند.

### چقرمگی

مقاومت در برابر شکست بر اثر مصرف انرژی لحظه ای (مانند ضربه) را چقرمگی گویند. ماده چقرمه ماده ای است که در برابر شکل پذیری در اثر نیرو یا شکست در اثر ضربه مقاومت بیشتری می کند. مواد ترد مثل شیشه از چقرمگی بسیار پایینی برخوردار هستند. هرگاه در اثر ضربه یک ترک کوچک ایجاد شود این ترک به سرعت در تمام سطح آن گسترش می یابد. هر چقدر ماده، بیشتر بتواند بدون آنکه بشکند انرژی ضربه را درون خود از بین ببرد، آن ماده چقرمه تر خواهد بود. استفاده از پلیمر، کامپوزیت در سپر اتومبیل نیز به دلیل چقرمگی بالای آنها نسبت به فلزات است، در نتیجه می تواند ضربه را در درون خود مستهلک سازد. به طور خلاصه می توان گفت چقرمگی عکس تردی و شکنندگی است.



شکل ۱۴- مقایسه مواد چقرمه و ترد

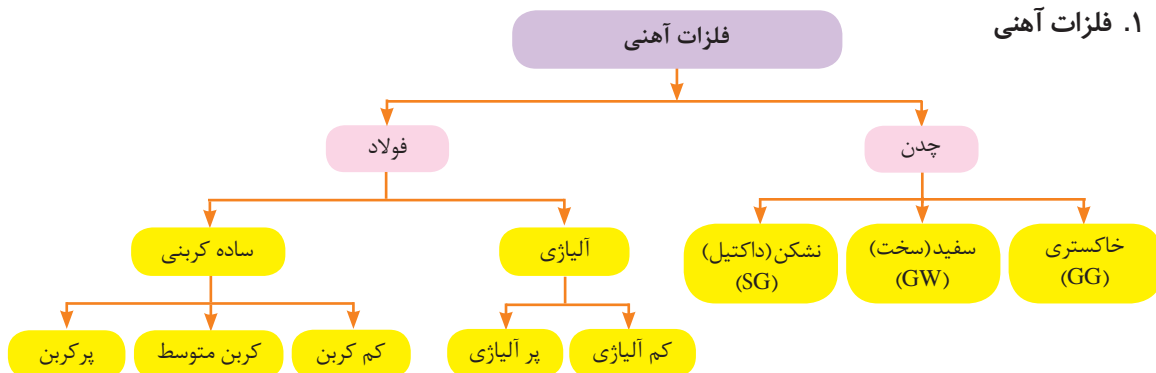
از مواد مورد استفاده در خودرو کدام لازم است تردی و کدام چقرمگی داشته باشند.



فکر کنید

## مواد فلزی

### ۱. فلزات آهنی



شکل ۱۵- فلزات آهنی

### ۱-۱- آهن

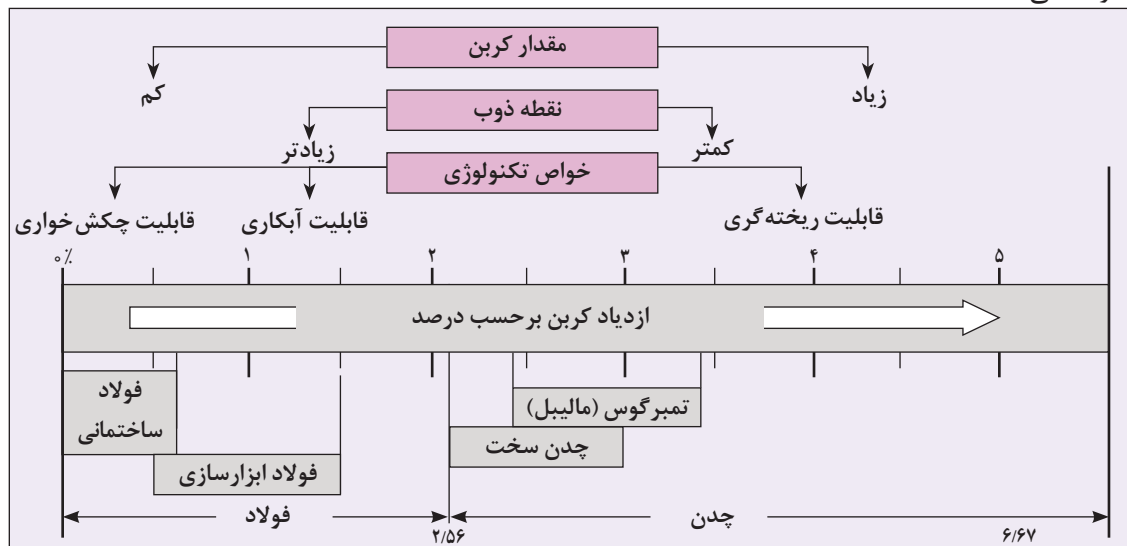
آهن (Fe) فلزی است خاکستری که به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و در پوسته زمین بیشتر به صورت ترکیب با عناصر دیگر به ویژه اکسیژن وجود دارد. آهن فراوان ترین عنصر تشکیل دهنده هسته زمین و چهارمین عنصر تشکیل دهنده پوسته زمین است. آهن خالص به دلیل نرم بودن و نداشتن استحکام در صنایع کاربرد ندارد و معمولاً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



شکل ۱۶- درصد فراوانی عناصر در کره زمین

### ۱-۲- فولاد

برای افزایش استحکام آهن از روش‌های تولید آلیاژهای متنوع استفاده می‌کنند. به همین منظور مهم‌ترین عنصر آلیاژی که بر استحکام آن تأثیر عمده ای دارد کربن است. شکل ۱۷ طبقه بندی مواد آهنی را از نظر درصد کربن نشان می‌دهد، آلیاژهایی از آهن ساده کربنی، که معمولاً کمتر از ۰.۰۲ درصد (در عمل ۱/۷ درصد) کربن دارد را فولاد می‌نامند.



شکل ۱۷- طبقه بندی فولاد و چدن از نظر درصد کربن

- چنانچه مجموع درصد وزنی عناصر موجود در فولاد آلیاژی از ۵ درصد کم تر باشد، آن را فولاد کم آلیاژ و چنانچه از ۵ درصد بیشتر باشد فولاد پرآلیاژ می‌نامند.  
- عمده فولادهای مورد استفاده در خودرو از نوع فولاد آلیاژی هستند.



از مهم ترین کاربرد فولاد آلیاژی در خودرو می توان به قطعاتی مانند شاتون، سوپاپ، میل پلوس، چرخ دنده، فنرها، شفت ها، پیچ و مهره ها اشاره کرد.



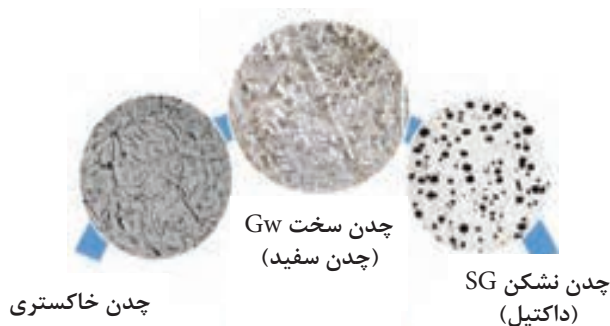
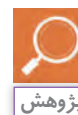
شکل ۱۸- کاربرد فولاد آلیاژی در قطعات خودرو

### ۳-۱- چدن

چدن ها دسته ای دیگر از آلیاژهای آهنی هستند که در حین تولید و یا با عملیات حرارتی توانایی تولید کربن آزاد (گرافیت) را دارند. چدن ها خواص کاملاً متنوعی نسبت به فولادها دارند که به روش ریخته گری تولید می شوند و مهم ترین وجه تمایز فولاد و چدن در نحوه شکل پذیری آنهاست. مقدار کربن در چدن بین ۲/۰۶ تا ۶/۶۷ 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 می دهد و همچنین حرارت ذوب را در تولید و ریخته گری نسبت به فولاد پایین می آورد، از این جهت قطعات با خواص مشابه را با قیمت ارزان تری در اختیار صنعت می گذارد.

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

ساختمان و خواص چدن ها بسیار متنوع است، با وجود این می توان آنها را به گروه های زیر طبقه بندی کرد:



شکل ۱۹- 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>	حساس بودن در برابر کشش و ضربه	 <p>بلوک 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>	براده برداری سخت	 <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 ۲۰- مزایا و معایب و کاربرد انواع چدن در خودرو



گاهی اوقات با یک اتفاق ساختار چدن ها از نوعی به نوع دیگر تغییر می یابد؛ به عنوان مثال با تماس کاسه چرخ یا دیسک چرخ داغ با آب به صورت آنی، ساختار بخش هایی از کاسه چرخ از چدن خاکستری به خواص چدن سفید نزدیک می شود که این امر باعث کاهش ضریب اصطکاک و عملکرد ضعیف آن می شود.

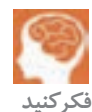


در چدن ها نیز جهت دستیابی به خواص مورد نیاز از آلیاژ های مختلف استفاده می شود. به علاوه ساختار گرافیت موجود در چدن می تواند به صورت ورقه ای یا کروی آزاد و یا بدون گرافیت باشد، که در هر مورد کاربردشان می تواند متفاوت باشد.

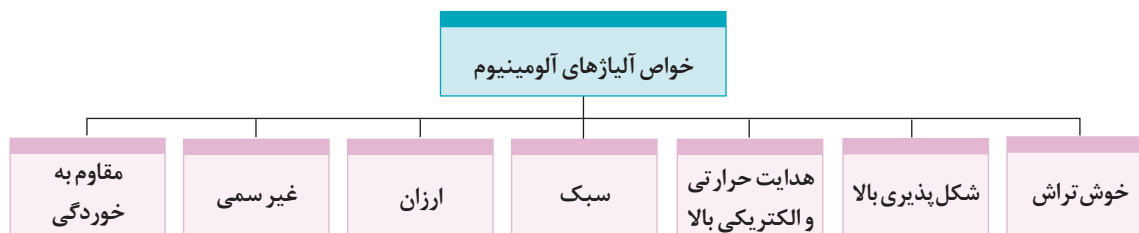
## ۲. فلزات غیر آهنی

### ۱-۲- آلومینیوم

آلومینیوم (Al) فلزی سبک است که به وفور در طبیعت یافت می شود. آلومینیوم ۸ درصد از کل پوسته زمین را تشکیل می دهد 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 می کند که از خوردگی لایه های زیرین جلوگیری می کند. 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 می کنند. یکی از مهم ترین آلیاژ های این فلز آلیاژ آلومینیوم - منیزیم است که در ساخت بدنه هواپیما و در پنجره سازی کاربرد فراوان دارد.



آیا قطعات آلومینیومی مورد استفاده در خودرو سختی یکسانی دارند؟



شکل ۲۱- خواص آلیاژ های آلومینیوم

			
بدنه اتومبیل	رینگ	بلوکه سیلندر	سرسیلندر

شکل ۲۲- نمونه هایی از کاربرد 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



سیم



سیم پیچی آلترناتور

شکل ۲۳- کاربرد مس در خودرو

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 کوره‌کاری (فورجینگ) و کشش عمیق را با هیچ عنصر دیگری نمی‌توان مقایسه کرد. از مس عموماً در سیستم برق خودرو مانند سیم پیچی الکتروموتور، تهیه کابل، قطعات الکتریکی و اتصالات مدار برقی استفاده می‌شود.

## ۲-۳- سایر فلزات غیر آهنی

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

کاربرد	عنصر	کاربرد	عنصر
سنسور اکسیژن خودرو	زیرکونیم	روکش فلزی، عنصر آلیاژی در ساخت فولاد فنر	Ni نیکل
باتری، یاتاقان، بوش	انتی موان	روکش فلزی	Cr-Zn کرم، روی
باتری، یاتاقان	مولیبدن	لحیم کاری	Sn قلع
شاتون	وانادیوم	لحیم، باتری	Pb سرب
شاتون، سوپاپ	تیتانیوم	پلاتین رله ها (کنتاکتورها)	Ag نقره
دیدوها، ترانزیستور	ژرمانیوم	فیلمان لامپ های رشته ای	W تنگستن

جدول ۳- 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 چراغ ها	روی، مس، آلومینیوم، منیزیم	زاماک
یاتاقان ها	قلع، سرب، روی	باییت
بوش ها	مس، قلع	برنز
بوش ها، یاتاقان ها، واشر ها	فسفر، برنز	فسفر برنز
راد یاتور، واشر آب بندی، سر سیم اتصالات الکتریکی	مس، روی	برنج

جدول ۴- آلیاژهای فلزی غیر آهنی و نمونه هایی از کاربرد آنها در خودرو



در مورد دلایل استفاده از باییت و فسفر برنز در یاتاقان ها تحقیق کنید.



شکل ۲۴- شاتون

## خواص تکنولوژیکی مواد فلزی

### ۱- قابلیت چکش خواری فلزات



شکل ۲۵- قابلیت چکش خواری فلزات

توانمندی تغییر شکل مواد را به کمک نیروی فشاری و ضربه، قابلیت چکش خواری می نامند. به عنوان مثال فولاد، مس و برنج را می توان تحت تأثیر نیروی فشاری و ضربه تغییر شکل داد و عملیاتی مانند نورد، خم کاری و کوره کاری (فورجینگ) را روی آنها انجام داد (شکل ۲۵).

### ۲- قابلیت ریخته گری فلزات



شکل ۲۶- قابلیت ریخته گری فلزات

برخی از مواد را می توان به خوبی توسط فرایند ریخته گری تولید کرد. این مواد به دلیل خاصیت سیالیت خوبشان در حالت مذاب، مقاطع نازک را در قالب های ریخته گری به خوبی پر می کنند. پرکاربردترین این مواد که در خودرو مورد استفاده قرار می گیرد چدن و آلومینیوم است (شکل ۲۶).

### ۳- قابلیت جوشکاری فلزات



شکل ۲۷- قابلیت جوشکاری فلزات

موادی که بتوان آنها را به کمک حرارت (یا حرارت توأم 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 ۲۷).

### ۴- قابلیت براده برداری فلزات

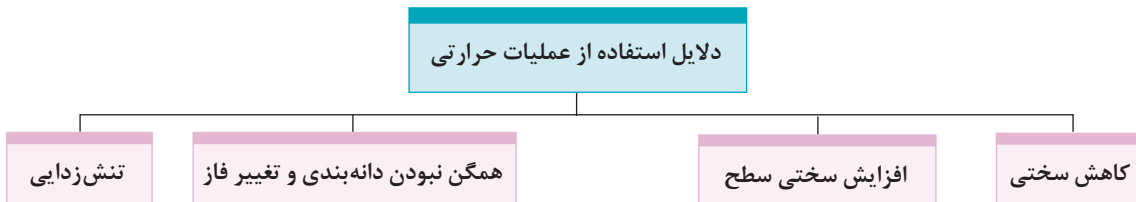


شکل ۲۸- قابلیت براده برداری فلزات

موادی را که بتوان با سرعت زیاد و نیروی کم برای تولید قطعات، ماشین کاری (براده برداری) کرد را موادی با قابلیت براده برداری گویند (شکل ۲۸).

## 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 جهت تغییر فاز، تغییر شکل یا اندازه دانه‌های فلزی برای بهبود خواص 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، خواص 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 ۲۹- دلایل استفاده از عملیات حرارتی

## پوشش دهی

ایجاد پوشش روی ساخته های صنعتی از اهمیت بسیاری برخوردار است که علاوه بر زیباسازی سطوح قابل رؤیت، اهداف کلی از قبیل مقاومت در برابر خوردگی، زنگ زدگی و افزایش استحکام را در بر خواهد داشت. پوشش دهی عموماً 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 صورت می‌گیرد.

در برخی از ورق‌های پوشش داده شده مورد استفاده 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

عملیات کروماته براق که عموماً به روش الکتروشیمیایی روی قطعات فولادی مانند انواع پیچ و مهره، واشرها، بست و براکت ها و ... جهت جلوگیری از زنگ زدگی صورت می پذیرد و بر حسب نوع مواد و عملیات به رنگ های براق مختلف مانند نقره‌ای، زیتونی، مشکی و طلایی روی سطوح ایجاد می شود.



شکل ۳۰- نمونه‌ای از پوشش دهی کروماته

## ۳- پوشش دهی داکرومات

در پوشش دهی کروماته بعضاً 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، عموماً به دو رنگ نقره‌ای مات و مشکی مات دیده می شوند.

در فرایند تولید برخی از پیچ و مهره‌ها جهت جلوگیری از زنگ زدگی (از زمان تولید تا مصرف) با انجام فرایند نسبتاً ساده‌ای 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 ۳۱- پوشش دهی داکرومات

## مواد غیر فلزی

### پلیمرها (بسیار)

پلیمرها مولکول‌های بزرگی هستند که از اتصال مولکول‌های کوچک (مونومر) به یکدیگر ایجاد می‌شوند. تعداد زیادی از پلیمرها دارای پایه آلی 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؛ به‌عنوان مثال 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 ۳۲- ویژگی‌ها و کاربردهای پلیمر



## ۱- پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها مواد مصنوعی هستند که به دلیل خواصی مانند سبکی، عایق بودن 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 می‌آید. مهندسان و طراحان، پلاستیک‌ها را به دلیل وجود ترکیبی از خواص متنوع مانند سبکی، سختی و انعطاف‌پذیری، مقاومت در مقابل خوردگی، رنگ‌پذیری، شفافیت، سهولت شکل‌پذیری مورد توجه قرار می‌دهند. پلاستیک‌ها به سه دسته ترموپلاست‌ها، ترموست‌ها و الاستومرها (لاستیک) تقسیم می‌شوند.



