

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# راهنمای هنر آموز

تعمیر سیستم ترمز، تعلیق و فرمان

رشته مکانیک خودرو

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز تعمیر سیستم ترمز، تعلیق و فرمان - ۲۱۱۹۰۱

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

بهرز خطیبی، علی مکی نبیری، علی‌رضا عالمی، محمد سرکاری زواره، صیاد نصیری،

داود توانا، اباصلت محمودیان و مسعود فخری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

محمد سرکاری زواره، علی‌اکبر اسکندری، محمد عارفیان و مهرداد شریف (اعضای

گروه تألیف) - صیاد نصیری (ویراستار فنی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

جواد صفری (مدیر هنری) - سورش سعادت‌مندی (صفحه‌آرا)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -

خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۶

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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 ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.  
امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

|          |  |
|----------|--|
| ۱.....   | پودمان ۱: سرویس چرخ و توپی                 |
| ۵۱.....  | پودمان ۲: تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز   |
| ۷۳.....  | پودمان ۳: تعمیر اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز |
| ۱۰۱..... | پودمان ۴: تعمیر سیستم تعلیق                |
| ۱۴۹..... | پودمان ۵: تعمیر جعبه فرمان مکانیکی         |
| ۱۸۶..... | منابع                                      |

کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو به همراه کتاب راهنمای هنرآموز از جمله اجزای بسته آموزشی تلقی می‌شوند که این بسته را سایر اجزا مانند فیلم و نرم‌افزار و... کامل می‌کند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی طراحی و تدوین شده است. این کتاب براساس کتاب درسی تعمیر سیستم ترمز، تعلیق و فرمان پایهٔ یازدهم رشته تحصیلی - حرفه‌ای مکانیک خودرو تنظیم شده و دارای پودمان‌های ۱- سرویس چرخ خودرو ۲- تعمیر اجزای اصطکاکی ترمز ۳- تعمیر اجزای هیدرولیکی ترمز ۴- تعمیر سیستم تعلیق خودرو ۵- تعمیر سیستم فرمان خودرو است.

هنرآموزان گرامی در هنگام مطالعه این کتاب به موارد ذیل توجه فرمایند:

**۱** در کتاب راهنمای هنرآموز مواردی از قبیل نمونه طرح درس، راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، ایمنی و بهداشت فردی و محیطی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان، منابع یادگیری، نکات مهم هنرآموزان در اجرا، فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

**۲** ارزشیابی در درس تعمیر سیستم تعلیق و فرمان براساس ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است، این درس شامل ۵ پودمان است و برای هر پودمان، ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت می‌گیرد. همچنین یک نمره مستقل برای هر پودمان ثبت خواهد شد. این نمره شامل یک نمره مستمر و یک نمره شایستگی است.

**۳** ارزشیابی از پودمان‌های این درس مطابق با جداول استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی تهیه شده توسط دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی صورت می‌گیرد.

**۴** زمانی هنرجو در این درس، قبول اعلام می‌گردد که در هر پنج پودمان درس، حداقل نمره ۱۲ را کسب نماید. در این صورت میانگین نمره‌های پنج پودمان به عنوان نمره پایانی درس در کارنامهٔ تحصیلی هنرجو منظور خواهد شد.

ارزشیابی مجدد در پودمان یا پودمان‌هایی که حداقل نمره مورد نظر در آن کسب نشده است با برنامه‌ریزی هر هنرستان، انجام می‌شود و چنانچه هنرجو به هر دلیلی تا پایان خردادماه شایستگی لازم را در یک یا چند پودمان کسب ننماید، می‌تواند تا پایان سال تحصیلی برای ارزشیابی مجدد در ارزشیابی مبتنی بر شایستگی شرکت نماید.

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

پودمان ۱

سرویس چرخ و توپی

## ۱- اهداف توانمندسازی

|   |
|---|
| وظیفه، کاربرد، انواع، ساختمان و مشخصات فنی لاستیک (تیوپ دار وبدون تیوپ) را شرح دهد.   |
| وظیفه، کاربرد، انواع و مشخصات فنی رینگ چرخ (دارای والو ساده و هوشمند) را توضیح دهد.   |
| علل خرابی انواع لاستیک و رینگ چرخ را توضیح دهد.   |
| وظیفه و کاربرد والو، انواع والو (فاقد سنسور فشار- دارای سنسور فشار و...) را بیان کند.   |
| طریقه استفاده از وسایل کنترل و اندازه گیری لاستیک و رینگ چرخ را بیان کند.   |
| روش های بررسی ایستایی و حرکتی چرخ های خودرو به کمک ابزارهای مناسب را بیان کند.  |
| روش های رفع نقص بدون باز نمودن چرخ (شل بودن پیچ ها، وجود شی خارجی داخل آج تایر، کم و زیاد بودن فشار باد تایر و...) بیان کند.    |
| رفع عیوب بدون باز نمودن چرخ ها (شل بودن پیچ ها، وجود شی خارجی داخل آج تایر، کم و زیاد بودن فشار باد تایر و...) انجام دهد.       |
| عیب یابی لاستیک و رینگ در حالت ایستایی و حرکتی را انجام و چک لیست انجام فعالیت سرویس و تعمیرات لاستیک و رینگ را تکمیل کند.      |
| روش استفاده از آچار چرخ (دستی، پنوماتیکی)، روش باز کردن چرخ از روی خودرو و انواع روش های جابه جایی نوبتی چرخ ها را تشریح نماید. |
| باز کردن چرخ از روی خودرو را انجام دهد.   |
| جابه جایی نوبتی چرخ های خودرو با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات را انجام دهد.   |



## ۲- تجهیزات آموزشی (کلاسی کارگاهی)

### کلاس و کارگاه

خودرو، آچار چرخ، ابزار پنچرگیری، گیج فشار باد، دستگاه بالانس چرخ، دستگاه لاستیک درآر خودرو، کمپرسور هوا، تایر، رینگ، جک بالا، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، والو، ساعت اندازه گیر، تثبیت کننده خودرو (خرک)، وزنه های بالانس چرخ، تیوپ تایر، ابزار مخصوص، عمق سنج لاستیک، دستگاه عیب یاب

## ۳- بودجه بندی: ۲۴ ساعت

| موضوع   | مکان   | روش تدریس   | کار کلاسی                | کار در منزل   |
|---|--------|---|--------------------------|---|
| <p>وظیفه، کاربرد، انواع، ساختمان و مشخصات فنی لاستیک (تیوپ دار و بدون تیوپ) را شرح دهد.</p> <p>وظیفه، کاربرد، انواع و مشخصات فنی رینگ چرخ (دارای والو ساده و هوشمند)، را توضیح دهد.</p> <p>علل خرابی انواع لاستیک و رینگ چرخ را توضیح دهد.</p> <p>روش های بررسی ایستایی و حرکتی چرخ های خودرو به کمک ابزارهای مناسب بیان کند.</p> | کلاس   | سخنرانی، پرسش و پاسخ، بحث کلاسی، نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلم های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| <p>بررسی ایستایی و حرکتی چرخ های خودرو به کمک ابزارهای مناسب بیان کند.</p>  | کارگاه | نمایش توسط هنرآموز  | تمرین توسط هنرجو         |   |

| کار در منزل   | کار کلاسی                | روش تدریس   | مکان          | موضوع  |
|---|--------------------------|---|---------------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | پاسخ به سؤالات طراحی شده | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه‌های آموزشی، نمایش فیلم و تصویر | کلاس و کارگاه | روش‌های رفع نقص بدون باز نمودن چرخ (شل بودن پیچ‌ها، وجود شی خارجی داخل آج تایر، کم و زیاد بودن فشار باد تایر و...) بیان کند. |
|   | تمرین توسط هنرجو         | نمایش توسط هنرآموز  | کارگاه        | عیب‌یابی لاستیک و رینگ در حالت ایستایی و حرکتی را انجام و چک لیست انجام فعالیت سرویس و تعمیرات لاستیک و رینگ را تکمیل کند.   |

| کار در منزل | کار کلاسی                              | روش تدریس                 | مکان           | موضوع  |
|-------------|--|---------------------------|----------------|--|
|             | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | کلاس یا کارگاه | روش باز کردن چرخ از روی خودرو و انواع روش‌های جابه‌جایی نوبتی و کنترل نهایی چرخ‌ها را تشریح نماید. |
|             | تمرین توسط هنرجو                       | نمایش توسط هنرآموز        | کارگاه         | باز کردن چرخ از روی خودرو را انجام دهد. شیوه‌های جابه‌جایی نوبتی را روی خودرو انجام دهد.           |
|             |  | انجام کار محول شده        | کارگاه         | ارزشیابی پایانی  |

## نکات مهم و اثرگذار در آموزش (علمی - عملی)

در امر آموزش‌های فنی برای افزایش دانش فنی و یادگیری ماندگار، ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی در هنرجویان لازم است تا با کسب مهارت‌های لازم فرصت‌های اشتغال بهتری در آینده داشته باشند. برای این منظور استفاده از تمام امکانات موجود در کارگاه و محیط پیرامونی مانند تعمیرگاه‌ها و تعمیرکاران مجرب و تجارب فردی نقش مؤثری می‌توانند داشته باشند.

علاوه بر این باید امانت‌داری و مسئولیت‌پذیری و اخلاق حرفه‌ای که موجب کسب روزی حلال می‌شود را همزمان با آموزش مطالب فنی در هنرجویان تقویت نمود. به‌عنوان مثال اهمیت دقت در تعمیر چرخ که ممکن است بی‌توجهی به آن باعث ایجاد حادثه و خسارت‌های فردی و مالی خواهد شد.

### ایمنی، بهداشت و مسائل زیست‌محیطی

استفاده از وسایل ایمنی فردی و کارگاهی باید نهادینه شود و این مهم اتفاق نخواهد افتاد مگر اینکه هنرآموز محترم نیز هم‌پای هنرجو از این وسایل استفاده کند. تصور و تقویت اینکه کاری مانند سرویس چرخ درجه اهمیتی کمتری نسبت به کاری مانند تعمیر موتور را جعبه دنده دارد باعث می‌شود ساختار استفاده از وسایل ایمنی شخصی و کارگاهی نهادینه نشود. جمع‌آوری زباله‌های ناشی از کار و مایعات و گریس‌های مورد استفاده در چرخ خودرو و جلوگیری از انتشار آنها در محیط و پیروی از اصولی مانند 5S در این زمینه بسیار کارساز است. همچنین بازیافت قطعات مصرفی در این زمینه مانند بازیافت تیر فرسوده، رینگ، سرب بالانس باید طبق استانداردهای مربوطه انجام گردد. جهت آشنایی با استانداردهای مربوطه می‌توان به سایت‌های استاندارد بین‌المللی یا کتاب‌های مربوطه مراجعه کنید.

### برگه اطلاعات و ایمنی مواد (MSDS)

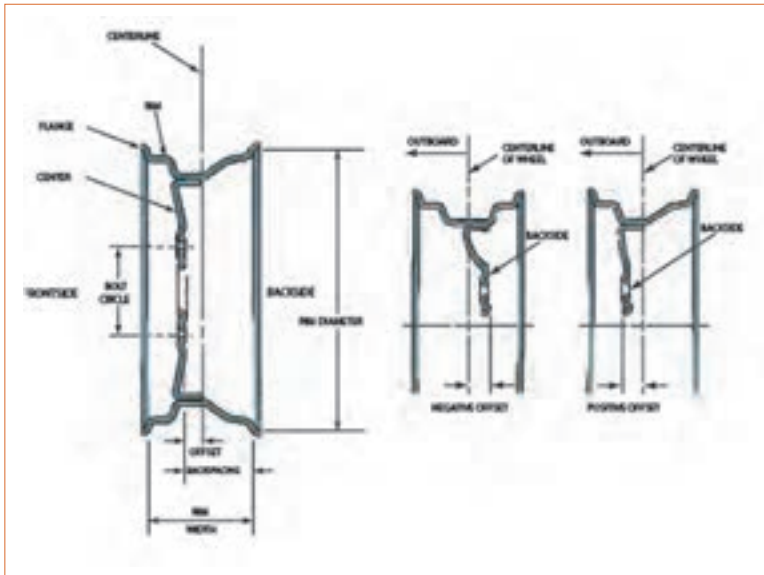
با جست‌وجو در اینترنت برگه اطلاعات و ایمنی موارد مربوط به نیتروژن و سرب (بالانس) را بیابید.

**اجزای بسته یادگیری:** فیلم، انیمیشن، نرم‌افزار، تصویر و پوستر آموزشی - راهنمای تعمیرات خودرو

**منابع برای آموزش:** راهنمای تعمیرات خودروهای موجود در کارگاه و بازار، فیلم‌های آموزشی متناسب با موضوع

## دانش افزایی

**Offset تایر:** یکی از مشخصات مهم برای هر تایر، نوع آفست آن می باشد. این شاخص در هندلینگ و کیفیت سواری خودرو تأثیر زیادی دارد. اگر از روبه‌رو به یک رینگ نگاه کنیم و رینگ را با یک خط عمود به زمین به دو قسمت مساوی تقسیم کنیم، به فاصله این خط تا محلی که رینگ روی کاسه چرخ و محور خودرو می‌نشیند، آفست گفته می‌شود. اگر این خط به سمت بیرون خودرو باشد به آن آفست مثبت و به سمت داخل خودرو باشد آفست منفی خوانده می‌شود. شکل زیر آفست منفی و مثبت را نشان می‌دهد.



شکل ۱- رینگ و تعریف آفست منفی و مثبت

تایر معمولاً خودروهای جلو محرک از نوع آفست مثبت می‌باشد.

## تایرهای خاص

**تایرهای زمستانی (لاستیک یخ شکن):** به صورت عمومی تایرها طوری طراحی می‌شوند تا در تمامی شرایط رانندگی و آب و هوایی عملکرد مناسبی داشته باشند. (تایر چهار فصل) اما با توجه به تنوع شرایط قطعاً نمی‌توانند در همه حالات بهترین راندمان را داشته باشند بنابراین برخی تایرها برای شرایط خاص جاده‌ای و یا آب و هوایی تولید می‌شوند. معروف‌ترین این نوع تایرها تایرهای خودرو برای شرایط برفی می‌باشند. در آزمایشات ملاحظه شده است که این تایرها در جاده‌های برفی تا ۲۵ درصد بیشتر از تایرهای معمولی می‌باشند. معمولاً گل میخ‌های خاص روی این نوع تایرها کشش بهتری را در جاده‌های برفی و یخی ایجاد می‌کنند اما در جاده‌های خشک کیفیت رانندگی را کاهش می‌دهند. شکل زیر مقایسه تایرهای چهار فصل را با تایرهای یخ شکن (زمستانی) نشان می‌دهد.

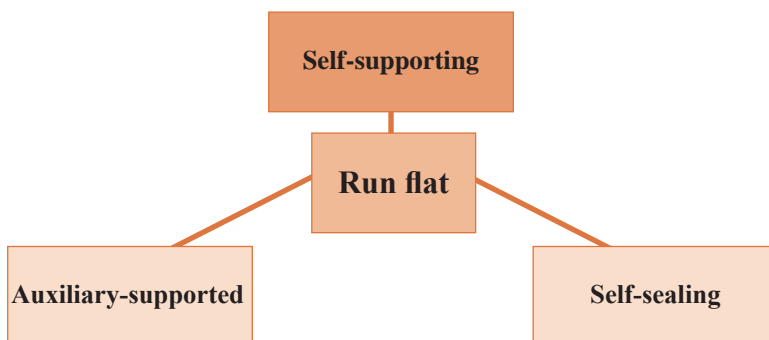


شکل ۲- مقایسه تایر چهار فصل و تایر برفی

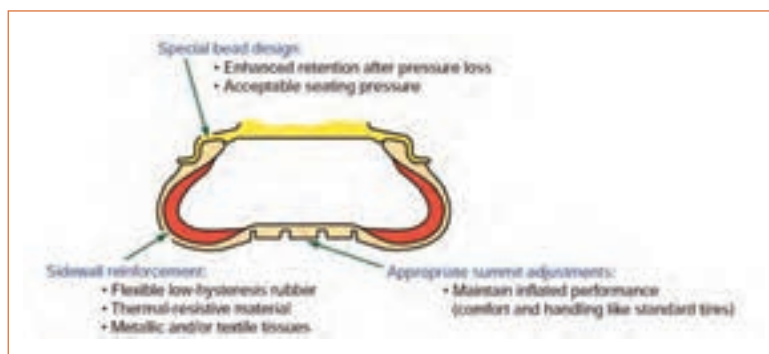
## تایرهای Run flat

این تایرها به تایر «پنچر رو» یا «ضد پنچری» در ایران معروف‌اند. این تایر، نوعی تایر بادی به‌شمار می‌رود که ساختار خاص آن باعث شده است در صورت تخلیه باد داخل آن نیز بتواند برای فاصله حدود ۱۰ الی ۱۵ کیلومتر با سرعت حداکثر ۹۰ کیلومتر در ساعت با آن حرکت کرد بدون اینکه مشکل خاصی برای تایر به وجود بیاید.

انواع تایرهای **Run flat**: همان طور که در نمودار زیر نمایش داده شده است. این تایرها عموماً به ۳ دسته تقسیم می‌شوند.



اولین و ساده‌ترین نوع از این تایرها نوع **Self supporting** «خود محافظ» می‌باشد. شکل زیر ساختار این نوع تایر را نشان می‌دهد. امروزه از این نوع تایر کمتر استفاده می‌شود.



شکل ۳- ساختار تایر self supporting

نوع دیگر مدل **Self sealing** «خود پنچرگیر» است. قسمت داخلی تایر به لایه خاصی آغشته است که می‌تواند تا حدی جلو سوارخ شدگی‌های کوچک را بگیرد.

شکل زیر عملکرد این نوع تایر را نشان می‌دهد.



شکل ۴- عملکرد تایر self sealing

تایرهای از نوع Auxiliary Supported آخرین نوع شناخته شده از تایرهای ضد پنچری هستند. این نوع تایرها به تایرهای PAX RUN-FLAT نیز شناخته می‌شوند. تصویر زیر این نوع تایر را نشان می‌دهد.



شکل ۵- تایر با لایه محافظ رینگ

جهت اطلاعات بیشتر می‌توانید به سایت wikipedia مراجعه کنید و یا مشخصات مورد نیاز و ساختار عملکردی آنها را از سایت‌های معتبر لاستیک سازی دریافت کنید.

MICHELIN - PIRELLI - GOODYEAR - DUNLOP-TOYO - YOKOHAMA

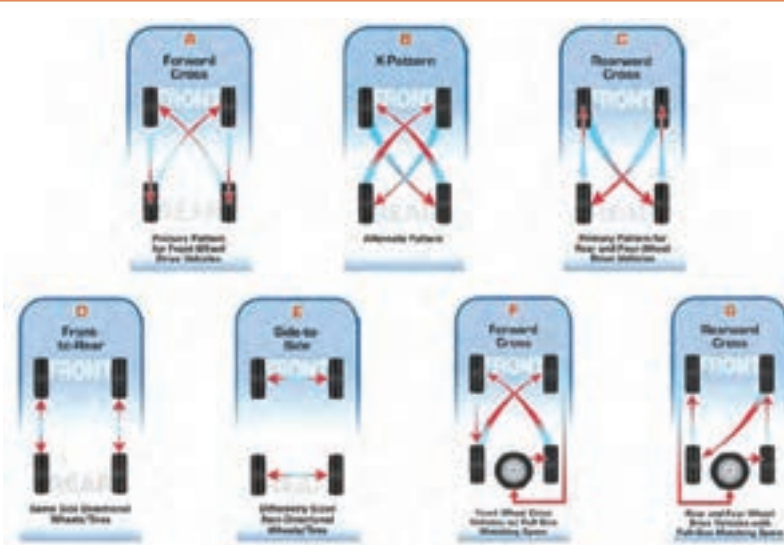
### روش جابه‌جایی تایرها

همان‌طور که در متن کتاب درسی آمده روش‌های مختلفی برای تعویض تایر جهت استفاده حداکثری پیشنهاد می‌شود. شکل صفحه بعد نیز یک نوع دیگر را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است قبل از انتخاب هر گونه تعویض باید به راهنمای مالک خودرو مورد نظر مراجعه کرد.

پس از جابه جا کردن، تایرها حتماً بالانس شوند.



### شیوه جابه جایی تایر روی خودرو



- A** جلو محرک - سایز و آج چرخ‌ها یکسان - ضرب دری به جلو
- B** جلو محرک سایز و آج چرخ‌ها یکسان - ضرب دری مختلف
- C** عقب محرک چهار چرخ محرک سایز و آج چرخ‌ها یکسان - ضرب دری به عقب
- D** سایز یکسان - آج جهت‌دار - فقط جلو با عقب
- E** سایز متفاوت و آج چرخ‌ها یکسان - چپ با راست
- F** جلو محرک - تعویض با زاپاس
- G** جلو و عقب محرک - تعویض با زاپاس

شکل ۶- شیوه جابه جایی تایر روی خودرو

### تعویض تایر

تعویض یک تایر: گاهی در اثر تصادف یا مشکلات خاص لازم است یک تایر به صورت مجزا تعویض شود. در این صورت بهترین حالت این است که هنگام انتخاب همان برند و همان مشخصات تایر انتخاب شود. در غیر این صورت ممکن است در کیفیت رانندگی و حتی آسایش سرنشین مشکل ایجاد شود.

تعویض دو تایر: در صورتی که نیاز باشد دو تایر هم‌زمان تعویض شوند پیشنهاد می‌شود ابتدا روی چرخ‌های جلو بسته شوند.



**تغییر سایز رینگ و تایر:** گاهی برخی مالکان خودرو تمایل دارند سایز و نوع تایر مورد استفاده را نسبت به نوع بسته شده روی خودرو تغییر دهند تا در زیبایی یا استارت آغاز حرکت و یا سرعت خودرو تغییراتی را ایجاد کنند. در این صورت بهتر است نکات زیر را مدنظر قرار داد.

- پارامتر حداکثر وزن تحمل شده توسط تایر نباید کمتر از نوع مورد استفاده روی خودرو باشد.

- تغییر پهناى انتخابی برای تایر قطعاً روی ارتفاع تایر نیز تأثیرگذار است و باید توجه کرد اگر ارتفاع خودرو تغییر کند نقطه ثقل خودرو نیز جابه‌جا شده در سیستم‌های دیگر مخصوصاً تعلیق و ترمز تأثیرگذار خواهد بود. به‌علاوه با توجه به تغییر محیط تایر قطعاً در محاسبات سنسور سرعت خودرو (سنسور ABS) نیز تغییراتی ایجاد خواهد کرد. البته برخی خودروها جهت سفارش‌سازی به‌صورت محدود چند تغییر سایز را در مجموعه پیکره‌بندی (Configuration) قابل انتخاب می‌باشد. به صورت عمومی معمولاً SUVها می‌تواند تا حداکثر ۱۵٪ به قطر رینگ اضافه کرد.

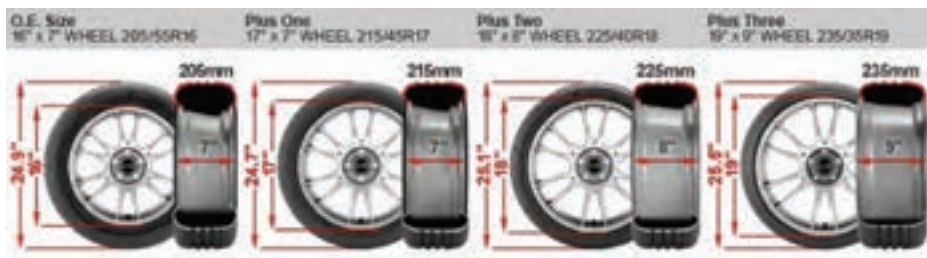
- هر نوع تغییر باید برای تمامی چرخ‌ها اعمال شود.

- باید توجه داشت تغییرات اعمال شده قطعاً باعث تغییرات در استهلاک و مصرف سوخت، پایداری - آسایش سرنشینان نیز خواهد داشت.

- در خودروهای ۴WD نباید سایز در تایرهای محور جلو و عقب ایجاد گردد که عدم رعایت این موضوع باعث قفل کردن خودرو در حالت ۴WD می‌شود.

**انتخاب تایر بزرگ‌تر:** برخی سایت‌ها وجود دارند که با گرفتن اطلاعات اولیه مربوط به تایر و خودرو نوع تایر بزرگ‌تر را پیشنهاد می‌دهند. برای جست‌وجو و یافتن این سایت‌ها می‌توانید عبارت «calculate plus sizing tire» را جست‌وجو کنید.

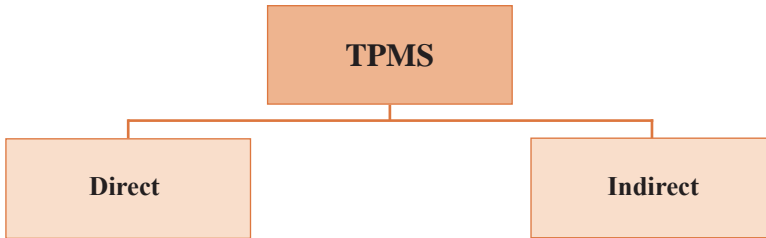
شکل زیر یک نمونه از این تغییرات پیشنهادی را نشان می‌دهد.



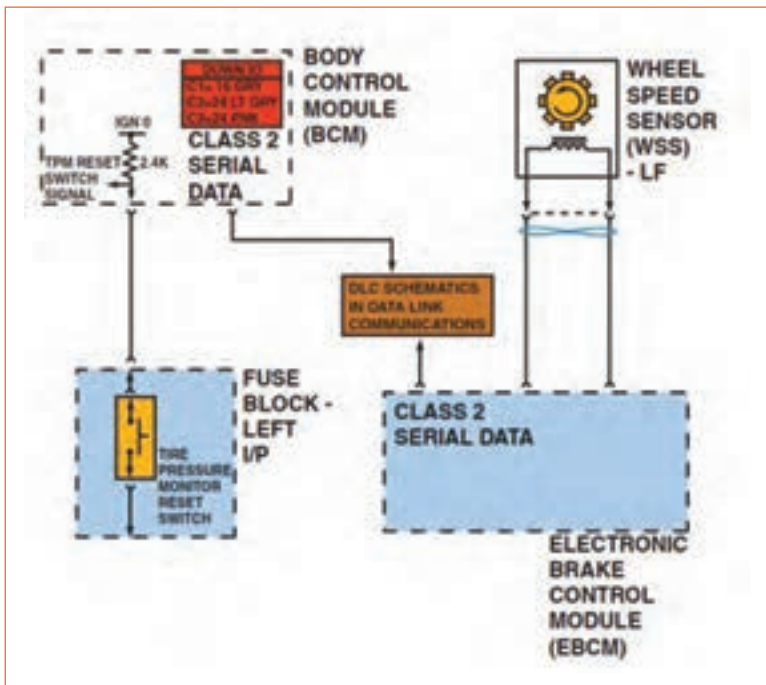
شکل ۷- تایر اصلی و سه تایر پیشنهادی

## سیستم اندازه‌گیری فشار باد تایر TPMS

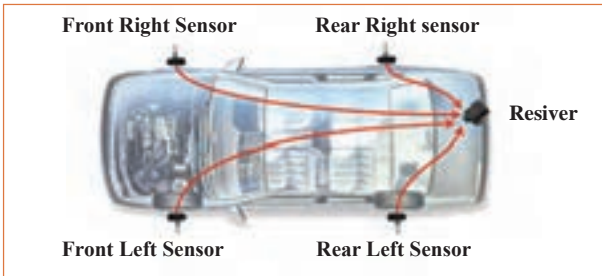
یکی از سیستم‌های که روی بیشتر خودروهای روز قرار دارد سیستم اندازه‌گیری فشار باد تایر می‌باشد. معمولاً به صورت کلی ۲ دسته تقسیم‌بندی می‌شوند.



همان‌طور که ملاحظه می‌شود این مجموعه به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع indirect اندازه‌گیری فشار از نوع غیر مستقیم انجام می‌دهد، در واقع فشار واقعی تایر را اندازه‌گیری نمی‌کند بلکه آن را از روی سنسور سرعت چرخ نصب شده روی چرخ محاسبه می‌کند. شکل ساختار مدار در این نوع سنسور را نشان می‌دهد.



شکل ۸- مدار سنسور TPMS از نوع Indirect



از نقاط قوت نوع غیرمستقیم این است که نیاز به تجهیزات خاصی ندارد، هر سیستمی که دارای ABS است قابلیت تبدیل به این سیستم را دارد و از نقاط ضعف آن دقت کم نسبت به اندازه‌گیری از نوع مستقیم می‌باشد.

نوع دیگر، نوع Direct می‌باشد که معمولاً یک سنسور روی رینگ چرخ نصب شده و فشار باد تایر را اندازه‌گیری می‌کند.



شکل ۹- سنسور TPMS از نوع Direct

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به کتاب‌های زیر مراجعه کنید.

- ۱ AUTOMOTIVE TECHNOLOGY Principles, Diagnosis, and Service
- ۲ AUTOMOTIVE TECHNOLOGY A system Approach

#### نکته



هنگام خارج کردن تایر از روی رینگ و یا جازدن تایر روی رینگ به وسیله دستگاه لاستیک درآر، غلتک دستگاه که روی رینگ قرار می‌گیرد لبه تایر در نقطه مقابل آن، باید به قسمت عمیق رینگ هدایت شود تا تایر آسان‌تر خارج شود و از پاره شدن تایر جلوگیری کند. برای جازدن تایر روی رینگ نیز بهتر است از آب و صابون استفاده شود. پیشنهاد می‌شود برای درک بهتر این نکته توسط هنرجویان، از شکل ۱۰ که مقطع رینگ را نشان می‌دهد استفاده شود و یا این نکته به صورت عملی انجام شود.

