

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّ اٰلِ مُحَمَّدٍ وَّ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# تعمیرات سیستم تعلیق، فرمان و ترمز خودرو

رشته مکانیک خودرو

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب:

تعمیرات سیستم تعلیق، فرمان و ترمز خودرو - ۲۱۱۴۹۰

پدیدآورنده:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

بهرز خطیبی، علی مکی نیری، صیاد نصیری، علی‌رضا عالمی، داود توانا، محمد سرکاری زواره و اباصلت محمودیان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مجتبی احمدی (صفحه‌آرا) - مریم دهقان‌زاده، مهدی دارابی و رسول مطهری (رسام)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)  
[www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)  
تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ چهارم ۱۳۹۹

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



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین  
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و  
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.  
امام خمینی (قَدَسَ سِرُّه)

۱.....	پودمان ۱: سرویس چرخ خودرو
۶۱.....	پودمان ۲: تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز و سیستم پارک خودرو
۹۱.....	پودمان ۳: تعمیر اجزای هیدرولیکی ترمز
۱۳۵.....	پودمان ۴: تعمیر سیستم تعلیق خودرو
۱۹۷.....	پودمان ۵: تعمیرات سیستم فرمان خودرو سواری

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته مکانیک خودرو طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی های این کتاب می باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان ها است. از ویژگی های دیگر این کتاب طراحی فعالیت های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت های یادگیری و تمرین ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان ها و شایستگی ها، می بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان تعمیر چرخ که ابتدا بیان وظیفه، انواع و عملکرد و سپس شیوه های بررسی عیب یابی و در نهایت روش رفع عیب چرخ و تویی آن پرداخته می شود .

پودمان دوم: عنوان تعمیر اجزا اصطکاکی سیستم ترمز و پارک دارد، پس از آشنایی کلی با ساختار و عملکرد ، عیب یابی و رفع عیب اجزای اصطکاکی سیستم ترمز و ترمز پارک شرح داده می شود .

پودمان سوم: دارای عنوان تعمیر اجزا هیدرولیکی سیستم ترمز و بوستر است. در این پودمان ابتدا هدف و وظایف اجزا هیدرولیکی سیستم ترمز توضیح داده شده سپس به عیوب متداول و رفع عیب در آنها پرداخته می گردد.

پودمان چهارم: تعمیر سیستم تعلیق نام دارد. ابتدا وظیفه و ساختمان و انواع سیستم های تعلیق شرح داده شده و سپس عیب یابی و تعمیر تنظیمات مخصوص این مجموعه بیان می گردد.

پودمان پنجم: با عنوان تعمیر سیستم فرمان مکانیکی می باشد که در آن هنرجویان ابتدا با انواع سیستم فرمان مکانیکی در خودرو آشنا شده سپس شیوه عیب یابی و رفع عیب آنها آموخته می شود.  
امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش بینی شده برای این درس محقق گردد.

**دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**



## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند شایستگی تعمیر سیستم تعلیق، فرمان و ترمز خودرو

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، چهارمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته مکانیک خودرو در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید. کتاب درسی تعمیرات سیستم تعلیق، فرمان و ترمز خودرو شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌هایی قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تایید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تاثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته

باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**



پودمان ۱

سرویس چرخ خودرو



# واحد یادگیری ۱

## سرویس چرخ خودرو

### مقدمه

چرخ‌ها یکی از مهم‌ترین قسمت‌های خودرو هستند که تأثیر بسیار زیادی در عملکرد سیستم فرمان، تعلیق و ترمز دارند. عدم توجه به انتخاب مناسب تایر، تنظیم فشار باد تایر و تعمیرات آن، همواره باعث کاهش ایمنی و آسایش سرنشینان خودرو خواهد شد.

### استاندارد عملکرد

هنگامی که پس از پایان این واحد یادگیری خواهد توانست تایر مناسب برای خودرو پیشنهاد داده و تعمیرات مورد نیاز آن را انجام دهد.

## ساختمان، انواع و اجزای تایر

فیلم آموزشی



تاریخچه چرخ

به تصاویر شکل ۱ نگاه کنید. چه تفاوت‌هایی را مشاهده می‌کنید؟



شکل ۱- روند پیشرفت چرخ

به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین چرخ‌ها و تایرهای قدیمی و جدید وجود دارد و تأثیر آن در عملکرد سیستم‌های مختلف خودرو چیست؟ جدول زیر را کامل کنید.

فکر کنید



ردیف	سیستم	تأثیر دارد	تأثیر ندارد	نوع تأثیر در صورت وجود
۱	موتور			
۲	جعبه دنده			
۳	آسایش سرنشین			
۴	ترمز			
۵	فنربندی			
۶	فرمان			

غیر از موارد ذکر شده در جدول، آیا موارد دیگری نیز تحت تأثیر چرخ‌ها هستند؟

به روش‌های مختلف می‌توان تایرها را دسته‌بندی کرد. معروف‌ترین روش دسته‌بندی در شکل ۲ آمده است.



بدون تیوب (تیوبلس)

تیوب‌دار

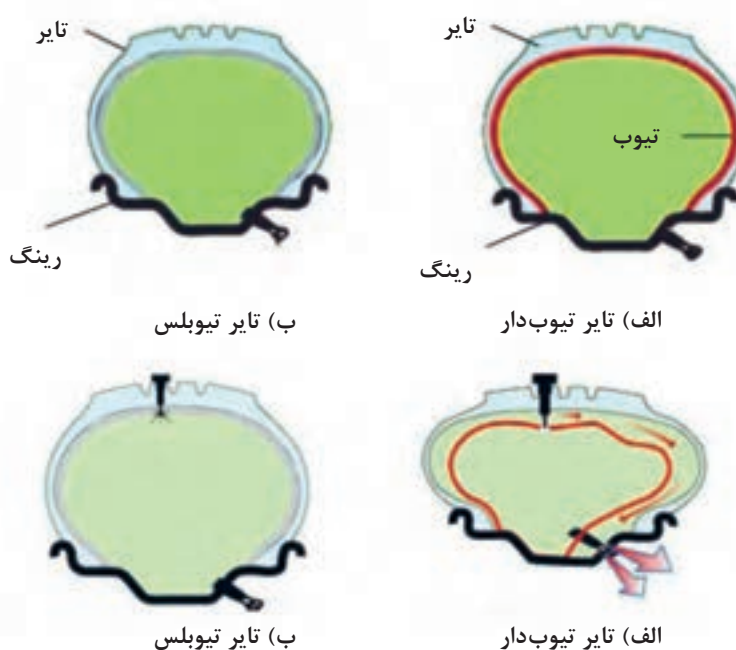
شکل ۲- انواع دسته‌بندی تایر از نظر داشتن تیوب

آیا می‌توان فقط با نگاه کردن از روی ظاهر تشخیص داد تایر، تیوب دارد یا بدون تیوب است؟

کار کلاسی



شکل ۳ ساختار تایر تیوب‌دار و بدون تیوب را با یکدیگر مقایسه می‌کند.



شکل ۳- ساختار تایر تیوب‌دار و بدون تیوب و مقایسه عملکرد آن دو

کار کلاسی



پژوهش کنید



فیلم آموزشی

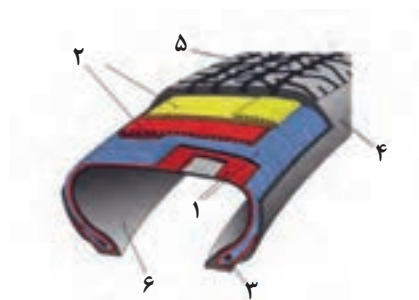


با توجه به شکل ۳ به نظر شما کدام نوع تایر بهتر عمل می کند. چرا؟

با جست و جو در منابع کتابخانه ای و اینترنت، سایر مزایای تایر از نوع بدون تیوب را بیابید.

فیلم آموزشی اجزاء و انواع تایر

شکل ۴ اجزای تایر را نشان می دهد.



شکل ۴

۱- لایه های عرضی تایر ۲- لایه های طولی تایر ۳- پرکن یا فیلر ۴- بدنه یا دیواره تایر ۵- رویه یا آج تایر ۶- آستر داخلی تایر

نکته



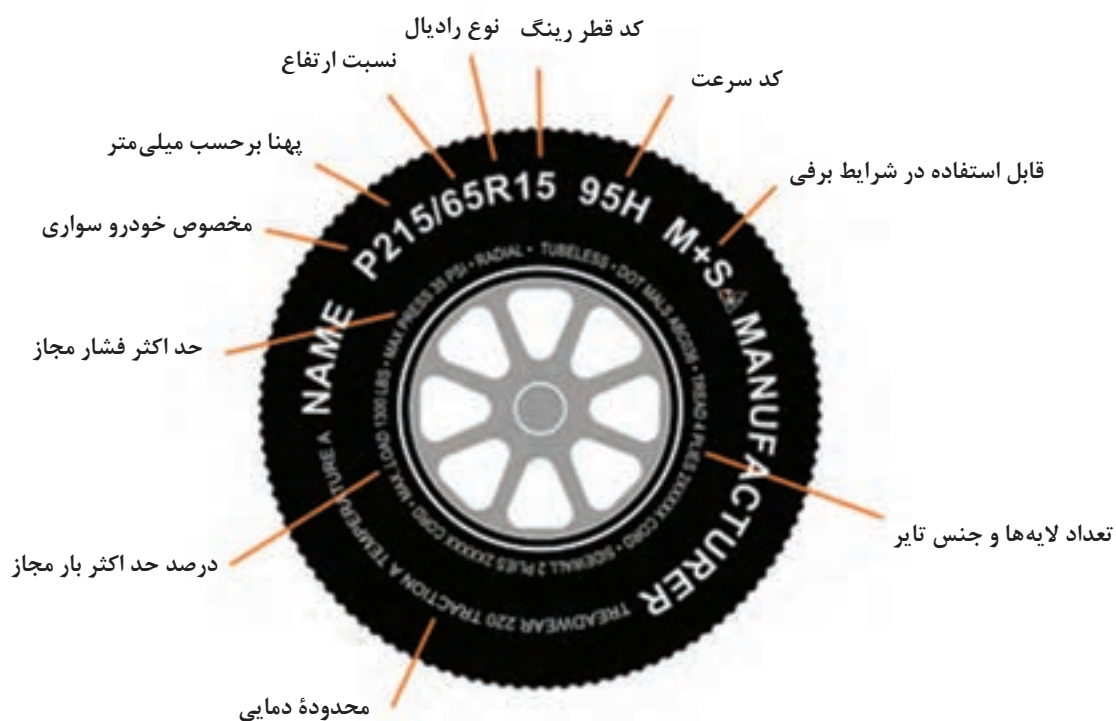
لایه های نخ دار تایر که در بدنه قرار دارد را منجمید می نامند.

با توجه به شکل ۴ و فیلم آموزشی، جدول زیر را کامل کنید.

قسمت	وظیفه
لایه عرضی	
لایه طولی	
بدنه (دیواره) تایر	هدایت آب موجود بر سطح جاده - هدایت بهتر هوا و خنک کاری بهتر - افزایش ضریب اصطکاک
فیلر	
رویه (آج) تایر	ایجاد استحکام در محل تماس رینگ و طوقه تایر رادیال
آستر داخلی تایر	تیوب دار: بدون تیوب: نگهداری هوای داخل تایر

## شناسایی مشخصات تایر از روی کد

آیا تا به حال به نوشته‌های روی تایر توجه کرده‌اید؟ (شکل ۵)



شکل ۵- نوشته‌های روی تایر

برخی از کدهای مهم تایر در شکل ۶ آمده است.

آج روی تایر می تواند طرح های مختلفی داشته باشد شکل ۶ انواع اصلی این نوع طرح ها را نشان می دهد.



شکل ۶- انواع متداول آج تایر  
۱- آج جهت دار ۲- آج متقارن ۳- آج نامتقارن

با کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	نام آج	انگلیسی	کاربرد - مزایا - معایب
۱	جهت دار		
۲	متقارن	Symmetrical	طول عمر بالا - جایگزینی و جابه جایی تایرها (جلو - عقب - چپ، راست)
۳	نامتقارن	Asymmetrical	اصطکاک مناسب تر

شکل ۶ را ملاحظه کنید. به نظر شما کدام تایرها را فقط در یک سمت خاص (مثلاً چپ) می توان نصب کرد.

فکر کنید







P 185 / 70 R 14 88 T



پهنا بر حسب  
میلی متر

کد نوع کاربری



نسبت ارتفاع به پهنا  
بر حسب درصد

مثال:  $\frac{185}{100} \times 70 = 129.5 \text{ mm}$



قطر رینگ d=  
بر حسب اینچ

نماد سرعت	سرعت بر حسب km/hr
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
O	150
P	160
Q	170
R	180
S	190
T	200
U	210
V	240
W	270
X	300

کد	شرح
P	سواری
LT	باری سبک
C	باری سبک
T	عمومی

Radial Construction  
\*see note B

کد	شرح
R	Radial Tyre
B	Bias Belt/Cross Ply
If no letter used it is a cross-play tyre	

Load Capacity Code  
\*see note C

کد بار	بار مجاز بر حسب kg بر تایر
80	450
81	462
82	475
83	487
84	500
85	515
86	530
87	545
88	560
89	580
90	600
91	615
92	630
93	650
94	670

95	690
96	710
97	730
98	750
99	775
100	800
101	825
102	850
103	875
104	900
105	925
106	950
107	975
108	1000

تایر رادیال



تایر بایاس



شکل ۷- مفهوم کدهای اصلی درج شده روی تایر

$\frac{H}{B}$  = نسبت ارتفاع به عرض تایر

$$D = d + 2H \Rightarrow V = D \times \pi \times n_{PL} \text{ سرعت چرخ}$$

مثال: خودرویی با ابعاد تایر  $R13 \ 175/65$  با دور پلوس  $120 \text{ R.P.m}$  حرکت می کند. سرعت چرخ را برحسب کیلومتر بر ساعت محاسبه کنید.

$$\frac{H}{B} = 65/175 \Rightarrow \frac{H}{175} = 65/175 \Rightarrow H = 113/75 \text{ mm}$$

$$D = d + 2H \Rightarrow D = (13 \times 25/4) + 2 \times 113/75 = 557/7 \text{ mm}$$

$$V = 557/7 \times 3/14 \times \frac{120}{60} = 3/5 \text{ m/s} \times 3/6 = 12/6 \text{ km/h}$$

در خودرو مثال بالا اگر از تایر  $R13 \ 165/65$  استفاده و تایر  $5 \text{ mm}$  سائیده شود تغییرات سرعت را با همان دور پلوس محاسبه کنید.

کار کلاسی



## رینگ

آیا به تفاوت قطر رینگ در خودروهای سواری قدیمی و خودروهای جدید توجه کرده اید؟ (شکل ۸)

فکر کنید



شکل ۸- رینگ در خودروهای امروزی (تایر فاق کوتاه)

به نظر شما چه محاسنی در بزرگ کردن رینگ و کوتاه کردن ارتفاع فاق تایر وجود دارد؟

در منابع کتابخانه ای و اینترنت، در مورد تایرهای چهار فصل جست و جو و پژوهش کنید.

پژوهش کنید



## انواع رینگ

رینگ‌ها را می‌توان به چندین روش دسته‌بندی کرد. نمودار زیر دو روش مهم دسته‌بندی رینگ‌ها را نشان می‌دهد.



رینگ از نظر ساختمان: بدنه تایر روی رینگ نصب می‌شود و معمولاً مطابق شکل ۹ به ۳ دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند.

نکته

رینگ‌های دوپارچه و چندپارچه در کامیونت‌ها و کامیون‌ها کاربرد دارد.



الف) رینگ چندپارچه



ب) رینگ دو پارچه



پ) رینگ یک پارچه

شکل ۹- انواع رینگ

پژوهش کنید

با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت، در مورد انواع رینگ از نظر نوع ساخت، پژوهش کنید.



دسته‌بندی رینگ از نظر جنس: عموماً رینگ‌های مورد استفاده در چرخ‌ها از آلیاژ آلومینیومی و یا آلیاژ فولادی تولید می‌شوند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- رینگ آلومینیومی و فولادی



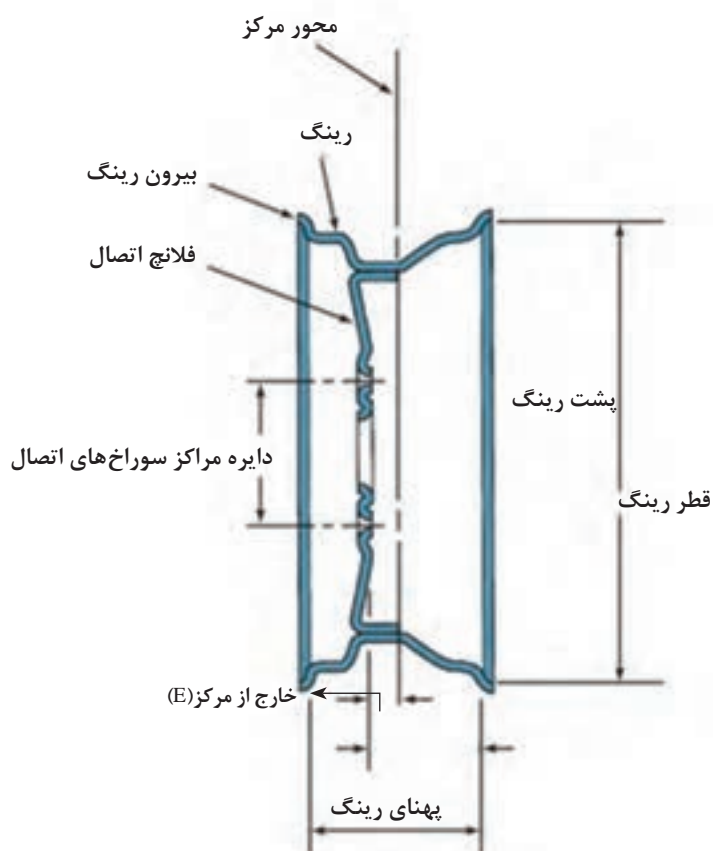
پس از بحث در مورد مزایا و معایب رینگ‌های آلومینیومی و فولادی، با کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

مزایا	معایب	
سبک - .....	.....	رینگ آلومینیومی
استحکام بیشتر - .....	خنک کاری ضعیف - .....	رینگ فولادی



با نظر هنرآموز، هر گروه حداقل ۵ خودرو را از نظر ساختمان و جنس رینگ مورد استفاده، بررسی کنید.

## ساختمان رینگ



شکل ۱۱- ساختمان رینگ

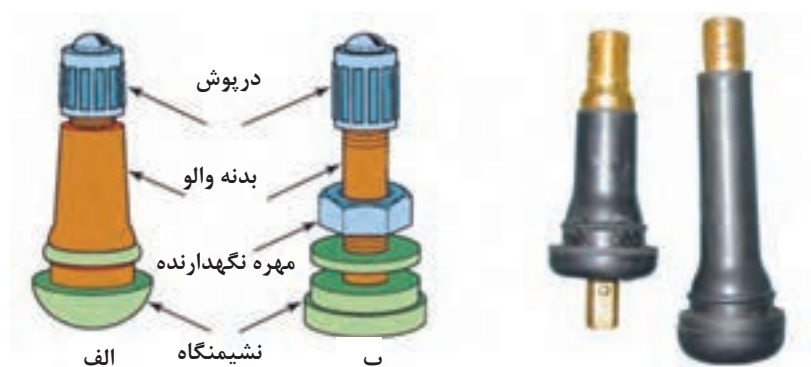
فکر کنید



مشاهده می شود برخی مالکین خودرو، جهت زیبایی از رینگ و تایر با ابعاد توصیه نشده استفاده می کنند. تغییر سایز رینگ و تایر و استفاده از تایرهای با ابعاد توصیه نشده، چه تأثیری در عملکرد خودرو خواهد داشت؟ آیا عملکرد آن را بهبود می بخشد؟

## والو تایر

با توجه به اینکه تایرهای خودروهای امروزی همه با فشار هوای فشرده پر می شوند، بنابراین به مجرای برای تزریق هوای فشرده به داخل آنها نیاز است که به آن والو می گویند. شکل ۱۲ والو ساده را نشان می دهد.



شکل ۱۲- ساختمان والو ساده

فکر کنید



به نظر شما والو تایرهای تیوبدار چه تفاوت هایی با والو تایرهای بدون تیوب باید داشته باشد؟ از شکل ۱۳ کمک بگیرید.



شکل ۱۳- تفاوت والو با سنسور اندازه گیری از نوع مستقیم و غیرمستقیم

## سنسور اندازه‌گیری فشار باد تایر

فکر کنید



به نظر شما دانستن فشار باد تایر چه تأثیری در عملکرد راننده دارد؟

فشار باد تایر عموماً به دو روش غیر مستقیم و مستقیم، تعیین می‌شود؛ که در روش مستقیم از سنسور اندازه‌گیر فشار باد تایر استفاده می‌شود. شکل ۱۳ یک نوع از این سنسور و مدار داخلی آن را نشان می‌دهد.

پژوهش کنید



با جست‌وجو در اینترنت بررسی کنید، چگونه به روش غیر مستقیم فشار باد تایر اندازه‌گیری می‌شود.



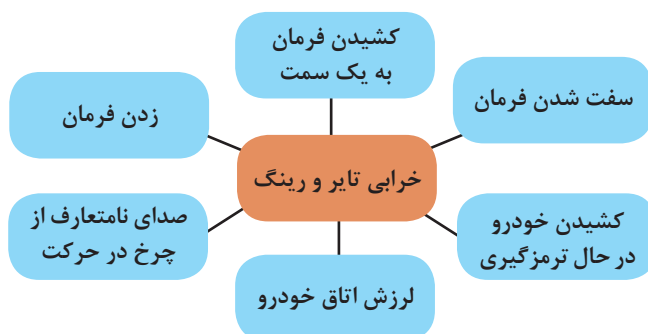
شکل ۱۴- حسگر فشار باد تایر و چراغ هشدار مربوطه در صفحه نشان‌دهنده‌ها

نکته



اگر تایر دارای سیستم اندازه‌گیری فشار باد تایر باشد معمولاً این حسگر روی والو نصب می‌شود. شکل ۱۴ والو مجهز به حسگر فشار باد تایر را نشان می‌دهد.

## روش بررسی چرخ در حرکت



بررسی چرخ روی خودرو بیشتر براساس مشاهده نتایج اتفاق می‌افتد. نمودار شکل روبه‌رو، آثار مهم خرابی چرخ را نشان می‌دهد.

کار کلاسی



جدول زیر را با توجه به نمودار بالا و راهنمایی هنرآموز کامل کنید.

حالت	دلایل
کشیدن فرمان به یک سمت	فشار نامناسب باد تایر - شکستگی رینگ .....
کشیدن خودرو به یک سمت در حالت ترمزگیری	
شنیدن صدای نامتعارف توسط سرنشین	
سفت شدن فرمان	کم بودن فشار باد تایر - مستهلک شدن تایرها
زدن فرمان	
لرزش اتاق خودرو	

فکر کنید



آیا غیر از موارد ذکر شده، برای خرابی تایر و رینگ در حال حرکت آثار دیگری وجود دارد؟

**تذکر:** ممکن است برخی موارد فوق به عملکرد تویی مربوط باشد که در پودمان بعدی به آن پرداخته می‌شود.  
**روش بررسی چرخ در حالت ایستایی (ثابت)**  
 به شکل ۱۵ توجه کنید. به نظر شما این ابزار چه کاری انجام می‌دهد.



شکل ۱۵- ابزار مخصوص کنترل تایر

برای بررسی و کنترل تایر لازم است ابتدا به راهنمای تعمیرات خودروی مورد نظر مراجعه کرد. دلیل این کار توجه به نکات خاص خودروی مورد نظر می‌باشد. شکل زیر، مراحل کنترل تایر را به صورت عمومی نشان می‌دهد. با کمک هنرآموز، زیرنویس شکل ۱۶ که رویه کار بررسی را نشان می‌دهد کامل کنید.





بررسی ظاهری تایر از نظر ساییدگی  
(شکل تکمیلی)



استفاده از ابزار گیج فشار مناسب



شکل ۱۶- مراحل بررسی تایر

اگر ابزار مخصوص اندازه‌گیری عمق آج وجود نداشته باشد، چگونه می‌توان عمق آج تایر را اندازه‌گیری کرد؟

پژوهش کنید



تعمیرکاران مجرب چگونه این کار را انجام می‌دهند؟ به شکل ۱۷ به عنوان راهنمایی عمومی توجه کنید.

شکل ۱۷- نحوه اندازه‌گیری تقریبی شیار تایر

یکی از نکات مهم جهت بررسی، تغییر فرم تایر و تاب و لنگی رینگ است. تصاویر شکل ۱۸ نحوه بررسی این تغییر فرم و تاب و لنگی را نشان می‌دهند.

محل نصب

فلانچ رینگ



پ



ب



الف

شکل ۱۸- کنترل تغییر شکل تایر و رینگ



با راهنمایی هنرآموز و با توجه به شکل ۱۸ جدول زیر را در مورد دلایل و شیوه کنترل تایر و رینگ کامل کنید.

شماره شکل	محل بررسی	دلیل	اثر
الف		ساییدگی - جنس نامناسب لاستیک - خرابی سیم های داخلی - .....	هدایت نامناسب - صدای در حال حرکت - ترمز نامناسب - .....
ب			
پ			

### علل خرابی رینگ و تایر

به شکل ۱۹ توجه کنید. برخی از ساییدگی های غیرطبیعی تایرها را نشان داده شده است.



۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶

شکل ۱۹

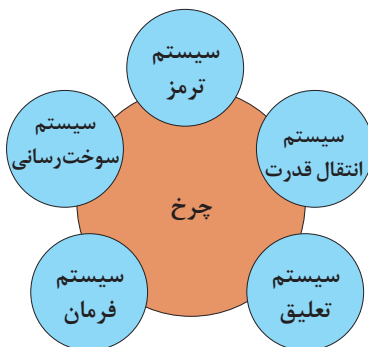


برخی از معایب مربوط به تایر، مربوط به عملکرد نادرست خود تایر می باشد. با توجه به اطلاعات مربوط به مشخصات تایر و راهنمایی هنرآموز، جدول زیر را تکمیل کنید.

ردیف	حالت	اثر
۱	فشار باد بیش از حد است	۳
۲	فشار باد کمتر از حد است	

## ارتباط با سایر سیستم‌های خودرو

نمودار زیر ارتباط چرخ با سایر سیستم‌های خودرو را نشان می‌دهد.



با راهنمایی هنرآموز، جدول زیر در مورد اثرات سیستم‌های مرتبط با چرخ را تکمیل کنید.

کار کلاسی



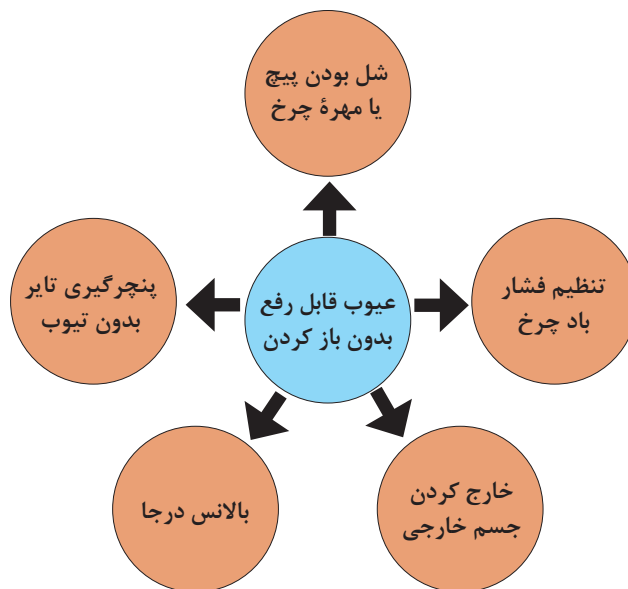
سیستم	حالت	اثر روی تایلر
سیستم ترمز	ترمز شدید و نامناسب -	ساییدگی بریده بریده
سیستم تعلیق		
سیستم فرمان	تنظیم نادرست زوایای فرمان	ساییدگی غیر طبیعی تایلر

جدول زیر تأثیر عملکرد نامناسب مجموعه چرخ روی سایر سیستم‌ها را نشان می‌دهد. به نظر شما عملکرد نامناسب مجموعه چرخ چه تأثیری روی سیستم سوخت‌رسانی دارد؟ آن را در جدول یادداشت کنید.

سیستم سوخت‌رسانی	سیستم فرمان	سیستم تعلیق	سیستم ترمز	سایر سیستم‌ها واحد مربوط
افزایش مصرف سوخت		انتقال و تشدید ارتعاشات به اتاق	کشیدگی فرمان هنگام ترمز	مجموعه چرخ

## رفع عیوب بدون باز کردن چرخ

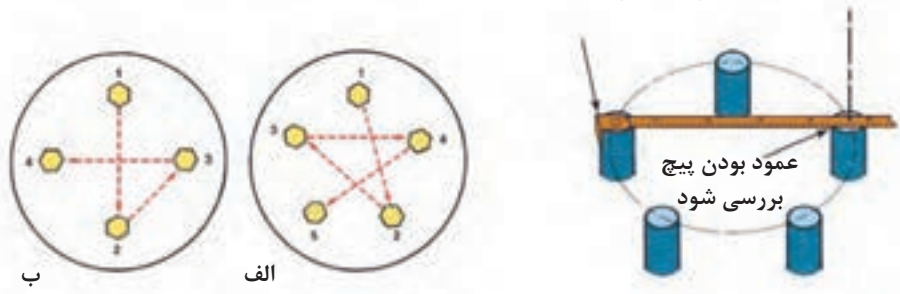
نمودار صفحه بعد عیوبی را نشان می‌دهد که بدون باز کردن چرخ می‌توان آنها را برطرف کرد.



### آچارکشی چرخ

برخی از مشکلات کشیدن فرمان یا زدن آن، مربوط به مناسب نبودن گشتاور پیچ یا مهره چرخ می باشد. با مراجعه به کتاب راهنمای مشتری یا راهنمای تعمیرات، میزان گشتاور پیچ و یا مهره چرخ مناسب را انتخاب و با ابزار مناسب محکم شود. شکل ۲۰ روش های متداول محکم کردن پیچ یا مهره چرخ و بررسی ارتفاع آن را نشان می دهد.

محل قرار دادن خط کش فلزی



شکل ۲۰- روش صحیح بستن پیچ یا مهره چرخ و کنترل ارتفاع پیچ

### تنظیم فشار باد تایر

تنظیم فشار باد تایر

فیلم آموزشی



برای تنظیم فشار باد تایر، از پمپ هوا و گیج مخصوص استفاده می شود.

میزان فشار باد تایر به چه عواملی بستگی دارد؟ با کمک هنرآموز جدول صفحه بعد را کامل کنید.

کار کلاسی



ارتباط	
میزان مجاز فشار باد تایر	استاندارد تایر
	شرایط دمای محیط
	شرایط بار خودرو
	شرایط جاده

یادآوری: شیوه بررسی و تنظیم باد تایر در کتاب کار و فناوری سال نهم آمده است. شکل ۲۱ روش تنظیم فشار باد تایر را نشان می‌دهد.

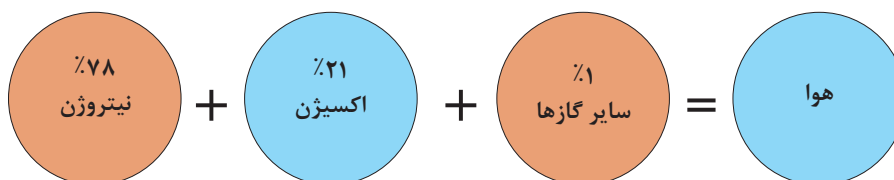


شکل ۲۱- شیوه بررسی و تنظیم فشار باد تایر

## تزریق نیتروژن

فیلم انیمیشن علت استفاده از گاز نیتروژن در تایر

فیلم آموزشی



به‌طور طبیعی اگر یک تایر با هوا پر شود ۷۸٪ نیتروژن دارد. به نظر شما استفاده کامل از نیتروژن چه محاسنی در تایر دارد؟ جدول صفحه بعد برخی از محاسن استفاده از نیتروژن در تایر را نشان می‌دهد. آن را با راهنمایی هنرآموز کامل کنید.

کار کلاسی



موضوع	اثر
میزان رطوبت در نیتروژن کمتر از هوا است.	وقتی تایلر گرم می شود و رطوبت بخار می شود فشار تایلر بیشتر افزایش می یابد، اما بدون بخار، فشار کمتر افزایش می یابد.
مولکول نیتروژن از مولکول اکسیژن بزرگ تر است.	کاهش فشار کندتر خواهد بود.
	عامل اکسیداسیون از بین رفته است.
تغییرات فشار نیتروژن نسبت به هوا در گرما کمتر است.	

### خارج کردن جسم خارجی روی تایلر

یکی از مواردی که باعث عملکرد نامطلوب چرخ ها می شود وجود جسم خارجی روی تایلر می باشد. مهم ترین تأثیر این اجسام نابالانسی چرخ خواهد بود. تصاویر شکل ۲۲ نحوه خارج کردن و بررسی جسم خارجی روی تایلر را نشان می دهد.

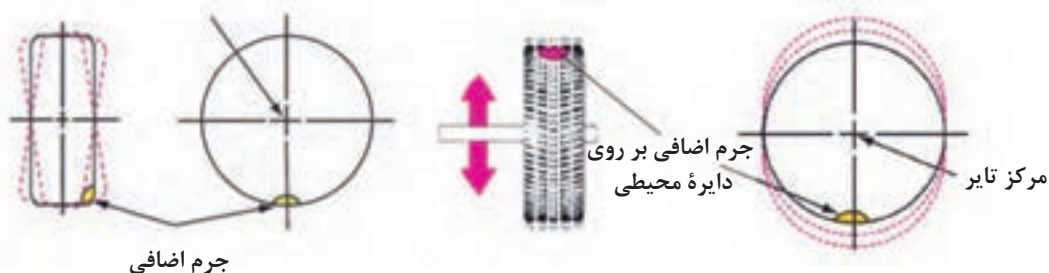


شکل ۲۲- روش بررسی و خارج کردن جسم خارجی از تایلر

### بالانس و نابالانسی در چرخ

مهم ترین عامل نابالانسی، وجود جرم اضافی (یکنواخت نبودن جرم محیط تایلر و یا وجود جسم خارجی) روی تایلر است. به تصاویر شکل ۲۳ توجه کنید. چه تفاوتی در دو تصویر مشاهده می کنید؟

مرکز دوران تایلر و چرخ



شکل ۲۳- عوامل نابالانسی در تایلر



با توجه به شکل ۲۳ و با کمک هنرآموز، جدول زیر را کامل کنید.

نابالانسی استاتیکی	نابالانسی دینامیکی	
وجود جرم اضافی در.....	وجود جرم اضافی در.....	عامل

### بالانس درجا

عبارت بالانس درجا به مفهوم بالانس کردن چرخ با مجموعه خودرو بدون باز کردن از روی خودرو می‌باشد.



روش بالانس درجای تایر روی خودرو

با توجه به اینکه دستگاه‌های مختلفی به عنوان بالانس درجا وجود دارد، لازم است ابتدا راهنمای استفاده از دستگاه بالانس مورد نظر مطالعه شود.



قبل از آغاز مراحل، باید تایر را از نظر وجود اجسام خارجی بررسی کرده و در صورت وجود پاک‌سازی شود. سپس فشار باد تایر در حد مجاز تنظیم شود.

شکل ۲۴ یک نمونه از دستگاه بالانس درجا و ابزار مورد نیاز برای این فعالیت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴- نوعی دستگاه بالانس درجای چرخ

با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای یا اینترنت، روش بالانس درجا را به صورت یک روزنامه دیواری آماده کنید (فعالیت گروهی).

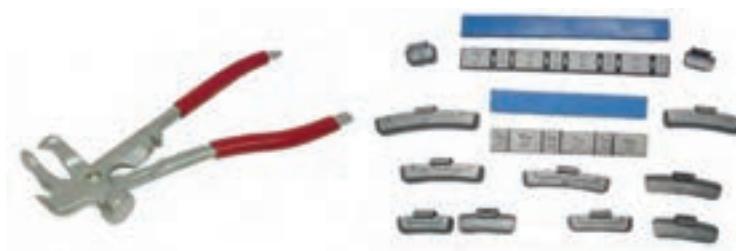


برای بالانس کردن، از ابزار مخصوص شامل وزنه‌ها در اندازه‌های مختلف و ابزار جازدن و خارج کردن وزنه‌ها استفاده می‌شود. شکل ۲۵ این نوع ابزار را نشان می‌دهد.





آیا وزنه‌های مربوط به رینگ‌های فولادی و آلومینیومی با هم متفاوت است؟ چرا؟



شکل ۲۵- ابزار مورد نیاز برای تنظیم بالانس وزنی تایر

### پنچرگیری تایر بدون تیوب (تیوبلس)

با توجه به شرایط خاص تایر تیوبلس، امکان پنچرگیری آن روی خودرو وجود دارد. برای انجام این کار به ابزار مخصوص نیاز است که شکل ۲۶ آنها را نشان می‌دهد.

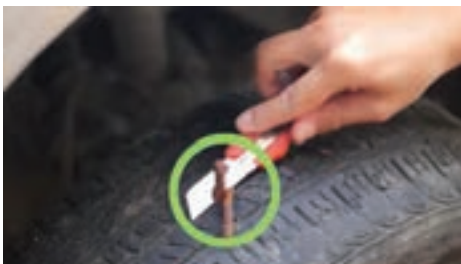
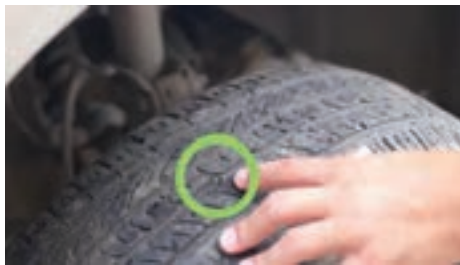


شکل ۲۶- ابزار مخصوص پنچرگیری تایر بدون تیوب (تیوبلس)

روش پنچرگیری تایر بدون تیوب



پس از مشاهده فیلم و با کمک هنرآموز، زیرنویس تصاویر مراحل پنچرگیری را کامل کنید (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- مراحل پنچرگیری تایر بدون تیوب

### بررسی، عیب‌یابی و رفع عیب بدون بازکردن اجزاء

ابزار و تجهیزات: جعبه ابزار مکانیکی - ابزار مخصوص پنچرگیری تایر بدون تیوب - ساعت اندازه‌گیر و پایه، خط‌کش

فعالیت  
کارگاهی



- ۱- با بررسی تایرهای موجود در کارگاه، مشخصات آنها را استخراج و به صورت جدول آماده کنید.
- ۲- تایرهای موجود در کارگاه را از نظر ظاهری بررسی کنید.
- ۳- بررسی کنید آیا تایر موجود روی خودروها با راهنمای تعمیرات یکسان است یا خیر.
- ۴- رینگ و تایر را از نظر تغییر شکل بررسی کنید.
- ۵- پنچرگیری تایر بدون تیوب را انجام دهید.
- ۶- فشار باد تایر را تنظیم کنید.
- ۷- با دستگاه بالانس درجا، تایرها را روی خودرو بالانس کنید.
- ۸- با توجه به فعالیت‌های موجود، چک لیست تعمیرات را تکمیل کنید.



هنگام حضور در کارگاه، استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.

### روش استفاده از آچار چرخ (دستی و پنوماتیکی)

ابزاری که برای باز کردن و یا بستن چرخ استفاده می‌شود با نام آچار چرخ شناخته می‌شود. شکل ۲۸ این نوع ابزار را نشان می‌دهد.



شکل ۲۸- آچار چرخ



سایز دهانه‌های بکس آچار چرخ در خودروهای مختلف را به صورت یک جدول تهیه و در کلاس ارائه کنید.

می‌توان از آچارهای پنوماتیکی (بادی) یا الکتریکی برای باز کردن پیچ یا مهره چرخ استفاده کرد. توجه کنید در صورت استفاده از آچار پنوماتیکی، تعیین جهت (راست‌گرد یا چپ‌گرد) و تنظیم میزان گشتاور هرز شدن، اهمیت فراوانی دارد. شکل ۲۹ آچار الکتریکی را نشان می‌دهد.

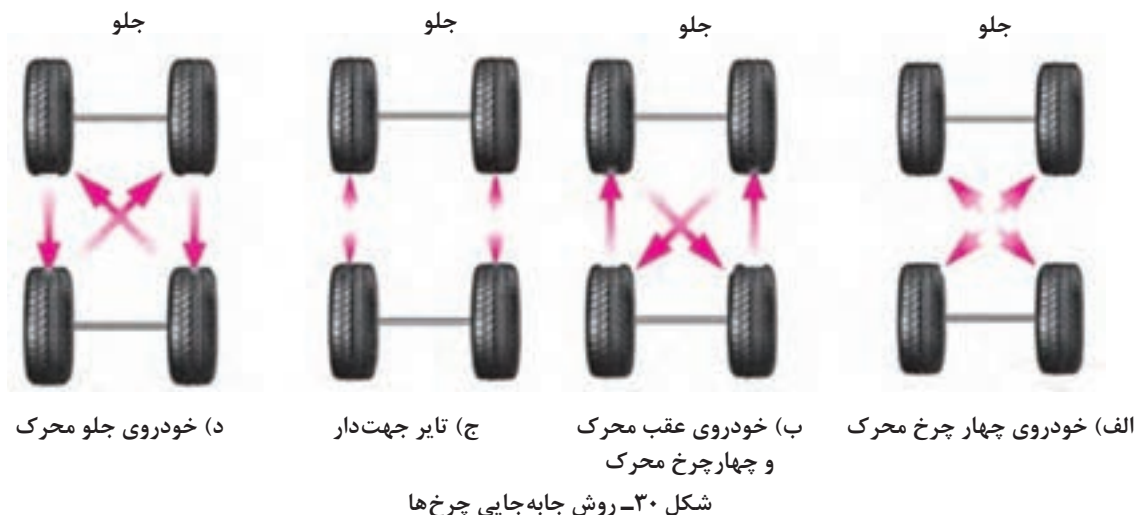


شکل ۲۹- آچار پنوماتیکی



اکثر شرکت‌های خودروساز توصیه می‌کنند که برای بستن پیچ یا مهره چرخ، از ابزار پنوماتیکی استفاده نشود. به نظر شما، چرا؟

شرکت‌های خودروساز توصیه می‌کنند که طی یک دوره ۸ الی ۱۰ هزار کیلومتر، محل تایرها روی خودرو جابه‌جا شوند. شکل ۳۰ روش‌های عمومی جابه‌جایی چرخ‌ها را نشان می‌دهد.



چرا روش پیشنهادی تعویض تایرها وابسته به نوع جلو محرک، عقب محرک یا چهار چرخ محرک بودن خودرو است؟

فکر کنید



در گزینه ج شکل ۳۰ عبارت تایر جهت دار ذکر شده است، جهت آج تایر چه تأثیری در جابه جایی دارد؟ اگر رعایت نشود چه اتفاقی خواهد افتاد؟

غیر از روش های ذکر شده در شکل، چه روش هایی توسط خودروسازها پیشنهاد می شود؟

پژوهش کنید



**ابزار و تجهیزات:** خودرو - آچار چرخ مناسب - جک بالا بر  
- با استفاده از راهنمای تعمیرات خودرو یا راهنمای مشتری، تایر خودروهای موجود در کارگاه را از روی خودروها باز کنید.  
- با استفاده از راهنمای تعمیرات خودرو یا راهنمای مشتری، تایر خودروهای موجود در کارگاه را تعویض کنید.

فعالیت کارگاهی



- هنگام حضور در کارگاه، استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.  
- هنگام جابه جا کردن و بلند کردن چرخ ها، نکات ایمنی بلند کردن آن را رعایت کنید.

نکات ایمنی



## بررسی و تعمیر تایر پس از باز کردن

پس از باز کردن چرخ و بر اساس چک لیست تعمیرات، در صورتی که نیاز به بررسی وجود دارد باید موارد لازم بررسی شود.

## دستگاه بالانس چرخ (استاتیکی و دینامیکی)

در صورت عدم دسترسی به دستگاه بالانس درجا، می‌توان پس از باز کردن چرخ از روی خودرو، آن را از نظر وزنی بررسی و بالانس کرد. دو نوع دستگاه برای این کار وجود دارد. شکل ۳۱ این دو نوع دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۳۱- دو نوع دستگاه بالانس چرخ (استاتیکی و دینامیکی)

تفاوت عملکرد دو نوع دستگاه بالانس در چیست؟ کدام نوع بهتر عمل بالانس کردن را انجام می‌دهد؟ چرا؟

فکر کنید



روش کار با دستگاه‌های بالانس چرخ (استاتیکی و دینامیکی)

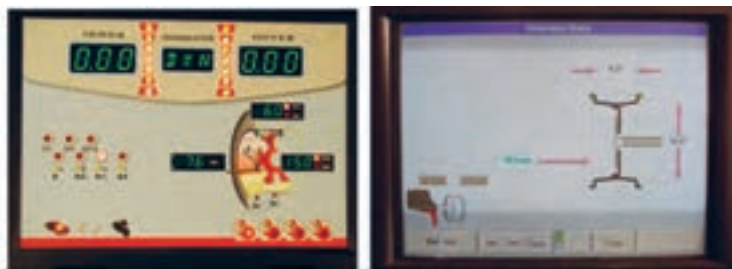
فیلم آموزشی



۱- پس از مشاهده فیلم، نکات ضروری برای آماده‌سازی قبل از آغاز بالانس کردن چرخ را بنویسید.  
۲- برای استفاده از دستگاه بالانس دینامیکی، به چه پارامترهایی نیازمند هستیم؟ (از شکل ۳۲ کمک بگیرید).

کار کلاسی





شکل ۳۲- صفحه نمایش دو نوع دستگاه بالانس دینامیکی

دستگاه بالانس استاتیکی و دینامیکی، کدام نوع نابالانسی را اصلاح می کنند؟

فکر کنید



## باز کردن تایر از روی چرخ

برای انجام برخی تعمیرات روی چرخ (تعویض رینگ - پنچرگیری و...)، لازم است تایر از روی رینگ باز شود. شکل ۳۳ چند نمونه از تجهیزات مورد نیاز را نشان می دهد.



شکل ۳۳- دستگاه لاستیک درآر دستی و پنوماتیکی

برای استفاده از هر دستگاه و ابزار ابتدا لازم است راهنمای استفاده از آن به دقت خوانده شود و نکات ضروری هنگام اجرای کار، رعایت شود.

روش استفاده از لاستیک درآر پنوماتیکی

فیلم آموزشی



کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم، زیرنویس تصاویر شکل ۳۴ را کامل کنید.





شکل ۳۴- مراحل استفاده از دستگاه لاستیک در آر پنوماتیکی

با مراجعه به چند تعمیرگاه (آپاراتی) نوع دستگاه و ابزار لاستیک در آر و روش کار را مشاهده و طی یک گزارش، به هنرآموز ارائه دهید.

پژوهش کنید



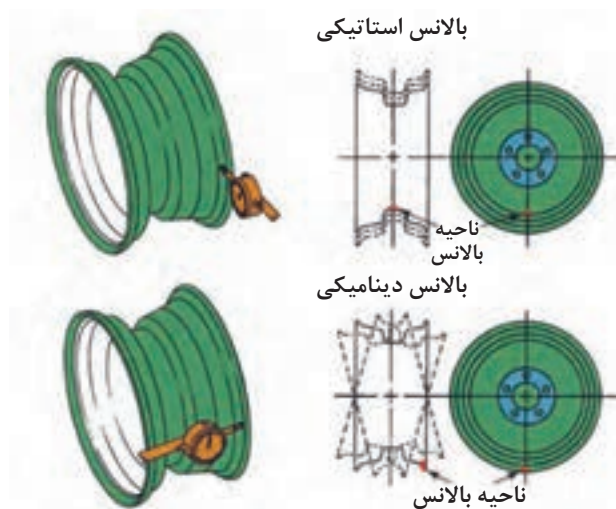


### بررسی رینگ

پس از باز کردن تایر از روی رینگ، می‌توان رینگ را بررسی کرد. شکل ۳۵ بررسی‌های ظاهری رینگ را نشان می‌دهد. لازم است رینگ از نظر شکستگی، ترک‌خوردگی و تغییر شکل ظاهری، مورد بررسی قرار گیرد. در صورت وجود هر کدام از این موارد، رینگ باید تعویض شود.



شکل ۳۵- بررسی ظاهری رینگ



شکل ۳۶- بررسی رینگ از نظر لنگی یا تغییر شکل کوچک و آثار آن

شکل ۳۶ روش بررسی رینگ از نظر تغییر شکل‌های کوچک را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۳۶ تأثیر تغییر شکل (دفرمه شدن) در صفحه مرکزی و تغییر شکل در لبه‌های رینگ، در عملکرد خودرو چیست؟

فکر کنید



### حسگر اندازه‌گیر فشار باد تایر

در صورتی که پس از اندازه‌گیری فشار باد تایر، اختلاف قابل توجهی بین عدد نشان داده شده توسط گیج فشار و سنسور اندازه‌گیری فشار باد تایر وجود داشته باشد، لازم است این سنسور تعویض شود. برای سرویس این حسگر معمولاً از یک کیت تعمیر استفاده می‌شود. شکل ۳۷ کیت تعمیر و اجزای اصلی موجود در کیت را نشان می‌دهد.



شکل ۳۷- کیت تعمیر حسگر اندازه‌گیر فشار باد تایر

قبل از بستن لازم است فرایند مربوطه مطابق راهنمای تعمیرات، بررسی و مراحل آماده‌سازی انجام شود. معمولاً برای تعریف این حسگر به دستگاه عیب‌یاب نیاز است. شکل ۳۸ یکی از نکات مهم هنگام بستن را نشان می‌دهد.

توجه

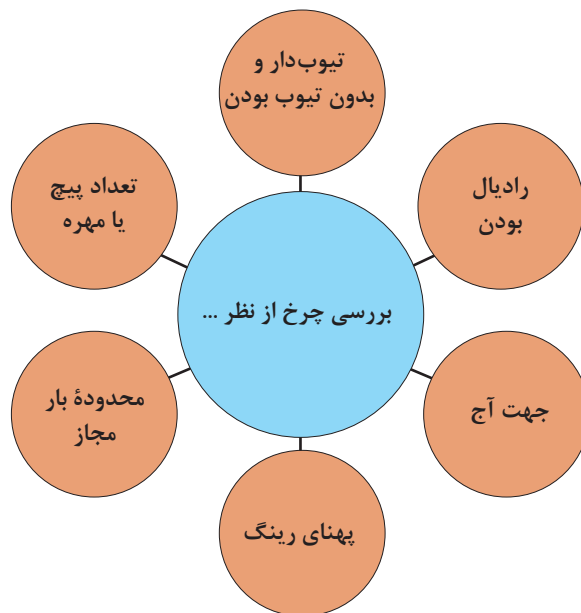


شکل ۳۸- بستن حسگر اندازه‌گیر فشار باد تایر روی رینگ

به شکل ۳۸ توجه کنید. به نظر شما کدام نکته در این شکل نشان داده شده است؟

### انتخاب تایر مناسب

قبل از انتخاب و خرید تایر، باید به راهنمای مشتری یا راهنمای تعمیرات خودرو مراجعه کرد و مشخصات تایر توصیه شده را به‌دست آورد. عموماً شرکت‌های سازنده توصیه می‌کنند تمامی تایرها به صورت هم‌زمان تعویض شوند؛ اما اگر این مورد انجام نشود باید مشخصات تایر جدید با نوع قدیمی تطبیق داشته باشد. نمودار صفحه بعد برخی از موارد ضروری را که جهت بررسی در انتخاب تایر باید مورد توجه قرار گیرد نشان می‌دهد.



آیا نکات دیگری غیر از موارد ذکر شده نیز برای انتخاب تایر ضروری است؟ آنها را یادداشت کنید.

کار کلاسی



آیا می توان تا هر مقدار قطر رینگ را افزایش داد؟ آیا روش تقریبی برای این کار وجود دارد؟

فکر کنید



### روش پنچرگیری

روش پنچرگیری تایرهای بدون تیوب، در بخش های قبلی ارائه شده است. در اینجا روش پنچرگیری تایرهای تیوبدار را بررسی می کنیم.

روش پنچرگیری تایر تیوبدار

فیلم آموزشی



چند بار می توان تعمیر تیوب یا تایر را انجام داد؟ (تیوبدار و بدون تیوب)  
شرایط تعمیر مجدد تیوب چیست؟ آیا در هر حالتی می توان تیوب را مجدداً تعمیر کرد؟

کار کلاسی



با مراجعه به کتاب راهنمای مشتری خودروهای پیشرفته در خصوص روش پنچرگیری سریع تایر و مزایا و معایب آن پژوهش کنید.

پژوهش کنید





شکل ۳۹- ابزار عمومی پنچرگیری

### کاربری دستگاه‌های لاستیک در آر، بالانس و کنترل‌های لازم رینگ و تایر

**ابزار و تجهیزات:** کارگاه - خودرو - دستگاه و ابزار لاستیک در آر - دستگاه بالانس دینامیکی و استاتیکی - لوازم یدکی - ابزار و لوازم پنچرگیری - تیوب - لاستیک تیوب‌دار - لاستیک بدون تیوب - جعبه ابزار مکانیکی - ساعت اندازه‌گیری

فعالیت  
کارگاهی



- با کمک راهنمای عملکرد دستگاه لاستیک در آر موجود در کارگاه، تایر را از رینگ جدا کنید.
- با کمک ابزار پنچرگیری، تعمیر تایر و تیوب تایر تیوب‌دار را انجام دهید.
- پس از باز کردن کردن تایر، رینگ را از نظر ظاهری و تغییر شکل، مورد بررسی قرار دهید.
- با کمک ساعت اندازه‌گیری، تغییر شکل محوری یا شعاعی رینگ را بررسی کنید.
- با کمک راهنمای دستگاه بالانس چرخ موجود در کارگاه، تایر را بالانس کنید.
- چرخ را روی خودرو بسته و بالانس درجا روی خودرو را انجام دهید.
- بررسی نهایی چرخ را انجام دهید.

- هنگام حضور در کارگاه، استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.
- هنگام جابه‌جا کردن و بلند کردن چرخ‌ها نکات ایمنی بلند کردن آن را رعایت کنید.

نکات ایمنی



## ارزشیابی شایستگی تعمیر چرخ

**شرح کار:** رفع عیوب بدون باز نمودن چرخ‌ها (شل بودن پیچ‌ها، وجود شی خارجی داخل آج تایر، کم و زیاد بودن فشار باد تایر و ...) - بررسی عیوب چرخ خودرو ساکن (تاب، لنگی و شکستگی)، بررسی عیوب تایر (تاب، لنگی، عمق آج و کنترل انواع والو تایر ...) - بررسی عیوب چرخ‌های خودرو در حال حرکت (بالانس نبودن چرخ‌ها، صدای نامتعارف چرخ‌ها و ...) - تکمیل چک لیست اطلاعات سرویس - باز کردن چرخ از روی خودرو - جابه‌جایی نوبتی چرخ‌های خودرو با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات - تعویض تایر یا رینگ چرخ - تعویض انواع والو - تعمیر پنچری تایر - بالانس چرخ روی دستگاه - بستن چرخ روی خودرو - بالانس چرخ روی خودرو - بررسی نهایی

### استاندارد عملکرد

با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات تایر، ضمن بررسی و آزمایش‌های مجموعه تایر، تعمیرات انواع تایرهای خودروهای سواری موجود را انجام دهد.

### شاخص‌ها

مشاهده بررسی سطوح اتکای جک زیر خودرو - بررسی چرخ (تاب و لنگی رینگ، تاب، لنگی و آج تایر و ...) مطابق کتاب راهنمای تعمیرات - بررسی والو مطابق دستورالعمل تعمیرات - بررسی فشار باد تایر با دستگاه فشارسنج - تکمیل چک لیست اطلاعات سرویس مشاهده روند باز کردن چرخ از روی خودرو - مشاهده روش تعویض تایر با استفاده از دستگاه لاستیک درآر - بررسی روند تعویض والو مطابق دستورالعمل - بالانس چرخ روی دستگاه - عدم پنچری تایر - بررسی بالانس چرخ روی خودرو (بالانس درجا - بررسی روند بررسی نهایی)

### شرایط انجام کار و تجهیزات و ابزار

کارگاه، خودرو، آچار چرخ، ابزار پنچرگیری، گیج فشار باد، دستگاه بالانس چرخ، دستگاه لاستیک درآر، کمپرسور هوا، تایر، رینگ، جک بالابر، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، والو، ساعت اندازه‌گیر، تثبیت‌کننده خودرو (خرک)، وزنه‌های بالانس چرخ، تیوب تایر، ابزار مخصوص، عمق‌سنج تایر، دستگاه عیب‌یاب

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنجار جو
۱	رفع عیب بدون باز کردن چرخ	۲	
۲	تعویض چرخ	۱	
۳	تعمیر چرخ	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست‌محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیوب رینگ و تایر کنید.		
	میانگین نمرات		

\* حداقل میانگین نمرات هنجار جو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

## واحد یادگیری ۲

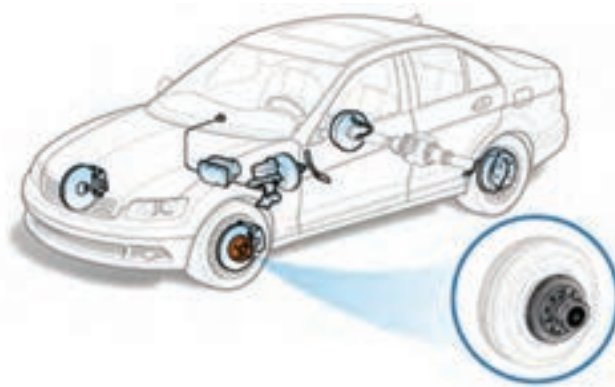
### تعمیر توپی چرخ

#### مقدمه

چرخ از طریق توپی به خودرو متصل می‌شود و گشتاور از طریق توپی به چرخ منتقل می‌گردد. عملکرد نامناسب توپی باعث کاهش کیفیت سیستم ترمز و فرمان و در نتیجه کاهش ایمنی در رانندگی می‌گردد.

#### استاندارد عملکرد

هنرجویان پس از آموزش این کار توانایی عیب‌یابی و تعمیرات مجموعه توپی چرخ را پیدا می‌کنند.