شکل ۳۳- 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 مجدد از آنها بدون آنکه خواص آنها تغییر کند، امکان‌پذیر 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 در اثر اعمال حرارت در 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 می‌گردند. 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 ۳۴- داشبورد خودرو

ترموست ها برخلاف ترموپلاست ها 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.

لاستیک ها به شکل خام خواص مطلوبی ندارند ولی با کمک فرایندهای مختلف آن را به محصول قابل استفاده تبدیل می‌کنند.

لاستیک طبیعی یا کائوچو دارای ساختار زنجیره ای بسیار بلند و پیچیده است؛ ولی لاستیک های 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 ۳۵- 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. لذا توصیه می‌گردد قبل از سوار شدن به خودرو هوای داخل کابین تهویه گردد.



نکته



## ۲- کامپوزیت‌ها

کامپوزیت‌ها، موادی چندجزئی هستند که خواص آن پس از ساخت، از هر کدام از اجزای تشکیل دهنده آن بهتر است. ضمن اینکه اجزای مختلف آن خواص 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 مورد استفاده در صنعت خودرو بیشتر از نوع کامپوزیت‌های زمینه پلیمری هستند. این کامپوزیت‌ها از مواد ترموست و ترموپلاستیک تشکیل شده‌اند که توسط الیاف شیشه یا کربن و هر ماده دیگری، جهت هدف خاصی تقویت می‌شوند.



بدنه سبک و مقاوم خودرو



بدنه کامپوزیتی موتورسیکلت



سپر فایبرگلاس خودرو

شکل ۳۶- کاربرد کامپوزیت در خودرو



شکل ۳۷- مزایای کامپوزیت‌ها

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

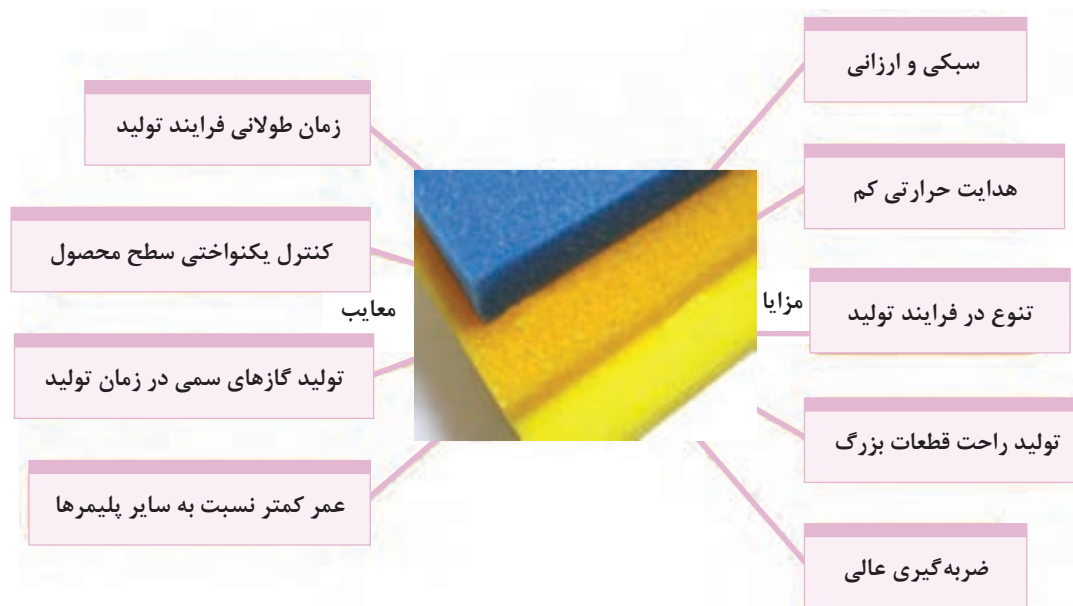


فکر کنید

### ۳- فوم

فوم جسمی است که از دو فاز مختلف گاز و جامد تشکیل شده است. در مورد فوم های پلیمری فاز جامد از پلیمر ساخته شده است و داخل آنها فضای تو خالی کوچکی است که در حین ساخت، توسط گاز در داخل پلیمر ایجاد می شود.

فوم در زبان انگلیسی به معنای کف است و در دانش پلیمر به موادی اطلاق می شود که از یک ماده پلیمری به عنوان بستر و حباب های گاز به عنوان جزء دوم، تشکیل شده است. به طور کلی می توان فوم ها یا اسفنج ها را موادی با ساختار سلولی نامید که چگالی آن به دلیل حضور یک گاز درون بستر پلیمری کاهش یافته است. نوع حباب های (سلول) فوم شدیداً خواص مکانیکی و حرارتی فوم های پلیمری را تغییر می دهد.



شکل ۳۸- مزایا و معایب فوم



فوم در فرمان و سایر قطعات خودرو



فوم در صندلی خودرو

شکل ۳۹- کاربرد فوم در خودرو

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

تجربه کنید

## 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 از طریق جذب فیزیکی (برای مثال نیروهای بین سطحی) و یا جذب شیمیایی به یکدیگر اتصال یابند.



شکل ۴۰- 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 طوری 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 ۴۱- 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</p>	<p>ترموپلاست</p>	<p>چسب سیلیکونی</p>	<p>۴</p>
	<p>ارتعاش‌گیر قطعات بدنه خودرو</p>	<p>الاستومر</p>	<p>چسب پولی اورتان</p>	<p>۵</p>
	<p>پیچ و مهره‌های خودرو در تماس با هوا</p>	<p>ترموست</p>	<p>چسب قفل‌کننده اتصالات (هوازی)</p>	<p>۶</p>
	<p>پیچ و مهره‌های خودرو بدون تماس با هوا</p>	<p>ترموست</p>	<p>چسب قفل‌کننده اتصالات پیچ‌ومهره‌ای (بی‌هوازی)</p>	<p>۷</p>

**نکته ۱:** در برخی پیچ‌ها 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 (گرما، فشار، سیال مرتبط و ارتعاش) به دسته‌بندی گوناگون که با اعداد مختلف روی بسته‌بندی آنها کاربردشان مشخص می‌گردد.



## 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 ذکر شد، هدف اصلی جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی قطعات آهنی است، در پوشش دهی های غیرفلزی 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 از طریق 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 گردد.

**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 گردد. هر چه حرارت بالاتر رود سرعت خشک شدن آنها بیشتر خواهد شد که باید در این مورد به توصیه های شرکت تولیدکننده رنگ توجه داشت.

این نوع رنگ ها با گرم کردن مجدد 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.

جدول ۵- تفاوت رنگ های متالیک و روغنی

## اجزای تشکیل دهنده رنگ

اجزای تشکیل دهنده رنگ را می توان به چهار بخش زیر تقسیم نمود:

- ۱- **رزین:** ماده ای که رنگ دانه ها را به هم متصل کرده و به لایه رنگ جلا و قوام می دهد.
- ۲- **رنگ دانه:** به پودرهای رنگین قابل انحلال در آب یا حلال گویند که پوشش رنگی را ایجاد می کند و به دو گروه معدنی و آلی تقسیم می گردند.
  - ۱-۲- رنگ دانه های معدنی: از کانی های طبیعی تشکیل شده اند مانند فیروزه، عقیق، گل ماش و غیره.
  - ۲-۲- رنگ دانه های آلی: از مواد خام پتروشیمی تهیه می شوند که با توجه به کاربردشان به گروه های زیر تقسیم می شوند.
    - ۱-۲-۱- رنگ دانه های رنگین: این نوع رنگ دانه ها در پوشش نهایی بکار گرفته شده و به رنگ قدرت پوشش می دهند.
    - ۲-۲-۲- رنگ دانه های اضافی یا پرکننده ها: در پوشش میانی استفاده می شود و وظیفه آنها مقاومت در برابر سائیدگی است.
    - ۳-۲-۲- رنگ دانه های ضد زنگ: در مراحل زیرسازی استفاده می شود 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 می شود.

## انواع آسترها و پرکننده ها

رنگ های آستر در پوشش زیرکار، مورد استفاده قرار گرفته و بر روی سطح فلز پاشیده می شوند تا رنگ اصلی به خوبی به سطح فلز خام بچسبد و دوامش بیشتر شود. آسترهای مورد استفاده در صنعت خودروسازی عبارتند از:

### ۱- آستر واش پرایمر (اچ پرایمر)

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

### ۲- آستر میانی

وظیفه این آستر جلوگیری از زنگ زدگی سطح فلز و ایجاد چسبندگی میان آستر واش پرایمر و پوشش های بعدی است این نوع آستر از رنگ دانه های ضدزنگ با کیفیت عالی و رنگ دانه هایی که روغن را بسیار کم به خود جذب می کنند، تشکیل شده و برای پر کردن خش های ظریف سمباده کاری نیز مناسب است.

### ۳- آستر پرکننده

از این نوع آسترها که شامل آستر میانی و آستر سیلر است، می توان به منظور برطرف و پر کردن برخی خش های جزئی باقی مانده از سمباده کاری و بعضی ناهمواری های جزئی استفاده کرد.

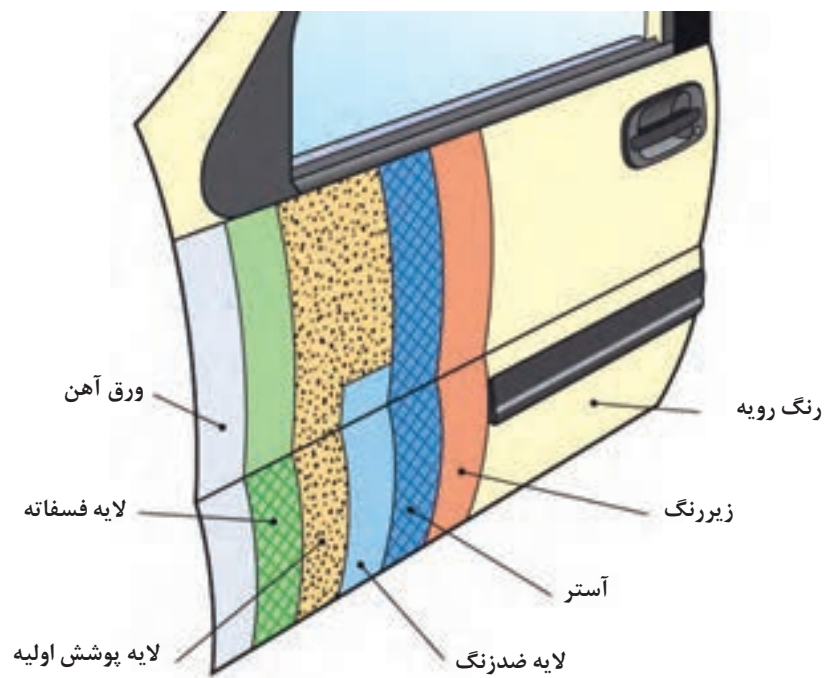
### پرکننده ها (بتونه ها)

از بتونه ها که شامل بتونه سنگی، بتونه فوری و بتونه روغنی است، به منظور پر کردن خش های عمیق و ناهمواری هایی که در سطح فلز و یا رنگ به وجود آمده، استفاده می شود.

### رنگ رویه

از رنگ رویه به منظور زیباسازی سطح نهایی (نما) اتومبیل استفاده می شود که شامل انواع مختلفی از جمله آکرلیک رنگ های نیتروسولولزی، روغنی آکرلیک، لعابی آکرلیک، یورتان آکرلیک و رنگ ملامینی هستند.





شکل ۴۲- لایه های مختلف رنگ

## 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 دباغی و سایر عناصری که در پوست تنه و میوه برخی درختان (مانند مازو) یافت می‌شود، تهیه می‌گردد.

چرم مصنوعی از مواد شیمیایی ساخته و دباغی می‌شود. به طور مثال چرم‌های مصنوعی پی‌وی سی (P.V.C) از ترکیب یک لایه روکش و یک لایه اسفنج از جنس پی‌وی سی که روی پارچه پوشش داده شده، ساخته می‌شود.



چرم طبیعی



صندلی چرمی خودرو



چرم مصنوعی

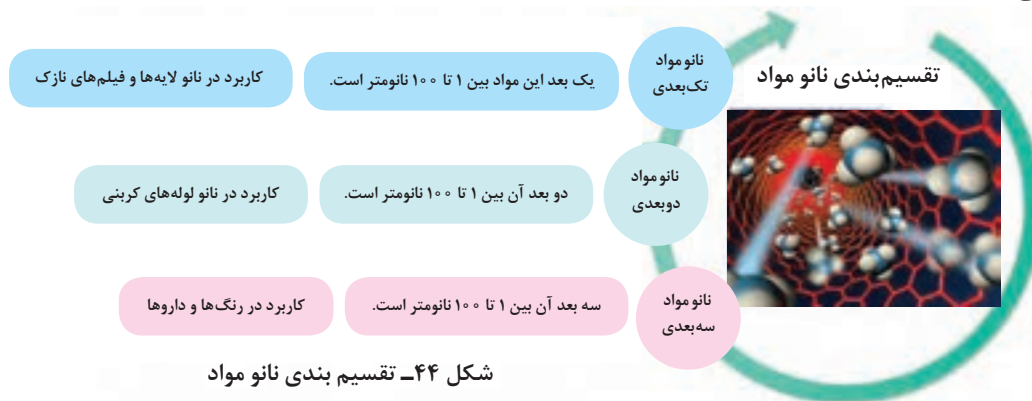
شکل ۴۳- نمونه‌هایی از کاربرد چرم در خودرو

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

تجربه کنید

## نانو مواد

نانو مواد می‌تواند در زمینه‌های وسیعی از کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. از مهم‌ترین خواص 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.



شکل ۴۴- تقسیم‌بندی نانو مواد

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



نکته

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

## کاربرد فناوری نانو در خودروها

- ۱- لاستیک‌های خودرو: موارد استفاده از فناوری نانو در لاستیک، نانو فیلرها و نانو کامپوزیت‌ها است. این مواد به لاستیک‌ها خواص ویژه‌ای می‌بخشد. علاوه بر بهبود خواص فیزیکی باعث افزایش مقاومت سایشی، افزایش استحکام، بهبود خاصیت مکانیکی، افزایش حد پارگی و حد شکستگی نیز می‌گردد.
- ۲- استفاده از فناوری نانو در ضد آب کردن شیشه خودرو: پوشش نانویی در حال تولید است که با اسپری کردن به سطح شیشه فرورفتگی‌های بسیار ریز سطح آن را پر کرده و سطح صاف و بدون پستی و بلندی ایجاد می‌کند، در نتیجه قطرات ریز آب و گرد و غبار روی شیشه باقی نمی‌ماند و موجب افزایش دید راننده، استهلاک کمتر برف پاک‌کن‌ها و نیاز کمتر به شست و شوی شیشه و بهبود دید در شب به خاطر کاهش انعکاس نور می‌شود.
- ۳- رنگ خودرو: استفاده از نانو تکنولوژی در رنگ باعث افزایش کیفیت رنگ و کاهش مصرف آن می‌گردد. استفاده از فناوری نانو باعث ایجاد خواصی مانند افزایش ضد خوردگی، افزایش چسبندگی، سازگاری با محیط زیست، صاف و براق بودن سطح رنگ می‌شود.
- ۴- استفاده از نانو مواد در روغن‌ها و روان کننده‌ها: بعضی از نانو مواد معدنی، می‌توانند به عنوان روان کننده استفاده شوند. این روغن‌ها نسبت به روغن‌های متداولی که دارای افزودنی‌های روان کننده هستند، خاصیت روان کنندگی بسیار مؤثرتری دارند. از طرفی این مواد نسبت به روغن‌های قدیمی خوردگی و فرسایش کمتری را در سطح تماس قطعات ایجاد می‌کنند.
- ۵- در مخازن ذخیره هیدروژن برای پیل‌های سوختی: با استفاده از نانو لوله‌های کربنی در این مخازن می‌توان مقدار زیادی هیدروژن را در فضای کم ذخیره کرد و استفاده از نانو لوله‌های کربنی در الکترودهای این پیل امکان تبادل الکترون بیشتری را فراهم می‌آورد.

## 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. عمده کاربرد هوا در سیستم‌های صنعتی با فشرده سازی آن صورت می‌گیرد. در خودرو هوای فشرده عموماً 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 ۴۵- کاربرد هوا در خودرو

## ۲- گازهای هالوژن

این گازها در بین غیرفلزات فعال ترین به شمار می روند به طوری 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. عناصر این گروه شامل فلوئور، کلر، برم، ید، استاتین (Astatin) می باشند. فلوئور و کلرگاز، 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 لامپ ها استفاده می شود.



شکل ۴۶- لامپ های هالوژن خودرو

## ۳- گازهای نجیب یا بی اثر

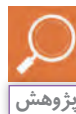
عنصرهای هلیوم، نئون، آرگون، کریپتون، زنون (گزنون)، رادون گازهای نجیب نامیده می شوند که بی اثر، بی بو و بی رنگ هستند. و در دمای اتاق به صورت گاز تک اتمی بوده و به مقادیر کم در اتمسفر یافت می شوند. در بین این گازها، رادون، رادیواکتیو است و خطرناک می باشد. از گاز نئون در پر کردن لامپ های الکتریکی، لامپ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

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

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

## ۴- گاز اکسیژن

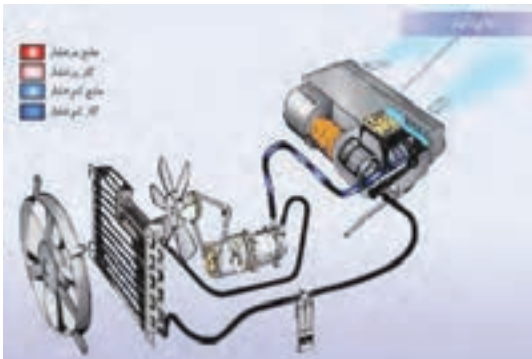
اکسیژن عنصری گازی شکل، بی بو، بی مزه و بی رنگ است. این ماده در پوسته زمین به صورت اکسید فلزات یافت می شود و در جو زمین به صورت آزاد مولکولی وجود دارد و باعث زندگی موجودات زنده می شود. اکسیژن در دمای  $182/9$ - درجه سانتی گراد در فشار جو یا تحت فشار حدود  $200$  اتمسفر در دمای نرمال (بین  $20$  تا  $25$  درجه سانتی گراد) به مایع تبدیل می شود. رنگ آن در حالت مایع، آبی روشن است. اگر دما تا  $218/4$ - درجه سانتی گراد پایین بیاید، اکسیژن مایع به صورت جامد در می آید. اکسیژن مایع به عنوان سوخت سفینه های فضایی استفاده می شود.