نکته



در هنگام خارج کردن لاستیک از تایر با الو از نوع سنسور TPMS باید توجه شود که سنسور صدمه نبیند.

نکته



در زمان جابه جایی تایرها سنسور TPMS باید مجدداً تعریف شود.

### پاسخ به سؤالات متن کتاب

فکر کنید



به نظر شما چه تفاوتی بین چرخ‌ها و تایرهای قدیمی و جدید وجود دارد و تأثیر آن در عملکرد سیستم‌های مختلف خودرو چیست؟ جدول زیر را کامل کنید.  
درک صلب بودن در چرخ‌های قدیمی و انعطاف‌پذیری بیشتر در چرخ‌های جدید مدنظر می‌باشد.

| ردیف | سیستم        | تأثیر دارد | تأثیر ندارد | نوع تأثیر در صورت وجود  |
|------|--------------|------------|-------------|---|
| ۱    | موتور        |            |             | مجموعه چرخ و تعلیق در استهلاک مؤثر است اما در این تأثیر سهم خود چرخ ناچیز است |
| ۲    | جعبه دنده    |            |             |   |
| ۳    | اسایش سرنشین | ■          |             | کمک به استهلاک ناهمواری‌های جاده  |
| ۴    | ترمز         |            |             | تأثیر در خط ترمز و عملکرد   |
| ۵    | فنر بندی     | ■          |             | کمک به استهلاک ناهمواری‌های جاده  |
| ۶    | فرمان        | ■          |             | کمک به فرمان‌پذیری بهتر   |

پرسش کلاسی



آیا می‌توان فقط با نگاه کردن از روی ظاهر تشخیص داد تایر تیوب دارد یا بدون تیوب است؟  
بدون مشاهده دقیق و نزدیک بررسی علایم موجود یا شاخص‌ها عموماً امکان پذیر نیست اگرچه به صورت کلی تایرهای بدون تیوب در خودروهای روز بسیار متداول است.

بحث کلاسی



با توجه به شکل نظر شما کدام نوع تایر بهتر عمل می‌کند. چرا؟  
همانطور که در شکل نیز مشاهده می‌شود. معمولاً مزایای تایر بدون تیوب در تخلیه آرام تر باد، سهولت پنچرگیری باعث می‌شود تایر بدون تیوب عملکرد بهتری داشته باشد.



شکل ۱۰

کار در کلاس



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

| معایب  | مزایا   |                 |
|--|---|-----------------|
| استحکام کمتر<br>احتیاج به ابزار مخصوص برای تعمیر | سبک - خنک کاری بهتر - شکل پذیری ساده‌تر                   | رینگ آلومینیومی |
| خنک ضعیف - سنگین تر                              | استحکام بیشتر - قیمت تمام شده پایین‌تر - سهولت در تعمیرات | رینگ فولادی     |

فکر کنید



مشاهده می‌شود برخی مالکین خودرو جهت زیبایی از تایر با ابعاد توصیه نشده استفاده می‌کنند. تغییر سایز تایر و رینگ و استفاده از تایرهای با ابعاد توصیه نشده، چه تأثیری در عملکرد خودرو خواهد داشت؟ عملکرد آن را بهبود می‌بخشد؟

فکر کنید



به نظر شما والو تایرهای تیوب‌دار چه تفاوت‌هایی با والو تایرهای بدون تیوب باید داشته باشد؟ از شکل ۱۲ کمک بگیرید. دو نکته بسیار مهم در مورد تفاوت والوها محل تکیه‌گاه - حداکثر فشار تحمل می‌باشد.

نکته



تصویر زیر در کتاب اصلی به اشتباه برای چرخ دوچرخه یا موتور سیکلت است که در ویرایش بعدی تصحیح خواهد شد.



انواع ولو بدون تیوب  
(تیوب لس)

انواع ولو تیوب‌دار

فکر کنید



به نظر شما دانستن فشار باد تایر چه تأثیری در عملکرد راننده دارد؟ دانستن فشار باد تایر در نگهداری از تایرها و افزایش طول عمر آنها می‌تواند مؤثر باشد به علاوه کاهش فشار باد تایر در انتخاب سرعت رانندگی نیز مؤثر خواهد بود.

کار در کلاس



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

| حالت                      | دلایل   |
|---------------------------|---|
| کشیدن فرمان به یک سمت     | فشار نامناسب باد تایر - شکستگی رینگ - وجود شی خارجی روی تایر - ساییدگی نامناسب - تغییر فرم رینگ - مشکلات مربوط به تویی - تنظیم نبودن زوایای چرخ |
| کشیدن خودرو به یک سمت     |   |
| صدای نامتعارف چرخ در حرکت |   |

فکر کنید



آیا غیر از موارد ذکر شده، آثار دیگری در حال حرکت برای امکان خرابی تایر و رینگ وجود دارد.  
منظور تأثیرات روی آسایش سرنشین و نوسانات جاده می باشد.

کار در کلاس



با راهنمایی هنرآموز و با توجه به شکل ۱۷ جدول زیر را در مورد دلایل و شیوه کنترل تایر و رینگ کامل کنید.

| شماره شکل | محل کنترل       | دلیل   | اثر  |
|-----------|-----------------|--|--|
| الف       | وسط لاستیک تایر | ساییدگی - جنس نامناسب<br>لاستیک - خرابی سیم‌های<br>داخلی - ..... | هدایت نامناسب - صدای در<br>حال حرکت - ترمز نامناسب |
| ب         | لبه کناری رینگ  | تاب (لنگی) جانبی   |  |
| ج         | لبه کناری رینگ  | تاب (لنگی) طولی  |  |

بحث کلاسی



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

| ردیف | حالت                    | اثر                |
|------|-------------------------|--------------------|
| ۱    | فشار باد بیش از حد است  | ساییدگی وسط تایر   |
| ۲    | فشار باد کمتر از حد است | ساییدگی طرفین تایر |

کار در کلاس



با راهنمایی هنرآموز جدول زیر در مورد اثرات سیستم های مرتبط با چرخ را تکمیل کنید.

| اثر   | نوع                       |             |
|---|---------------------------|-------------|
| ساییدگی بریده بریده   | ترمز شدید و نامناسب       | سیستم ترمز  |
| ساییدگی های مربوط به عدم تنظیم کمبر - کستر و به صورت کلی زوایای فرمان | استهلاک ضعیف نوسانات جاده | سیستم تعلیق |
| ساییدگی غیرطبیعی تایر   | تنظیم نادرست زوایای فرمان | سیستم فرمان |

کار در کلاس



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

| ارتباط                   |                |
|--------------------------|----------------|
| میزان مجاز فشار باد تایر | استاندارد تایر |
| دمای محیط رطوبت محیط     | شرایط محیط     |
| بار خودرو                | شرایط خودرو    |



کار در کلاس



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

| موضوع  | اثر  |
|--|--|
| میزان رطوبت در نیتروژن کمتر از هوا است             | وقتی تایر گرم می‌شود و رطوبت بخار می‌شود فشار تایر بیشتر افزایش می‌یابد. اما بدون بخار فشار کمتر افزایش می‌یابد. |
| مولکول نیتروژن از مولکول اکسیژن بزرگ‌تر است        | کاهش فشار کندتر خواهد بود.   |
| عدم وجود اکسیژن                                    | عامل اکسیداسیون از بین رفته است.   |
| تغییرات فشار نیتروژن نسبت به هوا در گرما کمتر است. | تغییرات کلی در باد تایر کمتر تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد.   |

فکر کنید



آیا وزنه‌های مربوط به رینگ‌های فولادی و آلومینیومی با هم متفاوت است؟ چرا؟ معمولاً روی رینگ‌های آلومینیومی از وزنه‌های چسباندنی و روی رینگ‌های فولادی از وزنه‌های گیره دار استفاده می‌کنند.



شکل ۱۱- ابزار مورد نیاز برای تنظیم بالانس وزنی تایر

فکر کنید



اکثر شرکت‌های خودروساز توصیه می‌کنند که برای بستن پیچ یا مهره چرخ از ابزار پنوماتیکی استفاده نشود. به نظر شما چرا؟ با توجه به اینکه ممکن است میزان کنترل گشتاور در آچارهای بادی خطای زیادی داشته باشد. معمولاً شرکت‌های تولیدکننده استفاده از آچار بادی را پیشنهاد نمی‌کنند.

فکر کنید



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

محرک بودن یا نبودن چرخها تأثیر زیادی در میزان ساییدگی تایرها دارد. به همین دلیل در تعیین شیوه تعویض تایرها نیز می‌تواند مؤثر باشد. اگرچه برخی از شرکت‌های خودروساز به جلو محرک یا عقب محرک و یا چهار چرخ محرک بودن آن توجه نکرده و یک شیوه عمومی برای تعویض تایر پیشنهاد می‌کنند. به هر حال مرجع کتاب راهنمای تعمیرات و یا کتاب راهنمای مشتری می‌باشد.

فکر کنید



گزینه ب شکل ۲۹-۱ عبارت تایر جهت دار ذکر شده است، جهت آج تایر چه تأثیری در جابه‌جایی دارد؟ اگر رعایت نشود چه اتفاقی خواهد افتاد؟ صدای غیرعادی تایر - عملکرد نامناسب تایر

فکر کنید



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

با توجه به اینکه در هنگام کار با بالانسر دینامیکی چرخ در حال چرخش بررسی می‌شود. نتیجه بهتری نسبت به بالانسر استاتیکی به دست خواهد آمد.



کار در کلاس



۱ پس از مشاهده فیلم نکات ضروری برای آماده‌سازی قبل از آغاز بالانس کردن چرخ را بنویسید.

نکات عمومی مانند تمیز بودن ظاهری - عدم وجود گل‌ولای روی تایر - محکم کردن اتصالات - استفاده از تکیه‌گاه‌های مناسب - مطالعه روش کار دستگاه - بررسی نکات ایمنی کار با دستگاه، برخی از نکات مهم آماده‌سازی به شمار می‌رود.

۲ برای استفاده از دستگاه بالانس دینامیکی حداقل به چه پارامترهای نیازمند هستیم؟ (از شکل ۳۱-۱ کمک بگیرید)  
سه اندازه مهم مورد نیاز است ۱- پهنای رینگ ۲- فاصله لبه رینگ با دستگاه ۳- عرض رینگ



صفحه نمایش دو نوع دستگاه بالانس دینامیکی

فکر کنید



دستگاه بالانس استاتیکی و دینامیکی کدام نوع نابالانسی را اصلاح می‌کنند؟  
نابالانسی چرخ

فکر کنید



با توجه به شکل ۳۵ تأثیر تغییر شکل (دفرمه شدن) در صفحه مرکزی و تغییر شکل در لبه‌های رینگ در عملکرد خودرو چیست؟  
همانطور که در شکل نشان داده شده است به صورت کلی ارتعاشات افزایش می‌یابد. محل تغییر شکل در ارتعاشات طولی و عرضی تأثیر دارد. مثلاً تغییرات روی لبه باعث ارتعاش حول مرکز رینگ خواهند شد.

بحث کلاسی



چند بار می‌توان تعمیر تیوب یا روی لاستیک را انجام داد؟ شرایط تعمیر مجدد تیوب چیست؟ آیا در هر حالتی می‌توان مجدد تیوب را تعمیر کرد؟  
معمولاً برای این کار استاندارد توسط شرکت‌های تولیدکننده تایر مطرح نشده اما قطعه نباید بیش از محدوده عمر تایر از آن استفاده کرد و نزدیک بودن محل نقاط ترمیم نزدیک به هم نیز دلیلی بر اتمام زمان مفید آن تایر است.

## ۱- اهداف توانمندسازی

|  |
|--|
| وظیفه، ساختمان، انواع و عملکرد مجموعه تویی چرخ را شرح دهد.   |
| نیروهای وارده بر چرخ را شناسایی و نام‌گذاری کند.   |
| ارتباط تویی چرخ در خودروهای جلو محرک و عقب محرک با سایر قطعات خودرو و روانکاری آن را بیان کند.           |
| روش‌های بررسی انواع تویی چرخ در خودروهای جلو محرک و عقب محرک را بیان کند.                                |
| بررسی‌های تویی چرخ را انجام دهد و چک لیست تعمیرات را تکمیل کند.  |
| روش باز کردن تویی چرخ از روی خودرو جلو محرک و عقب محرک را شرح دهد.                                       |
| مجموعه تویی چرخ در خودروهای جلو محرک و عقب محرک را از روی خودرو باز کند.                                 |
| نحوه باز کردن و تعویض اجزای مجموعه تویی چرخ خودروهای جلو محرک و عقب محرک را شرح دهد.                     |
| اجزای مجموعه تویی چرخ خودروهای جلو محرک و عقب محرک را باز، بررسی و تعویض کند.                            |
| روش بستن مجموعه تویی چرخ روی انواع خودروهای جلو محرک و عقب محرک، گشتاورسنجی و تنظیم بیش بار را بیان کند. |
| مجموعه تویی چرخ را بر روی خودروهای جلو محرک و عقب محرک ببندد و کنترل نهایی را انجام دهد.                 |

## ۲- تجهیزات آموزشی (کلاسی - کارگاهی)

### کلاس:

کتاب درسی - تابلوی آموزشی - ویدئو پروژکتور - فیلم، انیمیشن، نرم‌افزار و پوستر آموزشی انواع تویی و بلبرینگ و رولبرینگ‌های چرخ - ماکت آموزشی چرخ و اجزای آن

### کارگاه:

کتاب درسی - کتاب راهنمای تعمیرات - خودرو و یا انواع استند مجموعه چرخ خودروی عقب محرک، جلو محرک و چهار چرخ محرک - ابزار مخصوص - جعبه ابزار مکانیکی - آچار تورک متر - لوازم یدکی مجموعه چرخ - پلوس کش - سیبک کش - جک بالابر - چرخ (تشبیت کننده خودرو) - روانکار مناسب

## ۳- بودجه بندی: ۲۴ ساعت

| موضوع  | مکان          | روش تدریس   | کار کلاسی                | کار در منزل   |
|--|---------------|---|--------------------------|---|
| وظیفه، ساختمان، انواع و عملکرد مجموعه توپی چرخ را شرح دهد و نیروهای وارده بر چرخ را شناسایی و نام گذاری کند. | کلاس و کارگاه | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه های آموزشی، نمایش فیلم و تصویر | پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلم های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| انواع توپی روی خودرو شناسایی کند   | کارگاه        | نمایش عملی هنرآموز  | تمرین عملی هنرجو         |   |

| موضوع   | مکان             | روش تدریس                 | کار کلاسی                              | کار در منزل  |
|---|------------------|---------------------------|--|--|
| روش بررسی در حالت ایستایی و حرکتی و رفع عیب بدون باز کردن را بیان کند.                    | کلاس و یا کارگاه | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب و راهنمای تعمیرات توپی های چرخ خودروهای مورد تعمیر، مشاهده فیلم های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| بررسی توپی های چرخ خودرو جلو محرک و عقب محرک را انجام داده و چک لیست تعمیرات را تکمیل کند | کارگاه           | نمایش عملی هنرآموز        | تمرین عملی هنرجو                       |  |

| موضوع   | مکان             | روش تدریس                 | کار کلاسی                              | کار در منزل |
|---|------------------|---------------------------|--|-------------|
| روش باز کردن و بستن، بررسی اجزا توپی های چرخ خودرو جلو محرک و عقب محرک از روی خودرو و کنترل نهایی را بیان کند | کلاس و یا کارگاه | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده |             |
| باز کردن بررسی اجزا و بستن توپی های چرخ خودرو جلو محرک و عقب محرک از روی خودرو و کنترل نهایی را انجام دهد     | کارگاه           | نمایش عملی هنرآموز        | تمرین عملی هنرجو                       |             |
| ارزشیابی  | کارگاه           | آزمون عملی                |  |             |

## نکات مهم و اثرگذار در آموزش (علمی - عملی)

در امر آموزش‌های فنی برای افزایش دانش فنی و یادگیری ماندگار، ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی در هنرجویان لازم است تا با کسب مهارت‌های لازم فرصت‌های اشتغال بهتری در آینده داشته باشند. برای این منظور استفاده از تمام امکانات موجود در کارگاه و محیط پیرامونی مانند تعمیرگاه‌ها و تعمیرکاران مجرب و تجارب فردی نقش مؤثری می‌توانند داشته باشند.

علاوه بر این باید امانت‌داری و مسئولیت‌پذیری و اخلاق حرفه‌ای که موجب کسب روزی حلال می‌شود را همزمان با آموزش مطالب فنی در هنرجویان تقویت نمود تا در آینده، افراد وظیفه‌شناس و جامعه‌ای قابل اعتمادتر داشته باشیم. یعنی افراد می‌بایست کاری را بپذیرند که توان انجام درست آن را دارند و در انجام کار و دریافت دستمزد نیز نهایت صداقت و امانت‌داری را به کار گیرند.

## ایمنی، بهداشت و مسائل زیست‌محیطی

جهت جلوگیری از حوادث ناگوار و جبران‌ناپذیر انسانی استفاده از تجهیزات ایمنی و بهداشتی مانند دست‌کش، لباس کار، کفش ایمنی، عینک و سایر وسایل ایمنی متناسب با هر کاری لازم و ضروری بوده و باید پیوسته به هنرجویان گوشزد کرد. همچنین با توجه به اهمیت روزافزون مسائل زیست‌محیطی، باید تا جای ممکن از آلوده کردن محیط با مواد زائد حاصل از کار جلوگیری نمود. جمع‌آوری زباله‌های ناشی از کار و مایعات و روغن‌های مورد استفاده در خودرو و جلوگیری از انتشار آنها در محیط و پیروی از اصولی مانند 5S در این زمینه بسیار کارساز است. همچنین باز یافت قطعات مصرفی در این زمینه مانند بلبرینگ باید طبق استانداردهای مربوطه انجام گردد.

## برگه اطلاعات ایمنی مواد

با جست‌وجو در سایت‌های معتبر برگه MSDS گریس چرخ را بیابید.

### اجزای بسته یادگیری

فیلم، انیمیشن، نرم‌افزار، تصویر و پوستر آموزشی - راهنمای تعمیرات خودرو

### منابع برای آموزش

راهنمای تعمیرات خودروهای موجود در کارگاه و بازار، فیلم‌های آموزشی متناسب با موضوع

## دانش افزایی

### انواع بلبرینگ و رولبرینگ به کار رفته در چرخ های خودرو



شکل ۱۲- نمای برش خورده از یک بلبرینگ

**بلبرینگ:** در ساختمان بلبرینگ چرخ از چندین ساچمه فولادی استفاده شده است. این ساچمه ها درون قفسه ای و در میان حلقه داخلی (کنس داخلی) و حلقه خارجی (کنس خارجی) قرار گرفته اند. بلبرینگ ها قادر به تحمل وزن خودرو در راستای عمودی (شعاعی) می باشند.



شکل ۱۳- رولبرینگ مخروطی

**رولبرینگ مخروطی:** رولبرینگ های مخروطی رایج ترین نوع بلبرینگ و رولبرینگ مورد استفاده در چرخ خودرو هستند. رولبرینگ های مخروطی به دلیل شکل ظاهری منحصر به فردشان قابلیت تحمل بار شعاعی و محوری را دارند. غلتک های مخروطی شکل به دلیل توزیع وزن در سراسر طول غلتک به جای تمرکز آن در یک نقطه کوچک (در مقایسه با بلبرینگ)، قابلیت تحمل وزن بیشتری دارند و در ضمن میزان اصطکاک بین سطوح را به

مقدار قابل توجهی کاهش می دهد. در این نوع باتاقان ها غلتک های مخروطی توسط قفسه ای که میان حلقه داخلی و حلقه خارجی قرار گرفته است در محل نگه داشته



شکل ۱۴- در بسیاری از رولبرینگ های مخروطی از قفسه پلاستیکی برای نگهداری غلتک ها استفاده شده است.

می شوند نصب رولبرینگ های مخروطی بر روی محور نیازمند تنظیم پیش بار به منظور حفظ لقی مناسب بین رولبرینگ و حلقه خارجی آن است. این میزان لقی بایستی بر اساس دستورالعمل های ارائه شده از سوی سازنده خودرو تنظیم شود. نسل جدید رولبرینگ ها به گونه ای طراحی شده اند که مجموعه غلتک ها، قفسه و حلقه داخلی به صورت یکپارچه بوده و برای کاهش بیشتر اصطکاک جنس قفسه از مواد پلاستیکی انتخاب شده و حلقه خارجی با لایه ای از کاغذ ضد رطوبت پوشیده شده است.

رولبرینگ داخلی (بزرگ) و رولبرینگ خارجی (کوچک) چرخ: در بسیاری از خودروهای محرک عقب، چرخ‌های جلو دارای یک یاتاقان داخلی و یک یاتاقان خارجی هستند. یاتاقان داخلی چرخ معمولاً یاتاقان بزرگ‌تری نسبت به یاتاقان خارجی است و دلیل این طراحی این است که این یاتاقان بیشترین مقدار وزن خودرو را تحمل می‌کند. در میان یاتاقان داخلی چرخ و نشیمنگاه رولبرینگ (محور چرخ) یک کاسه نمد قرار دارد که مانع ورود گریس از یاتاقان چرخ به سطح ترمزی شده و از ورود گرد و غبار و آب به درون یاتاقان جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۵- تویی چرخ غیرمحرک مجهز به یاتاقان داخلی و خارجی مخروطی.

**بلبرینگ و رولبرینگ دو ردیفه تماس زاویه‌ای:** این نوع بلبرینگ و رولبرینگ می‌تواند شامل دو رولبرینگ مخروطی با پیش بار یا یک بلبرینگ دو ردیفه باشد. اجزای اصلی این نوع بلبرینگ و رولبرینگ‌ها عبارت‌اند از یک حلقه خارجی (که در بسیاری موارد یک فلانچ بوده و نقش تویی چرخ را ایفا می‌کند)، دو حلقه داخلی و تعدادی غلتک یا ساچمه. این نوع بلبرینگ و رولبرینگ‌ها دارای قفسه‌ای از جنس فایبرگلاس هستند و به‌صورت از پیش گریس کاری شده و آب‌بندی شده در بازار عرضه می‌شوند. در اکثر خودروهای امروزی از این نوع بلبرینگ و رولبرینگ در هر دو چرخ جلو و عقب استفاده شده است.



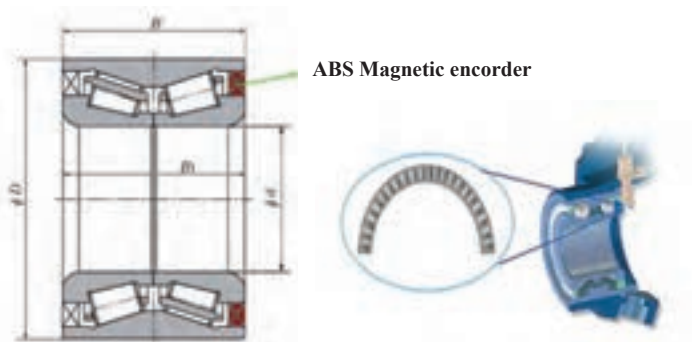


شکل ۱۶- بلبرینگ دو ردیفه تماس زاویه‌ای و رولبرینگ دو ردیفه تماس زاویه‌ای

نکته



برخی سیستم‌های ترمز ABS برای سنسور از بلبرینگ‌های مگنتی استفاده شده است. شکل ۱۷ این نوع بلبرینگ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- بلبرینگ مگنتی مخصوص برخی سیستم‌های ABS

نکته



در هنگام بستن این نوع بلبرینگ باید به جهت قرار گرفتن آن در سمت سنسور ABS توجه گردد.



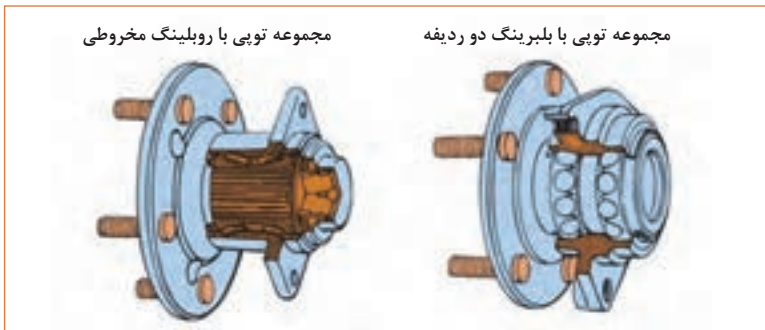
با توجه با اینکه امکان دارد از نظر ظاهری سمت مگنتی بلبرینگ مشخص نباشد می توان از یک ابزار ساده برای تشخیص جهت مگنت بلبرینگ استفاده کرد. شکل ۱۸ این ابزار مخصوص را نشان می دهد.



شکل ۱۸- ابزار تشخیص مگنت روی بلبرینگ

**توپی چرخ مجهز به بلبرینگ تماس زاویه ای آب بندی شده (بدون نیاز به نگهداری و تنظیم پیش بار)**

در بیشتر خودروهای جلو محرک امروزی از نوعی توپی چرخ (نسل سوم توپی های چرخ) آب بندی شده و غیر قابل تنظیم (بدون نیاز به تنظیم) در چرخ های جلو و در برخی موارد در چرخ های عقب استفاده شده است. این نوع توپی ها می توانند مجهز به یک رولبرینگ مخروطی دو ردیفه یا یک بلبرینگ دو ردیفه تماس زاویه ای باشند.



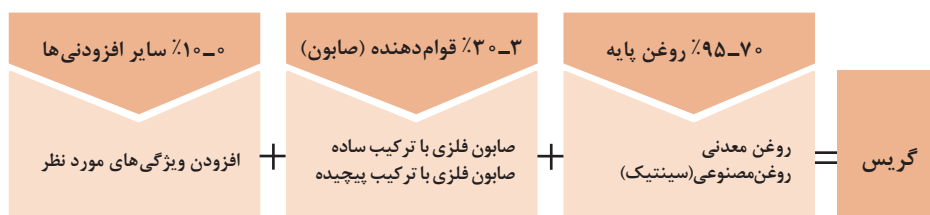
شکل ۱۹- یاتاقان های آب بندی شده و مجموعه توپی های استفاده شده در چرخ های جلو و عقب بسیاری از خودروها

### افزودنی های گریس

افزودنی هایی که معمولاً در ترکیبات گریس استفاده می شوند عبارتند از:

- آنتی اکسیدان ها
- مواد ضد فرسودگی
- مواد ضد زنگ

● افزودنی‌های تحمل‌کننده فشار زیاد (EP) نظیر روغن‌های چرب حاوی گوگرد یا کلر گریس‌ها همچنین حاوی مقداری رنگ هستند، که نه تنها قابلیت شناسایی را برای آنها فراهم می‌آورد بلکه باعث می‌شود که گریس رنگی ثابت و یکپارچه داشته باشد. گریس‌ها حاوی ماده جامدی نظیر گرافیت یا مولیبدم هستند که به عنوان افزودنی ضدگریپاژ عمل می‌کنند.



### طبقه‌بندی گریس‌ها بر اساس استاندارد NLGI

استاندارد NLGI از تست نفوذ برای طبقه‌بندی گریس‌ها استفاده می‌کند. در این دسته‌بندی گریس‌هایی که با شماره‌های پایین طبقه‌بندی می‌شوند رقیق و دارای حالت مایع هستند و اعداد بالاتر گریس‌هایی غلیظ و دارای حالت جامد هستند. گریس شماره ۲ رایج‌ترین نوع گریس مورد استفاده در توپی چرخ است. به جدول زیر توجه کنید:

| طبقه‌بندی گریس‌ها بر اساس استاندارد NLGI |   |
|--|---|
| شماره                                    | قوام نسبی   |
| ۰۰۰                                      | خیلی رقیق   |
| ۰۰                                       | رقیق  |
| ۰  | نیمه رقیق   |
| ۱  | خیلی نرم  |
| ۲  | نرم (معمولاً به عنوان روان کار بلبرینگ و رولبرینگ چرخ استفاده می‌شود) |
| ۳  | نیمه سفت  |
| ۴  | سفت   |
| ۵  | خیلی سفت  |
| ۶  | بی‌نهایت سفت  |



در بیشتر موارد رولبرینگ‌ها بر اثر ازدیاد گریس دچار آسیب دیدگی و خرابی می‌شوند. علت این موضوع را می‌توان افزایش دما در رولبرینگ و کاهش انتقال حرارت توسط گریس اضافی دانست. بنابراین رولبرینگ را هرگز بیش از یک سوم تا یک دوم حجم ظرفیت گریس خواری آن آغشته به گریس نکنید.