#### پیش‌آزمون

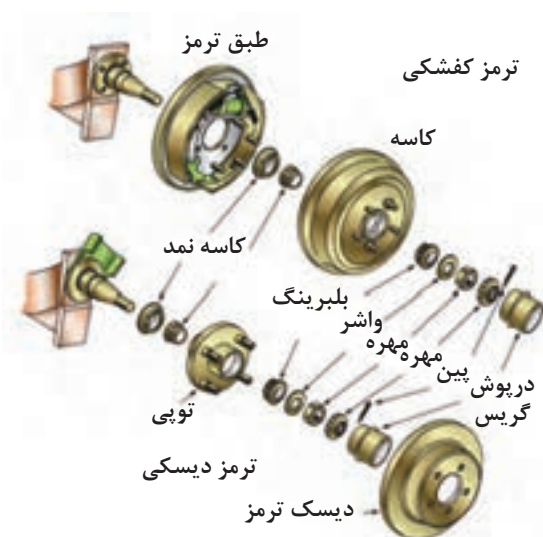


- ۱- کدام یک از اجزای مجموعه چرخ محسوب می‌شود؟  
الف) تایر      ب) رینگ      ج) سنسور فشار باد      د) همه موارد
- ۲- انواع سرویس مربوط به چرخ را نام ببرید.
- ۳- نام قطعه نشان داده شده چیست؟ وظیفه آن را به‌طور مختصر بیان کنید.



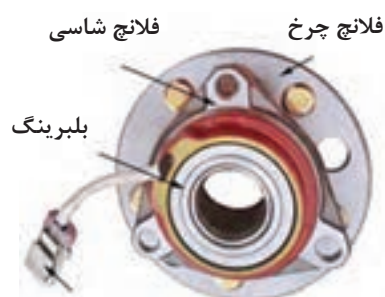
### نحوه عملکرد توپی و ساختمان آن

توپی چرخ مکانیزمی است که چرخ بر روی آن سوار می‌شود و امکان چرخش آزادانه را به چرخ می‌دهد. توپی چرخ شامل یک یا دو فلانچ است که محل اتصال چرخ به توپی و توپی به شاسی را فراهم می‌کند و در بعضی خودروها توپی بر روی سگدست و یا تعلیق عقب نصب می‌شود. (شکل ۱) درون توپی چرخ از یک یا دو بلبرینگ استفاده شده است که به فلانچ چرخ اجازه حرکت آزادانه را می‌دهد. در بسیاری از خودروهای امروزی، سنسور سرعت و چرخ دندانه ABS هم به مجموعه توپی چرخ متصل می‌شوند. بدون توپی چرخ، چرخ‌های خودرو به خوبی حرکت نمی‌کند و عملکرد فرمان نیز ضعیف می‌شود. شکل ۱ اجزای مجموعه توپی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- مجموعه توپی چرخ‌های عقب و جلو

شکل ۲ نوعی توپی که در برخی خودروهای جدید استفاده می‌شود را نشان می‌دهد.



کانکتور سنسور سرعت چرخ

شکل ۲- توپی نسل جدید مورد استفاده در چرخ جلو و چرخ عقب



به نظر شما تویی شکل ۲ چه تفاوتی با تویی متداول دارد؟

## وظیفه، ساختمان و انواع بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ

### وظیفه بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ

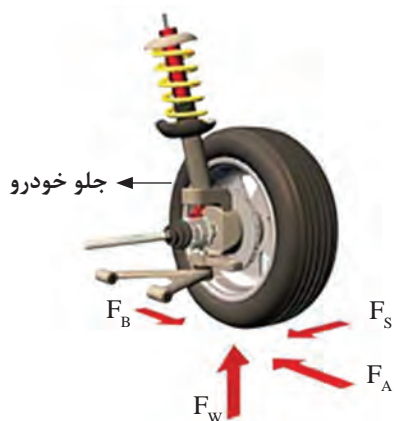
بلبرینگ چرخ علاوه بر تحمل وزن کل خودرو به چرخها اجازه چرخش آزادانه را می‌دهد. نیروهایی که به چرخ وارد می‌شوند در ادامه آمده‌اند. شکل ۳ این نیروها را نشان می‌دهد.

$F_N$ : عکس‌العمل نیروی وزن روی چرخ (نیروی عمودی وارد بر چرخ)

$F_A$ : نیرویی زمان شتاب‌گیری چرخ محرک (بین چرخ و سطح جاده)

$F_B$ : نیروی اصطکاک بین چرخ و سطح جاده

$F_S$ : نیروی جانبی بین چرخ و جاده

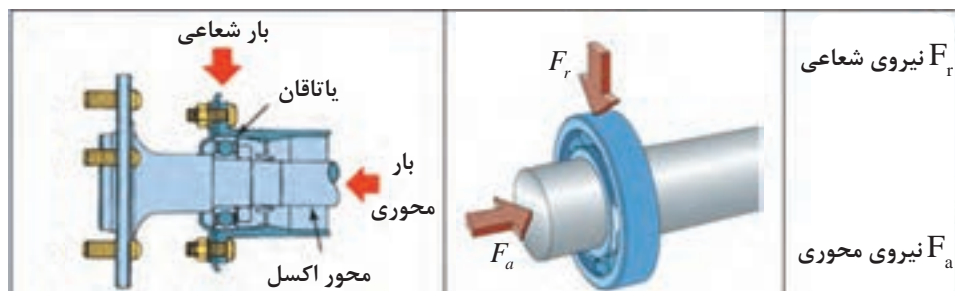


شکل ۳- نیروهای وارد به چرخ



نیروی جانبی می‌تواند نیروی جانب مرکز و یا حاصل از جریان باد جانبی باشد.

نیروهای وارده بر مجموعه چرخ منجر به وارد آمدن بارهایی به بلبرینگ یا رولبرینگ می‌شود، که بایستی توسط بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ تحمل شوند. (شکل ۴)



شکل ۴- بارهای وارده بر بلبرینگ به صورت ساده و روی چرخ



فیلم آموزشی



نیروهای وارد بر چرخ در حالت‌های مختلف حرکت

کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم و با راهنمایی هنرآموز جداول زیر را کامل کنید.

جدول نیروهای وارد بر بلبرینگ یا رولبرینگ در حرکت مستقیم و پیچ جاده

نیروی شعاعی	نیروی محوری	
دارد	ندارد	حرکت در مسیر مستقیم
دارد	دارد	حرکت در مسیر پیچ جاده

فیلم آموزشی



مشخصات ساختمان بلبرینگ یا رولبرینگ را مشاهده کنید.

کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم قسمت‌های نشان داده شده در شکل ۵ را نام‌گذاری کنید.



شکل ۵- ساختمان و اجزای بلبرینگ

## انواع بلبرینگ یا رولبرینگ‌های به کار رفته در چرخ‌های خودرو

کار کلاسی



به تصاویر شکل ۶ نگاه کنید و با راهنمایی هنرآموز زیرنویس شکل را کامل کنید.

تصویر	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۴
نام	شمار عمیق ۱ ردیفه	رولبرینگ مخروطی	تماس زاویه‌ای ۲ ردیفه	شمار عمیق ۲ ردیفه
تحمیل بار محوری		(در یک جهت) دارد	(در دو جهت) دارد	
تحمیل بار شعاعی			دارد	

شکل ۶ - ساختمان و اجزا بلبرینگ یا رولبرینگ

فکر کنید



با توجه به جدول بالا شما کدام بلبرینگ یا رولبرینگ را برای چرخ مناسب‌تر می‌دانید؟ چرا؟

کار کلاسی



با توجه به جدول بالا آیا بلبرینگ‌ها یا رولبرینگ‌ها تحمل بارهای محوری وارد بر چرخ را دارند؟

نکته



نصب رولبرینگ مخروطی بر روی محور نیازمند تنظیم پیش بار به منظور حفظ لقی مناسب بین رولرهای مخروطی و حلقه‌های (کنس‌ها) آن است. این میزان لقی پیش بار اولیه بایستی براساس دستورالعمل‌های ارائه شده از سوی سازنده خودرو تنظیم شود که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

پژوهش کنید



در مورد کاربرد هر یک از انواع توپی و بلبرینگ یا رولبرینگ در خودروهای جلو محرک و عقب محرک پژوهش کنید و جدول صفحه بعد را کامل کنید.

نوع توپی و بلبرینگ یا رولبرینگ استفاده شده				نام خودرو
چرخ جلو متحرک	چرخ عقب متحرک	چرخ عقب متحرک	چرخ جلو متحرک	

## کاسه نمد

### وظیفه، ساختمان و انواع کاسه نمد

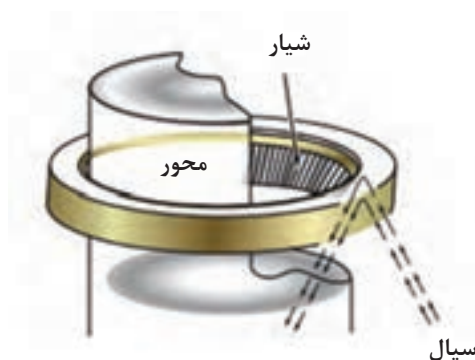
همان‌طور که می‌دانید از کاسه‌نمدها به منظور جلوگیری از نشتی مواد روانکار نظیر گریس، روغن و واسکازین، و همچنین جلوگیری از ورود غبار و آب به یاتاقان و ترکیب آن با روانکار استفاده می‌شود. کاسه‌نمدها در مدل‌های تک لبه، دو لبه و لبه شیاردار وجود دارند.



شکل ۷- نمای برش خورده کاسه‌نمد یک لبه و دو لبه

کاسه نمد با لبه شیاردار چه ویژگی منحصر به فردی نسبت به کاسه نمد با لبه معمولی دارد؟ آیا از این گونه کاسه نمد برای آب‌بندی توپی چرخ استفاده می‌شود؟ (از شکل ۸ کمک بگیرید)

فکر کنید



شکل ۸- کاسه نمد با لبه شیاردار



شکل ۹- کاسه نمد بدون فنر و با فنر

کاسه‌نمدهای چرخ از نوع آب بندمتحرک (محورهایی که در حال حرکت‌اند) هستند که وظیفه آب‌بندی میان توپی چرخ، و نشیمنگاه بلبرینگ یا رولبرینگ (اسپیندل) را بر عهده دارند. اکثر این نوع کاسه‌نمدها دارای یک لبه یا دو لبه آب‌بند از جنس لاستیک مصنوعی هستند. کاسه‌نمدها به دو دسته بی‌فنر و فنردار تقسیم می‌شوند که معمولاً در چرخ از نوع فنردار استفاده می‌شود.

دلیل استفاده از فنر مارپیچی در پشت لبه آب‌بند کاسه‌نمد چیست؟ و مواردی که از کاسه نمد بدون فنر استفاده می‌شود را تحقیق کنید.

فکر کنید



اجزای توپی چرخ و محل قرارگیری آنها

فیلم آموزشی



پس از مشاهده فیلم در مورد محل قرارگیری کاسه‌نمد و دلیل آن گفت‌وگو کنید.

کار کلاسی



به چه منظور از گریس به جای سایر روان‌کارها نظیر روغن در قطعات مکانیکی استفاده می‌شود؟

فکر کنید



## گریس چیست؟

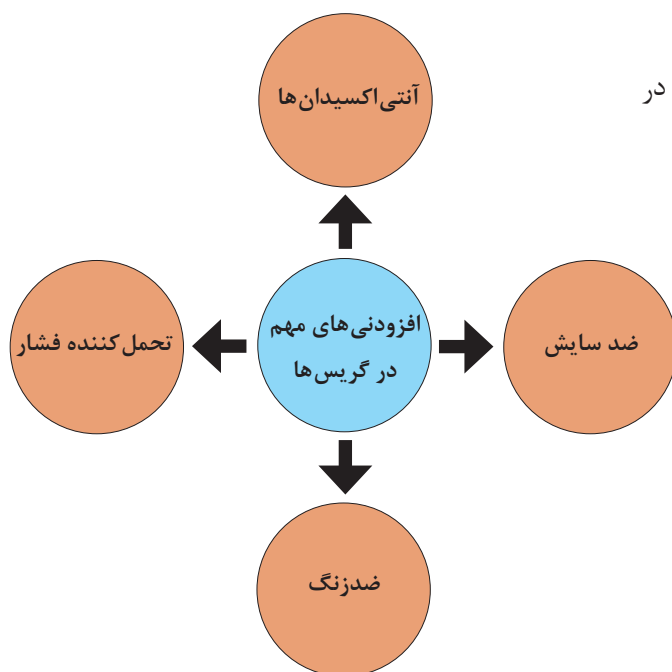


شکل ۱۰- انواع گریس

خودروسازان براساس سفتی و موارد استفاده گریس‌ها، آنها را با توجه به کاربردشان دسته‌بندی می‌کنند. فرد تعمیرکار بایستی از انواع این طبقه‌بندی گریس‌ها اطلاع کافی داشته باشد. گریس نوعی روانکار است که از ترکیب روغن و نوعی ماده قوام‌دهنده (سخت‌کننده) به وجود می‌آید. گریس‌ها معمولاً براساس ماده قوام‌دهنده (صابون) مورد استفاده در ساختار آنها نام‌گذاری می‌شوند، که این مواد سخت‌کننده شامل آلومینیم، باریم، کلسیم، لیتیم یا سدیم، پلی‌اوره و خاک بنتون و ... می‌باشد.

## افزودنی‌های گریس

افزودنی‌هایی متداول در ترکیبات گریس در نمودار روبه‌رو نشان داده شده است.



شکل ۱۱ - نمودار افزودنی‌های گریس

با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت در مورد سایر افزودنی‌ها و رنگ‌های گریس پژوهش کنید.

پژوهش کنید



## علائم موجود بر روی ظروف محتوی گریس و معنای آنها

این نوع گریس موارد استفاده وسیعی دارد. بنابراین از این نوع گریس می‌توان هم در مصارف صنعتی و نیز در خودرو استفاده کرد. (همه‌کاره)			
این نوع گریس در شرایط کاری با دمای بالا کاربرد دارد.		این نوع گریس موارد استفاده خاص دارد.	
این نوع گریس در شرایط کاری با بار زیاد کاربرد دارد.		این نوع گریس در شرایط کاری با دمای پایین کاربرد دارد.	

## دسته‌بندی گریس‌های متداول مصرفی در خودرو (براساس استاندارد NLGI)

مؤسسه NLGI گریس‌ها را براساس کاربرد آنها در خودرو به پنج گروه تقسیم‌بندی کرده است. البته این دسته‌بندی فقط کاربرد گریس‌ها را در روانکاری اجزای شاسی و بلبرینگ و رولبرینگ چرخ‌های خودرو پوشش می‌دهد. بر مبنای این طبقه‌بندی کلاً دو دسته اصلی گریس وجود دارد که عبارت‌اند از:

- گریس‌های شاسی که با حرف L نمایش داده می‌شوند.
- گریس‌های بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ که با حرف G نمایش داده می‌شوند.



شکل ۱۲- برخی نمادهای گریس مورد استفاده در خودرو

با جستجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت در مورد ویژگی‌های انواع گریس شاسی و بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ پژوهش کرده و جدول زیر را کامل کنید. از شکل ۱۲ کمک بگیرید.

پژوهش کنید



گروه	کاربرد	نوع سرویس	وضعیت عملکرد
LA		گریس کاری در فواصل ۳۲۰۰ کیلومتر و شرایط کاری متوسط	
	شاسی		مقاوم در برابر اکسیداسیون، خوردگی و سایش حتی تحت بارهای سنگین و در معرض آب از دمای ۴۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد
GA		فواصل گریس کاری مجدد کوتاه است و شرایط کاری گریس سخت نیست.	
GB		شرایط کاری گریس متوسط مانند خودروهای سواری و کامیونت‌های شهری	
	بلبرینگ چرخ		مقاوم در برابر اکسیداسیون و تبخیر، خوردگی و سایش و دمای کارکرد مداوم ۴۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و موقتاً تا ۲۰۰ درجه



حداکثر دمای توپی چرخ در خودروها با توجه به کاربردشان چقدر است؟

- گریس‌ها همچنین براساس کیفیت و نوع صابون مصرفی در ساختار آنها طبقه‌بندی می‌شوند.
- گریس با صابون کلسیم: مورد استفاده در جلوپندی و تعلیق
  - گریس با صابون لیتیم: مورد استفاده در جلوپندی و تعلیق - سیبک‌ها - محورها و چهارشاخه گاردان
  - گریس با صابون سدیم: مورد استفاده در بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ

## پیچ و مهره چرخ

به نظر شما اهمیت کیفیت، جنس و ساختار پیچ‌های مورد استفاده در چرخ چیست؟  
شکل ۱۳ محل قرار گرفتن و انواع پیچ و مهره چرخ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- پیچ و مهره چرخ

برای اتصال چرخ خودرو به توپی در کلیه خودروها از دو روش اتصال از طریق پیچ یا مهره استفاده می‌شود.



نوع اتصال چرخ به توپی را در خودروهای قدیمی و امروزی بررسی کنید. کدام نوع اتصال در خودروهای امروزی رایج‌تر است؟ چرا؟

## ساختمان پیچ و مهره چرخ

پیچ و مهره متناسب با ابعاد رینگ، سائز تایر خودرو و ویژگی‌های فنی آن طراحی و تولید می‌شود. محل نشیمنگاه پیچ و مهره بر روی رینگ به سه صورت طراحی می‌شود. شکل ۱۴ نمونه‌ای از این محل‌های نشیمن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴- پیچ و مهره چرخ با نشیمنگاه‌های مختلف

کار کلاسی



با توجه به تصاویر شکل ۱۴ در مورد انواع فرم نشیمنگاه پیچ و مهره چرخ بحث کنید.

نکته



در زمان تعویض رینگ آلومینیومی به فولادی به طول پیچ اتصال توجه شود. زیرا ضخامت رینگ‌های فولادی کمتر بوده و از پیچ با طول کوتاه‌تر باید استفاده شود و در بعضی خودروهایی که چرخ زاپاس فولادی است دارای پیچ‌های یدک برای استفاده می‌باشد.

کار کلاسی



حداقل سه مورد از مزایای مهره غلافی استفاده از آن در برطرف کردن مشکلات رایج در مورد مهره‌های چرخ معمولی را بنویسید. (شکل ۱۵)



- ۱.....
- ۲.....
- ۳.....

شکل ۱۵- مهره غلافی



## پیچ و مهره چرخ ضدسرقت

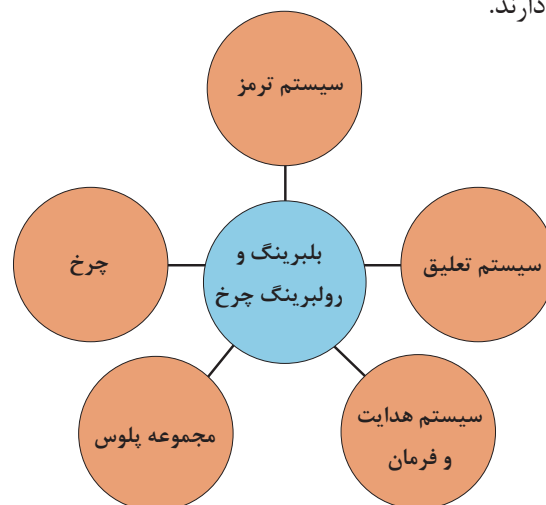
به منظور جلوگیری از سرقت چرخ خودرو، طراحان تمهیداتی را در نظر گرفته‌اند که یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین آنها پیچ و مهره ضدسرقت است. شکل ۱۶ نمونه‌هایی از این نوع پیچ‌ها و آچارهای مخصوص را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶- پیچ و مهره ضدسرقت و آچار مخصوص با طراحی‌های گوناگون

## ارتباط تویی و بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ با سایر اجزای خودرو

مجموعه‌هایی که در نمودار زیر مشخص شده‌اند در تعامل نزدیک با تویی و بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ هستند و روی یکدیگر تأثیر متقابل دارند.





با بحث کلاسی و راهنمایی هنرآموز جدول زیر را در مورد تأثیرات متقابل تویی و بلبرینگ یا رولبرینگ روی اجزای مرتبط کامل کنید. (از مباحث تعمیر پلوس در کتاب تعمیر جعبه‌دنده و دیفرانسیل و سرویس چرخ کمک بگیرید.)

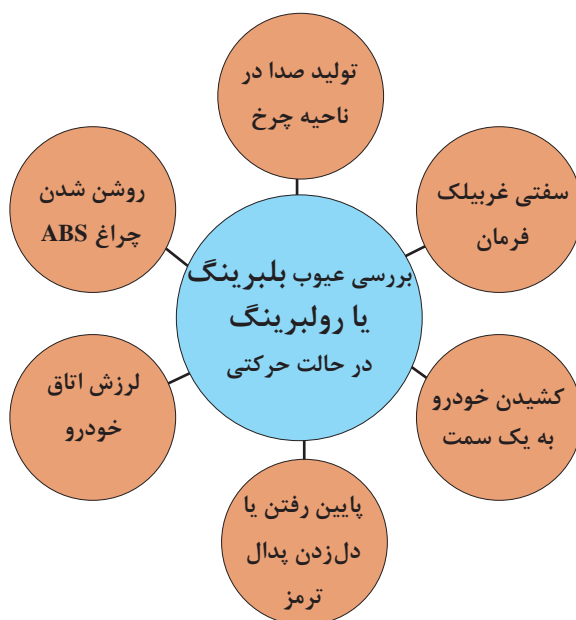
انواع سیستم خودرو	تأثیرات تویی روی سیستم مورد نظر	تأثیر سیستم مورد نظر روی تویی
سیستم ترمز	دل زدن ترمز- پایین رفتن بیش از حد پدال ترمز	
سیستم تعلیق	لرزش - صدا	خرابی بلبرینگ یا رولبرینگ تویی
سیستم هدایت و فرمان	زدن یا گیجی فرمان	
مجموعه پلوس		
تایر		

## روش بررسی و عیب‌یابی مجموعه بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ‌های جلو و عقب خودرو در

### حالت ایستایی و حرکتی

#### روش بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ در حالت حرکتی

زمانی که بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ دچار مشکل شود، از ناحیه چرخ صدایی شنیده می‌شود. نشانه‌های قابل مشاهده یک بلبرینگ یا رولبرینگ معیوب در زمان حرکت خودرو در نمودار زیر نشان داده شده است.



## روش بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ در حالت ایستایی

فیلم آموزشی



کار کلاسی



روش بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ در حالت ایستایی

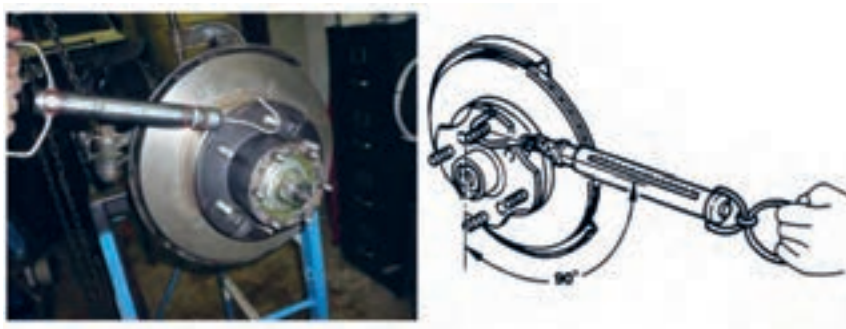
- ۱- برای تعیین سفتی و لقی بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ به چه صورت عمل می‌کنیم؟
- ۲- چگونه لقی بیش از حد و خرابی بلبرینگ یا رولبرینگ را از لقی اجزای سیستم تعلیق و اتصالات فرمان تشخیص می‌دهیم؟
- ۳- پس از مشاهده فیلم شرح مراحل بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ در حالت ایستایی را در زیر هر یک از شکل‌های ۱۷ بنویسید.



شکل ۱۷- مراحل بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ در حالت توقف خودرو

## روش بررسی بلبرینگ و رولبرینگ و تویی چرخ

به شکل ۱۸ توجه کنید. به نظر شما چه آزمایشی در حال انجام است؟ نتیجه آن سلامت یا خرابی کدام عضو را نشان می‌دهد؟



شکل ۱۸- بررسی تویی و بلبرینگ یا رولبرینگ

**روش بررسی شل بودن اتصالات پیچ و مهره‌ای تویی به سایر اجزا**  
با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات و انجام مراحل آماده‌سازی، اتصالات مربوط به تویی چرخ به سایر اجزا بررسی و با گشتاورهای مجاز مقایسه شود و در صورت لزوم تاحد مجاز سفت شود.

### روش بررسی عملکرد چرخ‌دنده و حسگر ABS

حسگر ABS روی سگدست، تویی و یا طبق ترمز و چرخ‌دنده یا شاخص حسگر ABS بر روی پلوس و یا تویی و یا بلبرینگ قرار می‌گیرد برخی از عیوب آن را می‌توان در زمان بررسی تویی، عیب‌یابی و رفع عیب کرد. در صورت روشن بودن چراغ ABS، ابتدا توسط دستگاه عیب‌یاب خطا را بررسی کنید و سپس کد خطا را توسط آن پاک کنید. در صورت برطرف نشدن خطا، چرخ‌دنده‌های ABS را از نظر شکل ظاهری، ترک خوردگی و تاب داشتن بررسی کنید. سیم‌کشی و سوکت‌های سنسورهای ABS و همچنین مقدار فاصله هوایی آن را تا چرخ‌دنده‌ها بررسی کنید. در برخی موارد به دلیل تجمع براده‌های آهن بر روی سنسور مقدار فاصله هوایی کم شده و عملکرد سیستم مختل می‌شود. (شکل ۱۹)



شکل ۲۰



شکل ۱۹- حسگر ABS روی چرخ



به نظر شما غیر از موارد ذکر شده چه عواملی فیزیکی می‌تواند باعث ایجاد خطا در عملکرد حسگر مربوطه شود.

## روش بررسی نشتی



چه نوع نشتی‌هایی روی تویی قابل مشاهده هستند؟ جلو محرک یا عقب محرک بودن چرخ‌ها ارتباطی با نوع نشتی آن دارد؟

## روش رفع عیوب بدون باز کردن بلبرینگ یا رولبرینگ و تویی

۱- تنظیم پیش بار: در صورتی که در آزمایش نیروسنجی نتایج با کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مربوطه مطابقت نداشت، برای اطلاع از روش تنظیم پیش بار بلبرینگ یا رولبرینگ حتماً به بخش مربوطه در کتاب تعمیرات خودرو مربوطه مراجعه شود. ابزار مخصوص تنظیم پیش بار در شکل ۲۱ نشان داده شده است.



شکل ۲۱- نوعی ابزار تنظیم پیش‌بار بلبرینگ یا رولبرینگ



در صورتی که ابزار مخصوص تنظیم پیش بار در دسترس نباشد آیا روش دیگری برای انجام این کار وجود دارد؟ (از راهنمای تعمیرات خودروهای مختلف کمک بگیرید.)

با توجه به نوع بلبرینگ یا رولبرینگ استفاده شده در چرخ‌های جلو و عقب خودرو روند تنظیم پیش‌بار برای هر یک از آنها متفاوت است. برای این منظور توصیه می‌شود جهت اطلاع از نحوه تنظیم پیش‌بار، مقدار گشتاور مهره مرکزی و مقدار مجاز لقی اولیه به دفترچه تعمیرات و سرویس خودرو مربوطه مراجعه کنید.



روش تنظیم پیش‌بار چرخ جلو یک خودرو عقب محرک (رولبرینگ)



در جدول زیر رویه تنظیم پیش بار و میزان گشتاور سفت کردن مهره بلبرینگ‌های چرخ‌های جلو و عقب چند خودرو موجود در کشور را پژوهش کنید.

نوع خودرو	رویه تنظیم پیش بار چرخ جلو و عقب	میزان گشتاور سفت کردن توپی و یا پلوس

**۲- تعویض یا افزایش مقدار گریس:** در برخی موارد صدای تولیدی توسط بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ به دلیل فاسد شدن و یا کاهش گریس موجود در مجموعه توپی چرخ است. کیفیت و مقدار گریس موجود را بررسی کنید و در صورت نیاز مطابق با دفترچه تعمیرات و سرویس خودرو مربوطه به مجموعه توپی گریس اضافه کنید.

**۳- گشتاورسنجی:** اتصالات پیچ و مهره‌ای، مجموعه توپی گشتاورسنجی در صورت لزوم پیچ و مهره‌ها تعویض شود.

**۴- بررسی چرخ‌دنده و حسگر ABS:** تمیز و تنظیم کردن چرخ‌دنده و حسگر ABS روی توپی و فاصله حسگر تا چرخ‌دنده تنظیم شود.

## بررسی، عیب‌یابی و رفع عیب بدون باز کردن اجزا



**ابزار و تجهیزات:** جک بالابر، خرک، خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات مربوط به خودرو، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، دستگاه عیب‌یاب، گریس، تورک‌متر، آچارچرخ

**۱- بلبرینگ یا رولبرینگ و توپی چرخ و نشستی آن را مطابق با دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی نمایید.**

**۲- با استفاده از دستگاه عیب‌یاب چراغ اخطار سیستم ABS را بررسی کنید.**

**۳- لقی شعاعی و محوری رولبرینگ و بلبرینگ چرخ را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی کنید.**

**۴- پیش‌بار رولبرینگ چرخ جلو را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه تنظیم کنید.**

**۵- گریس چرخ‌های خودرو را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی کنید.**

**۶- وضعیت ظاهری چرخ‌دنده‌های ABS و سنسور آن را بررسی کنید.**

**۷- چک‌لیست اطلاعات تعمیر بلبرینگ یا رولبرینگ و توپی چرخ را تکمیل نمایید.**

نکات ایمنی



استفاده از لباس کار در محیط کارگاهی الزامی است. در حین کار به منظور جلوگیری از نفوذ پلیسه قطعات در دست و بریده شدن آن توسط اشیای تیز، از دستکش کار مناسب استفاده کنید. به محل قرارگیری آچار بر روی آچارخور پیچ و مهره توجه کنید زیرا باعث آسیب دیدن دست و پیچ یا مهره می شود. هرگز از بکس بادی برای آچارکشی استفاده نکنید.

نکات زیست محیطی



در حین و پس از انجام کار به مسائل زیست محیطی (آلایندگی محیط کار) و آراستگی محیط کار توجه کنید.

## روش تعویض بلبرینگ یا رولبرینگ

فیلم آموزشی



روش تنظیم، تعویض بلبرینگ یا رولبرینگ و کاسه نمد

کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم، با راهنمای هنرآموز، تصاویر شکل ۲۲ را زیرنویس کنید.



شکل ۲۲- برخی نکات مهم در تعویض بلبرینگ یا رولبرینگ



- ۱- در هر یک از تصاویر شکل ۲۳ چه فعالیتی در حال انجام است؟
- ۲- به نظر شما چه نکاتی در این تصاویر رعایت نشده است؟



شکل ۲۳



فیلم در مورد روش تعویض کاسه نمد، روش گریس کاری بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ را مشاهده کنید و خلاصه‌ای از مراحل انجام کار را در جدول زیر بنویسید.

روش خارج کردن و جا زدن کاسه نمد	روش گریس کاری بلبرینگ یا رولبرینگ	تنظیم پیش بار به کمک تورک متر



پس از تعویض کاسه نمد و بلبرینگ یا رولبرینگ لازم است مجدداً پیش بار آنها تنظیم شود.

## تعویض بلبرینگ‌های چرخ‌های جلو و عقب و کنترل نهایی

**ابزار و تجهیزات:** جک بالا بر، خرک، خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات مربوط به خودرو، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، دستگاه عیب یاب، گریس، تورک متر، آچار چرخ، لوازم یدکی







- ۱- بلبرینگ یا رولبرینگ و توپی چرخ و نشستی آن را مطابق با دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی نمایید.
- ۲- با استفاده از دستگاه عیب یاب چراغ اخطار سیستم ABS را بررسی کنید.
- ۳- لقی شعاعی و محوری بلبرینگ و رولبرینگ های چرخ را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی کنید.
- ۴- پیش بار بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ جلو را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه تنظیم کنید.
- ۵- گریس چرخ های خودرو را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه بررسی و تعویض کنید.
- ۶- وضعیت ظاهری چرخ دنده های ABS و سنسور آن را بررسی کنید.
- ۷- چرخ های جلو و عقب خودرو را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه روانکاری کنید.
- ۸- کاسه نمد چرخ های جلو و عقب را با توجه به دستورالعمل تعمیرات خودرو مربوطه تعویض کنید.
- ۹- چک لیست اطلاعات تعمیر بلبرینگ یا رولبرینگ و توپی چرخ را تکمیل نمایید.
- ۱۰- بلبرینگ یا رولبرینگ های چرخ های جلو و عقب را تعویض کنید.



رعایت موارد ایمنی فردی و کارگاهی در هنگام حضور در کارگاه الزامی است.



در حین و پس از انجام کار به مسائل زیست محیطی (آلاینده گی محیط کار) و آراستگی محیط کار توجه کنید.

## روش بررسی تاب و لنگی توپی چرخ به کمک ساعت اندازه گیر



بررسی تاب و لنگی توپی چرخ



اگر بلبرینگ چرخ در صورت خرابی به موقع تعویض نگردد، چه مشکلاتی را برای مجموعه توپی به وجود می آورد؟

فکر کنید



با توجه به شکل ۲۴ چه فعالیتی در مورد توپی چرخ در حال انجام است؟



شکل ۲۴

کار کلاسی



فیلم روش بررسی لقی و لنگی توپی را مشاهده و جدول زیر را کامل کنید.

لنگی توپی		لقى محوری توپی	
اقدامات لازم	روش بررسی	اقدامات لازم	روش بررسی

فکر کنید



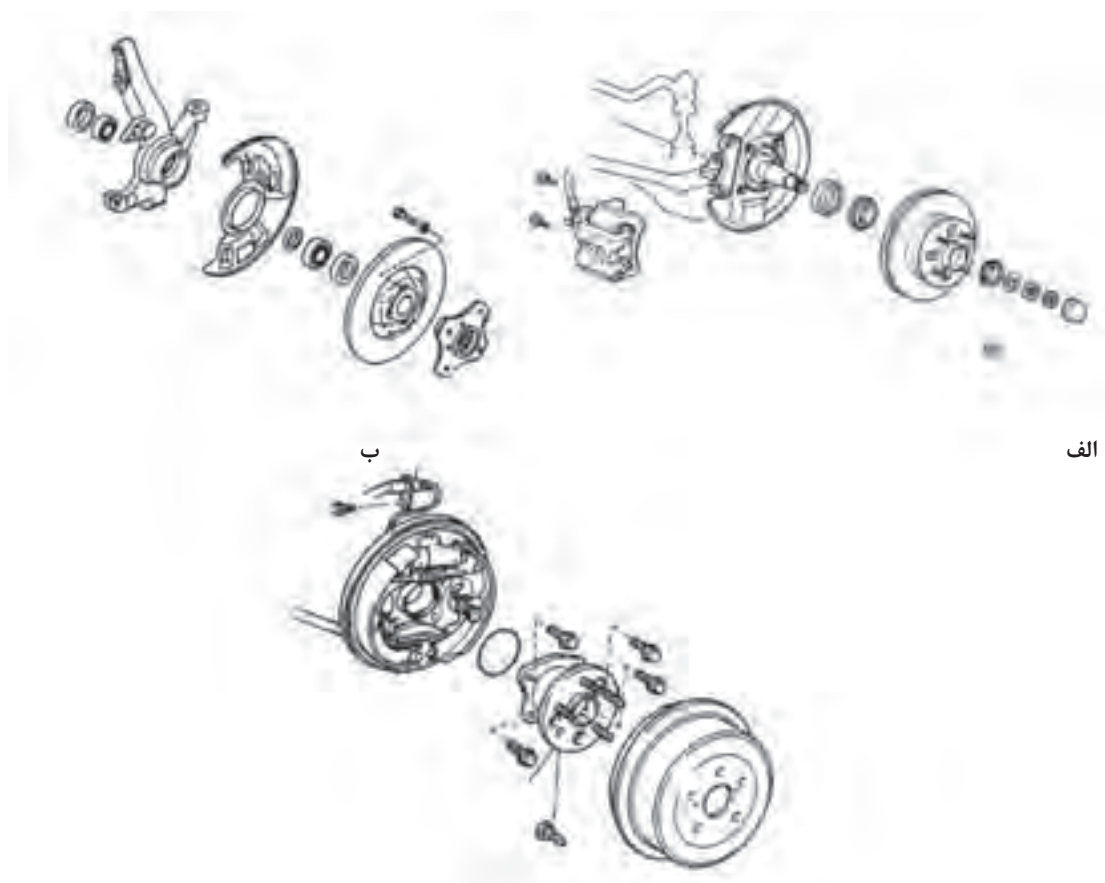
لقى و لنگی توپی چه تأثیری می تواند در عملکرد سیستم ترمز دیسکی داشته باشد؟

## روش تعویض اجزای توپی چرخ‌های جلو و عقب خودروها

پس از تحلیل نتایج آزمایش‌ها و اطمینان از نیاز به باز کردن مجموعه اجزای توپی چرخ‌ها جهت رفع عیب و انجام تعمیرات اقدام به باز کردن مجموعه توپی چرخ می‌شود. با توجه به نوع مجموعه توپی استفاده شده در چرخ‌های جلو و عقب خودرو می‌توان اجزای آنها را تعویض کرد.

با توجه به تصاویر شکل ۲۵ کدام یک از مجموعه توپی‌های نشان داده شده قابلیت سرویس و تعویض اجزا را دارند؟

کار کلاسی



شکل ۲۵- انواع مدل‌های توپی چرخ

قبل از باز کردن توپی با مراجعه به راهنمای تعمیرات مراحل آماده‌سازی را انجام داده و به نکات ضروری جهت باز کردن توپی از روی خودروی مربوطه توجه شود. در ادامه برخی نکات عمومی این فعالیت ارائه شده است. (شکل ۲۶)



نحوه تعویض اجزای مجموعه توپی چرخ جلو یک خودرو جلو محرک را مشاهده کنید و مراحل انجام کار را براساس باز کردن و بستن مجموعه به ترتیب بنویسید.



خارج کردن اشیپیل مهره توپی

خارج کردن توپی چرخ جلو

شکل ۲۶- برخی نکات در باز کردن نوعی توپی چرخ جلو

پژوهش کنید



با مراجعه به راهنمای تعمیرات خودروها، در مورد مراحل تعویض اجزای مجموعه توپی چرخ جلو یک خودرو عقب محرک پژوهش کنید و شباهت‌ها و تفاوت‌های مراحل باز و بستن آن را با خودرو جلو محرک و همچنین تفاوت توپی با توجه به نوع سیستم تعلیق مقایسه کنید.

## روش تعویض پیچ‌های چرخ روی توپی خودروها

کار کلاسی



با توجه به تصاویر شکل ۲۷ تفاوت دو نوع اتصال چرخ نشان داده شده را از لحاظ مزایا و معایب آن بررسی کنید.



شکل ۲۷- توپی از نظر استفاده از پیچ یا مهره

این نوع توپی مجهز پیچ‌های پرس شده روی توپی است که امکان اتصال چرخ به توپی را فراهم می‌کنند. گاهی اوقات بر اثر وارد آمدن نیروی بیش از حد به پیچ‌های چرخ و در نتیجه کج شدن، بریدن آنها یا حتی آسیب دیدن رزوه‌های پیچ نیاز به تعویض آنها وجود دارد. برای بیرون آوردن پیچ‌های معیوب و نصب مجدد پیچ‌های نو نباید به پیچ‌ها توسط چکش ضربه وارد کنید. برای این منظور بهتر است از نوعی ابزار مخصوص (گیره) استفاده کنید.

کار کلاسی



به چه دلیل برای بیرون آوردن و نصب پیچ‌های پرس شده، استفاده از چکش توصیه نمی‌شود؟ دلیل بیاورید.

## کاربری سبک‌کش

فیلم آموزشی



روش استفاده از سبک‌کش



یکی از ابتدایی‌ترین ابزارهای مخصوص جهت بیرون آوردن و نصب پیچ توپی سبک کش بوده که نحوه استفاده از آن بسیار آسان است. همان طور که در شکل ۲۸ مشاهده می‌کنید این گیره دارای یک فک ثابت و یک فک متحرک و یک پیچ تنظیم بر روی فک ثابت است.

شکل ۲۸- نمونه‌ای از گیره مخصوص (سبک کش)

فیلم را مشاهده کنید و روش استفاده از ابزار گیره مخصوص را به طور مختصر بنویسید.

کار کلاسی



پژوهش کنید



با مراجعه به کتاب راهنمای سرویس و تعمیرات خودروهای موجود و جست‌وجو در اینترنت، در مورد سایر ابزارهای مخصوص بیرون آوردن و نصب پیچ‌های توپی چرخ و نحوه استفاده از آنها اطلاعات جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

## بررسی تاب و لنگی توپی چرخ و کنترل نهایی آن

**ابزار و تجهیزات:** جک بالابر، خرن، خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات مربوط به خودرو، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، دستگاه عیب‌یاب، گریس، تورک‌متر، آچار چرخ، ساعت اندازه‌گیری و پایه آن

- ۱- تاب و لنگی توپی چرخ‌های جلو را بررسی کنید.
- ۲- تاب و لنگی توپی و چرخ‌های عقب را بررسی کنید.
- ۳- مجموعه توپی چرخ را در حالت ایستا و حرکتی کنترل نهایی کنید.
- ۴- چک‌لیست تعمیرات توپی و چرخ را تکمیل کنید.

فعالیت  
کارگاهی



رعایت موارد ایمنی فردی و کارگاهی در هنگام حضور در کارگاه الزامی است.

نکات ایمنی



در حین و پس از انجام کار به مسائل زیست محیطی (آلاینده‌گی محیط کار) و آراستگی محیط کار توجه کنید.

نکات  
زیست محیطی



## ارزشیابی شایستگی تعمیر تویی چرخ

### شرح کار

رفع عیوب بدون باز کردن یاتاقان و تویی لقی بیش از حد تویی، تنظیم پیش‌بار بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ جلو، کنترل روانکار چرخ و بررسی پیچ‌های چرخ، بررسی چراغ اخطار سیستم ABS، بررسی ظاهری چرخ دندانه ABS، بررسی نشستی آنها- تکمیل چک‌لیست اطلاعات تعمیر تعویض یاتاقان چرخ‌های جلو و عقب- روانکاری یاتاقان‌ها - تعویض کاسه نمد - تنظیم لقی یاتاقان چرخ‌های جلو و عقب - کنترل نهایی یاتاقان چرخ‌ها - بررسی تاب و لنگی تویی چرخ‌ها - تعویض پیچ چرخ - تعویض تویی چرخ‌های جلو و عقب - کنترل نهایی تویی چرخ‌ها

استاندارد عملکرد با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات تویی، ضمن بررسی و آزمایش‌ها مجموعه تویی، انواع چرخ‌های خودروهای سواری موجود را تعویض و تنظیم کند.

### شاخص‌ها

مشاهده و بررسی سطوح اتکای جک زیر خودرو - بررسی بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ (لقی، صدا و پیش‌بار) - بررسی تاب و لنگی تویی چرخ‌ها به وسیله ساعت اندازه‌گیری - بررسی پیچ‌های چرخ (انحراف پیچ از روی تویی - سلامت رزوه) - بررسی چرخ دندانه ABS (ظاهری و لنگی) - مشاهده چک‌لیست تکمیل شده - بررسی روش باز کردن اتصال پلوس و تویی از روی خودرو مطابق دستورالعمل - کنترل لقی، پیش‌بار و صدای بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ‌های جلو مطابق دستورالعمل- کنترل لقی، پیش‌بار و صدای بلبرینگ چرخ‌های عقب مطابق دستورالعمل - کنترل لقی و تاب تویی چرخ‌های جلو مطابق دستورالعمل - کنترل لقی و تاب تویی چرخ‌های عقب مطابق دستورالعمل- کنترل نهایی تویی و بلبرینگ یا رولبرینگ روی چرخ خودرو پس از تعمیرات خودرو

### شرایط انجام کار و تجهیزات و ابزار

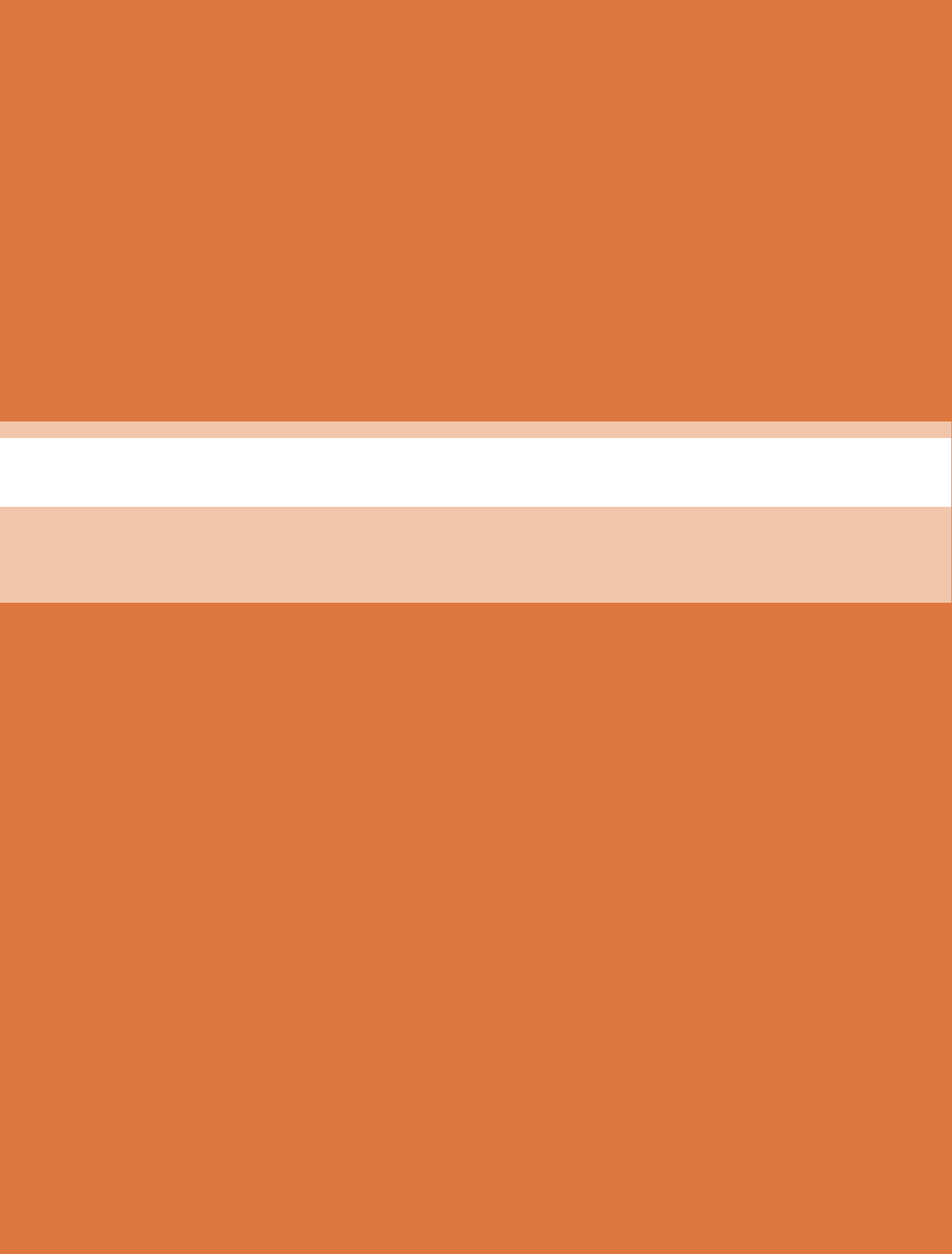
کارگاه - جعبه ابزار مکانیکی خودرو - ساعت اندازه‌گیر - خودرو - تویی چرخ - کاسه نمد - روان‌ساز- پیچ چرخ - کتاب راهنمای تعمیرات خودرو- ابزار مخصوص - بلبرینگ یا رولبرینگ - آچار چرخ - آچار تورک متر - دستگاه عیب‌یاب - لوازم یدکی

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن بلبرینگ یا رولبرینگ و تویی چرخ	۲	
۲	تعویض بلبرینگ یا رولبرینگ چرخ	۲	
۳	تعویض تویی چرخ	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست‌محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب سیستم کلاچ کنید.			
میانگین نمرات			

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.





## پودمان ۲

تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم  
ترمز و سیستم پارک خودرو



## واحد یادگیری ۳

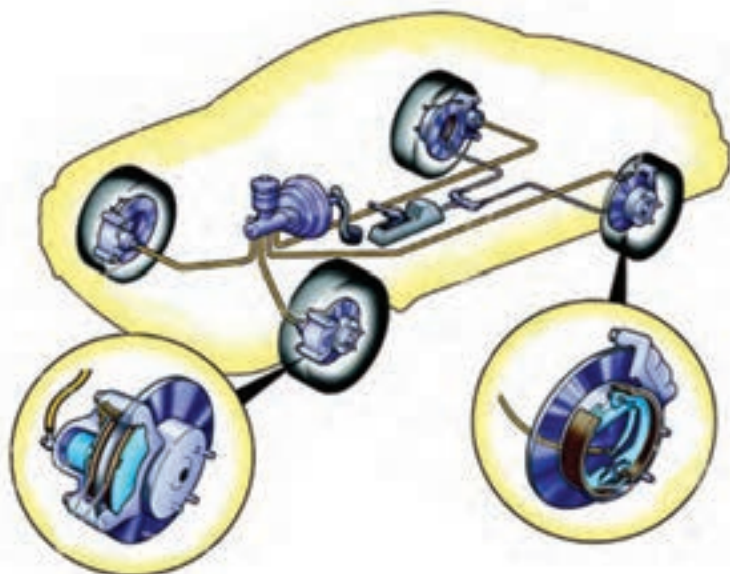
### تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز و سیستم پارک خودرو

#### آیا تابه حال پی برده اید

علت افزایش خط ترمز خودرو چیست؟  
علت گرم شدن لنت‌ها در ترمزهای طولانی چیست؟  
علت ایجاد صدای ناهنجار در هنگام ترمزگیری چیست؟

#### استاندارد عملکرد

هنرجو در پایان این پودمان با انواع مکانیزم‌های ترمز و ترمز دستی آشنا و چگونگی باز و بست و عیب‌یابی سیستم ترمز را انجام دهد.

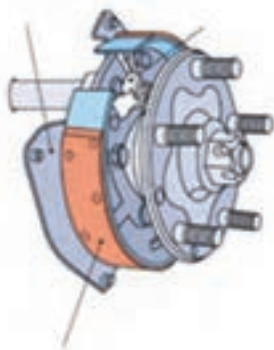


## پیش آزمون

۱- در اشکال نمایش داده شده زیر، نام اجزاء را بنویسید.

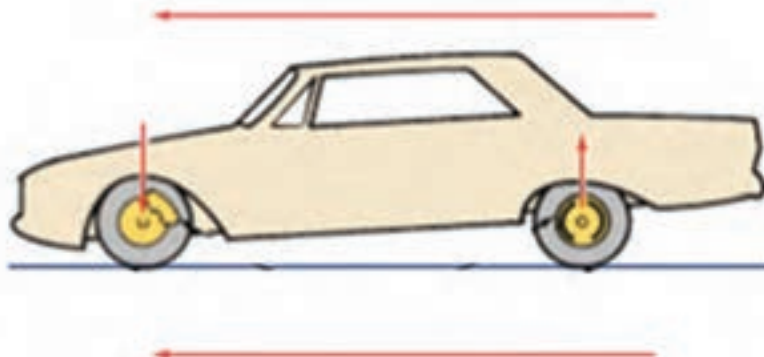


شکل ۱



شکل ۲

۲- علت پایین رفتن قسمت جلوی خودرو در هنگام ترمزگیری چیست؟

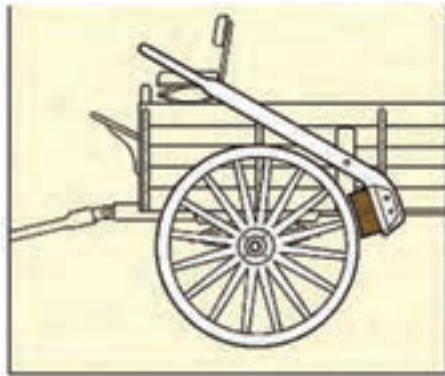


شکل ۳- شماییک خودرو در هنگام ترمزگیری

۳- انواع مکانیزم‌های ترمز به کار رفته در یک خودروی سواری را نام ببرید.

۴- به نظر شما علت گرم شدن چرخ‌های خودروی در حال حرکت، پس از ترمزگیری چیست؟

به نظر شما گاری‌ها و کالسکه‌ها چگونه از حرکت متوقف می‌شدند؟ (از شکل ۴ کمک بگیرید)



شکل ۴- سیستم ترمز اولیه

سیستم ترمز برای کاهش سرعت، متوقف نمودن و حفظ وضعیت سکون خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم ترمز یکی از سیستم‌های هدایت و کنترل خودرو محسوب می‌شود که رابطه مستقیمی با ایمنی سرنشینان و خودرو دارد.

عملکرد سیستم ترمز را مشاهده نمایید.

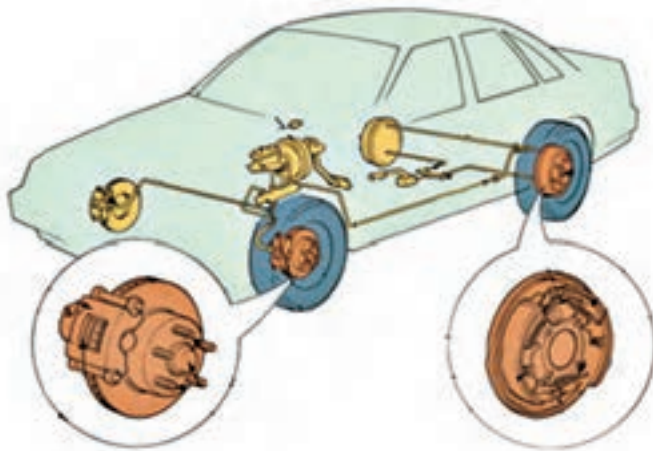
فیلم آموزشی



بحث کلاسی



با توجه به شکل ۵ و فیلم نمایش داده شده، به طور کلی چه فرقی بین سیستم ترمز چرخ جلو و سیستم ترمز چرخ عقب وجود دارد؟



شکل ۵- شماتیک اجزای سیستم ترمز خودرو

## سیستم ترمز هیدرولیکی

سیستم ترمز هیدرولیکی به شیوه متداول از سال ۱۹۲۰ به نیروی اصطکاکی و گرما و به کاهش سرعت یا توقف خودرو می‌انجامد. به صورت کلی می‌توان اجزای سیستم ترمز از نوع هیدرولیکی را به دو دسته، اجزای اصطکاکی و اجزای هیدرولیکی دسته‌بندی کرد. در این بخش اجزای اصطکاکی مورد بررسی قرار می‌گیرند. اجزای هیدرولیکی در بخش بعدی بررسی می‌شود.

انیمیشن چگونگی عملکرد ترمز

فیلم آموزشی



## اجزای اصطکاکی سیستم ترمز

### انواع مکانیزم ترمز چرخ

مکانیزم ترمز چرخ نیروی پای راننده را به نیروی اصطکاکی تبدیل می‌کند و این نیروی اصطکاک باعث تولید شتاب منفی شده که منجر به کاهش سرعت و توقف خودرو می‌گردد. این مکانیزم معمولاً همانطور که در شکل ۵ نیز نشان داده شده، به دو دسته ترمز کفشکی (کاسه‌ای) و ترمز دیسکی تقسیم‌بندی می‌شود.

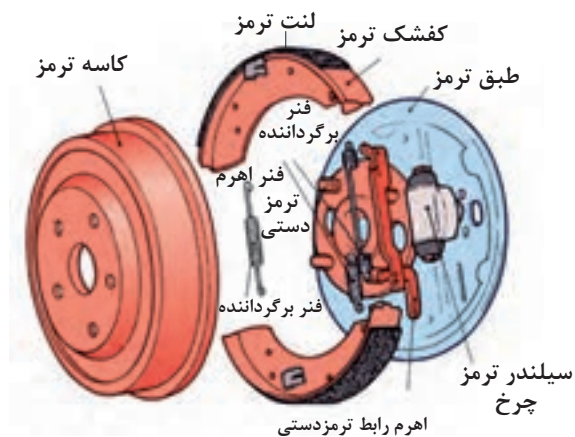
### ترمز کفشکی (کاسه‌ای)

در این نوع سیستم ترمز، کاسه چرخ یا درام به همراه چرخ دوران می‌کند. امروزه این سیستم بیشتر روی چرخ‌های عقب نصب می‌شود. شکل ۶ اجزای این مکانیزم را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۶ به نظر شما چرا به این سیستم ترمز کفشکی می‌گویند.

فکر کنید





شکل ۶- اجزای ترمز کفشکی

فیلم آموزشی



عملکرد ترمز کفشکی (کاسه‌ای) را مشاهده کنید.

مکانیزم ترمز کفشکی به طور کلی به سه نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

<p>سیستم ترمز کفشکی سیمپلکس</p> <p>شکل ۷- کفشک بندی سیمپلکس</p>	
<p>سیستم ترمز کفشکی دوپلکس</p> <p>شکل ۸- کفشک بندی نوع دوپلکس</p>	



با توجه به شکل های ۷ و ۸ و ۹ و راهنمایی هنرآموز، جدول زیر را کامل کنید.

کار کلاسی



نوع سیستم	اعمال نیرو	تکیه گاه کفشک ها	تعداد و نوع سیلندر چرخ
کفشکی سیمپلکس	یک سیلندر دوطرفه	ثابت	
کفشکی دوپلکس			
کفشکی سرو		متحرک	

با جستجو در منابع کتابخانه ای و اینترنت و فیلم نمایش داده شده سایر مشخصات و نقاط قوت و ضعف هر نوع ترمز کفشکی را ارایه کنید.