## ۵- گازهای مبرد

ماده ای که در یک چرخه سرمایشی تراکمی - تبخیری، برای ایجاد سرما بکار می رود، مبرد گویند.

در اغلب چرخه‌های تبریدی (سرمایشی) مبرد، چرخه تغییر فاز از مایع به گاز و برعکس را به طور پی در پی طی می کند که همین تغییر فاز باعث جذب گرما در مبرد و انتقال آن از محیط تبریدی به بیرون از آن می شود. از سیالات مبردی که در چنین فرایندهایی شرکت می کنند می توان به هیدروفلوئوروکربن (R134a) که امروزه به دلیل گازهای گلخانه‌ای و تخریب لایه اوزون جایگزین گاز کلروفلوئوروکربن (R12) شده است، اشاره کرد. شکل ۴۷ کاربرد گازهای مبرد در کولر خودرو را نشان می دهد.



شکل ۴۷- استفاده از گاز مبرد در کولر خودرو

## 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) که به عنوان سوخت در خودروها استفاده می شود.

### ۱- ۶- گاز طبیعی فشرده (CNG)

این نوع سوخت در طبیعت وجود دارد و متان  $CH_4$  بیش از ۸۰ درصد آن را تشکیل می دهد. بقیه آن را هیدروکربورهای سنگین تر مانند اتان  $C_2H_6$ ، پروپان  $C_3H_8$  و نیتروژن تشکیل می دهد. ناخالصی هایی به میزان ۱ درصد ممکن است در آن وجود داشته باشد. شناخته شده ترین سوخت‌های گازی متان، اتان، پروپان و بوتان هستند. این گازها سبک ترین و فرارترین گازهای سوختی کربنی هستند.

با توجه به فراوانی منابع گاز، کیفیت مطلوب سوختن و کم بودن میزان آلاینده خروجی و نهایتاً قیمت ارزان آن نسبت به سایر منابع انرژی، به عنوان اصلی ترین 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، 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 ای ان جی (ANG) جذب گاز طبیعی روی جاذب های صنعتی ذخیره سازی گاز است که هم در داخل خودرو و هم در انتقال گاز به عنوان جایگزین روش سی ان جی کاربرد دارد. گاز ذخیره شده به این روش در مقایسه با سی ان جی فشار پایینی در حدود ۳۵ بار (bar) داشته و مخزن می تواند به هر اندازه در هر قسمت از خودرو قرار گیرد و خطرات فشار ۲۰۰ بار در سی ان جی (CNG) را نداشته باشد.



دانشنی‌ها

## ۲-۶- گاز مایع (LPG)

گاز مایع که به صورت مخفف ال پی جی (LPG) نامیده می شود عمدتاً 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 گردد باعث بیهوشی خواهد شد. به منظور آگاهی از نشت گاز مایع ترکیبات گوگرد دار ( $H_2S$ ) 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. جهت 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 عمدتاً 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



شکل ۴۸- مزایای سوخت های مایع



شکل ۴۹- خودرو با سوخت بنزین

### بنزین

بنزین از پالایش نفت خام و تقطیر آن و یا قطران ذغال سنگ به همراه مواد افزودنی برای بهبود خواص 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 جهت ذخیره سازی 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 می‌گردد. چگالی بنزین ۰/۷۱۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که همیشه روی آب شناور می‌ماند، به همین علت آب ابزار خوبی برای خاموش کردن آتش بنزین نیست.



### گازوئیل



شکل ۵۰- خودرو با سوخت گازوئیل

گازوئیل نیز از پالایش نفت خام به دست می‌آید و به لحاظ مصرف در خودرو بعد از بنزین دومین جایگاه را به خود اختصاص داده است. این سوخت در مقایسه با بنزین ارزان تر و ایمن تر است و دارای چگالی انرژی بالاتری است. در سوخت گازوئیل عدد ستان که یک معیار اندازه‌گیری جهت نشان دادن زمان تأخیر احتراق سوخت است نسبت به سوخت‌های دیگر مورد استفاده در موتورهای درون سوز، 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 NOX و PM مربوط به آن زیاد است. برای کنترل انتشار آلاینده‌ها در گازوئیل، محتوی گوگرد در سوخت را کاهش می‌دهند که در نتیجه انتشار SO<sub>۲</sub> و PM به طرز چشمگیری کاهش پیدا می‌کند. از گازوئیل در تمام خودروهای سنگین و نیمه سنگین و سواری استفاده می‌شود که برای ذخیره سازی گازوئیل در خودرو از مخازن فلزی استفاده می‌شود.

در صورتی که دو خودرو 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 ۵۱- 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 بر می‌گردد.

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 حمل و نقل استفاده کرد. از منابع اولیه سوخت‌های زیستی می‌توان به ضایعات چوبی، تفاله‌های محصولات کشاورزی، نیشکر، غلات، روغن گیاهان و سبزیجات اشاره کرد.



بیودیزل یکی از انواع سوخت های گیاهی است که می توان آن را از روغن های گیاهی و چربی حیوانات تولید و از آن به جای گازوئیل در موتورهای گازوئیلی استفاده کرد. بیودیزل از ترکیب شیمیایی روغن های گیاهی یا حیوانی با هیدروکسید سدیم و متانول (یا اتانول) حاصل می شود. اتانول زیستی نوعی سوخت الکی جایگزین برای بنزین است که از محصولات نشاسته ای و قندی مانند گندم، ذرت، نیشکر و چغندر قند تولید می شود.

مصرف سوخت های زیستی چه تأثیری بر محیط زیست دارد؟



فکر کنید

در مورد انواع سوخت های زیستی و روش تولید آنها پژوهش کنید.



پژوهش

### آب مقطر

آبی است که ناخالصی آن به شیوه های مختلف گرفته شده باشد. معمولاً در آب طبیعی حجم بالایی از نمک های محلول، کربنات ها و غیره وجود دارد. وجود ناخالصی ها در آب باعث ایجاد رسوب در رادیاتور خودرو و مسیر خنک کاری بدنه موتور می شود که این عمل باعث کاهش عمر مفید و راندمان سیستم خنک کاری خودرو می گردد. آب مقطر در باتری اسیدی و سیستم خنک کاری خودروها استفاده می شود.

روش های ساده تهیه آب مقطر عبارت اند از:

- جوشاندن و تقطیر کردن

با استفاده از جست و جو در اینترنت در مورد روش های عبور آب از روی مواد شیمیایی و استفاده از فیلتر برای تهیه آب مقطر جست و جو کنید.



پژوهش



شکل ۵۲- آب مقطر

مصرف روزانه آب مقطر به طور مستمر به دلیل نداشتن الکترولیت ها (سدیم، پتاسیم و کلراید) و مواد معدنی مانند منیزیم خطرناک است، زیرا کمبود این عناصر می تواند باعث بی نظمی در ضربان قلب و فشارخون بالا شود. پخت غذاها با آب مقطر، مواد معدنی را از آنها خارج می کند و ارزش مواد مغذی را پایین می آورد.



نکته

### ضد یخ - ضد جوش

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

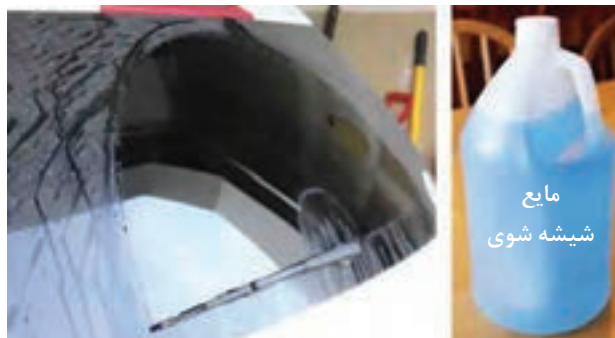
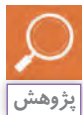


شکل ۵۳- خواص مایع خنک کننده

### مایع شیشه شوی

برای تمیز نگه داشتن و پاک کردن چربی و گرد و غبار از روی شیشه خودرو از مایع شیشه شوی استفاده می‌شود که علاوه بر تمیز کردن، مانع از یخ زدن شیشه و آب درون مخزن آب پاش تا دمای ۲۰- درجه می‌شود. از دیگر مزایای استفاده از مایع شیشه شوی عدم خزه بستن 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 ۵۴- مایع شیشه شوی



استفاده از شیشه شوی‌های نامناسب احتمال خراب شدن لاستیک تیغه برف‌پاک‌کن رنگ خودرو را در پی خواهد داشت.

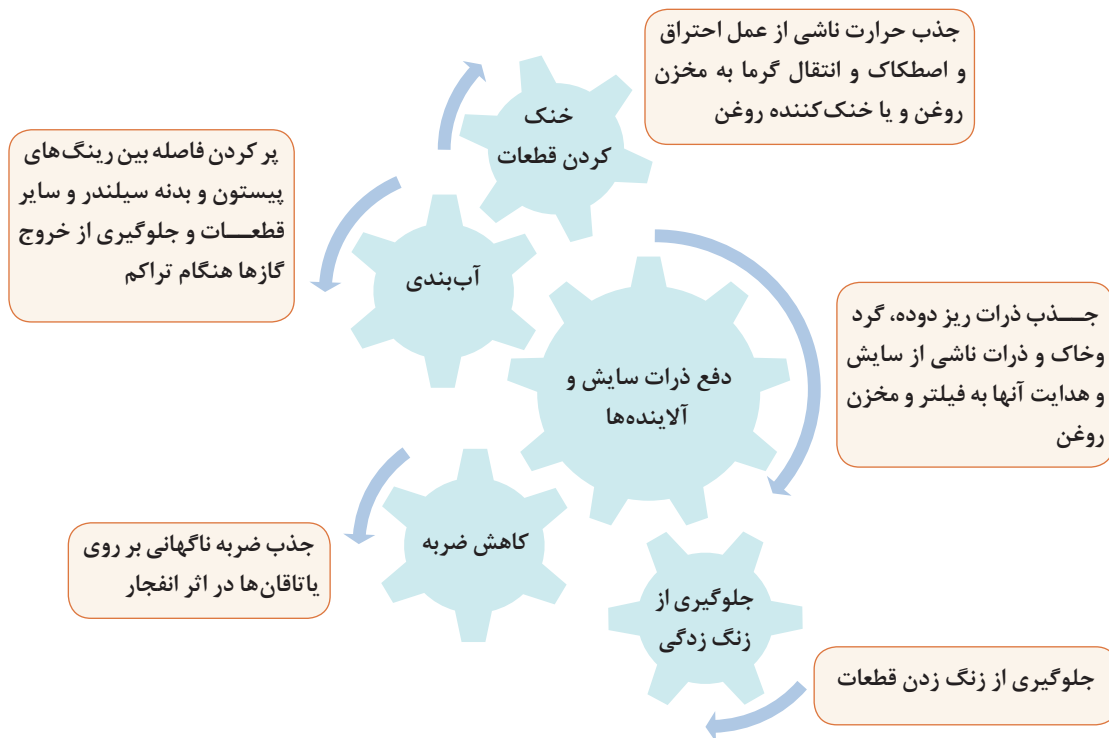
### روان کارهای قطعات

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 بر روی سطوح جلوگیری کند را 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 عمل روانکاری هستند. امروزه برای یک روانکاری مناسب علاوه بر موارد ذکر 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 ۵۵- وظایف روانکار در موتور

### انواع روانکار

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

#### روانکارهای گازی

در مواقعی که درجه حرارت فوق العاده بالا (۸۰۰ درجه سانتی گراد و بالاتر) یا پایین (حدود ۲۰۰- درجه سانتی گراد) است، روانکارهای گازی به کار می‌روند.

#### روانکارهای جامد

در بعضی از موارد که هدف انتقال الکتریسیته توأم با حرکت مکانیکی و اصطکاک می‌باشد، جهت کاهش اصطکاک دو قطعه‌ای که در تماس با هم هستند از گرافیت که خاصیت رسانایی خوبی هم دارد، استفاده می‌شود.

#### روانکارهای مایع

عموماً روانکارهای مایع به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

الف) روغن‌ها

ب) گریس‌ها

#### روغن‌ها

روغن‌های موتور معمولاً به سه گروه ۱- معدنی ۲- سنتتیک ۳- نیمه سنتتیک دسته‌بندی می‌شوند. هر سه نوع روغن‌های فوق‌الذکر 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 تفکیک روی نفت خام و حداکثر یک واکنش شیمیایی کنترل شده حاصل می‌گردند. 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 ۵۶- روانکار مایع خودرو

## گریس‌ها

گریس محصولی است که از افزودن یک عامل سفت کننده در روانکار مایع به دست می آید. در شکل ۵۷ مزایا و معایب گریس‌ها مشخص گردیده است.



شکل ۵۷- مزایا و معایب گریس‌ها نسبت به روانکارهای مایع

## مایع ترمز

مایع ترمز، سیالی غیرقابل تراکم است که جهت انتقال فشار در سیستم ترمز به کار می رود.



شکل ۵۸- 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 می آید و خاصیت خود را از دست می دهد. نقطه جوش معمول این روغن‌ها بیش از ۱۸۵ درجه سانتی گراد است. این روغن‌ها در ایران در دو استاندارد دات ۳ (DOT3) و دات ۴ (DOT4) (زرد و آبی) تولید و مصرف می شوند.

در مورد دلایل فاسد شدن روغن ترمز و نیاز به تعویض کردن آن پژوهش کنید.



پژوهش

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



نکته

### مایع هیدرولیک فرمان

مایع هیدرولیک فرمان سیالی است که جهت انتقال فشار در سیستم فرمان های هیدرولیک خودروها استفاده می شود.



شکل ۵۹- مایع هیدرولیک فرمان

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



نکته

جدول زیر را کامل کنید:

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



کار کلاسی

## ارزشیابی شایستگی

### کاربرد مواد در خودرو

شایستگی	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نمره شایستگی	شاخص تحقق
کسب توانایی شناخت مواد و نحوه به کارگیری اطلاعات مربوطه	به کارگیری اطلاعات شناخت مواد در فرایند تعمیرات	۳	انتخاب صحیح قطعات و لوازم یدکی با استفاده از شناخت مواد
		۲	به کارگیری ابزار مناسب در هنگام کار با قطعات با توجه به جنس مواد مربوطه
		۱	عدم 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			

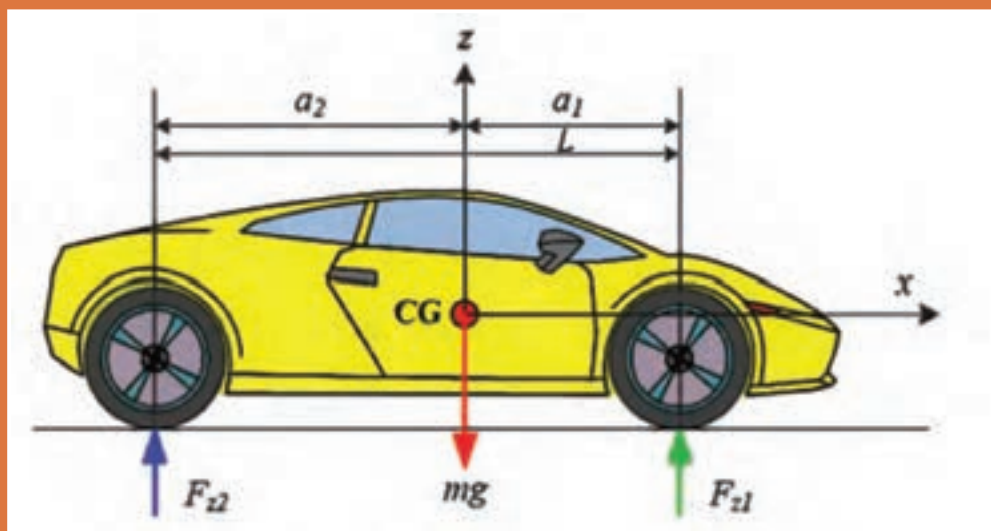
زمانی هنرجو شایستگی کسب می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را اخذ کند.

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



## پودمان ۴

### اصول و مبانی کاربردی در خودرو



## واحدها و کمیت ها

در علوم مهندسی کمیت های مختلف از قبیل نیرو، جرم، شتاب و دما وجود دارند که برای اندازه گیری آنها نیاز به یکاهای یکسانی است؛ به عنوان مثال پیستونی که با قطر 100 mm در آلمان ساخته می شود با پیستونی که در مکانی دیگر با همین قطر (100 mm) ساخته می شود باید برابر باشد. در غیر این صورت موتور و اجزای آن با یکدیگر مونتاژ نخواهند شد؛ به عبارت دیگر 100 میلی متر آلمان باید با 100 میلی متر سایر کشورها مانند ایتالیا، ژاپن کاملاً برابری داشته باشد. به همین منظور از سیستم های یکای بین المللی استفاده می شود.

یکی از سیستم های اندازه گیری، سیستم بین المللی (SI) است که از عبارت International system of units گرفته شده است و در زبان فرانسوی به معنی دستگاه بین المللی یکاها است. این سیستم به سیستم متریک معروف است. بین المللی شدن دستگاه متریک از سال 1875 میلادی از پیمان نامه ای که بین هفده کشور امضا شد، آغاز گردید.