### نشانه‌های یک بلبرینگ یا رولبرینگ معیوب

یاتاقان چرخ، موقعیت چرخ را کنترل می‌کند و مقاومت غلتشی چرخ‌های خودرو را کاهش می‌دهد. زمانی که یک یاتاقان دچار مشکل شود، ممکن است چرخ در موقعیت درست خود قرار نگیرد و معمولاً از ناحیه چرخ صدایی شنیده شود. نشانه‌های یک یاتاقان معیوب عبارت‌اند از:

- ۱ تولید صدایی در ناحیه چرخ که با افزایش سرعت خودرو بیشتر می‌شود.
- ۲ سفتی غربلیک فرمان که با افزایش سرعت خودرو و به هنگام دور زدن تغییر می‌کند.
- ۳ لقی و خلاصی بیش از حد غربلیک فرمان که بیشتر به هنگام رانندگی در جاده‌های ناهموار حس می‌شود.
- ۴ صدای سایش شدید به هنگام رانندگی در شرایط سخت جاده‌ای که نشان‌دهنده خرابی یاتاقان چرخ جلو می‌باشد.
- ۵ کشیدن خودرو به یک سمت در زمان ترمزگیری

### تشخیص صدای یاتاقان معیوب از صدای تایر

تشخیص صدای یاتاقان خراب معمولاً کار دشواری است زیرا صدای تولیدی بسیار شبیه به صدای تایر ساییده شده و خشک شده است. برای تشخیص صدای یک بلبرینگ و رولبرینگ چرخ معیوب از صدای تولیدی توسط تایر، روش‌های زیر را امتحان کنید:

**روش اول:** در شرایط مختلف جاده‌ای رانندگی کنید. اگر صدای تولیدی با تغییر سطح جاده به نسبت تغییر کرد، بنابراین صدای ناشی از ناحیه تایر(ها) می‌باشد. در صورتی که تغییری در الگوی صدای تولیدی ایجاد نشد، صدای تولیدی ناشی از بلبرینگ و رولبرینگ معیوب است.

**روش دوم:** تایر را به‌طور موقت بیشتر از حد معمول باد کنید. اگر صدای ایجاد شده دستخوش تغییر شود، تایرها عامل ایجاد صدا هستند. در صورتی که تغییری در الگوی صدا ایجاد نشود، بنابراین بلبرینگ‌ها چرخ معیوب هستند.

**روش سوم:** مقدار صدای ایجاد شده توسط یک بلبرینگ و رولبرینگ معیوب به‌هنگام دور زدن و چرخش فرمان تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال اگر بلبرینگ و رولبرینگ چرخ جلو سمت چپ معیوب باشد به هنگام پیچیدن به سمت راست

به دلیل قرارگیری بیشتر وزن خودرو بر روی بلبرینگ و رولبرینگ چرخ جلو سمت چپ صدای بیشتری تولید می کند.

نکته



در صورتی که خودرو ۴WD باشد ممکن است صدای ایجاد شده از قفل کن پلوس باشد که مشابه صدای بلبرینگ است و باید بررسی خاص قفل کن پلوس را انجام دهیم.

### روش های گریس کاری بلبرینگ و رولبرینگ چرخ



شکل ۲۰- روش گریس کاری رولبرینگ به صورت دستی

۳ روش جهت گریس کاری بلبرینگ و رولبرینگ چرخ وجود دارد که عبارت اند از:

- **گریس کاری با دست:** در این روش مقداری گریس را کف دست خود قرار می دهید و انتهای رولبرینگ را بر روی گریس فشار دهید تا گریس از سمت دیگر قفسه (قسمت بالای رولبرینگ) خارج شود. این عمل را بارها انجام دهید تا رولبرینگ به طور کامل به گریس آغشته شود. (شکل ۹)



شکل ۲۱- روش گریس کاری به کمک مخروط های مخصوص

- **گریس کاری به کمک مخروط های گریس کاری:** در این روش از دو مخروط مخصوص گریس کاری استفاده می شود. روش کار به این صورت است که رولبرینگ را در بین این دو مخروط قرار داده و آن را درون ظرف حاوی گریس فرو می برید. این روش نسبت به روش قبلی از سرعت و نتیجه بهتری برخوردار است.

● **گریس کاری به کمک دستگاه مخصوص (تفنگ گریس کاری):** در این روش از دستگاه مخصوص برای گریس کاری رولبرینگ استفاده می‌شود. این دستگاه می‌تواند به صورت دستی و یا توسط برق فعال شود. این دستگاه دارای یک پمپ گریس است که توسط شلنگی به نازل مخروطی شکلی متصل است. رولبرینگ در بین نازل مخروطی قرار می‌گیرد و توسط پمپ، گریس به داخل رولبرینگ تزریق می‌شود.



شکل ۲۲- روش گریس کاری به کمک دستگاه مخصوص

### مه‌ره چرخ غلافی

مه‌ره غلافی چرخ به منظور کاهش آسیب‌های وارده به رینگ و پیچ‌های توپی طراحی و تولید شده است و از خطرات ناشی از در آمدن ناگهانی چرخ جلوگیری می‌کند. از جمله مزیت‌های این گونه مه‌ره چرخ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

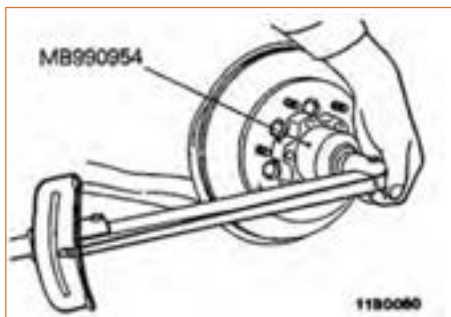
● کاهش فاصله بین پیچ‌های توپی (چرخ) و سوراخ‌های رینگ و جلوگیری از آسیب رزوه پیچ‌ها

● کاهش میزان لقی جانبی چرخ در صورت شل شدن مه‌ره‌ها

● افزایش طول عمر تایر و محافظت از آج‌های آن در برابر فرسایش



شکل ۲۳- انواع مه‌ره چرخ غلافی با طول غلاف مختلف



## نکات مورد توجه در موقع بستن

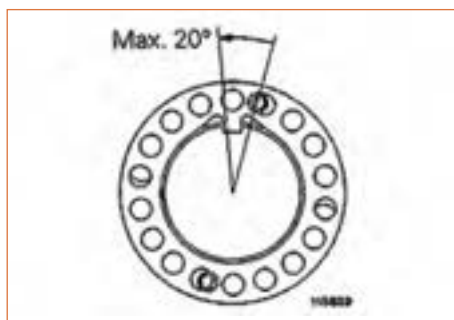
### • تنظیم پیش بار بلبرینگ چرخ

۱ به وسیله ابزار مخصوص مهره قفلی را بر اساس مراحل زیر سفت نمایید.

مهره را تا گشتاور  $130 - 200 \text{ Nm}$  ( $94 - 145 \text{ ft.lbs.}$ ) سفت کنید. ( $13 - 20 \text{ kgm}$ )

مهره را تا گشتاور  $25 \text{ Nm}$  ( $2/5 \text{ kgm}$ ,  $18 \text{ ft.lbs.}$ ) شل نمایید.

مهره را مجدداً تا  $25 \text{ Nm}$  ( $2/5 \text{ kgm}$ ,  $18 \text{ ft.lbs.}$ ) سفت نموده و سپس  $30$  الی  $40$  درجه شل نمایید.



۲ واشر قفلی را نصب نمایید. در صورتی که سوراخ‌های واشر و مهره روی هم منطبق نمی‌باشند، آن را بچرخانید (ماکزیمم تا  $20^\circ$ ) تا سوراخ‌ها روی هم منطبق شوند.

۳ مهره قفلی را به منظور تنظیم مقاومت چرخشی تویی جلو حدود  $30$  الی  $40$  شل نمایید. و تویی را در جهت محوری بازی دهید تا با مقدار استاندارد تطبیق نماید.

مقدار استاندارد:  $0/3 - 1/3 \text{ Nm}$

( $3 - 13 \text{ kgcm}$ ,  $2/6 - 11/3 \text{ in.lbs.}$ )

[بر اساس خواندن نیروی فنر]

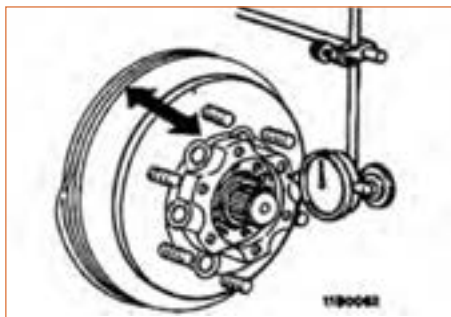
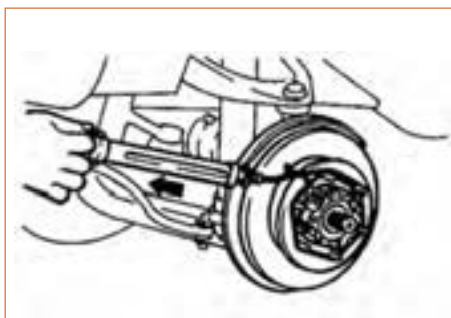
$5 - 18 \text{ N}$

( $0/5 - 1/8 \text{ kg}$ ,  $1/1 - 4/0 \text{ lbs.}$ )

مقدار استاندارد:  $0/05 \text{ mm}$  ( $0/002 \text{ in.}$ ) یا کمتر

### توجه

در صورتی که امکان تنظیم کردن میسر نباشد، ممکن است که بلبرینگ به صورت صحیح نصب نشده باشد، آن را کنترل نموده و در صورت نیاز تعمیر نمایید. همچنین شرایط روغنکاری بلبرینگ نیز باید کنترل شود.

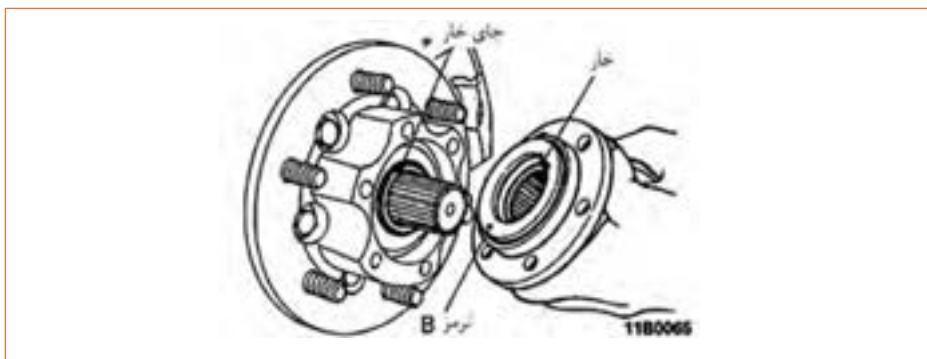


۴ واشر قفلی را نصب نمایید و در صورتی که سوراخ‌های واشر و مهره روی هم منطبق نمی‌باشند، مهره را شل نمایید تا سوراخ‌ها روی هم منطبق شوند.

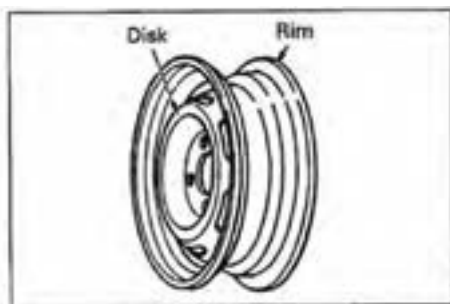
### • نصب مجموعه توپی قفلکن اتوماتیک

۱ جای خار محور چرخ (سگدست) را با هم هم‌راستا نموده و به (B) خار ترمز آرامی توپی قفلکن را نصب نمایید.

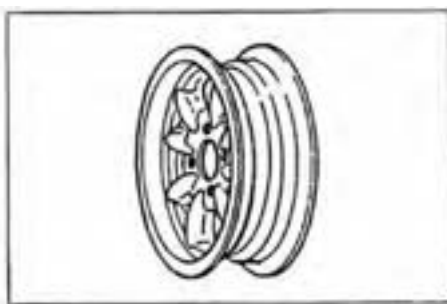
۲ کنترل نمایید که تکیه‌گاه توپی و مجموعه توپی قفلکن وقتی که مجموعه توپی قفلکن را کمی به سمت تکیه‌گاه توپی فشار می‌دهیم دارای تماس عمیقی باشد در صورتی که این چنین نباشد توپی را بچرخانید تا تماس عمیقی حاصل شود.



مشخصات رینگ: همان‌طور که چرخ و تایر دارای مشخصات است خود رینگ نیز دارای استاندارد و کدهای مخصوص به خود می‌باشد شکل ۲۴ این نوع کدبندی را نشان می‌دهد.



(1) Disk steel wheel  
5-1/2J x 13 (Approx. 8 kg)

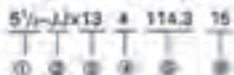


(2) Light alloy wheel (Aluminum wheel)  
5-1/2JJ x 13 (Approx. 5.5 kg)



(2) Wheel markings

The wheel size markings are the JIS markings. They are expressed like "5-1/2-JJ x 13 4 114.3 15" for example which reads as described below.



- ① ... The 5-1/2 denotes the rim width.
- ② ... The JJ is the flange marking that complies with the JIS standard. (See the following table.)
- ③ ... The 13 denotes the rim diameter in inches.
- ④ ... The 4 denotes the number of bolt holes.
- ⑤ ... The 114.3 denotes the bolt hole pitch circle diameter (P.C.D.).
- ⑥ ... The 15 denotes the offset amount in mm.

<Flange Shape>

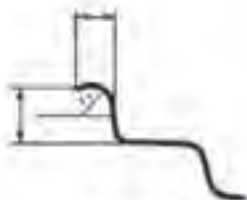


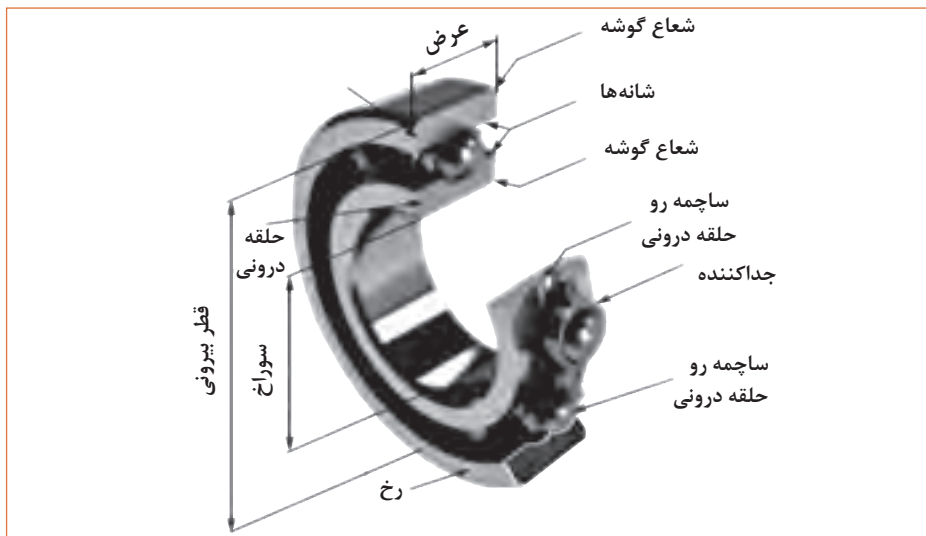
Fig. 1-27-T

<Flange Dimension Standards>

| Symbol | Portion | R <sub>1</sub>                       | b <sub>1</sub> | r <sub>1</sub> |
|--------|---------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| J      |         | 17.8 <sup>+1.0</sup> <sub>-1.5</sub> | 13.0           | 9.0            |
| JJ     |         | 18.0±0.7                             | 13.0           | 9.0            |
| JK     |         | 18.0 <sup>+1.2</sup> <sub>-0</sub>   | 13.0           | 9.0            |
| K      |         | 19.8 <sup>+1.0</sup> <sub>-1.0</sub> | 13.0           | 11.0           |
| L      |         | 21.5 <sup>+1.5</sup> <sub>-0.0</sub> | 13.5           | 12.0           |

شکل ۲۴- کدبندی مشخصات رینگ

نام‌گذاری قسمت‌های مختلف یک بلبرینگ



جدول برخی از مهم ترین انواع بلبرینگ و رولبرینگ های مورد استفاده در چرخ

|   |   |   |   |                |
|---|---|---|---|----------------|
|  |  |  |  | تصویر          |
| بلبرینگ   | رولبرینگ  | رولبرینگ ۲ ردیفه  | بلبرینگ ۲ ردیفه   | نام            |
| به مقدار کمی دارد   | در یک جهت را دارد   | در هر دو جهت را دارد  | در هر دو جهت را دارد  | تحمل بار محوری |
| دارد  | دارد  | دارد  | دارد  | تحمل بار شعاعی |

با توجه به جداول بالا به نظر شما کدام بلبرینگ و رولبرینگ را برای چرخ مناسب تر می دانید؟ چرا؟

از تمامی بلبرینگ و رولبرینگ های فوق در چرخ های عقب و جلو استفاده می شود. با توجه به طول عمر بیشتر بلبرینگ و رولبرینگ های دو ردیفه تماس زاویه ای، امروزه از این نوع بلبرینگ و رولبرینگ ها در چرخ های عقب و جلو استفاده می شود.

با توجه به جدول تکمیل شده آیا بلبرینگ تحمل بارهای محوری وارده به چرخ ها در سر پیچ ها را دارد؟ دلیل بیاورید.

بله. بلبرینگ ها به دلیل وجود لبه های شیار در حلقه داخلی و حلقه خارجی به نسبتی تحمل بارهای محوری وارده به چرخ در پیچ را دارد اما تنها از آن در چرخ عقب که فرمان پذیر نیست استفاده می شود.

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

| نوع توپی و بلبرینگ و رولبرینگ استفاده شده |              |   |  |                      |
|---|--------------|---|--|----------------------|
| مدل خودرو                                 | چرخ جلو محرک | چرخ عقب متحرک   | چرخ عقب محرک   | چرخ جلو متحرک        |
| خودرو ۱:<br>پیکان                         |              |   | بلبرینگ - فلائچ  | دو رولبرینگ رو در رو |
| خودرو ۲:<br>پراید                         |              | دو رولبرینگ رو در رو  |  |                      |
| خودرو ۳:<br>هیوندا سانتافه                |              | بلبرینگ دو ردیفه<br>تماس زاویه‌ای درون<br>آب‌بندی شده درون<br>مجموعه توپی | بلبرینگ دو ردیفه<br>تماس زاویه‌ای پرس<br>شده درون سگ دست |                      |

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؟ این نوع کاسه نمد بیشتر برای آب‌بندی محورهایی استفاده می‌شود که برای روان کاری آنها از روغن استفاده می‌شود. این نمونه کاسه نمد قابلیت هدایت و بازگشت مجدد روغن به درون محفظه هوزینگ را دارد. بنابراین از آنجایی که در توپی چرخ برای روان کاری از گریس استفاده می‌شود از این نوع کاسه نمد به‌منظور آب‌بندی استفاده نمی‌شود.

**دلیل استفاده از فنر مارپیچی در پشت لبه آب‌بند کاسه نمد چیست؟**

این فنر با اعمال نیرو در پشت لبه کاسه نمد موجب آب‌بندی هر چه بهتر مجموعه توپی می‌شود و از خروج گریس از داخل مجموعه توپی به بیرون جلوگیری می‌کند. پس از مشاهده فیلم در مورد محل قرارگیری کاسه نمد و علت آن گفت‌وگو کنید. در این نوع توپی چرخ (دو رولبرینگ رو در رو) کاسه نمد در پشت رولبرینگ داخلی قرار می‌گیرد.

**به چه منظور از گریس به جای سایر روانکارها نظیر روغن استفاده می‌شود؟**

به دلیل وجود فضای کم در مجموعه توپی چرخ، فشار و دمای کاری بالا که موجب کاهش گرانشی روغن می‌شود و همچنین مشکلات مربوط به آب‌بندی مناسب و دقیق از گریس به جای روغن استفاده می‌شود.

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

در بخش دانش‌افزایی به آن اشاره شد.

با جست‌وجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنت در مورد ویژگی‌های انواع گریس شاسی و بلبرینگ و رولبرینگ چرخ پژوهش کرده و جدول زیر را کامل کنید.

| گروه | کاربرد                 | نوع سرویس   | وضعیت عملکرد  |
|------|------------------------|---|---|
| LA   | شاسی                   | گریس کاری در فواصل ۳۲۰۰ کیلومتر و شرایط کاری متوسط  | مقاوم در برابر اکسیداسیون، خوردگی و سایش  |
| LB   | شاسی                   | گریس کاری در فواصل بیش از ۳۲۰۰ کیلومتر انجام می‌شود و شرایط کاری سخت بوده و گریس تحت بارهای سنگین و در معرض آب قرار دارد. | مقاوم در برابر اکسیداسیون، خوردگی و سایش حتی تحت بارهای سنگین و در معرض آب از دمای ۴۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد                    |
| GA   | بلبرینگ و رولبرینگ چرخ | فواصل گریس کاری مجدد کوتاه است و شرایط کاری گریس سخت نیست.  | دمای کارکرد ۲۰- تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد   |
| GB   | بلبرینگ و رولبرینگ چرخ | شرایط کاری گریس متوسط مانند خودروهای سواری و کامیونت‌های شهری   | مقاوم در برابر اکسیداسیون و تبخیر، خوردگی و سایش و دمای کارکرد ۴۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت مداوم و ۱۶۰ درجه به صورت موقت |
| GC   | بلبرینگ و رولبرینگ چرخ | شرایط کاری گریس سخت است مانند رانندگی در شرایط آب و هوایی سخت   | مقاوم در برابر اکسیداسیون و تبخیر، خوردگی و سایش و دمای کارکرد مداوم ۴۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و موقتاً تا ۲۰۰ درجه            |

به نظر شما اهمیت کیفیت، جنس و ساختار پیچ و مهره‌های مورد استفاده در چرخ خودرو چیست؟

با توجه به اینکه چرخ‌ها تمام وزن خودرو و سرنشینان آن را به همراه نیروهای وارده بر محورها در حین رانندگی و انجام مانورهای ناگهانی را تحمل می‌کنند، می‌توان دریافت که چه وظیفه مهمی را به عهده دارند. حال با تصور اینکه وظیفه تحمل تمامی این نیروها را ۴ تا ۸ پیچ و مهره در خودروهای سواری و نیمه‌سبک برعهده دارد، متوجه خواهید شد که این پیچ‌ها و مهره‌ها به چه اندازه مهم و حیاتی هستند. بنابراین کیفیت، جنس و ساختار پیچ و مهره چرخ در حفظ ایمنی سرنشینان آن بسیار مهم است.

این پیچ و مهره‌ها باید از جنس فولاد با خواص ضدزنگ و خود باز شونده و پوشش‌دهی آنها از داکرومات باشد که در آن از ترک هیدروژنی جلوگیری شود.

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

در خودروهای قدیمی برای اتصال چرخ به توپی بیشتر از مهره استفاده می‌شد و معمولاً پیچ به صورت پرس شده در فلانچ مجموعه توپی طراحی می‌شد. اما امروز به منظور سهولت در طراحی و نگهداری مجموعه چرخ و توپی برای اتصال چرخ به توپی از پیچ استفاده می‌شود. پیچ‌ها به صورت مستقیم روی فلانچ مجموعه توپی چرخ بسته می‌شوند.

با توجه به تصاویر شکل ۱۴-۲ در مورد انواع فرم نشیمنگاه پیچ و مهره چرخ بحث کنید.

پیچ و مهره چرخ با ۳ نوع فرم نشیمنگاه «کروی»، «مخروطی» و «تخت» عرضه می‌شود.

در مورد مهره غلافی فکر کنید و حداقل سه مورد از مزایای استفاده از آن در برطرف کردن مشکلات رایج در مورد مهره‌های چرخ معمول را بنویسید. در بخش دانش‌افزایی به آن اشاره شد.

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

| انواع سیستم خودرو   | تأثیرات توپی روی سیستم مورد نظر                | تأثیر سیستم مورد نظر روی توپی                                    |
|---------------------|--|--|
| سیستم ترمز          | دل زدن پدال ترمز، سایش زیاد لنت، نشت مایع ترمز | در دراز مدت خرابی بلبرینگ (نشتی مایع ترمز و تابیدگی دیسک و کاسه) |
| سیستم تعلیق         | لرزش - صدا - استهلاک قطعات                     | خرابی بلبرینگ توپی   |
| سیستم هدایت و فرمان | کشیدن خودرو به یک سمت                          | کاهش عمر بلبرینگ‌های توپی  |
| مجموعه پلوس         | کاهش عمر مفصل‌های پلوس - خرابی سر پلوس         | خرابی بلبرینگ و ایجاد لقی  |
| تایر                | سایش تایر                                      | کاهش عمر بلبرینگ‌های توپی  |

۱ برای تعیین سفتی و نرمی بلبرینگ و رولبرینگ چرخ به چه صورت عمل می‌کنیم؟

برای تعیین میزان نرمی و سفتی چرخ، خودرو را بر روی جک بالا بر قرار دهید و سپس با دست چرخ‌ها را بچرخانید و به این ترتیب می‌توانید صحت عملکرد مجموعه توپی را بررسی کنید.

۲ چگونه لقی بیش از حد و خرابی بلبرینگ و رولبرینگ را از لقی اجزا سیستم تعلیق و اتصالات فرمان تشخیص می‌دهیم؟

برای تشخیص لقی بلبرینگ و رولبرینگ از لقی اجزا سیستم تعلیق و اتصالات فرمان کافی است علاوه بر تکان دادن چرخ مورد نظر در راستای افقی (حرکت رفت و برگشتی به چپ و راست) و بررسی لقی، چرخ را در راستای عمودی (دست‌ها در وضعیت ساعت ۶ بر روی چرخ قرار می‌گیرد و حرکت رفت و برگشتی به بالا و پایین) تکان دهید و لقی آن را بررسی کنید. در صورت وجود لقی، ایراد را بایستی در مجموعه توپی چرخ جست‌وجو کرد.

فیلم آموزشی



پس از مشاهده فیلم شرح مراحل بررسی بلبرینگ و رولبرینگ در حالت ایستایی را در زیر هر یک از تصاویر شکل ۱۷-۲ بنویسید.



خودرو را توسط جک بالا ببرید و بر روی چرخ قرار دهید.



لقی چرخ را در راستای افقی بررسی کنید.



لقی چرخ را در راستای عمودی بررسی کنید.



چرخ را با دست بچرخانید و میزان نرمی و سفتی آن را بررسی کنید.

به شکل ۲-۱۸ توجه کنید. به نظر شما چه آزمایشی در حال انجام است؟ نتیجه آن سلامت یا خرابی کدام عضو را نشان می‌دهد؟

گشتاورسنجی، نتیجه آن سلامت یا خرابی مجموعه توپی چرخ و بلبرینگ و رولبرینگ چرخ را مشخص می‌کند.

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

کثیف شدن، خرابی بلبرینگ، محکم نبودن حسگر ABS

چه نوع نشستی‌هایی روی توپی قابل مشاهده هستند؟ آیا محرک بودن یا نبودن و یا جلو بودن یا عقب بودن چرخ ارتباطی با نوع نشستی‌های آن دارد؟

نشستی روانکار توپی، نشستی مایع ترمز

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

کار در کلاس



کار کلاسی:

پس از مشاهده فیلم، با راهنمای هنرآموز، تصاویر شکل ۲-۲۲ را زیرنویس کنید.



سپس مهره را کمی با آچار سفت کنید.



مهره را با دست ببندید.



میزان لقی جانبی را در راستای افقی بررسی کنید.



توپی را با دست بچرخانید.

فکر کنید



در هر یک از تصاویر شکل ۲۳-۲۴ چه فعالیتی در حال انجام است؟



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

فیلم آموزشی



| تنظیم پیش بار به کمک تورک متر      | روش خارج کردن و جازدن کاسه نمد  | روش گریس کاری بلبرینگ و رولبرینگ‌ها |
|------------------------------------|---|-------------------------------------|
| در بخش دانش‌افزایی به آن اشاره شد. | به کمک ابزار مخصوص و اهرم کردن آن کاسه نمد را خارج کنید. برای جا زدن کاسه نمد آن را در محل خود قرار داده و سپس صفحه‌ای تخت بر روی کاسه نمد قرار داده و با ضربات چکش کاسه نمد را جا بزنید. | در بخش دانش‌افزایی به آن اشاره شد.  |

اگر بلبرینگ و رولبرینگ چرخ در صورت خرابی به موقع تعویض نگردد، چه مشکلاتی را برای مجموعه تویی به وجود می‌آورد؟  
در صورتی که بلبرینگ و رولبرینگ چرخ به موقع تعویض نشود، می‌تواند موجب خرابی تویی چرخ، دیسک و کالیپر ترمز، فرسایش شدید تایر و بروز اختلال در سیستم تعلیق و فرمان شود.

بحث کلاسی





فکر کنید



با توجه به شکل ۲۴-۲ چه فعالیتی در مورد توپی چرخ در حال انجام است؟  
بررسی تاب و لنگی توپی چرخ به کمک ساعت اندازه‌گیری

فیلم آموزشی



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

| لنگی توپی  |   | لقى توپی  |  |
|--|---|---|--|
| اقدامات لازم   | روش بررسی   | اقدامات لازم  | روش بررسی  |
| اگر مقدار لنگی توپی بیش از حد مجاز تعیین شده باشد، ابتدای لقی اولیه را تنظیم کنید در مراحل بعدی در صورت بر طرف نشدن لنگی بلبرینگ و رولبرینگ و یا مجموعه توپی چرخ را تعویض کنید | کالیپر ترمز را باز کرده و ساعت اندازه‌گیری را روی توپی چرخ نصب کرده و آن را تنظیم کنید. سپس توپی چرخ را بچرخانید و میزان لنگی توپی را بررسی کنید. | اگر مقدار لقی بیش از حد مجاز تعیین شده باشد، لقی اولیه را تنظیم کنید و یا بلبرینگ و رولبرینگ چرخ را تعویض کنید. | کالیپر ترمز را باز کرده و ساعت اندازه‌گیری را روی توپی چرخ نصب کرده و آن را تنظیم کنید. سپس توپی را در راستای محوری فشار داده و بکشید. به این ترتیب میزان لقی انتهای بلبرینگ و رولبرینگ چرخ را اندازه‌گیری کنید. |

فکر کنید



لقى و لنگی توپی چه تأثیری می‌تواند در عملکرد سیستم ترمز دیسکی داشته باشد؟  
لقى و لنگی توپی چرخ می‌تواند تأثیر بسزایی در صحت عملکرد سیستم ترمز داشته باشد. از تاب برداشتن دیسک ترمز، مصرف نامتعارف و غیریکسان لنت ترمز و بروز خطا در سیستم ضد قفل ترمز ABS همگی می‌تواند از لقی و لنگی توپی چرخ ناشی شود.