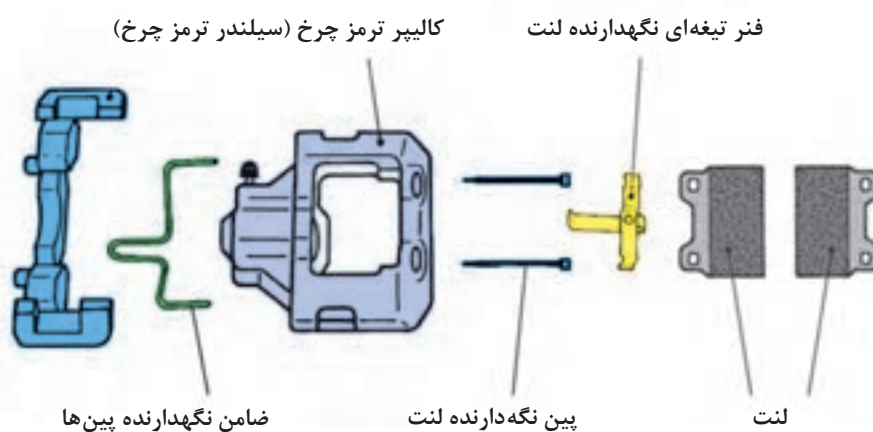
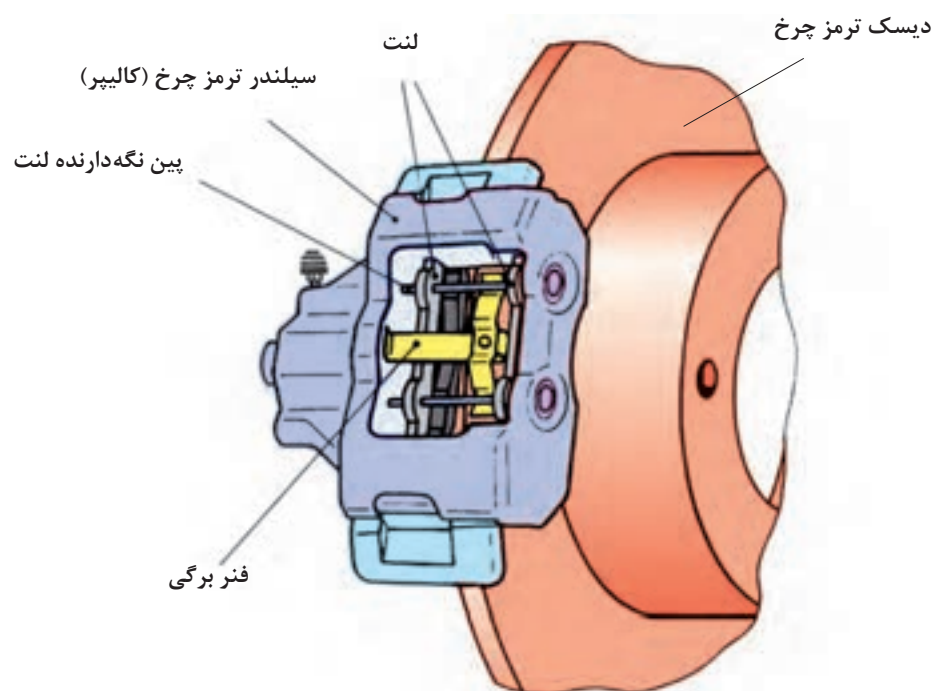
پژوهش کنید



## سیستم ترمز دیسکی

سیستم ترمز دیسکی از سال ۱۹۷۰ بر روی چرخ های جلو و عقب خودروها نصب گردیده است. مکانیزم ترمز دیسکی با توجه به شکل ۱۰ از این قطعات تشکیل شده است:





شکل ۱۰- سیستم ترمز دیسکی

## انواع مکانیزم‌های سیستم ترمز دیسکی

عملکرد سیستم ترمز دیسکی

فیلم آموزشی



کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم نحوه عملکرد ترمز دیسکی شکل ۱۱ و ۱۲ را با کمک هنرآموز محترم کامل کنید.

مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور (تک پیستونه)	مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت (دو پیستونه)
نحوه عملکرد:	نحوه عملکرد:
شکل ۱۲	شکل ۱۱

۱- با استفاده از راهنمای تعمیراتی، نوع سیستم ترمز خودروهای زیر را بیابید.

پژوهش کنید



ردیف	نام خودرو	مکانیزم ترمز چرخ جلو		مکانیزم ترمز چرخ عقب				
		کالیپر ثابت	کالیپر شناور	دیسکی کالیپر ثابت	دیسکی کالیپر شناور	کفشکی سیمپلکس	کفشکی دوپلکس	کفشکی سرو
۱	پراید							
۲	سمند							
۳	وانت آریسان							
۴	وانت نیسان							
۵	زانتیا							

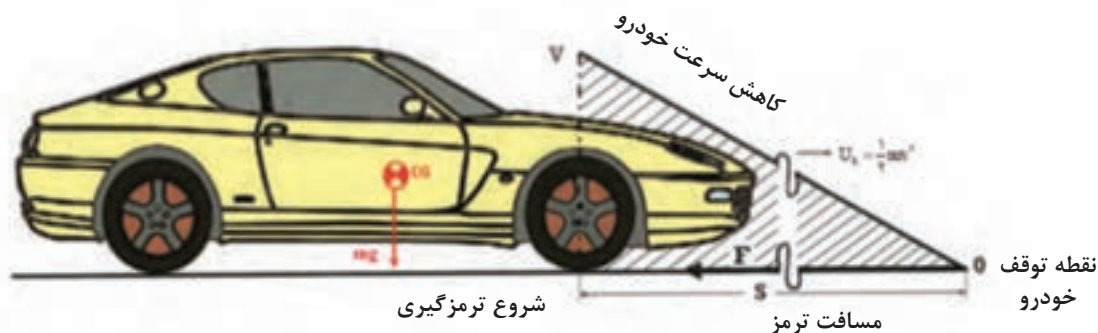


با توجه به فیلم آموزشی و شکل های ۱۱ و ۱۲ به نظر شما معایب و مزایای هر یک از مکانیزم های ترمز دیسکی و کفشکی چیست. با کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

مکانیزم	معایب	مزایا
ترمز کفشکی		خاصیت قلاب کنندگی
ترمز دیسکی	قیمت بالا	انتقال حرارت بهتر

## نیروی ترمزی

خودروی در حال حرکت دارای انرژی جنبشی می باشد. برای خودروی شکل ۱۳ انرژی جنبشی از طریق رابطه زیر بدست می آید:



شکل ۱۳- نحوه عملکرد سیستم ترمز

$U_K$ : انرژی جنبشی خودروی در حال حرکت (J)

$m$ : جرم خودرو (Kg)

$v$ : سرعت خودرو (m/s) در زمان شروع ترمزگیری

زمانی که ترمزگیری صورت می گیرد و خودرو متوقف می شود، کار انجام شده توسط سیستم ترمز، که از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می باشد، با انرژی جنبشی خودرو برابر است.

$$① U_m = F.S$$

$$② U_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$U_m$ : انرژی جنبشی خودرو یا کار ترمزی (j)

F: نیروی ترمزی (N)

S: مسافت ترمزی از لحظه شروع ترمزگیری تا متوقف شدن خودرو (m)

با توجه به رابطه ۱ و ۲ داریم:

$$U_m = U_k \rightarrow F.S = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow F = \frac{mv^2}{2S}$$

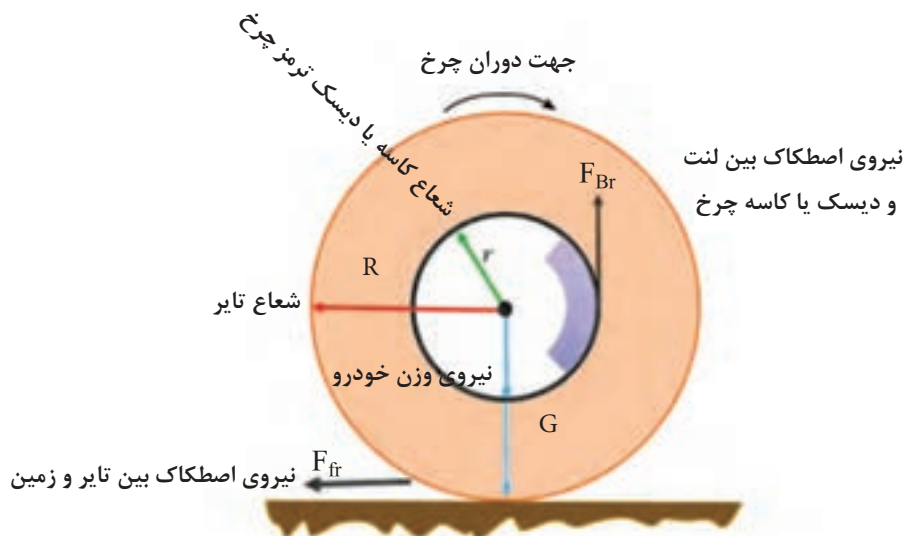
بحث کلاسی



برای دو خودروی متفاوت با وزن و سرعت‌های متفاوت نیروی ترمزی را به دست آورید.

نام خودرو	جرم (kg)	درصد بار روی چرخ‌ها	سرعت (Km/h)	مسافت ترمزی (m)	نیروی ترمزی (N)
خودروی شماره ۱	۷۰۰	۶۰ درصد چرخ‌های جلو	۱۱۰	۲۰	
		۴۰ درصد چرخ‌های عقب	۱۱۰	۲۰	
خودروی شماره ۲	۱۳۰۰	۶۰ درصد چرخ‌های جلو	۶۰	۲۰	
		۴۰ درصد چرخ‌های عقب	۶۰	۲۰	

## گشتاور ترمزی



شکل ۱۴- چرخ خودرو در حال ترمزگیری

با توجه به شکل ۱۳، گشتاور اصطکاکی ترمز بین تایر و زمین عبارت است از:

$$M_{Fr} = \mu GR$$

از طرفی گشتاور اصطکاکی ترمز بین لنت و دیسک یا کاسه چرخ به وجود می آید که از رابطه زیر بدست می آید.

$$M_{Br} = F_{Br} \cdot r$$

به منظور دستیابی به کمترین مسافت ترمزی باید گشتاور اصطکاکی ترمز ( $M_{Br}$ ) با گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین برابر باشند. بنابراین می توان نیروی ترمزی مورد نیاز، که بین لنت و دیسک یا کاسه چرخ ایجاد می شود، را بدست آورد:

$$M_{Fr} = M_{Br} \rightarrow \mu GR = F_{Br} = \frac{\mu GR}{2}$$

فکر کنید



اگر گشتاور اصطکاکی ترمز ( $M_{Br}$ ) از گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین بزرگ تر باشد چه اتفاقی رخ می دهد؟

پژوهش کنید



با استفاده از اطلاعات مبحث سرویس چرخ و منابع موجود ضریب اصطکاک بین تایر و جاده به چه عواملی وابسته می باشد؟

فیلم آموزشی



فیلم قفل شدن چرخ ها در هنگام ترمز گیری و عدم فرمان پذیری خودرو در این شرایط، ترکیدن لاستیک خودرو

پس از مشاهده فیلم آموزشی، ارتباط سیستم ترمز با سایر سیستم های خودرو، در جدول زیر را کامل کنید.

اثر	عیب	
ساییدگی نامناسب تایرها		مجموعه چرخ
		سیستم فرمان

## بررسی سیستم اصطکاکی ترمز در حالت ایستایی و حرکتی

علل سایش، لرزش و صدای غیرعادی اجزای اصطکاکی سیستم ترمز عبارت‌اند از:

- ۱- جنس نامناسب لنت ترمز
- ۲- شل شدن قطعات مکانیزم ترمز چرخ‌ها
- ۳- ساییدگی و تاب یا دو پهنی کاسه چرخ و یا دیسک ترمز
- ۴- فرسودگی و یا داشتن لقی بیش از اندازه بلبرینگ‌های چرخ
- ۵- استفاده بی‌مورد و مداوم از ترمز
- ۶- آغشته شدن لنت‌ها به مایع ترمز

### بررسی پدال ترمز

یکی از پارامترهای صحت عملکرد ترمز، مقدار خلاصی و کورس حرکتی پدال ترمز می‌باشد. اگر کورس پدال ترمز از حد استاندارد خود خارج گردد نشان از عیوبی همچون وجود هوا در سیستم ترمز، کاهش سطح مایع هیدرولیک ترمز در مخزن، تنظیم نبودن مقدار کورس حرکتی پدال و... می‌باشد.

**توجه:** برای بررسی و بازدید هر مجموعه باید به راهنمای تعمیراتی آن خودرو مراجعه کرد. آنچه در اینجا می‌آید نکات عمومی مربوط به این روش‌ها است.

#### ۱- بازدید خلاصی پدال ترمز

۱-۱- قبل از انجام کار لازم است مدار ترمز هواگیری شود. (به کتاب سرویس و نگهداری خودرو سال دهم مراجعه شود)

۱-۲- پدال را به آرامی و با دست فشار داده تا میزان خلاصی آن مشخص گردد. (زمانی که زیر دست مقاومت احساس شود). براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز مقدار مجاز را استخراج کرده و با عدد به دست آمده مقایسه گردد. در صورت اختلاف مقدار خلاصی را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات تنظیم نمایید. (شکل ۱۵)



شکل ۱۶- بازدید فاصله پدال ترمز تا کف

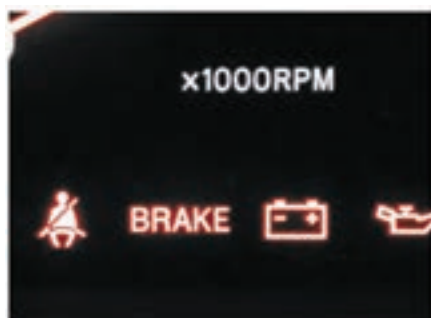


شکل ۱۵- بازدید خلاصی پدال ترمز

۱-۳- بازدید فاصله پدال تا کف خودرو پدال را با نیرویی معادل ۶۰ کیلوگرم (یا هر عددی که در کتاب راهنمای تعمیرات ذکر شده) فشار داده و در همین حال فاصله مرکزی سطح بالایی کفشک پدال تا سینی جلو باید در حد استاندارد باشد (شکل ۱۶) در صورت مشاهده وجود اختلاف، باید بر اساس دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، نسبت به رفع عیب اقدام کرد.



یکی دیگر از اجزای مهم مصرفی و حساس سیستم ترمز، لنت و کفشک‌ها هستند که می‌بایست در بازدیدهای ادواری نسبت به کنترل و بررسی آن دقت لازم را به عمل آورد. به محض روشن شدن چراغ اخطار اتمام لنت ترمز، باید نسبت به تعویض آن، اقدام لازم را انجام داد. (شکل ۱۷)



شکل ۱۷- چراغ اخطار اتمام لنت ترمز

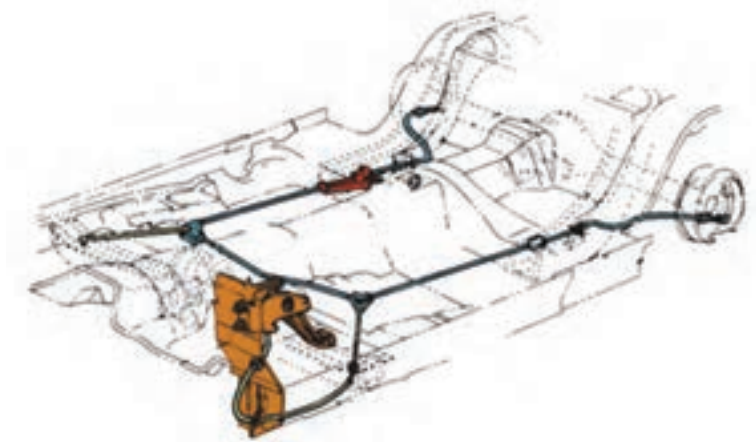


با استفاده از اطلاعات مبحث سرویس چرخ و منابع موجود، ضریب اصطکاک بین تایر و جاده به چه عواملی وابسته می‌باشد؟

### ترمز پارک (ترمز دستی)<sup>۱</sup>

از ترمز دستی خودرو در شرایط زیر استفاده می‌شود:

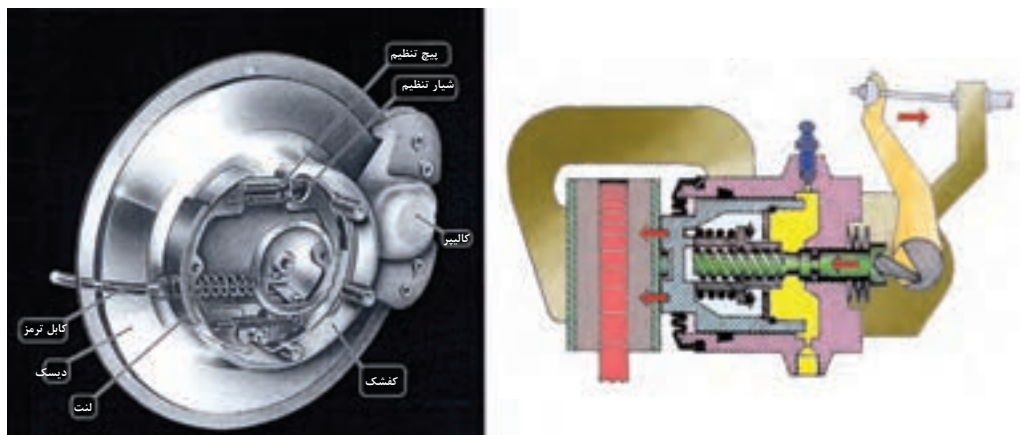
- ۱- در شرایط جاده شیب‌دار، که به ساکن نگه داشتن خودرو نیاز است، ترمز پارک باید قادر باشد تا شیب ۱۸٪ خودرو را در حالت سکون حفظ نماید.
- ۲- در شرایط اضطراری که ترمز اصلی خودرو دچار مشکل شده است، به منظور کاهش سرعت خودرو یا متوقف نمودن آن با راندمان کمتری نسبت به ترمز اصلی از ترمز پارک استفاده می‌شود.



شکل ۱۸- مکانیزم ترمز دستی از نوع پدالی

<sup>۱</sup>- Parking brake

مکانیزم ترمز پارک معمولاً بر روی چرخ‌های عقب و در بعضی موارد بر روی چرخ‌های جلو و میل گاردان نصب می‌گردد. امروزه به دلیل استفاده از ترمزهای دیسکی در چرخ‌های عقب خودرو، مکانیزم ترمز پارک روی ترمز دیسکی چرخ‌های عقب نصب گردیده است. در شکل ۱۹ یک نوع متداول از ترمز پارک که روی ترمز دیسکی نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود.



شکل ۱۹- مکانیزم ترمز پارک نصب شده بر روی مکانیزم ترمز دیسکی و چرخ عقب

معمولاً مکانیزم ترمز پارک توسط کابل فعال می‌گردد. مکانیزم‌های ترمز پارک از نظر راه‌اندازی عبارت‌اند از:

- ۱- ترمز پارک اهرمی
- ۲- ترمز پارک پدالی
- ۳- ترمز پارک الکتریکی

انواع مکانیزم‌های ترمز پارک

فیلم آموزشی

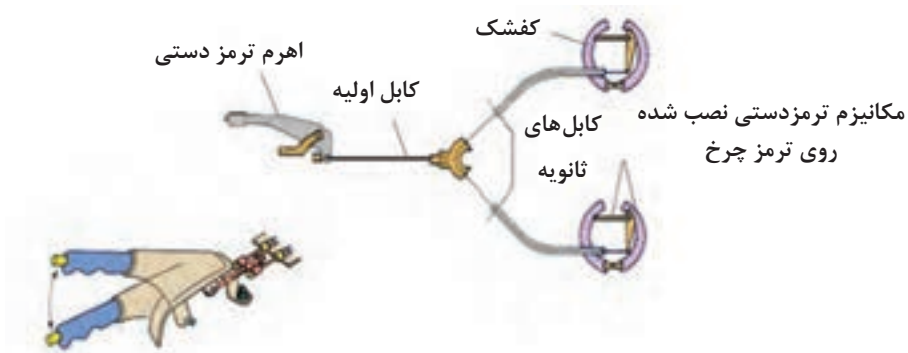


### روش آزمایش عملکرد ترمز پارک

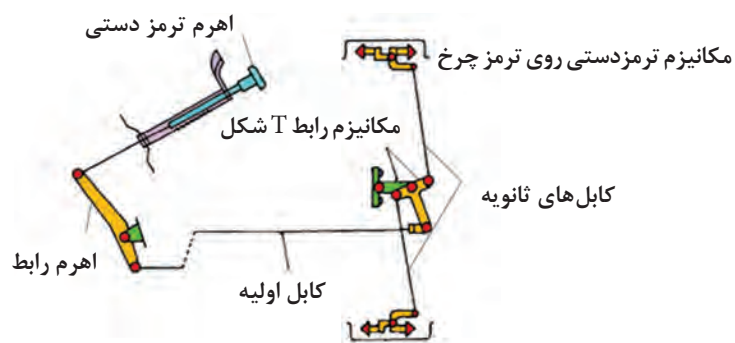
ترمز پارک خودرو زمانی به طور صحیح تنظیم می‌باشد که اگر اهرم ترمز پارک به تعداد ۶ تا ۸ دنده به بالا کشیده شود، چرخ‌های عقب کاملاً قفل شوند.

ترمز پارک نوع اهرمی دارای دو مکانیزم کابلی دو شاخه‌ای و با واسطه T شکل می‌باشد که در شکل‌های ۲۰ و ۲۱ نشان داده شده‌اند. با توجه به شکل ۲۰ با فعال شدن ترمز پارک کابل اولیه کشیده می‌شود. این امر باعث کشیده شدن کابل ثانویه می‌گردد. کشیده شدن کابل ثانویه باعث فعال شدن مکانیزم ترمز پارک نصب شده بر روی مکانیزم ترمز چرخ می‌گردد و باعث درگیری لنت با کاسه چرخ و یا دیسک ترمز می‌شود و در نهایت باعث توقف خودرو و همین‌طور ساکن یا کم سرعت شدن خودروی در حال حرکت می‌گردد.





شکل ۲۰- مکانیزم ترمز پارک کابلی دو شاخه‌ای



شکل ۲۱- مکانیزم ترمز پارک کابلی با واسط T شکل

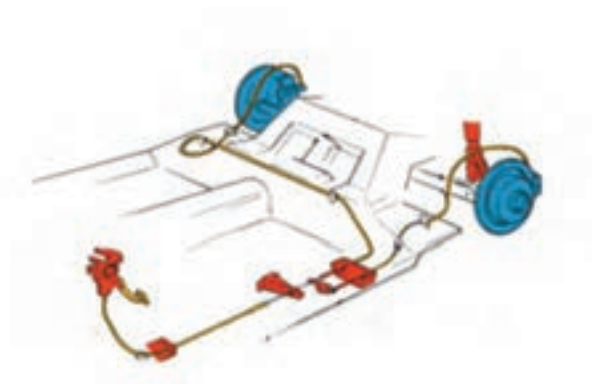
با توجه به شکل‌های ۲۰ و ۲۱ روش کارکرد و مزایا و معایب هریک از مکانیزم‌های ترمز دستی نوع اهرمی را با دوستان خود به بحث بگذارید.

بحث کلاسی



### ترمز پارک نوع پدالی

ترمز پارک بسیاری از خودروهای جدید از نوع پدالی می‌باشد. در این نوع مکانیزم در شکل ۲۲ نشان داده شده است، عامل راه اندازی سیستم ترمز پارک پدال می‌باشد.



شکل ۲۲- مکانیزم ترمز پارک نوع پدالی



در مورد سیستم‌های ترمز پارک با راه انداز الکتریکی، با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی پژوهش کنید.

## روش رفع عیوب بدون باز کردن اجزای اصطکاک‌ی سیستم ترمز

اولین گام در شناسایی عیوب سیستم ترمز توجه به نشانه‌های آن می‌باشد. ایجاد صدای ناهنجار، عمل نکردن ترمز پارک، عمل نکردن میکروسوییچ چراغ ترمز، تنظیم نبودن پدال و... از نشانه‌های بروز عیب در سیستم ترمز خودرو می‌باشد که در بسیاری موارد برای شناسایی عیب نیازی به باز کردن اجزای اصطکاک‌ی نمی‌باشد. نمودار شکل ۲۳ عیوب اجزای اصطکاک‌ی و علت آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳- عیوب اجزای اصطکاک‌ی



با توجه به شکل ۲۴ کدام یک از عیوب را می توان بدون نیاز به بازکردن اجزای اصطکاکی رفع نمود.

### لنت ترمز

لنت قطعه‌ای است که هنگام ترمزگیری با ایجاد اصطکاک در چرخ، انرژی جنبشی خودرو را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند تا به این طریق عمل ترمزگیری انجام شود و سرعت خودرو کاهش یابد. شکل ۲۴ نشان دهنده انواع لنت‌های به کار رفته در خودروها می‌باشد. هنگام تولید لنت، آزمایش‌های مختلفی براساس استانداردهای ملی ایران (ISIRI NO 2798) و استاندارد بین‌المللی (SAE661/JISO-4411) بر روی آن انجام می‌گردد.



شکل ۲۴- انواع لنت خودرو



با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی، آزمایش‌های انجام شده بر روی لنت‌ها براساس استانداردهای بالا را یافته و به کلاس ارائه نمایید.



با استفاده از کتاب راهنمای تعمیراتی خودروها، پارامترهای خواسته شده در جدول زیر را تکمیل نمایید.

نام خودرو	کاسه چرخ قطر داخلی	چرخ مجاز کاسه حداکثر قطر	ترمز لنت کفشک ضخامت مجاز	نوع دیسک	قطر دیسک	دیسک ضخامت	دیسک حداقل ضخامت	ترمز ضخامت لنت
پراید								
سمند								
دنا								



در جاده‌های برفی و یخ زده چگونه می‌توان سرعت خودرو را کنترل نمود؟

## بررسی سیستم ترمز اصطکاکی در حالت ایستایی و حرکتی



### ابزار و تجهیزات:

- خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز خودرو، جعبه ابزار مکانیکی
- ۱- تنظیم میکروسوییچ پدال ترمز را مطابق با دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو انجام دهید.
- ۲- علل به وجود آمدن صدای ناهنجار در سیستم ترمز را بررسی و چک لیست مربوطه را تکمیل نمایید.
- ۳- پدال ترمز را مطابق با دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تنظیم کنید.
- ۴- مدار الکتریکی تجهیزات اخطار دهنده ترمز را بررسی نمایید.
- ۵- کلید چراغ نشانگر ترمز دستی را تنظیم نمایید.
- ۶- کشش کابل ترمز پارک را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، تنظیم کنید. (تنظیم کورس اهرم ترمز دستی)
- ۷- پس از انجام تعمیرات سیستم ترمز، چند بار پدال ترمز را فشار دهید تا پدال زیر پا سفت شود.
- ۸- چک لیست تعمیرات را تکمیل نمایید.

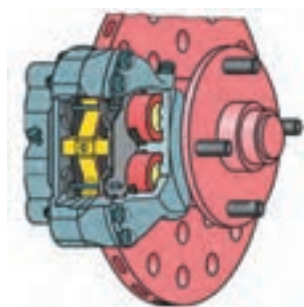


استفاده از لوازم ایمنی فردی و کارگاهی در محیط کارگاهی الزامی می‌باشد.  
هرگز از آچار بکس پنئوماتیک (بادی) برای آچار کشی استفاده نشود.



در حین و پس از انجام کار، به مسائل زیست محیطی (آلاینده‌گی محیط کار) و آراستگی (5S) محیط کار توجه کنید.

مزایا و معایب مکانیزم ترمز دیسکی که در شکل ۲۵ نشان داده شده است عبارت‌اند از:



شکل ۲۵- مکانیزم ترمز دیسکی

### مزایا:

- تأخیر کمتر در شروع فرایند ترمزگیری به دلیل فاصله کم لنت تا دیسک
- انتقال حرارت بالا و عملکرد بهتر در ترمزهای طولانی و پی در پی به دلیل اینکه دیسک با هوا در ارتباط است.
- نداشتن خاصیت قلاب شوندگی، که باعث می شود با رها کردن پدال ترمز، عمل ترمزگیری به صورت آنی خاتمه یابد.

- ایجاد صدای کمتر در حین عملکرد، نسبت به ترمز کاسه ای
- حساسیت کمتر در مقابل ساییدگی لنت به دلیل نیاز نداشتن به رگلاژ
- حساسیت پایین ترمز در مقابل رطوبت، گرد و غبار و غیره

### معایب:

- نیاز داشتن به نیروی بیشتر برای ترمزگیری به دلیل پایین بودن ضریب افزایش نیرو و نبود خاصیت قلاب کنندگی
- پیچیدگی در طراحی و ساخت سیستم ترمز پارک
- بالا بودن قیمت تمام شده

### روش عیب یابی، تعمیر و تعویض اجزای معیوب در مکانیزم ترمز دیسکی

نمایش فیلم باز کردن و بستن مکانیزم ترمز دیسکی

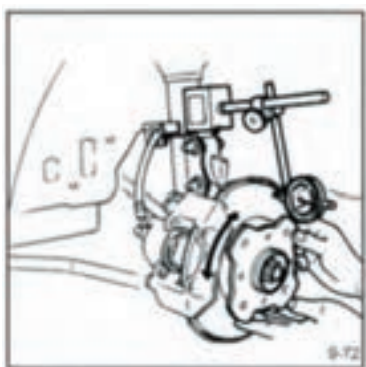
فیلم آموزشی



عیب یابی و تعمیرات مکانیزم ترمز دیسکی عبارت اند از:

### تاب برداشتن دیسک

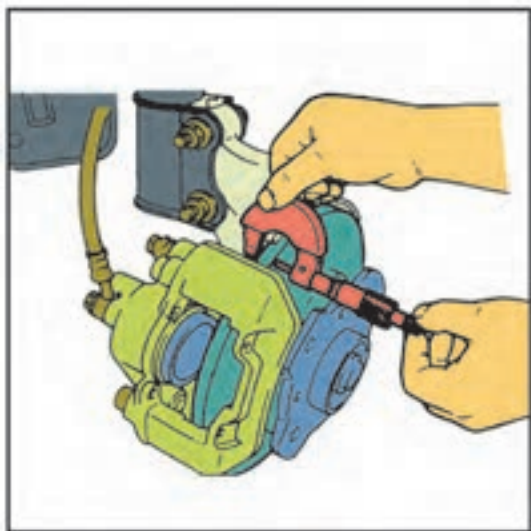
- با توجه به شکل ۲۶ و با استفاده از ساعت اندازه گیری می توان مقدار تابیدگی دیسک ترمز را اندازه گیری نمود.
- توجه: برای اندازه گیری مقدار تاب دیسک ترمز
- ۱- بلبرینگ چرخ نباید لنگی داشته باشد.
  - ۲- نقطه اندازه گیری، عبارت از دورترین نقطه ای خارجی بر روی سطح تماس لنت و دیسک می باشد. (بزرگترین قطر دیسک)



شکل ۲۶- آزمایش تاب دیسک ترمز

### ساییدگی و یا آسیب دیدگی دیسک

ضخامت دیسک ترمز را با استفاده از یک میکرومتر اندازه گیری و با مقدار مجاز در دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو مطابقت دهید. (شکل های ۲۶ و ۲۷)



## عیوب لنت

- ۱- وجود هرگونه روغن یا گریس روی سطوح لنت
- ۲- ساییدگی غیر عادی و یا ترک خوردگی سطح لنت
- ۳- آسیب دیدگی و یا خمیدگی بر اثر گرمای زیاد
- ۴- حداقل ضخامت لنت

شکل ۲۷- آزمایش ضخامت دیسک ترمز

نوع کنترل	ابزار و روش کنترل	اقدام تعمیراتی
پدال ترمز	چشمی - کولیس - خط کش فلزی ۱- بررسی کورس حرکتی پدال ۲- بررسی لقی در اهرم‌بندی پدال ترمز ۳- اندازه گیری خلاصی پدال ترمز	تنظیم کورس حرکتی پدال و رفع عیب آن در صورت وجود لقی بیش از اندازه در اهرم‌بندی پدال ترمز نسبت به تعویض یا اصلاح اهرم بندی اقدام نمایید. مقدار خلاصی پدال ترمز را براساس راهنمای تعمیراتی اندازه گیری نموده و در صورت اختلاف نسبت به رفع عیب آن اقدام نمایید.
لنت‌ها	چشمی - کولیس - خط کش فلزی ضخامت لنت‌ها آینه ای شدن لنت‌ها سایش غیر یکنواخت لنت‌ها	
دیسک ترمز	چشمی - میکرومتر- ساعت اندازه گیر سایش غیریکنواخت و خط‌های عمیق برروی دیسک ضخامت دیسک تاب برداشتن دیسک	کنترل ضخامت دیسک با میکرومتر و تاب دیسک توسط ساعت اندازه‌گیر پایه مغناطیسی در صورت تاب و یا داشتن حداقل ضخامت تعویض گردد.



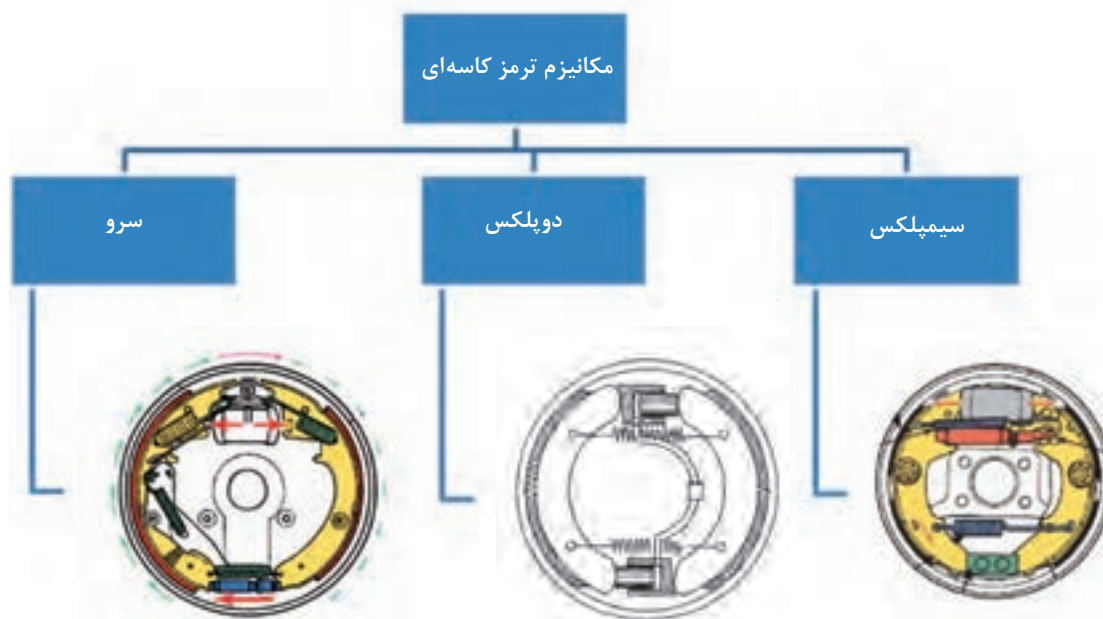
- ابزار و تجهیزات :** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی و....
- ۱- بررسی و تعیین مقدار سایش لنت‌ها را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.
  - ۲- علت لرزش و صدای اجزای اصطکاکی را بررسی و چک لیست مربوطه را تکمیل نمایید.
  - ۳- لنت‌های ترمز را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۴- مقدار ضخامت دیسک ترمز را با استفاده از میکرومتر اندازه‌گیری کرده و با مقدار استاندارد مطابقت دهید.
  - ۵- مقدار تاب دیسک ترمز را با استفاده از ساعت اندازه‌گیر پایه مغناطیسی تعیین و با مقدار مجاز مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مطابقت دهید.
  - ۶- دیسک چرخ را بر اساس کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۷- کنترل‌های لازم سیستم ترمز را انجام داده و چک لیست تعمیراتی را تکمیل کنید.



استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی و کارگاهی، محیط کارگاه الزامی است.  
برای تمیز کردن مجموعه ترمز چرخ از کمپرسور باد استفاده نکنید.

## روش عیب‌یابی، تعمیر و تعویض سیستم ترمز کفشکی

نحوه عملکرد سیستم ترمز کفشکی



شکل ۲۸- انواع ترمز کاسه‌ای

پس از دیدن فیلم آموزشی، عملکرد انواع سیستم‌های ترمز کفشکی جدول زیر را تکمیل نمایید.

ردیف	خصوصیت	سیمپلکس	دوپلکس	سرو
۱	تعداد کفشک			
۲	تعداد سیلندر ترمز			
۳	تعداد تکیه گاه لنت‌ها			
۴	نوع تکیه گاه لنت‌ها			

با توجه به شکل مکانیزم ترمز سیمپلکس، اعمال نیروی عکس‌العملی به کفشک سمت راست باعث می‌شود که این کفشک به سمت کاسه چرخ فشرده شود و تمایل دارد که همراه کاسه چرخ حرکت نماید. این نیرو به نیروی هیدرولیک پیستون‌ها کمک می‌کند و در نتیجه نیروی فشاری لنت به کاسه افزایش می‌یابد. این افزایش نیرو را نیروی خودزایی یا قلاب‌کنندگی گویند. از این‌رو این کفشک (کفشک سمت راست) فشاری یا محرک نامیده می‌شود.

نکته



مزایا و معایب مکانیزم‌های ترمز کاسه‌ای عبارت‌اند از:

**مزایا:**

- ۱- خاصیت قلاب‌کنندگی، که باعث افزایش نیروی ترمزی می‌شود.
- ۲- ساده‌تر و کم‌هزینه بودن طراحی و ساخت مکانیزم ترمز پارک.

**معایب:**

- ۱- ثابت بودن نیروی ترمزی در اثر نیروی کنترل نشده (قلاب‌کنندگی) کاهش می‌یابد، همچنین آزاد شدن چرخ‌ها پس از رها کردن پدال ترمز، به دلیل خاصیت قلاب‌کنندگی به تأخیر می‌افتد.
- ۲- انتقال حرارت، به دلیل تماس مستقیم نداشتن لنت‌ها با جریان هوا ضعیف صورت می‌گیرد و اثر نیروی ترمزی در ترمز گیری‌های طولانی و پی در پی کاهش می‌یابد.
- ۳- نیاز به تنظیم مستمر فاصله بین لنت و کاسه چرخ (رگلاژ چرخ ترمز) می‌باشد.

با توجه به شکل ۲۸ در مورد مکانیزم ترمزهای دو پلکس و سرو پژوهش کرده، مزایا و معایب هر یک را ذکر کنید.

تحقیق و پژوهش



فیلم آموزشی



نمایش فیلم آموزشی بازکردن و بستن مکانیزم ترمز کفشکی



## روش باز کردن و بستن مکانیزم ترمز کفشکی چرخ

پس از تحلیل نتایج آزمایش‌ها و اطمینان از نیاز به بازکردن مکانیزم ترمز کفشکی (کاسه‌ای)، جهت رفع اشکالات و انجام تعمیرات، اقدام به بازکردن این مکانیزم می‌شود.

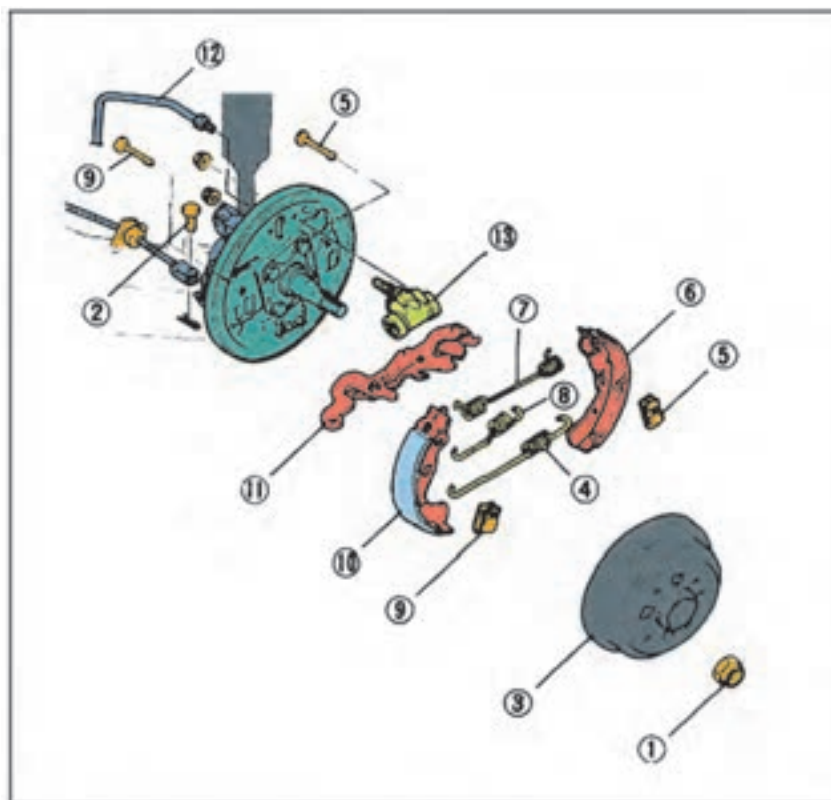
جهت پیاده‌سازی مکانیزم ترمز کاسه‌ای از روی خودرو می‌بایست تجهیزات جانبی آن مطابق دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات، ابتدا باز و بررسی‌های مربوطه انجام شود. به‌طور کلی این اقدامات عبارتند از:

- ۱- قسمت عقب خودرو را جک زده و زیر آن پایه تثبیت کننده (خرک) بگذارید.
- ۲- چرخ‌های عقب خودرو را باز کنید.
- ۳- کاسه چرخ و سایر متعلقات مکانیزم ترمز کفشکی را به ترتیب مشخص شده در کتاب تعمیرات باز کنید.

بحث کلاسی



چگونه می‌توان مقدار دو پهنی کاسه چرخ را اندازه‌گیری کرد.



- ۱- مهره قفلی
- ۲- پین سوراخ‌دار
- ۳- کاسه چرخ
- ۴- فنر برگشت (پایینی)
- ۵- پین و فنر نگهدارنده
- ۶- کفشک
- ۷- فنر برگشت
- ۸- فنر لقی‌گیر
- ۹- پین و فنر نگهدارنده
- ۱۰- کفشک
- ۱۱- قطعه رگلاژ اتوماتیک
- ۱۲- لوله ترمز
- ۱۳- سیلندر چرخ

شکل ۲۹- روش پیاده و سوار کردن مکانیزم ترمز کاسه‌ای

در خودروهایی که کاسه چرخ و توپی یکپارچه است، موقع بستن جهت تنظیم پیش بار به نکات مربوطه توجه شود.

نکته



## عیب‌یابی و تعمیرات مکانیزم ترمز کفشکی

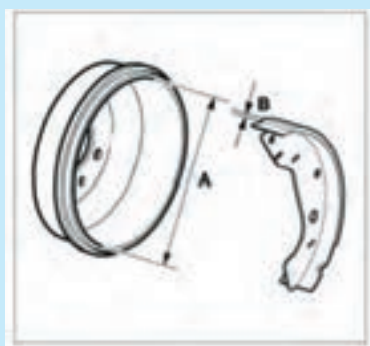
موارد زیر را در هنگام بازکردن مکانیزم ترمز کفشکی (کاسه‌ای) بازدید کرده و در صورت لزوم قطعات مربوطه را تعویض و یا تعمیر کنید.

۱- در صورت خراشیدگی و ساییدگی غیر عادی کاسه چرخ، با توجه به دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات، کاسه چرخ را تعویض کنید.

توجه



در صورت وجود اشکال جزئی در سطح داخلی کاسه چرخ، عیب موجود را با کاغذ سنباده برطرف کنید.



شکل ۳۰

- ۲- قطر داخلی کاسه چرخ را اندازه‌گیری و با مقادیر مجاز در کتاب راهنمای تعمیراتی مقایسه کنید. در صورت سایش بیش از اندازه مجاز نسبت به تعویض کاسه چرخ اقدام کنید.
- ۳- پوسته شدن، ترک خوردگی و یا سائیدگی غیرعادی لنت را کنترل و در صورت بروز هریک از موارد فوق هر دو لنت را تعویض کنید.
- ۴- فنرهای شکسته و معیوب، عملکرد مکانیزم ترمز را با اختلال مواجه می‌کند لذا در صورت مشاهده، فنرهای شکسته و معیوب را تعویض نمایید.
- ۵- لنگی کاسه چرخ با کمک ساعت اندازه‌گیری بررسی و در صورت لنگی بیش از حد تعویض شود.

## تعمیرات سیستم ترمز پارک

ترتیب پیاده و سوار کردن اهرم ترمز پارک را مشاهده نمایید.

فیلم آموزشی

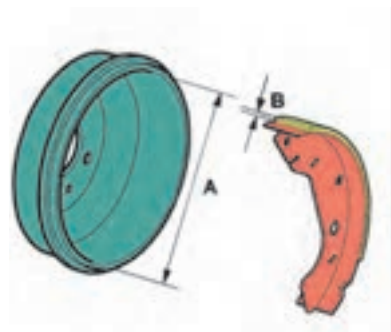


پس از باز کردن مجموعه اهرم ترمز دستی بر طبق شکل ۳۱ موارد زیر را بررسی و در صورت لزوم تعویض نمایید.

توجه



- ۱- سائیدگی و یا آسیب دیدگی دندان جفجه
- ۲- شکستگی و یا ضعیف بودن فنر

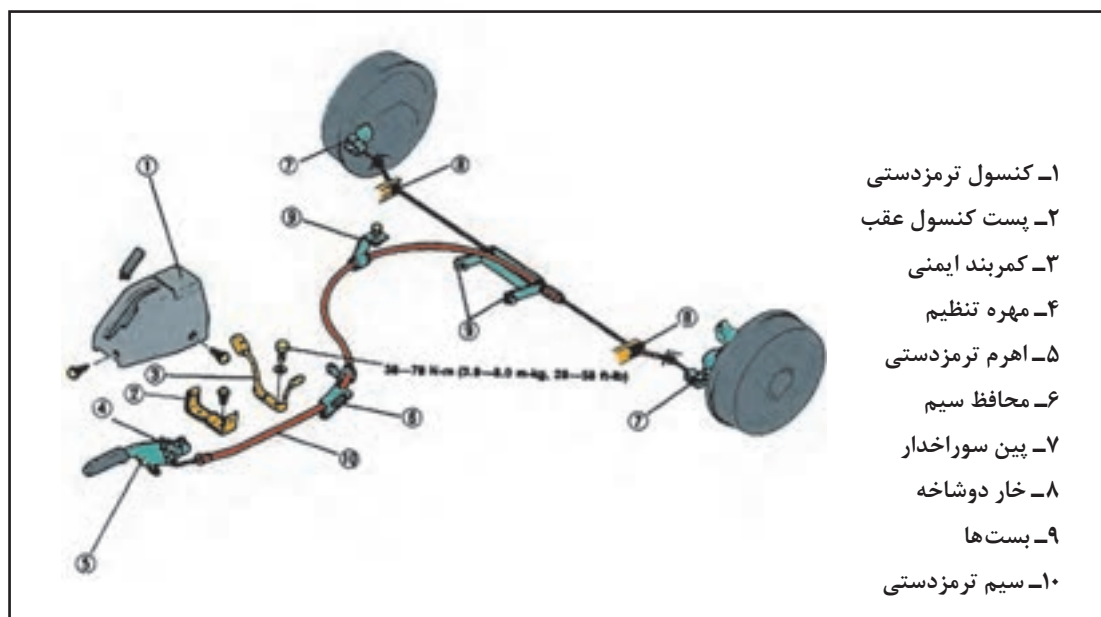


شکل ۳۱

## روش تعویض و تنظیم کلید نشانگر ترمز دستی

### ترتیب تعویض و تنظیم کابل ترمز دستی

- ۱- خودرو را به وسیله جک بالا برده و زیر آن خرک بگذارید.
- ۲- قطعات را به ترتیبی عددی که در شکل نشان داده شده است باز کنید.
- ۳- روش بستن قطعات عکس روش باز کردن آنها می باشد.



شکل ۳۲- روش پیاده و سوار کردن مکانیزم ترمز دستی (منبع کتاب تعمیرات ترمز پراید)



با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، ابزارهای مخصوص جهت بازکردن مکانیزم ترمز کاسه‌ای را یافته و دلیل استفاده از ابزار مخصوص را توضیح دهید.



- ابزار و تجهیزات :** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی و....
- ۱- بررسی و تعیین مقدار سایش اجزای اصطکاکی ترمز را مطابق دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، انجام دهید.
  - ۲- علت لرزش و صدای اجزای اصطکاکی را بررسی و چک لیست مربوط را تکمیل نمایید.
  - ۳- عملکرد اجزای مکانیکی مکانیزم ترمز پارک را آزمایش نموده و چک لیست مربوط را تکمیل نمایید.
  - ۴- لنت‌های ترمز کاسه‌ای را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۵- مقدار قطر داخلی کاسه ترمز را با استفاده از کولیس داخل سنج اندازه‌گیری کرده و با مقدار استاندارد مطابقت دهید.
  - ۶- مقدار دوپه‌نی کاسه ترمز را با استفاده از کولیس داخل سنج تعیین و با مقدار مجاز در کتاب راهنمای تعمیرات، مطابقت دهید.
  - ۷- طبق لنت‌های کفشکی را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۸- کلید چراغ نشانگر ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۹- کابل ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۱۰- اهرم‌بندی ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۱۱- کنترل‌های لازم و آماده‌سازی و بهره‌برداری سیستم ترمز را انجام دهید.

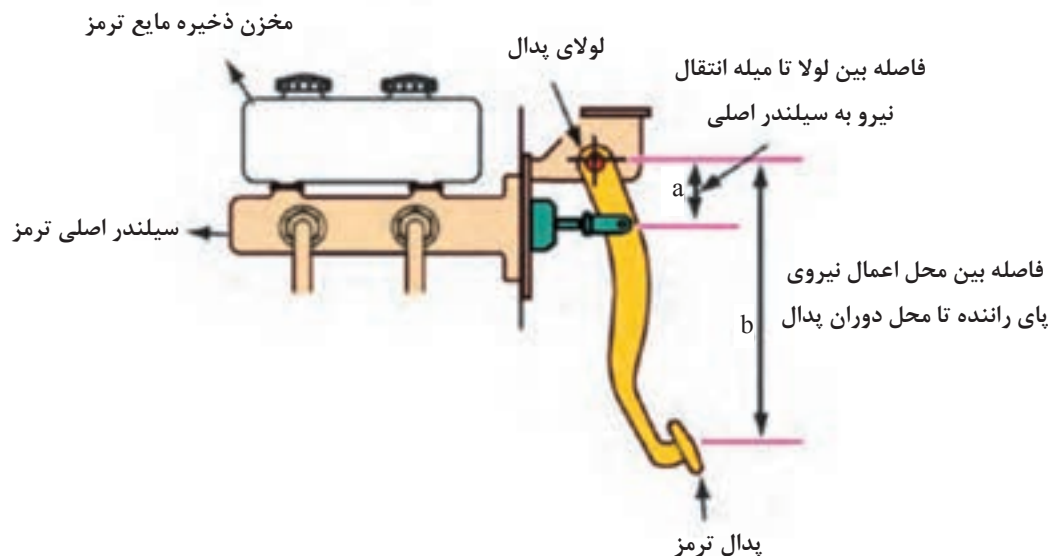


استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی و کارگاهی محیط کارگاه الزامی است.  
به محل قرارگیری آچار بر آچارخور پیچ و مهره توجه کنید زیرا بی دقتی سبب آسیب دیدن دست، پیچ یا مهره می‌شود.

برای تمیزکردن مجموعه ترمز چرخ، از کمپرسور باد استفاده نکنید  
جهت جلوگیری از تنفس گرد ساییده شده لنت‌ها، از ماسک محافظ استفاده نمایید.

## پدال ترمز

اولین قسمت سیستم ترمز، پدال ترمز است که برای فعال سازی سیستم ترمز توسط راننده به کار می رود. مکانیزم پدال باعث افزایش نیروی پای راننده می شود تا نیروی اعمالی به پیستون سیلندر اصلی افزایش یابد. شکل ۳۳ مکانیزم پدال ترمز و چگونگی افزایش نیرو توسط پدال را نشان می دهد. این مقدار افزایش نیرو که از قانون اهرم ها پیروی می کند، برابر با  $b/a$  است.



شکل ۳۳- مکانیزم اهرم پدال ترمز

فیلم پیاده سازی، تعمیر، تعویض، نصب و تنظیم اجزای مجموعه پدال ترمز

فیلم آموزشی



با استفاده از منابع موجود، انواع مکانیزم های پدال ترمز نصب شده بر روی خودروها را بیابید و در گزارشی مزایا و معایب هریک را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش کنید



## بازدیدهای پدال ترمز

در هنگام باز کردن پدال ترمز، موارد زیر را بازدید و در صورت لزوم تعویض نمایید.

- ۱- ساییدگی بوش ها
- ۲- خمیدگی پدال
- ۳- ساییدگی و یا خرابی لاستیک روی پدال
- ۴- خمیدگی پیچ
- ۵- خرابی و یا ضعیف بودن فنر برگشت



- ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، ابزار مخصوص، جعبه ابزار مکانیکی، جک بالابر، پایه تثبیت کننده (خرک)، کولیس، روان ساز و ....
- ۱- پدال ترمز را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیراتی سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۲- ارتفاع و خلاصی پدال ترمز را تنظیم نمایید.
  - ۳- میکروسوییچ پدال را تعویض و تنظیم نمایید.
  - ۴- کنترل نهایی سیستم ترمز را انجام دهید.

## ارزشیابی شایستگی تعمیر اجزای اصطکاکی ترمز

### شرح کار

مشاهده و بررسی سطوح اتکای جک زیر خودرو - کنترل میزان سایش لنت‌های دیسکی مطابق شاخص سایش - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکی مطابق دستورالعمل - آزمون‌های ایستایی و حرکتی - کنترل لقی و گریپاژ پدال ترمز - آزمایش عملکرد اجزای مکانیکی سیستم ترمز پارک (خوردگی اتصالات، گریپاژ کابل در غلاف، عملکرد تاج خروسی و...) - مشاهده روش بررسی مدارهای الکتریکی (کلید ترمز دستی، سنسور پدال ترمز و مدار اتمام لنت) - مشاهده چک لیست تکمیل شده - بررسی روش تعویض لنت ترمزهای دیسکی مطابق دستورالعمل - کنترل ابعادی دیسک - بررسی روش تعویض لنت ترمز کفشی مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض کاسه چرخ مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض صفحه لنت‌های کفشی مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض پدال ترمز مطابق دستورالعمل تطابق ارتفاع و خلاصی پدال ترمز با دستورالعمل تعمیرات - بررسی صحت عملکرد چراغ اخطار ترمز - بررسی عملکرد اهرم ترمز پارک کنترل عملکرد کلید چراغ نشانگر ترمز پارک - کنترل عملکرد ترمز پارک - کنترل کشش کابل ترمز پارک مطابق دستورالعمل بررسی عملکرد اجزای اصطکاکی سیستم ترمز پس از تعمیر

**استاندارد عملکرد:** با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات موتور، ضمن بررسی و آزمایش‌ها اجزای اصطکاکی ترمز، تعمیرات لازم روی خودروهای سواری موجود را انجام دهد

### شاخص‌ها

رفع عیوب بدون باز کردن اجزای اصطکاکی سیستم ترمز (ایجاد صدای ناهنجار، تنظیم نمودن میکرو سوچ ترمز، تنظیم نبودن پدال، آزمایش مدار الکتریکی تجهیزات اخطار دهنده ترمز، تنظیم نبودن کلید چراغ نشانگر ترمز پارک در محل نصب، تنظیم نبودن کشش کابل ترمز پارک، بررسی سیستم اصطکاکی ترمز در حالت ایستایی و حرکتی، تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر - کنترل میزان سایش لنت‌های ترمز دیسکی - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکی - تعویض لنت ترمز دیسکی تعیین میزان تاب داشتن دیسک - تعیین ضخامت دیسک - تعویض دیسک چرخ - کنترل و آماده سازی سیستم ترمز - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکی آزمایش عملکرد اجزای مکانیکی سیستم ترمز پارک - تعیین لنگی کاسه ترمز تعیین ضخامت کاسه ترمز - تعویض لنت ترمز کفشی - تعویض طبق لنت‌های کفشی - تعویض اهرم دستی ترمز پارک - تعویض و تنظیم کلید چراغ نشانگر ترمز پارک - تعویض و تنظیم کابل ترمز پارک - تعویض اهرم بندی ترمز پارک - تنظیم و کنترل نهایی مکانیزم ترمز پارک - کنترل و آماده سازی سیستم ترمز - تعویض پدال ترمز - تنظیم ارتفاع و خلاصی پدال ترمز - نصب و تنظیم کلید ترمز - کنترل نهایی سیستم ترمز

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

ابزار مخصوص، جعبه ابزار مکانیکی، جک بالابر، پدال ترمز، لنت ترمز دیسکی، لنت ترمز کفشی، خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، دیسک چرخ، کاسه چرخ، کلید ترمز، خرم، میکرومتر، ساعت اندازه گیر، کولیس، روانساز، کابل‌های ترمز پارک، اهرم ترمز پارک (داخل اتاق)، کلید ترمز پارک، مجموعه اهرم بندی کابل ترمز، تورک متر، آوامتر

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن اجزای اصطکاکی از روی خودرو	۲	
۲	تعمیر اجزای اصطکاکی ترمز دیسکی	۲	
۳	تعمیر اجزای اصطکاکی ترمز کفشی	۲	
۴	تعویض پدال ترمز	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:			
با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب کلیه مکانیزم‌ها و اجزاء مکانیکی ترمز اصطکاکی			
میانگین نمرات			

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

## پودمان ۳

### تعمیر اجزای هیدرولیکی ترمز





## واحد یادگیری ۴

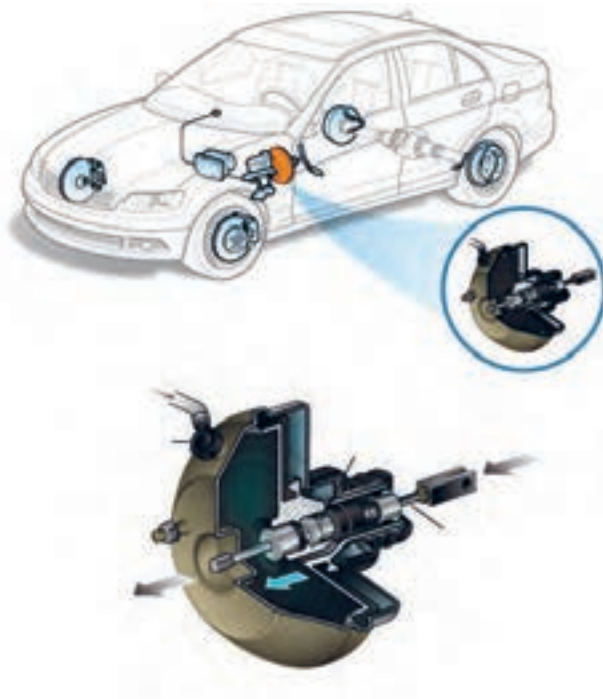
### تعمیر اجزای هیدرولیکی ترمز

#### آیا تا به حال پی برده‌اید

کدام یک از چرخ‌های جلو و یا عقب زودتر ترمز می‌گیرند؟  
آیا نیروی ترمزی بیشتری به چرخ‌های جلو وارد می‌شود؟  
مایع هیدرولیک ترمز دارای چه خصوصیتی هست؟  
علت رقیق بودن مایع هیدرولیک ترمز چیست؟

#### استاندارد عملکرد

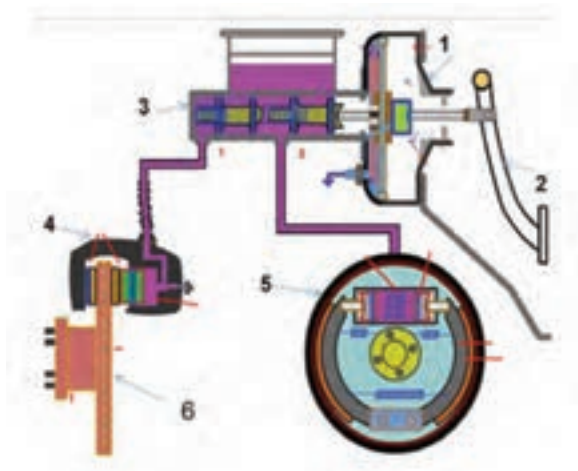
هنگامی که در پایان این پودمان با تعمیر بوستر و اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز خودرو آشنا می‌شود و مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو، می‌تواند بوستر و اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز را کنترل و اجزای معیوب را تعویض و مدار هیدرولیکی را هواگیری کند.