یکاهای سیستم متریک به دو دسته یکاهای اصلی یا اولیه و یکاهای فرعی یا ثانویه تقسیم شده اند، که یکاهای فرعی با استفاده از یکاهای اصلی ایجاد می شوند. جدول 1 نمونه ای از کمیت های اصلی سیستم SI و واحدهای آنها را نشان می دهد.

با کمک کتاب فیزیک جدول زیر را کامل کنید. (یا کتاب همراه هنر جو)



کار کلاسی

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

جدول 1- یکاهای اصلی سیستم SI

در کنار سیستم بین المللی SI سیستم های اندازه گیری دیگری نیز وجود دارند که از نظر فراوانی در استفاده کمتر از سیستم SI می باشند، اما در برخی از کشورها مورد استفاده قرار می گیرند و از این جمله می توان به سیستم اندازه گیری انگلیسی اشاره کرد که در کشورهایی مثل انگلیس و آمریکا کاربرد دارد. از این رو شناسایی این واحد اندازه گیری در رابطه آنها با سیستم SI لازم است، جدول 2 نمونه هایی از یکاهای مختلف طول در واحد SI و انگلیسی (UK) تبدیل آنها به یکدیگر را نشان می دهد.

میلی متر mm	سانتی متر cm	متر m	کیلومتر km	اینچ in	فوت ft	یارد yd	مایل mi
۱	۰/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۳۹۳۷	۰/۰۰۳۲۸۱	۰/۰۰۱۰۹۴	$۶/۲۱ \times ۱۰^{-۷}$
۱۰	۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۳۹۳۷۰۱	۰/۰۳۲۸۰۸	۰/۰۱۰۹۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۶
۱۰۰۰	۱۰۰	۱	۰/۰۰۱	۳۹/۳۷۰۰۸	۳/۲۸۰۸۴	۱/۰۹۳۶۱۳	۰/۰۰۰۰۶۲۱
۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۳۹۳۷۰/۰۸	۳۲۸۰/۸۴	۱۰۹۳/۶۱۳	۰/۶۲۱۳۷۱
۲۵/۴	۲/۵۴	۰/۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۰۲۵	۱	۰/۰۸۳۳۳۳	۰/۰۲۷۷۷۸	۰/۰۰۰۰۰۱۶
۳۰۴/۸	۳۰/۴۸	۰/۳۰۴۸	۰/۰۰۰۰۳۰۵	۱۲	۱	۰/۳۳۳۳۳۳	۰/۰۰۰۰۱۸۹
۹۱۴/۴	۹۱/۴۴	۰/۹۱۴۴	۰/۰۰۰۰۹۱۴	۳۶	۳	۱	۰/۰۰۰۰۵۶۸
۱۶۰۹۳۴۴	۱۶۰۹۳۴/۴	۱۶۰۹۳۴۴	۱/۶۰۹۳۴۴	۶۳۳۶۰	۵۲۸۰	۱۷۶۰	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 واحد های زیر تبدیل کنید.  
الف) میلی متر  
ب) فوت  
ج) سانتی متر



کار کلاسی

با مراجعه به کارگاه قطر تایرهای خودروهای موجود در کارگاه را اندازه گیری کرده سپس جدول زیر را کامل کنید.



پژوهش

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

میلی متر مربع mm <sup>۲</sup>	سانتی متر مربع cm <sup>۲</sup>	متر مربع m <sup>۲</sup>	اینچ مربع in <sup>۲</sup>	فوت مربع ft <sup>۲</sup>	یارد مربع yd <sup>۲</sup>
۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱۵۵	۰/۰۰۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱
۱۰۰	۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۵۵	۰/۰۰۰۱۰۷۶	۰/۰۰۰۰۱۲
۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۱۵۵۰/۰۰۰۳	۱۰/۷۶۳۹۱	۱/۱۹۵۹۹
۶۵۴/۱۶	۶/۴۵۱۶	۰/۰۰۰۰۶۴۵	۱	۰/۰۰۰۶۹۴۴	۰/۰۰۰۰۷۷۲
۹۲۹۰۳	۹۲۹/۰۳۰۴	۰/۰۹۲۹۰۳	۱۴۴	۱	۰/۱۱۱۱۱۱
۸۳۶۱۲۷	۸۳۶۱/۲۷۴	۰/۸۳۶۱۲۷	۱۲۹۶	۹	۱

جدول ۳- واحدهای سطح و روابط تبدیل آنها به یکدیگر



کار کلاسی



شکل ۲

قطر پیستون موتور برای ۱۰ سانتی متر است، مساحت این پیستون را در واحدهای زیر محاسبه کنید:

الف) میلی متر مربع

پاسخ: .....

ب) اینچ مربع

پاسخ: .....

سانتی متر مکعب	متر مکعب	لیتر	اینچ مکعب	فوت مکعب	گالن (us)	گالن (عمومی)	بشکه (نفت)
cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	ltr	in <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	US gal	Imp. gal	US brl
۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۱۰۲۴	۰/۰۰۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۲۶۴	۰/۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰۶
۱۰۰۰۰۰۰	۱	۱۰۰۰	۶۱۰۲۴	۳۵	۲۶۴	۲۲۰	۶/۲۹
۱۰۰۰	۰/۰۰۱	۱	۶۱	۰/۰۳۵	۰/۲۶۴۲۰۱	۰/۲۲	۰/۰۰۰۶۲۹
۱۶/۴	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۰۱۶۳۸۷	۱	۰/۰۰۰۵۷۹	۰/۰۰۴۳۲۹	۰/۰۰۳۶۰۵	۰/۰۰۰۱۰۳
۲۸۳۱۷	۰/۰۲۸۳۱۷	۲۸۳۱۶۸۵	۱۷۲۸	۱	۷/۴۸۱۳۳۳	۶/۲۲۹۷۱۲	۰/۱۷۸۱۲۷
۳۷۸۵	۰/۰۰۳۷۸۵	۳/۷۹	۲۳۱	۰/۱۳	۱	۰/۸۳۲۷۰۱	۰/۰۲۳۸۱
۴۵۴۵	۰/۰۰۴۵۴۵	۴/۵۵	۲۷۷	۰/۱۶	۱/۲۰	۱	۰/۰۲۵۹۳
۱۵۸۹۷۰	۰/۱۵۹۷	۱۵۹	۹۷۰۱	۶	۴۲	۳۵	۱

جدول ۴- واحدهای حجم و روابط تبدیل آنها به یکدیگر

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

الف) لیتر پاسخ: .....

ب) متر مکعب پاسخ: .....



کار کلاسی

اونس	پوند	تن بزرگ	تن کوچک	تن متریک	کیلوگرم	گرم
oz	lb	Lton	shton	tonne	kg	g
۰/۰۳۵۲۷۳	۰/۰۰۲۲۰۵	۹/۸۴e-۰۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۱
۳۵/۲۷۳۳۷	۲/۲۰۴۵۸۶	۰/۰۰۰۹۸۴	۰/۰۰۱۱۰۲	۰/۰۰۱	۱	۱۰۰۰
۳۵۲۷۳/۳۷	۲۲۰۴/۵۸۶	۰/۹۸۴۲۵۲	۱/۱۰۲۲۹۳	۱	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
۳۲۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۸۹۲۹۱۳	۱	۰/۹۰۷۲	۹۰۷/۲	۹۰۷۲۰۰
۳۵۸۳۷/۷۴	۲۲۳۹/۸۵۹	۱	۱/۱۱۹۹۲۹	۰/۰۱۶	۱۰۱۶	۱۰۱۶۰۰۰
۱۶	۱	۰/۰۰۰۴۴۶	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴۵۴	۰/۴۵۳۶	۴۵۳/۶
۱	۰/۰۶۲۵	۰/۰۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰۰۳۱	۰/۰۰۰۰۲۸	۰/۰۲۸۳۵	۲۸

جدول ۵- واحدهای جرم و روابط تبدیل آنها به یکدیگر



کار کلاسی

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

الف) کیلوگرم پاسخ : .....

ب) پوند پاسخ : .....

بار	پوند / اینچ مربع	کیلو پاسکال	مگا پاسکال	کیلوگرم نیرو / سانتی متر مربع	میلی متر جیوه	اتمسفر
bar	psi	kPa	MPa	kgf/cm <sup>2</sup>	mm Hg	atm
۱	۱۴/۵۰۳۲۶	۱۰۰	۰/۱	۱/۰۱۹۶۸	۷۵۰/۰۱۸۸	۰/۹۸۷۱۶۷
۰/۰۶۸۹۵	۱	۶/۸۹۵	۰/۰۰۶۸۹۵	۰/۰۷۰۳۰۷	۵۱/۷۱۳۷۹	۰/۰۶۸۰۶۵
۰/۰۱	۰/۱۴۵۰	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰۲۰	۷/۵۰۰۲	۰/۰۰۹۸۷
۱۰	۱۴۵/۰۳	۱۰۰۰	۱	۱۰/۱۹۷	۷۵۰۰/۲	۹/۸۷۱۷
۰/۹۸۰۷	۱۴/۲۲۳۳۵	۹۸/۰۷	۰/۰۹۸۰۷	۱	۷۳۵/۵۴۳۴	۰/۹۶۸۱۱۵
۰/۰۰۱۳۳۳	۰/۰۱۹۳۳۷	۰/۱۳۳۳۳	۰/۰۰۰۱۳۳	۰/۰۰۱۳۶	۱	۰/۰۰۱۳۱۶
۱/۰۱۳	۱۴/۶۹۱۸۱	۱۰/۱۳	۰/۱۰۱۳	۱/۰۳۲۹۳۶	۷۵۹/۷۶۹	۱

جدول ۶- واحدهای فشار و روابط تبدیل آنها به یکدیگر



شکل ۳- فشارسنج باد تایر

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؟



کار کلاسی

ثانیه / متر	دقیقه / متر	ساعت / کیلومتر	ثانیه / فوت	دقیقه / فوت	ساعت / مایل
m/s	m/min	km/h	ft/s	ft/min	mi/h
۱	۵۹/۹۸۸	۳/۵۹۹۷۱۲	۳/۲۸۰۸۴	۱۹۶/۸۵۰۴	۲/۳۳۷۱۳۶
۰/۰۱۶۶۷	۱	۰/۰۶۰۰۰۷	۰/۰۵۴۶۹۲	۳/۲۱۴۹۶	۰/۰۳۷۲۹۳
۰/۲۷۷۸	۱۶/۶۶۴۶۷	۱	۰/۹۱۱۴۱۷	۵۴/۶۸۵۰۴	۰/۶۲۱۴۷۷
۰/۳۰۴۸	۱۸/۲۸۴۳۴	۱/۰۹۷۱۹۲	۱	۶۰	۰/۶۸۱۸۷۹
۰/۰۰۵۰۸	۰/۳۰۴۷۳۹	۰/۰۱۸۲۸۷	۰/۰۱۶۶۶۷	۱	۰/۰۱۱۳۶۵
۰/۴۴۷	۶۸/۸۱۴۶۴	۱/۶۰۹۰۷۱	۱/۴۶۶۵۳۵	۸۷/۹۹۲۱۳	۱

جدول ۷- واحدهای سرعت و روابط تبدیل آنها به یکدیگر

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 : .....



کار کلاسی

نیوتن متر	کیلوگرم متر	فوت پوند	اینچ پوند
Nm	kgfm	ftlb	inlb
۱	۰/۱۰۱۹۷۲	۰/۷۳۷۵۶۱	۸/۸۵۰۷۳۲
۹/۸۰۶۶۵	۱	۷/۲۳۳۰۰۳	۸۶/۷۹۶۰۳
۱/۳۵۵۸۲	۰/۱۳۸۲۵۵	۱	۱۲
۰/۱۱۲۹۸۵	۰/۰۱۱۵۲۱	۰/۰۸۳۳۳۳	۱

جدول ۸- واحدهای گشتاور و روابط تبدیل آنها به یکدیگر

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 : .....



کار کلاسی



شکل ۴- گشتاور لازم برای سفت کردن چرخ

تبدیل درجه فارنهایت به سانتی گراد	$(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$
تبدیل درجه کلونین به سانتی گراد	$(^{\circ}\text{K} - 273/15)$
تبدیل درجه سانتی گراد به فارنهایت	$(^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5}) + 32$
تبدیل درجه کلونین به فارنهایت	$(\text{K} \times 1/1.8) - 459/67$
تبدیل درجه سانتی گراد به کلونین	$(^{\circ}\text{C} + 273/15)$
تبدیل درجه فارنهایت به کلونین	$(^{\circ}\text{F} + 459/67) \div 1/1.8$

جدول ۹- واحدهای دما و روابط تبدیل آنها به یکدیگر

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) کلونین پاسخ : .....

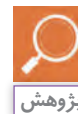


کار کلاسی

## اجزا و اضعاف

گاهی واحدهای استاندارد برای نمایش یک کمیت بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک هستند؛ به عنوان مثال 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 نمونه‌هایی از اجزا و اضعاف مورد استفاده در علوم مهندسی را نشان می‌دهد.

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



ضرایب اعشاری واحدها، محاسبه بهره							
طبق DIN ۱۳۰۱-۱ (۲۰۰۲-۱۰)				ضرایب اعشاری واحدها			
ریاضی			واحد SI				
توان ده	نام	مقدار عددی	پیشوند		مثال		
			نام	علامت	واحد	معنی	
۱۰ <sup>۱۸</sup>	کونیتلیون / تریلیون	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰		E	Em	۱۰ <sup>۱۸</sup>	Meter
۱۰ <sup>۱۵</sup>	کواردلیون / بیلینارد	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰			Pm	۱۰ <sup>۱۵</sup>	Meter
۱۰ <sup>۱۲</sup>	ترولیون / بیلیون	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		k	kN	۱۰ <sup>۳</sup>	Newton
۱۰ <sup>۲</sup>	صد	۱۰۰ ۰۰	هکتو		hl	۱۰ <sup>۲</sup>	Liter
۱۰ <sup>۱</sup>	ده	۱۰ ۰	دکا		dam	۱۰ <sup>۱</sup>	Meter
۱۰ <sup>۰</sup>	یک	۱	-	-	m	۱۰ <sup>۰</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۱</sup>	یک‌دهم	۰/۱		d	dm	۱۰ <sup>-۱</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۲</sup>	یک‌صدم	۰/۰۱	ساتی	c	cm	۱۰ <sup>-۲</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۳</sup>	یک‌هزارم	۰/۰۰۱		m	mV	۱۰ <sup>-۳</sup>	Volt
۱۰ <sup>-۶</sup>	یک‌میلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۱	میکرو		μA	۱۰ <sup>-۶</sup>	Ampere
۱۰ <sup>-۹</sup>	یک‌میلیاردم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱		n	nm	۱۰ <sup>-۹</sup>	Meter
۱۰ <sup>-۱۲</sup>	یک‌بیلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	پیکو	p	pF	۱۰ <sup>-۱۲</sup>	Farad
۱۰ <sup>-۱۵</sup>	یک‌بیلیناردم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	فمنو	f	fF	۱۰ <sup>-۱۵</sup>	Farad
۱۰ <sup>-۱۸</sup>	یک‌تریلیونیم	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	آتو	a	am	۱۰ <sup>-۱۸</sup>	Meter

جدول ۱۰- اجزا و اضعاف

مثال: جرم سوپاپ دود موتوری برابر ۱۸۲ gr (گرم) و حجم آن ۲۲۹۵۷ mm<sup>۳</sup> (میلی متر مکعب) است. چگالی آلیاژ این سوپاپ را محاسبه کنید.

$$182g = 182 \times 10^{-3} Kg$$

$$22957 mm^3 = 22957 \times 10^{-9} m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{182 \times 10^{-3}}{22957 \times 10^{-9}} \left[ \frac{Kg}{m^3} \right]$$

$$= \frac{182 \times 10^{-3} \times 10^9}{22957} = \frac{182 \times 10^6}{22957} = 7927.86 \frac{Kg}{m^3}$$

چگالی: ρ

m: جرم بر حسب (kg)

V: حجم بر حسب (m<sup>۳</sup>)





کار کلاسی

ابعاد یک باک مکعب مستطیل برابر  $600 \text{ mm}$ ،  $30 \text{ cm}$  و  $0.5 \text{ m}$  است. حجم این باک چند لیتر است؟

پاسخ : .....



پژوهش

در صورت وجود باک در کارگاه طول و عرض و ارتفاع آن را به صورت تقریبی اندازه گرفته و حجم آن را محاسبه 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  $133$  در حالت پایه  $9192631770$  بار نوسان می کند. از یکاهای دیگر زمان می توان به دقیقه، ساعت و روز به صورت ضرب هایی از ثانیه اشاره کرد. یک دقیقه  $60$  ثانیه است و آن را با min نشان می دهند.

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

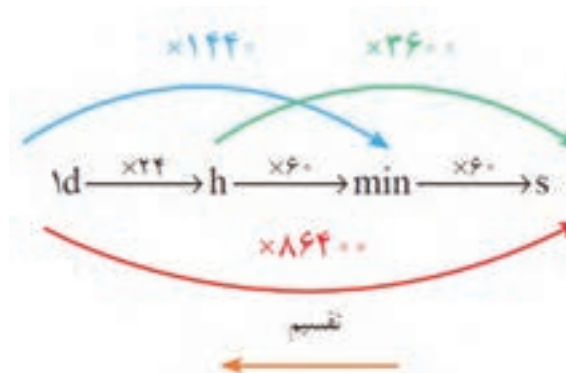
یک ساعت  $60$  دقیقه است و آن را با h نشان می دهند.

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

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.



برای تبدیل یکاهای کوچکتر به بزرگتر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.