بحث کلاسی



با توجه به تصاویر شکل ۲۵-۲ کدام یک از مجموعه توپی‌های نشان داده شده قابلیت سرویس و تعویض اجزا را دارند؟  
با توجه به شکل مجموعه توپی «الف» و «ب» قابلیت سرویس و تعویض اجزا را دارا هستند. توپی نشان داده شده در شکل «ج» از نوع آب‌بندی شده و غیرقابل سرویس است. مجموعه توپی «الف» دارای دو رولبرینگ رو در رو است که هر دو قابلیت تعویض و گریس‌کاری دارند. جز دیگری که در این نوع طراحی قابل تعویض است کاسه نمد مجموعه توپی است. مجموعه «ب» دارای یک و یا دو بلبرینگ دو ردیفه است که درون سگدست پرس شده است. می‌توان این بلبرینگ و رولبرینگ‌ها را به همراه کاسه نمدهای آنها تعویض کرد.



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



کاسه چرخ و یا دیسک ترمز را باز کنید.



اشپیل را دریاورید و سپس مهره سر پلوس را باز کنید.



با زدن ضربات چکش مجموعه توپی را از بدنه و هزار خاری پلوس جدا کنید.



پیچ‌های اتصال مجموعه توپی به بدنه را باز کنید.



مجموعه توپی نو را را ببندید و عکس مراحل باز کردن را برای بستن اجزا دنبال کنید.



محل نصب مجموعه توپی چرخ را با محلول مخصوص تمیز کنید و برای جلوگیری از زنگ‌زدگی کمی گریس و یا محلول ضد زنگ در محل نصب اعمال کنید.

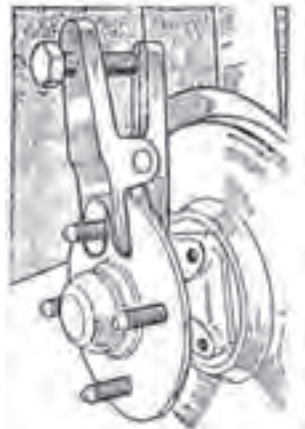


فیلم را مشاهده کنید و نحوه استفاده از ابزار گیره (سیبک کش) را به طور مختصر بنویسید.

با استفاده از سیبک کش می‌توانید به راحتی پیچ‌های چرخ پرس شده در فلانچ مجموعه تویی چرخ را بیرون آورده و یا در محل خود نصب کنید. برای این منظور کافی است سیبک کش را بر روی پیچ مورد نظر قرار دهید (به جهت نصب سیبک کش دقت کنید) و با سفت کردن پیچ موجود بر روی سیبک کش، پیچ چرخ مورد نظر را از داخل فلانچ مجموعه تویی خارج کنید.



شکل ۲۶- نحوه خارج کردن پیچ چرخ به کمک سیبک کش



شکل ۲۵- نحوه نصب پیچ چرخ به کمک سیبک کش

## ارزشیابی

ارزشیابی پودمان: سرویس چرخ و تعمیر توپی تعمیر

۱ رفع عیب مجموعه چرخ و توپی بدون باز کردن از روی خودرو

| شاخص  | معیار سطح ۱                                 | معیار سطح ۲                                   | معیار سطح ۳  |
|---|---|---|--|
| نشستی یابی و کنترل ظاهری                    | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/>    | بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/>               |
| پنچرگیری                                    |   | پنچرگیری تایر بدون تیوب <input type="radio"/> | پنچرگیری تایر تیوب دار و بدون تیوب <input type="radio"/> |
| گشتاورسنجی اتصالات و استفاده از ابزار مخصوص | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>              | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                         |
| تکمیل چک لیست                               |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>              | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                         |
| سرعت عمل (استاندارد)                        |   |   | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>          |
| ۵S و زیست محیطی                             |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>              | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                         |

## روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص ها بر اساس معیار سطح ۱                 | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            | سطح ۳ |

۲ باز کردن مجموعه چرخ و توپی از روی خودرو

| شاخص   | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳   |
|--|---|--|---|
| آماده‌سازی خودرو                             | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ٪۷۰) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (بیش از ٪۷۰) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ٪۹۰) |
| بازکردن چرخ و توپی با استفاده از کتاب راهنما | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ٪۷۰) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (بیش از ٪۷۰) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ٪۹۰) |
| گشتاورسنجی اتصالات و استفاده از ابزار مخصوص  | کمتر از ٪۷۰   | بیش از ٪۷۰   | بیش از ٪۹۰  |
| تکمیل چک لیست                                |   |  | بیش از ٪۹۰  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد         |   |  | سریع‌تر از زمان تعیین شده ○                           |
| ۵S و زیست‌محیطی                              |   | بیش از ٪۷۰   | بیش از ٪۹۰  |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

## ۳ رفع عیوب مجموعه چرخ و تویی پس از باز کردن

| شاخص                                 | معیار سطح ۱           | معیار سطح ۲          | معیار سطح ۳                 |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| کنترل و رفع عیب چرخ                  | ○ (کمتر از ۷۰٪ موارد) | ○ (بیش از ۷۰٪ موارد) | ○ (بیش از ۹۰٪ موارد)        |
| کنترل و رفع عیب تویی                 | ○ (کمتر از ۷۰٪ موارد) | ○ (بیش از ۷۰٪ موارد) |                             |
| تکمیل چک لیست                        |                       |                      | ○ بیش از ۹۰٪                |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |                       |                      | ○ سریع‌تر از زمان تعیین شده |
| ۵S و زیست‌محیطی                      |                       | ○ بیش از ۷۰٪         | ○ بیش از ۹۰٪                |

## روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

۴ بستن مجموعه چرخ و توپی روی خودرو

| شاخص                                 | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|--------------------------------------|---|--|--|
| بستن توپی روی خودرو                  | بستن با رعایت نکات بستن گشتاور مجاز (کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | بستن با رعایت نکات بستن گشتاور مجاز (بیش از ۷۰٪) <input type="radio"/>     | بستن با رعایت نکات بستن گشتاور مجاز (بیش از ۹۰٪) <input type="radio"/>                   |
| بستن چرخ روی خودرو                   |   | پر کردن (با توجه به میزان و نوع استاندارد) و هواگیری <input type="radio"/> | پر کردن (با توجه به میزان و نوع استاندارد) و هواگیری و بررسی نشستی <input type="radio"/> |
| کنترل نهایی                          | کنترل نهایی تایر <input type="radio"/>                                  | کنترل نهایی توپی و کنترل نهایی چرخ <input type="radio"/>                   |  |
| تکمیل چک لیست                        |   |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |   |  | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |
| ۵۵ و زیست محیطی                      | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |





## پودمان ۲

تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز

## اهداف توانمندسازی

|   |
|---|
| وظیفه، کاربرد، انواع و ساختمان اجزای سیستم ترمز اصطکاکی (دیسکی و کاسه‌ای) را شرح دهد.   |
| راندمان و گشتاور سیستم ترمز را تعریف کرده و مسائل مربوطه را حل کند.   |
| ارتباط سیستم ترمز با سایر سیستم‌های خودرو را بیان کرده و روش عیب‌یابی اجزای اصطکاکی سیستم ترمز (حالت ایستایی و حرکتی) را توضیح دهد. |
| سیستم اصطکاکی ترمز را در حالت ایستایی و حرکت خودرو بررسی کرده و چک‌لیست تعمیرات را تکمیل کند.                                       |
| روش رفع عیب بدون بازکردن اجزای اصطکاکی ترمز را بیان کند.  |
| استانداردهای لنت ترمز، روش بررسی عیوب اهرم‌بندی پدال، اجزای سیستم ترمز دستی را بیان کند.  |
| رفع عیوب بدون بازکردن اجزای اصطکاکی سیستم ترمز را انجام دهد.  |
| مزایا، معایب، روش عیب‌یابی و تعویض اجزای معیوب سیستم ترمز دیسکی را بیان کند.  |
| روش‌های کنترل و آماده‌سازی سیستم ترمز دیسکی و کفشکی را شرح دهد.   |
| عیب‌یابی، تعمیر و تعویض اجزای معیوب سیستم ترمز دیسکی و کفشکی را انجام دهد.  |
| روش باز کردن، تعمیر و تعویض، نصب و تنظیم اجزای مجموعه ترمز پارک خودرو (ترمز دستی) را انجام داده و چک‌لیست تعمیراتی را پر نماید.     |
| تعمیر، تعویض، نصب و تنظیم مجموعه ترمز پارک را انجام دهد.  |
| بررسی و آماده‌سازی سیستم ترمز را انجام دهد.   |
| روش باز کردن، تعمیر، تعویض، نصب و تنظیم اجزای مجموعه پدال ترمز را بیان کند.   |
| مجموعه پدال ترمز را تعمیر و تنظیم نموده و کنترل نهایی ترمز را انجام دهد.  |

## جدول زمان بندی: ۴۰ ساعت

| موضوع   | مکان           | ابزار   | روش تدریس   | کار کلاسی                                  | کار در منزل                |
|---|----------------|---|---|--|----------------------------|
| وظیفه، کاربرد و ساختمان اجزای سیستم ترمز اصطکاکی (دیسکی و کاسه‌ای) را شرح دهد. نیروی ترمزی و گشتاور ترمزی را تعریف کند. | کارگاه یا کلاس | کتاب، ویدئو پروژکتور، پوستر                   | سخنرانی، پرسش و پاسخ                                  | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده      | فکر کنید ارائه شده در کتاب |
| مکانیزم ترمز موجود بر روی چند خودرو را بررسی کند.   | کارگاه         | کتاب، ویدئو پروژکتور، تجهیزات و ادوات کارگاهی | سخنرانی، پرسش و پاسخ، انجام و نمایش عملی توسط هنرآموز | تمرین عملی توسط دانش‌آموزان، رسم مدار ترمز |                            |

| موضوع  | مکان         | ابزار   | روش تدریس   | کار کلاسی                              | کار در منزل  |
|--|--------------|---|---|--|--|
| بررسی سیستم ترمز اصطکاکی در حالت ایستایی و حرکتی را بیان کند و ارتباط با سایر سیستم‌های خودرو را شرح دهد. روش رفع عیب بدون باز کردن اجزای اصطکاکی را بیان کند. استانداردهای لنت ترمز و روش بررسی اهرم‌بندی پدال و اجزای سیستم ترمز دستی را بیان کند. | کلاس، کارگاه | کتاب، ویدئو پروژکتور، تجهیزات و ادوات کارگاهی | سخنرانی، پرسش و پاسخ، انجام و نمایش عملی توسط هنرآموز | تمرین عملی توسط دانش‌آموزان، بحث کلاسی | پژوهش ارائه شده فکر کنید و پژوهش ارائه شده در کتاب |
| سیستم ترمز اصطکاکی در حالت ایستایی و حرکتی را انجام دهد. رفع عیب بدون باز کردن اجزای اصطکاکی و پدال را انجام دهد.  | کارگاه، کلاس |   | نمایش عملی هنرآموز                                    | تمرین عملی هنرجو                       |  |

| کار در منزل                        | کار کلاسی                             | روش تدریس   | ابزار  | مکان           | موضوع  |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|--|----------------|--|
| فکر کنید و پژوهش ارائه شده در کتاب | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده | سخنرانی، پرسش و پاسخ                                  | کتاب، ویدئو، پروژکتور، پوستر                   | کارگاه یا کلاس | مزایا و معایب، روش عیب‌یابی و تعویض اجزا معیوب سیستم ترمز دیسکی و کفشکی را بیان کند. |
|                                    | تمرین عملی توسط دانش‌آموزان           | سخنرانی، پرسش و پاسخ، انجام و نمایش عملی توسط هنرآموز | کتاب، ویدئو، پروژکتور، تجهیزات و ادوات کارگاهی | کارگاه         | تعویض اجزای معیوب سیستم ترمز دیسکی و کفشکی را انجام دهد.                             |

| کار در منزل                        | کار کلاسی                             | روش تدریس               | ابزار                        | مکان           | موضوع  |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|--|
| فکر کنید و پژوهش ارائه شده در کتاب | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده | سخنرانی، پرسش و پاسخ    | کتاب، ویدئو، پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | روش باز کردن، تعمیر، تعویض، بستن و تنظیم اجزای مجموعه ترمز پارک و پدال را بیان کند.      |
|                                    | تمرین عملی توسط هنرجو                 | نمایش عملی توسط هنرآموز | تجهیزات و ادوات کارگاهی      | کارگاه         | تعمیر، تعویض، بستن و تنظیم اجزای مجموعه ترمز پارک، پدال و کنترل نهایی آنها را انجام دهد. |

|  |  |  |  |  |                 |
|--|--|--|--|--|-----------------|
|  |  |  |  |  | ارزشیابی پایانی |
|--|--|--|--|--|-----------------|

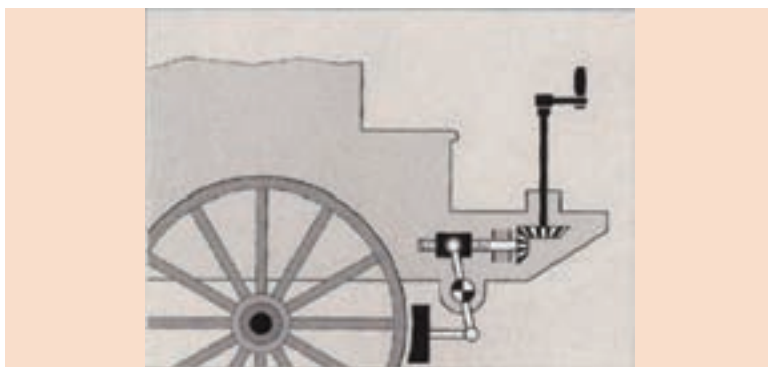
## دانش افزایی

**تاریخچه سیستم ترمز:** ترمز وظیفه دارد با تولید نیروی اصطکاک مناسب، انرژی جنبشی خودرو و چرخ متحرک را به انرژی حرارتی تبدیل نموده و به محیط بیرون انتقال دهد. با تبدیل انرژی جنبشی به حرارتی سرعت خودرو کاهش یافته و در پایان خودرو متوقف می‌شود. اولین ترمزها بر روی گاری‌ها مانند شکل زیر به صورت یک لقمه چوبی که با یک اهرم توسط راننده بر روی چرخ فشرده می‌شد مورد استفاده قرار می‌گرفت [۱].



شکل ۱- نمونه ترمزهای اولیه ۱۸۲۰ میلادی

بعد از آن از کفشک‌های خارجی که در تماس با محیط چرخ بوده و با چرخاندن یک اهرم توسط راننده عمل می‌کرد مورد استفاده قرار گرفت.



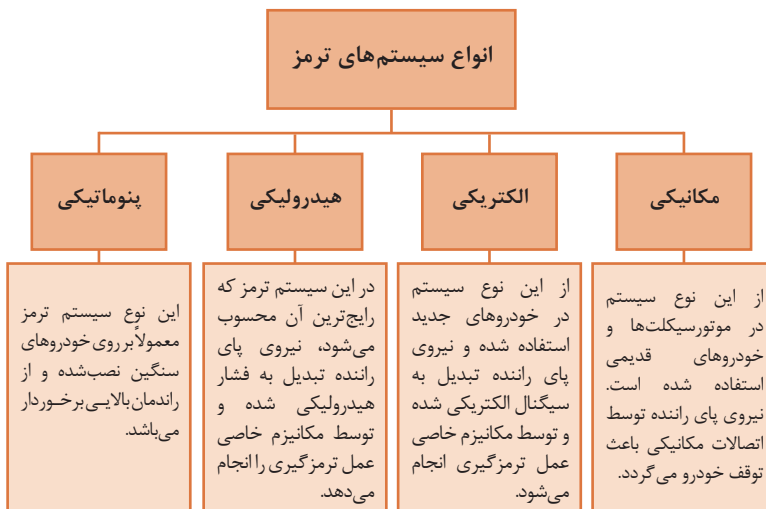
شکل ۲- نمونه‌ای از ترمز کفشکی ابتدایی [۱]



شکل ۳- اولین خودرو دارای پدال ترمز ۱۹۰۲ میلادی

در سال ۱۹۰۲ شرکت دایملر برای اولین بار پدال ترمز را وارد کابین کرد [۱]. این سیستم ترمز دارای ترمزهای کششی در چرخ‌های جلو و عقب بوده است. به علت راندمان پایین سیستم ترمز کششی، سیستم ترمز دیسکی ابداع و مورد استفاده قرار گرفت. سیستم ترمز دیسکی دارای عملکرد بهتر و راندمان بالاتری نسبت به ترمزهای کششی می‌باشد.

## انواع سیستم‌های ترمز



## مکانیزم ترمز کاسه‌ای

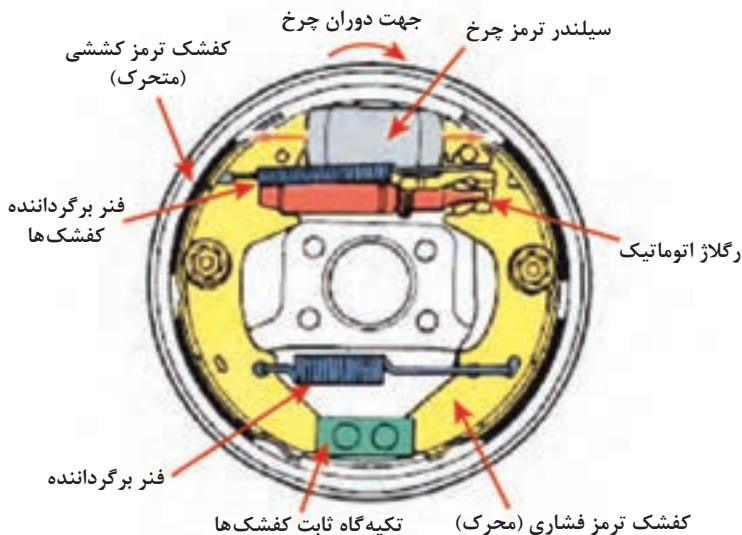
مکانیزم ترمز کاسه‌ای به طور کلی به سه نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

۱ سیستم ترمز کاسه‌ای سیمپلکس

۲ سیستم ترمز کاسه‌ای دوپلکس

۳ سیستم ترمز کاسه‌ای سرو

**سیستم ترمز کاسه‌ای با کفشک‌بندی سیمپلکس:** اعمال نیروی عکس‌العملی به کفشک سمت راست باعث می‌شود که این کفشک به سمت کاسه چرخ فشرده شود (یا به اصطلاح قلاب کند) و تمایل دارد که همراه کاسه چرخ حرکت نماید. این نیرو به همراه نیروی هیدرولیک پیستون‌ها موجب افزایش نیروی فشاری لنت به کاسه می‌شود. این افزایش نیرو را «نیروی خودزایی» یا «قلاب‌کنندگی» گویند. از این رو این کفشک (کفشک سمت راست) «فشاری» نامیده می‌شود.



شکل ۴- ساختمان ترمز کاسه‌ای با کفشک‌بندی سیمپلکس

از طرفی در کفشک سمت چپ، نیروی قلاب‌کنندگی برخلاف نیروی هیدرولیک عمل می‌کند و تمایل دارد کفشک از کاسه چرخ جدا شود. از این رو نیروی هیدرولیکی اعمالی به کفشک را کاهش می‌دهد. این کفشک، کفشک «کششی» نامیده می‌شود. هرگاه جهت چرخش عکس شود، نام‌گذاری کفشک‌ها نیز عکس می‌گردد.

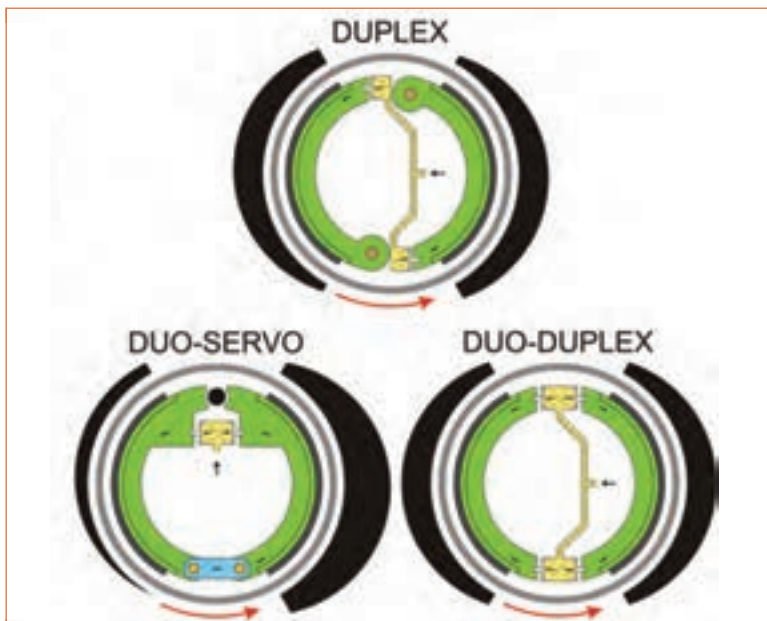
با توجه به اینکه خودرو بیشتر رو به جلو حرکت می‌کند و با توجه به مطالب ذکر شده، سایش کفشک فشاری بیشتر از کفشک کششی است و این یکی از عیوب کفشک‌بندی نوع سیمپلکس به شمار می‌آید. ضریب افزایش نیرو در این نوع کفشک‌بندی در حدود دو و بیشتر مربوط به کفشک فشاری است.

نکته

در کفشک‌های سیمپلکس پایه آزاد انطباق لنت با کاسه چرخ به نحو مطلوب انجام شده و در لبه پایینی کفشک کششی نیز ایجاد نیروی قلاب شوندگی وجود دارد.



مکانیزم ترمز کاسه‌ای با کفشک‌بندی دوپلکس: این نوع کفشک‌بندی شامل دو مدل دوپلکس دوپل و دوپلکس یک‌طرفه است که عموماً در خودروها از مدل دوپلکس ساده با پایه لنت آزاد استفاده می‌شود. یادآوری می‌شود هرگاه در این نوع کفشک‌بندی، جهت دوران چرخ عکس شود، هر دو کفشک کششی می‌شوند و نیروی ترمزی به شدت افت می‌نماید، که عیب اصلی این نوع کفشک‌بندی است. این نوع کفشک‌بندی بیشتر در وانت‌های نیمه سنگین کاربرد دارد.



شکل ۵



مکانیزم ترمز کاسه‌ای با کفشک‌بندی سرو: این نوع کفشک‌بندی از نظر ظاهر مانند نوع سیمپلکس است، با این تفاوت که در این مکانیزم، تکیه‌گاه کفشک‌ها در قسمت پایین ثابت نبوده و شناور است؛ و توسط یک میله رابط، که طول آن برای رگلاژ کفشک‌ها نیز قابل تنظیم است، به یکدیگر مرتبط می‌شوند. به منظور کنترل چرخش لنت‌ها در قسمت بالای طبق نیز از یک تکیه‌گاه ثابت (پین کنترل گشتاور) استفاده می‌شود. از این‌رو در هنگام ترمزگیری با استفاده از تکیه‌گاه شناور نیروی قلاب‌کنندگی کفشک فشاری به کفشک کششی انتقال می‌یابد و در نتیجه نیروی اعمالی کفشک کششی به کاسه نیز افزایش یابد. از این‌رو ضریب افزایش نیرو در این مکانیزم حدود پنج است. این حالت در حرکت رو به عقب نیز اتفاق می‌افتد که از محاسن این نوع کفشک‌بندی محسوب می‌شود.



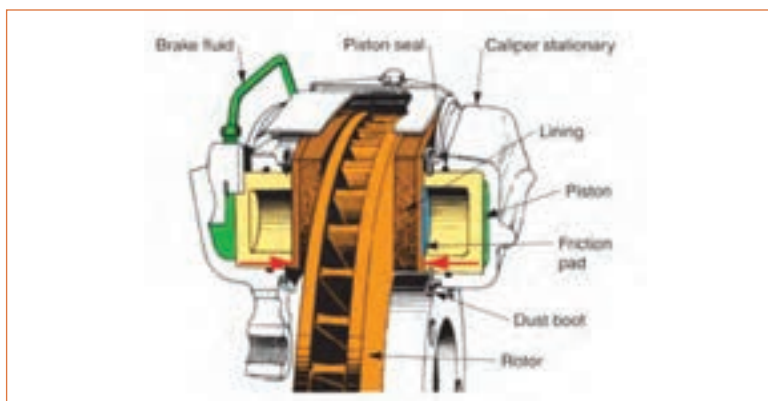
شکل ۶

### مکانیزم ترمز دیسکی

این مکانیزم دارای دو نوع مختلف به شرح زیر است:

- ۱ مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت
- ۲ مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور

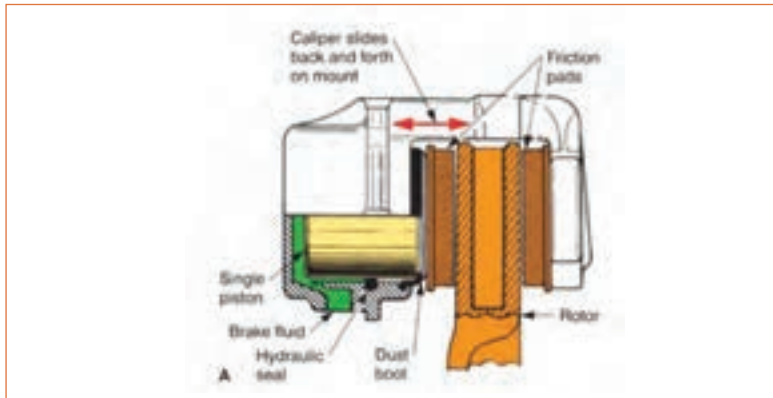
**مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت:** این نوع مکانیزم ترمز معمولاً دو و یا چهار پیستون دارد. پس از رها کردن پدال ترمز، فشار مایع هیدرولیک ترمز کاهش می‌یابد و لاستیک آب‌بندی، پیستون را اندکی به سمت عقب حرکت می‌دهد. با توجه به اینکه در مکانیزم ترمز دیسکی، نیروی قلاب‌کنندگی وجود ندارد، افزایش نیروی اعمالی به لنت نیز، به دلیل وجود خاصیت قلاب‌کنندگی وجود نخواهد داشت. بنابراین در این نوع مکانیزم ترمز، نیروی بیشتری برای ترمزگیری نیاز است و با بزرگ‌تر در نظر گرفتن قطر پیستون‌ها این نقص جبران می‌شود. در خودروهای با سطح ایمنی بالاتر، سعی می‌شود که ترمز هر چهار چرخ به مکانیزم ترمز دیسکی مجهز گردد. این موضوع سبب می‌شود که خاصیت قلاب‌کنندگی در سیستم ترمز نیز از بین برود و در عملکرد سیستم ترمز ضدقفل نیز اختلالی ایجاد نشود. به عبارت دیگر، در خودروی مجهز به سیستم ترمز ضد قفل بهتر است که مکانیزم ترمز خودرو از نوع دیسکی باشد.



شکل ۷

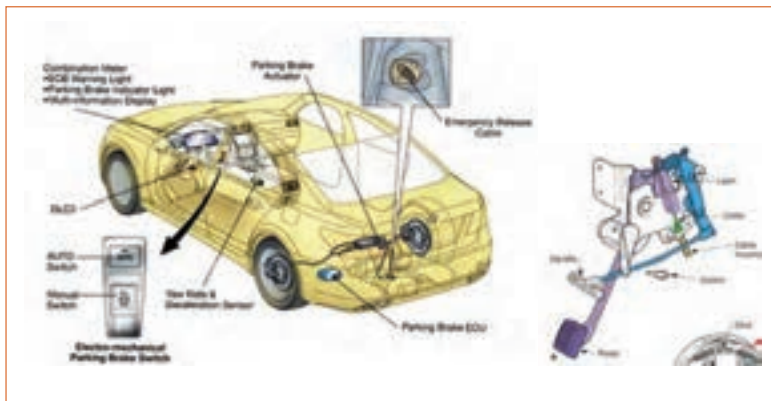
**مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور:** در این نوع مکانیزم ترمز، مایع هیدرولیک ترمز پس از ورود از مجرای ورودی به پیستون نیرو اعمال می‌کند. پیستون نیز نیرو را به لنت داخلی اعمال می‌نماید. با درگیر شدن لنت داخلی با دیسک ترمز، فشار هیدرولیک اعمالی به پیستون و سیلندر کالیپر، باعث حرکت کالیپر بر خلاف جهت حرکت پیستون بر روی پین راهنما می‌شود. این امر باعث درگیر شدن لنت خارجی با دیسک ترمز می‌شود.

پودمان ۲: تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز



شکل ۸

انواع ترمز دستی (پارک)



شکل ۹- دو نوع سیستم ترمز دستی با راه انداز پایی و الکترونیکی

تفاوت مهم سیستم ترمز دستی الکتریکی و الکترونیکی در این است که نوع الکتریکی فقط دارای راه‌انداز الکتریکی (به‌جای راه‌انداز مکانیکی) است اما نوع الکترونیکی هوشمندی در استفاده دارد و به‌صورت کلی در شیب روی کمک فراوانی می‌کند.