۱- با توجه به شکل زیر جاهای خالی را با عبارات مناسب تکمیل کنید.

- نوع سیستم ترمز: یک مداری ☐ دو مداری ☐
- حالت ترمز: ترمز فعال ☐ ترمز غیرفعال ☐
- نوع بوستر: خلائی غیرمستقیم ☐ مستقیم ☐
- کالیپر ترمز جلو: نوع ..... ثابت ☐ شناور ☐
- ترمز عقب: نوع ..... سیمپلکس ☐ دوپلکس ☐ سرو ☐
- نام‌گذاری اجزا با توجه به شکل

- ۱- ..... ۴- .....
- ۲- ..... ۵- .....
- ۳- ..... ۶- .....



۲- با — ضریب اصطکاک لنت‌های ترمز، نیروی مؤثر ترمزی — و مسافت ترمزی — می‌شود.

الف) کاهش، کاهش، زیاد (ب) افزایش، کاهش، کم (ج) افزایش، افزایش، زیاد (د) کاهش، افزایش، کم

۳- وظیفه بوستر در سیستم ترمز کدام است؟

الف) تولید خلا (ب) افزایش نیروی ترمزی (ج) افزایش فشار مدار (د) جلوگیری از قفل شدن چرخ‌ها

۴- قفل شدن چرخ جلو سبب ..... می‌شود.

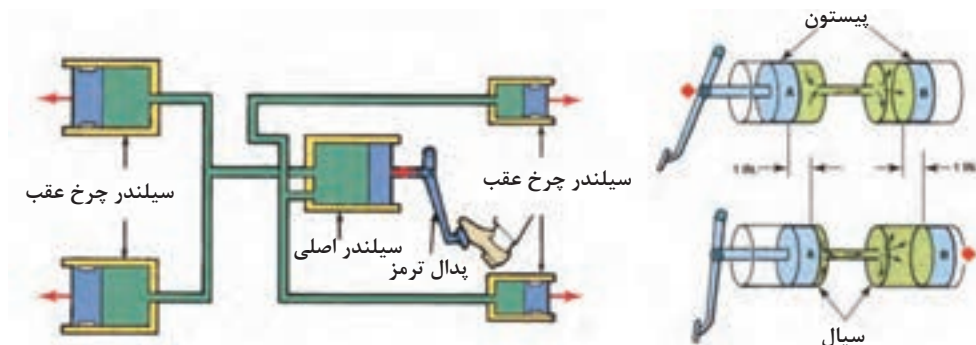
الف) کاهش مسافت ترمزی (ب) بهترین ترکیب بین نیروی ترمزی و پایداری (ج) از دست دادن کنترل هدایت خودرو

۵- هدف از سیستم ترمز ضد قفل چیست؟

الف) کاهش مسافت ترمزی (ب) حفظ قدرت هدایت خودرو (ج) کاهش ساییدگی تایر

## مکانیزم هیدرولیکی سیستم ترمز

یادآوری: به شکل ۱ توجه کنید. نیروی پای راننده چگونه به چرخ‌ها منتقل می‌شود؟



شکل ۱- انتقال فشار به صورت هیدرولیکی

با توجه به شکل ۱، مسیر انتقال نیرو از پای راننده تا چرخ‌ها را در نمودار زیر کامل کنید.



آیا راه دیگری غیر از انتقال نیروی پای راننده از طریق پدال و تبدیل آن به فشار هیدرولیکی، غیر از روش بالا می‌تواند وجود داشته باشد؟

در مورد سیستم Brake by wire در اینترنت پژوهش کنید.

چگونگی کارکرد سیستم ترمز (مدارات هیدرولیکی)

## انواع طرح‌های مدارات هیدرولیک سیستم ترمز

### ۱- ترمز تک مداری

در این نوع ترمز که در شکل ۲، نشان داده شده است، برای تولید فشار هیدرولیک از یک سیلندر اصلی تک‌مداری استفاده می‌شود.

کار کلاسی



فکر کنید

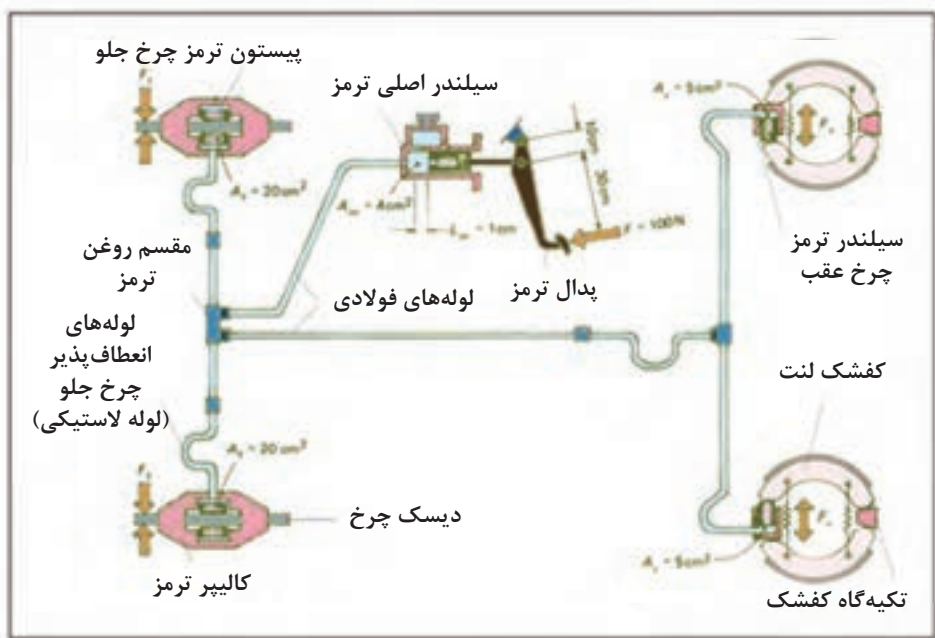


پژوهش کنید



فیلم آموزشی

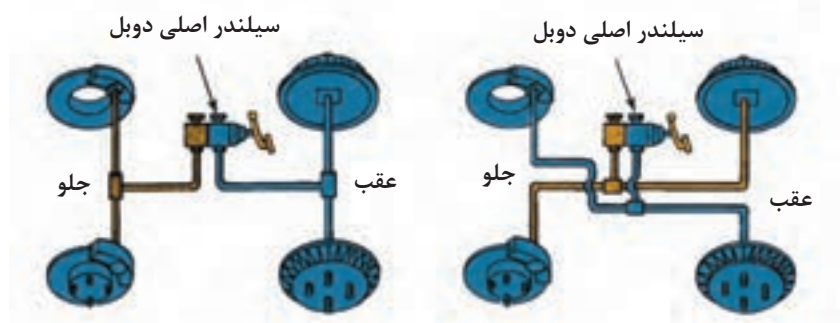




شکل ۲- شماتیک سیستم ترمز هیدرولیکی تک مداری

## ۲- ترمز دو مداری

در این طرح از سیلندر اصلی دو مداری استفاده می‌شود که دارای دو مجرای خروجی مجزا است. دو مجرای خروجی سیلندر اصلی با روش‌های مختلف، مطابق شکل ۳، به چهار چرخ متصل می‌شود.



شکل ۳- طرح‌های مختلف ترمز دو مداری

با جستجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت بررسی کنید آیا غیر از روش‌های ارائه‌شده، روش دیگری نیز وجود دارد؟

پژوهش کنید



با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، مزایا و معایب هر یک از طرح‌های ترمز تک مداری و دو مداری را با هم مقایسه کنید و جدول صفحه بعد را با نظارت هنرآموز کامل کنید.

کار کلاسی



نقاط ضعف	نقاط قوت		
ایمنی کمتر .....	ارزان بودن .....	تک مداری	
.....	.....	ساده	دو مداری
.....	.....	ضربداری	

هنگام ترمزگیری، بسته به شدت شتاب ترمزی، مقداری از نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب کاهش می‌یابد و به نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های جلو اضافه می‌شود. بنابراین سهم نیروی ترمزی چرخ‌های جلو از نیروی ترمزی چرخ‌های عقب بیشتر است.

نکته



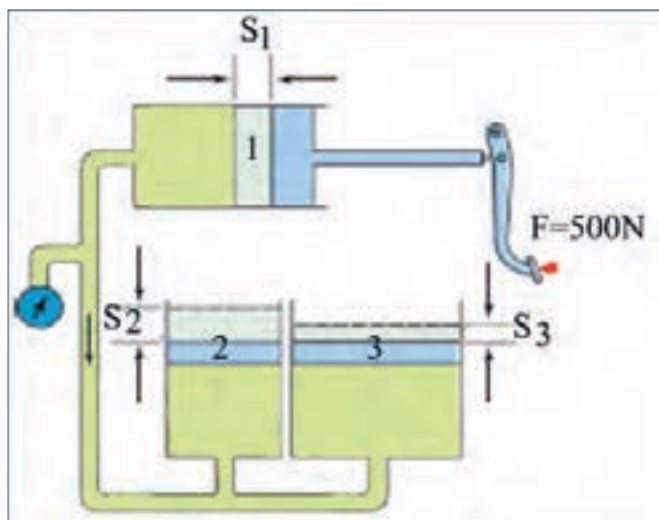
مطابق شکل ۲، میزان نیروی پای راننده (در حدود ۱۰ kg) برای ایجاد نیروی ترمزی  $F = \frac{mv^2}{r_s}$  برای کاهش و یا از بین بردن انرژی جنبشی خودرو مناسب و کافی نیست. لذا برای تولید نیروی ترمزی مورد نیاز و افزایش و تقویت نیروی پای راننده از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{F_m}{A_m}$ $= \frac{F_F}{A_F}$ $= \frac{F_r}{A_r}$ $\rightarrow \frac{F_F}{F_m} = \frac{A_F}{A_m} = \frac{F_r}{F_m}$ $= \frac{A_r}{A_m}$ $F_F = \frac{A_F}{A_m} F_m F_r = \frac{A_r}{A_m} F_m$	<p><math>F_m</math>: نیروی وارد بر پیستون پمپ اصلی (N)</p> <p><math>A_r</math>: مساحت پیستون سیلندر ترمز چرخ عقب (<math>cm^2</math>)</p> <p><math>A_m</math>: مساحت پیستون پمپ اصلی (<math>cm^2</math>)</p> <p><math>F_F</math>: نیروی وارد بر دیسک جلو (N)</p> <p><math>A_F</math>: مساحت پیستون کالیپر چرخ جلو (<math>cm^2</math>)</p> <p><math>F_r</math>: نیروی وارد بر کفشک چرخ عقب (N)</p>
---	--



با استفاده از قانون فشار در مایعات و گازها (قانون پاسکال) برای شکل ۴، بر اساس اطلاعات داده شده جدول زیر را تکمیل نمایید.

نیروی پای راننده	سطح مقطع پیستون ۱ و ۲	$S_1$	سطح مقطع پیستون ۳	فشار مدار هیدرولیک	$S_p$	$S_p$	نیروی وارد بر پیستون ۳	نیروی وارد بر پیستون ۲
۵۰۰ نیوتن	۰/۱ مترمربع	۵ میلی متر	۰/۲ مترمربع					

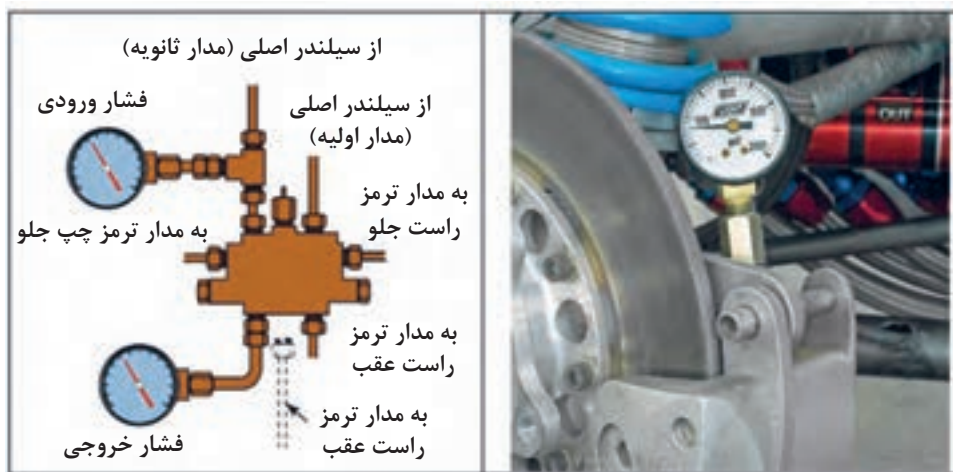


شکل ۴- قانون فشار در مایعات و گازها و کار در ماشین های هیدرولیکی

همان طور که ملاحظه شد فشار هیدرولیکی باعث اعمال نیروی ترمزی در چرخ ها می شود. بنابراین واضح است اگر فشار هیدرولیکی کاهش یابد، نیروی ترمزی نیز کاهش می یابد که در نهایت باعث کاهش عملکرد ترمز می شود.



به نظر شما در چه نقاطی می توان فشار سنجی مدار هیدرولیک را انجام داد؟ از شکل ۵ ایده بگیرید. چه تفاوتی در روش بستن فشارسنج بالایی و پایینی این شکل می بینید؟ سپس با استفاده از شکل ۲ جدول مربوطه را کامل کنید.



شکل ۵- نمونه‌ای از دستگاه فشارسنج و محل نصب برای اندازه‌گیری فشار مدار

ردیف	محل نصب فشارسنج	نتیجه	ردیف	محل نصب فشارسنج	نتیجه
۱	بین سیلندر اصلی و مقسم	افت فشار در سیلندر اصلی و لوله انتقال	۴		
۲			۵		
۳			۶	سیلندر ترمز چرخ عقب راست	

## وظیفه، ساختمان و کاربرد بوستر ترمز

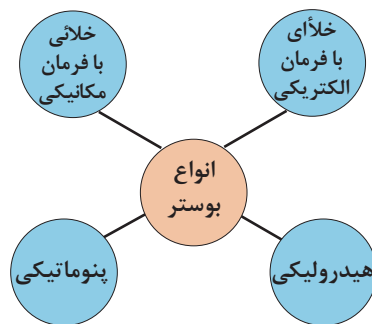
### بوستر

آیا امکان دارد فقط نیروی پای راننده روی پدال ترمز، نیروی لازم برای متوقف کردن چرخ‌ها را فراهم کند؟

فکر کنید

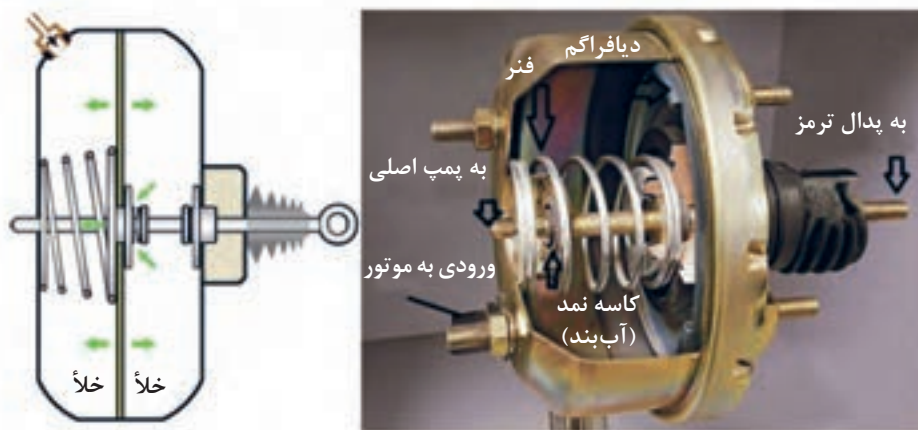


از بوستر و یا تقویت‌کننده نیروی پای راننده برای افزایش نیروی پا، راحتی راننده و ایمنی خودرو استفاده می‌شود. در این صورت ضمن در دسترس بودن نیروهای کافی برای راه‌اندازی ترمز، تأخیر عملکرد سیستم ترمز نیز کاهش و راندها ترمز نیز افزایش می‌یابد. نمودار صفحه بعد انواع بوسترهای به‌کار رفته در سیستم ترمز هیدرولیکی را از نظر راه‌انداز، نشان می‌دهد.



متداول ترین بوستر در خودروهای سواری، بوستر خلای است، که به منظور تقویت نیروی پای راننده، از خلأ مانیفولد ورودی (در زمان روشن بودن موتور) استفاده می کند. این بدان معناست که با خاموش بودن موتور، این تقویت صورت نمی گیرد. در این صورت نیروی مورد نیاز برای اعمال به پدال ترمز افزایش، و ایمنی خودرو حین ترمزگیری کاهش می یابد.

خلأ از ترمز



شکل ۶- برش خورده اجزای بوستر ترمز و شماتیک آن

### نحوه عملکرد بوستر خلای با فرمان مکانیکی

با توجه به شکل ۶، این بوستر براساس اختلاف فشار هوا بین دو طرف دیافراگم، با قطر زیاد عمل می کند. براین اساس خلأ موتور توسط یک لوله به محفظه خلای بوستر راه پیدا می کند. که این محفظه توسط پیستون با قدرت زیاد (پیستون قدرت) و یک دیافراگم به دو قسمت تقسیم می شود.

- بخش جلوی دیافراگم که متصل به خلأ مانیفولد است.
- بخش پشت دیافراگم که دارای سه وضعیت ارتباط با بخش جلوی دیافراگم، عدم ارتباط با بخش جلوی دیافراگم و ارتباط با هوای بیرون است.

روش عملکرد بوستر خلای

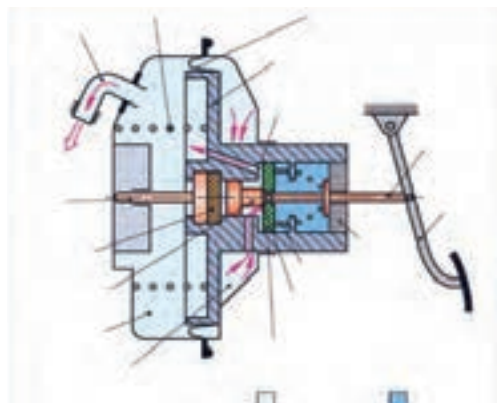
فیلم آموزشی



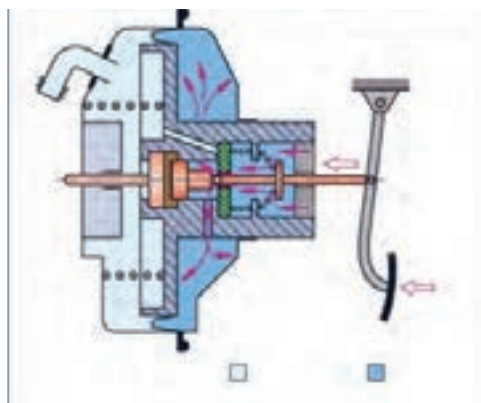




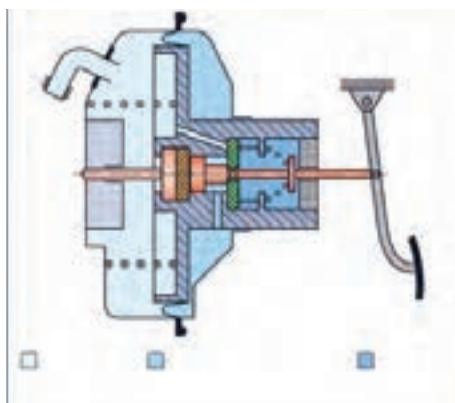
پس از نمایش فیلم عملکرد بوستر خلائی اجزای نشان داده شده در شکل ۷، را بنویسید. و با استفاده از شکل‌های ۷ تا ۹ جدول صفحه بعد را تکمیل کنید.



شکل ۷- بوستر ترمز در حالت عدم ترمزگیری



شکل ۸- بوستر ترمز در حالت ترمزگیری



شکل ۹- بوستر ترمز در حالت ثابت نگه‌داشتن پدال ترمز

تقویت نیروی خروجی (بله یا خیر)	ارتباط بین جلو و پشت دیافراگم (قطع یا وصل)	پشت دیافراگم (خلأ یا هوا)	جلوی دیافراگم (خلأ یا هوا)	حالت‌های بوستر
				عدم ترمز گیری
				ترمز گیری
				ثابت نگه داشتن پدال ترمز

چگونه می‌توان میزان خلأ اعمال شده روی بوستر را اندازه‌گیری کرد؟

فکر کنید



چگونه می‌توان اثر مقدار خلأ مانیفولد را بر روی عملکرد بوستر کاهش داد.

کار کلاسی



### سیلندر اصلی

سیلندر اصلی ترمز یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم ترمز هیدرولیکی است. این جزء از سیستم ترمز برای تولید فشار هیدرولیکی با اعمال نیروی پدال به آن به کار گرفته می‌شود. در حقیقت سیلندر اصلی ترمز مبدل نیروی مکانیکی به فشار هیدرولیکی هست. سیلندر اصلی دارای تجهیزاتی برای عملکرد سریع و کاهش زمان عکس‌العمل ترمزی جهت بالا بردن ایمنی خودرو در حین ترمز گیری است.

به مدت زمان صرف شده، از زمانی که راننده مانع را می‌بیند تا زمانی که نیروی ترمزی در چرخ‌ها تولید می‌شود، زمان عکس‌العمل (عکس‌العمل راننده + عکس‌العمل سیستم ترمز) می‌گویند.

نکته



در مورد علل افزایش زمان عکس‌العمل سیستم ترمز و راه‌های کاهش آن در کلاس بحث کنید.

کار کلاسی



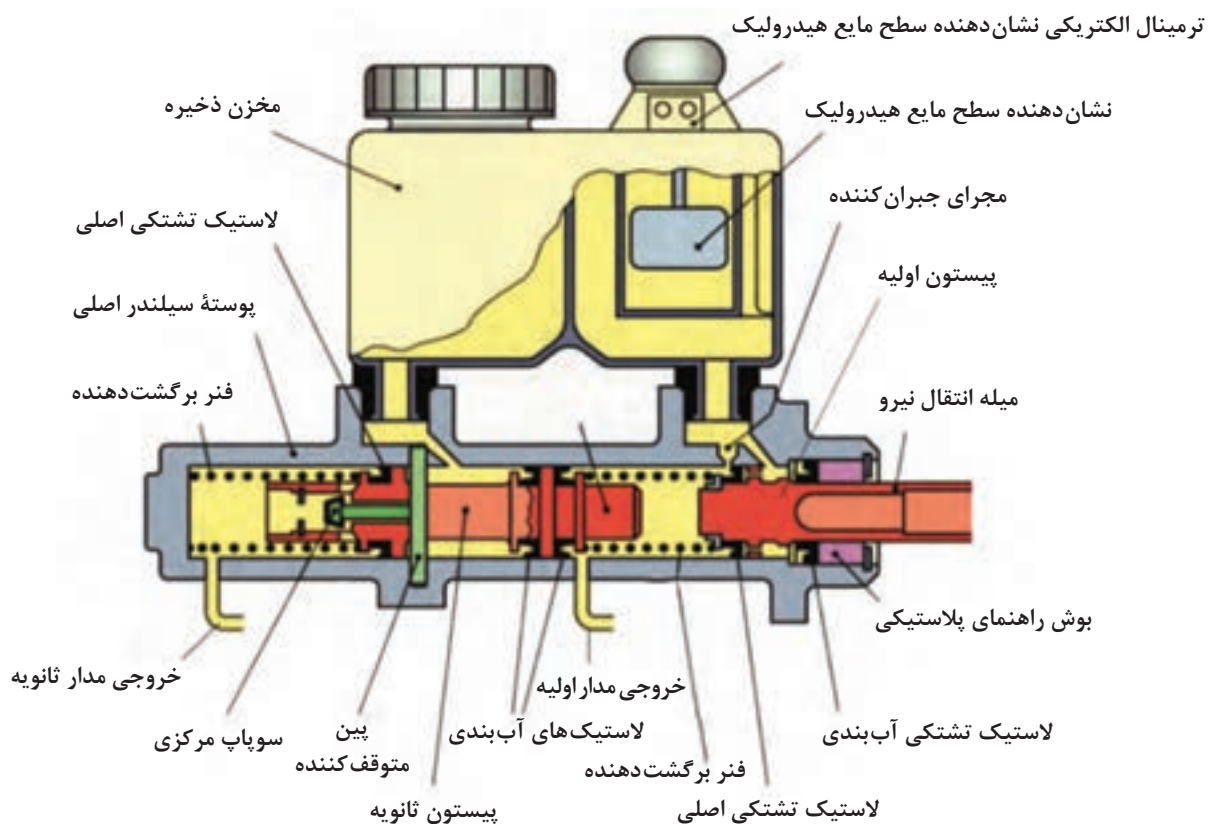
### سیلندر اصلی ترمز دو مداری

این نوع سیلندر ترمز دارای دو مجرای خروجی است که در سیستم‌های ترمز دو مداری مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱۰).

در مورد عملکرد بوسترهای هیدرولیکی و پنوماتیکی پژوهش کنید.

پژوهش کنید

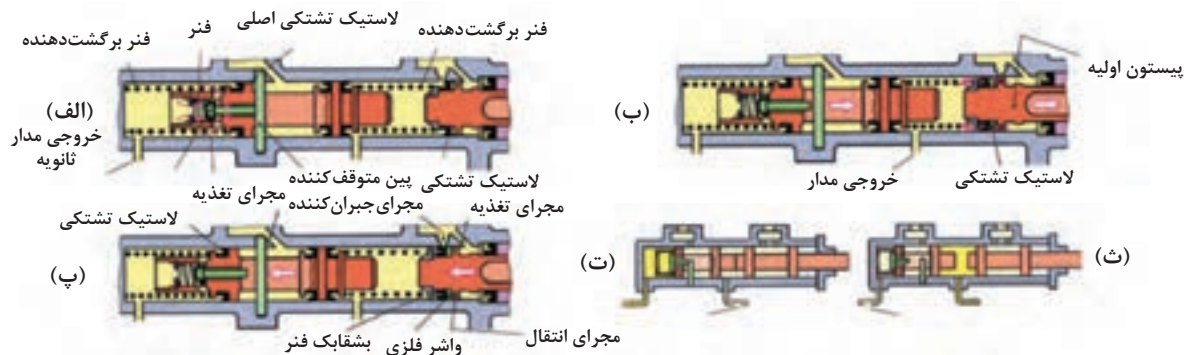




شکل ۱۰- ساختمان ظاهری و اجزای تشکیل دهنده سیلندر اصلی دو مداری

### نحوه عملکرد سیلندر ترمز دودمداری

فیلم آموزشی



شکل ۱۱- سیلندر اصلی دو مداری در وضعیت های مختلف عملکردی

با کمک شکل ۱۱، حالت های مختلف ترمز ۲ مداری جدول صفحه بعد را کامل کنید.

کار کلاسی



ردیف	حالت	عنوان در شکل
۱		۱۱- الف
۲	حالت ترمز گیری	
۳	حالت آزادسازی	
۴	حالت برگشت مایع هیدرولیک	

با توجه به شکل ۱۱، نقش مجراهای تغذیه و جبران کننده را بیان کرده و طرز کار سیلندر اصلی را بررسی کنید.

فکر کنید

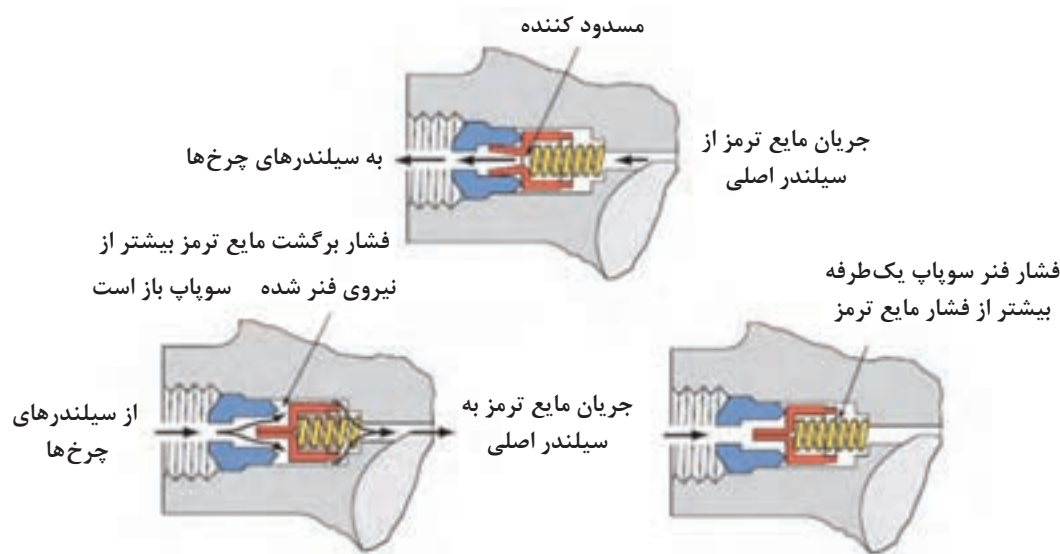


به تصاویر شکل ۱۲، توجه کنید. عملکرد تشکی ها در هنگام رفتن و برگشتن پیستون چگونه است؟ اگر تشکی حالت انعطاف پذیری خود را از دست دهد چه اتفاقی می افتد؟



شکل ۱۲- عملکرد تشکی پیستون

در برخی از سیلندرهایی اصلی جهت کنترل فشار در مدار هیدرولیک از سوپاپ کنترل فشار استفاده می کنند. شکل ۱۳، عملکرد نوعی از این سوپاپ را نشان می دهد.



شکل ۱۳- عملکرد سوپاپ (شیر) کنترل فشار در سیلندر اصلی

در شکل ۱۳، دو حالت برای برگشت مایع هیدرولیک نشان داده شده، تفاوت دو حالت در چیست؟

با توجه به واحد یادگیری ۶ کتاب سرویس و نگهداری خودروهای سواری جدول زیر را تکمیل کنید.

نوع مایع ترمز	ویژگی‌ها	کاربرد
DOT 3		
DOT 4		
DOT 5		
DOT 5/1		

راه‌های افزایش طول عمر مایع هیدرولیک ترمز خودروهای مختلف را پژوهش کنید و در قالب گزارش به کلاس ارائه دهید.

کار کلاسی



پژوهش کنید



پژوهش کنید



### آزمایش و عیب‌یابی مکانیزم بوستر

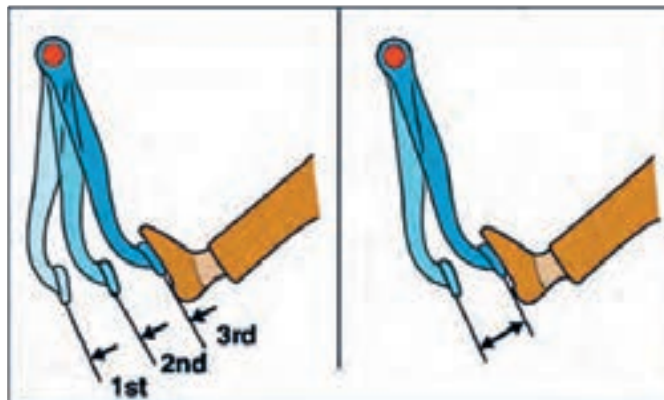
صحت عملکرد بوستر خودرو با مقدار خلأ مانیفولد هوای ورودی موتور و فشار جو ارتباط مستقیم دارد. بنابراین آزمایش صحت عملکرد بوستر از اهمیت بالایی برخوردار است.

#### روش آزمایش عملکرد بوستر

قبل از انجام آزمایش با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات شرایط و نکات ضروری قبل از آزمایش را آماده‌سازی کنید. روش عمومی آزمایش عملکرد بوستر خودرو به‌قرار زیر است:

##### مرحله ۱

- ۱- موتور خودرو را به مدت یک یا دو دقیقه روشن و سپس خاموش کنید و پدال ترمز را فشار دهید.
- ۲- اگر کورس حرکتی ابتدا بلند بوده و پس از هر بار فشار دادن پدال، کوتاه‌تر شود، بوستر سالم است.
- ۳- در صورت وجود هرگونه عیب، سوپاپ یک‌طرفه و یا لوله خلأ را بازدید کنید.



شکل ۱۴- مرحله اول آزمایش بوستر

کدام یک از تصاویر ۱۴، حالت سالم بودن بوستر را مطابق آزمایش بالا نشان می‌دهد؟

پژوهش کنید

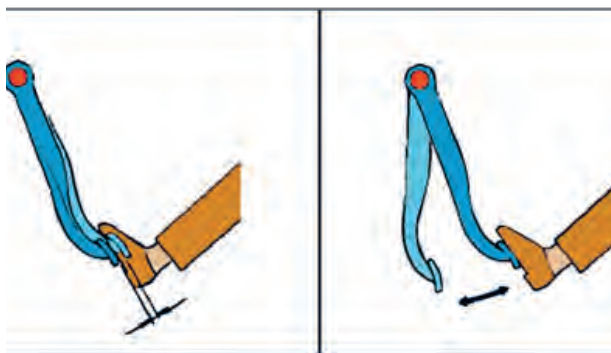


##### مرحله ۲

- ۱- پدال را درحالی‌که موتور خاموش است چندین بار فشار دهید.
- ۲- در حالی‌که پدال را نگه داشته‌اید موتور را استارت بزنید.
- ۳- چنانچه پس از استارت زدن موتور، پدال کمی به طرف پایین حرکت کرد بوستر سالم است.



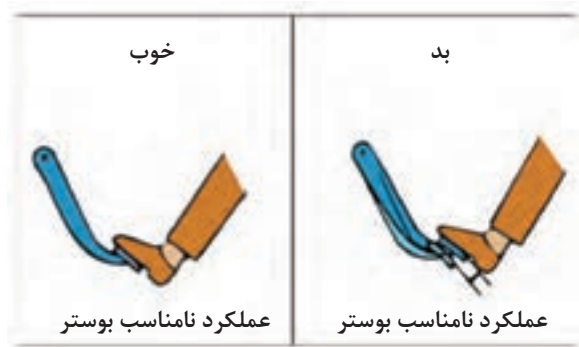
با توجه به متن آزمایش و شکل ۱۵ زیرنویس شکل را کامل کنید. (حالت سالم کدام است؟)



شکل ۱۵- مرحله دوم آزمایش بوستر

### مرحله ۳

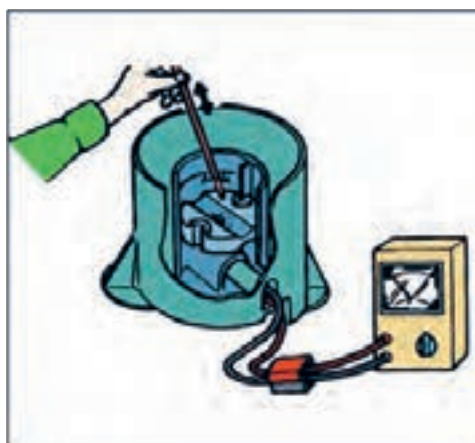
- ۱- موتور را روشن کرده و نیروی معمولی به پدال ترمز وارد کنید.
- ۲- در حالی که پدال را نگه داشته‌اید موتور را خاموش نمایید.
- ۳- حدود ۳۰ ثانیه پدال را نگاه دارید.
- ۴- در صورت تغییر نکردن ارتفاع پدال، بوستر سالم است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- مرحله سوم آزمایش بوستر

### بازدید حسگر مایع هیدرولیک ترمز

برای اطمینان از صحت عملکرد حسگر مایع ترمز همانند شکل صفحه بعد اتصال حسگر را قطع کرده و با استفاده از یک اهم‌تر با حرکت دادن شناور به طرف پایین و بالا مقدار مقاومت خروجی از حسگر را اندازه‌گیری کنید. اگر مقدار مقاومت متغیر بود نشان از سلامت حسگر دارد. به علاوه به‌صورت چشمی نیز برقرار بودن اتصال زیر علامت MIN را بررسی کنید (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- روش آزمایش حسگر سطح مایع هیدرولیک ترمز

با استفاده از منابع موجود و مراجعه به تعمیرگاه‌های مجاز طرز کار ابزار مخصوص اندازه‌گیری فشار هیدرولیک مدار ترمز و خلأ بوستر را یافته و گزارشی از طرز کار آن به کلاس ارائه کنید.

پژوهش کنید



همان‌طور که در بخش کلاچ اشاره شد، در برخی خودروها مخزن ذخیره مایع هیدرولیک ترمز و کلاچ مشترک است. معایب مربوط به کم شدن این مایع به‌صورت هم‌زمان در کلاچ و ترمز بروز خواهد کرد.

نکته



## شناسایی عیوب بدون باز کردن اجزای هیدرولیکی ترمز و روش رفع آنها

قبل از عیب‌یابی موارد زیر را بررسی و از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل کنید.

### کنترل‌ها و آزمایش‌های مایع هیدرولیک ترمز

به‌منظور افزایش کیفیت عملکرد سیستم ترمز باید طی دوره‌های مختلف، کنترل و بررسی‌هایی بر روی مایع هیدرولیک ترمز صورت پذیرد. این کنترل‌ها را بر اساس واحد یادگیری ۶ کتاب سرویس و نگهداری خودروهای سواری بیان کنید.

### شیلنگ‌های انتقال‌دهنده مایع هیدرولیک ترمز

در مورد شیلنگ‌های انتقال‌دهنده مایع هیدرولیک ترمز لازم است موارد زیر را بررسی و در صورت لزوم قطعات مربوط را تعویض نمایید.

- ترک‌خوردگی، فرسودگی و یا خوردگی شیلنگ‌ها
- خرابی رزوه‌های طرفین شیلنگ‌ها
- خراشیدگی و یا باد کردن شیلنگ‌ها
- نشت مایع ترمز از شیلنگ‌ها



### بوستر

در مورد بوستر موارد زیر را بررسی کرده و در صورت لزوم قطعات مربوط را تعویض کنید.

- خرابی سوپاپ یک طرفه بوستر (نشت هوا به داخل محفظه جلو دیافراگم بوستر)

- خراشیدگی و یا پاره شدن لوله خلأای بوستر

- نشت مایع ترمز در محل اتصال به سیلندر اصلی

### هواگیری سیستم ترمز

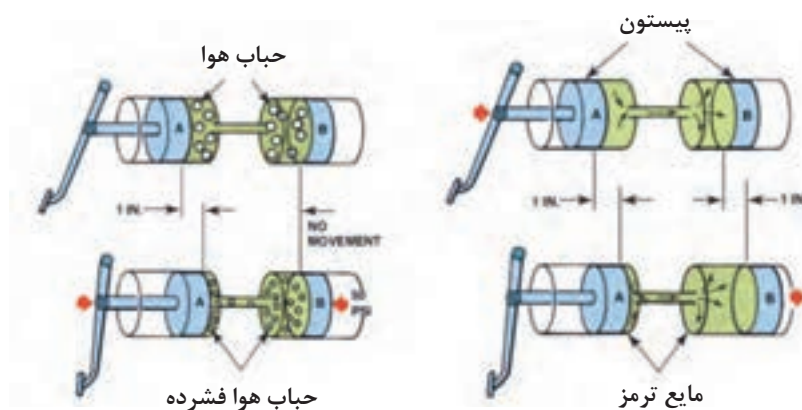
عملکرد صحیح سیستم ترمز فقط پس از خارج کردن هوا از داخل سیستم امکان پذیر است. مهم ترین نشانه

وجود هوا در سیستم چند پا شدن پدال ترمز برای ترمزگیری است.

بحث کلاسی



با توجه به شکل ۱۸، و واحد یادگیری ۶ کتاب سرویس و نگهداری خودروهای سواری اثر وجود هوا در سیستم هیدرولیکی را بررسی و علل وجود هوا در سیستم ترمز را بیان کنید.



شکل ۱۸- اثر وجود هوا در سیستم هیدرولیکی

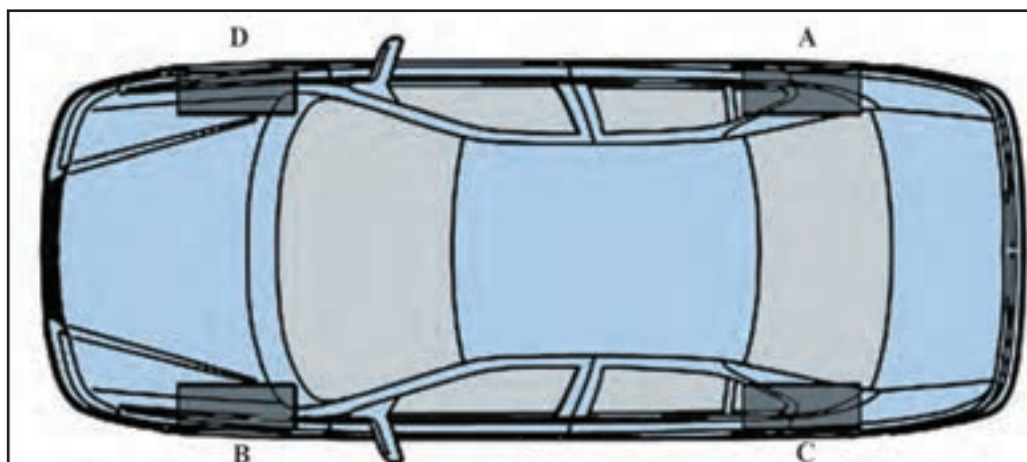
پس از کردن مایع هیدرولیک ترمز و هواگیری به روش دستی یا با استفاده از دستگاه خلأای با استفاده از آموخته های خود در کتاب سرویس و نگهداری خودروهای سواری مراحل هواگیری را در شکل ۱۹، کامل نمایید.



شکل ۱۹- مراحل هواگیری دستی مدار هیدرولیک ترمز

ترتیب هواگیری به منظور اطمینان از خروج تمام هوای سیستم بر اساس شکل ۲۰، چگونه است؟ آیا این ترتیب در تمامی خودروها یکسان است؟

کار کلاسی



شکل ۲۰- شماتیک خودرو و بررسی ترتیب هواگیری ترمز چرخ‌ها

جدول صفحه بعد را کامل نمایید.

کار کلاسی



هواگیری دستی	هواگیری با دستگاه خلأی	هواگیری تحت فشار	هواگیری تحت گرانش	
				سرعت و دقت انجام کار
				هزینه اجرای کار
				آلاینده‌های زیست‌محیطی
				پر کردن بهتر و کامل‌تر



شکل ۲۱- آثار مهم خرابی سیستم ترمز

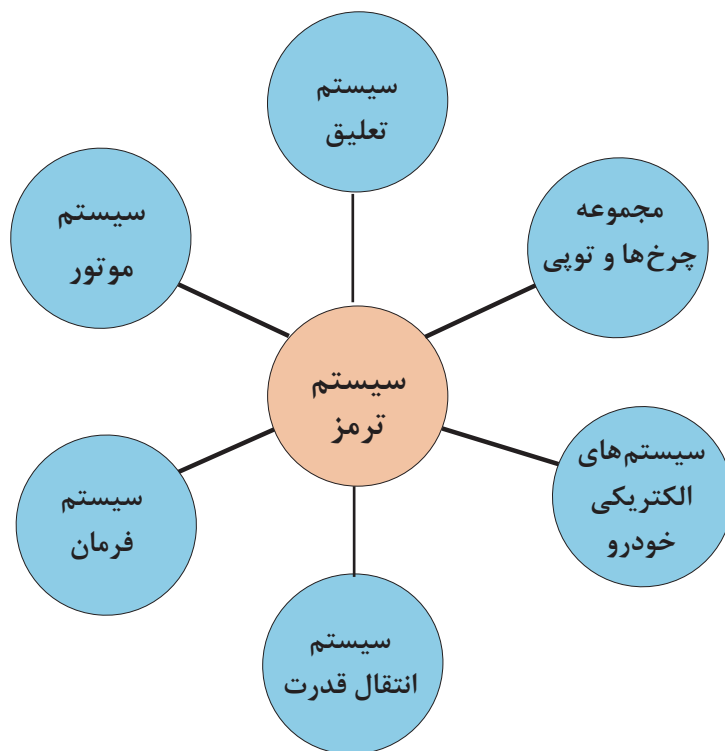
به شکل ۲۱، نگاه کنید. ۸ اثر از نتایج عملکرد نامناسب سیستم ترمز را نشان می‌دهد. جدول زیر را با راهنمایی هنرآموز در مورد معایب احتمالی هر گزینه تکمیل کنید.

کار کلاسی



ردیف	حالت	دلیل	ردیف	حالت	دلیل
۱	کله زنی	سرعت زیاد - وجود اشکال فنی ترمز عقب - ضعیف بودن ترمز عقب	۵		
۲	جیرجیر پدال		۶	سفت شدن پدال (چوب شدن)	
۳			۷		
۴			۸	پایین گرفتن پدال	

## ارتباط اجزای سیستم ترمز با سایر سیستم‌های خودرو



قفل شدن چرخ‌ها در هنگام ترمزگیری و ...

با توجه به نمودار بالا و مشاهده فیلم آموزشی و به کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

فیلم آموزشی



کار کلاسی



سیستم‌های خودرو	تأثیر سایر سیستم‌ها بر سیستم ترمز	تأثیر سیستم ترمز بر سایر سیستم‌های خودرو
۱- مجموع چرخ‌ها و تویی	۱- دل زدن پدال ترمز ۲- .....	۱- انحراف خودرو ۲- .....
۲- سیستم‌های الکتریکی	.....	.....
۳- سیستم انتقال قدرت	.....	.....
۴- سیستم موتور	.....	.....
۵- سیستم فرمان	.....	.....
۶- سیستم تعلیق	.....	.....



ابزار و تجهیزات: خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص مورد نیاز، مایع ترمز مناسب

۱- آزمایش سالم بودن سوپاپ یک طرفه بوستر را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.

۲- کمبود مایع هیدرولیک ترمز و چراغ اخطار سطح مایع ترمز را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز بررسی کنید.

۳- پارگی شیلنگ بوستر، نشی مایع ترمز از محل اتصال به سیلندر اصلی را بررسی و چک لیست مربوطه را تکمیل نمایید.

۴- آزمایش سه مرحله ای صحت عملکرد بوستر را انجام دهید.

۵- هواگیری سیستم ترمز را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات انجام دهید.

۶- کنترل های لازم سیستم ترمز را انجام داده و چک لیست تعمیراتی را تکمیل کنید.



استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی در محیط کارگاه الزامی است.

در صورت ورود مایع ترمز به دهان یا چشم فوراً به پزشک مراجعه نمایید.

بعضی از مایع های هیدرولیک ترمز آتش زا هستند و در تماس با قطعات داغ احتمال آتش سوزی وجود دارد. آنها را از حرارت دور نگه دارید.

مایع هیدرولیک ترمز پاک کننده رنگ نیز است و به اجناس پلاستیکی آسیب می رساند لذا دقت شود در صورت ریخته شدن بر روی رنگ خودرو فوراً با مقدار کافی آب شست و شو داده شود.

در هنگام اضافه کردن مایع ترمز حتماً از مایع مشابه موجود در سیستم استفاده شود و حتی الامکان از تاریخ تولید آن، زمان زیادی نگذشته باشد.

جهت جلوگیری از ورود گرد ساییده شده لنت ها به مجاری تنفسی، از ماسک محافظ استفاده نمایید.



در هنگام کار با سیستم ترمز از پخش شدن گرد ساییده شده لنت ها و همچنین ریختن مایع ترمز در کارگاه و محیط رفت و آمد جلوگیری گردد.

## روش تعویض، تنظیم و تعمیر بوستر و سیلندر اصلی مدار ترمز



روش بازکردن بوستر ترمز از روی خودرو



با استفاده از راهنمای دستورالعمل تعمیرات و استفاده از مطالب ذکر شده روش رفع عیوب جدول صفحه بعد را یافته و در گزارشی به کلاس ارائه کنید، پس از تجمع نتایج آنها را باراهنمایی هنرآموز در جدول درج کنید.

عیب موجود	کنترل علت احتمالی	روش رفع عیب
ترمز ضعیف است	نشت کردن مایع هیدرولیک ترمز وجود هوا در سیستم هیدرولیک ترمز خرابی سیلندر چرخ یا پمپ اصلی خرابی بوستر خرابی سوپاپ یک طرفه بوستر آسیب دیدگی شیلنگ خلأ بوستر خراب شدن شیلنگ های ترمز	
در هنگام ترمزگیری خودرو به یک طرف کشیده می شود	وجود مایع ترمز بر روی لنت عدم عملکرد صحیح سیلندر چرخ تنظیم غلط لقی اولیه و یا سائیدگی بلبرینگ چرخ عدم تنظیم صحیح زوایای چرخ عدم تنظیم فشار باد لاستیک ها	
ترمزها آزاد نمی کند	عدم تنظیم صحیح میله فشاری پمپ اصلی مسدود شدن مجرای تغذیه و جبران کننده پمپ اصلی آزاد نشدن کفشک برگشت نامناسب سیلندر چرخ برگشت نامناسب پیستون کالیپر تابیدگی بیش از حد دیسک ترمز تنظیم غلط لقی اولیه بلبرینگ چرخ	

با مراجعه به تعمیرکاران مجرب اصطلاح چوب کردن ترمز را شرح دهید و دلایل ایجاد آن را به صورت گزارش به کلاس ارائه دهید.

پژوهش کنید



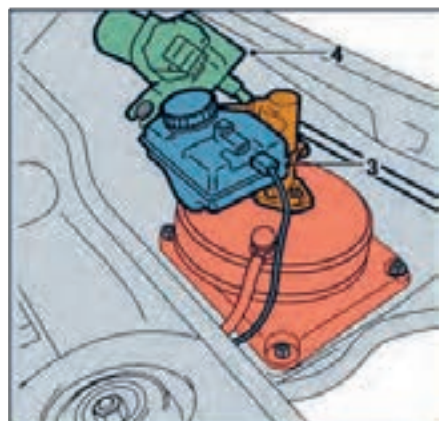
### بازکردن بوستر از روی خودرو و بستن مجدد آن

قبل از بازکردن بوستر، مراحل آماده سازی را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام داده سپس با توجه به محل قرارگیری بوستر، تجهیزات جانبی و بوستر را با توجه به دستورالعمل راهنمای تعمیراتی خودرو باز کنید. (معمولاً زمانی اقدام به بازکردن می کنیم که نیاز به تعویض است).

با استفاده از فیلم آموزشی و کتاب راهنمای تعمیراتی خودرو و مقایسه آن با تصاویر صفحه بعد، مراحل بازکردن بوستر این خودرو را در کنار شکل های ۲۲ تا ۲۶ بنویسید.

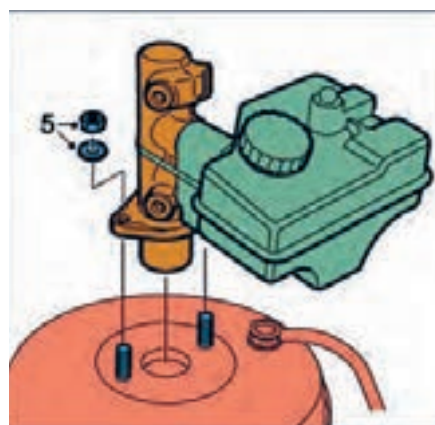
کار کلاسی





شکل ۲۲- محل قرارگیری بوستر

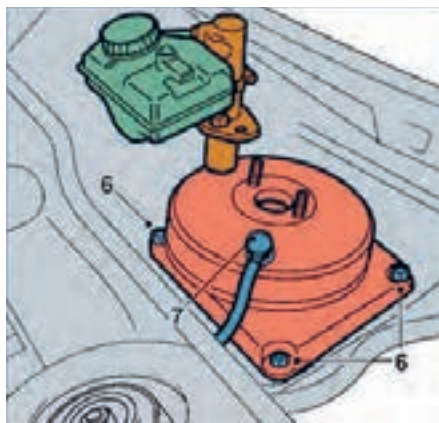
- ..... ۱-  
..... ۲-



شکل ۲۳- باز کردن سیلندر اصلی

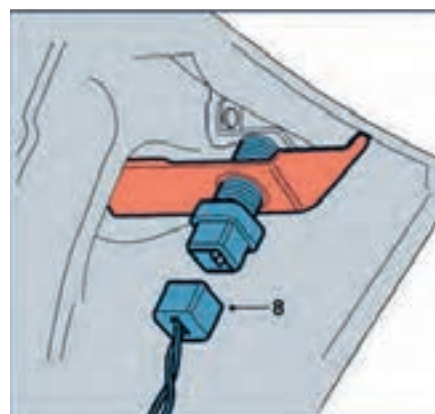
- ..... ۳-  
..... ۴-

..... ۵-



شکل ۲۴- باز کردن بوستر

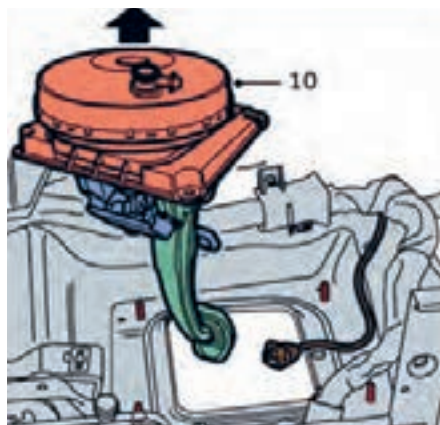
- ..... ۶-  
..... ۷-



شکل ۲۵- کانکتور میکرو سویچ چراغ ترمز

- ..... ۸-  
..... ۹-

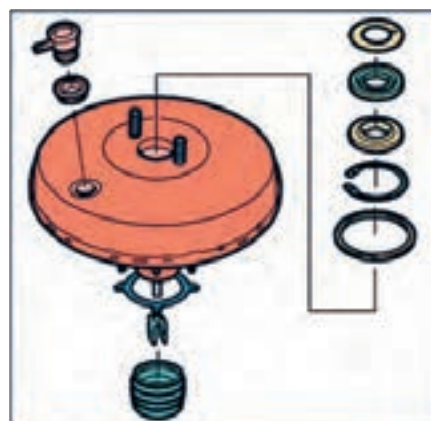




..... ۱۰ -

..... ۱۱ -

شکل ۲۶- مجموعه پدال ترمز و بوستر



شکل ۲۷- متعلقات بوستر

بوسترها غیر قابل تعمیر می‌باشند و در صورت معیوب شدن باید تعویض گردند.

توجه



برخی متعلقات بوستر در شکل ۲۷، نشان داده شده است.

در صورت تعویض کاسه پدال یا بوستر یا سیلندر اصلی ترمز، تنظیمات این سه عضو با یکدیگر بسیار مهم است.

نکته



در صورت عدم تنظیمات فوق چه ایرادی در سیستم ترمز به وجود می‌آید؟

پژوهش کنید





۱- مراحل نصب کردن بوستر عکس مراحل باز کردن است.

توجه



در هنگام بستن بوستر از واشرهای نو استفاده کنید.

### سیلندر اصلی

اگر قطعات لاستیکی داخل پمپ ترمز خراب شوند، در هدایت روغن ترمز اختلال ایجاد می‌شود و اصطلاحاً مایع ترمز از کنار قطعات فرار می‌کند (نشتی داخلی). در این مواقع، هنگام ترمزگیری پدال ترمز پایین‌تر از حالت عادی می‌رود و ترمزگیری ضعیف است، و یا اصلاً ترمز ندارد.

### باز و بستن پمپ اصلی

فیلم آموزشی



روش بستن و تنظیم سیلندر اصلی به بوستر

با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات، نکات مربوط به آماده‌سازی قبل از باز کردن را انجام دهید. توجه کنید، آنچه در ادامه می‌آید فقط شیوه کلی است. مراحل کار حتماً باید مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مربوط باشد.

۱- قطعات مختلف پمپ اصلی را به ترتیبی که در شکل ۲۸ آمده است از یکدیگر جدا کنید.

۲- روش بستن قطعات عکس روش باز کردن آنها است.

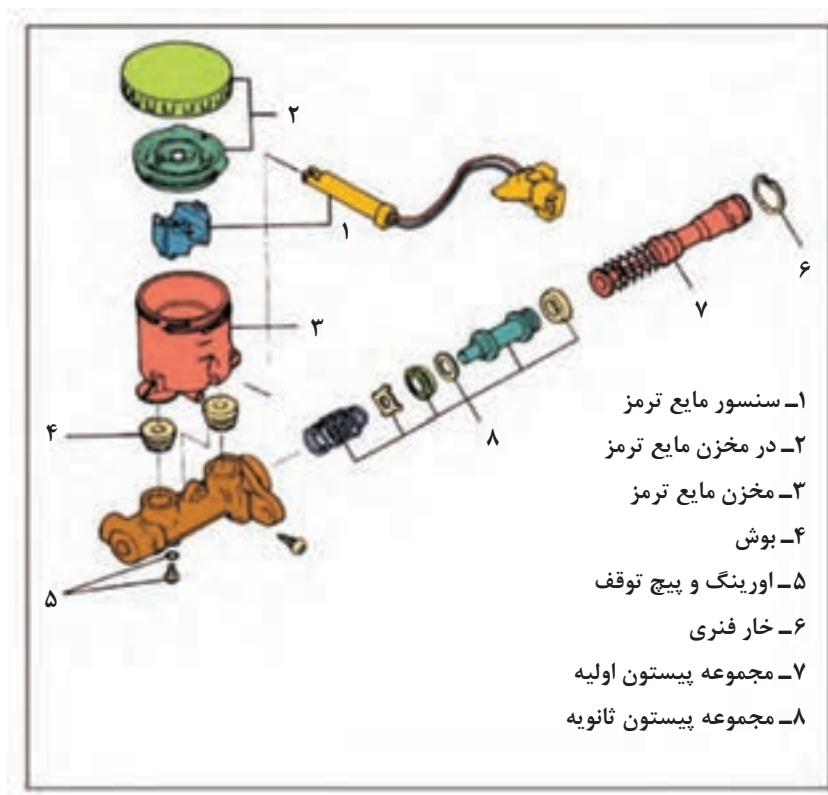
توجه



الف) فلانچ پمپ اصلی را به گیره ببندید.

ب) پیستون اولیه را به صورت مجموعه کامل تعویض کنید.

ج) دقت کنید که پمپ اصلی به مواد خارجی آلوده نشده و در ضمن به قسمت‌های داخلی پمپ و سطح خارجی پیستون خراشی وارد نشود.

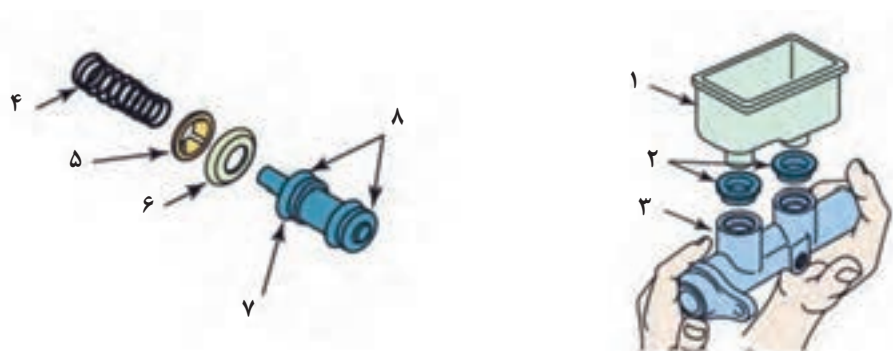


شکل ۲۸- نقشه انفجاری سیلندر اصلی

### بررسی اجزای سیلندر اصلی

با توجه به شکل ۲۹ و راهنمایی هنرآموز جدول بررسی اجزای سیلندر اصلی را کامل کنید.