نکته



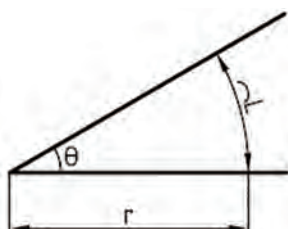
زمان ۴ ساعت و ۱۸ دقیقه و ۱۲ ثانیه را برحسب یکاهای زیر به دست آورید:

- 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 ناحیه ای از صفحه گفته می شود که بین دو نیم خطی که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم خط رأس یا گوشه گویند.



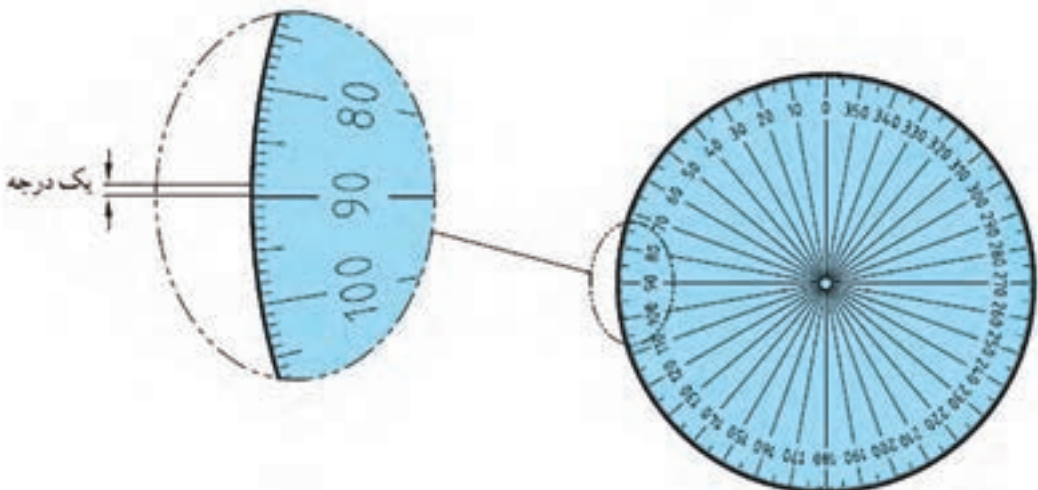
شکل ۵- زاویه

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

برای نمایش درجه از علامت ° استفاده می شود.

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 می نامند (شکل ۶).

$$\text{یک درجه} = \text{زاویه مرکزی مقابل به} \frac{\text{محیط دایره}}{۳۶۰}$$



شکل ۶- اندازه درجه نسبت به محیط دایره

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

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

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

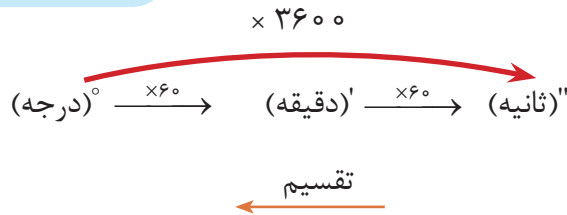
$$1^\circ = 1'' = \frac{1}{60} \times 1' = \frac{1}{3600} \times 1^\circ$$

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

$$1^\circ = 60' = 3600''$$

به عبارتی:

تبدیل اجزای زاویه



در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک تر به بزرگ تر، از عمل تقسیم در جهت عکس نمودار استفاده می شود. **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)

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

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

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

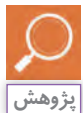
$$\frac{35''}{9755''} =$$

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

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

۲- گردش  $360^\circ$  درجه باعث حرکت ..... cm شیشه می شود.

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



## حرکت

هرگاه محل استقرار جسم تغییر کند می‌گوییم آن جسم حرکت کرده است؛ به عبارت دیگر عملی که با آن جسمی از مکانی به مکان دیگر عبور می‌کند. 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 ۷- انواع حرکت

در فصل 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 یکاهای دیگری نیز داشته باشد، به طور مثال یکاهای سرعت بر حسب نیاز در جدول ...، 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 جرثقیل‌ها	$\frac{\text{m}}{\text{min}}$
سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی	$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$

جدول ۱۱- یکاهای سرعت

تبدیل یکاهای سرعت به یکدیگر را می توان به صورت زیر بیان کرد.

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

### حرکت دایره ای

حرکت دایره ای یک جسم حول محور خودش را حرکت دورانی گویند و تعداد دوران یعنی یک جسم در واحد زمان چند مرتبه حول محور خود می چرخد.

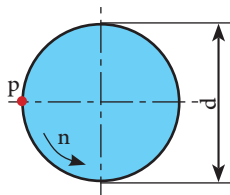
یکای تعداد دوران  $\frac{1}{s}$  یا  $\frac{1}{min}$  است. نشان دهنده یک دور در هر ثانیه و  $\frac{1}{min}$  نشان دهنده یک دور در هر دقیقه است.

### سرعت محیطی

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

اگر نقطه ای مانند **p** روی دایره ای به قطر **d** حرکت یکنواختی داشته باشد، سرعت محیطی آن مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه **p** در واحد زمان طی می کند و مقدار آن از رابطه زیر به دست می آید.

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



شکل ۸

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

$$d = \text{قطر دوران (m)}$$

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

رابطه فوق نشان می دهد که سرعت محیطی نقاط مختلف یک جسم دوار به قطر و تعداد دوران آن بستگی دارد، به نحوی که با ثابت ماندن تعداد دوران، نقطه ای که به محور چرخش نزدیک تر است، سرعت محیطی کمتر و نقطه ای 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 ۹ چرخ زنجیری به قطر **mm 400** در هر دقیقه  $600$  دور می زند، سرعت زنجیر را بر حسب **m/s** به دست آورید.



شکل ۹

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

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

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

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

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



چرخ تسمه‌تایم میل لنگی به قطر ۸۰mm در هر دقیقه ۱۰۰۰ دور می‌زند. سرعت تسمه‌تایم متصل به آن را برحسب m/s محاسبه کنید.

پاسخ : .....

.....

### انتقال حرکت به وسیله تسمه

از 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 استفاده می‌شود.

#### نسبت انتقال حرکت ساده

اگر دو چرخ تسمه محرک و متحرک با تسمه ای بدون لغزش به یکدیگر مرتبط 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.

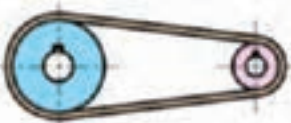


$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{تعداد دوران چرخ محرک}}{\text{تعداد دوران چرخ متحرک}} \rightarrow i = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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



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 می‌گردد. شکل ۱۰ این تغییرات را نشان می‌دهد.

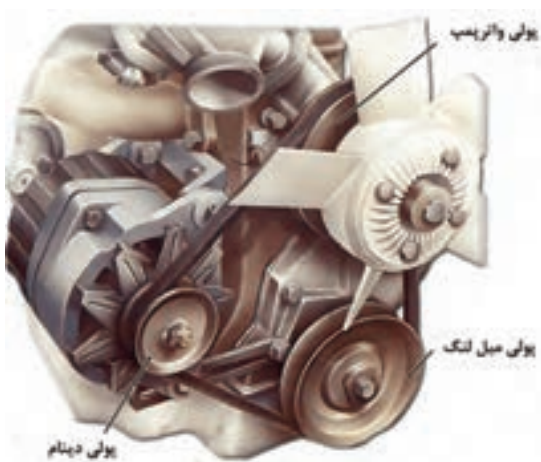
$i < 1$	$i = 1$	$i > 1$
دوران چرخ متحرک زیاد می‌شود	دوران تغییر نمی‌کند	دوران چرخ متحرک کم می‌شود
		
چرخ محرک      چرخ متحرک	چرخ محرک      چرخ متحرک	چرخ محرک      چرخ متحرک

شکل ۱۰- نسبت انتقال

با توجه به رابطه نسبت انتقال نشان داده شده در بالا در مورد تغییرات نیروی پیچشی انتقالی توسط مکانیزم تسمه و پولی در حالت‌های مختلف بحث و بررسی کنید.



بحث کلاسی



شکل ۱۱

در موتور خودرویی مطابق شکل ۱۱، در صورتی که قطر پولی میل لنگ برابر ۱۴۰ میلی‌متر، تعداد دور آن ۱۶۰۰ دور بر دقیقه باشد، قطر پولی دینام ۶۵ 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 : .....

.....

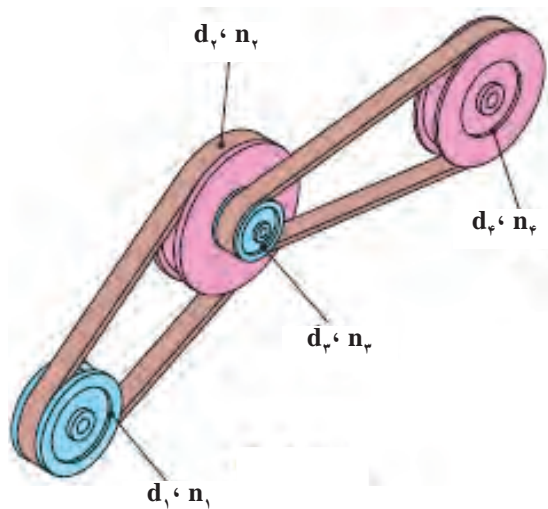


فعالیت



## نسبت انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه مرکب

انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده تشکیل می شود.



شکل ۱۲- چرخ تسمه مرکب

$d_1$  و  $d_2$  = قطر چرخ های محرک

$d_3$  و  $d_4$  = قطر چرخ های 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 چرخ های محرک

$n_3$  و  $n_4$  = تعداد دوران چرخ های 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 می چرخند می توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد؛ بنابراین:

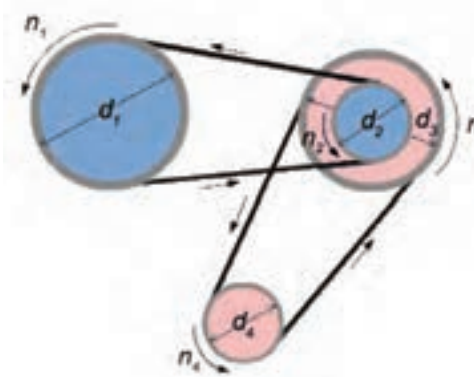
$$i = \frac{n_1}{n_e}$$

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

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

از مساوی بودن رابطه نسبت انتقال با تعداد دورها و قطرهای نتیجه می شود:

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



شکل ۱۳- چرخ تسمه مرکب

با توجه به شکل ۱۳، در صورتی که:

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

$$d_2 = 60 \text{ mm}, d_3 = 110 \text{ mm}$$

کنید.

الف) نسبت انتقال بین پولی اول و دوم

پاسخ : .....

.....

ب) نسبت انتقال بین پولی اول و چهارم

پاسخ : .....

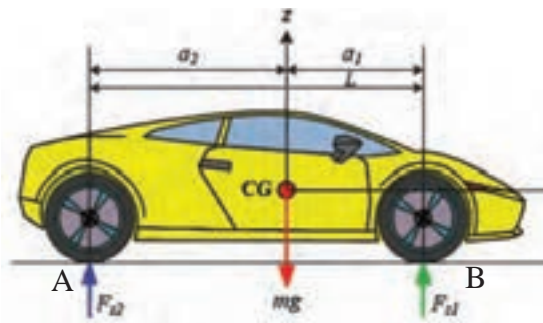
.....

ج) سرعت دورانی پولی چهارم

پاسخ : .....

## محاسبات استاتیکی

نیروهای وارد بر خودرو در حال حرکت و خودرو در حال سکون از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند، به نحوی که پایداری خودرو به نحوه و مقدار نیروهای اعمالی به خودرو بستگی دارد. در این بخش برخی نیروهای وارد بر خودرو در حال سکون به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱۴- نیروهای وارد بر خودرو در حال سکون

### 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.

$mg$ : 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؛  $F_{z1}$  و

$F_{z2}$ : نیروهای عمودی وارد بر چرخ؛  $L = a_1 + a_2$ : فاصله

مرکز چرخ جلو تا مرکز چرخ عقب.

با توجه به شکل ۱۴ محاسبه نیروی وارد بر هر چرخ به صورت زیر انجام می‌شود.

**محاسبه نیروی وارد بر هر یک از چرخ‌های جلو**

برای این منظور می‌توان حول مرکز محل تماس چرخ‌های عقب با زمین گشتاورگیری کرد. با علم به اینکه مجموع

گشتاورگیری حول این نقطه برابر صفر است.

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow (F_{z1} \cdot L) - (mg \cdot a_2) = 0$$

$$F_{z1} = \frac{mg \cdot a_2}{L}$$

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

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

### محاسبه بار وارد بر چرخ‌های عقب خودرو

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

$$\begin{aligned} \Sigma M_B = 0 &\Rightarrow (F_{z_2} \cdot L) - (mg \cdot a_1) = 0 \\ &\Rightarrow F_{z_2} = \frac{mg \cdot a_1}{L} \end{aligned}$$

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

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



دانستی‌ها

#### مرکز ثقل خودرو:

گرانیاگاه 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.

مفهوم مرکز ثقل را نخستین بار ارشمیدس مطرح کرد. ارشمیدس نشان داد که گشتاور اعمال شده روی یک اهرم به وسیله قرار دادن وزنه‌ها روی نقاط گوناگون در امتداد اهرم، همان نیرویی است که به اهرم وارد می‌شود، اگر تمام وزنه‌ها روی یک نقطه قرار می‌گرفت.

#### قانون گشتاورها:

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

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

- برابری نیروهای وارد بر آن صفر باشد.
- جمع گشتاورهای ساعتگرد حول هر نقطه برابر گشتاورهای پاد ساعتگرد حول همان نقطه باشد.



کار کلاسی

نیروهای وارد بر چرخ های جلو و عقب خودرو نشان داده شده در شکل را محاسبه کنید.

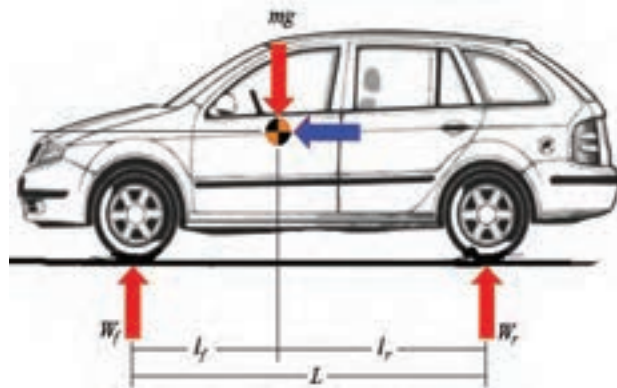
$L_f=200\text{ cm}, L_r= 140\text{ cm}, M= 1000\text{ Kg}$

پاسخ : .....

.....

.....

.....



شکل ۱۵- نیروهای وارد بر خودروی ساکن

آیا تا به حال به تابلوی راهنمایی رانندگی که بار مجاز روی هر محور را نشان می دهد، توجه کرده‌اید؟



فکر کنید

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

پاسخ : .....

.....



شکل ۱۶-عبور با بار بیش از ۲/۴ تن بر هر محور ممنوع

## سیالات

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 به منظور 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 (۱۶۶۲-۱۶۴۳ میلادی) آزمایش‌هایی را در زمینه سیالات تحت فشار انجام داد که منجر به کشف یکی از قوانین پایه ای 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:

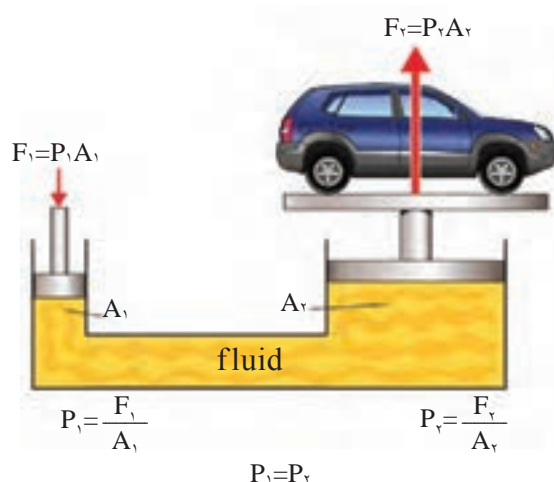
فشاری که به سیال در یک سیستم بسته وارد می‌شود به صورت مساوی در تمامی جهات منتقل شده و این فشار با نیروی یکسان به تمام نقاط سیستم وارد می‌گردد، که این فشار از رابطه زیر قابل محاسبه است.

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

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

### کاربرد قانون پاسکال

از کاربردهای مهم قانون پاسکال، در سیستم‌های هیدرولیکی است که از یک سیال در محفظه بسته به منظور اعمال فشار استفاده می‌شود. از جمله آنها در خودرو و صنایع مربوط به آن می‌توان به جک‌های هیدرولیکی، سیستم‌های ترمز هیدرولیکی و... اشاره کرد؛ به عنوان مثال شکل ۱۷ یک سیستم جک هیدرولیکی را نشان می‌دهد. با اعمال نیروی رو به پایین  $F_1$  در پیستون سمت چپ (پیستون کوچکتر) فشاری معادل  $F_1 = \frac{F_2}{P}$  در سیال ایجاد می‌شود.