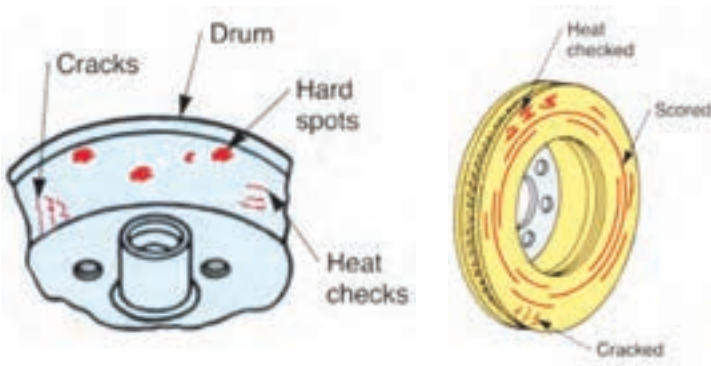
### دانش‌افزایی مهارتی

باز کردن انواع کاسه چرخ: در بعضی از کاسه چرخ‌ها مانند خودروی پراید که کاسه چرخ و توپی در یک مجموعه ساخته می‌شود جهت باز کردن کاسه چرخ باید همانند دستورالعمل باز کردن توپی عمل کرد.

### معایب مربوط به طبق ترمز کفشکی back plate

انواع انحرافات در بستن طبق ترمز به اکسل موجب فرسایش غیریکنواخت لنت‌ها و ضعف عملکرد سیستم ترمز به دلیل عیب در خاصیت قلاب‌شوندگی کفشک‌ها می‌شود.

یکی از دلایل مهم ضعیف شدن ترمزها ایجاد حالت الماسه شدن (اگر در حالت داغ بودن دیسک یا کاسه با آب تماس پیدا کند) دیسک یا کاسه است که باعث ایجاد صدای ناهنجار نیز می‌شود.



پاسخ به سؤالات متن کتاب

فکر کنید



به نظر شما در خودروهای سنگین نیز از سیستم ترمز با راه انداز هیدرولیکی استفاده می شود؟ چرا؟  
در خودروهای سنگین از سیستم ترمز پنوماتیکی استفاده می شود.

بحث کلاسی



با توجه به شکل های ۲-۶ و ۲-۷ و ۲-۸ و راهنمایی هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

| نوع سیستم     | اعمال نیرو | تکیه گاه کفشک ها | تعداد و نوع سیلندر چرخ   |
|---------------|------------|------------------|--------------------------|
| کفشکی سیمپلکس | یک طرف     | ثابت             | ۱ عدد سیلندر دو پیستونه  |
| کفشکی دوپلکس  | دو طرف     | ثابت             | دو عدد سیلندر یک پیستونه |
| کفشکی سرو     | دو طرف     | متحرک            | یک عدد سیلندر دو پیستونه |

بحث کلاسی



با توجه به فیلم آموزشی و شکل ۲-۱۰ و ۲-۱۱ 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ثبات نیروی ترمزی در اثر نیروی کنترل نشده (قلاب کنندگی) کاهش می یابد، همچنین آزاد شدن چرخ ها پس از رها کردن پدال ترمز، به دلیل خاصیت قلاب کنندگی، به تأخیر می افتد.</li> <li>- به دلیل نداشتن تماس مستقیم لنت ها با جریان هوا انتقال حرارت، ضعیف صورت می گیرد و اثر نیروی ترمزی در ترمز گیری های طولانی و پی در پی کاهش می یابد.</li> <li>- به تنظیم مستمر فاصله بین لنت و کاسه چرخ نیاز است.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- خاصیت قلاب کنندگی امکان نصب آسان ترمز دستی</li> </ul>   |
| ترمز دیسکی | <ul style="list-style-type: none"> <li>- قیمت بالا</li> <li>- نیاز داشتن به نیروی بیشتر برای ترمزگیری، به دلیل پایین بودن ضریب افزایش نیرو و نبودن خاصیت قلاب کنندگی</li> <li>- حساسیت بالای ترمز در مقابل رطوبت، گرد و غبار و غیر آنها به دلیل تماس مستقیم با هوای محیط</li> <li>- پیچیدگی و مشکل بودن نصب ترمز دستی بر روی این نوع مکانیزم ترمز</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- انتقال حرارت بهتر</li> <li>- تأخیر کمتر</li> <li>- ایجاد سر و صدای کمتر</li> <li>- حساسیت کمتر در مقابل ساییدگی لنت ها</li> <li>- وزن کمتر</li> </ul> |

### بحث کلاسی



برای دو خودرو متفاوت با وزن و سرعت های متفاوت نیروی ترمزی را به دست آورد.

| نام خودرو      | وزن (kg) | درصد بار روی چرخ ها | سرعت (Km/h) | مسافت ترمزی (m) | نیروی ترمزی (N) |
|----------------|----------|---------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| خودروی شماره ۱ | ۷۰۰      | ۶۰ درصد چرخ جلو     | ۱۱۰         | ۲۰              | ۱۹۵۳۵۲/۵        |
|                |          | ۴۰ درصد چرخ عقب     | ۱۱۰         | ۲۰              | ۱۳۰۲۳۵          |
| خودروی شماره ۲ | ۱۳۰۰     | ۶۰ درصد چرخ جلو     | ۶۰          | ۲۰              | ۱۰۸۳۷۶/۶        |
|                |          | ۴۰ درصد چرخ عقب     | ۶۰          | ۲۰              | ۷۲۲۵۱/۱         |

### فکر کنید



اگر گشتاور اصطکاکی ترمز ( $M_{Br}$ ) از گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین بزرگ تر باشد چه اتفاقی رخ می دهد؟  
چرخ خودرو قفل شده و مسافت ترمزی افزایش و پایداری و فرمان پذیری خودرو کاهش می یابد.

### فیلم آموزشی



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

| اثر                    | عیب                      |             |
|------------------------|--------------------------|-------------|
| ساییدگی نامناسب تایرها | عدم تنظیم درست زاویه چرخ | مجموعه چرخ  |
|                        | ساییدگی بیش از حد لنت    | سیستم فرمان |

### بحث کلاسی



با توجه به شکل ۱۹-۲ و ۲۰-۲ روش کارکرد و مزایا و معایب هریک از مکانیزم های ترمز دستی نوع اهرمی را با دوستان خود به بحث بگذارید.

مزایا:

۱ سادگی سیستم مورد استفاده

۲ قیمت پایین سیستم

معایب:

۱ نیاز به تعمیر و نگهداری و تنظیم رگلاژ

۲ حساسیت نسبت به شرایط محیطی مانند گل و خاک

بحث کلاسی



با توجه به شکل ۲۲-۲ کدام یکی از عیوب را می توان بدون نیاز به بازکردن اجزای اصطکاکی رفع نمود.

- گیر کردن جسم خارجی بین لنت و دیسک و یا کاسه چرخ
- زیاد بودن کورس حرکت اهرم ترمز دستی
- تنظیم نامناسب خلاصی پدال
- کاهش سطح روغن درون مخزن
- ساییدگی اجزای مکانیکی پدال ترمز
- تنظیم نامناسب میکروسوییچ
- جدا شدن کانکتور میکروسوییچ
- خرابی میکروسوییچ

بحث کلاسی



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

| نام خودرو | قطر داخلی کاسه | حداکثر قطر مجاز کاسه چرخ | حداقل ضخامت مجاز لنت کفشک ترمز | نوع دیسک | قطر دیسک | ضخامت دیسک | حداقل ضخامت دیسک | حداقل ضخامت لنت ترمز |
|-----------|----------------|--------------------------|--------------------------------|----------|----------|------------|------------------|----------------------|
| پراید     | ۱۷۰ mm         | ۱۷۱/۵ mm                 | ۱ mm                           | توپر     |          | ۱۳ mm      | ۱۱ mm            | ۳ mm                 |
| سمند      | ۲۲۸/۶ mm       | ۲۳۰ mm                   | ۱ mm                           | پره دار  | ۲۶۶ mm   | ۲۰/۴ mm    | ۱۸/۵ mm          | ۲ mm                 |
| دنا       |                |                          |                                |          |          |            |                  |                      |

فکر کنید



در جاده های برفی و یخ زده چگونه می توان سرعت خودرو را کنترل نمود؟ در جاده های برفی و یخ زده با استفاده از ترمز موتوری و ترمز دستی سرعت خودرو را می توان کنترل نمود و از ترمز زدن های شدید اجتناب شود بنابراین، راننده باید با دقت رانندگی نموده و ضمن حفظ فاصله مطمئن با خودرو جلویی، با سرعت متناسب با شرایط جاده رانندگی نماید. با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز ابزارهای مخصوص جهت بازکردن مکانیزم ترمز کاسه ای را یافته و دلیل استفاده از ابزار مخصوص را توضیح دهید.

استفاده از ابزار مخصوص این امکان را می‌دهد که علاوه بر افزایش سرعت، دقت در انجام تعمیرات را نیز افزایش دهیم.



#### لوله ترمز

با استفاده از ابزار مخصوص به شماره (OK ۱۳۰ ۴۳۰ ۰۱۹) لوله ترمز را باز کنید. (شکل ۸۹-۹)

#### احتیاط

مایع ترمز به سطوح رنگ شده آسیب می‌رساند بنابراین در صورت آلوده شدن سطوح، آنها را شسته و خشک کنید.

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

پژوهش کنید



پدال ترمز دارای دو نوع می‌باشد.

- ۱ پدال نصب شده در کف اتاق<sup>۱</sup>
- ۲ پدال چرخشی به سمت جلو<sup>۲</sup>



شکل ۱۱- پدال نصب شده در کف اتاق



شکل ۱۰- پدال چرخشی

نوع دوم در خودروهای سواری بسیار رایج بوده و در بخش مدل‌سازی این مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد. این در حالیست که هر دو نوع آنها از قوانین مشابهی پیروی می‌کنند.

۱- Floor mounted pedals

۲- Forward swing mounted pedals



## ارزشیابی پودمان: تعمیر اجزای اصطکاک سیستم ترمز

### ۱ رفع عیب اجزای اصطکاک سیستم ترمز بدون باز کردن از روی خودرو

| شاخص   | معیار سطح ۱                                 | معیار سطح ۲                                | معیار سطح ۳  |
|--|---|--|--|
| بررسی ظاهری و نشستی                                | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/>                     |
| گشتاورسنجی اتصالات و استفاده از ابزار دقیق و مخصوص | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                               |
| تنظیم پدال ترمز<br>تنظیم ترمز دستی                 | فقط تنظیم ترمز دستی <input type="radio"/>   | تنظیم پدال ترمز <input type="radio"/>      | تنظیم پدال ترمز و ترمز دستی با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات |
| رگلاژ لنت‌های ترمز<br>کفشکی                        |   | رگلاژ لنت ترمز کفشکی                       |  |
| تکمیل چک لیست                                      |   |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                               |
| سرعت عمل (استاندارد)                               |   |  | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>                |
| ۵S و زیست محیطی                                    | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                               |

### روش ارزشیابی مرحله

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

۲ باز کردن اجزای اصطکاک سیستم ترمز از روی خودرو

| شاخص   | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|--|---|---|---|
| آماده‌سازی خودرو   |   | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن با توجه به کتاب راهنما<br>○ (بیش از ۷۰٪ موارد) | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن با توجه به کتاب راهنما<br>○ (بیش از ۹۰٪ موارد) |
| باز کردن اجزای اصطکاک سیستم ترمز از روی خودرو با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ۵۰٪) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ۵۰٪)                         | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ۵۰٪)                         |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد   |   |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده<br>○  |
| ۵S و زیست‌محیطی  |   | بیش از ۷۰٪  | بیش از ۹۰٪<br>○   |

روش ارزشیابی مرحله

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

۲ تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز خودرو پس از باز کردن

| شاخص                                 | معیار سطح ۱  | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|--------------------------------------|--|---|---|
| باز کردن اجزای جعبه‌دنده             | تشخیص عیوب پمپ بالا و پایین، رفع عیب (کمتر از ۵۰٪ موارد) <input type="radio"/> | تشخیص عیوب پمپ بالا و پایین، رفع عیب (بیش از ۷۰٪ موارد) <input type="radio"/> | تشخیص عیوب پمپ بالا و پایین، رفع عیب (بیش از ۹۰٪ موارد) <input type="radio"/>   |
| بررسی ظاهری                          | دنده‌ها - شکستگی پوسته <input type="radio"/>                                   | بلبرینگ‌ها - دنده‌ها و دنده برنجی - شکستگی پوسته <input type="radio"/>        | بلبرینگ‌ها - دنده‌ها و دنده برنجی - شکستگی پوسته <input type="radio"/>          |
| بررسی دقیق (اندازه‌گیری)             |  | بررسی لنت (اندازه‌گیری) - بررسی دیسک - بررسی کاسه چرخ <input type="radio"/>   | بررسی لنت - بررسی دیسک - بررسی کاسه چرخ - بررسی ترمز دستی <input type="radio"/> |
| بستن اجزا و کنترل نهایی              |  | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن <input type="radio"/>               | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن و کنترل نهایی <input type="radio"/>   |
| تکمیل چک‌لیست                        |  |   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |  |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>                                 |
| ۵S و زیست‌محیطی                      |  | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |

روش ارزشیابی مرحله

|       |  |
|-------|--|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌ها ی مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳             |

#### ۴ بستن اجزا اصطکاکی ترمز بر روی خودرو

| شاخص                                 | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|--------------------------------------|---|--|--|
| آماده‌سازی خودرو                     |   | رعایت رویه آماده‌سازی (بیش از ۵۰٪ موارد) <input type="radio"/> | رعایت رویه آماده‌سازی بستن ایمنی فردی و کارگاهی (بیش از ۹۰٪ موارد) <input type="radio"/> |
| بستن روی خودرو                       | بستن روی خودرو بدون بررسی و تنظیم <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با تنظیم <input type="radio"/>                  | بستن روی خودرو با تنظیم و ترتیب بستن <input type="radio"/>                               |
| کنترل نهایی                          |   | بررسی نهایی - گشتاورسنجی                                       | بررسی نهایی گشتاورسنجی <input type="radio"/>   |
| تکمیل چک‌لیست                        |   |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |   |  | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |
| ۵S و زیست‌محیطی                      |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>                               | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |

#### روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

معیار شایستگی: تعمیر جعبه‌دنده

| ردیف | مرحله کار   | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|------|---|------------------|------------|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز نمودن مجموعه جعبه‌دنده  | ۲                |            |
| ۲    | باز کردن مجموعه جعبه‌دنده از روی خودرو  | ۱                |            |
| ۳    | تعمیر مجموعه جعبه‌دنده خودرو پس از باز کردن   | ۲                |            |
| ۴    | بستن مجموعه جعبه‌دنده بر روی خودرو  | 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 پلوس کند. | ۲                |            |
|      | میانگین نمرات   |                  |            |



## پودمان ۳

تعمیر اجزای هیدرولیکی  
سیستم ترمز

## اهداف توانمندسازی

|  |
|--|
| وظیفه، ساختمان، انواع و عملکرد سیلندر اصلی و بوستر ترمز خودرو را بیان کند.   |
| تشریح مکانیزم هیدرولیکی سیستم ترمز و محاسبات مربوط به افزایش نیروی پای راننده و نیروی تولیدی بوستر در مکانیزم هیدرولیک سیستم ترمز را انجام دهد.          |
| ارتباط با سایر سیستم‌های خودرو و روش بررسی و عیب‌یابی مکانیزم بوستر، مدار و اجزای هیدرولیکی و الکتریکی سیستم ترمز (در حالت ایستایی و حرکتی) را بیان کند. |
| روش رفع عیب بدون بازکردن اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز را بیان کند.   |
| بررسی و عیب‌یابی مکانیزم بوستر، مدار و اجزای هیدرولیکی و الکتریکی سیستم ترمز (در حالت ایستایی و حرکتی) را انجام دهد و چک‌لیست تعمیرات را تکمیل کند.      |
| رفع عیب بدون بازکردن اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز را انجام دهد.  |
| روش تعمیر، تنظیم و تعویض بوستر و سیلندر اصلی را بیان کند.  |
| تعمیر، تنظیم و تعویض بوستر و سیلندر اصلی را انجام دهد.   |
| روش باز کردن، تعمیر و تعویض سیلندر ترمز و کالیپر چرخ خودرو را بیان کند.  |
| تعمیر و تعویض سیلندر ترمز چرخ خودرو و کالیپر را انجام دهد.   |
| روش عیب‌یابی، تعمیر و تعویض لوله‌های انتقال‌دهنده مایع هیدرولیک ترمز را بیان کند.  |
| عیب‌یابی، تعمیر و تعویض لوله‌های انتقال‌دهنده مایع هیدرولیک ترمز را انجام دهد.   |
| وظیفه و عملکرد سیستم ترمز ضد قفل و روش هواگیری سیستم ترمز توسط دستگاه عیب‌یاب را بیان کند.   |
| روش هواگیری سیستم ترمز توسط دستگاه عیب‌یاب را اجرا کند.  |



پودمان ۳: تعمیر اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز

| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                        | مکان           | موضوع   |
|---------------------|--|----------------------|------------------------------|----------------|---|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو، پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | وظیفه، ساختمان، انواع و عملکرد سیلندر اصلی و بوستر ترمز خودرو را بیان کند. تشریح مکانیزم هیدرولیکی سیستم ترمز و محاسبات مربوط به افزایش نیروی پای راننده و نیروی تولیدی بوستر در مکانیزم هیدرولیکی سیستم ترمز را انجام دهد. |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                              | کارگاه         | بررسی مکانیزم هیدرولیکی و بوستر سیستم ترمز موجود بر روی چند خودرو، جانمایی اجزاء را انجام داده و با استفاده از بوستر برش خورده با طرز کار آنها آشنا شود.  |

| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                        | مکان           | موضوع  |
|---------------------|--|----------------------|------------------------------|----------------|--|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو، پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | ارتباط با سایر سیستم‌های خودرو و روش بررسی و عیب‌یابی مکانیزم بوستر، مدار و روش رفع عیب بدون بازکردن اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز را بیان کنید.  |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                              | کارگاه         | بررسی و عیب‌یابی مکانیزم بوستر، مدار و اجزای هیدرولیکی و الکتریکی سیستم ترمز (در حالت ایستایی و حرکتی) را انجام دهد و چک‌لیست تعمیرات را تکمیل کند و رفع عیب بدون بازکردن اجزای هیدرولیکی سیستم ترمز را انجام دهد. |

| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                        | مکان           | موضوع   |
|---------------------|--|----------------------|------------------------------|----------------|---|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو، پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | روش تعمیر، تنظیم و تعویض بوستر و سیلندر اصلی را بیان کند. |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                              | کارگاه         | تعمیر، تنظیم و تعویض بوستر و سیلندر اصلی را انجام دهد.    |

| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                       | مکان           | موضوع   |
|---------------------|--|----------------------|-----------------------------|----------------|---|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | روش باز کردن، تعمیر و تعویض سیلندر ترمز و کالیپر چرخ خودرو را بیان کند. |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                             | کارگاه یا کلاس | تعمیر و تعویض سیلندر ترمز چرخ خودرو و کالیپر را انجام دهد.              |

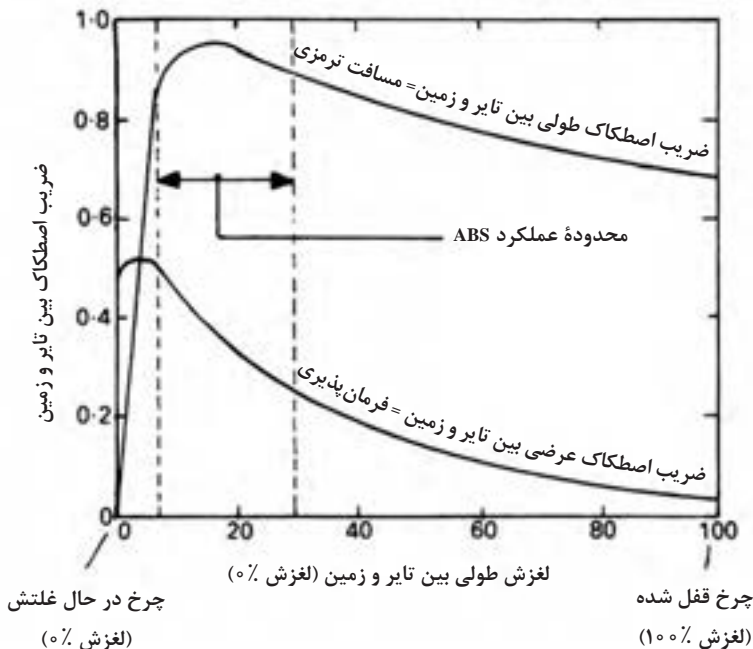
| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                       | مکان           | موضوع   |
|---------------------|--|----------------------|-----------------------------|----------------|---|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | روش تعمیر، تنظیم و تعویض سیلندر ترمز چرخ و لوله‌های انتقال دهنده را بیان کند. |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                             | کارگاه یا کلاس | تعمیر، تنظیم و تعویض سیلندر ترمز چرخ و لوله‌های انتقال دهنده را انجام دهد.    |

| کار در منزل         | کار کلاسی  | روش تدریس            | ابزار                       | مکان           | موضوع   |
|---------------------|--|----------------------|-----------------------------|----------------|---|
| پژوهش‌های طراحی شده | بحث کلاسی، پاسخ به پرسش‌های طراحی شده و فکر کنید | سخنرانی، پرسش و پاسخ | کتاب، ویدئو پروژکتور، پوستر | کارگاه یا کلاس | وظیفه و عملکرد سیستم ترمز ضدقفل و روش هواگیری سیستم ترمز توسط دستگاه عیب‌یاب را بیان کند. |
|                     | تمرین عملی فعالیت کارگاهی                        | نمایش عملی هنرآموز   |                             | کارگاه         | هواگیری و کنترل نهایی را انجام دهد.   |
|                     |  |                      |                             |                | ارزشیابی نهایی  |

## سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

بحث پایداری خودرو، یکی از مهم‌ترین موارد در طراحی خودرو بوده و از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد. در این راستا، با توجه به پیشرفت شاخه‌های مختلف علم، سیستم‌های کنترلی متعددی در جهت پایداری بهتر خودرو، به کار گرفته می‌شوند.

در این میان ABS یکی از این سیستم‌ها می‌باشد که امروزه به صورت فراگیر در خودروهای مختلف نصب شده و هدف آن، کنترل بهینه ضریب اصطکاک بین چرخ و جاده می‌باشد، که منجر به افزایش فرمان‌پذیری خودرو در حین ترمزگیری شده و معمولاً مسافت ترمزی را نیز کاهش می‌دهد.



شکل ۱- رابطه بین فرمان‌پذیری، ضریب اصطکاک و لغزش طولی بین تایر و زمین

شکل فوق که نتیجه آزمایشات تجربی، شبیه‌سازی و تحلیل متخصصان دینامیک خودرو می‌باشد مؤید مطالب فوق می‌باشد. با توجه به شکل صفحه قبل ملاحظه می‌گردد، چنانچه لغزش طولی بین چرخ و زمین در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد قرار گیرد، ضریب اصطکاک بین چرخ و زمین در شرایط مختلف محیطی (جاده‌های مختلف) حداکثر می‌باشد، ضمن اینکه در این محدوده، فرمان‌پذیری خودرو نیز مطلوب می‌باشد.

البته باید توجه نمود که بهترین وضعیت فرمان‌پذیری هنگامی به وجود می‌آید که لغزش طولی تایر نسبت به زمین در حدود ۵ درصد باشد ولی در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد، ضمن دستیابی به حداکثر ضریب اصطکاک بین تایر و زمین که منجر به کاهش مسافت ترمزی می‌شود، حالت مناسبی نیز برای فرمان‌پذیری خودرو ایجاد می‌گردد.

با توجه به مطالب فوق، چنانچه سیستم ABS بتواند لغزش طولی بین تایر و زمین را به دست آورد و آن را در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد حفظ نماید، فرمان‌پذیری خودرو در هنگام ترمزگیری افزایش می‌یابد، ضمن آنکه معمولاً مسافت ترمزی نیز کاهش می‌یابد و بنابراین پایداری خودرو افزایش می‌یابد. سیستم ABS برای محاسبه لغزش طولی بین تایر و زمین از رابطه زیر استفاده می‌کند.

$$\text{Slip\%} = \frac{V - R \times \omega}{V} = \text{درصد لغزش}$$

V: سرعت خطی خودرو بر حسب متر بر ثانیه ( $\frac{m}{s}$ )

R: شعاع تایر بر حسب متر m

$\omega$ : سرعت زاویه‌ای تایر بر حسب رادیان بر ثانیه ( $\frac{Rad}{s}$ )

$R \times \omega$ : سرعت خطی تایر بر حسب متر بر ثانیه ( $\frac{m}{s}$ )

با توجه به مطالب صفحه قبل، از ۴ عدد سنسور اندازه‌گیری دوران چرخ برای اندازه‌گیری سرعت محیطی چرخ در سیستم ABS استفاده می‌شود. با استفاده از داده‌های این سنسورها و در نظر گرفتن لغزش طولی ۲۰ درصد به عنوان لغزش مطلوب بین تایر و زمین، لغزش طولی بین تایر و زمین توسط سیستم ABS قابل محاسبه خواهد بود.

از طرفی ECU سیستم ABS، آغاز فرایند ترمزگیری را توسط میکروسوئیچ موجود بر روی پدال ترمز احساس می‌کند.

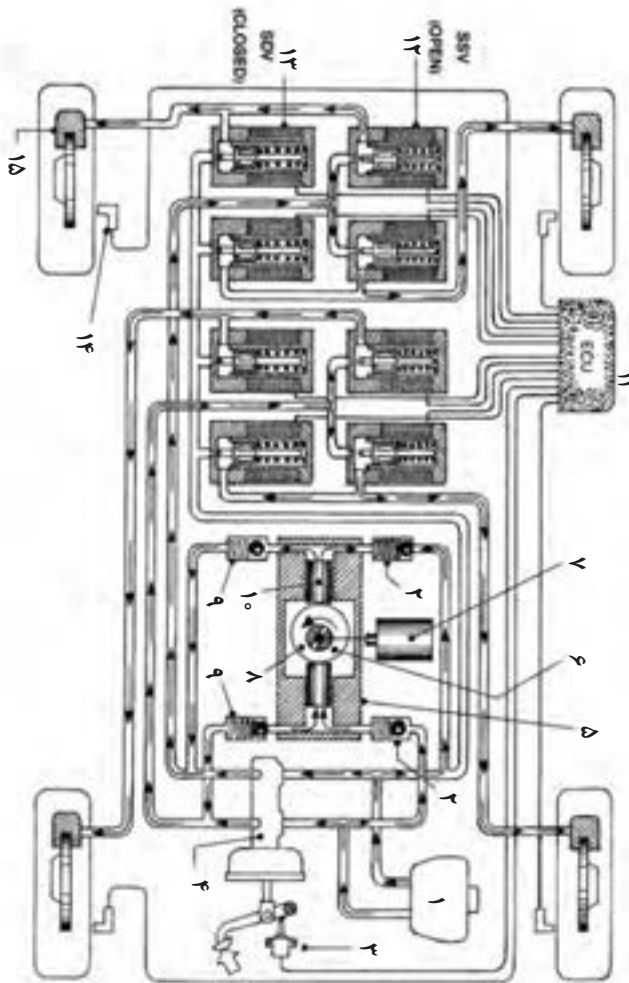
با توجه به میزان لغزش طولی بین تایر و زمین، ECU سیستم ABS الگوریتمی را به مرحله اجرا در می‌آورد، که ارتباط بین لغزش طولی بین تایر و زمین و فشار هیدرولیک ترمز می‌باشد. این الگوریتم به نحوی است که اگر میزان لغزش طولی کمتر از ۸ درصد باشد، ECU اجازه افزایش فشار هیدرولیک را توسط پدال ترمز و سیلندر اصلی ترمز می‌دهد. چنانچه میزان لغزش طولی بین ۸ تا ۳۰ درصد باشد، ECU اجازه تثبیت فشار هیدرولیک را در سیستم ترمز اعمال نموده و چنانچه لغزش طولی بیش از ۳۰ درصد شود، ECU دستور کاهش فشار هیدرولیک ترمز را صادر می‌کند.

لازم به ذکر است، از آنجایی که واحد الکترونیک و مجموعه شیرهای سیستم ABS در یک مجموعه قرار دارند، کل مجموعه را HECU<sup>۱</sup> یا واحد کنترل الکترونیکی - هیدرولیکی می‌نامند.

شکل زیر سیستم ABS را که حاوی ۸ عدد شیر ۲/۲ می‌باشد نشان می‌دهد و عملکرد این سیستم در مرحله افزایش فشار (لغزش طولی کمتر از ۸ درصد) قابل ملاحظه می‌باشد.

۱- Hydraulic Electronic control unit

۲- شیرهای ۲/۲ دارای دو مجرای ورودی و خروجی بوده و دارای دو حالت باز و بسته می‌باشند.