کار کلاسی



شکل ۲۹- اجزای داخل پیستون سیلندر اصلی

شماره	نام قطعه	بازدید / آزمایش	نتیجه
۱	بدنه مخزن	بررسی ظاهری از نظر شکستگی و ترک	تعویض
	فنر	اندازه گیری طول اندازه گیری فنریت	در صورت کاهش طول یا نیروی فنریت تعویض شود.
	مجرای داخل سیلندر	خراشیدگی	
		خراشیدگی	
	لاستیک آب بندی مخزن		

فکر کنید



قبل از بستن مجموعه سیلندر اصلی روی خودرو بهتر است یک بار هواگیری شود تا روند هواگیری مدار روی خودرو سرعت بیشتری پیدا کند. شکل ۳۰، این رویه پیشنهادی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل روش کار را شرح دهید.



شکل ۳۰- روش هواگیری قبل از بستن روی خودرو

### باز کردن، تعمیر، تعویض و تنظیم بوستر ترمز

**ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص مورد نیاز، روغن هیدرولیک ترمز، لوازم یدکی، جک، بالابر

فعالیت  
کارگاهی

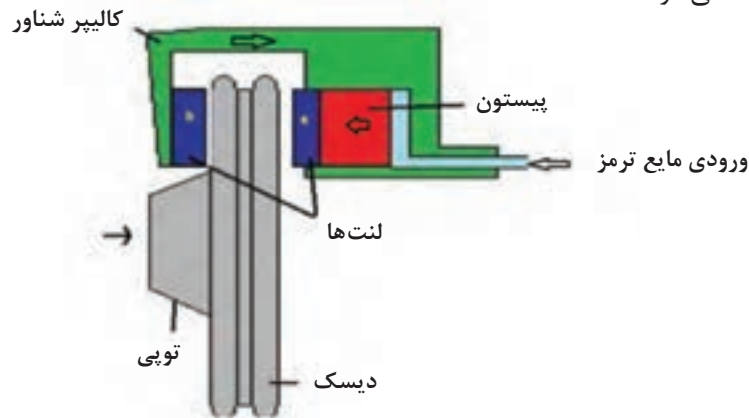


- ۱- آزمایش تعمیر و تعویض بوستر خودرو را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.
- ۲- باز کردن، تعمیر و تعویض سیلندر اصلی ترمز را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.
- ۳- کنترل‌های لازم سیستم ترمز را انجام داده و چک‌لیست تعمیراتی را تکمیل کنید.

نکات ایمنی و زیست‌محیطی مانند فعالیت قبلی رعایت شود.

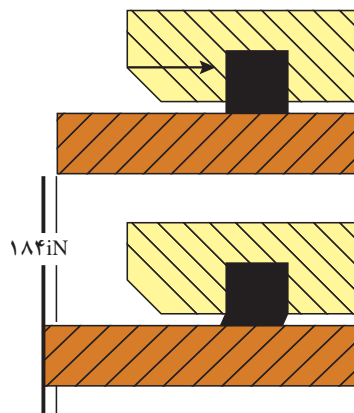
## روش پیاده‌سازی تعمیر و تعویض کالیپر ترمز

جهت یادآوری انواع ترمزهای دیسکی به پودمان اجزای اصطکاکی ترمز مراجعه کنید. با توجه به اینکه در آن پودمان روش بازکردن کالیپر ترمز مطرح نشده است لازم است کالیپر از روی چرخ جدا شود. برای این کار با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات و طی مراحل آماده‌سازی، بازکردن کالیپر انجام شود. در مکانیزم ترمز دیسکی از دو و یا چهار پیستون برای اعمال نیرو به لنت‌ها استفاده می‌شود شکل ۳۱، نشان‌دهنده مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور است. به‌منظور آب‌بندی و برگشت پیستون از لاستیک آب‌بندی استفاده می‌شود



شکل ۳۱- ساختمان ترمز دیسکی با کالیپر شناور

زمانی که ترمز عمل می‌کند لاستیک آب‌بندی همانند شکل ۳۲ تغییر شکل داده و در زمان رها کردن پدال ترمز به علت داشتن خاصیت الاستیکی به برگشت پیستون کمک می‌نماید. لذا اگر یکی از چرخ‌های جلو پس از اتمام عمل ترمزگیری آزاد نشود می‌تواند از خرابی این لاستیک آب‌بندی باشد.



شکل ۳۲- عملکرد لاستیک آب‌بندی پیستون ترمز دیسکی

در موارد زیر لازم است مجموعه کالیپر ترمز باز و تعمیرات و یا تعویض قطعات معیوب انجام گیرد.

- ۱- نشت مایع هیدرولیک ترمز از محل پیستون‌ها
- ۲- عدم بازگشت پیستون بعد از رها کردن پدال ترمز
- ۳- تمام شدن لنت‌ها
- ۴- پاره شدن گردگیر و یا گیرکردن میله‌های راهنمای مکانیزم کالیپر شناور
- ۵- لق شدن کالیپر به علت ساییدگی محل قرارگیری لنت‌ها و میل‌های راهنما

### روش بازکردن و بستن کالیپر ترمز

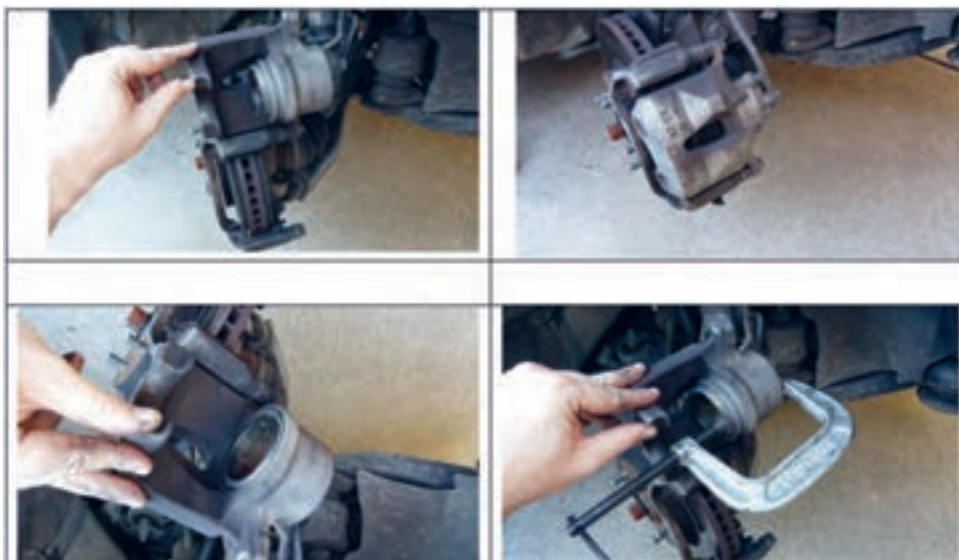
روش باز کردن و نکات مهم تعمیر کالیپر ترمز یک نوع کالیپر

فیلم آموزشی



پس از مشاهده فیلم با کمک هنرآموز، برای تصاویر شکل ۳۳، متن مناسب بنویسید.

کار کلاسی

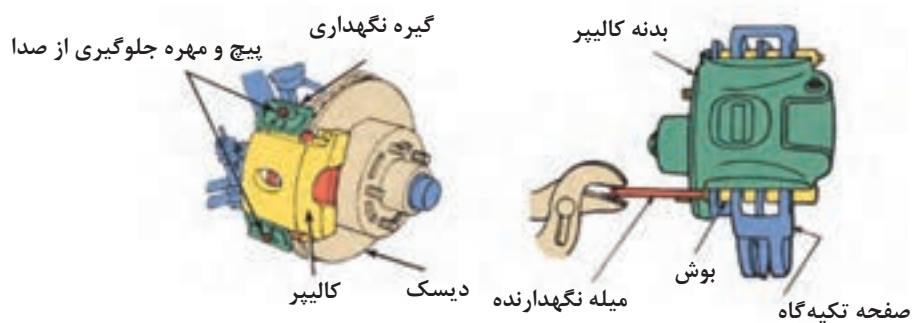


با کمک ابزار مخصوص پیستون عقب برده شود. شیلنگ جدا شده و کالیپر باز شود.

شکل ۳۳- مراحل باز کردن کالیپر ترمز

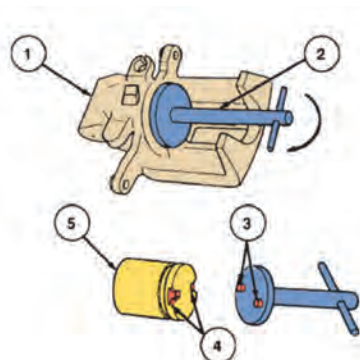


آیا تمامی کالیپر ها از رویه شکل ۳۳ پیروی می کنند؟ از شکل ۳۴ کمک بگیرید.



شکل ۳۴- نکات باز کردن کالیپر شناور و کالیپر یک طرفه

بعضی کالیپر ها (ترمز عقب) نیاز به ابزار مخصوص برای عقب بردن پیستون دارند (شکل ۳۵).



واحد	شرح
۱	بدنه کالیپر
۲	ابزار مخصوص عقب بردن پیستون کالیپر
۳	خار
۴	شیار (چاک)
۵	پیستون ترمز دیسکی عقب و تنظیم کننده آن

شکل ۳۵- ابزار مخصوص عقب بردن پیستون کالیپر



شکل ۳۶- اجزای مجموعه هیدرولیکی کالیپر ترمز



با توجه به شکل ۳۶، جدول بررسی اجزای هیدرولیکی کالیپر ترمز را کامل کنید.

نام قطعه	بازدید / آزمایش	نتیجه
بدنه اصلی	بررسی ظاهری از نظر شکستگی و ترک ساییدگی بیش از حد سیلندر	تعویض
اُرینگ		
پیستون		
گردگیر	پارگی	



در هنگام بستن پیچ‌ها به گشتاور مجاز آنها دقت کنید.

### باز کردن، تعمیر و تعویض کالیپر ترمز



- ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی، لوازم یدکی سیم ترمز، مایع هیدرولیک ترمز، جک بالابر
- باز کردن، تعمیر و تعویض کالیپر ترمز را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.
  - مجموعه کالیپر ترمز را از روی خودرو باز کنید.
  - اجزای کالیپر را بررسی کنید و در صورت لزوم تعویض کنید.
  - کالیپر ترمز را نصب کنید.
  - هواگیری مدار هیدرولیک سیستم ترمز را انجام دهید.
  - کنترل‌های لازم سیستم ترمز را انجام دهید.

## سیلندر ترمز چرخ

### روش پیاده‌سازی، تعمیر و تعویض سیلندر ترمز چرخ

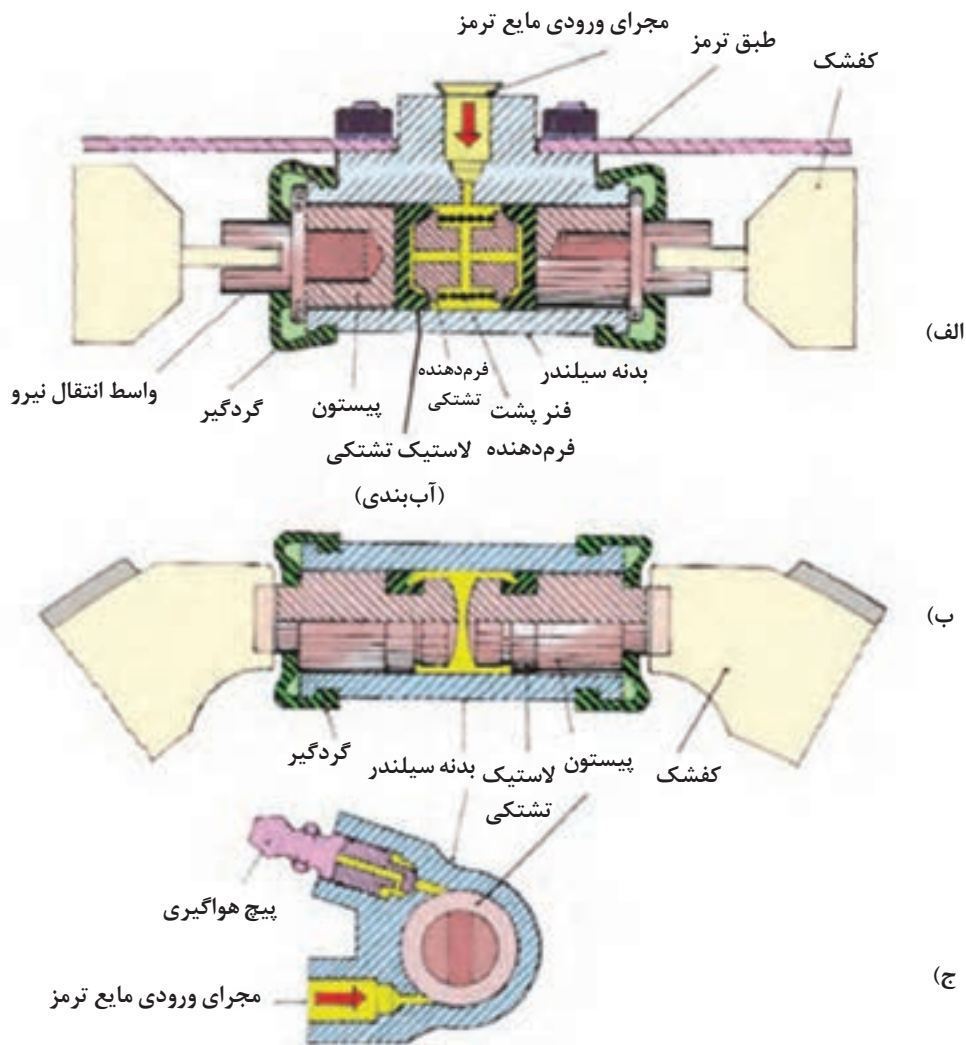


روش باز کردن، تعمیر و تعویض ترمز

همان‌طور که در بخش قبلی ذکر شد، سیلندر ترمز نوع دیسکی با سیلندر ترمز نوع کاسه‌ای از نظر ساختمان، مکانیزم و طرز کار با هم متفاوت است. شکل ۳۷ سیلندر ترمز نوع کاسه‌ای را نشان می‌دهد.



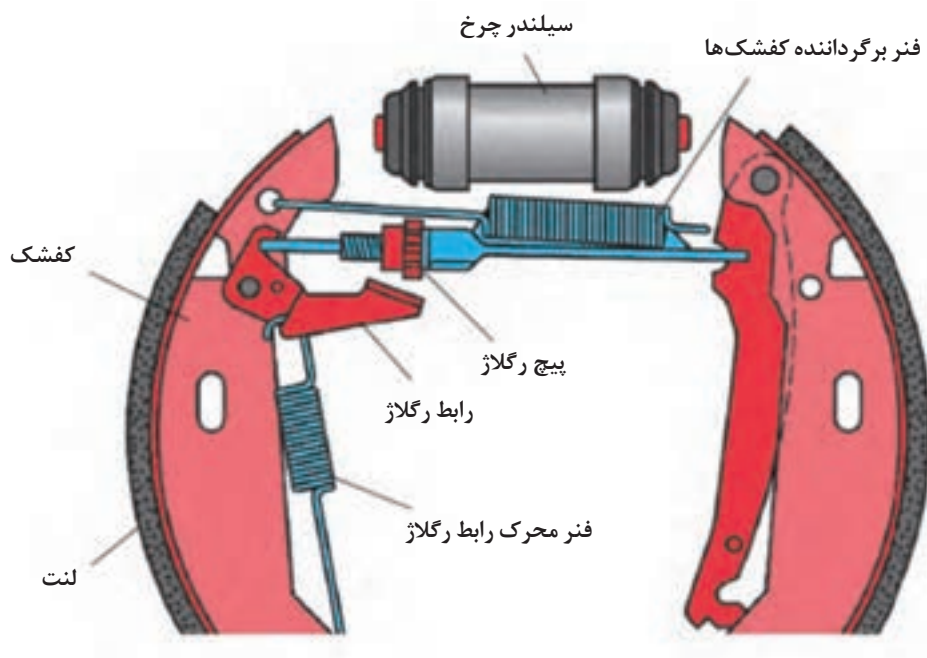




شکل ۳۹- ساختمان داخلی سیلندر ترمز چرخ در مکانیزم کفشکی

## مکانیزم رگلاژ ترمز چرخ

به منظور کاهش زمان عکس العمل مکانیزم ترمز و جلوگیری از پایین رفتن بیش از حد پدال ترمز در هنگام ترمزگیری، باید فاصله بین لنت ها و کاسه چرخ سیستم ترمز کاسه ای در حد مناسب تنظیم گردد. به علاوه به مرور زمان در اثر ترمزگیری ضخامت لنت ها کاهش می یابد و این فاصله افزایش می یابد. از این رو در مکانیزم های ترمز کاسه ای برای تنظیم این فاصله از مکانیزم رگلاژ دستی و خودکار استفاده می شود (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- یک نوع مکانیزم رگلاژ اتوماتیک ترمز کفشکی

آیا سیستم ترمز دیسکی نیاز به رگلاژ دارد؟

فکر کنید



با استفاده از منابع موجود و مراجعه به تعمیرگاه‌های مجاز جدول زیر را تکمیل نمایید.

پژوهش کنید



نام خودرو	نوع مکانیزم ترمزدستی	نوع رگلاژ ترمز کاسه‌ای
پراید		
سمند		
وانت نیسان		

### عیوب سیلندر ترمز کاسه‌ای

با توجه به شکل‌های ۳۹ و ۴۰ در جدول زیر عیوب ایجاد شده در سیلندر چرخ‌های نوع کاسه‌ای مشخص شده است.

عیب	نشانه وجود عیب	روش رفع عیب
جدار سیلندر چرخ ساییده شده یا خط دارد.	- ترمز ضعیف است. - در هنگام ترمزگیری، خودرو به یک‌طرف کشیده می‌شود. - ترمزها آزاد نمی‌کند.	سیلندر ترمز چرخ به طور کامل تعویض گردد.
پیستون سیلندر چرخ‌ها چسبیده‌اند.	- ترمز خوب کار نمی‌کند و باید نیروی اضافی به پدال وارد کرد.	اجزای سیلندر ترمز کاسه‌ای را تعویض کنید.
سیلندر چرخ نشتی دارد.	- مایع هیدرولیک سیستم ترمز کم می‌کند.	اجزای سیلندر ترمز کاسه‌ای را تعویض کنید.

فکر کنید



به شکل ۴۱ توجه کنید. آیا وجود مایع فقط ناشی از نشتی سیلندر ترمز است؟ چه دلایل دیگری می‌تواند داشته باشد.



شکل ۴۱- وجود مایع اطراف چرخ عقب

پژوهش کنید



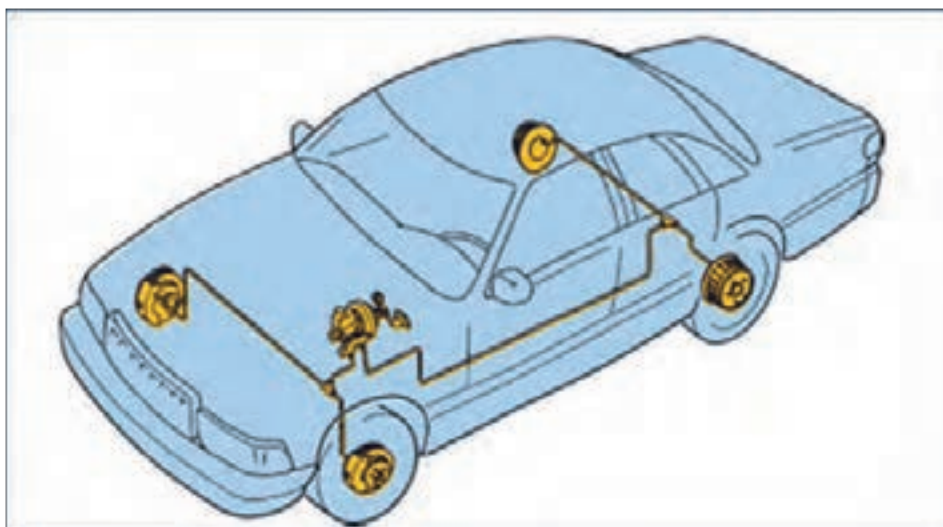
با مراجعه به تعمیرکاران، نحوه تشخیص دلیل نشتی روی چرخ را گزارش کنید.



- بازکردن، تعمیر و تعویض اجزای معیوب و راه‌اندازی سیلندر ترمز چرخ  
ابزار و تجهیزات: خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه‌ابزار مکانیکی - لوازم یدکی سیلندر  
ترمز چرخ، مایع هیدرولیک ترمز
- مجموعه سیلندر ترمز کاسه‌ای را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز پیاده کنید.
  - اجزای سیلندر ترمز چرخ را تعویض کنید.
  - سیلندر ترمز چرخ را نصب کنید.
  - مدار هیدرولیک ترمز را هواگیری کنید.
  - کنترل‌های لازم سیستم ترمز را انجام دهید.
  - نکات ایمنی و زیست‌محیطی رعایت شود.

## روش عیب‌یابی تعمیر و تعویض لوله، شیلنگ و شیرهای هیدرولیک مدار ترمز

لوله‌های انتقال مایع هیدرولیک ترمز: شکل ۴۲، لوله‌های انتقال مایع هیدرولیک ترمز را در یک خودرو نشان می‌دهد.



شکل ۴۲- لوله‌های انتقال‌دهنده مایع هیدرولیک ترمز

با توجه به خصوصیات مایع هیدرولیک ترمز و فشار مدار هیدرولیک به نظر شما لوله‌های انتقال مایع هیدرولیک ترمز چه خصوصیات باید داشته باشد؟ با کمک هنرآموز جدول صفحه بعد را کامل کنید.

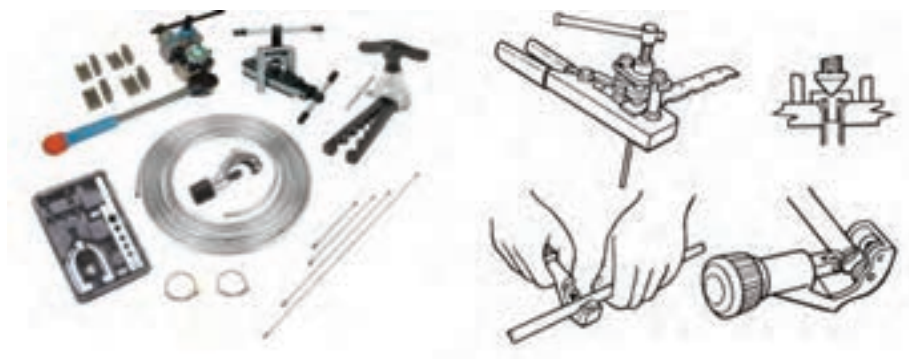


ردیف	خصوصیت مورد نیاز	دلیل
۱	ضد زنگ	جلوگیری از ایجاد براده‌های زنگ در مدار
۲		جابه‌جایی در نوسانات جاده
۳		تحمل فشار مدار هیدرولیکی

با توجه به جدول بالا لوله‌های انتقال باید از چه نوعی باشند؟ فلزی یا لاستیکی یا هر دو نوع؟ چرا؟

اگر لوله‌ای از نوع فلزی در مدار ترمز دچار شکستگی یا ترک‌خوردگی باشد آیا تنها راه رفع عیب تعویض کل لوله است؟ یا می‌توان آن را تعمیر کرد؟ از شکل ۴۳ کمک بگیرید.

فکر کنید



شکل ۴۳- تعمیر لوله مدار هیدرولیک ترمز

با مراجعه به تعمیرکاران مجرب در مورد تعمیر لوله‌های فلزی مدار ترمز پژوهش کنید.

پژوهش کنید



## شیر کنترل فشار هیدرولیکی چرخ‌های عقب

باید توجه نمود که با کاهش نیروی وزن اعمالی به چرخ‌ها باید فشار مایع هیدرولیک نیز کاهش یابد تا از قفل شدن چرخ‌ها جلوگیری شود. از طرفی با افزایش نیروی وزن اعمالی به چرخ‌ها، باید فشار مایع هیدرولیک ترمز را افزایش داد تا راندها ترمزی افزایش یابد. برای دستیابی به این هدف از شیر کنترل فشار هیدرولیکی در مسیر چرخ‌های عقب استفاده می‌شود.

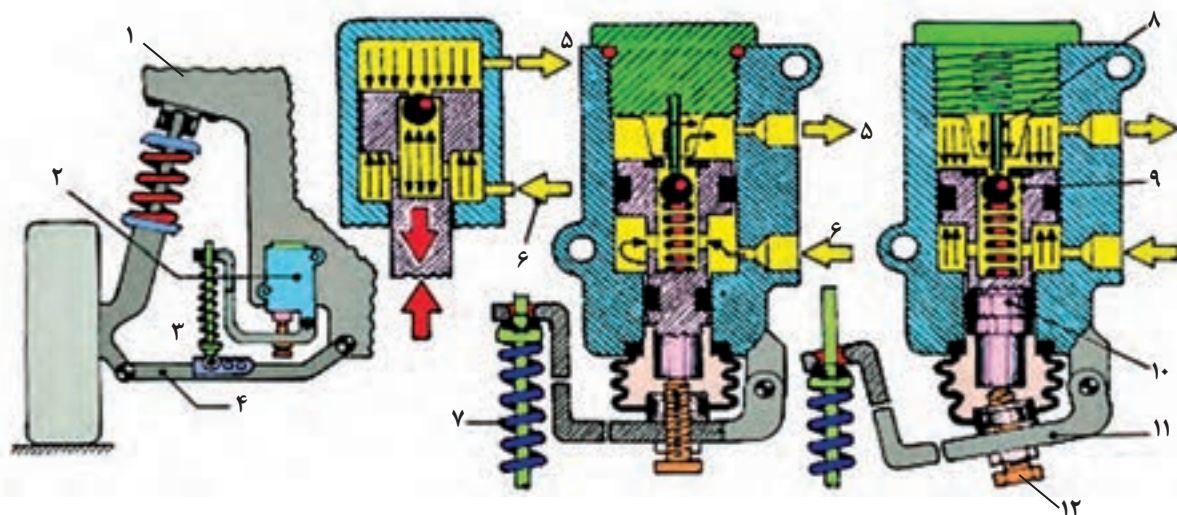
دلایل استفاده از این مکانیزم برای چرخ‌های عقب عبارت‌اند از:

- ۱- انتقال نیروی وزن از روی چرخ عقب به جلو در هنگام ترمز گیری.
- ۲- افزایش نیروی وزن روی چرخ عقب ناشی از تغییر تعداد سرنشینان و تغییر در بار صندوق عقب.





طرز عملکرد شیر تنظیم فشار در شکل‌های ۴۴ و ۴۵ را به بحث بگذارید.



الف) موقعیت قرارگیری شیر کنترل فشار

ب) عملکرد شیر کنترل فشار در حالت اعمال بار زیاد به چرخ‌های عقب

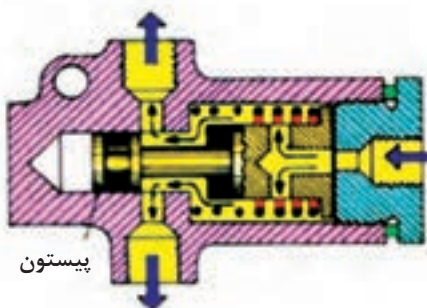
ج) عملکرد شیر در حالت اعمال بار کم به چرخ‌های عقب

۱- بدنه خودرو ۲- مجموعه شیر کنترل فشار ۳- میل و فنر رابط اندازه‌گیر بار ۴- طبق مکانیزم تعلیق ۵- مجرای خروجی شیر به سمت سیلندر ترمز چرخ عقب ۶- مجرای ورودی شیر از سمت سیلندر اصلی ترمز ۷- فنر حسگر بار ۸- پین ثابت بالای شیر ۹- سوپاپ ساچمه‌ای ۱۰- پیستون حسگر ۱۱- اهرم حسگر ۱۲- پیچ تنظیم و رگلاژ شیر

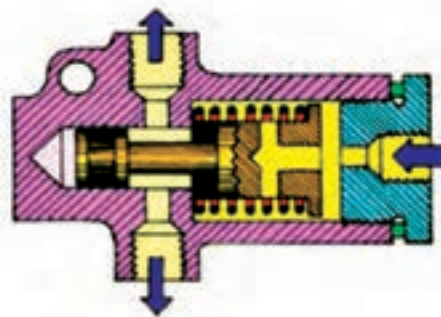
شکل ۴۴- ساختمان و نحوه عملکرد شیر تنظیم فشار و تقسیم نیروی ترمزی

به سمت سیلندر ترمز چرخ عقب

به سمت سیلندر ترمز چرخ عقب



الف) حالت ترمز عادی



ب) حالت ترمز شدید

شکل ۴۵- شیر کنترل فشار چرخ‌های عقب



روش باز کردن و بستن لوله، شیلنگ و شیرهای هیدرولیک مدار ترمز



عیب یابی تعمیر و تعویض اجزای سیستم ترمز (لوله، شیلنگ و شیرهای کنترل)  
ابزار و تجهیزات: خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی، لوازم یدکی، هیدرولیک ترمز

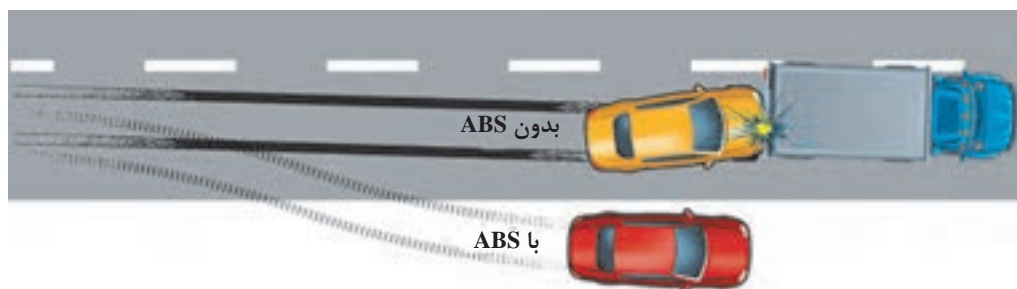
- مجموعه لوله و اتصالات مدار هیدرولیک ترمز را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز پیاده و تعویض کنید.
- شیرهای مقسم را جستجو کرده در صورت وجود پس از باز کردن و بررسی آن را تعویض کنید.
- شیرهای کنترل فشار را تعویض و تنظیم کنید.
- مدار هیدرولیک ترمز را هواگیری نمایید.
- کنترل های لازم سیستم ترمز را انجام دهید.

- نکات ایمنی شخصی و .... زیست محیطی و 5S کارگاهی رعایت شود.

## عملکرد سیستم ترمز ضد قفل و روش هواگیری آن



به تصاویر شکل ۴۶ نگاه کنید. به نظر شما تفاوت دو نوع سیستم ترمز در چیست؟



شکل ۴۶- عملکرد سیستم با ABS و بدون ABS

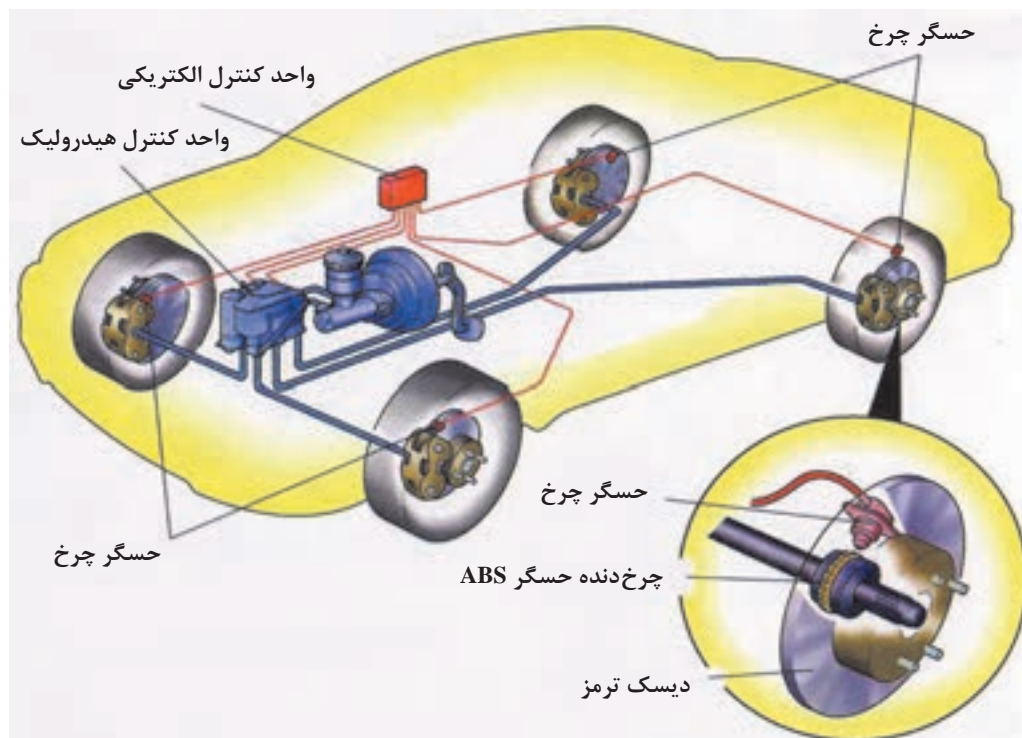


تفاوت سیستم ABS دار با نوع بدون ABS آن.

## اجزای سیستم ترمز ضد قفل ABS



اجزای سیستم و روش عملکرد سیستم ترمز ABS



۴۷- اجزای سیستم ترمز ضد قفل

با توجه به فیلم آموزشی و شکل ۴۷، جدول زیر را کامل کنید.

کار کلاسی



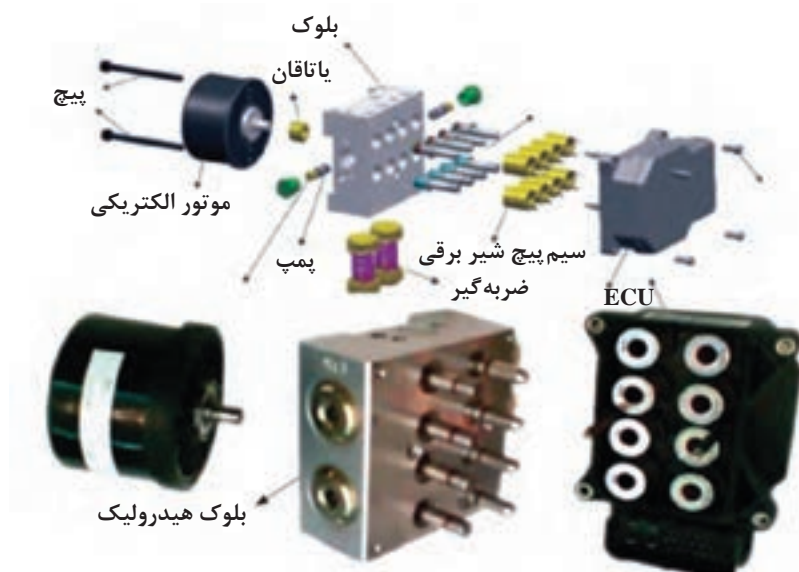
ردیف	نام قطعه	تعداد	محل نصب	وظیفه
۱	حسگر سرعت	۴	چرخ	اندازه گیری سرعت چرخ خودروها
۲	واحد کنترل الکترونیکی ABS			
۳	واحد هیدرولیکی			
۴	ABS (واحد کنترل هیدرولیکی)			
۵	.....			
۶	.....			





در بیشتر خودروها واحد کنترل الکترونیکی و هیدرولیکی در یک مجموعه است.

**بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل:** شکل ۴۸، اجزای بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، بلوک هیدرولیک دارای ۸ عدد شیر برقی است که توسط واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز ضد قفل کنترل می‌شود. در این بلوک که توسط موتور الکتریکی فعال می‌شود، به منظور تأمین فشار مایع هیدرولیک ترمز، حین عملکرد سیستم ترمز ضد قفل، از یک پمپ هیدرولیک استفاده می‌شود.



شکل ۴۸- بلوک هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل

## هواگیری سیستم ترمز مجهز به سیستم ترمز ضد قفل

برای هواگیری سیستم هیدرولیک ترمز خودرویی که به ترمز ضد قفل مجهز است، باید مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات آن خودرو عمل کرد. بعضی از خودروها، در بخش سیستم هیدرولیکی به روش‌های متفاوت هواگیری می‌شوند. هواگیری سیستم ترمز ضد قفل معمولاً شامل دو مرحله به شرح زیر است:

(الف) هواگیری بدون دستگاه (همان هواگیری دستی است که قبلاً به آن اشاره شده است).

(ب) هواگیری توسط دستگاه عیب‌یاب

نحوه هواگیری سیستم‌های ترمز مجهز به ABS



در دستگاه‌های عیب‌یاب خودرو مطابق با نوع خودرو، گزینه ترمز ضد قفل در منوی اصلی وجود دارد. از طریق این گزینه وارد منوی ترمز ضد قفل شده و در ابتدا کدهای خطا را مشاهده و بررسی می‌کنیم و در صورت

موقت بودن عیب آن را پاک می‌کنیم. در این منو از طریق گزینه هواگیری (Bleeding) وارد فرایند هواگیری می‌شویم. دستگاه عیب‌یاب مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو مراحل مختلف هواگیری را انجام داده و از تکنسین می‌خواهد به ترتیب مراحل را دنبال و اعمال خواسته‌شده را انجام دهد.

پژوهش کنید



با استفاده از دستورالعمل راهنمای تعمیراتی خودرو و بازدید عملی از نمایندگی‌های مجاز روش هواگیری سیستم ترمز ضد قفل خودروهای مختلف را مشاهده و در گزارشی این مراحل را به کلاس ارائه نمایید.

### هواگیری ترمز ABS را انجام دهد.

فعالیت  
کارگاهی



**ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز ABS، دستگاه عیب‌یاب، مایع هیدرولیک ترمز، مخزن جمع‌آوری مایع ترمز

- ۱- هواگیری سیستم ترمز ضد قفل را به روش دستی نیز انجام دهید.
- ۲- هواگیری سیستم ترمز ABS را با دستگاه عیب‌یاب انجام دهید.
- ۳- نکات مهمی که هنگام هواگیری با دستگاه عیب‌یاب لازم است انجام شود را براساس راهنمای تعمیرات و راهنمای استفاده از دستگاه عیب‌یاب کنترل کنید.
- ۴- روند هواگیری با دستگاه موجود در کارگاه را به صورت یک گزارش کار کامل آماده کنید.

نکات ایمنی و زیست‌محیطی مانند فعالیت‌های قبلی رعایت شود.

## ارزشیابی شایستگی تعمیر اجزای هیدرولیکی ترمز

### شرح کار

مشاهده و بررسی سطوح اتکای جک زیر خودرو - کنترل سطح مایع ترمز - کنترل عملکرد بوستر و تجهیزات جانبی - کنترل میزان خلأ و نشتی بوستر - کنترل مقدار فشار مدار ترمز - آزمون‌های استاتیکی و دینامیکی سیستم ترمز براساس دستورالعمل‌های تعمیراتی - کنترل نشتی مدار هیدرولیک ترمز - کنترل عملکرد حسگر سطح مایع ترمز و مدار الکتریکی - تکمیل چک‌لیست اطلاعات تعمیر - باز کردن سیلندر اصلی و تعویض اجزای سیلندر اصلی ترمز - تعویض بوستر - تعویض لوله خلأی بوستر - تعویض سوپاپ یک‌طرفه خلأی بوستر - تعویض مخزن و حسگر نشانگر سطح مایع ترمز - پیاده کردن مجموعه کالیپر ترمز - تعویض اجزای کالیپر ترمز - نصب کالیپر ترمز - باز کردن مجموعه سیلندر چرخ - تعویض اجزای سیلندر ترمز عقب چرخ - نصب سیلندر ترمز چرخ عقب - تعویض لوله و اتصالات مدار هیدرولیکی ترمز - تعویض و تنظیم شیرهای کنترل فشار - هواگیری مدار هیدرولیک ترمز - هواگیری مدار هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل به‌وسیله دستگاه عیب‌یاب - کنترل نهایی مدار هیدرولیک ترمز

### استاندارد عملکرد

با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات موتور، ضمن بررسی و آزمایش‌های اجزای اصطکاکی ترمز، تعمیرات لازم روی خودروهای سواری موجود را انجام دهد.

### شاخص‌ها

کنترل سطح مایع ترمز بین خطوط شاخص مخزن - بررسی عملکرد بوستر مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو - اندازه‌گیری خلأ بوستر توسط دستگاه خلأ سنج  
کنترل فشار مدار ترمز بر اساس دستورالعمل‌های تعمیراتی - بررسی روش انجام آزمون‌های استاتیکی و دینامیکی سیستم ترمز براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو - بررسی محل‌های نشتی مدار هیدرولیک ترمز - کنترل روش بررسی عملکرد حسگر سطح مایع ترمز و مدار الکتریکی - مشاهده چک‌لیست تکمیل‌شده - بررسی روش تعویض سیلندر اصلی یا اجزای آن مطابق دستورالعمل تعمیراتی - مشاهده محل نصب بوستر - لوله خلأی و سوپاپ یک‌طرفه خلأی  
مشاهده مخزن و حسگر نشانگر سطح مایع ترمز تعویض شده - کنترل روش تعویض اجزای کالیپر ترمز مطابق دستورالعمل - مشاهده اجزای سیلندر ترمز چرخ تعویض شده - بررسی روش تعویض لوله و اتصالات مدار هیدرولیکی مطابق دستورالعمل - کنترل روش تعویض شیرهای مقسم بدون نشتی - کنترل روش تعویض و تنظیم شیرهای کنترل فشار بدون نشتی - عدم اسفنجی بودن پدال ترمز - بررسی فرایند هواگیری مدار هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل به‌وسیله دستگاه عیب‌یاب - کنترل نهایی بوستر و مدار هیدرولیک ترمز پس از تعمیر.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

کارگاه - خودرو - گج فشار - گج خلأ - بوستر ترمز - پمپ اصلی ترمز - سیلندر ترمز چرخ‌های عقب - کالیپر ترمز - لوله‌ها و شیلنگ‌های مدار هیدرولیک - ابزار مخصوص - دستگاه عیب‌یاب - مایع ترمز - جعبه ابزار مکانیکی - کتاب راهنمای تعمیرات خودرو.

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن اجزای هیدرولیکی از روی خودرو	۲	
۲	تعویض بوستر و سیلندر ترمز	۲	
۳	تعویض کالیپر چرخ	۲	
۴	تعویض پدال ترمز	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست‌محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب سیستم هیدرولیکی ترمز کنید.			
میانگین نمرات			

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

تعمیر سیستم تعلیق خودرو



## واحد یادگیری ۵

### تعمیر سیستم تعلیق خودرو

#### مقدمه

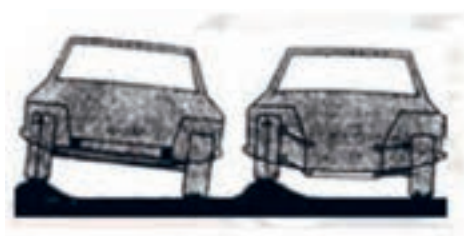
هنگام برخورد چرخ‌های خودرو با ناهمواری‌های جاده، نیروهای عمودی و طولی و عرضی به تأیر وارد می‌شود. چنانچه این نیروها مستقیم و بدون واسطه به اتاق و سرنشینان خودرو وارد شود، باعث استهلاک اتاق و بدنه و همچنین ناراحتی سرنشینان خودرو می‌شود. بنابراین لازم است سیستمی وجود داشته باشد تا این نیروها را مستهلک کند.

#### استاندارد عملکرد

هنگامی که در پایان این پودمان با اجزای سیستم تعلیق و روش کنترل آشنا و مطابق با دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو، سیستم تعلیق را عیب‌یابی و تعمیر کند.

۱- وظیفه سیستم تعلیق چیست؟

- الف) تثبیت اتاق خودرو  
 ب) حذف ضربات وارده از چرخ به اتاق خودرو  
 ج) تحمل نیروهای عمودی، طولی و عرضی وارده به خودرو  
 د) حذف و کنترل نیروهای گشتاوری
- ۲- در شکل زیر علت منحرف نشدن اتاق خودرو سمت راست چیست؟



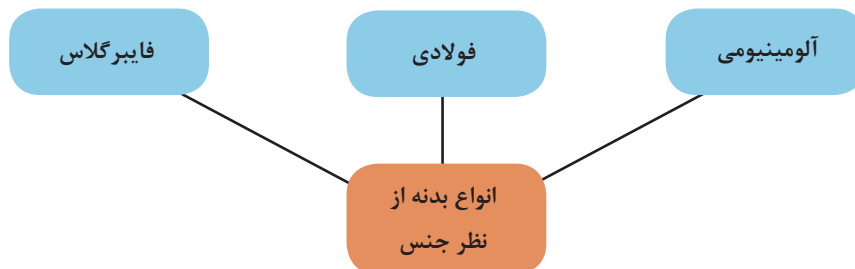
۳- تصویر، نشان‌دهنده چه نوع فنری است؟

- الف) فنر فولادی  
 ب) فنر لاستیکی  
 ج) فنر گازی  
 د) محفظه لاستیکی فنر هوایی



۴- اگر اتصال چرخ‌ها به شاسی و اتاق به صورت صلب و محکم باشد چه اتفاقی می‌افتد؟

به قسمت ظاهری خودرو که شامل محفظه سرنشین، محفظه موتور و صندوق است اتاق یا بدنه خودرو می‌گویند. که از نظر جنس و مواد سازنده به انواع مختلف دسته‌بندی می‌شوند. نمودار زیر، انواع دسته‌بندی را نشان می‌دهد.



**شاسی:** بخشی از خودرو که اتاق بر روی آن نصب می‌شود و به منظور بالا بردن استحکام، تحمل بار و وزن بدنه مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاسی می‌گویند.

انواع شاسی و بدنه‌ی خودرو سواری

فیلم آموزشی





کار کلاسی



با توجه به فیلم آموزشی و راهنمای هنرآموز، جدول معایب و مزایای زیر را کامل کنید.

نام	مزایا	معایب	شکل
شاسی یک پارچه	وزن کم - ایمنی بالاتر .....	قیمت بالا .....	

	سنگینی ..... سادگی - مناسب بودن قیمت تمام شده .....	شاسی جداشدنی
	استحکام کمتر ..... هزینه نگهداری پایین - عایق‌بندی مناسب .....	شاسی نیمه جدا

با جست‌وجو در اینترنت و مشاهده خودروهای روز انواع شاسی‌ها و اتاق‌های مورد استفاده در خودروها را یافته و به صورت جدول زیر ارائه کنید.

پژوهش



خودرو	نوع اتاق یا شاسی	خودرو	نوع اتاق یا شاسی

به شکل ۱، توجه کنید. به نظر شما چه مفهومی را بیان می‌کند؟



شکل ۱- سیستم تعلیق در خودرو سواری



کار کلاسی



به چه دلیل در شکل ۱، صندلی‌های خودرو دارای فنر نشان داده شده است؟ همه‌ی صندلی‌ها دارای فنر هستند؟

فیلم آموزشی

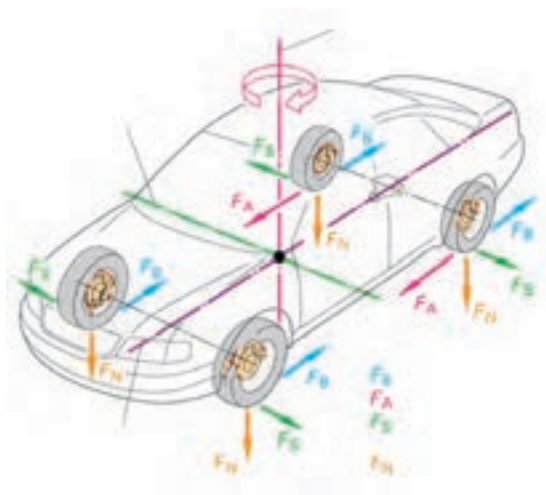


تأثیر وجود و نبودن سیستم فنربندی و تعلیق

کار کلاسی



پس از گفت‌وگو در مورد نیروهای نشان داده شده در شکل ۴ با کمک هنرآموز نام نیروها را بنویسید.  
(از مطالب بخش تویی چرخ کمک بگیرید)



$F_B =$

$F_A =$

$F_S =$

$F_N =$

شکل ۲- نیروها و گشتاور وارد بر خودرو

کار کلاسی



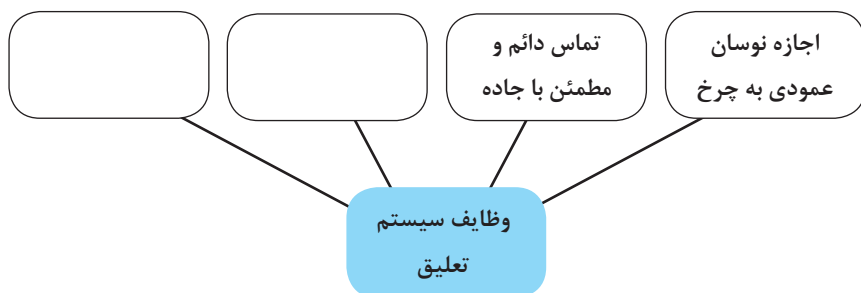
آیا غیر از نیروهای نشان داده شده در شکل ۲ نیروهای دیگری بر خودرو وارد می‌شود؟ بیان کنید.

فیلم آموزشی



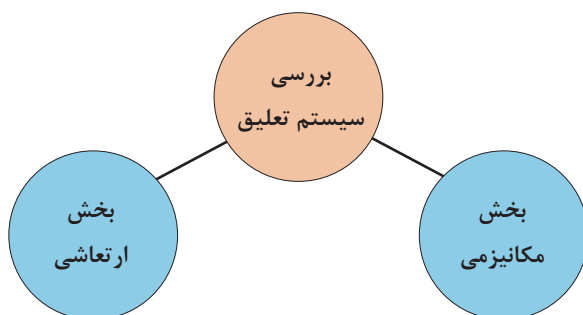
وظایف و اهداف و انواع سیستم‌های تعلیق

پس از مشاهده فیلم و با راهنمایی هنرآموز، نمودار وظایف سیستم تعلیق را کامل کنید.



تفاوت در انواع سیستم تعلیق، بستگی به کاربری خودرو، وزن، قیمت و سرعت خودرو دارد. بنابراین بعضی از سیستم‌های تعلیق دارای خواصی مانند فرمان‌پذیری (handling) بهتر و افزایش پایداری و ایمنی خودرو و امکان حرکت در مسیر پیچ جاده با سرعت بالاتر، همچنین راحتی سرنشین (ride) هستند که این امر باعث بالا رفتن قیمت تعلیق و خودرو می‌شود.

سیستم تعلیق در دو بخش مورد بررسی و بحث قرار می‌گیرد. نمودار زیر این دو بخش را نشان می‌دهد.



با توجه به نام‌گذاری به نظر شما هر بخش چه مواردی را مورد بررسی قرار می‌دهد؟ با کمک هنرآموز کامل کنید.

کار کلاسی



بخش	موارد مورد بحث و بررسی و وظایف
مکانیزمی	
ارتعاشی	

## بخش مکانیزمی تعلیق

فکر کنید



آیا به نظر شما بین تصادفات رانندگی و نوع سیستم تعلیق ارتباطی وجود دارد؟ چه ارتباطی؟



شکل ۳- مکانیزم تعلیق

انواع مکانیزم تعلیق

فیلم آموزشی



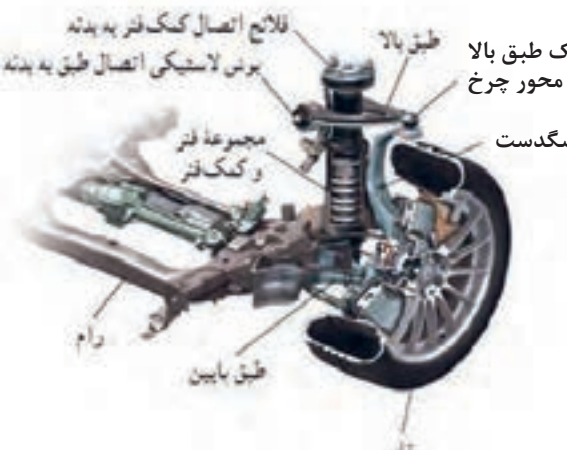
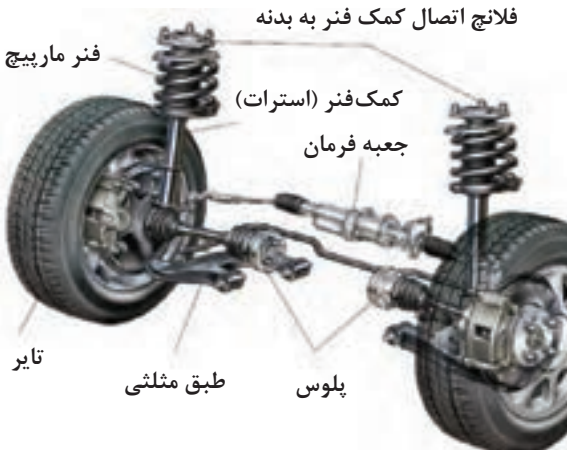
با توجه به فیلم آموزشی و تصاویر زیر نام هریک از سیستم‌های تعلیق را بنویسید.

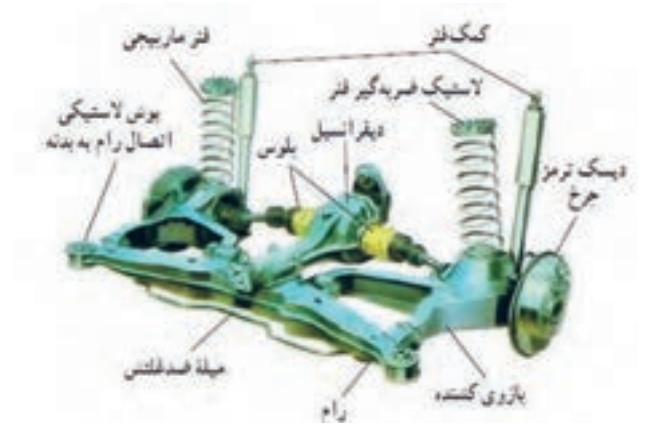
کار کلاسی

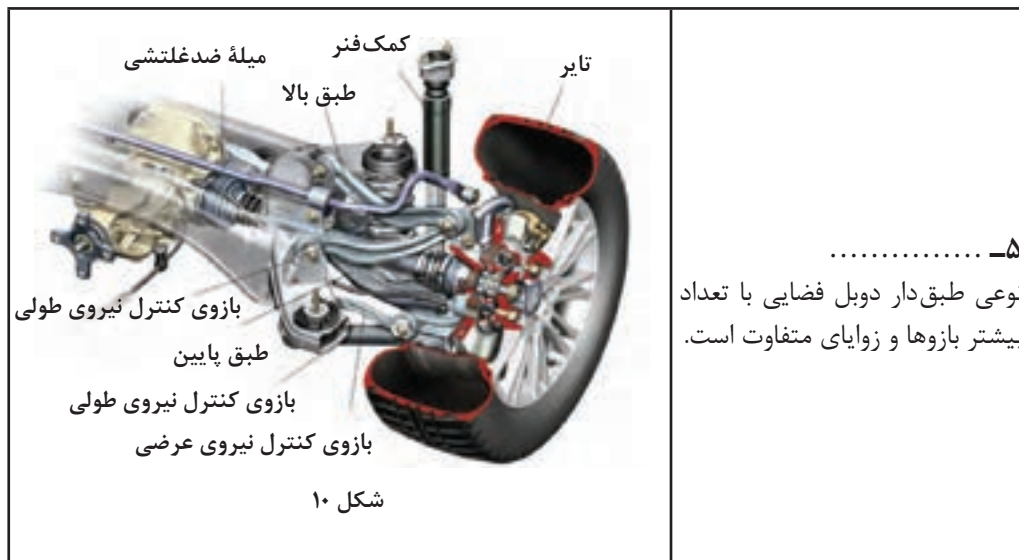


## انواع مکانیزم تعلیق:

نام و ساختار	شکل
<p>..... :</p> <p>ارتباط بین چرخ چپ و راست توسط لوله یا تیری صلب برقرار می شود.</p>	 <p>شکل ۴</p>
<p>..... :</p> <p>اجزای تعلیق از جمله محور چرخ، بازوی کنترل نیروهای طولی و عرضی از چرخ به بدنه (بازوی کشنده) و قطعه ناودانی شکل از ورق های فولادی فرم داده شده ساخته می شوند و توسط جوش به یکدیگر متصل می گردند.</p>	 <p>شکل ۵</p>

<p>ارتباطی بین چرخ چپ و راست (به جز میلۀ ضد غلتش) وجود ندارد و حرکت چرخ چپ و راست آن مستقل از یکدیگرند</p>	<p>انواع سیستم تعلیق مستقل</p>
 <p>شکل ۶</p>	<p>۱-..... مهم‌ترین مشخصه این نوع وجود ۲ طبق مثلثی شکل است.</p>
 <p>شکل ۷</p>	<p>۲-..... نوعی طبق‌دار دویل است که طول طبق بالا صفر می‌باشد.</p>

 <p>شکل ۸</p>	<p>۳-.....</p> <p>هر چرخ برای انتقال نیروهای طولی و عرضی و گشتاورهای مربوطه دارای یک بازوی کشنده است.</p>
 <p>شکل ۹</p>	<p>۴-.....</p> <p>نوع بازوی آن همان‌طور که ملاحظه می‌شود دوشاخه‌ای و قوی‌تر از نوع بازوی کشنده است.</p>



مطابق شکل ۲ و جدول انواع مکانیزم سیستم تعلیق، جدول زیر را با کمک هنرآموز کامل کنید.

کار کلاسی



نام سیستم تعلیق	قطعه منتقل کننده نیروی طولی سیستم تعلیق	قطعه منتقل کننده نیروی عرضی سیستم تعلیق	مسیر انتقال	زمان تولید نیرو
سیستم تعلیق یکپارچه با فنر شمش	دسته فنر شمش	.....	چرخ - اکسل فنر شمش	.....
سیستم تعلیق یکپارچه با فنر مارپیچ	.....	.....	.....	.....
سیستم تعلیق طبق دار دابل	.....	.....	.....	.....
سیستم تعلیق مک فرسون	.....	.....	.....	.....
سیستم تعلیق بازوی کشنده	.....	.....	.....	.....



با راهنمایی هنرآموز جدول زیر را در مورد مکانیزم‌های مختلف تعلیق کامل کنید.