شکل ۱۷- جک هیدرولیکی

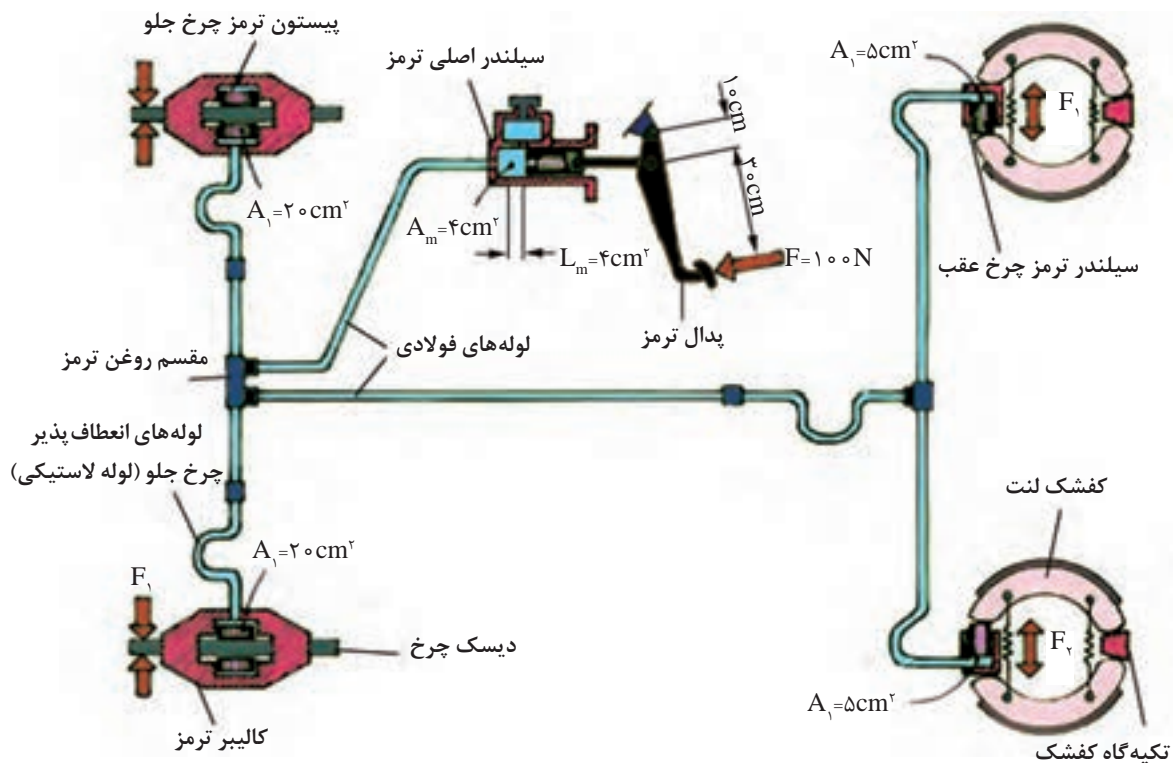
با توجه به قانون پاسکال که بیان می کند فشار اعمالی در همه جهات و نقاط سیال برابر می شود. رابطه زیر بین نیروها و فشارهای اعمالی به دو پیستون وجود دارد.

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

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

با توجه به روابط فوق می توان نتیجه گرفت که با اعمال نیروی کوچک  $F_1$  در یک جک هیدرولیکی می توان نیروی بزرگتری برابر  $F_2$  را ایجاد کرد.

مثال: شکل ۱۸ مدار هیدرولیکی سیستم ترمز یک خودرو را نشان می دهد، با توجه به اهرم بندی پدال ترمز نیروی اعمالی به سیلندر ترمز هر چرخ را محاسبه کنید.



شکل ۱۸- مدار هیدرولیکی سیستم ترمز

مطابق شکل ۱۸ میزان نیروی پای راننده ( $F=100\text{N}$ ) برای ایجاد نیروی ترمزی ( $F_s=mv^2$ ) به منظور متوقف کردن خودرو کافی نیست؛ بنابراین نیروی پای راننده با اهرم بندی پدال ترمز مطابق اصل گشتاورها، افزایش می یابد.

$$F_f \times a = F_r \times b \Rightarrow F_r = \frac{F_f \times a}{b} \quad F_r = \frac{100 \times 0/3}{0/1} = 300\text{N}$$

$F_f$  = نیروی پای راننده بر حسب (N)

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

$a$  = فاصله محل اعمال نیروی پای راننده تا تکیه گاه (m)

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

با توجه به قانون پاسکال مطابق شکل ۱۷ پیستون سیلندر اصلی تحت نیروی  $F_f=300\text{N}$  به سمت جلو حرکت می کند و مایع هیدرولیک ترمز تحت فشار قرار می گیرد. با توجه به قانون پاسکال نیروی اعمالی به چرخ های جلو و عقب مطابق روابط ذکر شده محاسبه می شود.

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

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

$F_f$  = نیروی اعمالی به چرخ های جلو (n)

$A_f$  = سطح مقطع سیلندر چرخ جلو

$F_r$  = نیروی اعمالی به چرخ های عقب (N)

$A_r$  = سطح مقطع سیلندر چرخ عقب

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

$$\frac{F_m}{A_m} = \frac{F_f}{A_f} \Rightarrow F_f = \frac{F_m \times A_f}{A_m} = \frac{300 \times 0/2}{0/04} \Rightarrow F_f = 1500\text{N}$$

$$\frac{F_m}{A_m} = \frac{F_r}{A_r} \Rightarrow F_r = \frac{F_m \times A_r}{A_m} = \frac{300 \times 0/05}{0/04} \Rightarrow F_r = 375\text{N}$$



باتوجه به محاسبات اشاره 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.

در مورد تفاوت میزان نیروی ترمزی چرخ های جلو و عقب خودرو بحث و گفت و گو کنید.

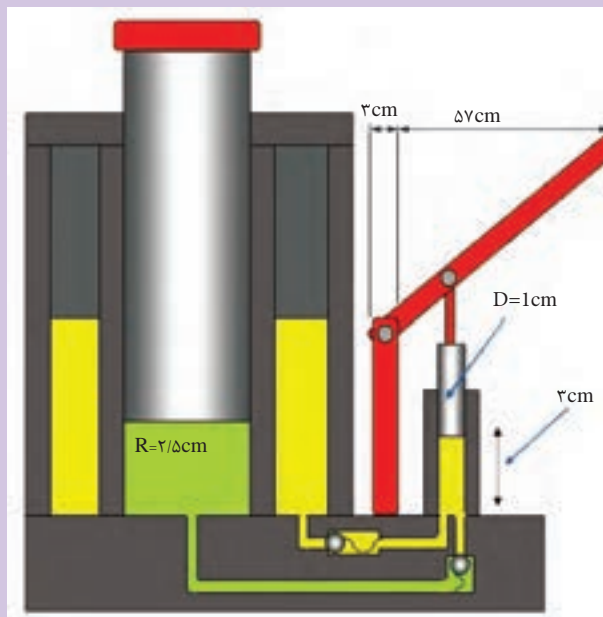


کار کلاسی

شکل ۱۹، جک هیدرولیکی را نشان می دهد. در صورتی که نیروی  $100$  نیوتن به سر اهرم جک اعمال شود، فشار و نیروی تولیدی روی پیستون بزرگ جک را محاسبه کنید.



فعالیت



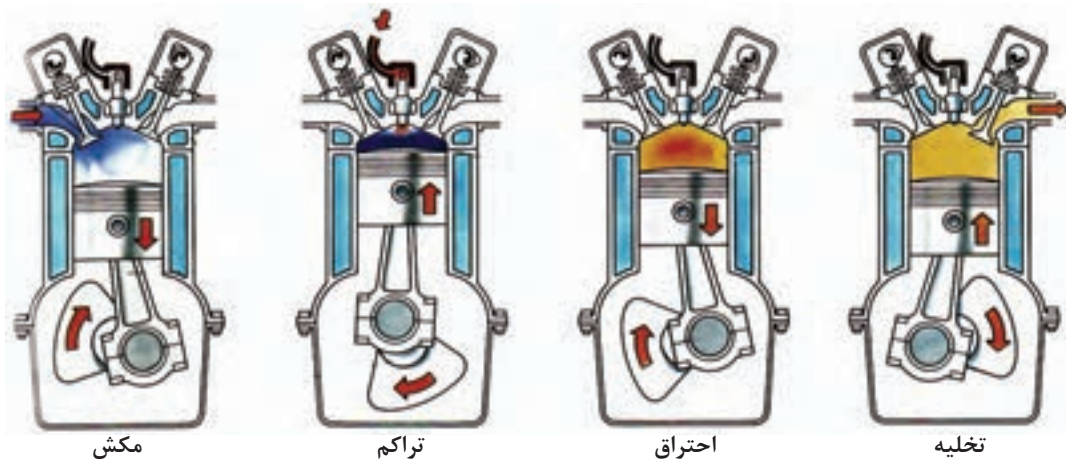
شکل ۱۹- جک هیدرولیکی

## محاسبات سیلندر

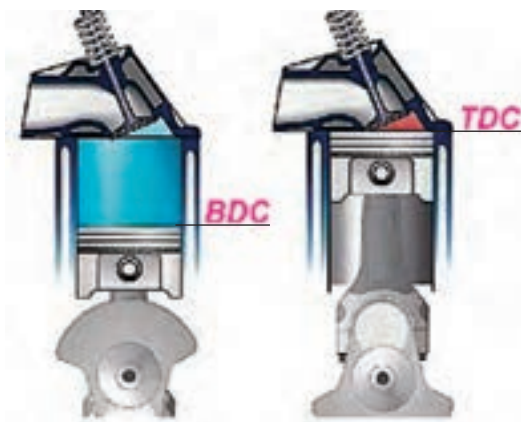
### یادآوری: اصطلاحات فنی مورد نیاز

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 ۲۰- چهار مرحله کاری موتور



شکل ۲۱- نقطه مرگ بالا و پایین

۲- نقطه مرگ پایین (ن.م.پ) (BDC): در مسیر حرکت پیستون پایین ترین نقطه ای است که در آنجا سرعت پیستون صفر شده و تغییر جهت حرکت می دهد. (شکل ۲۱).

۳- نقطه مرگ بالا (ن.م.ب) (TDC): در مسیر حرکت پیستون بالاترین نقطه ای است که در آنجا سرعت پیستون صفر شده و تغییر جهت می دهد (شکل ۲۱).

## 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 ( $m^2$ )
	$r$ : شعاع پیستون بر حسب ( $m$ )
	$D$ : قطر پیستون بر حسب ( $m$ )

**مثال:** مساحت کف پیستونی با قطر  $80 \text{ mm}$  چند سانتی متر مربع است؟

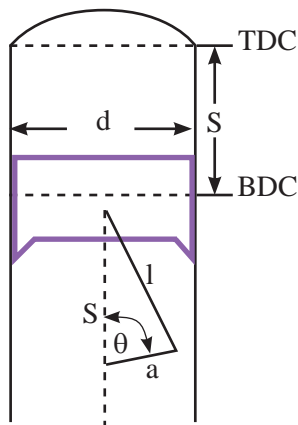
$A = \frac{\pi D^2}{4}$ $A = \frac{(3/14 \times 8^2)}{4} = 50/24 \text{ cm}^2$	پاسخ:
--	-------

در صورت یکسان بودن قطر پیستون‌ها در مورد میزان سطح آنها در محاسبات سطح پیستون بحث و بررسی کنید.



کار کلاسی

پیستون با سطح محدب	پیستون با سطح مقعر	پیستون سطح صاف



شکل ۲۲- کورس پیستون

**کورس پیستون:** با توجه به شکل ۲۲، 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.

مطابق شکل ۲۲ می‌توان نتیجه گرفت که کورس حرکت پیستون برابر با قطر دایره 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. مطابق شکل ۲۲. محاسبهٔ حجم مفید سیلندر از حاصلضرب سطح قاعده پیستون در کورس آن محاسبه می‌گردد.

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

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

تذکر: سطح پیستون‌هایی که به صورت برآمده و یا فرو رفته است در محاسبه حجم مفید سیلندر تغییری به وجود نمی آورد.

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

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

$$V_t = V_s + V_c$$

مثال: قطر سیلندر موتور  $10 \text{ cm}$  و کورس آن  $10 \text{ cm}$  است. در صورتی که حجم تراکم سیلندر  $80 \text{ cm}^3$  باشد، محاسبه کنید:

الف) مساحت کف پیستون بر حسب  $\text{cm}^2$

ب) حجم کل سیلندر بر حسب  $\text{cm}^3$

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

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

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 10^2}{4} = 78.5 \text{ cm}^2$$

$$V_t = V_s + V_c$$

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

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

حجم کل سیلندر موتوری ( $600 \text{ cm}^3$ )، حجم تراکم آن ( $97/6 \text{ cm}^3$ ) و کورس پیستون ( $10 \text{ cm}$ ) است. مطلوبست:

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: .....



کارکلاسی

### 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 سانتی متر مکعب مشخص می‌شود و معمولاً این اعداد را به صورت برچسب یا پلاک روی بدنه خودرو نصب می‌کنند. برای مثال عدد ۲۰۰۰ روی خودرو پژو ۴۰۵ و یا عدد ۱۷۰۰ روی بدنه خودرو سمند موتور 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 به این طریق 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 تا به نقطه مرگ بالا می‌رسد. در این مرحله هردو سوپاپ دود و هوا بسته است. در نتیجه مخلوط هوا و سوخت در محفظه و احتراق فشرده می‌شود و فشار درون سیلندر افزایش یافته و بیشترین مقدار تراکم به وجود می‌آید. به بیان ساده‌تر نسبت بیشترین حجم به کمترین حجم سیلندر را نسبت تراکم گویند. از مطالب فوق می‌توان روابط زیر را برای نسبت تراکم استخراج کرد.

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

$$V_s = V_c (R_c - 1)$$

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 (۸۰ mm) و کورس پیستون آن (۶۰ 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 سانتی متر، کورس پیستون ۷۴ میلی متر و فشار متوسط احتراقی برابر با ۴۰ اتمسفر بر آن وارد می‌شود را محاسبه کنید.



کار کلاسی

## گشتاور موتور

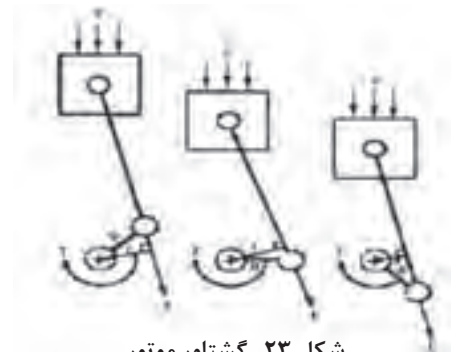
گشتاور موتور به روشی ساده از حاصل ضرب نیروی متوسط پیستون در فاصله عمودی شعاع میل لنگ به دست می‌آید.

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

$$F_m = P_m \times A$$



نکته



شکل ۲۳- گشتاور موتور

$M = F_m \cdot R$	M: گشتاور موتور بر حسب (N.M)
	F <sub>m</sub> : نیروی وارد به سطح پیستون (N)
	R: شعاع میل لنگ

گشتاور موتوری که دارای قطری برابر با ۱۰ سانتی متر، کورس پیستون ۷۴ میلی متر 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 می آید که می توان از رابطه زیر به دست آورد.

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

Pi: توان تئوری موتور بر حسب (ps)  
Pm: فشار متوسط احتراق (kg/cm<sup>2</sup>)  
V: سرعت متوسط پیستون (m/s)  
K: تعداد سیلندر

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

Pi: توان تئوری موتور بر حسب (KW)  
Pm: فشار متوسط احتراق (N/cm<sup>2</sup>)  
K: تعداد سیلندر

## توان خروجی یا توان مفید موتور

مقدار توانی که از طریق فلاپویل به سیستم انتقال قدرت منتقل می شود را توان مفید یا توان خروجی موتور گویند. این توان با استفاده از دستگاه دینامومتر قابل اندازه گیری است. با اندازه گیری گشتاور خروجی از فلاپویل در دور معینی می توان توان مفید را مطابق رابطه زیر محاسبه کرد.

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

P<sub>e</sub> = توان مفید موتور (Ps) اسب بخار  
M = گشتاور موتور بر حسب (kg.m)  
n = دور موتور (دور بر دقیقه)

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

P<sub>e</sub> = 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 میلی متر و کورس پیستون آن ۱۰۰ میلی متر است. در صورتی که فشار متوسط احتراق روی پیستون ۹ کیلوگرم بر سانتی متر 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 کیلوگرم بر متر
- د) توان مفید موتور بر حسب کیلو وات

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 مشخصه‌های مهم در بررسی یک موتور محسوب می‌شوند. برای اندازه‌گیری توان و گشتاور موتور دینامومتر به میل لنگ متصل می‌شود تا توان و گشتاور موتور را اندازه‌گیری نماید.



شکل ۲۴- دینامومتر

## راندمان

راندمان یا بازده به شاخصی گفته می‌شود که نشان دهنده میزان هدر رفتن 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 می‌گردد. راندمان را می‌توان به صورت نسبت توان مفید به توان تئوری و یا کار مفید به کار تئوری نیز بیان کرد. از جمله راندمان‌های مهم در خودرو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- راندمان حرارتی موتور - راندمان مکانیکی جعبه دنده - راندمان الکتریکی در ادامه به بررسی راندمان‌های فوق پرداخته می‌شود.

## راندمان حرارتی موتور



شکل ۲۵- راندمان حرارتی موتور

راندمان 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

### راندمان 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.

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

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



فکر کنید

### راندمان مکانیکی موتور

راندمان مکانیکی موتور مطابق معادله زیر، نسبت توان خروجی به توان تئوری موتور است.