شکل ۲- سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با استفاده از ۸ عدد شیر برقی ۲/۲ در مرحله افزایش فشار

توضیحات شکل:

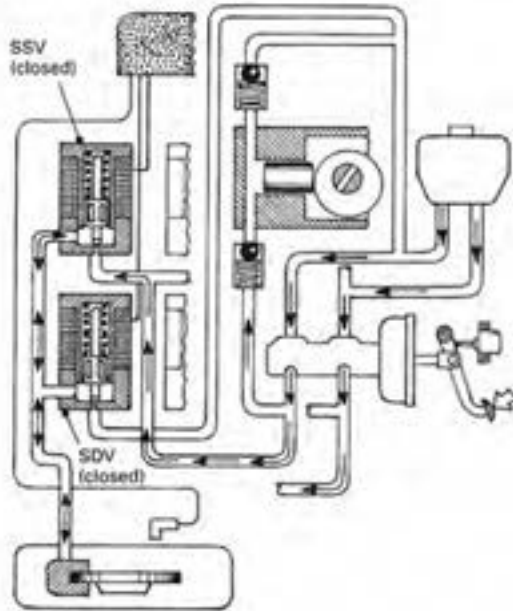
- |   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| ۱ مخزن روغن ترمز                        | ۲ سوپاپ ورودی         | ۳ میکروسوییچ پدال ترمز                       |
| ۴ سیلندر اصلی                           | ۵ پمپ دو مداری        | ۶ کوپلینگ بین موتور الکتریکی و پمپ مایع ترمز |
| ۷ موتور الکتریکی                        | ۸ بادامک خارج از مرکز | ۹ سوپاپ های خروجی                            |
| ۱۰ پلانچر یا پیستون                     | ۱۱ ECU                | ۱۱ شیرهای برقی تغذیه (SSV) <sup>۱</sup>      |
| ۱۲ شیرهای برقی تخلیه (SDV) <sup>۲</sup> | ۱۲ سنسور سرعت چرخ     | ۱۳ کالیپر و دیسک ترمز                        |

۱- Solenoid supply valves

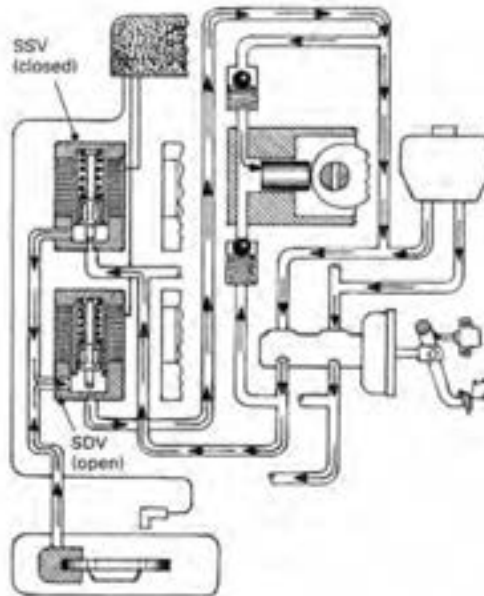
۲- Solenoid Discharge valves

همان‌گونه که از شکل فوق پیداست، در حالت عادی، تمامی شیرهای برقی تغذیه (SSVها) باز و تمامی شیرهای برقی تخلیه (SDVها) بسته می‌باشند. در این حالت به محض آنکه راننده پدال ترمز را فشار دهد، ECU سیستم ترمز ضد قفل با دریافت اطلاعات سنسورهای سرعت محیطی چرخ‌ها، سرعت خطی اولیه خودرو را محاسبه نموده و با به‌دست آوردن شتاب کاهنده چرخ‌ها در لحظات بعدی، شیب کاهش سرعت خطی خودرو به‌دست آمده و تغییرات سرعت خطی خودرو به‌صورت نموداری خطی به‌دست می‌آید. از طرفی، مایع ترمز ارسالی از طریق سیلندر اصلی پس از عبور از SSVها به سیلندر ترمز چرخ‌ها رسیده و عمل ترمز‌گیری شروع می‌شود.

در این حالت با داشتن سرعت خطی خودرو و سرعت محیطی چرخ، میزان لغزش طولی بین تایر و زمین توسط ECU سیستم ترمز ضد قفل محاسبه می‌گردد. چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین در محدوده ۸ تا ۳۰ درصد قرار گیرد، مطابق شکل زیر، ECU با ارسال دستور به SSVها، فرمان بسته شدن آنها را صادر می‌کند. بنابراین تمامی SSVها و SDVها در این مرحله بسته شده و هیچ مایع ترمزی به سیلندر ترمز چرخ‌ها وارد و یا از آنها خارج نمی‌گردد. از اینرو فشار مایع ترمز در سیلندر ترمز چرخ‌ها ثابت مانده و عمل ترمز‌گیری با فشار ثابت انجام می‌شود. در نتیجه این مرحله از عملکرد ABS را مرحله تثبیت فشار می‌نامند.



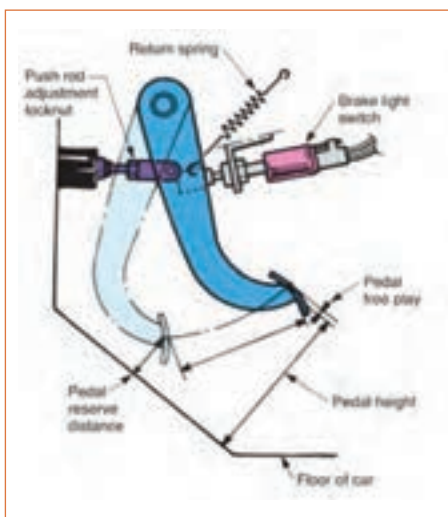
شكل ٣- مرحلة تثبيت فشار ABS



شكل ٤- مرحلة کاهش فشار ABS



چنانچه میزان لغزش طولی بین تایر و زمین از ۳۰ درصد بیشتر شود، مطابق شکل فوق، ECU به SDVها فرمان باز شدن می‌دهد. بنابراین SDVها باز شده و مقداری از مایع ترمز ارسالی به سیلندر ترمز چرخ‌ها به مجرای ورودی پمپ الکتریکی یا مخزن مایع ترمز و یا در بعضی از سیستم‌ها به آکو مولاتور باز می‌گردد. بنابراین فشار مایع ترمز درون سیلندر ترمز چرخ‌ها کاهش یافته و لنت‌ها آزاد می‌گردند و از قفل شدن چرخ‌ها جلوگیری شده و چرخ‌ها حرکت دورانی خود را حفظ می‌کنند. این مرحله از عملکرد ABS را مرحله کاهش فشار می‌نامند. با باز شدن SDVها، فشار مایع ترمز درون سیلندر ترمز چرخ‌ها کاهش یافته و نیروی ترمزی کاهش می‌یابد. در این حالت چنانچه لغزش طولی بین تایر و زمین کمتر از ۸ درصد شود، سیکل عملکرد اصلی ABS شروع می‌شود (در این حالت فرض بر آن است که پای راننده تقریباً روی پدال ترمز ثابت باشد). در این وضعیت ECU سیستم ترمز ضد قفل به SSVها دستور باز شدن، به SDVها فرمان بسته شدن و به موتور الکتریکی پمپ ترمز، دستور روشن شدن می‌دهد. بنابراین مایع ترمز توسط پمپ الکتریکی پمپ شده و پس از عبور از SSVها به سیلندر ترمز چرخ‌ها رسیده و دوباره سیکل افزایش فشار تکرار می‌گردد و مجدداً سیکل‌های تثبیت فشار و کاهش فشار مایع ترمز نیز با توجه به میزان لغزش طولی بین تایر و زمین به صورت پی‌درپی انجام می‌شود. شیرهای برقی تغذیه و تخلیه (SSV و SDVها) در هر ثانیه بین ۴ تا ۱۰ بار باز و بسته شده و مراحل افزایش، تثبیت و کاهش فشار مایع ترمز را ایجاد می‌کنند تا لغزش طولی بین تایر و زمین در محدوده بهینه قرار گیرد و منجر به افزایش فرمان‌پذیری و معمولاً کاهش مسافت ترمز گردد.



### دانش‌افزایی مهارتی

**تنظیم پدال ترمز با بوستر**  
یا سیلندر اصلی: با توجه به شکل ۳۳ کتاب تنظیم اهرم فشاری سیلندر اصلی یا بوستر که در عملکرد سیستم ترمز مؤثر بوده و می‌تواند عدم تنظیم آن باعث قفل شدن چرخ‌های خودرو شود و یا ایجاد صدای غیرعادی در هنگام ترمزگیری شود.



در خودروهای امروزی مجموعه پدال و بوستر مطابق شکل ۲۶ یک پارچه هستند و نیازی به تنظیم مستقل ندارند. ولی در بعضی از خودروها که پدال روی بدنه خودرو و مجموعه بوستر و سیلندر اصلی جدا شوند، هستند، هنگام تعمیرات تنظیمات لازم پدال و بوستر یا سیلندر اصلی حتماً باید با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات خودروی مربوطه انجام شود.

## انواع شیرآلات هیدرولیکی سیستم ترمز

### ۱ شیر کنترل فشار ترمز

- تنظیم فشار ترمز با بار وارد روی خودرو (مانند پژو پارس)
- تثبیت کننده فشار ترمز چرخ‌های عقب (مانند پراید)



در برخی خودروها شیر تثبیت کننده فشار مایع ترمز چرخ‌های عقب درون سیلندر چرخ می‌باشد.

### ۲ شیرهای ایمنی مسدودکننده مدار

این شیرها در زمان پاره شدن شیلنگ‌ها و یا سوراخ شدن لوله‌ها مسیر مایع هیدرولیک ترمز را مسدود می‌کنند.

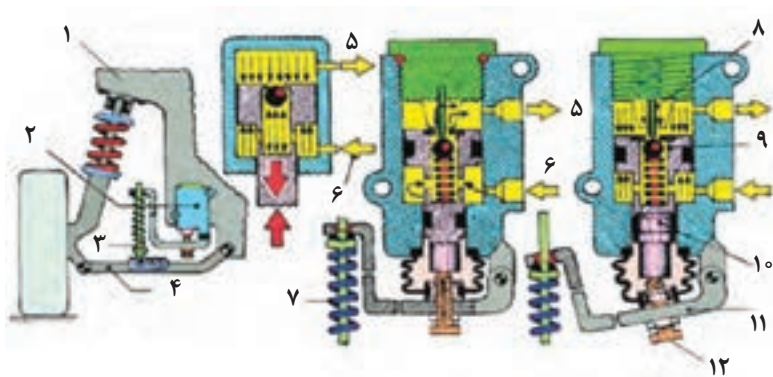
### ۲ شیر تأخیر زمانی

وظیفه این شیر این است که زمان ترمز گرفتن‌های شدید، تأخیر در ترمزگیری چرخ‌های جلو نسبت به چرخ‌های عقب اتفاق بیفتد تا تعادل خودرو حفظ شود که در برخی خودروهای وانت و ون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**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 را افزایش داد تا راندمان ترمزی افزایش یابد. برای دستیابی به این هدف از شیر کنترل فشار هیدرولیکی در مسیر چرخ‌های عقب استفاده می‌شود.

دلیل استفاده از این مکانیزم برای چرخ‌های عقب به شرح زیراند:

- ۱ هنگام ترمزگیری، به دلیل انتقال نیروی وزن از چرخ‌های عقب به چرخ‌های جلو، نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب خودرو کاهش می‌یابد. میزان این انتقال بار به بزرگی نیروی ترمزی بستگی دارد (کله‌زنی). با کاهش نیروی وزن روی چرخ‌های عقب، به منظور جلوگیری از قفل شدن آنها، باید نیروی ترمزی اعمالی به آنها نیز کاهش یابد. این موضوع با کاهش فشار مایع هیدرولیک اعمالی به سیلندر چرخ‌های عقب ایجاد می‌شود.
  - ۲ با تغییر نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب خودرو، ناشی از تغییر تعداد سرنشینان خودرو و همچنین تغییر در میزان بار درون صندوق عقب، باید فشار مایع هیدرولیک ترمز را نیز در چرخ‌ها تغییر داد تا هنگام کاهش نیروی وزن، چرخ‌ها قفل نشوند و با افزایش نیروی وزن، راندمان سیستم ترمز افزایش یابد.
- شکل ۵، ساختمان و نحوه عملکرد شیر کنترل فشار بر حسب نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب را در حالت‌های مختلف عملکردی نشان می‌دهد.



پ) عملکرد شیر در حالت اعمال بار کم به چرخ‌های عقب  
ب) عملکرد شیر کنترل فشار در حالت اعمال بار زیاد به چرخ‌های عقب  
الف) موقعیت قرارگیری شیر کنترل فشار

شکل ۵- ساختمان و نحوه عملکرد شیر تنظیم فشار و تقسیم نیروی ترمزی

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

با توجه به شکل ۲۲-۹ الف، این شیر به گونه‌ای بر روی مکانیزم تعلیق عقب خودرو نصب می‌شود که از یک طرف به بدنه خودرو و از سمت دیگر توسط میله رابطه (۳) طبق مکانیزم تعلیق متصل شده است. در این صورت با تغییر مقدار نیروی وزن اعمالی به چرخ عقب خودرو، فاصله چرخ تا بدنه خودرو تغییر می‌کند و در نتیجه طبق مکانیزم تعلیق جابه‌جا می‌شود. این جابه‌جایی باعث حرکت اهرم حسگر بار (۱۱) می‌شود و با توجه به مقدار حرکت اهرم، فشار خروجی به چرخ‌های عقب نیز تغییر می‌کند.

مطابق شکل ۵ ب، با افزایش نیروی وزن در قسمت عقب خودرو، به منظور افزایش راندمان ترمز، باید فشار مایع هیدرولیک ترمز چرخ‌های عقب نیز افزایش یابد. در این حالت به سبب اعمال بار، بدنه خودرو به سمت پایین حرکت می‌کند و باعث حرکت میله رابطه (۳) به سمت بالا می‌شود. از این رو با حرکت میله رابطه (۳) به سمت بالا، نیروی پیش بار فنر حسگر بار (۷) افزایش یافته و باعث حرکت اهرم حسگر (۱۱) و پیستون حسگر رو به بالا می‌شود.

بنابراین ساچمه قطع و وصل فشار به پین ثابت (۸) برخورد کرده، و به سمت پایین حرکت می‌کند. در نتیجه مجرای خروجی روغن به سمت چرخ‌های عقب کاملاً باز می‌شود و هیچ محدودیتی در مسیر مایع هیدرولیک ترمز برای چرخ‌های عقب وجود نخواهد داشت. در این صورت با اعمال نیرو به پدال ترمز، مایع هیدرولیک ترمز، که از مجرای ورودی سوپاپ (۶) وارد آن شده است، به دلیل باز بودن کامل مجرای خروجی شیر (۵)، با اختلاف فشار مشخصی به سیلندر ترمز چرخ‌های عقب منتقل می‌شود.

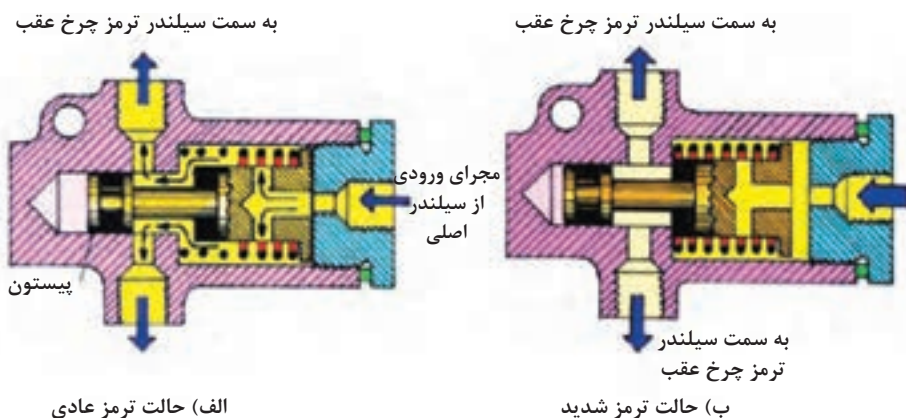
در حالی که بار روی محور عقب کم باشد و در اثر ترمزگیری، انتقال وزن از قسمت عقب خودرو به محور جلو نیز صورت گیرد (حالت c)، به دلیل حرکت رو به بالای قسمت عقب خودرو، اهرم حسگر بار (۱۱) توسط حرکت میله رابطه (۴) و تغییر نیروی فنر حسگر بار (۷)، به سمت پایین حرکت می‌کند.

بنابراین پیستون حسگر بار نیز به سمت پایین حرکت می‌کند و باعث کوچک‌تر شدن مجرای خروجی یا مسدود شدن آن توسط سوپاپ ساچمه‌ای می‌شود. به این طریق فشار مایع هیدرولیک ارسالی به سیلندر ترمز چرخ‌های عقب کاهش می‌یابد تا از قفل شدن چرخ‌های عقب حین ترمزگیری جلوگیری شود.

در خودروهای مجهز به سیستم ضد قفل (ABS) می‌توان با کنترل میزان لغزش هر چرخ با زمین، مقدار تغییر نیروی وزن اعمالی به هر چرخ را حین ترمزگیری تخمین زد و با استفاده از تجهیزات سیستم ترمز ضد قفل، فشار مایع هیدرولیک اعمالی به مکانیزم ترمز هر چرخ را متناسب با میزان لغزش کنترل نمود.

در این حالت با مقایسه میزان لغزش طولی بین چرخ‌های جلوی خودرو و زمین با میزان لغزش طولی بین چرخ‌های عقب خودرو و زمین، می‌توان میزان اختلاف در نیروی وزن وارد بر چرخ‌ها را تخمین زد و متناسب با تغییر نیروی وزن اعمالی به چرخ‌ها، فشار مایع هیدرولیک اعمالی به مکانیزم ترمز آن چرخ را کنترل نمود. از این رو این سیستم را «توزیع نیروی ترمز به صورت الکتریکی» (EBD)<sup>۱</sup> گویند که در بخش ۱۱ به بررسی آن پرداخته خواهد شد.

شکل ۶- نوع دیگری از شیر کنترل فشار چرخ‌های عقب را نشان می‌دهد.



شکل ۶- شیر کنترل فشار چرخ‌های عقب

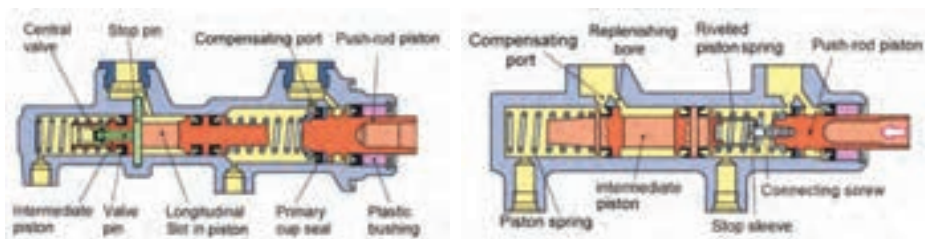
مطابق شکل ۶، این شیر در مسیر عبور مایع هیدرولیک ترمز از خروجی سیلندر اصلی به سیلندر ترمز چرخ‌های عقب نصب می‌گردد. با توجه به شکل ۶ الف، در حالت ترمزگیری با شتاب کم، به دلیل اینکه نیروی فنر نسبت به فشار مایع هیدرولیک اعمالی به انتهای پیستون شیر، بزرگ‌تر می‌باشد. پیستون شیر تحت نیروی فنر در ابتدای کورس خود قرار می‌گیرد. از این رو مجرای خروجی شیر باز می‌باشد و مایع هیدرولیک ترمز پس از عبور از آن به سمت سیلندر ترمز چرخ‌های عقب ارسال می‌شود. در حالت ترمزگیری شدید ۶ ب، نیروی اعمالی به پیستون شیر تحت فشار مایع هیدرولیک بر نیروی فنر غلبه کرده و به سمت چپ حرکت می‌کند. بنابراین مجرای خروجی شیر مسدود می‌گردد.

<sup>۱</sup> Electronic Brake - force Distribution

در نتیجه از این فشار به بعد، هر میزان که فشار مایع هیدرولیک ترمز افزایش یابد، شیر همواره بسته بوده و این افزایش فشار تأثیری در تغییر نیروی ترمز چرخ‌های عقب ندارد و از قفل شدن چرخ‌های عقب جلوگیری می‌شود. لازم به ذکر است که در ترمزگیری شدید، نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های عقب کاهش می‌یابد و افزایش فشار مایع هیدرولیک در چرخ‌های عقب، خطر قفل شدن آنها را افزایش می‌دهد.

**ارتباط تغییرات دور موتور در مقدار خلاء بوستر و قدرت ترمزگیری:** هر چه دور موتور بالاتر باشد و در پیچه گاز بسته باشد میزان یا مقدار خلاء مؤثر بر بوستر افزایش یافته و به تبع آن قدرت ترمزگیری افزایش می‌یابد. تفاوت سیلندر اصلی در سیستم ABS (Anti brake system) و سیستم CBS (Common brake system)

در سیلندر اصلی سیستم ABS یک سوپاپ مرکزی روی پیستون ثانویه وجود دارد که کار مجرای توازن در سیستم CBS را انجام می‌دهد. مطابق شکل ۱۱ کتاب، نکته مهم در استفاده از این سوپاپ به جای مجرای توازن بر مبنای عملکرد پمپ مدولاتور ABS حجم روغن برگشتی به مخزن می‌تواند متغیر باشد.



روش آزمون نشتی داخلی سیلندر اصلی ترمز مطابق نشتی داخلی مجموعه کلاچ می‌باشد.

کنترل نشتی مایع هیدرولیک ترمز به داخل بوستر با باز کردن شیلنگ خلائی بوستر و یا باز کردن سیلندر اصلی ترمز می‌توان نشتی مایع هیدرولیک ترمز به داخل بوستر را بررسی کرد.

نکته

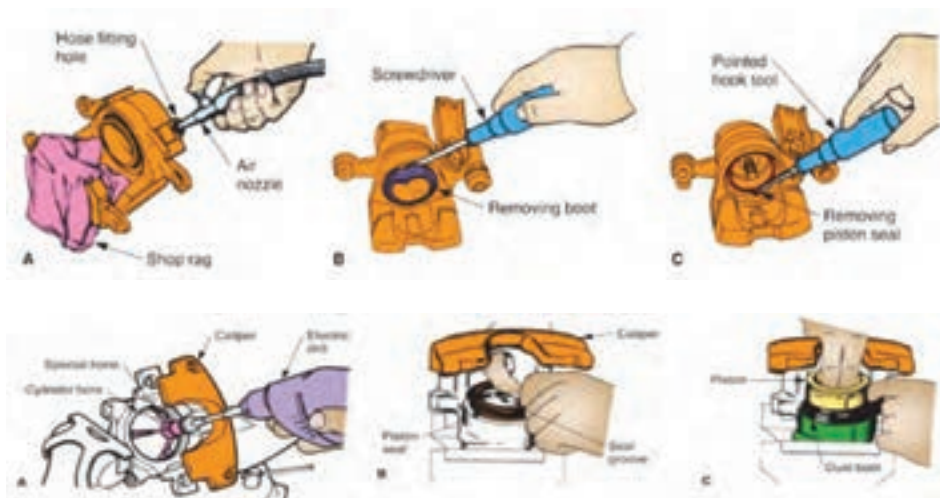


در راهنمای تعمیرات بیشتر خودروهای امروزی تعمیرات سیلندر اصلی و بوستر انجام نمی‌شود و مجموعه باید تعویض شود.

تذکر



### نکات مهارتی و ایمنی جهت خروج پیستون

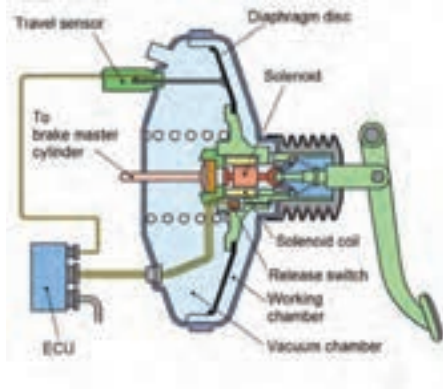


#### نکته



امروزه در اکثر خودروهای تولید روز، سر لوله‌ها به صورت نری ساخته می‌شوند. در هنگام تعویض سیلندر چرخ، کالیپر یا مدولاتور، فرم سر لوله با قسمت اتصال مطابقت داشته باشد.

#### نکته



عموماً خودروهای لوکس که مجهز به ترمز ABS می‌باشند بوستر ترمز آنها دارای سوپاپ‌های الکترومغناطیسی بود که تحت کنترل ECU عملکرد بوستر ترمز را بهبود می‌بخشند و گاهی نیز این سوپاپ‌های کنترل خارج بوستر روی مدار شیلینگ خلائی قرار می‌گیرد.

شکل ۷- مراحل هواگیری ترمز ABS با استفاده از دستگاه عیب‌یاب

بحث کلاسی



پس از نمایش فیلم عملکرد بوستر خلائی و با استفاده از شکل های ۲-۳ تا ۴-۳ جدول زیر را تکمیل کنید.

| 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) | حالت های بوستر           |
|--------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| خیر                            | وصل  | خلأ                       | خلأ                        | عدم ترمزگیری             |
| بله                            | قطع  | هوا                       | خلأ                        | ترمزگیری                 |
| خیر                            | قطع  | هوا                       | خلأ                        | ثابت نگه داشتن پدال ترمز |

بحث کلاسی



چگونه می توان اثر مقدار خلأ مانی فولد را بر روی عملکرد بوستر کاهش داد. استفاده از پمپ وکیوم به جای خلأ مانی فولد

بحث کلاسی



با توجه به شکل ۳-۵ عیوب سیستم تک مداری را به بحث بگذارید. اتصال تمام چرخ ها به مدار و ایمنی پایین تر

بحث کلاسی



با توجه به شکل ۳-۶ مزایا و معایب هریک از طرح های ترمز دو مداری بیان کنید.

| ردیف | نام مدار | مزایا                               | معایب                                |
|------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ۱    | ساده     | ساده و ارزان قیمت                   | ایمنی پایین تر                       |
| ۲    | ضربدری   | ایمنی بالاتر                        | پیچیدگی بیشتر                        |
| ۳    | مثلثی    | ایمنی بالاتر<br>قدرت ترمزگیری بیشتر | پیچیدگی بیشتر و قیمت تمام شده بالاتر |

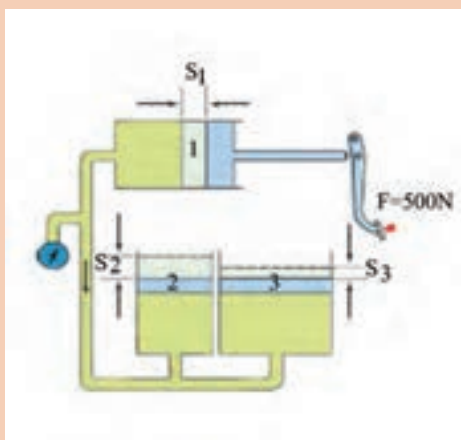


کار در کلاس



با استفاده از قانون فشار در مایعات (قانون پاسکال) برای شکل ۳-۷ 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    | $S_2$        | $S_2$      | نیروی وارد بر پیستون ۳ | نیروی وارد بر پیستون ۲ |
|------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|
| ۵۰۰ نیوتن        | ۵/۱ مترمربع           | ۵ میلی متر | ۰/۲ مترمربع       | ۵۰۰۰ نیوتن بر مترمربع | ۲/۵ میلی متر | ۵ میلی متر | ۱۰۰۰ نیوتن             | ۵۰۰ نیوتن              |



شکل ۸- قانون فشار در مایعات

بحث کلاسی



علل افزایش زمان عکس‌العمل سیستم ترمز و راه‌های کاهش آن را در کلاس به بحث بگذارید.

به مدت زمان صرف شده، از زمانی که راننده مانع را می‌بیند تا زمانی که نیروی ترمزی در چرخ‌ها تولید می‌شود، «زمان عکس‌العمل» گویند. مقداری از این تأخیر ناشی از عکس‌العمل راننده است و مابقی آن مربوط به اجزای سیستم ترمز از قبیل لقی پدال، نشستی مایع هیدرولیکی ترمز، عملکرد نامناسب بوستر و رگلاژ نامناسب لنت‌ها است. استفاده از سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی و کنترل‌کننده نظیر ترمز ضد قفل و پایداری خودرو و... می‌تواند زمان عکس‌العمل سیستم ترمز را کاهش دهد.



با توجه به شکل ۱۰ نقش مجراهای تغذیه و جبران‌کننده را بیان کرده و طرز کار سیلندر اصلی را بررسی نمایید.

**حالت آزاد (عدم ترمزگیری):** با توجه به شکل ۱۰-الف، سیلندر اصلی در حالت آزاد قرار دارد. در این حالت میله انتقال نیرو در ابتدای کورس خود قرار دارد. پیستون‌های اولیه و ثانویه در ابتدای کورس خود می‌باشند. در این حالت ارتباط بین جلوی پیستون اولیه با مخزن ذخیره از طریق مجرای جبران‌کننده برقرار می‌باشد. همچنین با برخورد سوپاپ مرکزی با پین متوقف‌کننده، این سوپاپ باز می‌باشد که باعث ارتباط مجرای تغذیه با جلوی پیستون ثانویه می‌شود. از این رو در این حالت فشار مایع هیدرولیک تقریباً با فشار جو (فشار مخزن ذخیره) برابر می‌باشد و جلوی هر دو پیستون با مایع هیدرولیک ترمز پر می‌شود.

**حالت ترمزگیری:** مطابق شکل ۱۰-ب با اعمال نیرو به پدال ترمز و شروع ترمزگیری، میله انتقال نیرو به سمت چپ حرکت می‌کند و موجب جابه‌جایی پیستون اولیه می‌شود. این عمل باعث افزایش فشار هیدرولیک در جلوی پیستون اولیه می‌شود. این فشار به پیستون ثانویه اعمال شده و باعث حرکت آن به سمت چپ می‌شود. با ادامه حرکت پیستون‌های اولیه و ثانویه، مجرای جبران‌کننده توسط لاستیک تشتکی اصلی پیستون اولیه مسدود می‌شود. همچنین در اثر حرکت پیستون ثانویه به سمت چپ، مجرای سوپاپ مرکزی با فاصله گرفتن سوپاپ از پین متوقف‌کننده مسدود می‌شود و ارتباط جلوی دو پیستون با مخزن نیز مسدود می‌گردد. از این رو مایع هیدرولیک جلوی هر دو پیستون تحت فشار قرار می‌گیرد و از مجرای خروجی اولیه و ثانویه به سمت سیلندر چرخ‌ها ارسال می‌گردد تا عمل ترمزگیری انجام شود.