دسته		محل استفاده	معایب	مزایا
یکپارچه		تعلیق عقب - تعلیق جلو	وزن زیاد - فضای زیاد	هزینه تولید کم
نیمه مستقل		.....	.....	.....
مستقل	طبق دار دویل	.....	.....	.....
	مک فرسون	.....	.....	.....
	بازوی کشنده	.....	.....	.....
	شبه بازوی کشنده	.....	.....	.....
	چند میله‌ای	.....	.....	.....



با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت جدول زیر را کامل کنید.

نام خودرو	نوع تعلیق جلو	نوع تعلیق عقب	رده قیمت
.....	.....	.....	پایین (حداکثر ۳۰ میلیون تومان)
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	متوسط (۳۰ تا ۱۰۰ میلیون)
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	بالا (بیش از ۱۰۰ میلیون)
.....	.....	.....	



پژوهش کنید



با مراجعه به تعمیرکاران مجرب، در مورد خرابی انواع مکانیزم‌های تعلیق پژوهش کنید. (راهنمایی: جهت تکراری نشدن مطالب، هر مکانیزم به یک گروه سپرده شود).

## وظیفه ساختمان، عملکرد اجزا سیستم تعلیق

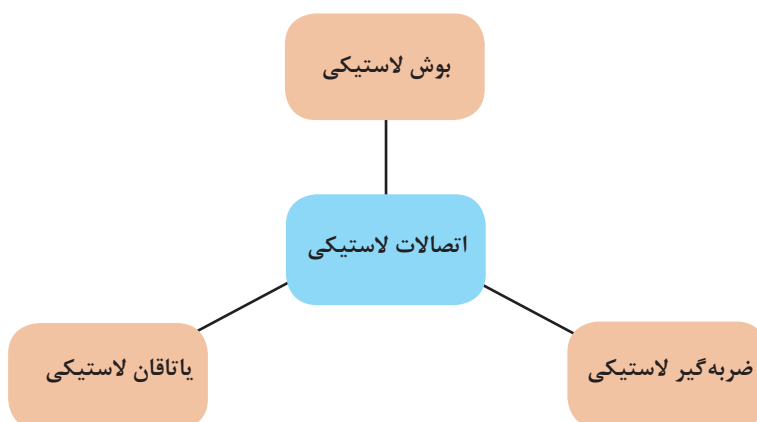
اتصالات لاستیکی

فکر کنید



به چه دلیل برای اتصال اجزای تعلیق به بدنه از لاستیک استفاده می‌شود؟

اتصالات لاستیکی برای متصل کردن اجزای تعلیق به بدنه یا شاسی (رام) استفاده می‌شود. این اتصالات سه نوع می‌باشد.



جدول زیر را در مورد کاربری انواع اتصالات لاستیکی تکمیل کنید.

کار کلاسی

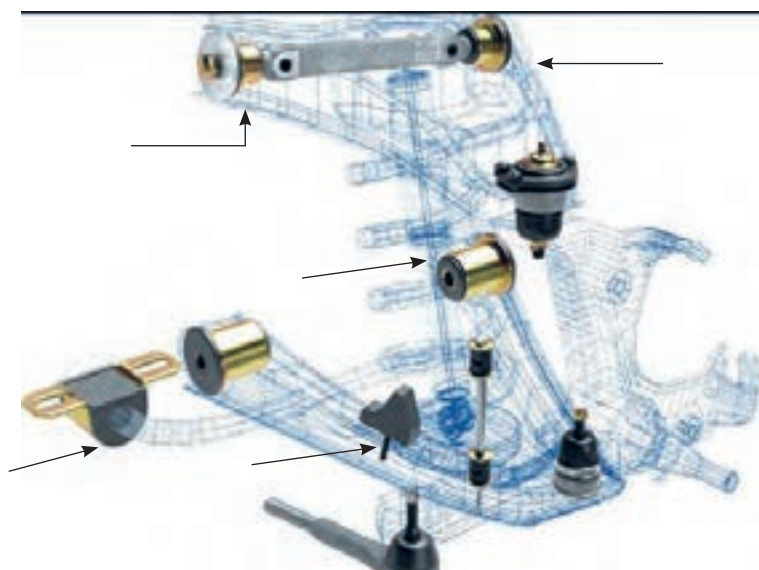


نوع اتصال لاستیکی	شکل	کاربری (محل استفاده)
بوش لاستیکی		طبق‌ها - فنرهای شمش - .....

ضربه گیر لاستیکی		.....
یاتاقان لاستیکی		میله ضد غلتش

- ۱- در شکل ۱۱، انواع اتصالات لاستیکی را با ذکر نام قطعه متصل کننده و نوع اتصال لاستیکی، بنویسید.
- ۲- در شکل ۱۱، سبک‌ها و نوع آنها را مشخص کرده و بنویسید.

کار کلاسی



شکل ۱۱- انواع اتصالات لاستیکی

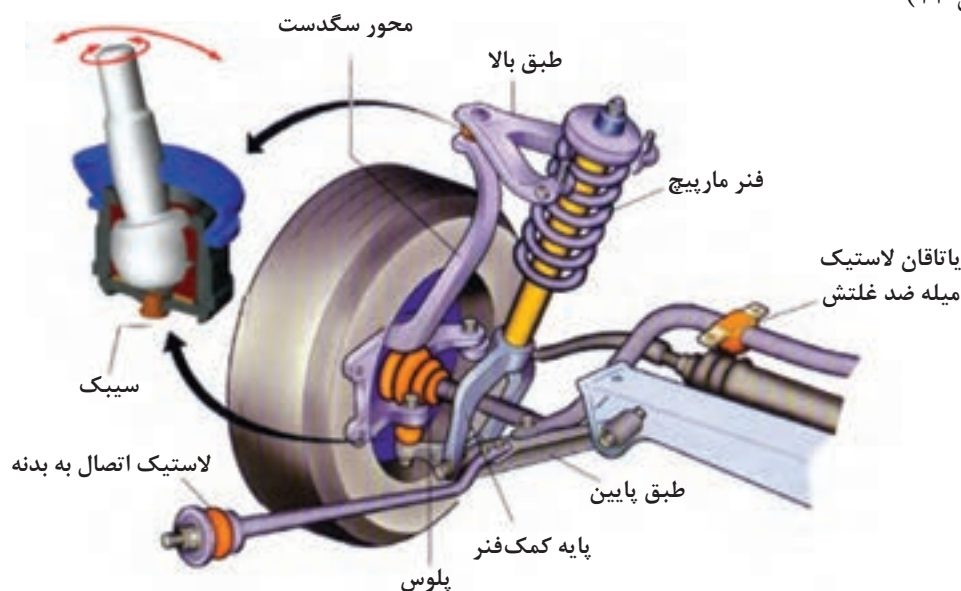
در مورد نشانه خرابی سه نوع اتصال لاستیکی، آثار و نشانه‌های آن، از تعمیرکاران مجرب جلوبندی ساز، تحقیق کنید.

پژوهش کنید



جهت اتصال قطعات تعلیق که نسبت به یکدیگر حرکت دارند مانند اتصال محور سگدست به طبق‌ها جهت فرمان دادن به محور سگدست و همچنین جهت اتصال بازوی سیستم فرمان به محور سگدست از سیبک استفاده می‌شود.

با توجه به شکل سیبک از یک قطعه فولادی کرووی تشکیل شده است که در داخل محفظه کرووی که معمولاً جنس آن از تفلون می‌باشد قرار گرفته است. قطعه کرووی تفلونی نیز درون پوسته سیبک تعبیه شده است. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- سیبک و محل کاربری آن

سیبک‌ها مطابق شکل ۱۳ با توجه به نیروی اعمالی به آنها به دو دسته تقسیم می‌شوند.

- ۱- سیبک‌های کششی
- ۲- سیبک‌های فشاری



سیبک کششی

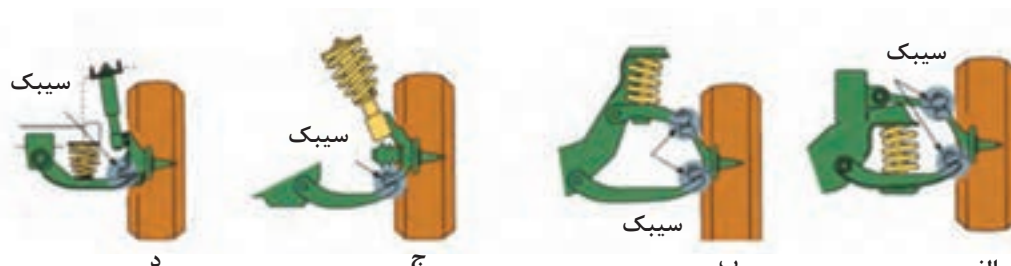


سیبک فشاری

شکل ۱۳- انواع سیبک از نظر نیروهای اعمالی



با مراجعه به شکل ۱۴، جدول مربوطه را کامل کنید.



شکل ۱۴- انواع محل قرارگیری سیبک

شماره شکل	مکانیزم سیستم تعلیق	تعداد سیبک
الف		
ب		
ج		
د		

تذکر: جهت اتصال سیبک به اجزای تعلیق، قسمت فلانچ آن را جهت ایمنی بیشتر علاوه بر استفاده از مهره مخصوص، به صورت مخروطی (کونینگ) می سازند.

نکته



به محوری که چرخ حول آن دوران کرده و روی آن یاتاقان بندی می شود، اصطلاحاً سگدست می گویند.

پرسش کلاسی

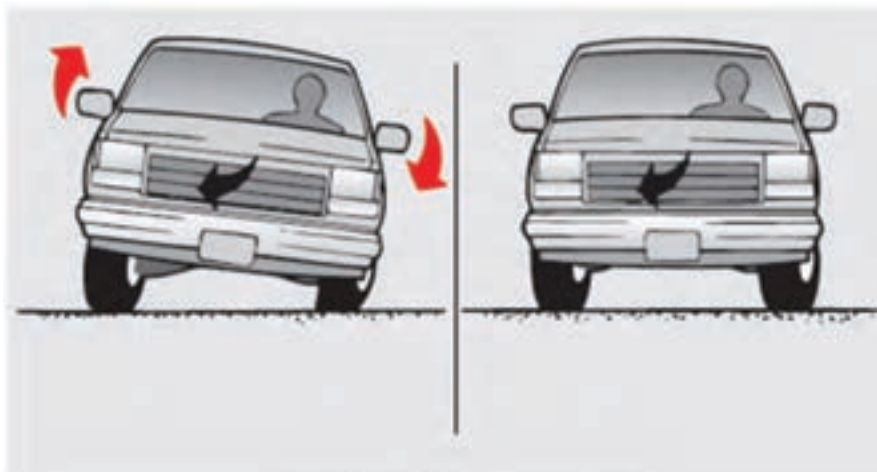
روی تصاویر شکل ۱۵، سگدست و محور سگدست را با رسم محور سگدست مشخص کنید.



شکل ۱۵- سگدست و محور آن

## میله ضد غلتش

- به شکل ۱۶، توجه کنید. به نظر شما
- ۱- تصویر سمت چپ چه حالتی را نشان می دهد.
  - ۲- به نظر شما چگونه می توان این مشکل را برطرف کرد؟



شکل ۱۶

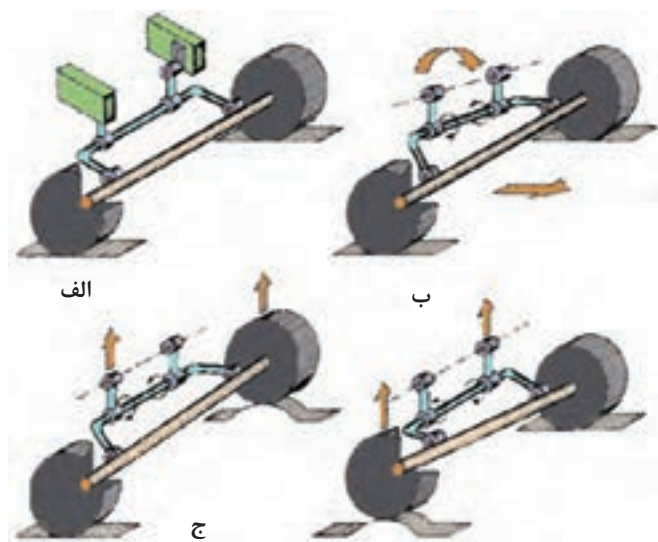
عملکرد میله ضد غلتش

فیلم آموزشی





پس از مشاهده فیلم و با کمک تصاویر شکل ۱۷، و راهنمای هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.



شکل ۱۷- عملکرد میله ضد غلتش در حالت‌های مختلف

توضیح	شماره شکل	
	الف	حرکت در جاده مستقیم
کاهش حرکت رول که در اثر پیچ جاده و نیروی گریز از مرکز ایجاد می‌شوند.		حرکت در پیچ
کاهش حرکت رول در هنگام قرار گرفتن یک چرخ یک محور در روی ناهموار نامتقارن		حرکت بر روی ناهمواری نامتقارن

تفاوت حالت حرکت در پیچ با حالت حرکت روی سطح ناهموار نامتقارن (مانند افتادن یک چرخ در چاله چیست؟





در خودروهای موجود در کارگاه، چه نوع سیستم تعلیقی به کار رفته است؟

نام خودرو	سیستم تعلیق جلو	سیستم تعلیق عقب

## رفتار خودرو در مسیر حرکت



رفتار خودرو در حرکت و شرایط ترمزگیری، شتابگیری و پیچ جاده

به شکل ۱۸، توجه کنید

الف) حرکت شیرجه

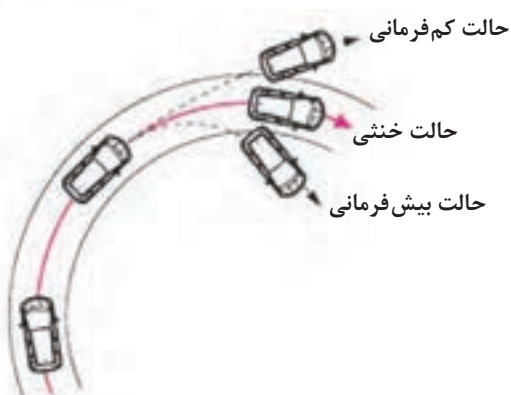


کاهش بار چرخ‌های عقب افزایش بار چرخ‌های جلو

ب) حرکت چمباتمه



افزایش بار چرخ‌های عقب کاهش بار چرخ‌های جلو



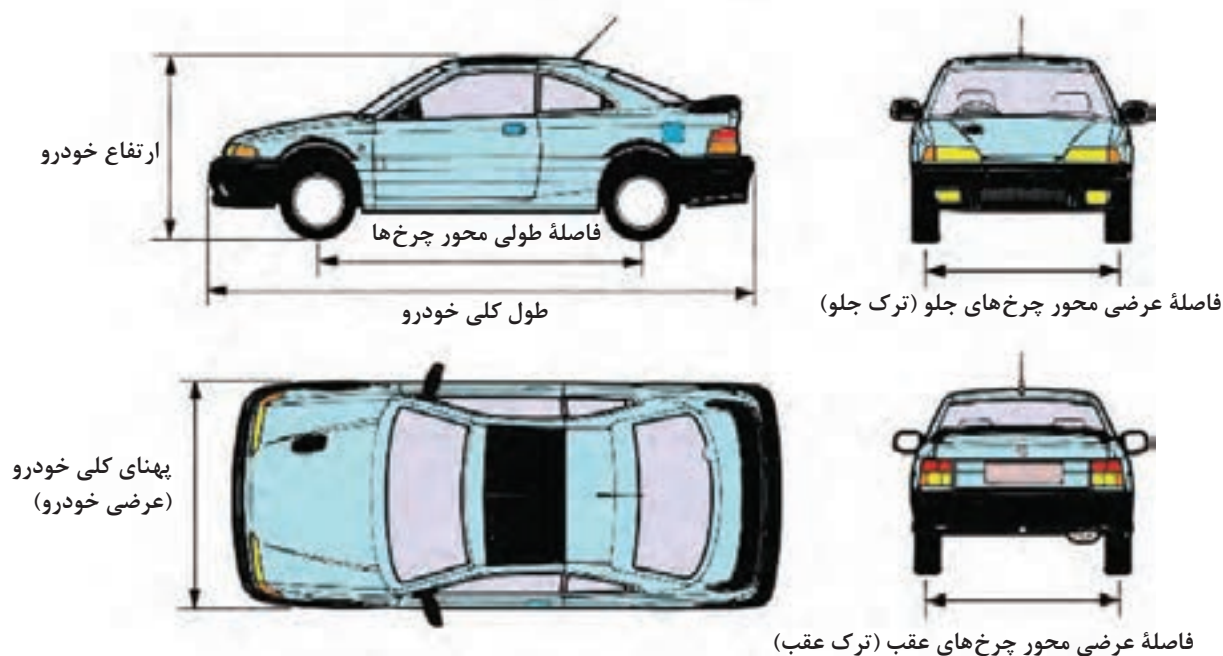
شکل ۱۸- انواع رفتار خودرو طی حرکت



با توجه به فیلم آموزشی و تصاویر شکل ۱۸، جدول زیر را کامل کنید.

توضیحات	حالت
	بیش فرمانی
	خنثی
تمایل خودرو به رفتن خارج از پیچ جاده گفته می شود	کم فرمانی
	شیرجه
به بلندشدن جلو خودرو در زمان شتاب حرکت گفته می شود	چمباتمه
	رول

تذکر: یکی از شرایط ایمنی خودرو کم فرمانی در مسیر پیچ جاده می باشد زیرا در این حالت شعاع پیچ افزایش یافته و نیروی گریز از مرکز کاهش در نتیجه حرکت رول نیز کاهش می یابد.  
به تصاویر شکل ۱۹، توجه کنید.



شکل ۱۹- فاصله طولی و عرضی محور چرخ



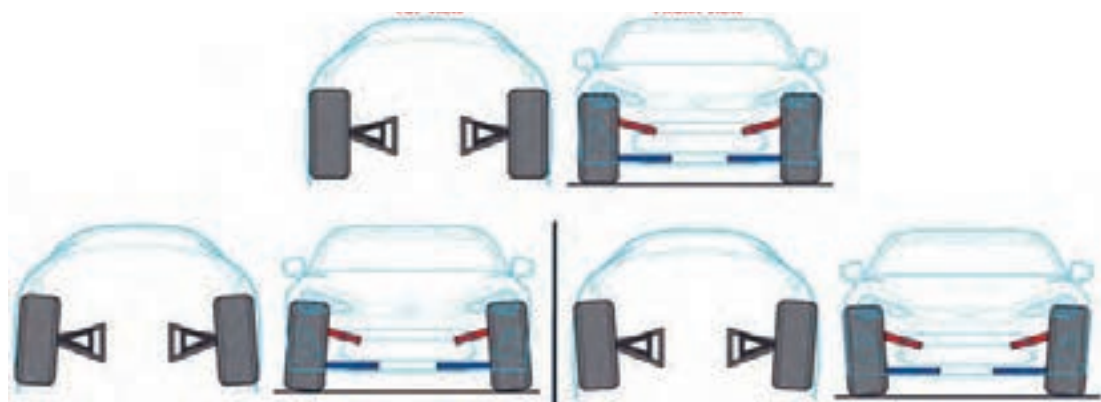


با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای جدول زیر را در مورد ویژگی‌های تغییرات در فاصله طولی و عرضی کامل کنید.

تغییرات فاصله طولی و عرضی	خصوصیات در صورت افزایش یافتن
فاصله طولی محور چرخ‌ها	توزیع یکنواخت تر بار - کاهش فرمان‌پذیری
فاصله عرضی محور چرخ‌ها (ترک)	کاهش نیروی گریز از مرکز و حرکت رول

### زوایای چرخ

در هنگامی که خودرو ایستاده است از روبه‌رو به چرخ‌های جلو نگاه کنید. آیا چرخ‌ها همیشه عمود بر سطح جاده هستند؟ در حال حرکت چطور؟ به شکل ۲۰، توجه کنید.







شکل ۲۰- نحوه قرار گرفتن چرخ





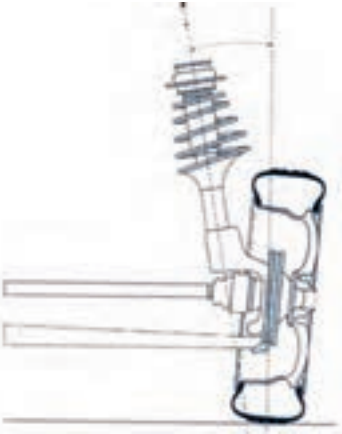
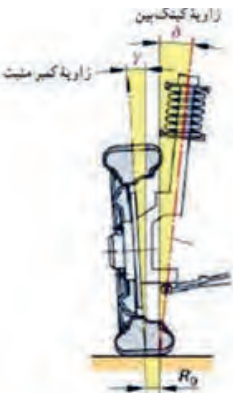
تعریف و زوایای چرخ



پس از مشاهده فیلم و راهنمایی هنر آموز جدول زیر را کامل کنید.

نوع زاویه	تعریف	کمپر مثبت	کمپر .....
کمپر	مثبت:  منفی:		
مزایا و معایب			
<div> <div> مزایا:  ۱- نرم شدن فرمان  ۲- کاهش لاستیک‌سایی  ۳- .....  معایب: </div> <div> مزایا:  ۱- نرم شدن فرمان  ۲- کاهش لاستیک‌سایی  ۳- .....  معایب: </div> </div>			
نوع زاویه	تعریف	سربازی (toe out)	toe in (..... )
تو (Toe)	سربازی:  سرجمعی:		

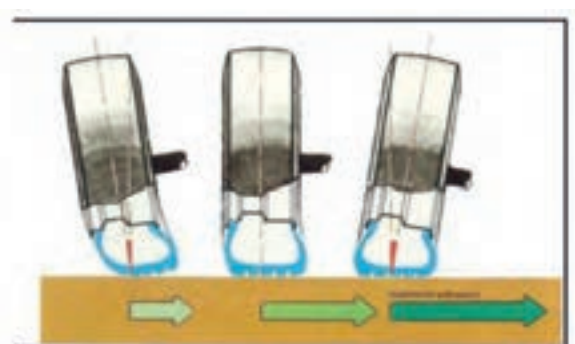
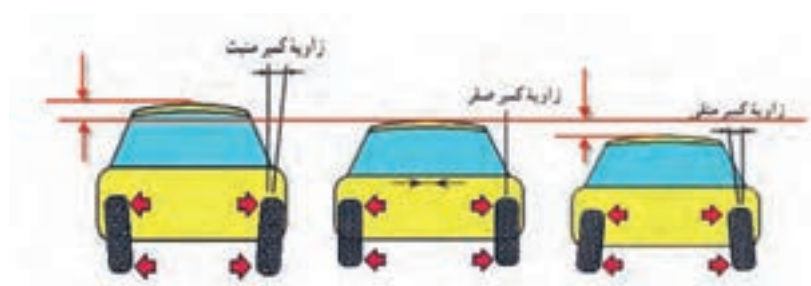
<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>سربازی چرخ‌ها (تواوت)</p> <p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>مزایا و معایب</p>	
		<p>مثبت:</p> <p>منفی:</p>	<p>کستر</p>
<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>کستر مثبت</p> <p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>مزایا و معایب</p>	

		<p>کینگ پین</p>
<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	
		<p>شعاع فرمان</p>

	مزایا:		
	معایب:		

به تصاویر اغراق شده شکل ۲۱، توجه کنید. چه برداشتی از تأثیر زاویه کمبر در دینامیک خودرو دارید؟

فکر کنید



شکل ۲۱- برخی خواص تأثیر زاویه کمبر در ساختار خودرو

فکر کنید



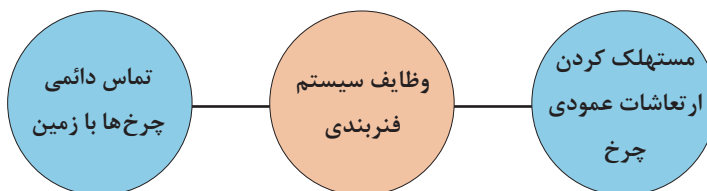
به شکل ۲۲، توجه کنید. به نظر شما زاویه بین نقاط A و B شکل به چه زاویه‌ای از زوایای چرخ خودرو می‌باشد؟



شکل ۲۲- تأثیر زوایای چرخ در پایداری خودرو

## بخش ارتعاشی (سیستم فربندی)

همان گونه که در مقدمه بیان شد به مجموع فنر و کمک فنر ((سیستم فربندی)) گویند که به طور کلی دارای وظایفی به شرح زیر است:



### فنر و انواع آن

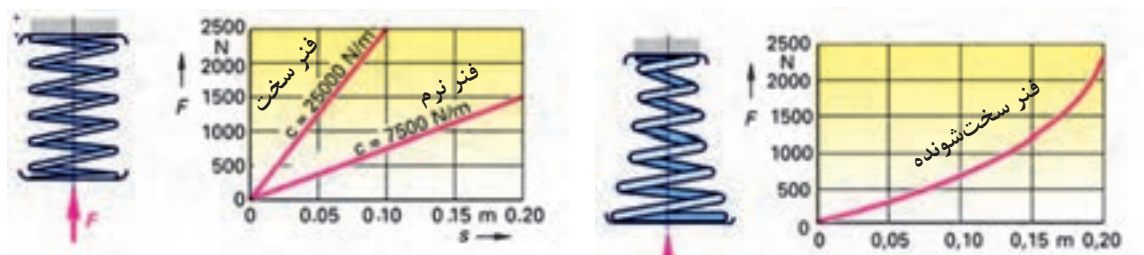
در یک تعریف کلی، هر جسمی که دارای خاصیت ارتجاعی یا کشسانی باشد، فنر نامیده می‌شود.

$$\text{ضریب سختی فنر} = \frac{\text{نیرو یا بار وارد بر فنر}}{\text{مقدار تغییر شکل در اثر نیرو}} \Rightarrow K = \frac{F}{X}$$

فکر کنید



با توجه به نمودارهای شکل ۲۳، آیا میزان جابه‌جایی بدنه خودروها نسبت به زمین در دو خودرو سواری و وانت با اضافه کردن میزان بار یکسان، مساوی است؟ (راهنمایی: فرض کنید خودرو سواری با فنری از نوع نرم و خودروی وانت با فنری از نوع سخت‌شونده باشد)



شکل ۲۳- منحنی فنر با سختی ثابت و سخت شونده

## انواع فنر از نظر فرم و شکل

نوع	نام	شکل	کاربرد
فنر فولادی	فنر برگ (شمشی)		فنرهای شمشیری معمولاً در سیستم تعلیق یکپارچه به صورت طولی بر روی خودرو نصب می‌شود.
	فنر لول (مارپیچی)		در سیستم تعلیق خودروهای سواری، این نوع فنرها به دلیل داشتن مزایای زیاد کاربرد فراوانی دارند.
	فنر پیچشی		این فنر در واقع میله‌هایی هستند که انعطاف پذیری پیچشی مناسبی دارند. این فنرها از یک سمت در بدنه خودرو ثابت می‌شوند و از سمت دیگر به یکی از بازوهای متحرک مکانیزم تعلیق متصل می‌گردند.

<p>در این نوع فنرها از محفظه‌های لاستیکی که از هوای فشرده پر شده است استفاده می‌شود. معمولاً منبع تولید هوا یک پمپ باد می‌باشد که توسط موتور خودرو فعال می‌شود.</p>		<p>هوایی (فشرده)</p>	<p>فنر گازی</p>
<p>این نوع فنرها از یک محفظه فولادی (گوی) که از گاز ازت فشرده شده پر شده است.</p>		<p>گاز بی‌اثر (ازت)</p>	



## مزایا و معایب انواع فنر

نوع	نام	مزایا	معایب
فنر فولادی	فنر برگی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انتقال نیروهای طولی، عرضی و عمودی از چرخ به بدنه خودرو و بالعکس بنابراین دیگر نیاز به بازوهای - انتقال نیروی طولی و عرضی نبوده و قیمت خودرو کاهش می‌یابد.</li> <li>- ایجاد فنری سخت با تحمل بار بیشتر با اضافه کردن لایه‌های فنر (جهت استفاده در وانت‌ها و کامیون‌ها)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اشغال فضای زیاد</li> <li>- داشتن وزن زیاد</li> <li>- نیاز به تعمیر و نگهداری بیشتر</li> </ul>
	مارپیچی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اشغال کردن فضای کم</li> <li>- خاصیت فنریت و ضربه‌گیری مطلوب</li> <li>- داشتن وزن کم</li> <li>- عدم نیاز به تعمیرات و نگهداری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدم تحمل نیروهای طولی، عرضی و گشتاورهای حاصل از ترمزگیری و شتاب‌گیری، در نتیجه نیاز به بازوهای انتقال نیروهای طولی و عرضی می‌باشد.</li> <li>- نوسانات این فنر نسبت به فنرهای دیگر بیشتر می‌باشد. لذا خاصیت استفاده از کمک فنر در این نوع فنر بیشتر است.</li> </ul>
	فنر پیچشی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اشغال فضای کم</li> <li>- داشتن عمر و دوام طولانی</li> <li>- اشغال نکردن فضای عمودی، که در صورت استفاده در سیستم تعلیق عقب، به بزرگ شدن فضای صندوق عقب و محفظه سرنشین عقب منجر می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نیاز داشتن به تقویت محل اتصال این نوع فنر به شاسی (در صورت اتصال به شاسی)</li> </ul>
	هوایی (فشرده)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ضریب فنریت متناسب با شرایط بار و سرعت خودرو قابل تغییر است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- طول عمر محفظه لاستیکی یا گاز داخل گوی فلز محدود است</li> </ul>
فنر گازی	گاز بی اثر (ازت)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تنظیم میزان ارتفاع خودرو نسبت به سطح زمین متناسب با بار وارده امکان‌پذیر است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- قیمت بالایی دارد</li> </ul>

با مراجعه به خودروهای موجود در بازار، جدول را در مورد فنرهای به کار رفته در آنها کامل کنید.

پژوهش کنید



نام خودرو	نوع فنر در تعلیق جلو	نوع فنر در تعلیق عقب

فکر کنید



به شکل ۲۴، توجه کنید، نحوه‌ی عملکرد فنر بادی چگونه است؟



شکل ۲۴- فنر بادی و نحوه‌ی عملکرد آن

کمک فنر (ارتعاش گیر)

به تصاویر شکل ۲۵، توجه کنید. چه برداشتی از آن دارید؟



شکل ۲۵- عملکرد کمک فنر

هرگاه فنر با اعمال در اثر نیروهای عمودی که در اثر ناهمواری‌های جاده ایجاد می‌شود، جمع (jounce) شود، مقدار انرژی در آن ذخیره می‌شود، به محض حذف نیروی خارجی فنر انرژی ذخیره شده در خود را به سرعت آزاد می‌نماید و در هنگام آزاد کردن انرژی خود، چندبار ارتعاش می‌کند تا به تدریج ارتعاشات مستهلک شود. در این وضعیت چرخ و سیستم تعلیق مربوط به آن ارتعاش می‌کنند (جرم فنربندی نشده) و چنانچه ناهمواری‌های جاده پشت سر هم تکرار شود ارتعاشات فنر تشدید می‌شود و در این وضعیت تماس چرخ با جاده قطع شده در نتیجه فرمان‌پذیری، شتاب‌گیری و ترمزگیری خودرو که در اثر اصطکاک و تماس چرخ با جاده ایجاد می‌شود کاهش یافته و پایداری خودرو نیز کاهش می‌یابد.

پژوهش کنید



۱- در مورد خرابی کمک فنر و مشکلات به وجود آمده وسانحه‌های ایجاد شده، از تعمیرکاران مجرب و منابع موجود تحقیق کنید.

۲- خرابی کمک فنر در زمان حرکت خودرو و مواجهه با ناهمواری‌های پی در پی جاده چگونه مشاهده می‌شود؟

از نظر عملکرد کمک فنر در سیستم تعلیق موازی با فنر می‌باشد و مانند فنر نیروی عمودی را جذب می‌کند (شکل ۲۶). در موقع جمع شدن فنر، کمک فنر به سهولت منقبض شده، ولی در موقع باز شدن فنر، کمک فنر مقاومت نموده و با کندی باز می‌شود، میزان مقاومت باز شده کمک فنر، بستگی به مقدار جمع شده فنر و انرژی ذخیره شده در آن دارد و رابطه مستقیم بین آنها وجود دارد.

فکر کنید



با توجه به مطالب بالا به نظر شما: نحوه تست کمک فنر بر روی خودرو چگونه است؟

فکر کنید

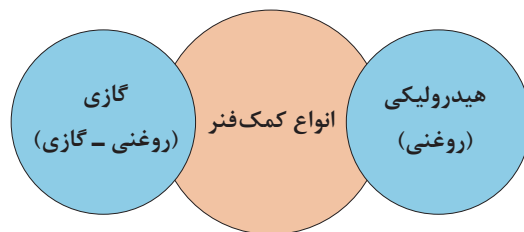


با توجه به نمودارها و تصاویر شکل ۲۶، به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
۱- کدام قطعات خودرو جزء جرم فنربندی نشده نمی‌باشند؟ نام ببرید.  
۲- با توجه به اینکه منحنی سبز رنگ، عملکرد کمک فنر مرتبط با جرم فنربندی شده و فنربندی نشده را نشان می‌دهد، در مورد تفاوت دو نمودار بحث کنید.



شکل ۲۶- عملکرد سیستم فنربندی تعلیق

معمولاً سیال کمک فنرهای مورد استفاده در خودرو نوعی روغن یا گاز ازت می باشد.



دلیل وجود گاز و روغن در کمک فنر گازی چیست؟

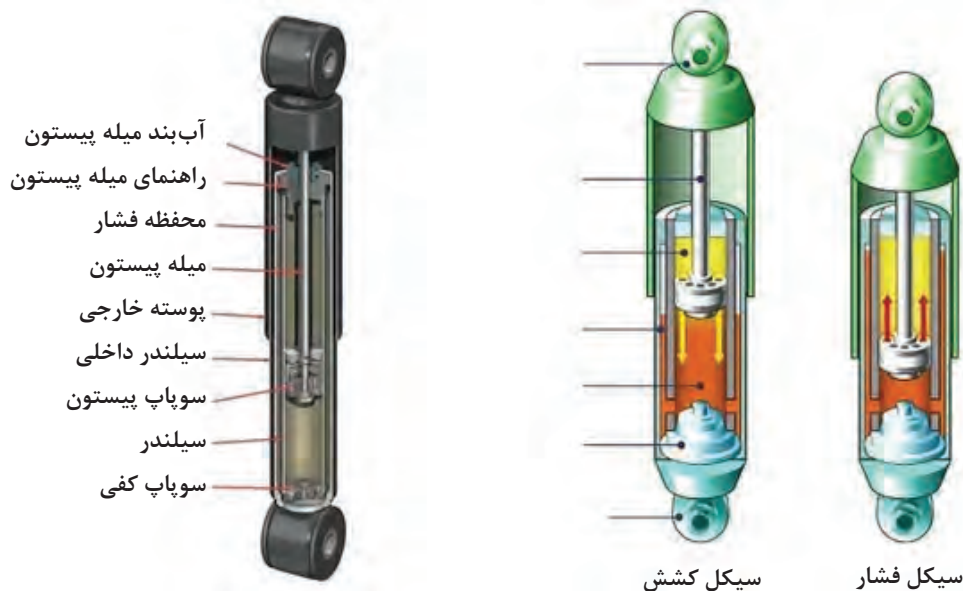
فکر کنید



فیلم آموزشی



اجزا و عملکرد کمک فنر



شکل ۲۷- عملکرد و اجزا کمک فنر هیدرولیکی

با توجه به فیلم آموزشی و تصاویر شکل ۲۸، عملکرد کمک فنر هیدرولیکی را در حالت انقباض و انبساط، در جدول درج کنید.

کار کلاسی



حالت	عملکرد
الف) انقباض	
ب) انبساط	

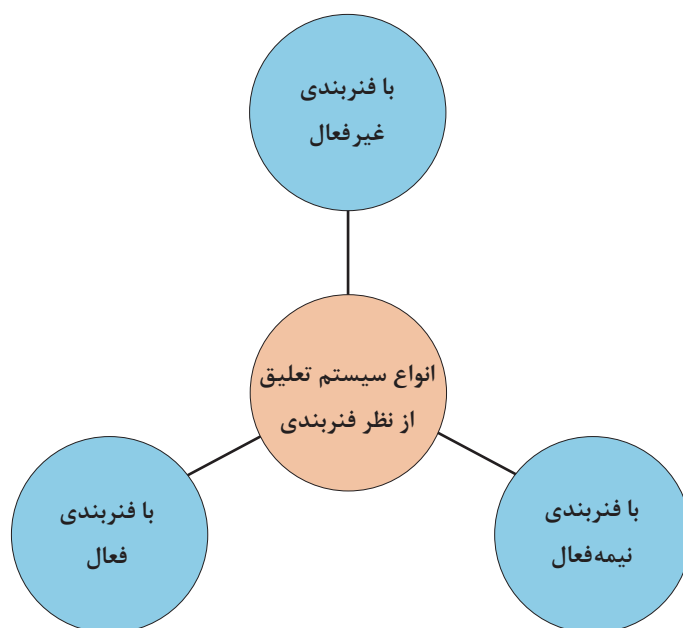
نکته: به دلیل آنکه مجاری انتقال روغن از زیر پیستون به بالای آن بزرگ‌تر از انتقال روغن از بالای پیستون به زیر آن می‌باشد، بنابراین مرحله انقباض کمک فنر سریع‌تر از مرحله انبساط آن اتفاق می‌افتد و کمک‌فنر نیروی مقاوم بیشتری در مرحله انبساط ایجاد می‌کند.

در مورد انواع دیگر کمک فنرهای به کار رفته در خودروها تحقیق و بررسی کنید.

پژوهش کنید

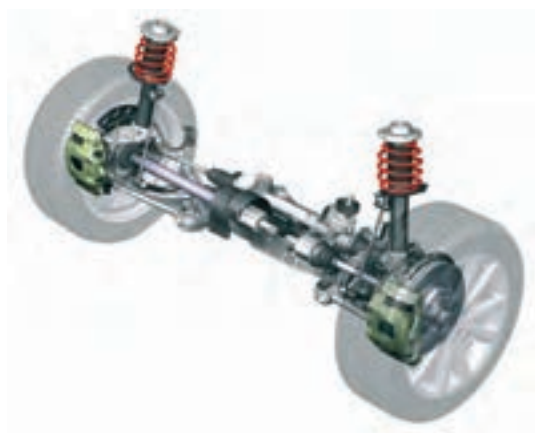


با توجه به تغییر ضریب سختی و ارتعاشی فنربندی، سیستم تعلیق دارای سه نوع فنربندی می‌باشد که در نمودار زیر نشان داده شده است.



### سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال:

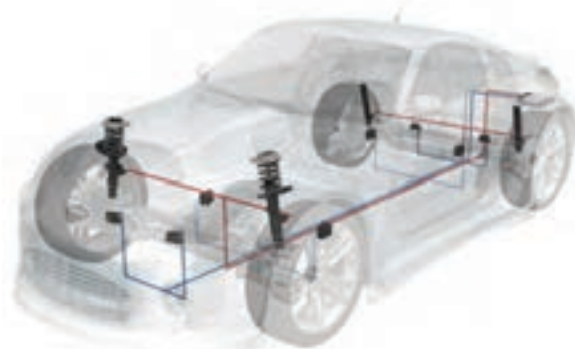
سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال که نوعی از آن در شکل ۲۸، ملاحظه می‌شود، از یک فنر جهت جذب نیروهای عمودی و نوسان‌ساز و یک کمک‌فنر به‌عنوان مستهلک‌کننده این نوسانات برای هر چرخ استفاده می‌شود. این نوع سیستم تعلیق توانایی تغییر ضرایب فنر و کمک فنر را، با توجه به تغییر شرایط جاده و رانندگی و بار را ندارد، که به آن سیستم فنربندی غیر فعال گفته می‌شود.



شکل ۲۸- سیستم تعلیق غیر فعال

### سیستم تعلیق با فنربندی نیمه فعال:

در این نوع سیستم فنربندی، ضریب سختی کمک فنر متغیر است. شکل ۲۹ نمونه‌ای از این سیستم را که ضریب سختی آن به‌صورت مکانیکی و دستی تغییر می‌کند، نشان می‌دهد. در این سیستم تعلیق از خاصیت تراکم‌پذیری گاز ازت فشرده شده به‌عنوان فنر استفاده شده است و با کنترل و جابه‌جایی مایع هیدرولیک طبیعی<sup>۱</sup> (LHM) توسط یک پمپ هیدرولیک که با فشار تقریبی ۱۰۰ bar به قسمت زیرین محفظه گاز فشرده ازت ارسال می‌گردد، به‌عنوان کمک فنر استفاده می‌شود. در این گونه سیستم‌ها می‌توان با کنترل حجم روغن ارسالی به محفظه کمک فنر، ارتفاع خودرو را به‌صورت دستی یا تغییر بار روی چرخ تنظیم نمود.



شکل ۲۹- سیستم تعلیق نیمه فعال

**سیستم تعلیق فعال:** در این نوع سیستم تعلیق، علاوه بر متغیر بودن ضریب کاهش نوسانات توسط کمک فنر، سختی فنر نیز قابل کنترل است. همچنین به جای استفاده از فنر و کمک فنر به صورت مجزا، از عملگرهای الکتروهیدرولیکی که توسط واحد کنترل الکترونیکی کنترل می گردد، استفاده می شود. این عملگر مجموع نیروی فنر و کمک فنر را تولید می نماید. شکل ۳۰، نمونه ای از این نوع سیستم تعلیق را نشان می دهد.

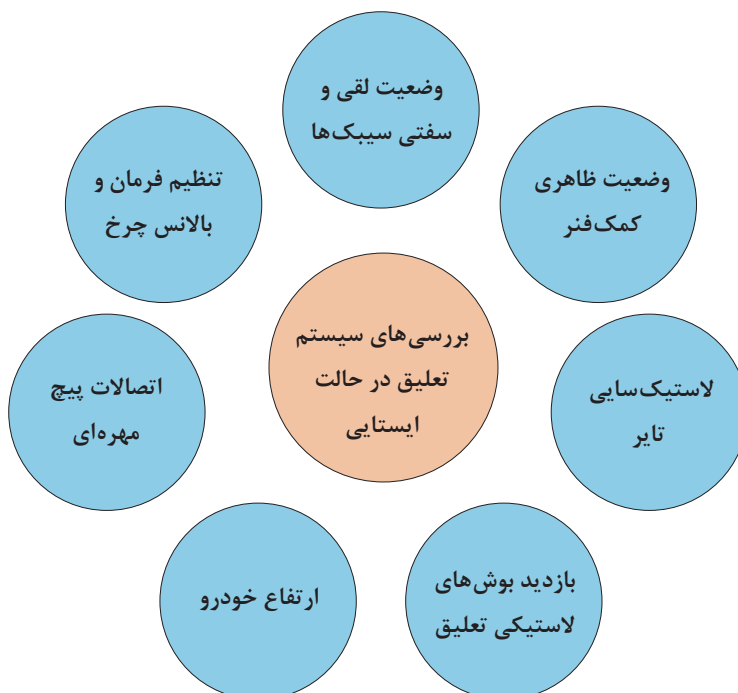


شکل ۳۰- سیستم تعلیق فعال

## روش های بررسی و رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق و ارتباط با سایر اجزا

### روش های بررسی در حالت ایستایی

نمودار زیر مهم ترین بخش های قابل بررسی در حالت ایستایی را نشان می دهد.

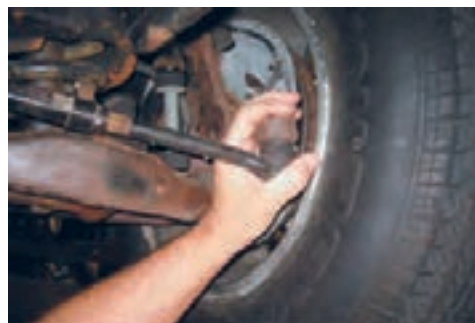




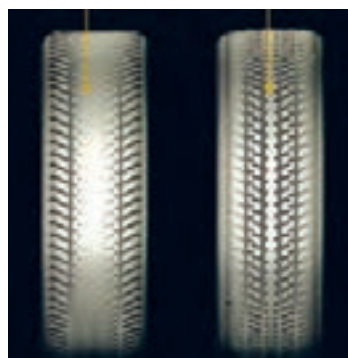
با توجه به نمودار داده شده زیرنویس تصاویر شکل ۳۱، را با راهنمایی هنرآموز، کامل کنید.



بازدید اتصالات تعلیق و فرمان



گشتاور سنجی اتصالات پیچ و مهره ای







بازدید بوش طبق



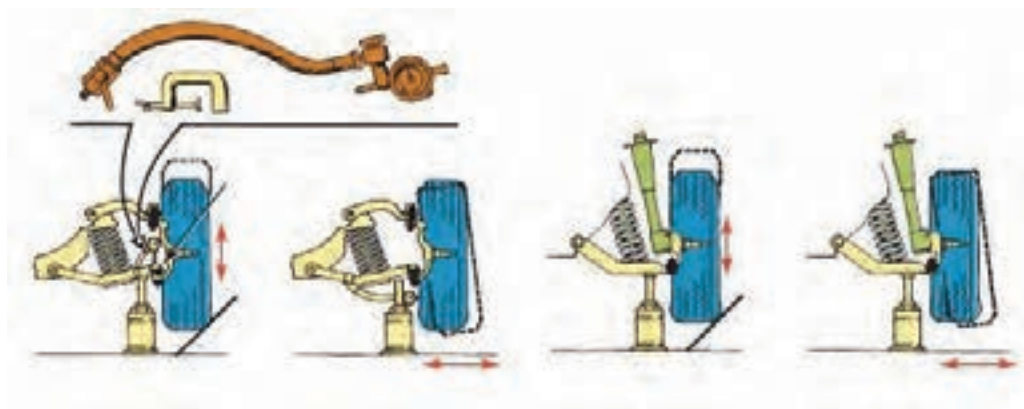
بررسی ارتفاع خودرو



بررسی زوایای چرخ



.....



بررسی لقی و خلاصی مفصل‌ها

شکل ۳۱- بررسی تعلیق در حالت ایستایی

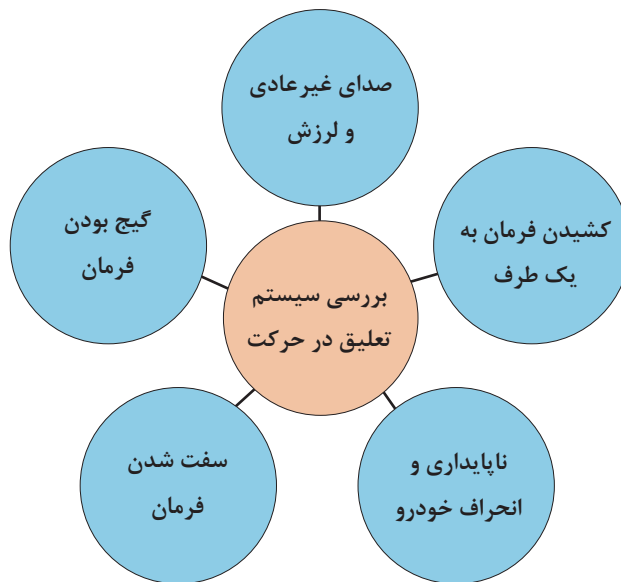
در سیستم تعلیق فعال می‌توان عملکرد حسگرها و عملگرهای مربوطه را با استفاده از دستگاه عیب‌یاب بررسی کرد.

نکته



### روش‌های بررسی در حالت حرکت

در نمودار صفحه بعد نکات مهم را که می‌توان در حالت حرکت در مورد سیستم تعلیق چرخ‌ها بررسی کرد، نشان می‌دهد.



با توجه به مشترک بودن برخی معایب در سیستم‌های مختلف، برای اطمینان از ارتباط عیب مربوطه با سیستم تعلیق، لازم است از صحت عملکرد سایر سیستم‌ها اطمینان حاصل شود. جهت اطلاع از عیوب مشترک به بخش ارتباط با سایر سیستم‌ها مراجعه کنید.

توجه



## رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق چرخ‌ها از روی خودرو

با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، برخی از روش‌های رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق از چرخ در تصاویر شکل ۳۲، آمده است.



شکل ۳۲- برخی نکات رفع عیب بدون باز کردن

برای انجام بالانس چرخ، به بخش چرخ مراجعه شود.  
برای رفع عیب در سیستم تعلیق فعال پس از بررسی عیوب با دستگاه عیب‌یاب، قبل از باز کردن اجزای مکانیکی به حسگرها و عملگرها توجه شود، چون ممکن است با تعویض آنها عیب برطرف شده باشد.

نکته

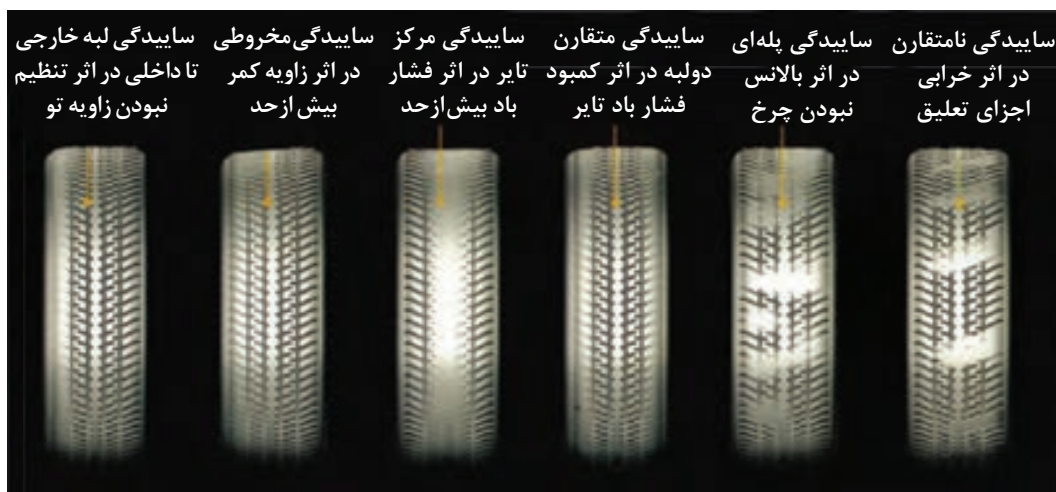


## روش‌های عیب‌یابی سیستم تعلیق چرخ‌های خودرو

هدایت مطلوب و کنترل دلخواه خودرو و پایداری و ایمن بودن خودرو و همچنین فرمان‌پذیری آن در گرو ارتباط دائمی چرخ با زمین، در شرایط مختلف رانندگی می‌باشد. که برای تحقق این شرایط، سیستم تعلیق باید برای تثبیت زوایای ایجاد شده در چرخ و کنترل و تغییرات آن در شرایط پیچ جاده کارآمد باشد و همچنین موجب کاهش انتقال بار در شرایط پیچ جاده شود و از انتقال ضربات و ارتعاشات چرخ به بدنه بکاهد و تا حد امکان بدنه را ایزوله (جدا) کند. که این موارد هم مربوط به اتصالات تعلیق از قبیل سیبک‌ها و اتصالات لاستیکی و همچنین مربوط به سالم بودن اجزای تعلیق از لحاظ فرم آنها و نیز محل بستن آنها به شاسی و بدنه از لحاظ فرم و تنظیم بودن ابعاد شاسی یا بدنه می‌باشد از این‌رو در ابتدا به شناخت سیستم تعلیق و فربندی می‌پردازیم تا کارایی و خصوصیات ذاتی فربندی و تعلیق شناخته شود و سپس در این مرحله به نحوه تشخیص عیب و عیب‌یابی بدون باز کردن سیستم تعلیق می‌پردازیم.

### ۱- لاستیک‌سایی:

یکی از علل سایش تایر، از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ و یا تنظیم غلط آن می‌باشد. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳- لاستیک‌سایی در اثر تنظیم نبودن زوایای چرخ

**یادآوری:** در مورد سایر علل لاستیک‌سایی به بخش چرخ مراجعه کنید.

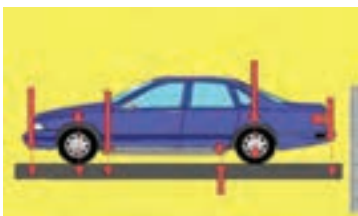
## دلایل از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ و لاستیک‌سایی

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
۱- خرابی یاتاقان‌ها و یا شل شدن مهره سر سگدست و یا خرابی محفظه یاتاقان‌های چرخ (تویی چرخ)	- لقی بیش از حد چرخ بر روی سگدست زاویه کمبر از تنظیم خارج می‌شود.	- جک زدن و بررسی لقی چرخ در صورت شل شدن مهره تنظیم پیش بار بلبرینگ‌های چرخ آن را مطابق دستورالعمل کتاب تعمیراتی خودرو سفت در غیر این صورت به تعمیرات بخش چرخ مراجعه کنید
۲- خرابی و یا لقی بیش از حد سیبک‌های محور سگدست و فرمان	از تنظیم خارج شدن زاویه کمبر وتو (toe).	سیبک محور سگدست و فرمان را بررسی کنید. در صورت مشاهده لقی در اثر شل بودن مهره سیبک، آن را سفت کنید.
۳- خرابی بوش‌های لاستیکی طبق‌ها و یا شل شدن و خرابی پیچ‌های اتصال بوش به بدنه یا رام	لقى بیش از حد بازوهای تعلیق که توسط بوش‌های لاستیکی به بدنه یا رام مفصل می‌شوند.	جک زدن و بررسی ظاهری بوش‌ها و یا حرکت جانبی و شعاعی چرخ
۴- جاکشوردگی یا تغییر شکل بدنه یا شاسی	تغییر ابعاد شاسی و تغییر زوایای هندسی شاسی	ارجاع به بخش شاسی‌کشی
۵- خرابی کمک فنر	سایش‌های نامتقارن تایر	تعویض کمک فنر

## ۲- ناپایداری خودرو (تبعیت نکردن خودرو از فرمان دادن راننده و فرمان‌های ناخواسته) در مسیر پیچ جاده و یا مسیر مستقیم

در این وضعیت احتمال ناپایداری در مسیر پیچ جاده که به صورت خارج شدن و به داخل پیچ رفتن خودرو ظاهر می‌شود. و یا در مسیر مستقیم و هنگام شتاب‌گیری خودرو به یک سمت کشیده می‌شود.

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
خرابی و یا لقی بیش از حد و یا سفتی بیش از حد سیبک‌های محور سگ‌دست کینگ‌پین و فرمان	در زمان مسیر پیچ جاده و شتاب‌گیری به دلیل خرابی سیبک‌ها زاویه تو، کستر، کمبر در اثر جابه‌جایی طبق و یا کینگ‌پین تغییر مکان کرده و فرمان ناخواسته به خودرو می‌دهد.	باجک زدن و بررسی لقی و یا گیر کردن سیبک‌ها در صورت مشاهده لقی، پیچ‌های اتصال سیبک و قسمت اتصال کینگ سیبک آن را بررسی کنید و در صورت استهلاک و خرابی سیبک چک‌لیست تعمیرات را کامل کنید.
خرابی بوش‌های لاستیکی طبق‌های تعلیق جلو همچنین خرابی بوش‌های تعلیق عقب و در صورت وجود فنرهای شمش‌ی خرابی بوش‌های لاستیکی فنرهای شمش‌ی	فرمان‌های ناخواسته در سر پیچ یا شتاب‌گیری می‌شود.	جک زدن و مشاهده بوش‌های لاستیکی و یا بررسی (وارد کردن نیرو با دست به چرخ) و کنترل لقی بوش‌ها مانند مرحله قبلی، ابتدا بررسی پیچ‌های اتصال بوش‌های لاستیکی، و در صورت شل بودن، آنها را سفت کنید در صورت خرابی در مراحل بعد توضیح داده می‌شود.
تنظیم غلط زوایای چرخ و یا جاکوردگی شاسی یا بدنه در اثر ضربه	موجب فرمان‌های ناخواسته در سرپیچ و یا شتاب‌گیری می‌شود.	بازدید ابعادی شاسی یا بدنه و کنترل زوایای چرخ مراجعه به بخش تعمیرات
خرابی و خلاصی بیش از حد جعبه فرمان و اتصالات فرمان	موجب تغییر زاویه تو (Toe) در سرپیچ‌ها و یا شتاب‌گیری می‌شود.	جک زدن و حرکت چرخ به چپ و راست و کنترل خلاصی فرمان و یا با حرکت غربیلک فرمان اتصالات فرمان، در صورت شل بودن سفت شود. در صورت خرابی جعبه فرمان و اتصالات فرمان به بخش فرمان مراجعه کنید.

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
- خرابی یاتاقان‌ها و یا شل شدن مهره سر سگدست و یا خرابی محفظه یاتاقان‌های چرخ (تویی چرخ) جلو و عقب	باعث لقی بیش از حد چرخ می‌شود.	با جک زدن و بررسی لقی بلبرینگ‌ها. (مراجعه به مبحث چرخ)
شکستن یا تغییر شکل فنر و یا خرابی کمک فنر		بازدید چشمی فنرها و کنترل ابعادی ارتفاع بدنه در ۶ نقطه نشان داده شده در شکل و مقایسه آنها با مقادیر مشخص شده در کتاب راهنمای تعمیرات خودرو در صورت مغایرت، به بخش تعمیرات سیستم فنربندی مراجعه شود.

### ۳- ناپایداری و انحراف از مسیر خودرو در موج و ناهمواری‌های جاده

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
خرابی کمک فنرها و یا بوش‌های لاستیکی دو سر کمک فنر	بازی (ارتعاش) بیش از حد چرخ در مواجهه چرخ با ناهمواری‌های پی در پی جاده	بررسی با دست و حرکت بدنه به سمت پایین و بالا در این حال پس از چند بار نوسان حالت ارتجاعی ادامه داشته و فنر سخت نمی‌گردد. در صورت شل شدن پیچ‌های اتصال کمک فنر آنها را سفت کنید یا تعویض شود. در صورت تعویض کمک فنر، به بخش تعمیرات سیستم فنربندی مراجعه شود.
تنظیم نبودن زوایه کستر	لاستیک سایی	بازدید زوایه کستر
سفتی بیش از حد فنرها و یا کار نکردن کمک فنرها (سخت شدن آنها)	زنگ‌زدگی لایه‌های فنر شمشیری و یا کج شدن میله کمک فنر	با نیروی دست بررسی شود. در صورت لزوم فنرها تعویض شود.

### ۴- سفت شدن فرمان (نیروی فرمان دادن راننده بیشتر از حد معمول است)

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
کم بودن فشار باد تایرها	افزایش سطح تماس تایر با جاده	فشار باد را تنظیم کنید
سفتی و چسبیدگی سیبک‌های تعلیق و فرمان	سفت شدن فرمان و افزایش نیروی فرمان دهی	با جک زدن و بررسی سیبک‌ها، در صورت نیاز به تعویض، به بخش تعمیرات سیستم تعلیق مراجعه شود.
خرابی جعبه فرمان	سفتی فرمان و افزایش نیروی فرمان دهی	با جک زدن زیر چرخ‌های جلو و بررسی نیروی چرخاندن غربیلک در حالت آزاد



عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
افزایش زاویه کمبر منفی و افزایش شعاع فرمان به دلیل تنظیم غلط زاویه کمبرو انتخاب رینگ و تایر غیر استاندارد (رینگ با قطر بزرگ تر و تایر پهن تر) و کاهش ارتفاع خودرو	افزایش زاویه کمبر منفی در اثر لقی یا خرابی یاتاقان چرخ، لقی بیش از حد سیبک های محور سگدست، خرابی بوش های لاستیکی طبق ها.	زاویه کمبر بررسی شود.  