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

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



کار کلاسی

## فعالیت های آخر فصل

۱- تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر
۱۲۰ cm	.....	.... m	۱۴ km	.....	.... m
۴۲۰ mm	.....	.... m	۴۲۰ μm	.....	.... m
۵/۱۷	.....	.... m	۲۳ dam	.....	.... m
۲۰ hm	.....	.... m	۱۴/۷ cm	.....	.... m
۱۶/۵ mm	.....	.... cm	۱۴ dm	.....	.... cm
۰/۴ m	.....	.... cm	۲/۴ m	.....	.... cm
۳/۰۲۱ m	.....	.... dm	۱۴۵ mm	.....	.... dm
۲/۶ km	.....	.... dm	۲۸/۹ hm	.....	.... dm
۱۹/۶ cm	.....	.... mm	۱۲۴ μm	.....	.... mm
۳/۵۱ dm	.....	.... mm	۰/۰۴ dm	.....	.... mm
۲/۰۸ mm	.....	.... μm	۲/۱ dm	.....	.... μm
۰/۰۲ km	.....	.... μm	۵/۱۵ cm	.....	.... μm

۲- تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر
$\frac{1}{4}$ in	.....	.... m	$5\frac{1}{4}$ in	.....	.... mm
$\frac{7}{8}$ in	.....	.... cm	$2\frac{5}{8}$ in	.....	.... cm
$\frac{3}{16}$ in	.....	.... cm	$3\frac{5}{16}$ in	.....	.... m
$\frac{1}{2}$ in	.....	.... cm	$4\frac{1}{2}$ in	.....	.... cm

۳- تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر
۱۲/۵cm	.....	... in	۱۲۰m	.....	.... yd
۲۱۰mm	.....	.... in	۲۱۵۰m	.....	.... mi
۴۵/۳m	.....	.... in	۲/۳m	.....	.... ft

۴- مقادیر داده شده را بر حسب درجه به دست آورید.

الف)  $34^{\circ}, 12', 48''$       ب)  $22', 35''$       ج)  $14^{\circ}, 52''$

۵- مقادیر خواسته شده را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه به دست آورید.

A	B	A+B	B-A
$52^{\circ}, 45', 20''$	$38^{\circ}, 21', 46''$		
$4^{\circ}, 25', 44''$	$2^{\circ}, 45''$		

۶- تراکتور مطابق شکل زیر با سرعت  $54 \text{ km/hr}$  در حال حرکت است، در صورتی که قطر چرخ جلو  $85 \text{ cm}$  و قطر چرخ عقب  $1/4 \text{ m}$  باشد، تعداد دوران هر چرخ را بر حسب دور بر دقیقه به دست آورید.



شکل ۲۶

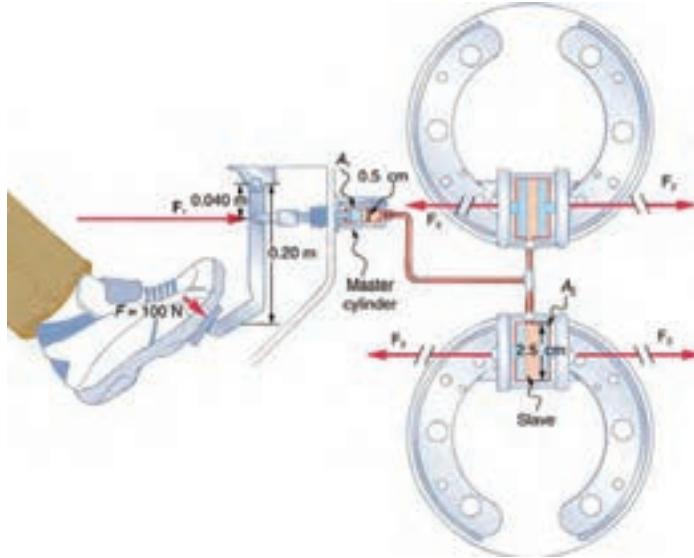
۷- در جدول زیر مقادیر خواسته شده را به دست آورید. (با استفاده از روابط تسمه ساده)

	الف	ب	ج
$d_1$	۱۸۰	۲۵۰	۱۱۲
$d_2$	۳۱۵	۵۰	؟
$n_1 \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$	۸۰۰	؟	؟
$n_2 \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$	؟	۱۴۰۰	۵۶۰
$i$	؟	؟	۲/۵

۸- در جدول زیر مقادیر خواسته شده را به دست آورید. (با استفاده از روابط تسمه‌های مرکب)

	الف	ب	ج
$d_1(\text{mm})$	۱۱۲	۴۵۰	۲۴۰
$d_2(\text{mm})$	۶۷۲	۱۸۰	؟
$d_3(\text{mm})$	۱۲۰	۲۲۴	۱۴۵
$d_4(\text{mm})$	۲۴۰	؟	۱۱۶
$n_1 \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$	۱۴۴۰	۲۸۰	۳۱۵
$n_2 \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$	؟	۱۴۰۰	؟
$i$	؟	؟	۰/۶

۹- با توجه به شکل، نیرو و فشار وارد بر سیلندر اصلی و سیلندر چرخ ها را محاسبه کنید.



شکل ۲۷

۱۰- توان مفید موتور ۴ زمانه‌ای در دور  $2500 \text{ rpm}$  با راندمان مکانیکی ۸۵ درصد برابر با ۵۱ کیلووات است. مقدار توان تئوری را بر حسب کیلووات محاسبه کنید.

۱۱- 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 سیلندرهاى 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

۱۲- 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
کسب 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 کسب می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را اخذ کند.

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

## پودمان ۵

### مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل



آیا قطعات و سازه های مکانیکی خراب می شوند و می شکنند؟

قطعات و سازه ها در هنگام استفاده از آنها یا به مرور زمان دچار خرابی و شکست می شوند. در شکل زیر نمونه هایی از خرابی و شکست را مشاهده می کنید.



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 خرابی های قطعات نشان داده شده در شکل است؟

پاسخ : .....



فعالیت

دلایل اصلی خرابی قطعات عبارت‌اند از:

- طراحی نامناسب آنها
- وجود مشکل در جنس و مواد به کار رفته در آنها
- مشکل به وجود آمده در هنگام ساخت
- خرابی محیطی
- استفاده نادرست از آنها
- فرسودگی

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؟

.....

.....

.....



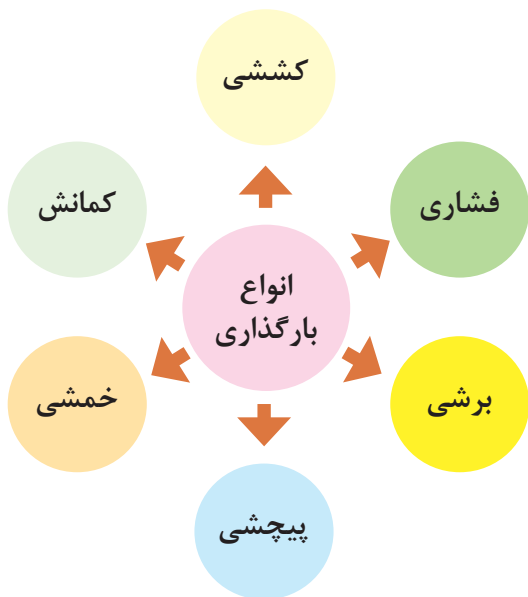
چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟  
 هنگام استفاده از قطعات و سازه‌ها، آنها به روش‌های گوناگون خراب می‌شوند.



در مورد روش دیگری از خرابی قطعات بحث و گفت‌وگو نمایید؟

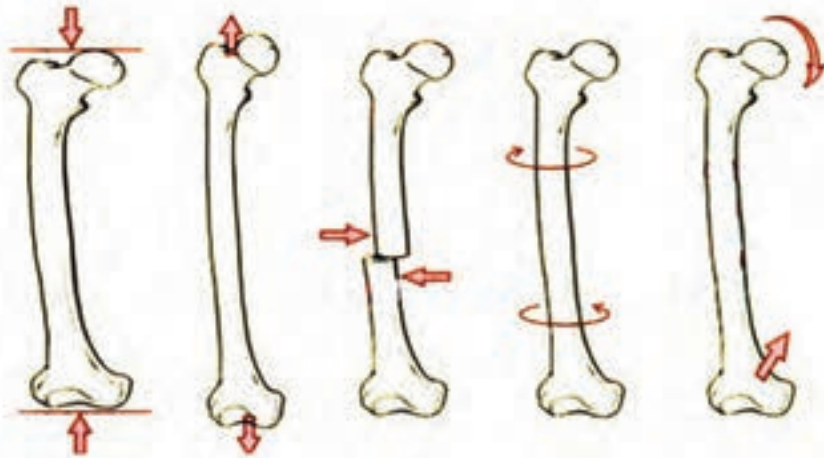


وقتی قطعه‌ای خراب است یعنی اینکه نمی‌تواند کاری که از آن خواسته شده است را به درستی انجام دهد. وقتی که می‌گوییم یک قطعه مقاوم است، یعنی اینکه در مقابل خرابی دوام دارد و از خود باید بپرسیم در مقابل چه چیزی مقاوم است. مقاومت در مقابل جابه‌جایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل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



شکل ۲- انواع بارگذاری روی قطعات

**بارگذاری و نیروهای وارده روی قطعات چگونه است؟**  
 در هنگام کار و استفاده از قطعات و ابزارها، نیروها و گشتاورهای متفاوتی 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 مقابل این نیروها و بارگذاری‌ها، هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا پی در پی اعمال می‌شود، از خود مقاومت نشان دهند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است که تحت بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد؛ برای نمونه استخوان پای انسان تحت بارگذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳- انواع بارگذاری ها روی استخوان

#### جلوه‌های آفرینش:

در بدن انسان اسکلت و استخوان‌ها وضعیت گوناگونی دارند. حفاظت از اندام‌هایی مانند مغز، قلب، 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 خاصی 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 بارگذاری ها را روی آن اعمال کنید. همچنین به میزان جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه کنید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط‌کش، عمود بر خط‌کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۴).



شکل ۴- انواع بارگذاری روی خط کش فلزی

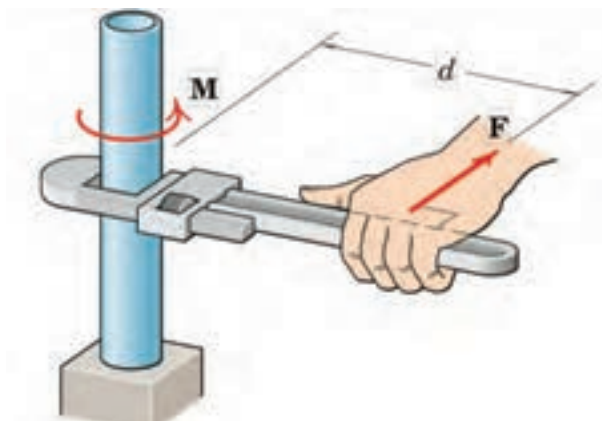
در کدام نوع از بارگذاری، خط‌کش در مقابل جابه‌جایی مقاوم‌تر است؟ در گروه خود بحث کنید؟

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.





کار کلاسی

حداکثر گشتاوری که شما می توانید با کمک یک دست بدون وسایل کمکی روی یک میله وارد کنید حدود چند نیوتن متر است؟ حداکثر نیرویی که می توانید یک طناب را بکشید چند نیوتن است (هر یک کیلوگرم نیرو حدود ۱۰ نیوتن است)؟

پاسخ: .....

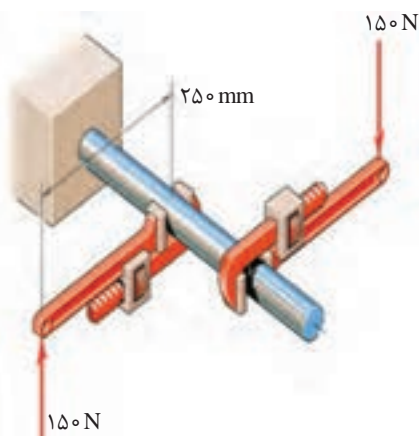


پژوهش

همان طور که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات محدودیت هایی دارد. تحقیق کنید با استفاده از چه ابزارها و وسایلی که خود نیازمند تأمین انرژی نیستند می توان نیرو و گشتاور را تقویت و بیشتر کرد؟

پاسخ: .....

**مثال:**

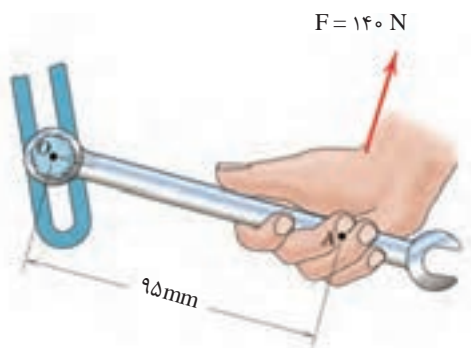


در شکل ۶ دو آچار شلاقی یکسان روی میله گشتاور وارد می کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی متر است. گشتاور کلی وارده به نقطه اتصال میله به دیوار را بر حسب نیوتن متر به دست آورید.

$$\text{گشتاور} = ۲ \times ۱۵۰ \text{ (N)} \times ۰.۲۵ \text{ (m)} = ۷۵ \text{ (N.m)}$$

جهت گشتاور کلی در جهت عقربه های ساعت است.

شکل ۶- وارد کردن گشتاور بر میله از طریق دو آچار شلاقی



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

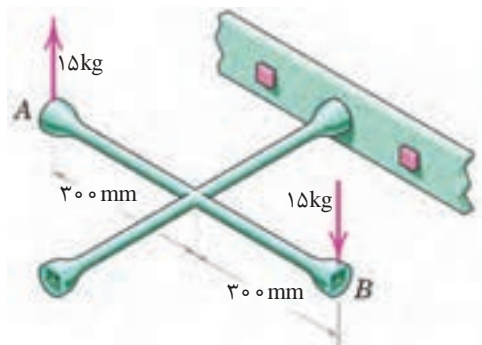
پاسخ: .....

.....  
.....  
.....

شکل ۷- وارد کردن گشتاور بر میله از طریق آچار



کار کلاسی



شکل ۸- وارد کردن گشتاور بر پیچ از طریق آچار چرخ

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



کار کلاسی

پاسخ: .....

.....

.....



شکل ۹- گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار توسط دست ها

در شکل ۹ گشتاور وارد به ستون فقرات در نقطه A را محاسبه کنید. همانگونه که مشاهده می کنید در هنگام بلند کردن بار توسط بدن، هر چه فاصله بار از بدن بیشتر باشد گشتاور وارده به ستون فقرات بیشتر خواهد بود و در نتیجه امکان آسیب رسانی به ستون فقرات بیشتر خواهد شد. تحقیق کنید روش صحیح بلند کردن بار توسط بدن و دست ها چگونه است و چرا باید به آن شیوه، بار را بلند کرد؟



پژوهش

پاسخ: .....

.....

.....



شکل ۱۰- باز کردن پیچ چرخ خودرو توسط آچار چرخ

برای باز کردن پیچ های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل ۱۰، ۱۲ کیلوگرم متر لازم است. محاسبه کنید مقدار حداکثر نیروی وارده بر حسب نیوتن توسط دست روی آچار چرخ، تا پیچ باز شود.



کار کلاسی

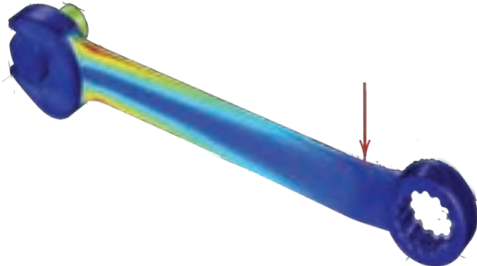
پاسخ: .....

.....

.....

## الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات

همان طور که تجربه کردید روی قطعات انواع بارگذاری وارد می شود. در یک قطعه ممکن است یک قسمت از آن بحرانی و حساس باشد و نیرو و گشتاور در آن نقطه بیشتر از نقاط یا قسمت های دیگر باشد. احتمال خرابی و شکست در این نقطه از همه نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۱۱ قسمت های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش ها را در ذهن خود مرور کنید.

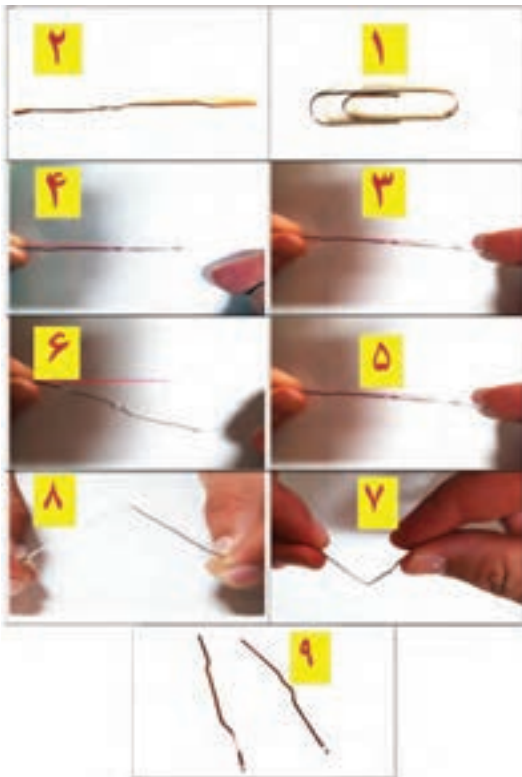


شکل ۱۱- قسمت های بحرانی یک آچار هنگام بارگذاری با رنگ قرمز مشخص شده است.

۱- اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا قطعه پس از تغییر شکل (ممکن است شما مشاهده نکنید) به شکل اول خود باز می گردد؟

۲- اگر نیرو بیش از حد مجاز به قطعه وارد شود چه اتفاقی می افتد؟

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



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. حالت های زیر را در نظر بگیرید (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ آزمایش بارگذاری روی یک مفتول گیره کاغذ را نشان می دهد. پس از انجام آزمایش، پرسش های زیر را پاسخ دهید:

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

پاسخ : .....

.....

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

پاسخ : .....

.....

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

پاسخ : .....