**حالت آزادسازی ترمز:** با توجه به شکل ۱۰-پ، پس از رها شدن پدال ترمز، پیستون‌های سیلندر اصلی در اثر نیروی فنر و مایع هیدرولیک تحت فشار در لوله‌ها به طرف راست حرکت می‌کند. با توجه به حرکت سریع پیستون‌ها به سمت عقب اعمال زیر صورت می‌پذیرد: به منظور بازگشت سریع پیستون‌های سیلندر اصلی به موقعیت اولیه و الزام در سریع پر شدن جلوی آنها از مایع هیدرولیک ترمز به منظور آماده شدن برای ترمزگیری بعدی، از مجرای انتقال و آماده‌سازی مجدد استفاده می‌شود. به این صورت که با بازگشت سریع پیستون‌های سیلندر اصلی، فشار جلوی آنها کاهش می‌یابد. این موضوع سبب می‌شود که لبه‌های لاستیک تشتکی اصلی پیستون اولیه جمع شود و مقداری مایع هیدرولیک ترمز از مخزن ذخیره و از طریق مجرای تغذیه پس از عبور از مجرای انتقال و آماده‌سازی

مجدد به جلوی لاستیک تشتکی منتقل شود. همچنین با برخورد سوپاپ مرکزی پیستون ثانویه به پین متوقف کننده، مجرای این سوپاپ نیز باز شده و مقداری مایع هیدرولیک ترمز از مخزن ذخیره به جلوی پیستون ثانویه نیز منتقل می شود. این امر باعث می شود که در زمان کوتاهی، جلوی پیستون های سیلندر اصلی با مایع هیدرولیک ترمز پر شود. و در صورتی که راننده به ترمزگیری مجدد در زمان کوتاهی پس از ترمزگیری اول نیاز داشته باشد، خللی در عملکرد سیستم ترمز ایجاد نگردد.

**حالت نشستی در مدار اولیه:** مطابق شکل ۱۰-ا، هرگاه در مدار اولیه نشستی وجود داشته باشد به دلیل کاهش فشار جلوی پیستون اولیه در هنگام ترمزگیری، پیستون اولیه تحت تأثیر انتقال نیرو به سمت چپ حرکت کرده و به پیستون نیروی میله ثانویه تکیه می کند تا منجر به حرکت پیستون ثانویه شود. از این رو در این حالت فشار در مدار ثانویه افزایش یافته و این مدار در حین ترمزگیری عمل می نماید.

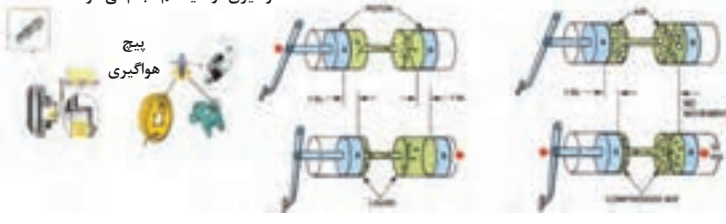
**حالت نشستی در مدار ثانویه:** با توجه به شکل ۱۰-ب، هرگاه در مدار ثانویه، نشستی وجود داشته باشد، با حرکت پیستون اولیه به سمت چپ، پیستون ثانویه تا انتهای کورس خود به سمت چپ حرکت می کند. تا به انتهای سیلندر اصلی تکیه کند در این حالت با ادامه حرکت پیستون اولیه فشار هیدرولیک در مدار اولیه افزایش می یابد تا عمل ترمزگیری در این مدار به درستی صورت پذیرد.

بحث کلاسی



با توجه به شکل ۳-۱۲ اثر وجود هوا در سیستم هیدرولیکی را بررسی نمایید.

عملکرد صحیح هر نوع سیستم ترمز پس از خارج کردن هوا از داخل قطعات و مدار سیستم امکان پذیر است. عمل هواگیری از طریق پیچ هواگیری در سیستم انجام می شود.



شکل ۳-۱۲ اثر وجود هوا در سیستم هیدرولیکی

با توجه به شکل ۳-۱۲ سمت راست اگر در سیستم هیدرولیکی هوا وجود نداشته باشد به میزانی که پدال فشرده می شود و پیستون a به سمت جلو حرکت می کند، پیستون b نیز به همان میزان حرکت داده می شود. اما مطابق شکل سمت چپ زمانی که هوا در سیستم وجود داشته باشد حرکت پیستون a صرف فشرده شدن هوا در سیستم شده و در نتیجه پیستون b حرکتی نمی کند.



ترتیب هواگیری به منظور اطمینان از خروج تمام هوای سیستم بر اساس شکل ۳-۱۴ چگونه است؟

- A ۱
- B ۲
- C ۳
- D ۴



با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات خودرو و استفاده از مطالب ذکر شده روش رفع عیوب جدول زیر را یافته و در گزارشی به کلاس ارائه کنید.

| عیوب موجود   | کنترل علت احتمالی   | روش رفع عیب   |
|--|---|---|
| ترمز ضعیف است  | نشت کردن مایع ترمز<br>وجود هوا در سیستم هیدرولیک<br>ترمز<br>خرابی سیلندر چرخ یا پمپ اصلی<br>خرابی بوستر<br>خرابی سوپاپ یک طرفه بوستر<br>آسیب دیدگی شیلنگ خلأ بوستر<br>خراب شدن شیلنگ‌های ترمز                           | اجزای سیلندرهای ترمز کاسه‌ای و دیسکی و یا بوستر را تعمیر و یا تعویض کنید  |
| در هنگام ترمزگیری یکی از چرخ‌ها به یک طرف کشیده می‌شود | وجود مایع ترمز بر روی لنت<br>عدم عملکرد صحیح سیلندر چرخ<br>تنظیم غلط لقی اولیه و یا سائیدگی<br>بلبرینگ چرخ<br>عدم تنظیم صحیح زوایای چرخ<br>عدم تنظیم فشار باد لاستیک‌ها   | اجزای سیلندر ترمز کاسه‌ای و دیسکی را تعمیر و یا تعویض کنید. بلبرینگ چرخ تنظیم و یا تعویض شود. زوایای چرخ و فشار باد تایر تنظیم شود. |
| ترمزها آزاد نمی‌شوند.                                  | عدم تنظیم صحیح میله فشاری پمپ اصلی<br>مسدود شدن سوراخ‌های برگشت پمپ اصلی<br>آزاد نشدن کفشک<br>برگشت نامناسب سیلندر چرخ<br>برگشت نامناسب پیستون کالیپر<br>تابیدگی بیش از حد دیسک ترمز<br>تنظیم غلط لقی اولیه بلبرینگ چرخ | اجزای سیلندر ترمز کاسه‌ای و دیسکی را تعمیر و یا تعویض کنید. مکانیزم کفشک‌ها و دیسک بررسی و تعمیر شوند. بلبرینگ چرخ تنظیم شود.       |

بحث کلاسی



– با توجه به شکل ۳-۲۶ طرز کار دو نوع مختلف سیلندر ترمز چرخ نشان داده شده را در کلاس به بحث بگذارید.  
– پس از اتمام عمل ترمزگیری کفشک‌ها چگونه به حالت اولیه خود برمی‌گردند.

ورود مایع هیدرولیک ترمز به داخل سیلندر ترمز چرخ و اعمال فشار به پیستون‌ها، باعث دور شدن آنها از یکدیگر می‌شود. این عمل باعث فاصله گرفتن کفشک‌ها از یکدیگر و درگیر شدن آنها با کاسه چرخ می‌شود تا عمل ترمزگیری صورت پذیرد. با اتمام عمل ترمزگیری نیز، همان‌گونه که پیشتر بیان شد، کفشک‌ها تحت تأثیر نیروی فنر برگردان کفشک‌ها به حالت اولیه خود بازمی‌گردند. به منظور جلوگیری از نشت مایع هیدرولیک از داخل سیلندر چرخ به بیرون، از دو عدد تشتکی آب‌بندی استفاده می‌شود. مطابق شکل الف، از دو عدد فرم‌دهنده لاستیک تشتکی استفاده شده است. با استفاده از این فرم‌دهنده‌ها، لبه‌های لاستیک‌های تشتکی به جداره داخلی سیلندر نیرو اعمال می‌کنند که باعث آب‌بندی مناسب می‌شوند و بنابراین مانع از نشت مایع هیدرولیک ترمز می‌گردند.  
در شکل ب، به دلیل آنکه لاستیک‌های تشتکی بر روی پیستون‌ها نصب شده‌اند، نیازی به فرم‌دهنده لاستیک تشتکی نیست و در این حالت با اعمال نیرو از لاستیک‌های تشتکی به جداره داخلی سیلندر چرخ، آب‌بندی صورت می‌پذیرد و از نشت مایع هیدرولیک ترمز جلوگیری می‌شود.

بحث کلاسی



طرز عملکرد شیر تنظیم فشار در شکل‌های ۳-۲۹ و ۳-۳۰ را به بحث بگذارید.

بحث کلاسی



با توجه به فرمول محاسبه لغزش طولی جدول زیر را تکمیل نمایید.

| ردیف | سرعت خطی خودرو | سرعت خطی تابر | مقدار لغزش |
|------|----------------|---------------|------------|
| ۱    | ۱۰۰ km/h       | ۱۰۰ km/h      | ۰          |
| ۲    | ۱۰۰ km/h       | ۰ km/h        | ۱۰۰        |
| ۳    | ۱۰۰ km/h       | ۳۰ km/h       | ۷۰         |

## ارزشیابی پودمان: تعمیر مجموعه ترمز هیدرولیکی

### ۱ رفع عیب بدون بازکردن اجزا هیدرولیکی از روی خودرو

| شاخص  | معیار سطح ۱  | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳  |
|---|--|---|--|
| بررسی ظاهری و نشستی‌یابی                                      | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن (بررسی نشستی‌ها) <input type="radio"/> | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن (بررسی نشستی‌ها - شکستگی ترک - لهیدگی) <input type="radio"/>       | بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن (بررسی نشستی‌ها - شکستگی ترک - لهیدگی - تاب داشتن) <input type="radio"/>      |
| گشتاورسنجی اتصالات با استفاده از ابزار دقیق و مخصوص           | کمتر از ۵۰٪ <input type="radio"/>                            | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |
| سرریز مایع ترمز   |  | سرریز مایع با انتخاب نوع مناسب <input type="radio"/>                                    |  |
| تعویض مایع ترمز و عیب‌یابی و تعویض سوپاپ بوستر و شیلنگ مربوطه |  | تعویض مایع ترمز بر اساس یکی از روش‌ها - تعویض سوپاپ و شیلنگ بوستر <input type="radio"/> | تعویض مایع ترمز بر اساس یکی از روش‌ها - تعویض و عیب‌یابی سوپاپ و شیلنگ بوستر <input type="radio"/> |
| تکمیل چک لیست   |  | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |
| سرعت عمل (استاندارد)  |  |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |
| ۵S و زیست‌محیطی   |  | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |

### روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

۲ تعویض بوستر و سیلندر ترمز

| شاخص   | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|--|---|--|--|
| آماده‌سازی خودرو   |   | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن بوستر و سیلندر اصلی - ایمنی و تخلیه روغن با توجه به کتاب راهنما<br>(بیش از ۷۰٪ موارد) <input type="radio"/> | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن بوستر و سیلندر اصلی - ایمنی و تخلیه روغن با توجه به کتاب راهنما<br>(بیش از ۹۰٪ موارد) <input type="radio"/> |
| باز کردن سیلندر اصلی ترمز با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات | رعایت ترتیب بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۷۰٪) <input type="radio"/>  | رعایت بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۹۰٪) <input type="radio"/>  |
| باز کردن بوستر ترمز با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات       | رعایت ترتیب بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۷۰٪) <input type="radio"/>  | رعایت بستن و نشانه‌گذاری<br>(کمتر از ۹۰٪) <input type="radio"/>  |
| تکمیل چک‌لیست  |   |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |
| سرعت عمل (استاندارد)   |   |  | سریع‌تر از زمان تعیین‌شده <input type="radio"/>  |
| ۵s و زیست‌محیطی  |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

## ۲ تعویض کالیبر چرخ

| معیار سطح ۳   | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۱   |                                  |
|---|---|---|----------------------------------|
| رعایت باز کردن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۹۰٪) <input type="radio"/>           | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۷۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | باز کردن کالیبر چرخ و بررسی اجزا |
| رعایت بستن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۹۰٪) <input type="radio"/>               | رعایت ترتیب بستن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۷۰٪) <input type="radio"/>     | رعایت ترتیب بستن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/>     | بستن کالیبر چرخ                  |
| بررسی لقی چهار شاخه -<br>بررسی لنگی استاتیکی و دینامیکی <input type="radio"/> | بررسی لقی چهار شاخه -<br>بررسی لنگی استاتیکی <input type="radio"/>        |   | بررسی نهایی                      |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |   |   | تکمیل چک لیست                    |
| سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>                               |   |   | سرعت عمل (استاندارد)             |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  |   | ۵S و زیست محیطی                  |

## روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص ها بر اساس معیار سطح ۱                 | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            | سطح ۳ |



معیار شایستگی:

| ردیف   | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|--|--|------------------|------------|
| ۱  | رفع عیب بدون بازکردن اجزای هیدرولیکی از روی خودرو  | ۲                |            |
| ۲  | تعویض بوستر و سیلندر ترمز  | ۲                |            |
| ۳  | تعویض کالیپر 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 دیفرانسیل کنید | ۲                |            |
| <b>میانگین نمرات</b>                                       |  |                  |            |
| حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است. |  |                  |            |



پودمان ۴

تعمیر سیستم تعليق

## ۱- اهداف توانمندسازی

|  |
|--|
| وظیفه، کاربرد، انواع و ساختمان سیستم تعلیق (اکسل و فنربندی) چرخ‌های خودروهای سواری را بیان کند.  |
| وظیفه، عملکرد، ساختمان و انواع اجزای مکانیزم تعلیق چرخ‌های خودرو را بیان کند.  |
| روش‌های بررسی سیستم تعلیق و فنربندی در حالت ایستایی و حرکتی (تعیین سایش غیرعادی تایرها، لغزش عرضی، صدا و لرزش غیرعادی و شل بودن اتصالات پیچ و مهره‌ای، خرابی بوش و اتصالات لاستیکی و...) و رفع عیوب بدون پیاده‌سازی سیستم تعلیق و فنربندی چرخ‌های خودرو و ارتباط با سایر سیستم‌ها را بیان کند. |
| بررسی سیستم تعلیق و فنربندی در حالت ایستایی و حرکتی را انجام داده سپس عیوب سیستم تعلیق را بدون باز کردن از روی خودرو انجام داده و چک‌لیست تعمیرات را تکمیل کند.  |
| روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های جلو از روی خودرو و روش جدا کردن و کنترل اجزای آنها را بیان کند.  |
| باز کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های جلو از روی خودرو و باز کردن و کنترل اجزای آن را انجام دهد.   |
| روش تعویض اجزای معیوب، بستن، تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های جلو را بیان کند.   |
| تعمیر، تعویض، بستن، تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های جلوی خودرو را انجام دهد.  |
| روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های عقب از روی خودرو و روش جدا کردن و کنترل اجزای آنها را بیان کند.  |
| باز کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های عقب از روی خودرو و باز کردن و کنترل اجزای آن را انجام دهد.   |
| روش تعویض اجزای معیوب، بستن، تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های عقب را بیان کند.   |
| تعمیر، تعویض، بستن، تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک‌فنر چرخ‌های عقب خودرو را انجام دهد.   |

## ۲- تجهیزت آموزشی (کلاسی - کارگاهی)

### کلاس:

کتاب درسی - تابلوی آموزشی - ویدئو پروژکتور - فیلم، انیمیشن، نرم افزار و پوستر آموزشی انواع سیستم تعلیق - ماکت آموزشی انواع سیستم تعلیق  
**کارگاه:** کتاب درسی - کتاب راهنمای تعمیرات - خودرو و یا بخش جدا شده بدنه با سیستم تعلیق - اکسل خودروی عقب محرک با اکسل یکپارچه - ابزار مخصوص - جعبه ابزار مکانیکی - آچار تورک متر - لوازم یدکی از جمله سیبکها و اتصالات لاستیکی، طبقها و بازوهای فلزی سیستم تعلیق موجود - ابزار مخصوص تعلیق موجود مطابق کتاب راهنما - سیبک کش - جک بالابر - خرک - روانکار مناسب و گریس پمپ

## ۳- بودجه بندی: ۹۰ ساعت

| موضوع   | مکان   | روش تدریس   | کارکلاسی                 | کار در منزل  |
|---|--------|---|--------------------------|--|
| وظیفه، کاربرد، انواع و ساختمان سیستم تعلیق چرخهای خودروهای سواری را بیان کند. | کلاس   | سخنرانی، پرسش و پاسخ، بحث کلاسی، نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلمهای آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| اجزای سیستم تعلیق روی خودرو را مشاهده کند.                                    | کارگاه | نمایش عملی هنرآموز  | تمرین عملی هنرجو         |  |

| کار در منزل  | کار کلاسی                              | روش تدریس   | مکان             | موضوع  |
|--|--|---|------------------|--|
| مطالعه کتاب و مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه‌های آموزشی، نمایش فیلم و تصویر | کلاس و یا کارگاه | وظیفه، کاربرد، انواع و ساختمان سیستم فنربندی چرخ‌های خودروهای سواری را بیان کند. |
|  | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه           | شناسایی سیستم فنربندی چرخ‌های روی خودرو را انجام دهد.                            |

| کار در منزل  | کار کلاسی                              | روش تدریس   | مکان   | موضوع   |
|--|--|---|--------|---|
| مطالعه کتاب و مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه‌های آموزشی، نمایش فیلم و تصویر | کلاس   | وظیفه، عملکرد، ساختمان و انواع اجزای مکانیزم تعلیق چرخ‌های خودرو را بیان کند.   |
|  | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه | اندازه‌گیری ابعادی خودرو و تطبیق آن با کتاب راهنمای تعمیرات خودرو را انجام دهد. |

| کار در منزل   | کار کلاسی                              | روش تدریس   | مکان             | موضوع  |
|---|--|---|------------------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه‌های آموزشی، نمایش فیلم - انیمیشن - نرم‌افزار و تصویر | کلاس و یا کارگاه | روش‌های بررسی سیستم تعلیق و فنربندی در حالت ایستایی و حرکتی (تعیین سایش غیرعادی تایرها، لغزش عرضی، صدا و لرزش غیرعادی و شل بودن اتصالات پیچ و مهره‌ای، خرابی بوش و اتصالات لاستیکی و...) |
|   | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه           | سیستم تعلیق و فنربندی و در حالت ایستایی و حرکتی بررسی کند.   |

| موضوع   | مکان             | روش تدریس   | کارکلاسی                               | کار در منزل   |
|---|------------------|---|--|---|
| روش رفع عیوب بدون پیاده‌سازی سیستم تعلیق چرخ‌های خودرو و ارتباط با سایر سیستم‌ها را بیان کند. | کلاس و یا کارگاه | سخنرانی، بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، نمایش عملی روی خودرو - قطعات و مجموعه‌های آموزشی، نمایش فیلم و تصویر | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| رفع عیوب بدون پیاده‌سازی سیستم تعلیق چرخ‌های خودرو را انجام دهد.                              | کارگاه           | نمایش عملی هنرآموز  | تمرین عملی هنرجو                       |   |

| موضوع   | مکان   | روش تدریس                 | کارکلاسی                               | کار در منزل   |
|---|--------|---------------------------|--|---|
| روش‌های بازکردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های جلو از روی خودرو و روش جدا کردن و بررسی اجزای آنها را بیان کند. | کلاس   | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| انواع سیستم تعلیق، چرخ‌های جلو از روی خودرو باز و بررسی کند.  | کارگاه | نمایش عملی هنرآموز        | تمرین عملی هنرجو                       |   |

| موضوع  | مکان   | روش تدریس                 | کارکلاسی                               | کار در منزل   |
|--|--------|---------------------------|--|---|
| روش تعمیر، تعویض، بستن، سیستم تعلیق، چرخ‌های جلوی خودرو را بیان کند. | کلاس   | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| تعمیر، تعویض، بستن، سیستم تعلیق چرخ‌های جلوی خودرو را انجام دهد.     | کارگاه | نمایش عملی هنرآموز        | تمرین عملی هنرجو                       |   |

| کار در منزل   | کار کلاسی                              | روش تدریس                 | مکان   | موضوع  |
|---|--|---------------------------|--------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | کلاس   | روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های عقب از روی خودرو و روش جدا کردن و بررسی اجزای آنها را بیان کند. |
|   | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز        | کارگاه | انواع سیستم تعلیق، چرخ‌های عقب از روی خودرو را باز و بررسی کند.  |

| کار در منزل   | کار کلاسی                              | روش تدریس                 | مکان   | موضوع  |
|---|--|---------------------------|--------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | کلاس   | روش تعمیر، تعویض، بستن، سیستم تعلیق چرخ‌های عقب خودرو را بیان کند. |
|   | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز        | کارگاه | تعمیر، تعویض، بستن، سیستم تعلیق چرخ‌های عقب خودرو را انجام دهد.    |

| کار در منزل   | کار کلاسی                              | روش تدریس                 | مکان   | موضوع  |
|---|--|---------------------------|--------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | کلاس   | روش‌های تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق را بیان کند. |
|   | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز        | کارگاه | تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق را انجام دهد.        |



| کار در منزل   | کار کلاسی                              | روش تدریس                 | مکان   | موضوع  |
|---|--|---------------------------|--------|--|
| مطالعه کتاب، مشاهده فیلم‌های آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | انجام تمرین و پاسخ به سؤالات طراحی شده | ارائه تمرین و پرسش و پاسخ | کلاس   | روش‌های بستن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های عقب از روی خودرو و روش جدا کردن و بررسی اجزای آنها را بیان کند. |
|   | تمرین عملی هنرجو                       | نمایش عملی هنرآموز        | کارگاه | انواع سیستم تعلیق چرخ‌های عقب از روی خودرو را ببندد.   |

| کار کلاسی | روش تدریس  | مکان   | موضوع    |
|-----------|------------|--------|----------|
|           | آزمون عملی | کارگاه | ارزشیابی |

### نکات مهم و اثرگذار در آموزش (علمی - عملی)

در امر آموزش‌های فنی برای افزایش دانش فنی و یادگیری ماندگار، ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی در هنرجویان لازم است تا با کسب مهارت‌های لازم فرصت‌های اشتغال بهتری در آینده داشته باشند. برای این منظور استفاده از تمام امکانات موجود در کارگاه و محیط پیرامونی مانند تعمیرگاه‌ها و تعمیرکاران مجرب و تجارب فردی نقش مؤثری می‌تواند داشته باشد.

علاوه بر این باید امانت‌داری و مسئولیت‌پذیری و اخلاق حرفه‌ای که موجب کسب روزی حلال می‌شود را هم‌زمان با آموزش مطالب فنی در هنرجویان تقویت نمود تا در آینده، افراد وظیفه‌شناس و جامعه‌ای قابل اعتمادتر داشته باشیم. یعنی افراد می‌بایست کاری را بپذیرند که توان انجام درست آن را دارند و در انجام کار و دریافت دستمزد نیز نهایت صداقت و امانت‌داری را به کار گیرند.

### ایمنی، بهداشت و مسائل زیست‌محیطی

جهت جلوگیری از حوادث ناگوار و جبران‌ناپذیر انسانی استفاده از تجهیزات ایمنی و بهداشتی مانند دستکش، لباس کار، کفش ایمنی، عینک و سایر وسایل ایمنی متناسب با هر کاری لازم و ضروری بوده و باید پیوسته به هنرجویان گوشزد کرد. همچنین با توجه به اهمیت روزافزون مسائل زیست‌محیطی، باید تا جای ممکن از آلوده کردن محیط با مواد زاید حاصل از کار جلوگیری نمود. جمع‌آوری زباله‌های ناشی از کار و مایعات و روغن‌های مورد استفاده در خودرو و جلوگیری از انتشار آنها در محیط و پیروی از اصولی مانند ۵S در این زمینه بسیار کارساز است.

## اجزای بسته یادگیری

فیلم، انیمیشن، نرم افزار، تصویر و پوستر آموزشی - راهنمای تعمیرات خودرو

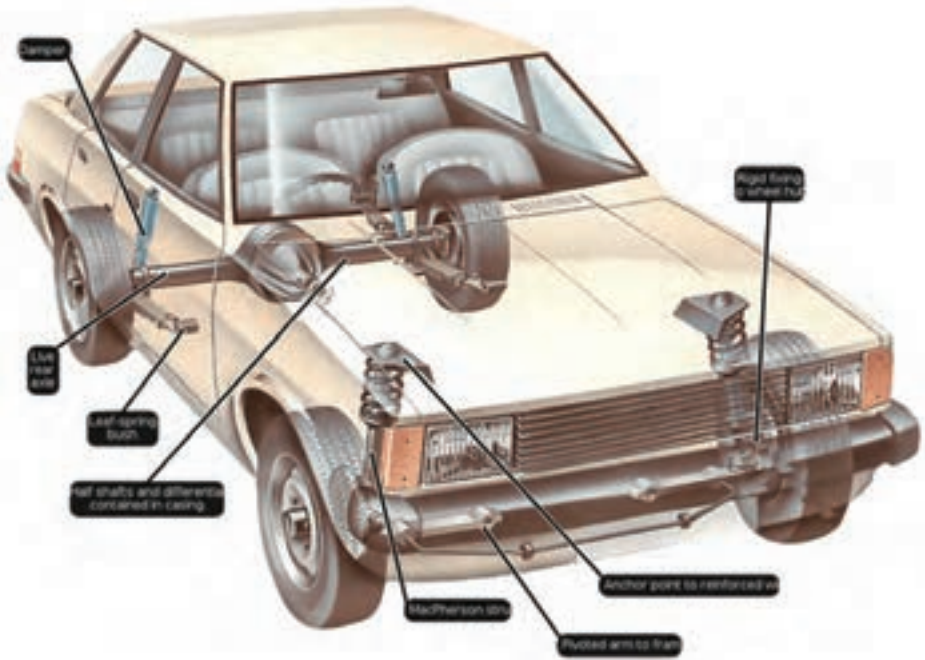
## منابع برای آموزش

راهنمای تعمیرات خودروهای موجود در کارگاه و بازار، فیلم های آموزشی متناسب با موضوع

## دانش افزایی

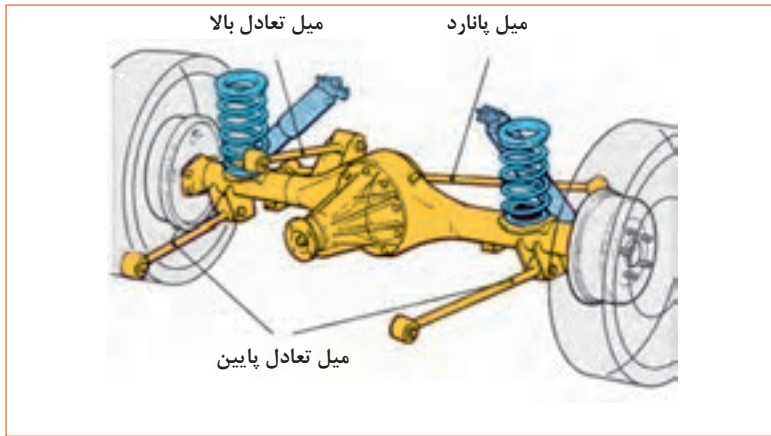
هنگام برخورد چرخ های خودرو با ناهمواری های جاده نیروهای عمودی و طولی به تایلر وارد می شود. چنانچه این نیروها مستقیم و بدون واسطه به اتاق و سرنشینان خودرو وارد شود باعث استهلاک اتاق و بدنه و همچنین ناراحتی سرنشینان خودرو می شود.

بنابراین با قرار دادن یک نوع فنر مابین چرخ و اتاق یا شاسی خودرو این ضربات مستهلک می شود. همچنین سیستم تعلیق اجازه جابه جایی و حرکت عمود به چرخ جهت متراکم شدن فنر (جمع شدن فنر) را می دهد.