## ۵- کشیدن خودرو به یک سمت مسیر حرکت

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
ناهماهنگی فشار باد تایردو سمت	سطح تماس یک تایر با جاده بیشتر است	با فشار سنج تنظیم شود.
خرابی یا لقی بیش از حد سیبک ها و یا بوش های لاستیکی یک سمت	زوایای چرخ یک سمت از تنظیم خارج می شود.	زوایای دو سمت کنترل شود.
ناهماهنگی و عدم تنظیم یکسان زوایای کمبر، کستر و تو چرخ های دوطرف	کشیدن خودرو به یک سمت	بررسی زوایای دوطرف و تنظیم یکسان تنظیم یا تعویض شوند
بلبرینگ چرخ یک سمت گیر پاژ یا سفت تنظیم شده است و یا سیستم ترمز چرخ یک طرف درگیر است.	کشیدن خودرو به یک سمت	بررسی دوران چرخ در حالت آزادگردی، به فصل چرخ و ترمز مراجعه شود.
شکستگی و یا تغییر شکل فنر یک سمت مخصوصاً فنر چرخ عقب	کشیدن خودرو به یک سمت	بررسی فاصله هرسمت با زمین

## ۶- گنج بودن فرمان و یا نبود احساس مطلوب راننده از برگشت فرمان پس از پیچیدن

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
از تنظیم خارج شدن و یا تنظیم غلط زاویه انحراف محور سگدست (کینگ پین) و زاویه کستر مثبت	گنج بودن فرمان و عدم برگشت ناپذیری فرمان پس از طی کردن پیچ	بررسی زوایا توسط زاویه سنج چرخ در صورت لزوم تنظیم شوند.
سفت بودن بیش از حد سیبک‌های فرمان و تعلیق و اتصالات فرمان و جعبه فرمان	فرمان پذیری نامناسب و برگشت نامناسب فرمان پس از طی کردن پیچ جاده	بررسی زوایا توسط زاویه سنج چرخ در صورت لزوم تنظیم شوند.
جاخوردگی شاسی و تغییر فرم محل بستن اجزای تعلیق به بدنه	فرمان پذیری نامناسب و برگشت نامناسب فرمان پس از طی کردن پیچ جاده	بررسی زوایا توسط زاویه سنج تعلیق در صورت لزوم تنظیم شوند.

## ۷- صدای غیر عادی از سیستم تعلیق در زمان مواجهه خودرو با ناهمواری‌های جاده

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
خرابی اتصالات لاستیکی مانند بوش‌های طبق و لاستیک‌های ضربه گیر میله ضد غلتش و همچنین بوش‌های کمک فنر و فلانج استرات (مونتینگ) زیر گلگیر و همچنین سیبک‌ها	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری‌های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک‌ها در صورت لزوم تعویض شوند.
خرابی یا لقی یاتاقان‌های چرخ	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری‌های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک‌ها در صورت لزوم تعویض شوند.
خرابی کمک فنر و یا شکستن فنر	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری‌های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک‌ها در صورت لزوم تعویض شوند.



## ۸- لرزش بدنه و کاهش حالت ارتجاعی آن (عدم راحتی سرنشین)

نحوه بررسی و رفع عیب	اثر	عیب
به صورت دستی یا با دستگاه رول تست میزان میرایی و سختی فنر و کمک فنر کنترل شود. در صورت لزوم تعویض شود.	<p>سختی اتاق و راحت نبودن سرنشینان خودرو</p>	استفاده از فنرهای سخت تر (ضریب سختی بیشتر) و یا خرابی کمک فنر به عبارت دیگر کار نکردن سوپاپ کمک فنر (قفل کردن)
		سفتی یا گیرپاژ کردن بوش های لاستیکی و یا سیبک ها همچنین در صورت وجود لرزش و ارتعاش خرابی لاستیک بالای فنر که جداکننده ارتعاشات و لرزش های فنر به اتاق می شود. (شکل مقابل)

با مراجعه به مراکز معاینه فنی و یا مراکز دارای دستگاه رول تست از نحوه کار این دستگاه و بررسی های به عمل آمده توسط آن مطلع شوید. (خرابی های نشان داده شده توسط این دستگاه جهت سیستم تعلیق معمولاً شامل چه اجزاء و قطعاتی می شود؟)

پژوهش کنید



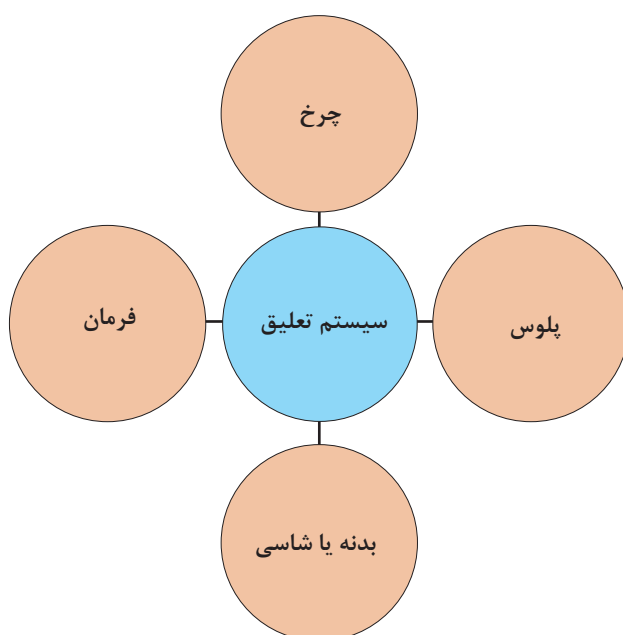
## ۹- ارتعاش زیاد بدنه و افزایش حالت ارتجاعی آن (بازی بیش از حد اتاق خودرو)

نحوه بررسی و رفع عیب	اثر	عیب
با دست و یا دستگاه رول تست بررسی شود.	بازی بیش از حد اتاق خودرو و یا چرخ ها در مواجهه با ناهمواری های جاده	خرابی کمک فنرها، در این حال کمک فنر خاصیت سفت شوندگی ندارد و یا ضریب سختی فنرها کاهش پیدا کرده و یا فنرهای ضعیف تر با ضریب سختی کمتر انتخاب شده
با دست و یا دستگاه رول تست بررسی شود.	بازی بیش از حد اتاق خودرو و یا چرخ ها در مواجهه با ناهمواری های جاده	خرابی بوش های لاستیکی و بوش های سر و ته کمک فنر

## ۱۰- تنظیم نبودن ارتفاع خودرو

عیب	اثر	نحوه بررسی و رفع عیب
شکستگی و یا خستگی فنرها در موارد استفاده از فنرهای پیچشی ارتفاع در زمان نصب فنر تنظیم نشده	ارتفاع بدنه خودرو تا زمین در حد استاندارد نیست.	با مترو یا شابلون ارتفاع سنج کنترل شود.

## ارتباط سیستم تعلیق با سایر سیستم‌های خودرو



با راهنمای هنرآموز جدول ارتباط مکانیزم تعلیق با سایر سیستم‌های خودرو را کامل کنید.

کار کلاسی



ردیف	سیستم	اثر مکانیزم تعلیق روی سیستم	اثر سیستم روی مکانیزم تعلیق
۱	مجموعه چرخ	ساییدگی تایر	فرسایش سریع قطعات صدای غیر عادی لرزش
۲	مجموعه پلوس		
۳	اتاق و شاسی	لرزش اتاق	
۴	مجموعه فرمان	کشیدن فرمان	



## آزمایش‌های سیستم تعلیق چرخ خودرو

**ابزار و تجهیزات:** خودرو - جک بالابر - دستگاه تست زاویه چرخ - جعبه ابزار مکانیکی - ابزار مخصوص - کتاب راهنمای تعمیرات - تورک متر - دستگاه عیب‌یاب - متر - دستگاه بالانس

**توجه:** تمام موارد آماده‌سازی و بررسی‌ها باید مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو موجود در کارگاه انجام شود.

- ۱- نوع سیستم تعلیق خودرو موجود در کارگاه را تشخیص داده و بازوهای نیروی عرضی و طولی و عمودی را بشناسید.
- ۲- یاتاقان‌های چرخ از لحاظ لقی و سالم بودن بررسی کنید.
- ۳- بوش‌ها و اتصالات لاستیکی را بررسی چشمی کنید.
- ۴- با حرکت چرخ به چپ و راست لقی و یا سفتی سیبک‌های فرمان و محور سگدست را بررسی کنید.
- ۵- پیچ‌های اتصالات لاستیکی به بدنه و پیچ‌های سیبک‌ها و مجموعه اجزای تعلیق را آچارکشی کنید.
- ۶- تایرها را از لحاظ نوع و فرم سایش بررسی کنید. (عیب سیستم تعلیق را از لحاظ فرم سایش تایر بشناسید).
- ۷- عملکرد کمک‌فنر را با اعمال نیروی عمودی بر روی خودروی ساکن، بدون جک زدن بررسی کنید.
- ۸- کمک‌فنر را از لحاظ ظاهری، نشستی روغن و بررسی بوش‌ها و ضربه‌گیرهای بالا و پایین بررسی کنید.
- ۹- زوایای چرخ را به صورت ظاهری و چشمی (کجی چرخ و یا کمبر بیش از حد) بررسی کنید.
- ۱۰- اجزای تعلیق را از لحاظ تغییر فرم و کج شدگی بررسی کنید.
- ۱۱- شاسی و رام که محل بستن اجزای تعلیق می‌باشد را از لحاظ تغییر فرم و کج شدگی بررسی کنید.
- ۱۲- فنرها را از لحاظ ظاهری و شکستگی بررسی کنید.
- ۱۳- در یک محل صاف و تراز ارتفاع خودرو را از زیر رکاب تا زمین با ارتفاع استاندارد که از کتاب تعمیرات خودرو به دست می‌آید، جهت خستگی فنرها یا تنظیم ارتفاع نادرست، اندازه‌گیری و مقایسه کنید.
- ۱۴- گردگیر سیبک‌ها را از لحاظ پارگی بررسی کنید.
- ۱۵- بوش‌ها و ضربه‌گیرهای لاستیکی تعلیق عقب کنید؛ با مشاهده و یا حرکت خودرو بر روی چال سرویس، سمت عقب و جلو بررسی کنید.
- ۱۶- چک لیست تعمیرات سیستم تعلیق چرخ‌ها را کامل کنید.



## روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های جلو از روی خودرو

پس از تحلیل نتایج آزمایش‌ها و اطمینان از نیاز به باز کردن مجموعه تعلیق جلو جهت رفع عیوب و انجام تعمیرات اقدام به باز کردن مجموعه می‌شود. در این بخش به روش‌های باز کردن و تعمیرات تعلیق چرخ‌های جلو می‌پردازیم.

### باز کردن تعلیق مک فرسون

پس از مرحله عیب‌یابی و بررسی نتایج حاصل از چک‌لیست تعمیرات، می‌توان به شرح زیر اقدام نمود.

– قسمت فنربندی: در سیستم تعلیق مک فرسون در زمان فرمان دادن به چرخ مجموعه فنر و کمک‌فنر به‌همراه سگدست و یاتاقان‌های چرخ حول سیبک پایین و یاتاقان زیر فلانچ گلگیر می‌چرخند. بنابراین در زمان معیوب شدن فنر و یا کمک فنر و یا فلانچ زیر گلگیر و یاتاقان کف گرد زیر فلانچ می‌باید مجموعه فنر و کمک‌فنر از روی خودرو پیاده شود. در بعضی موارد جهت باز کردن مجموعه فنر و کمک‌فنر در خودروهای محرک جلو مطابق شکل پس از جک زدن و خرک‌گذاری پیچ‌های اتصال مجموعه فنر و کمک‌فنر به سگدست را باز می‌کنیم سپس پیچ‌های اتصال فلانچ به گلگیر را باز کرده سپس مجموعه فنر و کمک‌فنر را از روی خودرو پیاده می‌کنیم. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴- برخی نقاط قابل تعمیر تعلیق مک فرسون

فکر کنید



غیر از نکات ذکر شده در چه مواردی لازم است مجموعه فنر و کمک‌فنر از روی خودرو پیاده شود؟

فیلم آموزشی



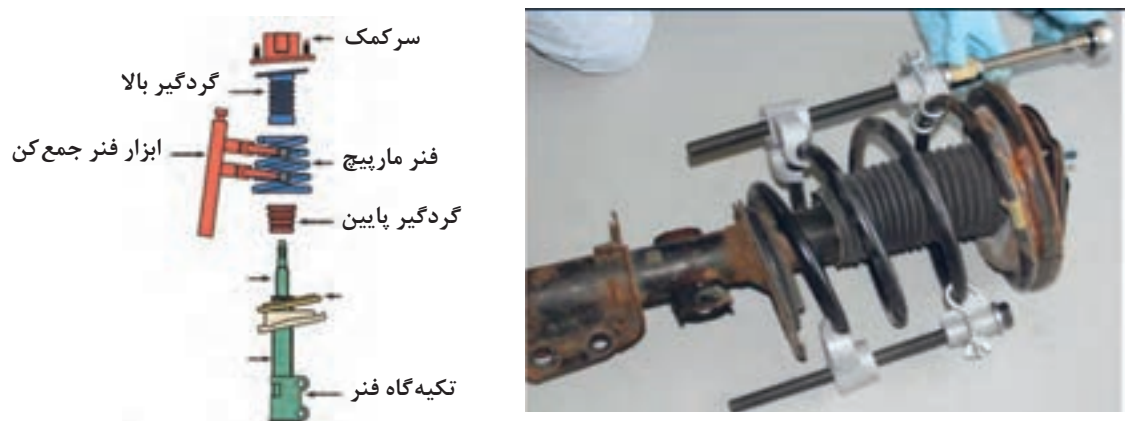
نحوه باز کردن مجموعه فنر سیستم تعلیق مک فرسون از روی خودرو

قبل از اقدام به باز کردن مجموعه فنر و کمک‌فنر، با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات خودرو جهت باز کردن آماده‌سازی لازم انجام شود.

کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم و با راهنمایی هنرآموز، زیرنویس تصاویر شکل ۳۵، که برخی از نکات مهم باز کردن مجموعه فنربندی مک فرسون را نشان می‌دهد را کامل کنید.



شکل ۳۵- برخی نکات باز کردن سیستم تعلیق مک فرسون



با توجه به فیلم آموزشی و تصویر گسترده اجزای کمک فنر مک فرسون مراحل باز کردن آن را به ترتیب بنویسید.

پس از باز کردن مجموعه فنر و کمک فنر بازدید گردگیر، نشستی روانکار کمک فنر، فنر لول و سر کمک و حتی آزمایش زیر بار کمک فنر را می توان انجام داد.



- ۱- در هنگام نصب در صورت وجود بلبرینگ عملکرد آن بررسی شود.
- ۲- در هنگام بستن فنر مارپیچی به قرارگیری روی تکیه گاه فنر دقت شود.

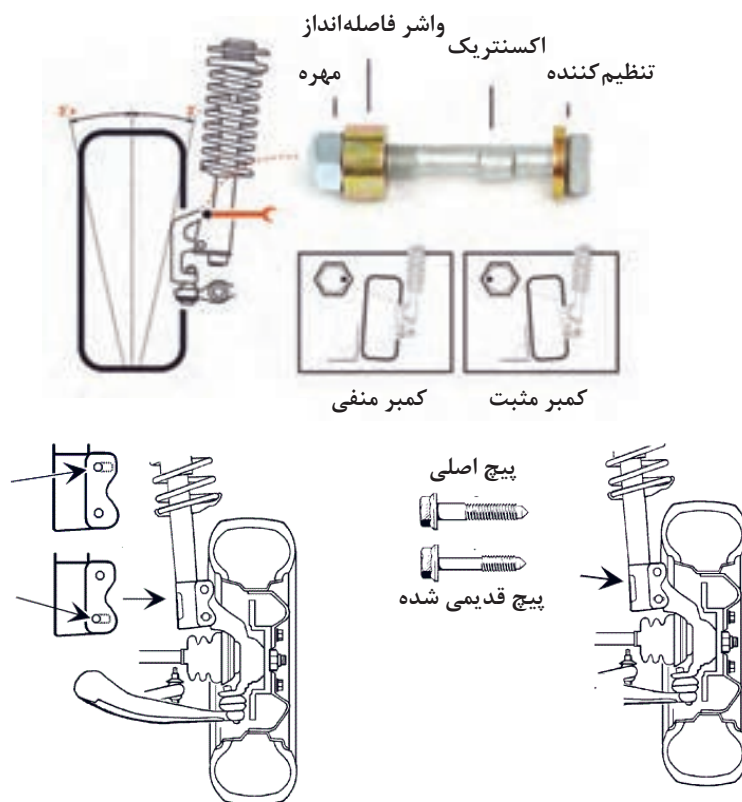


در تصاویر شکل ۳۶، زیرنویس با توجه به نکات درج شود.



شکل ۳۶- برخی نکات مهم در هنگام بستن مجموعه تعلیق مک فرسون

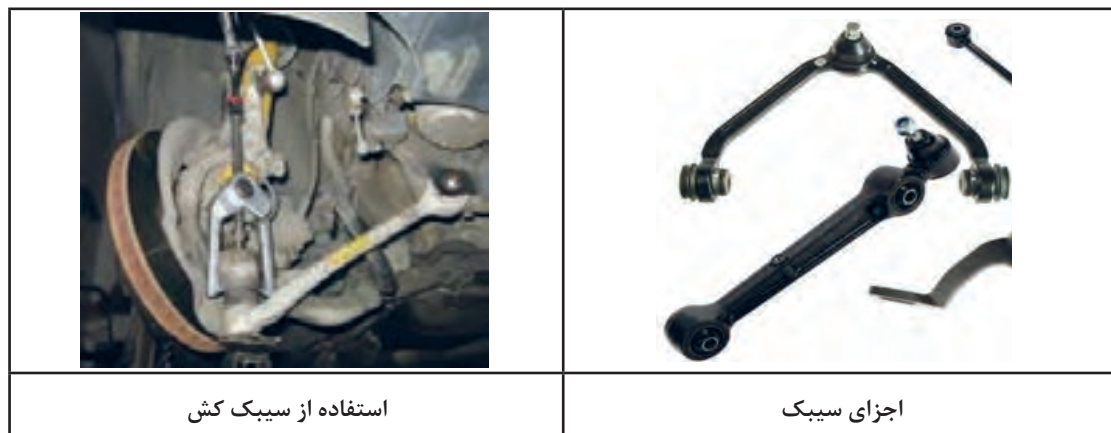
همان طور که در قبل گفته شد در خودروهای امروزی تمامی زوایا به جز زاویه سر جمعی و سر بازی (تو) بقیه زوایا قابل تنظیم نبوده و این زوایا از قبل و توسط کارخانه سازنده ایجاد می شود و به دلیل اینکه خط مرکزی محور مرکزی کمک فنر از فلانچ زیر گلگیر تا سیبک پایین به عنوان محور سگدست (محوری که چرخ حول آن فرمان می گیرد) شناخته می شود از این رو در صورت افزایش قطر جای پیچ محل اتصال سگدست به پایه کمک فنر و یا محل اتصال به گلگیر، در زوایا تغییر ایجاد می شود. لازم به ذکر است که در بعضی از خودروها مطابق شکل ۳۷ پیچ های اتصال مجموعه فنر و کمک فنر به سگدست به صورت خارج از مرکز (اکسانتریک) ساخته می شود که به وسیله آن می توان زاویه کمبر را تنظیم نمود.




شکل ۳۷- انواع روش‌های تنظیم زوایا در تعلیق مک فرسون

### باز کردن طبق پایین

هرگاه در مرحله عیب‌یابی خرابی سیبک پایین که مجموعه فنر و کمک‌فنر بر روی آن می‌چرخد و یا بوش‌های طبق تشخیص داده شد در این مورد باید طبق از روی خودرو پیاده شود (لازم به ذکر است که در مورد خرابی سیبک در موردی که سیبک با طبق یکپارچه و یا پرسی در طبق نصب می‌شود باید طبق باز شود). جهت باز کردن طبق باید اتصال سیبک به سگ‌دست توسط ابزار مخصوص سیبک کش و همچنین پیچ اتصال بوش طبق به رام یا شاسی و در صورت وجود اتصالات میله ضد غلتش و بازوی انتقال نیروهای طولی آنها را باز نمود. (شکل ۳۸)





	
جدا کردن مجموعه	باز کردن اتصالات

شکل ۳۸- برخی نکات باز کردن طبق تعلیق مکفرسون

### تعلیق طبق دار دویل:

همان طور که گفته شد این تعلیق در خودروهایی که موتور آنها به صورت طولی نصب می شود کاربرد دارد و فنرهای متداول به کار رفته در این سیستم فنرهای لول (مارپیچ) و پیچشی می باشد. در زمان استفاده از فنر مارپیچ فنر بین طبق پایین و رام تحت فشار قرار دارد. بنابراین جهت باز کردن فنر باید نکات ایمنی را رعایت کرد. همچنین درمورد استفاده از فنر پیچشی باید موقعیت فنر با طبق درگیر با فنر بررسی شود تا ارتفاع خودرو از وضعیت استاندارد خودش تغییر نکند.

### - باز کردن فنربندی:

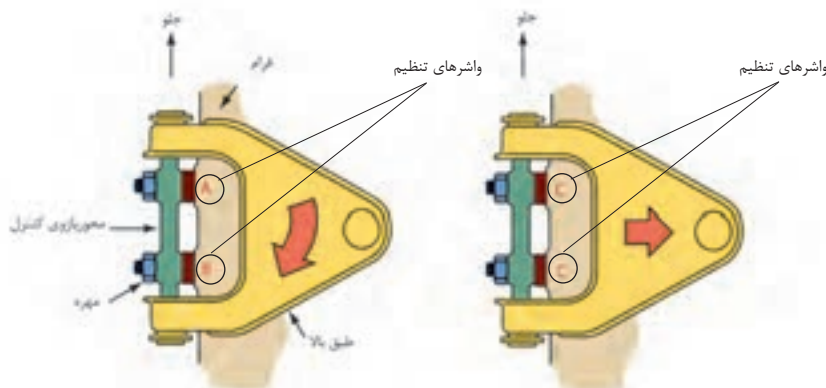
پس از انجام مراحل آماده سازی خودرو اتصالات بالا و پایین کمک فنر باز کنید. سپس با قرار دادن جک زیر طبق پایین وزن خودرو را بر روی طبق قرار دهید و پس از باز کردن سبیک فرمان متصل به سگدست و اتصال میله ضد غلتش به طبق پایین و با باز کردن مهره طبق بالا و آزاد کردن کُنیک سبیک توسط سبیک کش جک را به آرامی پایین آورید تا فنر آزاد شود. لازم به ذکر است جهت باز کردن طبق ها و تعویض بوش های لاستیکی و سبیک های طبق بالا و یا پایین، مراحل باز کردن فنر را باید انجام دهید. (شکل ۳۹)



شکل ۳۹- مجموعه تعلیق طبق دار دویل و روش تنظیم زوایا

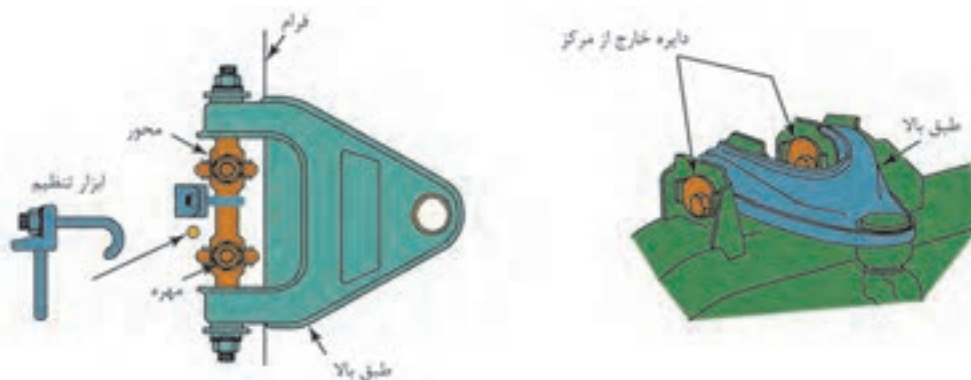


در این سیستم نیز مانند سیستم مک فرسون زوایا قابل تنظیم نمی‌باشند و در بعضی موارد مانند شکل ۳۹ با قرار دادن شیم (واشر) در زیر تکیه‌گاه طبق و محل اتصال به رام می‌توان زوایای کمبر و کستر را تنظیم کرد.



شکل ۴۰- اجزای مجموعه طبق

مطابق شکل ۴۰ با قراردادن واشرهای مخصوص نشان داده شده هرگاه واشر را به‌طور مساوی از زیر هر دو پیچ تکیه‌گاهی برداریم کمبر به سمت مثبت شدن و اگر به‌صورت عکس عمل کنیم کمبر منفی می‌شود و هرگاه واشر فقط زیر پیچی که به سمت جلو خودرو می‌باشد اضافه کنیم کستر به سمت مثبت و اگر به زیر پیچ عقبی اضافه شد. کستر منفی می‌شود. (شکل ۴۱)



شکل ۴۱- تنظیمات زوایای چرخ در تعلیق طبق‌دار دوبل

جهت کنترل زوایای چرخ می‌توان از دستگاه تنظیم فرمان استفاده کرد از آنجایی که هزینه تأمین این دستگاه بالا می‌باشد لذا با تجهیزات ارزان قیمت مانند گونیای ساده و یا زاویه‌سنج کستر و کمبردستی و پرتابل در دو نوع دیجیتال و مکانیکی (در شکل نشان داده شده است) می‌توان زوایا را کنترل کرد. (شکل ۴۲)



شکل ۴۲- ابزار مخصوص بررسی و تنظیم زوایای چرخ

درمورد ابزار مخصوص و روش‌های بررسی زوایای کمبر و کستر با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و جست‌وجو در اینترنت پژوهش کنید.

پژوهش کنید



فعالیت  
کارگاهی



### باز کردن، کنترل و بستن اجزای تعلیق چرخ‌های جلو خودرو

**ابزار و تجهیزات:** خودرو - جک بالابر - دستگاه تست زاویه چرخ - جعبه ابزار مکانیکی - ابزار مخصوص کتاب راهنمای تعمیرات - تورک متر - دستگاه عیب‌یاب - متر - دستگاه بالانس  
توجه: تمام موارد آماده‌سازی و بررسی‌ها باید مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو موجود در کارگاه انجام شود.

- ۱- مجموعه فنر و کمک‌فنر سیستم تعلیق مک‌فرسون خودرو موجود در کارگاه را باز کنید.
- ۲- پس از پیاده کردن مجموعه فنر و کمک‌فنر با استفاده از فنر جمع‌کن و یا ابزار مخصوص پس از باز کردن مهره کمک فنر و فلائچ فنر را آزاد کنید.
- ۳- یاتاقان کف گرد و یا واشر اصطکاکی زیر فلائچ را بررسی و در صورت خرابی، آن را تعویض کنید.
- ۴- طبق زیر را باز کرده و در صورت قابل تعویض بودن لزوم سیبک و یا بوش‌های طبق، آنها را تعویض کنید.
- ۵- لاستیک‌های اصطکاکی میله ضد غلتش را تعویض کنید.
- ۶- سگ‌دست و محفظه یاتاقان‌های چرخ را در سیستم مک فرسون باز کنید.
- ۷- کمک فنر و فنر را در سیستم طبق‌دار دوبل از روی خودرو باز کنید.
- ۸- بوش‌های طبق بالا و پایین را در سیستم طبق‌دار دوبل تعویض کنید.
- ۹- سیبک‌های طبق بالا و پایین را در صورت لزوم تعویض کنید.
- ۱۰- زوایای کمبر و کستر را با ابزارهای موجود در کارگاه، در هر دو نوع سیستم تعلیق کنترل کنید.
- ۱۱- سرجمعی و سربازی (زاویه تو) را با توجه به کتابچه راهنمای خودرو تنظیم کنید.  
(لازم به ذکر است پس از تنظیم زاویه تو چند بار خودرو را عقب و جلو حرکت داده و سپس فاصله جلو و عقب چرخ را کنترل کنید).

## روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های عقب از روی خودرو

پس از تحلیل نتایج آزمایش‌ها و اطمینان از نیاز به باز کردن مجموعه تعلیق عقب جهت رفع عیوب و انجام تعمیرات اقدام به باز کردن مجموعه می‌شود در این بخش به روش‌های باز کردن و تعمیرات تعلیق چرخ‌های عقب می‌پردازیم.

### روش باز کردن تعلیق میله کشنده از روی خودرو:

جهت باز کردن این نوع سیستم تعلیق به دلایل عیوبی که در جدول عیب‌یابی توضیح داده شد، می‌توان آن را به چند بخش تقسیم کرد.

جهت باز کردن فنرها و اجزای سیستم تعلیق لازم است به کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مراجعه کرد و طبق دستورالعمل سازنده خودرو عمل شود.

نکته



شکل ۴۳- مجموعه تعلیق عقب میله کشنده

### باز کردن تعلیق چرخ عقب

فیلم آموزشی



این تعلیق معمولاً در خودروهای جلو محرک به کار می‌رود. و در بعضی موارد جهت افزایش فضای صندوق عقب و کاهش حجم تعلیق از فنرهای پیچشی استفاده می‌شود که در این مورد می‌توان ارتفاع خودرو را تنظیم کرد.

**۱- باز کردن فنرها:** جهت باز کردن فنرها که معمولاً در دو نوع مارپیچ و پیچشی به کار می‌رود، پس از رعایت نکات ایمنی به نحوی که هیچ فشار و نیروی وزنی بر روی خودرو نباشد (چرخ‌ها آزاد باشند)، در نوع فنر پیچشی با باز کردن پیچ‌های محدودکننده فنر و با کمک ابزار مخصوص با ضربه فنرها را به صورت عرضی خارج کنید.

**۲- باز کردن اجزای سیستم تعلیق:** در سیستم بازوی کشنده این بازوها معمولاً با دو روش به پایه اکسل متصل می‌شوند.

- اتصال توسط یک محور به پایه اکسل که بین بازوی کشنده و محور توسط ساچمه‌های سوزنی، یاتاقان‌بندی می‌شود. عیوبی که در این نوع رایج می‌باشد خرابی ساچمه‌ها و محور که به واسطه نفوذ آب در اثر خرابی آب‌بندها می‌باشد که در این حال صدای اضافه از سیستم تعلیق شنیده می‌شود و بعضی مواقع زوایای چرخ در اثر خرابی ساچمه‌ها و محور تغییر کرده و باعث لاستیک‌سایی شدید می‌شود. (شکل ۴۴ و ۴۵)



شکل ۴۴- قطعات تعلیق با بازوی کشنده



شکل ۴۵- خرابی بوش‌ها و تأثیر آن روی چرخ



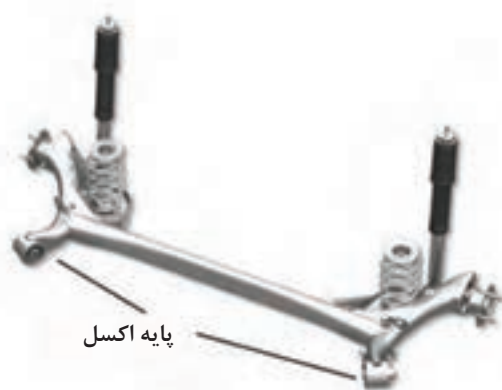
- اتصال توسط بوش‌های لاستیکی به پایه اکسل: در این حالت در اثر خرابی بوش‌های لاستیکی زوایای چرخ مطابق شکل بیش از حد منفی می‌شود.

**۳- اتصال بازوهای کشنده به پایه اکسل توسط بوش‌های لاستیکی:** جهت باز کردن بازوی کشنده و تعویض ساچمه‌های سوزنی و یا بوش‌های لاستیکی ابتدا باید فنر و کمک فنر باز شود و سپس با باز کردن پیچ‌های اتصال، بوش لاستیکی به پایه اکسل و یا نگهدارنده بازوی کشنده به محور آن را از تعلیق جدا کنید.

- ۱- در مورد عیوب به وجود آمده در تعلیق بازوی کشنده و روش باز کردن قسمت‌های مختلف آن از تعمیرکاران سیستم تعلیق (جلوبندی‌ساز) مجرب در خودروهای متداول کشور تحقیق کنید.
- ۲- با مراجعه به تعمیرکاران مجرب روش‌های تغییر ارتفاع خودرو در تعلیق عقب بازوی کشنده را پژوهش کنید.

### روش باز کردن تعلیق مرکب پیچشی (تعلیق نیمه مستقل):

همان‌طور که در قبل گفته شد این نوع تعلیق در ظاهر مانند یک تعلیق ثابت می‌باشد بنابراین در زمان معیوب شدن بازوهای کشنده آن و یا تغییر فرم آن، مجموعه از روی خودرو پیاده می‌شود. مجموعه تعلیق مرکب توسط دو پایه یا پایه اکسل که توسط دو بوش لاستیکی به تعلیق متصل می‌شود به اتاق خودرو اتصال دارد. (شکل ۴۶)



شکل ۴۶- نوعی تعلیق مرکب

در موردی که مانند شکل ۴۷، فنر و کمک فنر از هم جدا هستند بعد از باز کردن کمک فنر و فشردن بازوهای کشنده به سمت پایین فنرها آزاد و پیاده می‌شوند. و در صورت خرابی بوش‌های لاستیکی پس از باز کردن لوله‌های روغن ترمز و سیم ترمز دستی و اتصالات الکتریکی در صورت وجود سیستم ترمز ضد قفل و باز کردن پیچ‌های اتصال اکسل به پایه اکسل می‌توانید اکسل را باز کنید.



شکل ۴۷- مرکب پیچشی

روش باز کردن تعلیق با اکسل مرکب پیچشی

در مواردی که فنر و کمک فنر یک مجموعه بوده و توسط یک بازوی عمودی به زیر گلگیر متصل می‌شود مانند (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- تعلیق با اکسل میل پیچشی



جهت باز کردن فنر و کمک فنر ابتدا باید مهره کمک فنر که در داخل صندوق عقب و بالای گلگیر می باشد باز شود و سپس پیچ اتصال بوش کمک فنر در قسمت پایین باز شده و مجموعه فنر و کمک فنر از روی خودرو پیاده شود. لازم به ذکر است در قسمت بالای فنر یک لاستیک ضربه گیر می باشد که مانع از انتقال ارتعاشات به بدنه خودرو می شود.

در مورد نصب صحیح بوش لاستیکی اتصال اکسل به پایه اکسل و بدنه، در شکل قبل پژوهش کنید.

پژوهش کنید



#### ۴- روش باز کردن تعلیق چند میله ای (مولتی لینک):

همان طور که گفته شد این نوع سیستم تعلیق در خودروهای گران قیمت به کار می رود. یکی از عیوبی که در این نوع تعلیق ایجاد می شود از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ می باشد. که منجر به لاستیک سایی بیش از حد طبیعی می شود. و این موضوع در اثر خرابی اتصالات لاستیکی اجزای تعلیق و تغییر فواصل هندسی بر اثر نیروهای بیش از حد به بازوهای تعلیق می باشد.

لازم به ذکر است که در اکثر این نوع تعلیق ها در محل اتصالات پیچ هایی جهت تنظیم این زوایا موجود می باشد که پس از رفع عیب و تعویض قطعات معیوب، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو تنظیم زوایا نیز مطابق توصیه کتاب راهنما صورت می گیرد. (شکل ۴۹)



شکل ۴۹ - محل و اتصالات قابل تنظیم جهت تنظیم زوایای کمبر و سر جمعی



**باز کردن، بررسی و بستن مجموعه مکانیزم فنر بندی تعلیق چرخ عقب خودرو**  
**ابزار و تجهیزات:** خودرو - جک بالابر - دستگاه تست زاویه چرخ - جعبه ابزار مکانیکی - ابزار مخصوص  
 - کتاب راهنمای تعمیرات - تورک متر- متر - دستگاه بالانس - کمک فنر مصنوعی  
**توجه:** تمام موارد آماده سازی و بررسی ها باید مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودروی موجود در کارگاه انجام شود.

- ۱- فنرهای پیچشی یک تعلیق بازوی کشنده را پس از کنترل ارتفاع خودرو، باز کنید.
- ۲- بازوی کشنده را باز کرده و یاتاقان های سوزنی آن را بررسی و در صورت لزوم تعویض کنید.
- ۳- زوایای کمبر منفی و سرجمی چرخ را کنترل کرده و با زوایای ذکر شده در کتابچه راهنمای خودرو مقایسه کنید.
- ۴- فنر و کمک فنر سیستم تعلیق مرکب را از روی خودرو باز کنید.
- ۵- بوش های لاستیکی اکسل مرکب را تعویض کنید.
- ۶- زوایای چرخ در خودروی با اکسل مرکب را کنترل کنید.
- ۷- ارتفاع خودرو را در صورت امکان تغییر دهید.



رعایت نکات ایمنی فردی و کارگاهی در هنگام حضور در کارگاه الزامی است.



اجرای دستورالعمل ۵S در زمان حضور در کارگاه الزامی است.



## ارزشیابی شایستگی تعمیر چرخ

**شرح کار:** آزمایشات و کنترل سیستم تعلیق (تعیین سایش غیرعادی تایرها، لغزش عرضی (تعیین انحراف)، صدا و لرزش غیرعادی...) - رفع عیوب بدون باز کردن اجزای سیستم تعلیق از روی خودرو - تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر آزمایشات و کنترل کمک فنرها زیر خودرو - آزمایشات و کنترل فنرها زیر خودرو - رفع عیوب بدون باز نمودن کمک فنر و فنر از روی خودرو - تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر - پیاده کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای جلو از روی خودرو - باز کردن و کنترل اجزای سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای جلو - تعمیر و تعویض سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای جلو - سوار کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای جلو روی خودرو - تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای عقب از روی خودرو - باز کردن و کنترل اجزای سیستم تعلیق، فنر بندی و کمک فنر چرخهای عقب - تعمیر و تعویض سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای عقب - سوار کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای عقب روی خودرو - تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخهای عقب روی خودرو

**استاندارد عملکرد:** با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعملهای تعمیرات تعلیق، ضمن بررسی و آزمایشها مجموعه و انواع سیستم تعلیق، تعمیرات انواع تعلیقهای جلو و عقب خودروهای سواری موجود را انجام دهد.

### شاخصها

مشاهده روند بررسی اجزای ارتعاشی سیستم تعلیق در آزمونهای استاتیکی و دینامیکی مطابق دستورالعمل تعمیرات - مشاهده روند بررسی اجزای مکانیزم تعلیق در آزمونهای (لغزش عرضی، سایش غیرعادی، لرزش و صدای غیرعادی) مطابق دستورالعمل تعمیرات - مشاهده چک لیست تکمیل شده - مشاهده سطوح اتکای چک زیر خودرو - کنترل مراحل پیاده سازی، بررسی، تعویض و نصب سیستم تعلیق جلو مطابق دستورالعمل تعمیرات - کنترل مراحل پیاده سازی، بررسی، تعویض و نصب سیستم تعلیق عقب مطابق دستورالعمل تعمیرات - مشاهده روند کنترل نهایی سیستم تعلیق خودرو پس از انجام تعمیرات

**شرایط انجام کار:** جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، خودرو، جک بالابر، پایه های قابل تنظیم (خرک)، کمک فنرهای جلو و عقب، میله ضد غلتش (میل موج گیر)، سیبک ها، فنر، کمک فنر، طبق، بوش ها، ضربه گیرها، مجموعه محور چرخ، گردگیر، کاسه نمدها، یدکی تعلیق جلو و عقب، دستگاه لغزش عرضی، دستگاه تست کمک فنر، عمق سنج تایر، میله تنظیم دهانه چرخها

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن مجموعه تعلیق چرخ ها از روی خودرو	۲	
۲	باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ های جلو	۱	
۳	تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ های جلو	۲	
۴	باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ های عقب	۱	
۵	تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ های عقب	۲	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب یابی و رفع عیب سیستم تعلیق کنید.		۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

## پودمان ۵

### تعمیرات سیستم فرمان خودرو سواری

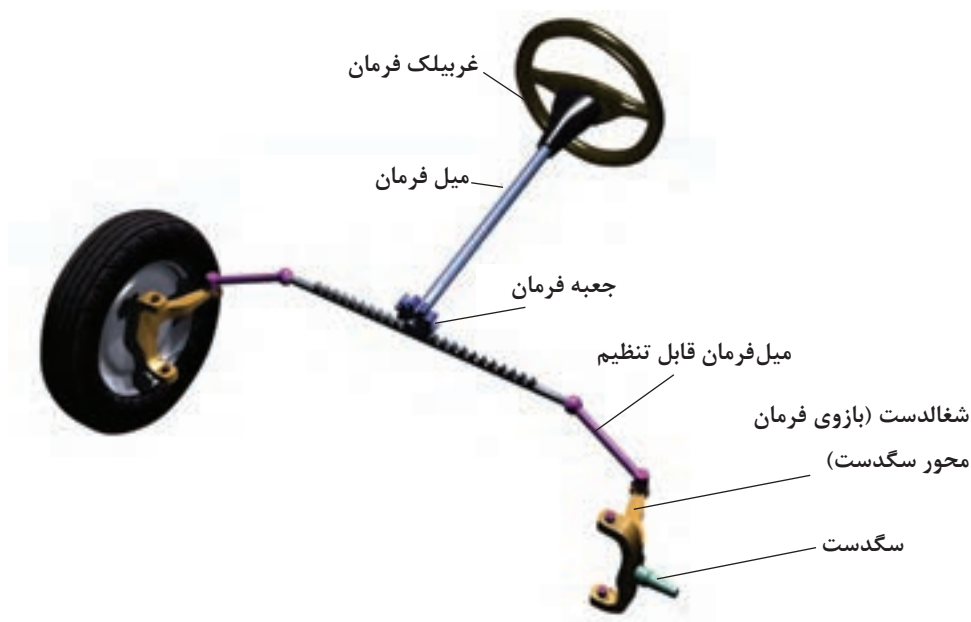


## واحد یادگیری ۶

### تعمیرات سیستم فرمان خودرو سواری

#### مقدمه

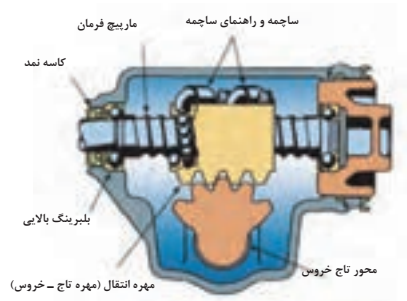
سیستم فرمان یکی از سیستم‌های مهم خودرو بوده که رابطه مستقیم با ایمنی و آسایش در خودرو دارد. از سیستم فرمان برای کنترل مسیر حرکت خودرو و هدایت آن به صورت مطلوب و پایدار در مسیر دلخواه راننده، استفاده می‌شود. سیستم فرمان باعث انتقال حرکت و نیروی دست راننده از غربیلک به چرخ‌ها می‌شود.



#### استاندارد عملکرد

هنگامی که در پایان این فصل توانایی عیب‌یابی، تعمیر و رفع عیب مجموعه جعبه فرمان مکانیکی خودروهای سواری را پیدا می‌کند.

- ۱- هدف از به کارگیری سیستم فرمان خودرو چیست؟
  - الف) حرکت خودرو در پیچ ها
  - ب) هدایت خودرو در جاده های ناهموار
  - ج) تنظیم و کنترل جهت خودرو
  - د) گردش خودرو به چپ یا راست
- ۲- چرا در خودروها فرمان تاشونده ساخته شده است؟
  - الف) متناسب با وضعیت راننده تنظیم شود.
  - ب) از برخورد فلکه با سیئه راننده جلوگیری کند.
  - ج) متناسب با وضعیت صندلی تنظیم شود.
  - د) از تجهیزات لوکس خودرو محسوب می شود.
- ۳- شکل زیر کدام جعبه فرمان را نشان می دهد؟
  - الف) جعبه فرمان دنده شانه ای
  - ب) جعبه فرمان ساچمه ای
  - ج) جعبه فرمان غلتکی
  - د) جعبه فرمان انگشتی



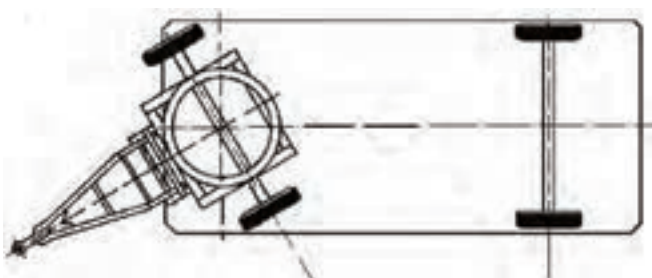
- ۴- در کدام نوع سیستم فرمان، میل واسطه به کار نمی رود؟
  - الف) مارپیچی حلزونی
  - ب) شانه ای
  - ج) مارپیچی غلتکی
  - د) مارپیچی ساچمه ای
- ۵- شکل نشان داده شده بیانگر چیست؟
  - الف) بررسی لقی طولی میل فرمان
  - ب) بررسی لقی عرضی میل فرمان
  - ج) بررسی لقی طولی محور هزار خار
  - د) بررسی لقی عرضی محور هزار خار



## وظیفه، ساختمان و انواع سیستم فرمان مکانیکی

مقدمه:

به تصاویر شکل ۱ توجه کنید. به نظر شما فرمان پذیری در گاری ها و کالسکه ها چگونه است؟



شکل ۱ - نوعی فرمان پذیری در گاری

در خودروهای قدیمی نحوه هدایت و کنترل چگونه بود؟

فکر کنید



شکل ۲، ساختمان کلی سیستم فرمان را نشان می دهد.



شکل ۲ - مجموعه فرمان و اجزای آن



با توجه به شکل، سیستم فرمان برای انتقال نیروی دست راننده به چرخ‌های فرمان‌پذیر، را به ترتیب در نمودار ۳ بنویسید.



نمودار ۳

اجزای فوق علاوه بر اینکه باعث انتقال حرکت و نیروی دست راننده از غریبک به چرخ می‌شوند، گشتاور نیروی دست راننده (جهت مقابله با گشتاور مقاوم نیروی اصطکاکی تایر با جاده) را نیز افزایش می‌دهند و باعث می‌شود که فرمان دادن به چرخ‌ها توسط راننده با نیروی کمتری صورت پذیرد.

#### نکته



نسبت افزایش گشتاور در سیستم فرمان خودروهای سواری معمولاً بین ۱۵:۱ تا ۳۰:۱ است.

#### فکر کنید



سیستم فرمان چگونه باعث افزایش نیروی دست راننده می‌شود.

### غریبک فرمان

به تصاویر شکل ۴، توجه کنید.



شکل ۴ - انواع غریبک فرمان در خودرو سبک و سنگین

#### نکته



در خودروهای امروزی در غریبک فرمان مجموعه کیسه ایمنی هوا (ایربگ) نصب می‌شود. علاوه بر آن کلیدهایی جهت کنترل بوق و سیستم‌های صوتی و تصویری و یا کروزر کنترل و کلیدهای تعویض دنده اتوماتیک نیز در آن قرار داده می‌شود.

#### پژوهش کنید



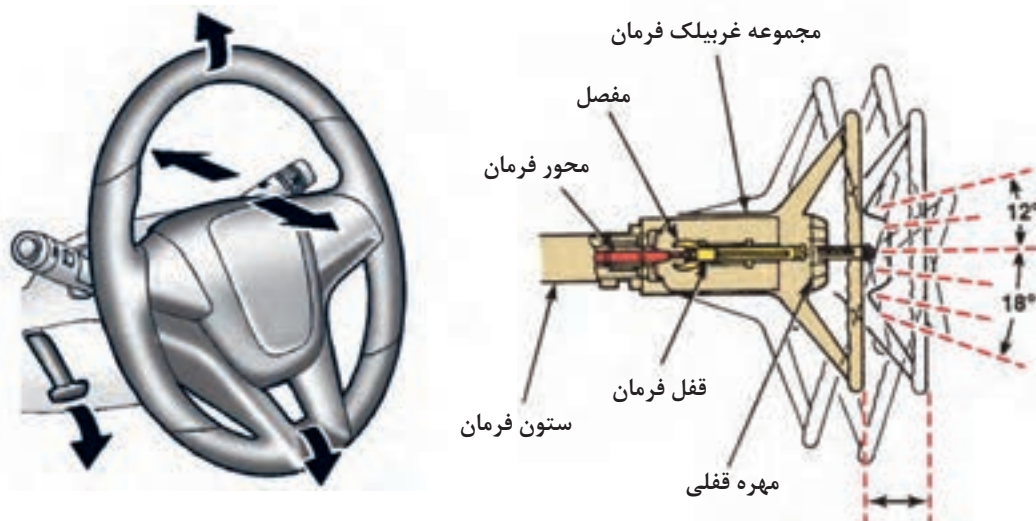
آیا تا به حال به غریبک‌های فرمان اتومبیل‌های مسابقه‌ای (فرمول ۱) توجه کرده‌اید؟ شکل ۵، نمونه‌ای از این غریبک‌ها را نشان می‌دهد. به نظر شما چه کلیدهایی روی آن تعبیه شده است؟



شکل ۵- غربلیک فرمان نوعی خودرو مسابقه‌ای

### ستون فرمان

مطابق شکل ۶، دوران غربلیک فرمان توسط یک شفت به نام میل فرمان به جعبه فرمان منتقل می‌شود. میل فرمان به دلیل طول بلند خود معمولاً در داخل لوله‌ای به نام ستون فرمان یا تاقان بندی می‌شود. در برخی از خودروها به منظور راحتی راننده، از غربلیک فرمان با قابلیت تنظیم ارتفاع و زاویه غربلیک استفاده می‌شود. شکل، غربلیک فرمان را با قابلیت تنظیم ارتفاع و زاویه به صورت دستی نشان می‌دهد.



شکل ۶ - غربلیک فرمان تلسکوپی (قابل تنظیم)

با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت در مورد سایر مکانیزم‌های تغییر زاویه غربلیک فرمان پژوهش کنید.

پژوهش کنید





معمولاً ستون فرمان جهت ایمنی راننده در زمان تصادف به صورت انعطاف پذیر و چند تکه ساخته می شود. به تصاویر شکل ۷ توجه کنید.



شکل ۷- انواع ستون فرمان

ستون فرمان چند نوع خودرو رایج را بررسی و مشخص کنید از کدام نوع است؟ کدام نوع ستون فرمان ایمنی بالاتری دارد؟ چرا؟

پژوهش کنید



در شکل ۸، چند نمونه فرمان ایمن نشان داده شده است.



میل فرمان خرطومی قابل انعطاف

ستون فرمان با چهارشاخه (تاشونده)

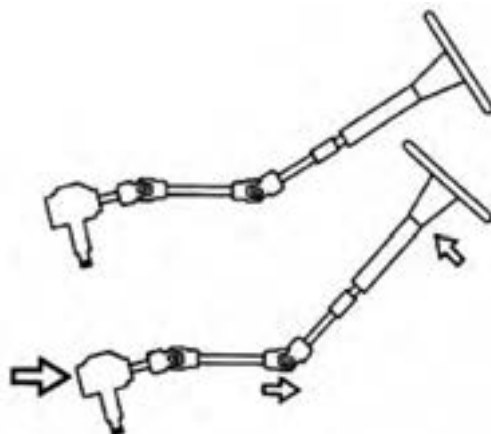
ستون فرمان لوله مشبک

شکل ۸- انواع ستون فرمان ایمن



### انواع اتصالات میل فرمان به جعبه فرمان

اگر ستون فرمان و جعبه فرمان در یک راستا نباشند چگونه می‌توان این دو قسمت را به هم متصل کرد (از شکل ۹، و اطلاعات قسمت پلوس و گاردان کمک بگیرید)



شکل ۹- کاربری چهارشاخه

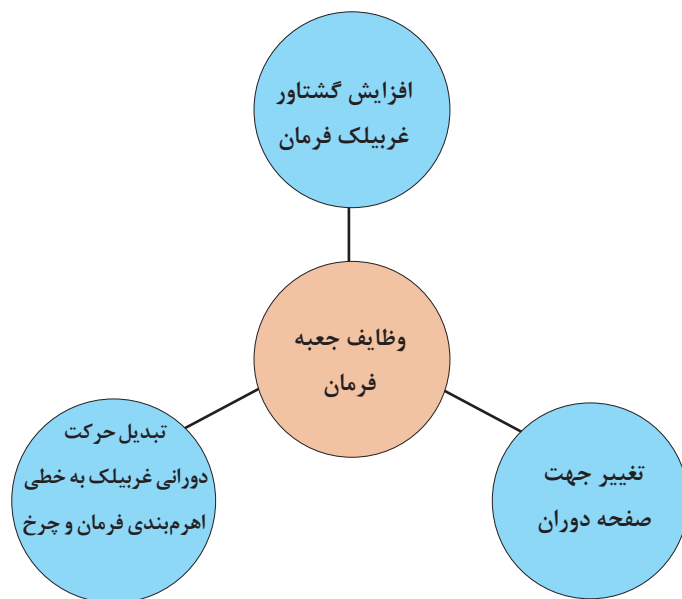
انواع اتصالات مورد استفاده برای میل فرمان به جعبه فرمان: همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود معمولاً دو نوع مکانیزم برای اتصال میل فرمان به جعبه فرمان استفاده می‌شود. یکی از آنها به صورت قفل صلیبی و دیگری نوع منجیددار است. به نظر شما کدام یک از این دو نوع می‌تواند ارتعاشات انتقالی از چرخ به غریبک فرمان را بهتر مهار کنند، چرا؟



شکل ۱۰- انواع چهار شاخه فرمان

### جعبه فرمان

جعبه فرمان یکی از اجزای اصلی سیستم فرمان است که وظایف آن در نمودار صفحه بعد آمده است.



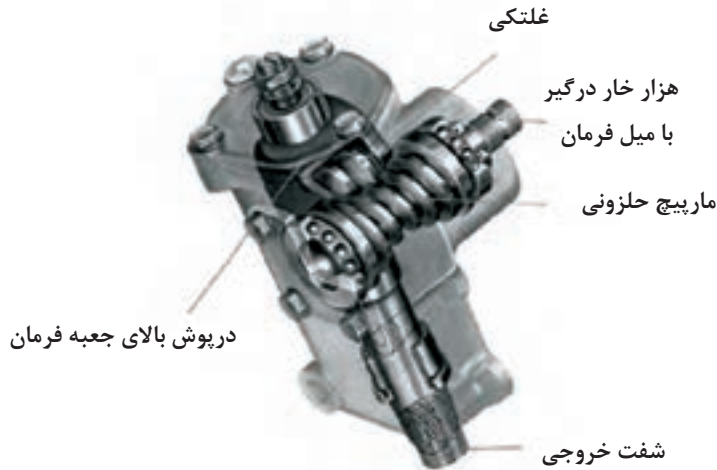
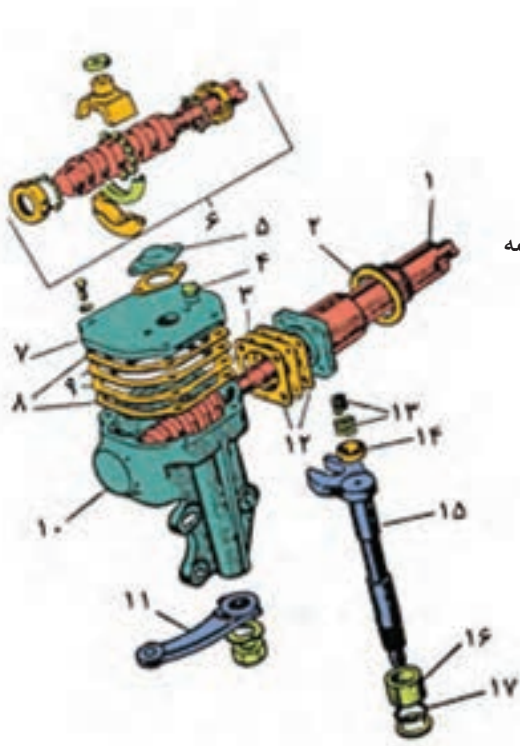
جعبه فرمان‌ها از لحاظ روش افزایش نیرو و گشتاور و راحتی راننده در فرمان دادن، به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند.

**جعبه فرمان بدون توان کمکی:** جعبه فرمان‌هایی که نیروی دست راننده فقط توسط سیستم فرمان و به صورت مکانیکی افزایش می‌یابد.

**جعبه فرمان با توان کمکی:** جعبه فرمان‌هایی که نیروی دست راننده با کمک اجزای کمکی مانند پمپ هیدرولیکی یا سیستم الکتریکی افزایش می‌یابد.

در این کتاب فقط به جعبه فرمان‌های بدون توان کمکی پرداخته می‌شود.

## انواع جعبه فرمان بدون توان کمکی در خودرو سواری

نام	تصویر
حلزونی غلتکی	
ساچمه در گردش	 <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- میل فرمان</li> <li>۲- واشر لاستیکی</li> <li>۳- واشر تنظیم</li> <li>۴- درپوش روغن</li> <li>۵- درپوش روی فنر</li> <li>۶- مجموعه مارپیچ و محفظه ساچمه</li> <li>۷- درپوش بالا</li> <li>۸- واشرهای کاغذی</li> <li>۹- واشرهای تنظیم</li> <li>۱۰- جعبه فرمان</li> <li>۱۱- اهرم هزار خار</li> <li>۱۲- واشرهای کاغذی</li> <li>۱۳- فنر ضربه گیر</li> <li>۱۴- تکیه گاه فنر</li> <li>۱۵- محور هزار خار</li> <li>۱۶- بوش محور هزار خار</li> <li>۱۷- کاسه نمد</li> </ol>



پژوهش کنید



با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات خودروهای موجود در ایران جدول زیر را کامل کنید.

نام خودرو	نوع جعبه فرمان	نوع اهرم بندی فرمان	نوع ایمنی ستون فرمان

### جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی:

نحوه عملکرد جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی و چرخ دنده شانه‌ای جدول زیر خصوصیات این نوع جعبه فرمان را نشان می‌دهد.