کار کلاسی

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



نکته



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 تحت بارگذاری خمشی قرار دهید. به نظر شما کدام سفت‌تر، مستحکم‌تر و چقرمه‌تر است؟

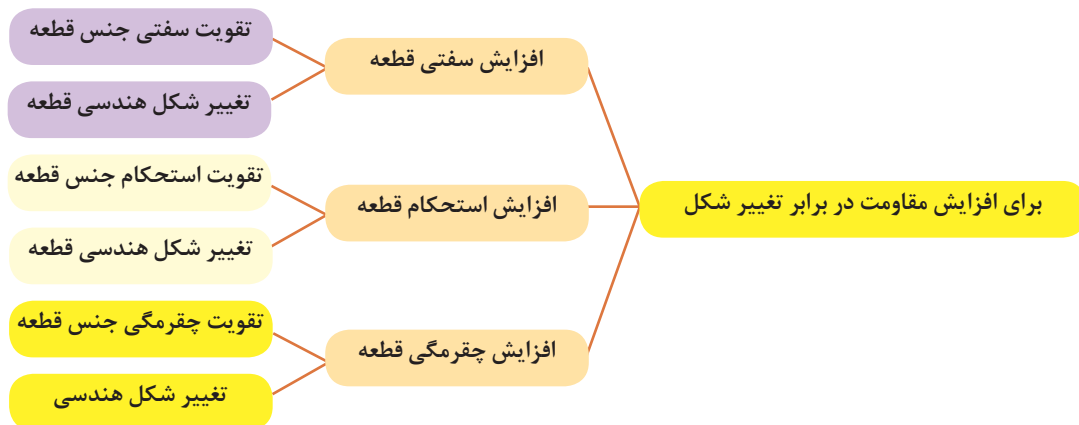
**پاسخ:**



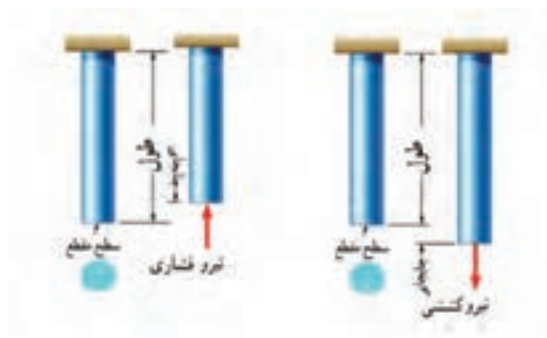
کارکلاسی

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 امتداد 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 قبلاً آموخته‌اید، قطعات در 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 تحت 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.

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

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

سفتی فولاد < سفتی مس < سفتی آلومینیوم

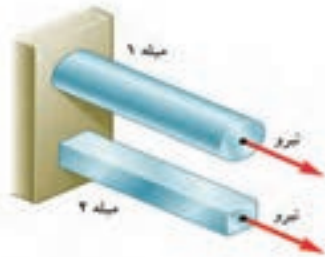
به طور معمول سفتی فولاد از بیشتر فلزات بیشتر است. نام دیگر سفتی جنس مواد، ضریب کشسانی و الاستیک است.

## استحکام قطعه در بار گذاری کششی

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

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

اگر تنش کششی یا فشاری در یک قطعه، بیشتر از استحکام کششی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌گردد. 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 مقاوم‌تر 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 بر روی میله‌هایی با طول و جنس و وزن یکسان

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

پاسخ : .....

.....

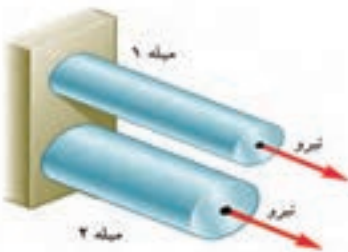
.....

.....

.....



کار کلاسی



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

در شکل ۱۷ دو میله از جنس فولاد با سطح مقطع دایره‌ای توپر تحت 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 : .....

.....

.....

.....

.....

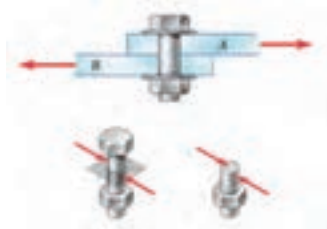


کار کلاسی



## مقاومت قطعه در برابر بارگذاری برشی

اگر بار اعمال شده سبب بریدن قطعه شود، بارگذاری برشی خواهد بود. این بارگذاری توسط دو نیرو در جهت خلاف هم و نزدیک هم اتفاق می افتد. قیچی کردن نمونه ای 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 می‌گردد. 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 استحکام برشی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌گردد. استحکام برشی جنس‌های مختلف در قطعه متفاوت است. پس برای افزایش ضریب اطمینان و گسیخته شدن 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 مقابل نیروی برشی مستحکم‌تر است. استحکام قطعاتی که به صورت برشی بارگذاری شده‌اند، شکل مقطع روی آن بی‌تأثیر است. استحکام برشی فلزات با توجه به جنس آنها متفاوت است. هر چه استحکام برشی جنس بالاتر باشد، استحکام قطعه در برابر بارگذاری برشی نیز بیشتر خواهد بود.

استحکام برشی فولاد < استحکام برشی مس < استحکام برشی آلومینیوم





کار کلاسی

با توجه به شکل زیر در مورد علت خرابی لبه‌های برنده ناخن گیر و دم باریک بحث و گفت و گو کنید. به نظر شما لبه‌های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟

پاسخ :



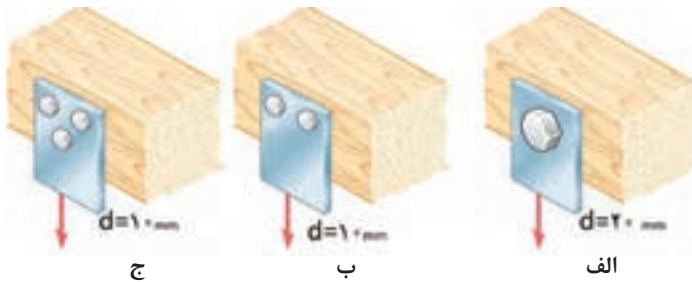
شکل ۱۹- لبه‌های برنده خراب شده در ناخن گیر و دم باریک

در شکل ۲۰ یک تسمه فولادی توسط 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 مستحکم‌تر است و پیچ‌ها دیرتر بریده می‌شوند. در گروه خود بحث 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 :

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؟

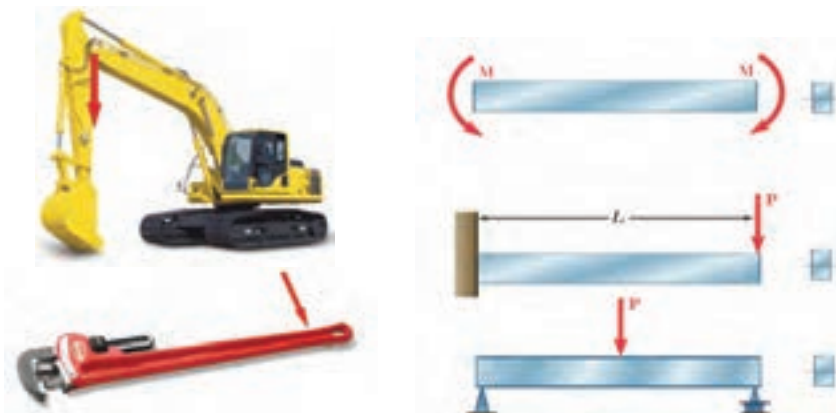
پاسخ :



کار کلاسی

## مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی

یکی از انواع بارگذاری‌ها، بارگذاری خمشی است (شکل ۲۱). با اعمال گشتاور به دو طرف قطعه و اعمال نیرو به انتهای یک تیر یک سر درگیر و با اعمال نیرو به وسط یک تیر با دو تکیه‌گاه نشان داده شده است. هر یک از این سه مورد باعث نوعی خمش در تیر می‌شود.



شکل ۲۱- انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

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



کار کلاسی



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

		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.
		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.
		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.
		کاغذها را تک تک به شکل قوطی در آورده 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.

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؟

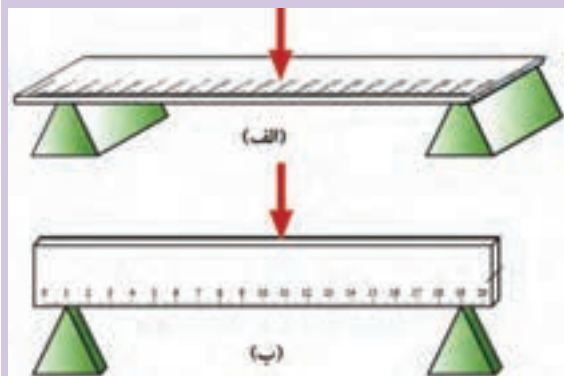
پاسخ : .....

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 می‌کردید، کدام یک از سازه‌ها را پیشنهاد می‌کردید؟

پاسخ : .....



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

پاسخ : .....

شکل ۲۳- بارگذاری خمشی بر روی خط کش در دو جهت

همان‌طور که در آزمایش مشاهده کردید 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

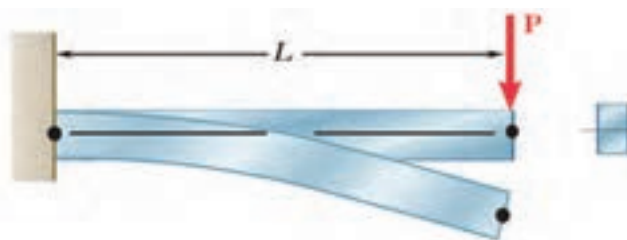


به شکل ۲۴ توجه کنید، تمام سطح مقطع جسم در اشکال با هم برابر است؛ یعنی همهٔ مساحت‌ها یکسان هستند ولی ممان اینرسی حول محور افقی در شکل (الف) که شبیه به I است از ممان اینرسی بقیهٔ شکل‌ها بیشتر است. همچنین ممان اینرسی شکل (ج) از همه کوچک‌تر است.

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 بحث 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

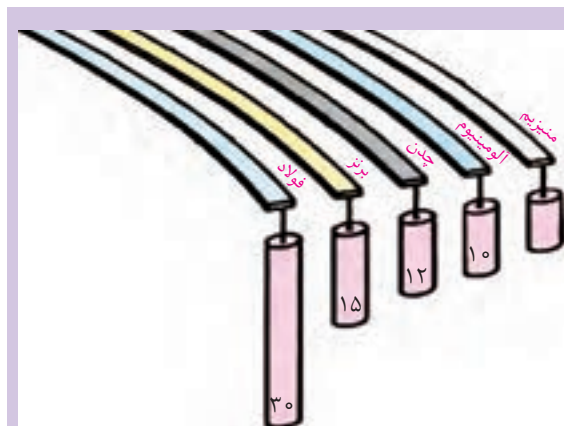
توسط یک تکه ابر بارگذاری خمشی را آزمایش کنید و کشیدگی و فشرده‌گی ذرات را ترسیم کنید.

پاسخ:.....

جابه‌جایی انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری خمشی قرار دارد با نیرو و طول رابطهٔ مستقیم دارد و با ممان اینرسی و سفتی جنس قطعه رابطهٔ 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.

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

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

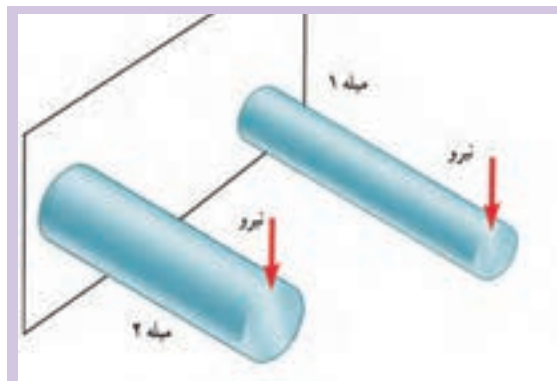


## استحکام قطعه در بارگذاری خمشی

هنگام خمش در یک قطعه، بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می شود؛ لذا به بالای جسم تنش کششی و به پایین جسم تنش فشاری اعمال می شود. اگر تنش کششی و فشاری در یک قطعه در هنگام خمش بیشتر از استحکام کششی یا فشاری شود، قطعه دچار خرابی و شکست می گردد. همان طور که قبلاً گفته شد استحکام کششی یا فشاری به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه های 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 مستحکم تر است.

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

اگر وزن و طول قطعه ای 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 سانتی متر 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

یکی دیگر از انواع بارگذاری ها همان طور که در آزمایش با خط کش فلزی تجربه کردید بارگذاری پیچشی است. خط کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش، بارگذاری پیچشی می شوند. در شکل زیر دو روش برای پیچاندن قطعه نشان داده شده است.



شکل ۲۸- روش هایی برای پیچاندن قطعه



با چند روش بارگذاری متفاوت یک خط کش فلزی را دچار پیچش کنید و سپس شکل های آنها را ترسیم کنید؟  
پاسخ :

## ممان اینرسی قطبی



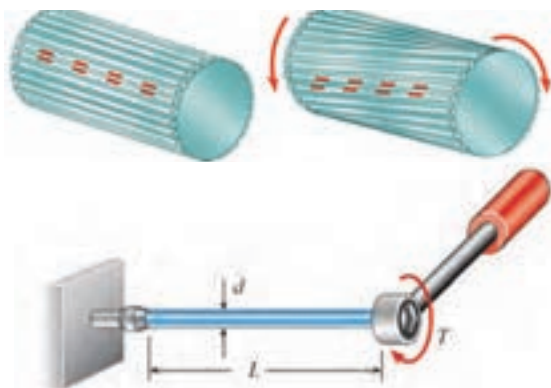
ب

الف

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 مقابل 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



شکل ۳۰- پیچش در یک قطعه

هنگامی که قطعه ای تحت بارگذاری پیچشی قرار می گیرد، ذرات جسم حول محور خود دوران می کنند و جابه جا می شوند. انواع بارگذاری برای ایجاد پیچش در جسم وجود دارد. به شکل ۳۰ نگاه کنید. زاویه پیچشی یا جابه جایی انتهای یک قطعه که تحت 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 می شود) رابطه عکس دارد. یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه جایی کمتر می شود و قطعه در مقابل پیچش سفت تر است.

$$\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی} \propto \text{زاویه در پیچش}$$

$$\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی}$$

هر چه جنس ماده سفت تر باشد جابه جایی و تغییر شکل آنها در مقابل پیچش کمتر خواهد بود و برای جابه جایی 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 تحت پیچش قرار دهید. برای جابه جایی ۴۵ درجه کدام یک نیروی بیشتری لازم است؟

پاسخ : .....

## استحکام قطعه در بار گذاری پیچشی

بار گذاری پیچشی سبب ایجاد تنش برشی در جسم می شود. اگر تنش برشی وارده به جسم به میزان 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

هر چه 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 بار گذاری پیچشی



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



پژوهش

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

## چند نمونه تمرین

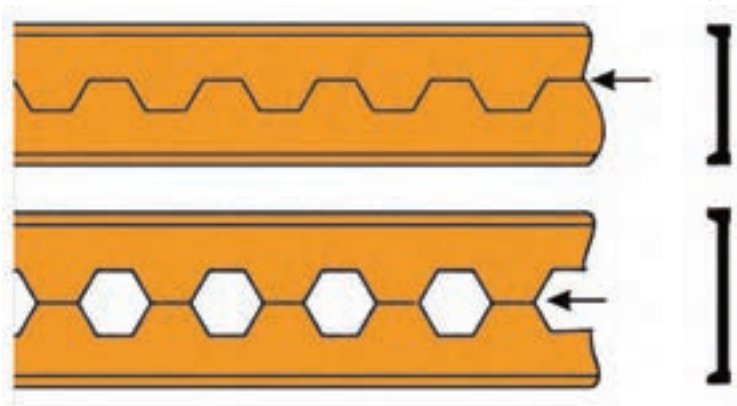
تمرین ۱:

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؟



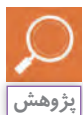
تمرین ۳:

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؟





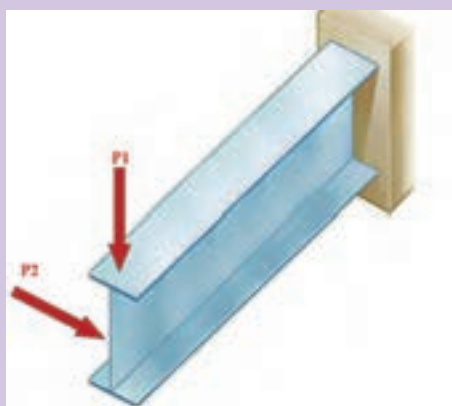
همان طور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند؛ یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه‌ای صدمه وارد کند، فیوز از این کار محافظت می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود 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 تحقیق 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 متفاوتی 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 توپری 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.



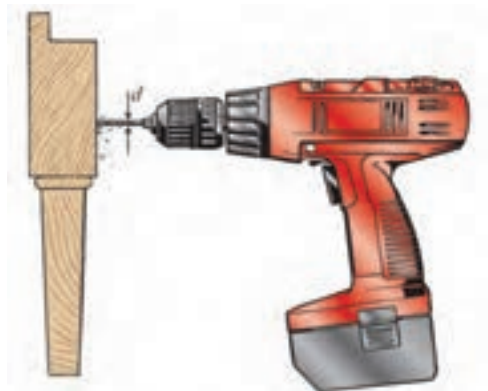
در شکل زیر اگر نیروی  $P_1$  و  $P_2$  با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید؟



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



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



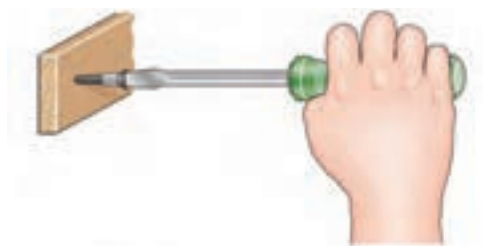
پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



هنگام پیچ کردن قطعات چوبی برای استحکام بالا 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، خمشی، پیچشی، برشی، ساده با توجه به مشخصات هندسی و جنس آنها	کسب توانایی مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری های خالص
مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی به طور صحیح	۲		کسب 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 کسب می کند که ۲ نمره از ۳ نمره هر واحد یادگیری را اخذ کند.

نمره کلی درس زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را کسب 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