فیلم آموزشی



نوع جعبه فرمان	مزایا	معایب
جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- کم بودن اصطکاک وعدم افت توان جعبه فرمان که به راحتی راننده منجر می‌شود.</li> <li>- نیاز به نگهداری و تعمیر کمتر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- وزن زیاد</li> <li>- قیمت تمام شده بالا</li> <li>- مکانیزم اهرم بندی دارای اهرم بندی و مفاصل متعدد است.</li> <li>- نیاز به روانکاری بیشتر دارد.</li> </ul>
چرخ دنده شانه‌ای	<ul style="list-style-type: none"> <li>- اشغال فضای کم (خودروهای جلو محرک)</li> <li>- قیمت کمتر</li> <li>- سبکی مجموعه فرمان</li> <li>- کاهش بازوها و اتصالات مورد استفاده</li> <li>- ایمنی سیستم فرمان بیشتر است</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- محدودیت افزایش گشتاور دارد.</li> <li>- کاهش پایداری خودرو به دلیل کاهش بازوها و مفاصل</li> </ul>

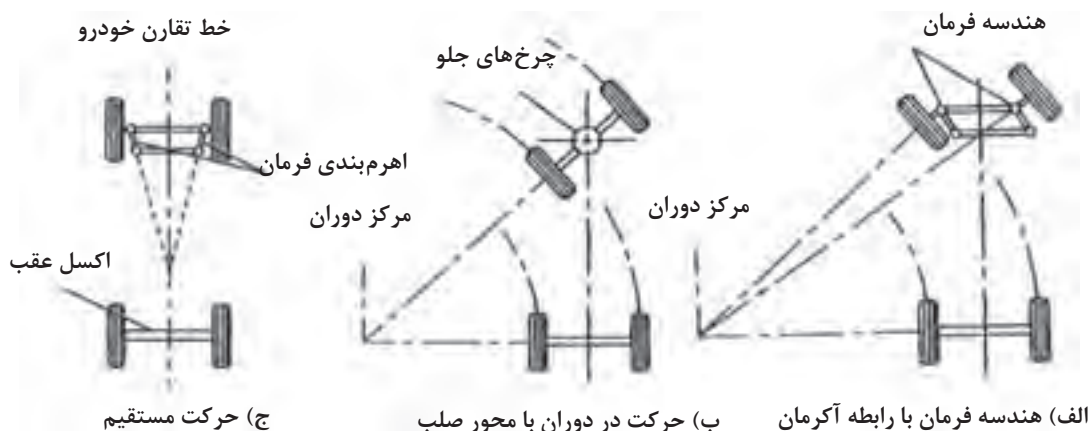
پژوهش کنید



در مورد روانکارهای مورد استفاده در جعبه فرمان‌های مکانیکی پژوهش کنید.

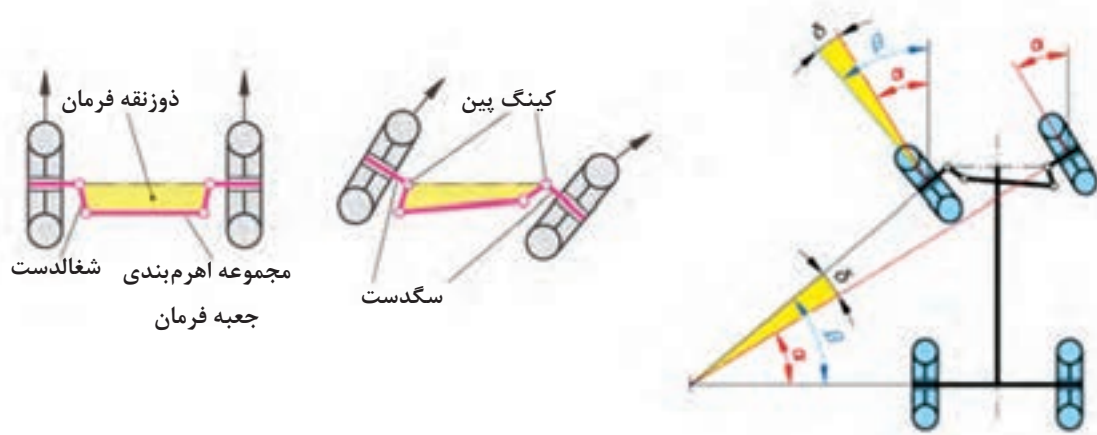


آیا در هنگام پیچیدن چرخ‌های فرمان‌پذیر داخل پیچ و خارج پیچ باید با یک زاویه بپیچند؟ از شکل ۱۱ کمک بگیرید.



شکل ۱۱- مرکز آنی خودرو و رابطه اکرمان

طبق رابطه آکرمان به منظور حرکت پایدار و مناسب خودرو هنگام طی مسیر پیچ جاده، تمام چرخ‌های خودرو باید روی دایره‌هایی هم مرکز حرکت کنند. برای این منظور در خودروها مکانیزم فرمان را به صورتی طراحی می‌کنند تا هنگام حرکت خودرو طی مسیر پیچ جاده، چرخ داخل پیچ، نسبت به چرخ خارج پیچ زاویه بیشتری داشته باشد. برای ایجاد این خاصیت از دوزنقه فرمان در مکانیزم فرمان استفاده می‌شود. (شکل ۱۲)



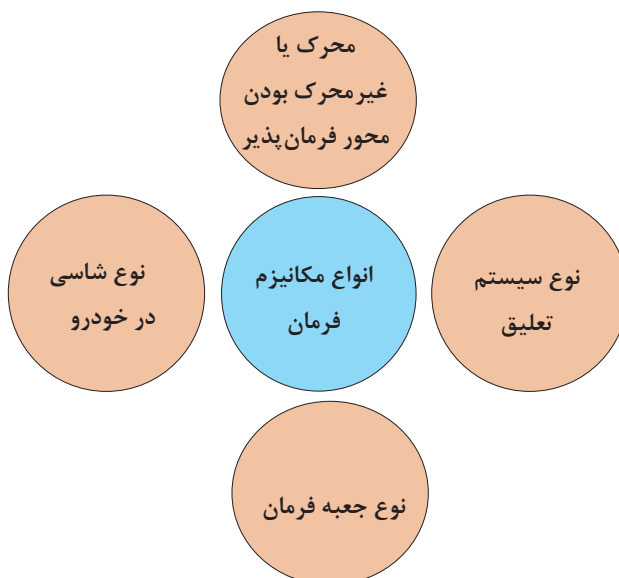
شکل ۱۲- هندسه فرمان



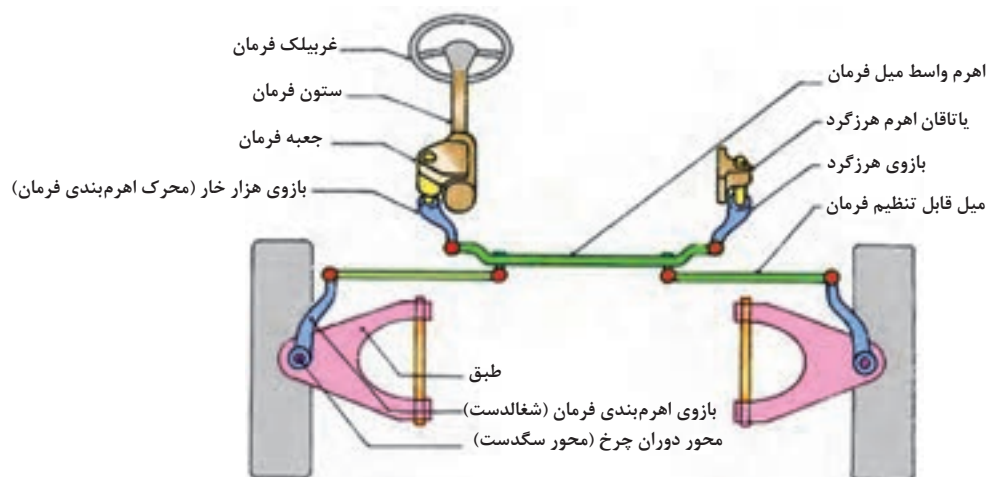
- ۱- با توجه به شکل صفحه قبل مشخص کنید دوزنقه فرمان شامل کدام اجزاء سیستم فرمان می‌باشد.
- ۲- زاویه  $\alpha$  و  $\beta$  در شکل صفحه قبل چه چیزی را نشان می‌دهد؟

### مکانیزم فرمان

مکانیزم فرمان مجموعه‌ای از بازوها و مفاصل است که وظیفه انتقال حرکت و گشتاور شفت خروجی (محور تاج خروسی یا دنده‌شانه‌ای) جعبه فرمان به سگدست را برای فرمان دادن به چرخ‌ها برعهده دارد. نمودار زیر ارتباط انتخاب نوع مکانیزم فرمان در خودروها را نشان می‌دهد.

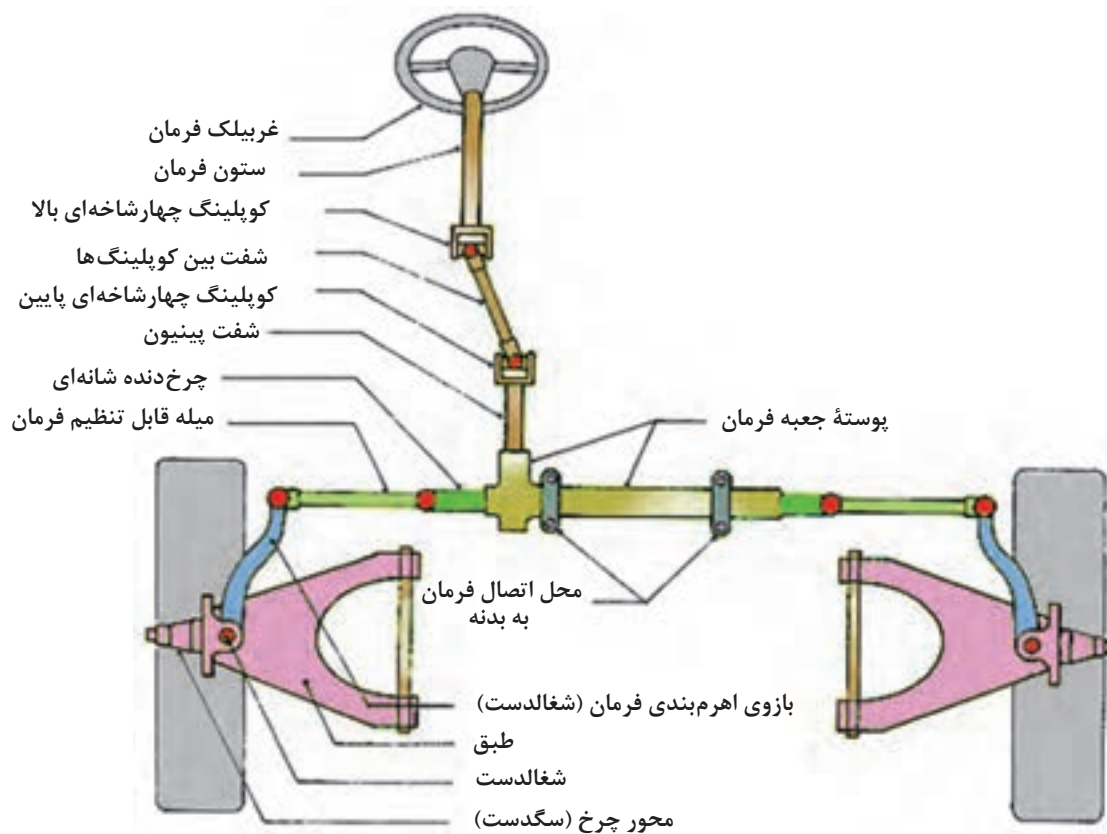


شکل ۱۳، مکانیزم فرمان به کار رفته در جعبه فرمان‌هایی که شفت ورودی آنها مارپیچی یا حلزونی و دارای محور تاج خروسی عمود بر میل مارپیچ می‌باشد، را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- اهرم‌بندی ۳ قسمتی فرمان  
مکانیزم فرمان با جعبه فرمان مارپیچی حلزونی

شکل ۱۵ مکانیزم فرمان با جعبه فرمان دنده شانه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴ - اهرم‌بندی ۲ قسمتی فرمان

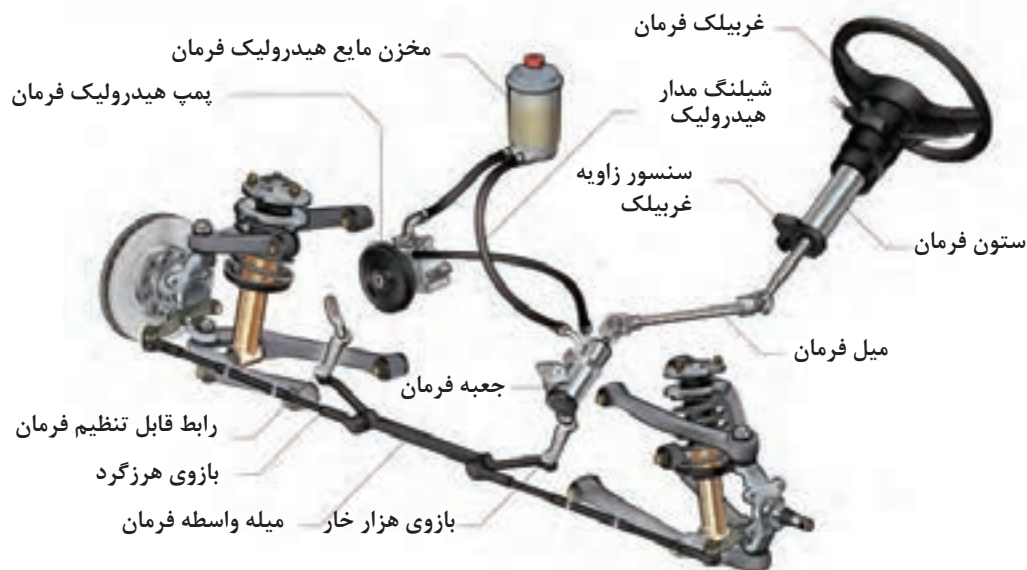
پژوهش کنید



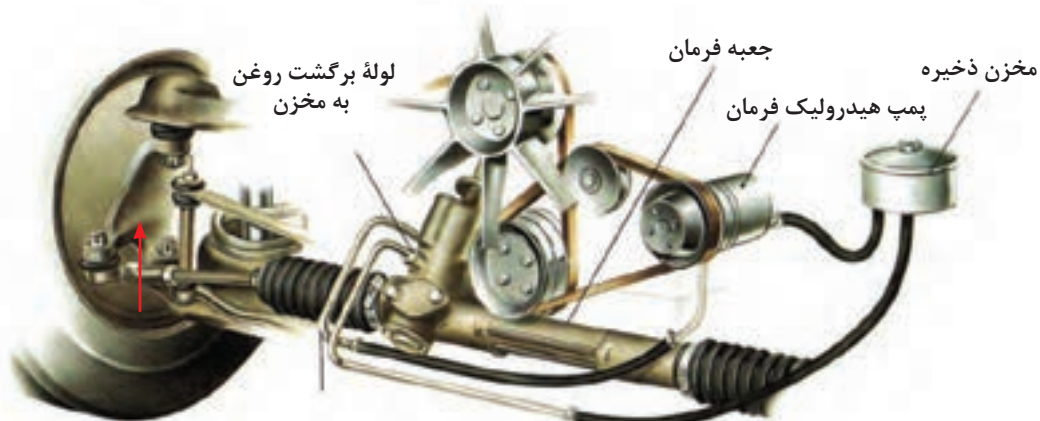
در مورد انواع دیگر مکانیزم فرمان به کار رفته در خودروها تحقیق کنید.

به شکل‌های ۱۵ و ۱۶ توجه کنید. این شکل‌ها اجزای سیستم فرمان با توان کمکی از نوع هیدرولیکی را نشان می‌دهند.





شکل ۱۵ - سیستم فرمان با توان کمکی هیدرولیکی



لوله رفت روغن از پمپ هیدرولیک به شیر هیدرولیک

شکل ۱۶ - مکانیزم انتقال نیرو به پمپ هیدرولیک فرمان

جعبه فرمان‌های با توان کمکی به سه نوع زیر تقسیم می‌شوند:

- ۱- فرمان‌های هیدرولیکی؛
- ۲- فرمان‌های الکتروهیدرولیکی؛
- ۳- فرمان‌های الکتریکی.

**فرمان هیدرولیکی:** شکل ۱۵ نمای شماتیک فرمان هیدرولیکی را با جعبه فرمان حلزونی نشان می‌دهند. مطابق شکل ۱۶ در این مکانیزم از فشار هیدرولیکی تولید شده توسط پمپ هیدرولیکی، برای کمک به حرکت چرخ‌دنده شانه‌ای و کاهش نیروی دست راننده استفاده می‌شود. این پمپ نیروی مورد نیاز خود را توسط تسمه و پولی از میل‌لنگ موتور دریافت می‌کند.

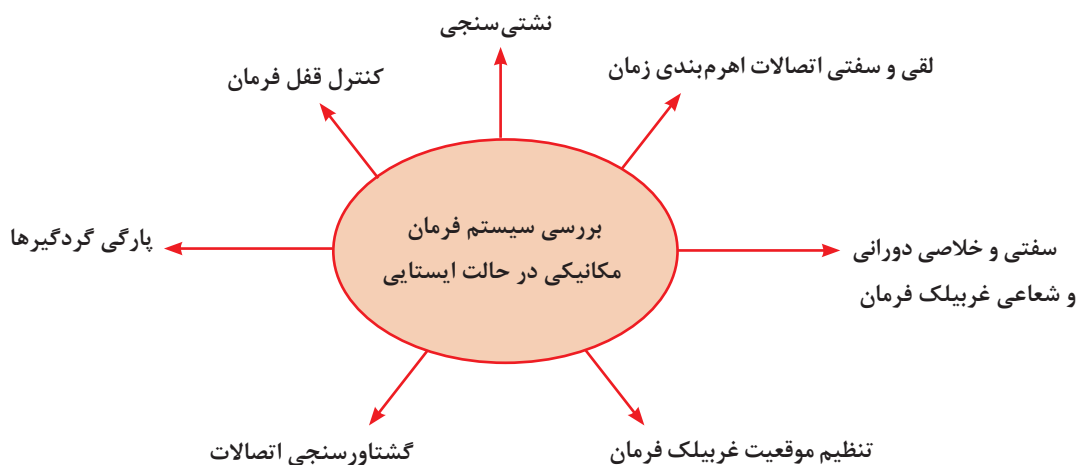
فشار هیدرولیکی، مطابق شکل‌های ۱۶ و ۱۷، توسط تجهیزاتی مشابه که به جعبه فرمان دنده‌شانه‌ای افزوده شده است، که توان سیستم فرمان را افزایش می‌دهد. از این رو روی شفت ورودی جعبه فرمان، یک شیر هیدرولیکی نصب شده است، که با دوران غربیلک فرمان، موقعیت آن (شیر) تغییر می‌کند و باعث می‌شود روغن هیدرولیک وارد جک هیدرولیک گردد.

این روغن با توجه به جهت دوران غربیلک به یک سمت جک اعمال و باعث حرکت جک می‌شود. از آنجایی که پیستون جک به چرخ‌دنده‌شانه‌ای متصل است، چرخ‌دنده‌شانه‌ای نیز به همراه جک حرکت می‌کند و باعث فرمان‌دهی چرخ‌ها با نیروی بیشتری می‌شود.

## روش‌های بررسی و عیب‌یابی سیستم مجموعه فرمان در

### حالت ایستایی و حرکتی خودرو

نمودار زیر بررسی‌های مجموعه فرمان را نشان می‌دهد.



**۱- نشتی‌سنجی:** عموماً مجموعه‌های فرمان مکانیکی نشتی خاصی ندارند البته در جعبه فرمان از نوع ساچمه‌ای در گردش گاهی احتمال نشتی روانکار به وجود می‌آید. با مشاهده اطراف جعبه فرمان وجود روانکار مربوطه به خود جعبه فرمان را بررسی می‌کنیم.

**۲- کنترل پارگی گردگیرها:** همان‌طور که در بخش‌های مختلف سیستم تعلیق (همین کتاب) و پلوس (کتاب تعمیر جعبه دنده و دیفرانسیل که ذکر شد) گردگیرها نقش مهمی در افزایش طول عمر سیستم دارند. بررسی سلامت گردگیرها همواره از نکات مهم در بازدید سیستم فرمان می‌باشد. در سیستم فرمان عموماً گردگیرهای سیبک‌ها و گردگیرها در جعبه فرمان چرخ دنده‌شانه‌ای باید مورد بررسی قرار گیرد.

**۳- کنترل قفل فرمان:** برای این منظور با خارج کردن سوئیچ خودرو و چرخاندن حداکثر به میزان نیم‌دور غربیلک فرمان در صورت سالم بودن مجموعه قفل فرمان، فرمان باید قفل شود در غیر این صورت مجموعه قفل فرمان معیوب است و باید تعویض گردد.

۴- روش بررسی لقی اتصالات اهرم‌بندی فرمان : کنترل لقی اتصالات اهرم‌بندی به روش‌های مختلفی مانند حرکت غربیلک فرمان، چرخ و یا سبک فرمان و میزان خلاصی اهرم‌بندی فرمان را می‌توان مشاهده کرد.

۵- بررسی سفتی و خلاصی فرمان: با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات میزان نیروی مورد نیاز برای چرخش فرمان را یافته و با کمک نیروسنج بررسی شود.



۶- گشتاورسنجی اتصالات: لازم است با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات تمام اتصالات مجموعه فرمان، گشتاورسنجی شوند.

فکر کنید

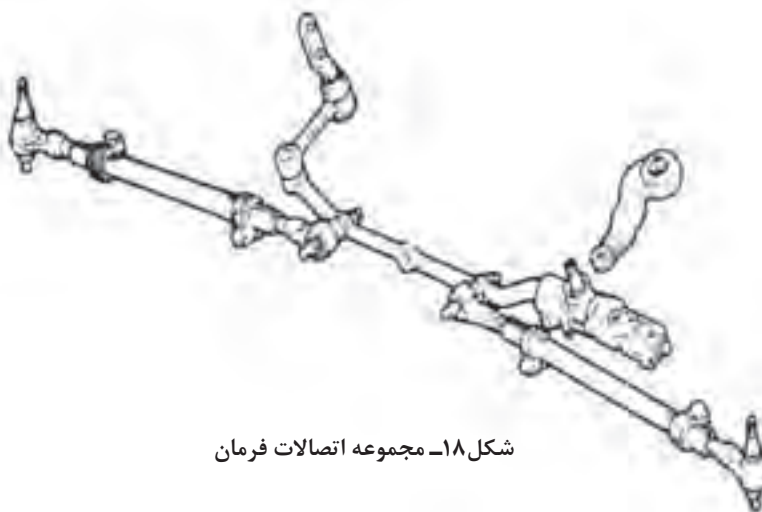


به نظر شما چرا گشتاورسنجی غربیلک فرمان اهمیت دارد؟ اگر گشتاور کمتر از حد مجاز باشد چه مشکلی بروز می‌دهد؟

کار کلاسی



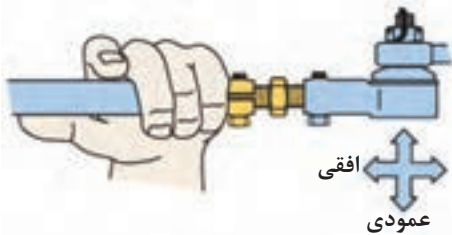
با بررسی شکل ۱۸، و با راهنمایی هنرآموز، نقاط ضروری جهت گشتاورسنجی، بدون باز کردن از روی خودرو را علامت بزنید.

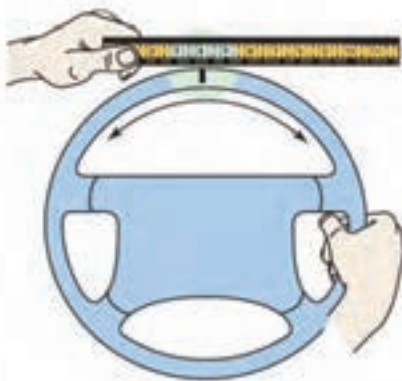


شکل ۱۸- مجموعه اتصالات فرمان



با توجه به مطالب ذکر شده و راهنمایی هنرآموز زیر نویس تصاویر شکل ۱۹ را کامل کنید.







روش کنترل لقی اتصالات اهرم بندی و یا خلاصی فرمان

شکل ۱۹ - نکات مربوط به بررسی بدون باز کردن مجموعه فرمان

### روش رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه جعبه فرمان

در صورت مناسب نبودن گشتاور اتصالات فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات با گشتاور مورد نظر سفت شود (شکل ۲۰).



شکل ۲۰ - سفت کردن اتصالات جعبه فرمان

در صورت کم بودن مقدار روانکار موجود در جعبه فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات پس از انتخاب روانکار مناسب آن را به میزان مناسب اضافه می‌کنیم.

### تنظیم موقعیت غربیلک فرمان

با توجه به نوع غربیلک فرمان، در حرکت مستقیم غربیلک فرمان نباید مانع دید راننده روی صفحه نشان‌دهنده‌ها شود. بنابراین در صورت تنظیم نبودن موقعیت غربیلک فرمان چرخ‌ها را در حالت مستقیم قرار داده و غربیلک را خارج کرده و مجدداً تنظیم کنید. شکل ۲۱، تنظیم موقعیت غربیلک را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱ - تنظیم موقعیت غربیلک فرمان

### روش تنظیم خلاصی جعبه فرمان خودرو

در کلیه جعبه فرمان‌ها جهت تنظیم خلاصی غربیلک فرمان محل تنظیم وجود دارد که پیش بار فنر را می‌توان از آن محل تنظیم کرد. این تنظیم به دو روش انجام می‌پذیرد. شکل ۲۲، این دو روش را نشان می‌دهد.



	
<p>با کمک شل و سفت کردن پیچ</p>	<p>جعبه فرمان دنده شانه‌ای</p>
	
<p>با کمک شیم گذاری پشت فنر راهنمای چرخ دنده شانه‌ای</p>	<p>جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش</p>

شکل ۲۲ - نحوه تنظیم خلاصی جعبه فرمان روی خودرو با استفاده از نیروسنج یا تورک متر

### جدول عیب‌یابی سیستم فرمان مکانیکی

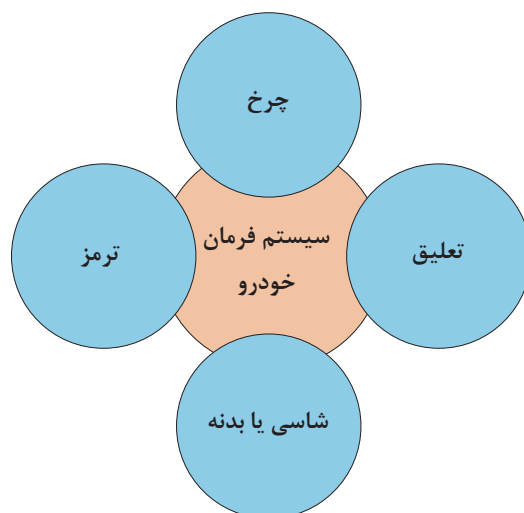
شرح عیب	علت احتمالی	رفع عیب
خلاصی غریبک فرمان بیش از حد است.	جعبه فرمان تنظیم نیست. جعبه فرمان معیوب است. اهرم‌بندی و سیبک‌ها لقی بیش از حد دارند.	تنظیم شود. تعمیر شود. بررسی و تعویض شود.
لقى شعاعی غریبک فرمان بیش از حد مجاز است.	یاتاقان‌بندی یا واشر نمدی ستون فرمان معیوب است. هزار خاری یا مخروط (کونیک) غریبک یا میله فرمان معیوب است.	تعویض شود. تعویض شود.

فرمان سفت می چرخد.	جعبه فرمان تنظیم نیست. جعبه فرمان معیوب است. روانکار جعبه فرمان بررسی شود. سیبک‌ها بیش از حد سفت‌اند. فشار باد تایرها کم است.	تنظیم شود. تعمیر شود. روانکار اضافه شود. تعویض یا در صورت امکان گریس کاری شود.
زمان عکس‌العمل فرمان زیاد است.	خلاصی مجموعه فرمان زیاد است.	بررسی شود.
برگشت فرمان مناسب نیست.	سیبک‌ها بیش از حد سفت‌اند.	تعویض یا در صورت امکان گریس کاری شود. تنظیمات جعبه فرمان انجام شود.

برای کنترل مجموعه فرمان طبق جدول بالا عمل کرده و در صورت مشاهده هر خرابی در سیستم فرمان، آن را برطرف کنید.

## ارتباط با سایر سیستم‌های خودرو

نمودار زیر سایر سیستم‌های مرتبط با مجموعه فرمان را نشان می‌دهد.



پس از بحث کلاسی و با راهنمایی هنرآموز جدول ارتباط مکانیزم تعلیق با سیستم فرمان خودرو را کامل کنید.

کار کلاسی



ردیف	سیستم	اثر مجموعه فرمان روی سیستم	اثر سیستم روی مکانیزم فرمان
۱	مجموعه چرخ	ساییدگی تایر	سفت شدن فرمان کشیدن فرمان خلاصی غربیلک گیج بودن فرمان لرزش فرمان
۲	بدنه یا شاسی	لرزش اتاق	
۳	مجموعه ترمز	بی اثر	

**ابزار و تجهیزات:** خودرو - کتاب راهنمای تعمیرات - جک بالابر - جعبه ابزار مکانیکی - ساعت اندازه گیر و پایه، خط کش - نیروسنج - تورک متر - روانکار مناسب جعبه فرمان

۱- بررسی و گشتاورسنجی اتصالات پیچ و مهره‌ای مجموعه فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۲- بررسی لقی شعاعی غربیلک فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۳- بررسی نشستی‌ها و پارگی گردگیرهای مجموعه فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۴- بررسی میزان روانکار جعبه فرمان و اتصالات سبک (در صورت نیاز) مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۵- تنظیم موقعیت غربیلک فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۶- تنظیم سرجمعی و یا سربازی (زاویه تو) مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

۷- چک لیست اطلاعات تعمیرات مجموعه جعبه فرمان کامل شود.

فعالیت  
کارگاهی



- هنگام حضور در کارگاه استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.

نکات ایمنی



رعایت نکات مربوط به ۵S در هنگام حضور و انجام فعالیت کارگاهی الزامی است.

نکات  
زیست محیطی



## روش باز کردن مجموعه جعبه فرمان از روی خودرو

روش باز کردن مجموعه فرمان (ستون و جعبه فرمان و اتصالات)

فیلم آموزشی



پس از انجام مراحل آماده سازی قبل از باز کردن مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود. شکل ترتیب باز کردن مجموعه ستون فرمان را نشان می دهد.

با توجه به شکل ۲۳ و راهنمایی هنرآموز ترتیب باز کردن قطعات را در شکل بنویسید.

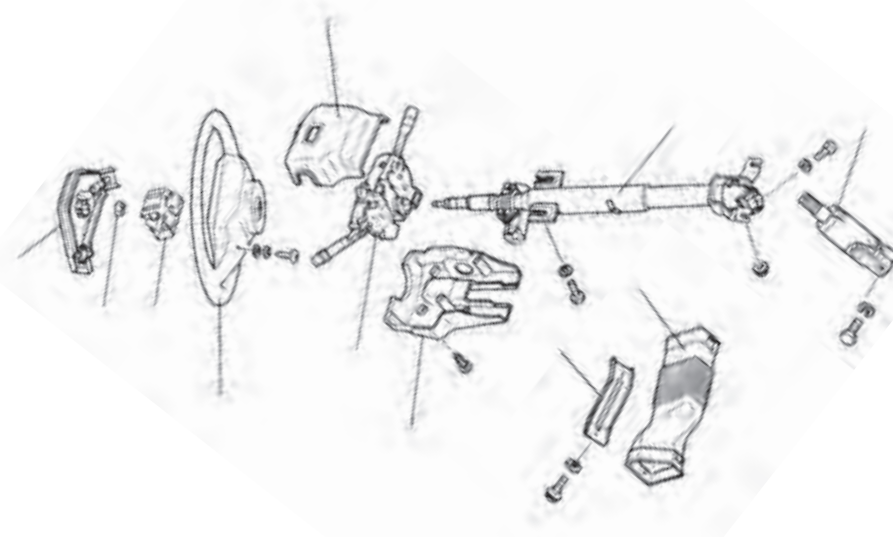
کار کلاسی







باز کردن تجهیزات جانبی از روی غربیلک فرمان



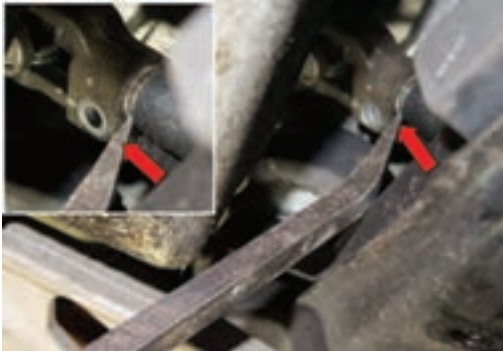

شکل ۲۳- راهنمای تعمیراتی باز کردن یک نمونه از مجموعه ستون فرمان

پس از مشاهده فیلم با راهنمایی هنرآموز زیرنویس تصاویر شکل ۲۴، در مورد برخی نکات مهم مراحل باز کردن از روی خودرو را کامل کنید.

کار کلاسی



## مراحل باز کردن جعبه فرمان از روی خودرو

	
	<p>باز کردن چهار شاخه فرمان</p>
	
	<p>جدا کردن اهرم بازوی جعبه فرمان در اهرم بندی سه تکه توسط ابزار مخصوص</p>
	
<p>خارج کردن مجموعه جعبه فرمان شانه‌ای</p>	

شکل ۴۴- نکات باز کردن جعبه فرمان مکانیکی



با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای و اینترنت یا تصویربرداری از مراحل تعمیر در تعمیرگاه، روش باز کردن جعبه فرمان از نوع ساچمه در گردش را پژوهش کنید.

## بررسی اجزای مجموعه فرمان پس از باز کردن از روی خودرو

با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات نکات قابل بررسی در مجموعه جعبه فرمان مطابق شکل ۲۵ است.

<p>بررسی لقی طولی دنده شانه‌ای</p>	<p>بررسی لقی سیبک توسط نیروسنج</p>
<p>بررسی سفتی سیبک با تورک متر</p>	<p>بررسی لقی شعاعی دنده شانه‌ای</p>
<p>اندازه‌گیری لقی - جانبی میلۀ مارپیچ</p>	

شکل ۲۵- نکات قابل بررسی در مجموعه جعبه فرمان پس از باز کردن از روی خودرو



**باز کردن و بررسی مجموعه جعبه فرمان**  
**ابزار و تجهیزات:** خودرو - کتاب راهنمای تعمیرات - جک بالابر - جعبه ابزار مکانیکی - ساعت اندازه گیر و پایه، خط کش - نیرو سنج - تورک متر

- ۱- باز کردن تجهیزات جانبی روی غریبک فرمان خودروی موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.
- ۲- مجموعه ستون فرمان خودروی موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات باز شود.
- ۳- مجموعه جعبه فرمان خودروی موجود در کارگاه مطابق کتاب راهنمای تعمیرات باز شود.
- ۴- بررسی های لازم روی ستون فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.
- ۵- بررسی های لازم روی مجموعه جعبه فرمان مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.



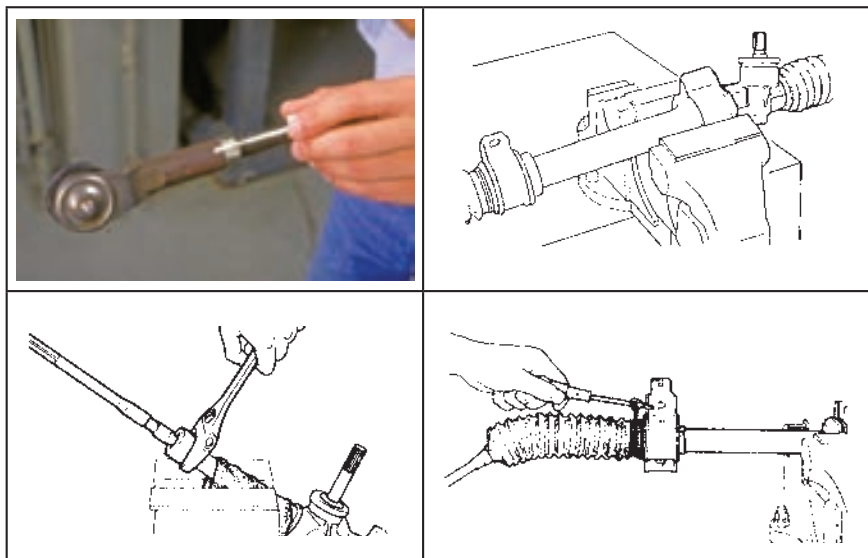
هنگام حضور در کارگاه استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.

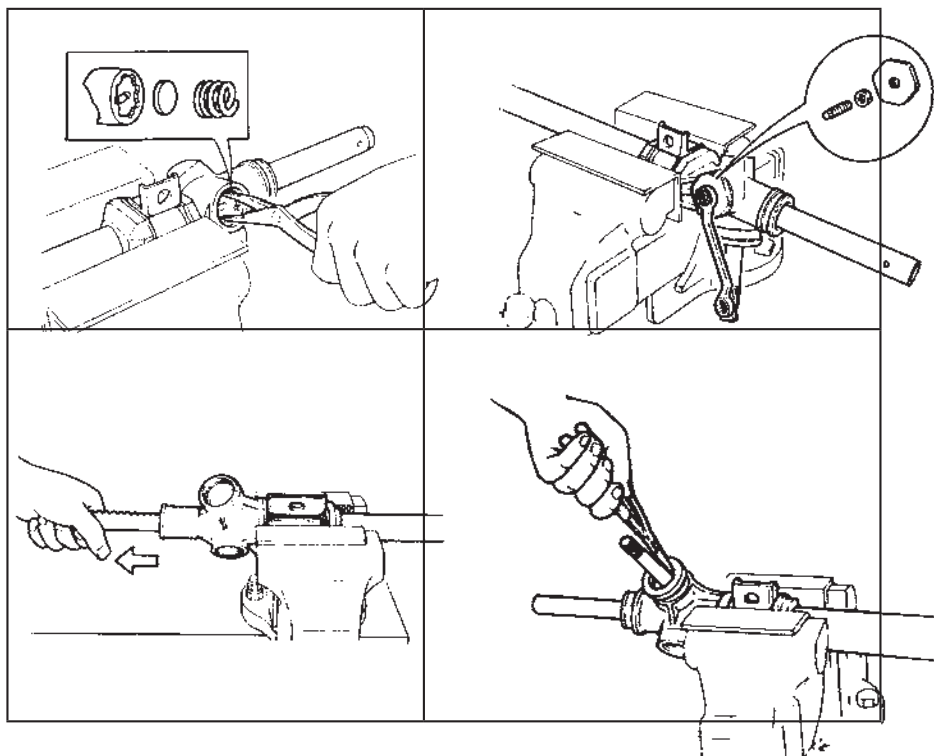


رعایت نکات مربوط به ۵S در هنگام حضور و انجام فعالیت کارگاهی الزامی است.

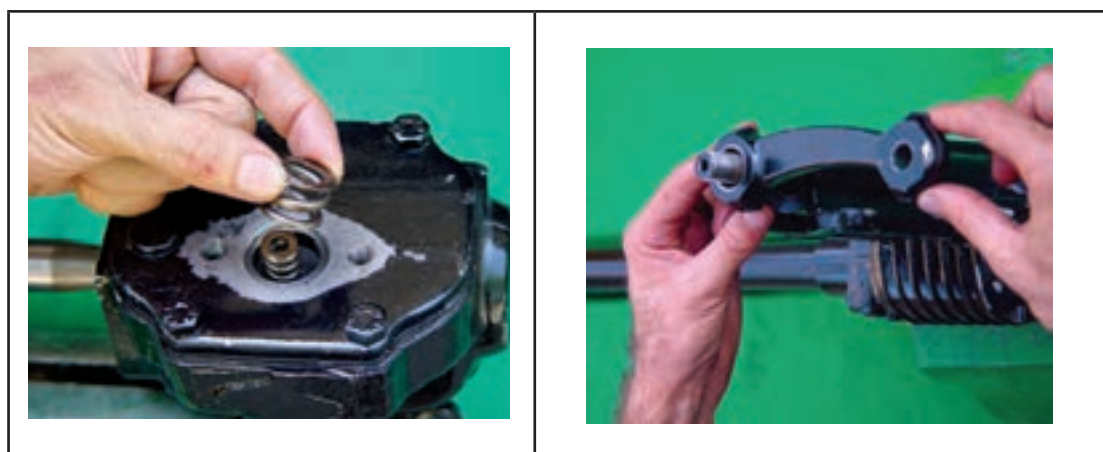
## روش باز کردن، کنترل، تعویض و تنظیم اجزای مجموعه جعبه فرمان

پس از تحلیل نتایج آزمایش ها و اطمینان از نیاز به باز کردن مجموعه فرمان جهت رفع عیوب و انجام تعمیرات اقدام به باز کردن مجموعه جعبه فرمان می شود. با توجه به تنوع جعبه فرمان نصب شده روی خودروها لازم است جهت باز کردن اجزای مجموعه جعبه فرمان مکانیکی ابتدا به کتاب راهنمای تعمیرات خودروی مورد نظر مراجعه شود. در تصاویر شکل های ۲۶ و ۲۷ نکات مهم عمومی باز کردن اجزای جعبه فرمان مشاهده می شود.

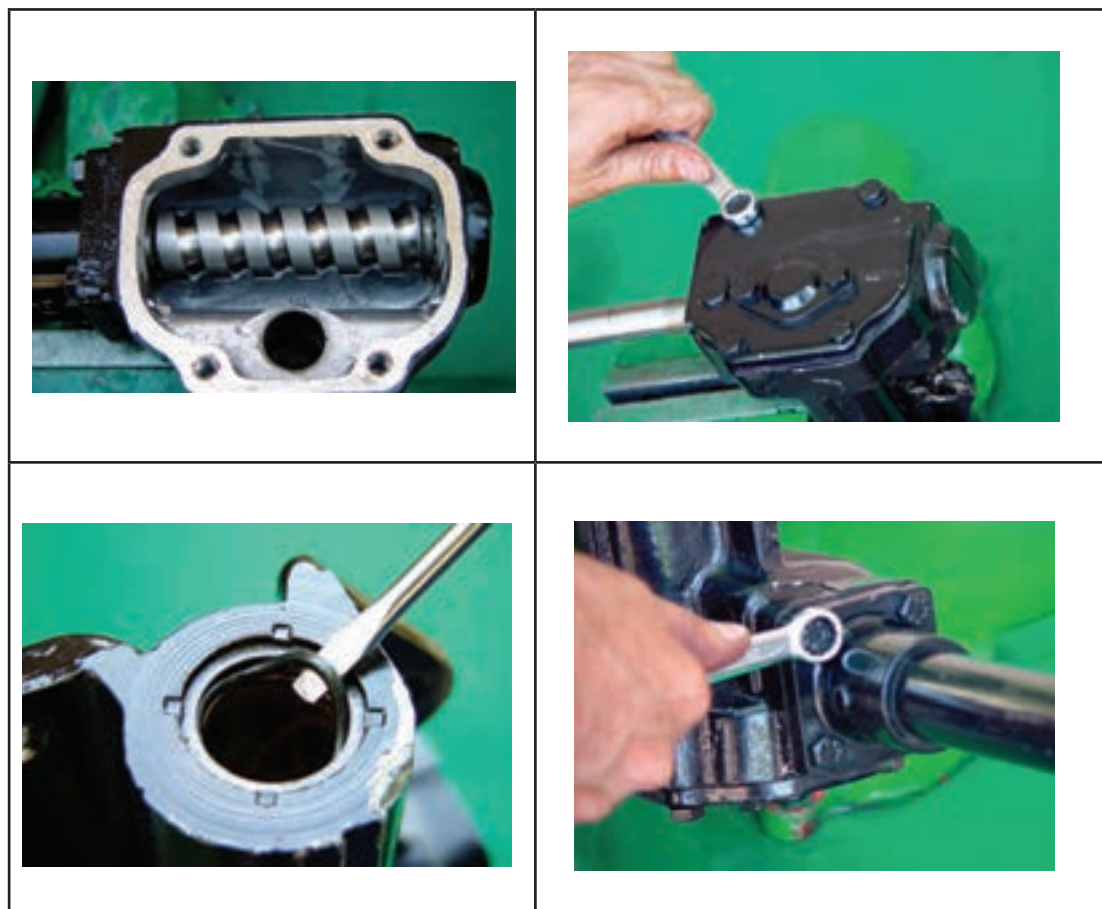




شکل ۲۶- روش باز کردن جعبه فرمان دنده شانه‌ای



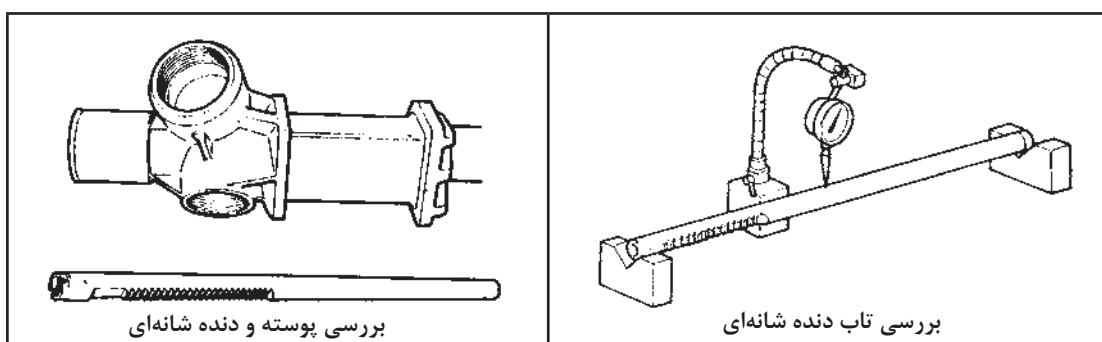










شکل ۲۷- روش باز کردن اجزای جعبه فرمان ساچمه در گردش

## روش کنترل اجزای جعبه دنده‌های مکانیکی

برخی از بررسی‌های لازم روی انواع جعبه فرمان مکانیکی در تصاویر شکل ۲۸ آمده است.



	
<p>واشر تنظیم لقی طولی میل فرمان</p>	<p>بررسی لقی طولی میل فرمان</p>
	
<p>واشر تنظیم لقی محور فرمان</p>	<p>لقى طولی محور فرمان</p>
	
<p>پوسته جعبه فرمان</p>	<p>بررسی لقی جانبی محور فرمان در داخل پوسته</p>

شکل ۲۸ - برخی بررسی‌های جعبه فرمان‌های مکانیکی

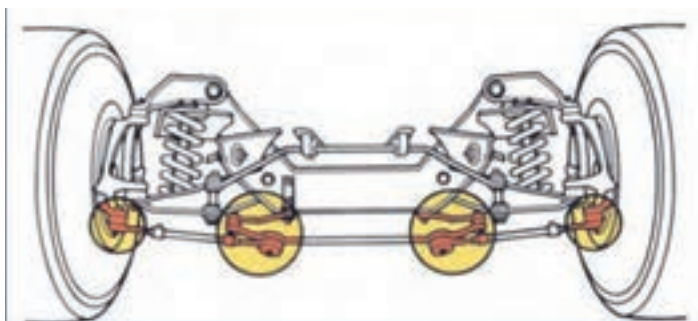


به تصاویر شکل ۲۹ توجه کنید. در برخی جعبه فرمان‌ها لقی طولی مارپیچ فرمان چگونه تنظیم می‌شود؟



شکل ۲۹ - نوعی مکانیزم تنظیم لقی طولی مارپیچ فرمان

باز کردن اتصالات فرمان در اهرم‌بندی سه تکه (فرمان ساچمه در گردش) جهت باز کردن اهرم‌بندی سه تکه ابتدا رابط کوتاه (tie rod)، سپس رابط وسطی بلند، و در انتها بازوی هرزگرد که بر روی شاسی یا بدنه نصب می‌شود، باز شوند. (شکل ۳۰)



شکل ۳۰ - مجموعه سه تکه اهرم‌بندی فرمان



	
باز کردن رابط بلند از بازوی خروجی جعبه فرمان	باز کردن بازوی هرزگرد

ادامه شکل ۳۰ - باز کردن مجموعه اهرم بندی فرمان

به شکل ۳۱ توجه کنید. به نظر شما چه آزمایشی در این شکل روی سیبک انجام می‌شود؟ آیا با این روش می‌توان از سلامت سیبک مطمئن شد؟

فکر کنید



شکل ۳۱ - بررسی سیبک

با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات جعبه فرمان مربوطه، معمولاً بستن مجموعه‌ها برعکس مراحل باز کردن می‌باشد.  
توجه: رعایت کنترل‌ها، تنظیمات و رعایت نشانه‌گذاری‌ها و تعویض آب‌بندها و گردگیرها در هنگام بستن مجموعه الزامی است.

**باز کردن، کنترل، تعویض و تنظیم اجزای مجموعه جعبه فرمان**  
ابزار و تجهیزات: خودرو - کتاب راهنمای تعمیرات - جعبه ابزار مکانیکی - ساعت اندازه‌گیر و پایه، خط‌کش - نیرو سنج - تورک متر - لوازم یدکی - مجموعه فرمان  
۱- اجزای جعبه فرمان دنده‌شانه‌ای موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات باز شود.  
۲- اجزای جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات باز شود.  
۳- مجموعه اهرم‌بندی نوع جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات باز شود.

فعالیت  
کارگاهی



- ۴- بررسی اجزای جعبه فرمان باز شده، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.
- ۵- با توجه به نتایج بررسی‌ها قطعات معیوب تعویض و تنظیمات لازم براساس کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.
- ۶- اجزای جعبه فرمان دنده شانه‌ای موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بسته شود.
- ۷- اجزای جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش موجود در کارگاه، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بسته شود.
- ۸- مجموعه اهرم‌بندی جعبه فرمان، مطابق کتاب راهنمای تغییرات بسته شود.

هنگام حضور در کارگاه استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.

رعایت نکات مربوط به ۵S در هنگام حضور و انجام فعالیت کارگاهی الزامی است.

**روش‌های بستن، کنترل، تنظیم انواع مجموعه جعبه فرمان و تجهیزات جانبی بر روی خودرو**  
همان‌طور که در تمامی بخش‌ها اشاره شد، روش‌ها و مراحل بستن معمولاً برعکس مراحل باز کردن می‌باشد اما باید توجه داشت با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات خودروی مربوطه، حتماً نکات خاص در هنگام بستن رعایت شود.

قبل از بستن مجموعه فرمان حتماً، سیستم‌های مرتبط در دسترس مانند سیستم تعلیق جلو و چرخ‌ها مورد بررسی قرار گیرند تا در صورت لزوم تعمیرات یا تنظیمات مورد نظر انجام شود.

به هزار خار محور خروجی جعبه فرمان توجه کنید (شکل ۳۲). چرا یکی از خارها وجود ندارد؟ اگر در نوعی جعبه فرمان این قسمت به این صورت وجود نداشت چه باید کرد؟



شکل ۳۲ - هزار خار محور خروجی جعبه فرمان

تنظیم نبودن علامت نشان داده شده چه تأثیری در عملکرد فرمان خواهد داشت؟

نکات ایمنی



نکات زیست‌محیطی



نکته



فکر کنید



بحث کلاسی





هنگام نصب اهرم محور هزارخار، به علامتی که قبل از باز کردن اهرم روی بدنه جعبه فرمان و اهرم زده شده است توجه کنید و دو تا علامت را روبه روی هم قرار دهید. در صورت گریس خور بودن سیبک‌ها پس از بستن عمل پر کردن آن انجام شود. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳ - روش گریس کاری سیبک



**بستن، کنترل، تنظیم انواع مجموعه جعبه فرمان و تجهیزات جانبی بر روی خودرو و کنترل نهایی ابزار و تجهیزات: خودرو - کتاب راهنمای تعمیرات - جعبه ابزار مکانیکی - تورک متر - روانکار**

۱- مجموعه جعبه فرمان دنده شانه‌ای موجود در کارگاه را، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات روی خودرو ببندید.

۲- اجزای جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش موجود در کارگاه را، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات روی خودرو ببندید.

۳- مجموعه اهرم‌بندی نوع جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش را، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات ببندید.

۳- در صورت لزوم روانکار مربوطه را مطابق دستورالعمل تعمیرات پر کنید.

۴- تنظیمات لازم مجموعه فرمان مطابق دستورالعمل تعمیرات انجام شود.

۵- کنترل نهایی مجموعه فرمان و سایر تجهیزات مرتبط براساس کتاب راهنمای تعمیرات، انجام شود.



هنگام حضور در کارگاه استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.



رعایت نکات مربوط به ۵S در هنگام حضور و انجام فعالیت کارگاهی الزامی است.



بستن، کنترل، تنظیم انواع مجموعه جعبه فرمان و تجهیزات جانبی بر روی خودرو و کنترل نهایی ابزار و تجهیزات: خودرو - کتاب راهنمای تعمیرات - جعبه ابزار مکانیکی - تورک متر - روانکار

۱- مجموعه جعبه فرمان دنده شانه‌ای موجود در کارگاه را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات روی خودرو ببندید.

۲- اجزای جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش موجود در کارگاه را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات روی خودرو ببندید.

۳- مجموعه اهرم‌بندی نوع جعبه فرمان ساچمه‌ای در گردش، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بسته شود.

۴- در صورت لزوم روانکار مربوطه را مطابق دستورالعمل تعمیرات پر کنید.

۵- تنظیمات لازم مجموعه فرمان مطابق دستورالعمل تعمیرات انجام شود.

۶- کنترل نهایی مجموعه فرمان و سایر تجهیزات مرتبط براساس کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.



هنگام حضور در کارگاه استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی الزامی است.



رعایت نکات مربوط به ۵S در هنگام حضور و انجام فعالیت کارگاهی الزامی است.

## ارزشیابی شایستگی سیستم فرمان مکانیکی

### شرح کار

با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات سیستم فرمان، ضمن بررسی و آزمایش‌های مجموعه فرمان، تعمیرات انواع فرمان مکانیکی خودروهای سواری موجود را انجام دهد.

### استاندارد عملکرد:

انجام کنترل‌های مجموعه فرمان (سفتی، خلاصی، لقی، صدای غیرعادی، وضعیت ظاهری اجزا، مدار الکتریکی بوق، قفل فرمان...) - رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو - تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر باز کردن مجموعه کیسه هوا از روی غربیلک فرمان - باز کردن تجهیزات جانبی مجموعه فرمان (غربیلک، کلید بوق، کلید چراغ‌ها، کلید برف پاک‌کن، قفل فرمان، ستون فرمان، سیبک‌ها، میله‌های رابط و...) - باز نمودن انواع مجموعه جعبه فرمان از روی خودرو - کنترل اجزای سیستم فرمان باز شده از روی خودرو - تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر باز کردن اجزای جعبه فرمان - کنترل اجزای باز شده جعبه فرمان - انجام تعویض، تنظیم، جمع‌آوری و کنترل انواع مجموعه جعبه فرمان - سوار کردن انواع مجموعه جعبه فرمان مکانیکی بر روی خودرو - نصب و تنظیمات تجهیزات جانبی سیستم فرمان روی خودرو - کنترل نهایی

### شاخص‌ها

- مشاهده رویه کنترل سفتی، لقی، خلاصی و صدای غیرعادی مطابق دستورالعمل - مشاهده چک لیست تکمیل شده - مشاهده سطوح اتکای جک زیر خودرو - مشاهده نحوه باز کردن مجموعه کیسه هوا از روی غربیلک فرمان مطابق دستورالعمل - مشاهده روند باز کردن تجهیزات جانبی مجموعه فرمان (کلید چراغ‌ها و کلید برف پاک‌کن و...) - مشاهده رویه باز کردن اجزای سیستم فرمان مکانیکی از روی خودرو - مشاهده روند باز کردن اجزای ستون فرمان، جعبه فرمان و میله‌های رابط - مشاهده روند کنترل اجزای سیستم فرمان - کنترل رویه تعویض و تنظیم اجزای معیوب مطابق دستورالعمل - مشاهده روند سوار کردن جعبه فرمان مطابق دستورالعمل - مشاهده روند تنظیم و نصب سیبک فرمان - مشاهده روند نصب مجموعه ستون فرمان مطابق دستورالعمل - مشاهده رویه نصب و تنظیم غربیلک فرمان مطابق دستورالعمل - مشاهده روند نصب مجموعه کیسه هوا مطابق دستورالعمل - مشاهده روند کنترل نهایی سیستم فرمان پس از انجام تعمیر

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

کارگاه، جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، خودرو، جک بالا، جعبه فرمان، مجموعه اهرم‌بندی‌های فرمان، سیبک، لوازم یدکی جعبه فرمان، ستون فرمان، ساعت اندازه‌گیر، فیلر، خرمک، روان‌سازها و سیبک‌کش

## معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن مجموعه فرمان از خودرو	۲	
۲	باز کردن سیستم فرمان از روی خودرو	۲	
۳	تعمیر جعبه فرمان مکانیکی	۲	
۴	بستن سیستم فرمان مکانیکی روی خودرو	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب سیستم فرمان مکانیکی کنید.	۲	
میانگین نمرات			×

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

## منابع و مآخذ

- ۱- برنامه درسی رشته مکانیک خودرو ، ۱۳۹۴ ، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- ۲- کتاب تکنولوژی شاسی و بدنه ، کد درس ۱۸۸۹ ، سال ۱۳۹۳
- ۳- کتاب سیستم هدایت و کنترل خودرو ، کد ۶۰۸/۱ ، سال ۱۳۹۲
- 4- Jack Erjavec , “Automotive technology Asystem Approach “ , 5th edition , 2009 , Delmar Cengage Learning
- 5- James D. Halderman “ Automotive technology principles ,Diagnosis and service “ , 4th Edition , 2011 , Prentice Hall
- 6- James E. Duffy , “Modern Automotive Technology “ , 7th Edition , 2009 , Goodheart-Willcox
- 7- Christopher Hadfield , ” Today's Technician Automotive engine repair and rebuilding “ 4th Edition , , Delmar Cengage Learning
- 8- Advanced Automotive Fault Diagnosis, “4th edition “ Tom denton , 2017 , Routledge; 4 edition (July 14, 2016)

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

#### کتاب تعمیرات سیستم تعلیق، فرمان و ترمز خودرو – کد ۲۱۱۴۹۰

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	یعقوب رستمی	ایلام	۱۱	سید حمید عزیزی	کرمانشاه
۲	ایرج قمری	کردستان	۱۲	محمد هاشمی	فارس
۳	مهدی برزگری	یزد	۱۳	مهدی صادقی	هرمزگان
۴	کوروش علیفرد	اصفهان	۱۴	مهدی جمالی جولادی	قزوین
۵	احمد رضا میری	سیستان و بلوچستان	۱۵	سعید دهقان	گلستان
۶	ابوالفضل هاتف فرد	خراسان جنوبی	۱۶	عباس قانع	سمنان
۷	هادی بنایی بروجنی	چهارمحال و بختیاری	۱۷	احمد رضا رنجبر	خراسان رضوی
۸	اباصلت محمودیان	شهرستان‌های تهران	۱۸	علی فضلی	لرستان
۹	مهدی هاشمی	آذربایجان شرقی	۱۹	محمد سالاری کنگ	کرمان
۱۰	مرتضی غفاری	شهر تهران	۲۰	محمد رضا هدایت پور	زنجان