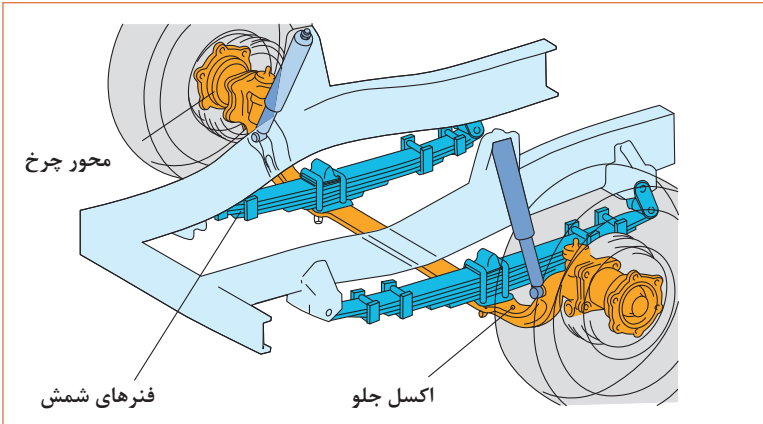
شکل ۱

**مکانیزم تعلیق صلب یا یکپارچه:** مطابق شکل ۲ و ۳ در این مکانیزم تعلیق، اتصال بین چرخ‌های یک محور (اکسل) با یک اتصال یکپارچه و صلب برقرار می‌شود. ارتباط دو چرخ چپ و راست توسط لوله یا تیری صلب و یکپارچه برقرار می‌شود. در تعلیق‌های ثابت یا یکپارچه که محرک می‌باشند دیفرانسیل و پلوس‌ها و یاتاقان‌بندی مربوط به آنها در داخل محور متصل‌کننده دو چرخ قرار دارد. در این نوع سیستم تعلیق اگر یکی از چرخ‌ها دچار نوسان و جابه‌جایی شود این جابه‌جایی به چرخ مقابل روی محور انتقال یافته و آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. به عبارت دیگر نوسان یک چرخ بر روی چرخ مقابل تأثیرگذار می‌باشد که این مورد باعث یک عیب عمده در تعلیق می‌شود و آن را برای استفاده در خودروهای سواری محدود می‌کند زیرا حرکت و جابه‌جایی خودرو در اثر ناهمواری‌های جاده زیاد شده و راحتی سرنشین را کم می‌کند.



شکل ۲- مکانیزم یکپارچه محرک عقب یا فنر لوله‌ای

مطابق شکل‌های نشان داده شده، در این نوع سیستم تعلیق که محرک و غیرمحرک می‌باشد دو نوع فنر استفاده شده است. سیستم تعلیق یکپارچه دارای استحکام و مقاومت زیاد می‌باشد که برای نصب بر روی کامیون و وانت‌ها که بار زیادی بر روی اکسل‌ها می‌باشد مناسب است.



شکل ۳

به محوری که دو چرخ را به هم متصل می کند اکسل گویند (تعلیق یک پارچه).

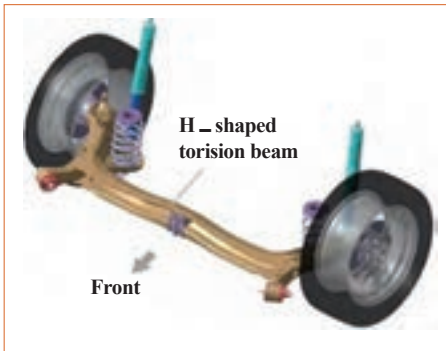
### مزایای مکانیزم تعلیق یکپارچه

- ۱ به دلیل ارزان بودن این نوع سیستم تعلیق نسبت به سایر سیستم های دیگر قیمت تولیدی خودرو کاهش می یابد.
  - ۲ در این سیستم به علت ثابت بودن محور چرخ و زوایای چرخ، لاستیک سایبی به حداقل می رسد.
- مزایا و معایب دیگر انواع تعلیق را می توانید از کتاب تکنولوژی شاسی و بدنه قبلی مطالعه کنید.

### معایب مکانیزم تعلیق یکپارچه

- ۱ وزن این نوع مکانیزم تعلیق زیاد است، لذا علاوه بر کاهش پایداری خودرو، مصرف سوخت خودرو را نیز افزایش می‌دهد.
- ۲ به دلیل افزایش وزن تعلیق و در نتیجه جرم قطعاتی که فربندی نمی‌شوند، از فنرهای قوی‌تر استفاده می‌شود، بنابراین کیفیت فربندی و راحتی خودرو کم می‌شود.
- ۳ این نوع سیستم تعلیق نیاز به فضای زیاد دارد، بنابراین فضای صندوق عقب در خودروهای سواری کاهش می‌یابد.

**مکانیزم تعلیق نیمه مستقل:** در این مکانیزم تعلیق، مطابق شکل ۴، کلیه اجزای تعلیق از جمله محور چرخ، بازوی کنترل نیروهای طولی و عرضی از چرخ به بدنه (بازوی کشنده) و قطعه ناودانی شکل از ورق‌های فولادی فرم داده شده ساخته می‌شوند و توسط جوش به یکدیگر متصل می‌گردند. شکل ظاهری این مکانیزم تعلیق مانند مکانیزم تعلیق یکپارچه است، ولی عملکرد آن مانند یک تعلیق مستقل می‌باشد زیرا قطعه مرتبط کننده دو بازوی کشنده صلب نبوده و مانند یک میله ضدغلتش عمل می‌کند. لذا به آن «تعلیق آونگی مرکب» یا نیمه مستقل گفته می‌شود.



شکل ۴- مکانیزم تعلیق نیمه مستقل

### مزایا

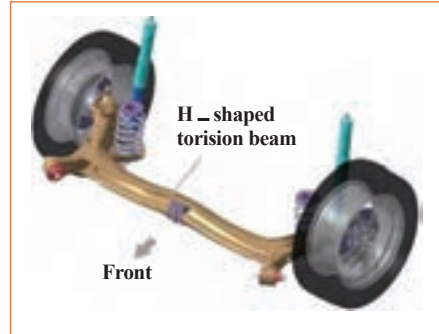
- ۱ ساده و سبک است و قیمت تمام شده آن پایین است لذا قیمت تمام شده خودرو کاهش می‌یابد و آن را برای استفاده در خودروهای ارزان قیمت مناسب می‌کند.
- ۲ نصب آن ساده است.
- ۳ فضای کمی اشغال می‌کند. بنابراین فضای صندوق عقب مسطح و وسیع است.

### معایب

استحکام این نوع مکانیزم تعلیق کم است، به طوری که در بارهای زیاد و مسیر پیچ جاده تغییر زوایا و ناپایداری خودرو زیاد است.



شکل ۶

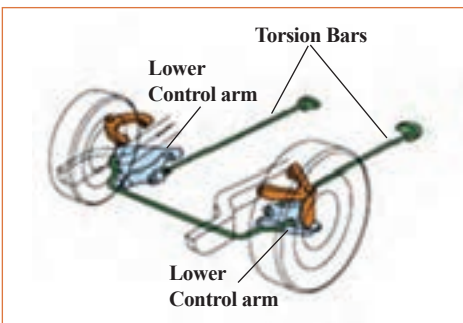


شکل ۵

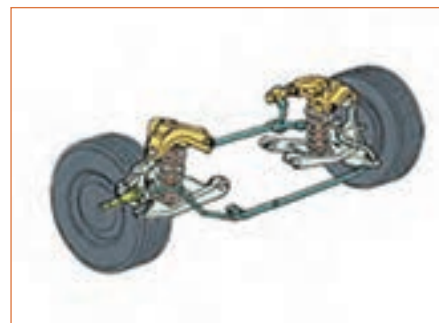
### مکانیزم تعلیق مستقل

در مکانیزم تعلیق مستقل، ارتباطی بین چرخ چپ و راست (به جز میله ضدغلتش) وجود ندارد و حرکت چرخ چپ و راست آن مستقل از یکدیگرند. از این رو حرکت عمودی یک چرخ بر عملکرد چرخ دیگر تأثیر نمی‌گذارد. بنابراین نوسانات یک چرخ بر روی چرخ دیگر و بدنه خودرو تأثیر زیادی ندارد. در این حال با حرکت عمود چرخ‌ها به صورت مستقل می‌توان تغییرات مطلوبی در زوایای چرخ برای افزایش پایداری خودرو و راحتی سرنشین ایجاد نمود. مکانیزم تعلیق مستقل، نسبت به مکانیزم‌های تعلیق یکپارچه و نیمه مستقل، دارای طراحی و ساخت مشکل تری است و هزینه بیشتری در پی دارد.

الف) مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل: شکل‌های ۷ و ۸، مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل را که در سیستم تعلیق جلوی خودرو مورد استفاده قرار گرفته است، نشان می‌دهد. شکل‌های زیر دو نوع فنر استفاده شده در سیستم تعلیق طبق‌دار دوبل را نشان می‌دهد.

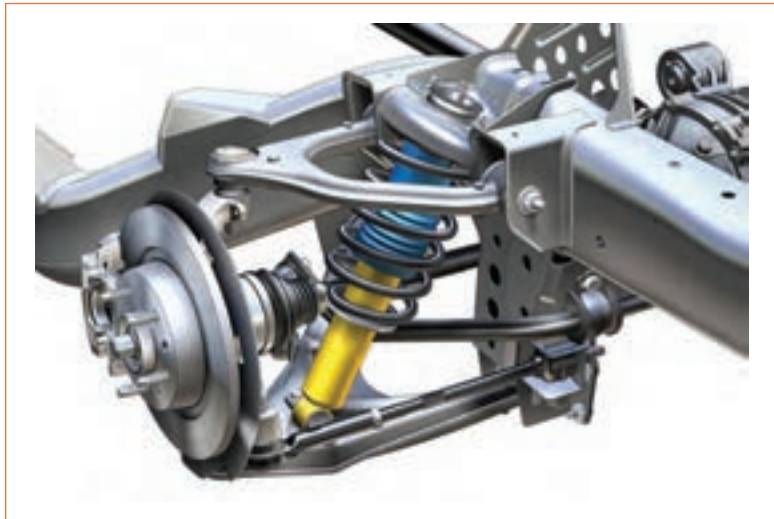


شکل ۸- مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل با فنر پیچشی



شکل ۷- مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل با فنر مارپیچ

در این مکانیزم تعلیق از دو طبق مثلثی استفاده شده که در رأس هر طبق یک سیبک نصب شده است. در قسمت قاعده طبق، دو بوش لاستیکی پرس شده است که مفصل طبق بوده و طبق را به رام یا بدنه خودرو وصل می‌کند. قسمت بالای سگدست به سیبک طبق بالا و قسمت پایین سگدست نیز به سیبک طبق پایین وصل می‌باشد. چرخ نیز بر روی سگدست نصب گردیده است. از این رو چرخ در زیر بدنه خودرو توسط مکانیزم تعلیق مهار شده، ضمن آنکه قابلیت انجام حرکت‌های مطلوب (چرخیدن، فرمان گرفتن، حرکت عمودی، تغییر زوایا) را دارا می‌باشد.



شکل ۹

این سیستم تعلیق به دلیل اشغال فضای عرضی خودرو در ناحیه زیر موتور غالباً برای خودروهای محرک عقب به کار می‌رود و در بعضی موارد که فضای کافی در اختیار نیست از فنر پیچشی استفاده می‌شود. این سیستم تعلیق، خواص تغییر زوایای خوبی داشته و از این رو پایداری و فرمان‌پذیری و راحتی سرنشین مطلوبی دارد.

### مزایای مکانیزم طبق دار دوبل

- ۱ ضربات منتقله از چرخ به سیستم تعلیق، مستقیم به اتاق و سرنشین منتقل نشده و در نتیجه راحتی خودرو افزایش می‌یابد.
- ۲ قابلیت فرماندهی به چرخ‌ها بهتر صورت می‌پذیرد.
- ۳ وزن کم در نتیجه وزن فنربندی نشده و وزن خودرو کاهش می‌یابد.





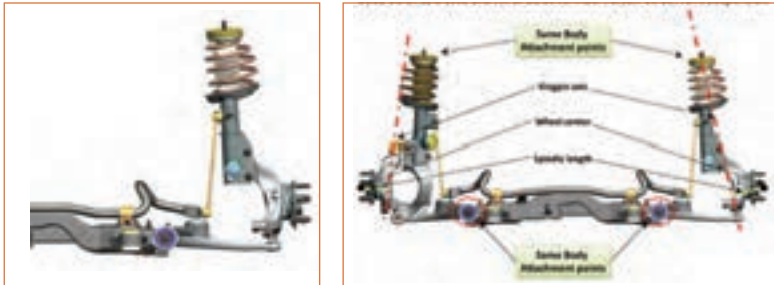
با توجه به شکل، در این مکانیزم تعلیق در قسمت پایین، از یک طبق مثلثی استفاده می‌شود که قادر به تحمل هم‌زمان نیروهای طولی و عرضی می‌باشد. در رأس این طبق از یک سیبک برای اتصال بازوی عمودی که فنر و کمک فنر روی آن نصب شده است و مجموعاً استرات<sup>۱</sup> نامیده می‌شود، استفاده شده و تکیه‌گاه بالایی فنر توسط یک فلائچ به بدنه خودرو متصل می‌گردد. سگدست و یاتاقان‌های چرخ نیز به استرات متصل می‌گردند.

در برخی از انواع این تعلیق مطابق شکل ۱۲ که طبق پایین ساده بوده و به شکل مثلثی نمی‌باشد، طبق تنها قادر به تحمل نیروهای عرضی می‌باشد. در این نوع تعلیق مک فرسون برای انتقال نیروهای طولی از چرخ به بدنه خودرو و بالعکس از میله ضدغلتش استفاده شده است. همچنین در برخی از مکانیزم‌های تعلیق مک فرسون برای تحمل نیروهای طولی بازوی جداگانه‌ای در نظر گرفته می‌شود.

تذکر



استرات به‌عنوان بازوی نیروی عمودی که محافظه کمک فنر نیز می‌باشد به کار می‌رود، و در کتاب تعمیرات تعلیق به‌عنوان مجموعه فنر و کمک فنر گفته شده است.



شکل ۱۳

برخلاف سیستم تعلیق طبق‌دار دوبل، در این نوع سیستم تعلیق فضای عرضی خودرو کمتر اشغال شده و جهت استفاده در خودروهای محرک جلو که موتور و سیستم انتقال قدرت به‌صورت عرضی نصب می‌شود مناسب می‌باشد. بدین سبب این نوع سیستم در بیشتر خودروهای محرک جلو به کار می‌رود.

## مزایای سیستم تعلیق مک فرسون

- ۱ تغییر زوایا و در نتیجه لاستیک‌سایی کمتر نسبت به تعلیق طبق دار دابل دارد.
- ۲ مفاصل و تعداد سیبک کمتر و در نتیجه استهلاک و هزینه تعمیر نگهداری کمتر نسبت به طبق دار دابل دارد.
- ۳ هزینه طراحی و تولید کمتری دارد. در نتیجه قیمت تولید شده خودرو کاهش می‌یابد.

## معایب

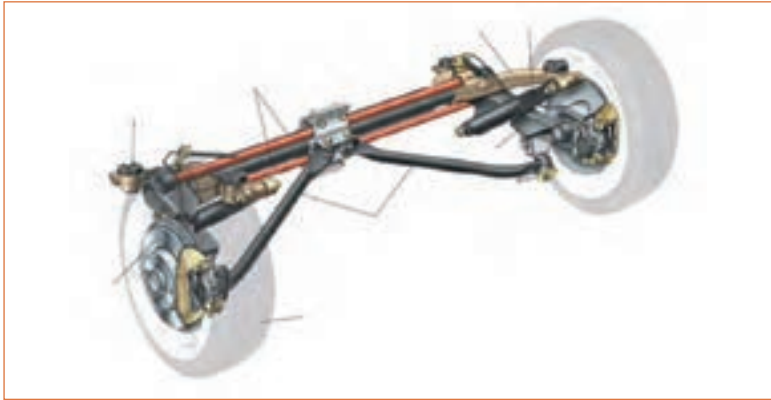
- ۱ به دلیل استفاده از کمک فنر، به منزله یکی از بازوهای مکانیزم تعلیق، حجم و وزن کمک فنر و آسیب‌پذیری آن زیادتر شده است.
- ۲ با توجه به اینکه فنر و کمک فنر، در نقش بازوهای مکانیزم تعلیق، مستقیماً به بدنه خودرو متصل‌اند، ارتعاشات و ضربات چرخ بیشتر به بدنه خودرو منتقل می‌شود.
- ۳ در زمان فرمان دادن مجموعه استرات که فنر و کمک فنر هم بر روی آن نصب شده دوران می‌کنند، بدین سبب فرمان دادن سخت‌تر است. مخصوصاً در مواردی که بلبرینگ زیر فلانچ (مونتینگ) معیوب است.

در مورد فلانچ زیر گل‌گیر که استرات را به بدنه خودرو متصل می‌کند و همچنین نوع یاتاقان آن و وظیفه آن تحقیق کنید.

تحقیق کنید

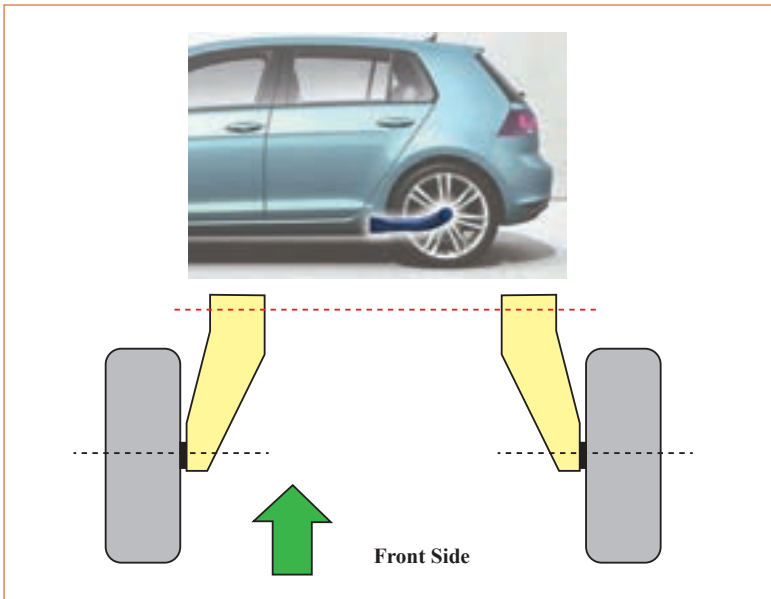


پ) مکانیزم تعلیق بازوی کشنده: از این نوع مکانیزم تعلیق، که در شکل ۱۴، نیز ملاحظه می‌شود، معمولاً در سیستم تعلیق چرخ‌های عقب که غیرمحرک هستند استفاده می‌شود. از آنجایی که در این مکانیزم چرخ‌ها توسط بازوهای کشیده می‌شود، به آن «بازوی کشنده» گفته می‌شود. مطابق شکل در این مکانیزم تعلیق هر چرخ دارای یک بازوی کشنده برای انتقال نیروهای طولی، عرضی و گشتاورهای حاصل از آنها به بدنه خودرو و بالعکس است.



شکل ۱۴

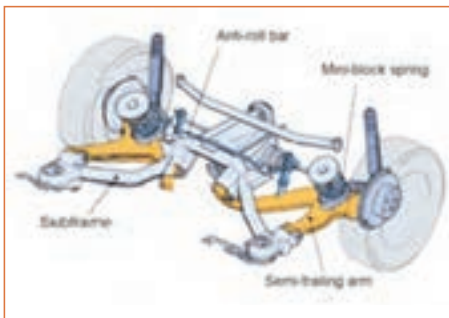
بازوهای کشنده توسط بوش‌های لاستیکی و یا ساچمه‌های سوزنی به دو اتصال‌دهنده یا پایه (ساب فریم) متصل می‌شوند. همچنین پایه‌ها (ساب فریم‌ها) توسط ضربه‌گیرهای لاستیکی به اتاق خودرو متصل می‌شوند. در خیلی از موارد پایه‌ها یا همان ساب‌فریم‌ها توسط یک لوله و یا قطعه فلزی صلب به هم متصل می‌شوند. این کار برای استحکام تعلیق و جابه‌جا نشدن پایه‌ها و تغییر نکردن زوایای بیش از حد چرخ‌ها در زمان مانور خودرو انجام می‌شود.



شکل ۱۵

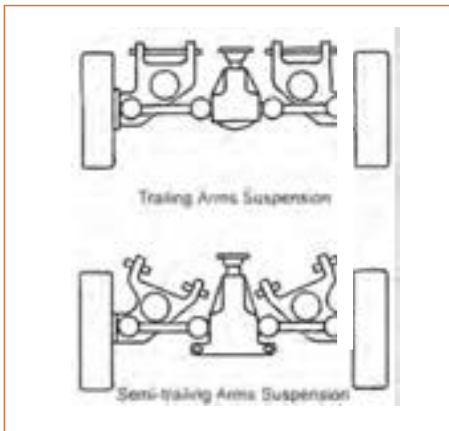
## مزایا

- ۱ فضای صندوق عقب بیشتر و مسطح‌تر می‌باشد.
- ۲ در صورت استفاده از فنرهای پیچشی فضای کافی برای تایر، زاپاس و باک سوخت موجود می‌باشد.
- ۳ استهلاک و هزینه تعمیر و نگهداری کمی دارد.
- ۴ استحکام خوبی دارد، در نتیجه تغییر زوایای کمی داشته و لاستیک‌سایی کاهش می‌یابد.



شکل ۱۶

ت) مکانیزم تعلیق شبه میله کشنده: این مکانیزم، همان‌طور که در شکل ۱۶ ملاحظه می‌شود در حقیقت یک بازوی کشنده با بازوهای کشنده قوی‌تر و دو شاخه است، که در سیستم تعلیق چرخ‌های عقب خودروهای محرک عقب مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱۷

ث) مکانیزم تعلیق چند میله‌ای: مطابق شکل ۱۷، این مکانیزم در حقیقت یک مکانیزم طبق دار دابل فضایی و پیشرفته است و به دلیل افزایش تعداد بازوها با طول و زوایای متفاوت آن می‌توان خصوصیات تغییر زوایای مطلوبی در چرخ‌ها ایجاد نمود که موجب پایداری و راحتی بیشتر خودرو می‌شود. لازم به ذکر است که این نوع

مکانیزم بیشتر در تعلیق عقب به صورت محرک و غیرمحرک به کار برده می‌شود. در این مکانیزم از دو یا سه میله عرضی و یک یا دو میله کشنده در جهت طول خودرو در هر طرف استفاده شده است.

عیب این سیستم هزینه تولید و طراحی بالا و در نتیجه افزایش قیمت تمام شده خودرو می‌باشد. همچنین هزینه تعمیر و نگهداری بالا می‌باشد و در صورت خرابی اتصالات و اجزا، لاستیک ساییدگی شدید می‌باشد. همان‌طور که قبلاً گفته شد از اتصالات لاستیکی برای متصل کردن اجزای تعلیق به بدنه یا شاسی (رام) استفاده می‌شود. این اتصالات بر سه نوع می‌باشد.



**۱** اتصالات مفصلی که با نام بوش لاستیکی شناخته می‌شود و دارای سه جزء می‌باشد. این اتصالات برای اتصال قطعاتی مانند طبق‌ها و بازوهای انتقال نیروهای طولی و عرضی و فنرهای شمشی، رابطه میله ضدغلتش و... که نسبت به بدنه حرکت نوسانی و لولایی دارند استفاده می‌شود.

شکل ۱۸

بوش‌های لاستیکی باعث می‌شود که مقداری از ارتعاشات و ضربات ناشی از ناهمواری‌های جاده از طریق این بوش‌های لاستیکی جذب شده و به بدنه منتقل نشود و همچنین باعث کاهش صدای بدنه خودرو شود.

**۲** ضربه‌گیرهای لاستیکی که مانند دسته موتورها عمل می‌کنند برای اتصال قطعات ثابت تعلیق مانند پایه‌ها (ساب فریم) به بدنه و یا شاسی به کار می‌رود.

**۳** اتصال لاستیکی که نقش یاتاقان لاستیکی یا تکیه‌گاه لاستیکی را دارد و جهت اتصال قطعاتی مانند میله ضدغلتش به بدنه به کار می‌رود. در شکل بالا سه نوع اتصال لاستیکی و سیبک‌ها نمایش داده شده است.

### سیبک



با توجه به شکل ملاحظه می‌شود که قطعه کروی فولادی که به یکی از اجزای مکانیزم تعلیق یا فرمان وصل می‌شود قابلیت دوران درون محفظه کروی تفلونی که درون پوسته سیبک تعبیه شده است را دارا می‌باشد. پوسته سیبک نیز به یکی دیگر از اجزای مکانیزم تعلیق یا فرمان متصل می‌باشد.

شکل ۱۹- سیبک

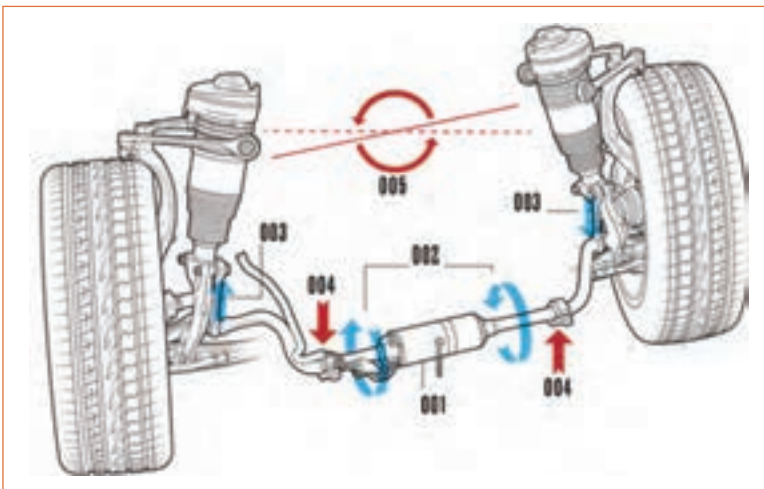
جهت اتصال سیبک به اجزای تعلیق قسمت فلاچ آن را به جز استفاده از مهره مخصوص به صورت مخروطی (کنیک) می‌سازند و علت این موضوع افزایش ایمنی اتصالات تعلیق می‌باشد.



میله ضدغلتش: مطابق شکل ۲۰ میله ضدغلتش، میله فولادی «شکل II» از جنس فولاد فنر است که در دو سر خود با واسطه یا بدون واسطه به چرخ‌های یک محور متصل می‌شود. همچنین در دو نقطه نیز توسط یاتاقان لاستیکی به بدنه متصل می‌گردد.

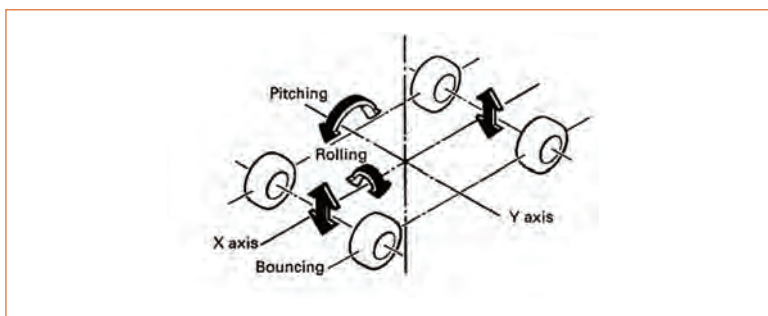
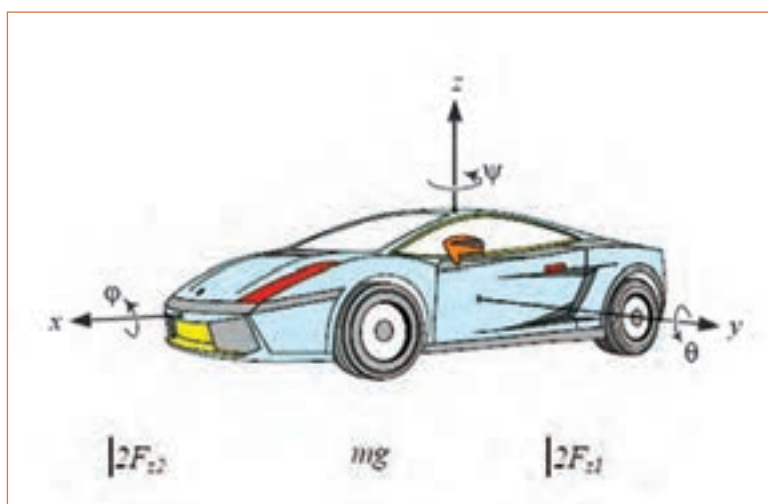
با توجه به شکل، میله ضدغلتش دارای وظایفی به شرح زیر است:

- ۱ حرکت رول را که در اثر پیچ جاده و نیروی گریز از مرکز و یا ناهمواری جاده که در زیر یک چرخ یک محور قرار می‌گیرد، کاهش می‌دهد. در نتیجه باعث راحتی راننده و پایداری خودرو در مسیر پیچ می‌گردد.
- ۲ موجب کاهش انتقال بار از چرخ داخل پیچ به چرخ خارج پیچ در مسیر پیچ جاده و در نتیجه افزایش پایداری می‌شود.



شکل ۲۰

## زوایای چرخ



شکل ۲۱

با توجه به شکل بالا، خودرو حول محورهای طولی، عرضی و عمودی دارای دوران‌های ذیل می‌باشد.

۱ دوران حول محور Xها را حرکت رول گویند که در اثر نیروی گریز از مرکز (جانبی) ایجاد می‌شود.

۲ دوران حول محور Yها را حرکت پیچ گویند که در اثر نیروهای طولی شتاب و ترمز ایجاد می‌شود.

۳ دوران حول محور Zها را حرکت یاو گویند که در اثر نیروهای جانبی نامساوی در چرخ‌ها ایجاد می‌شود.

تذکر



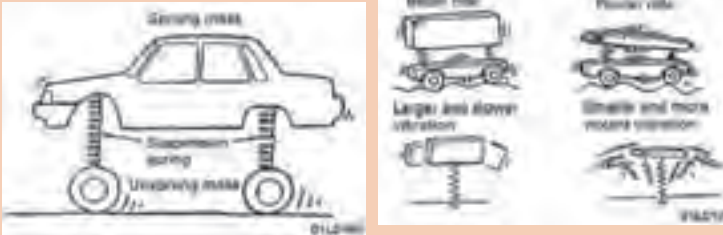
به حرکت نوسانی خودرو در جهت محور Zها که توسط فنربندی کنترل و خنثی می گردد بانجینگ گفته می شود.



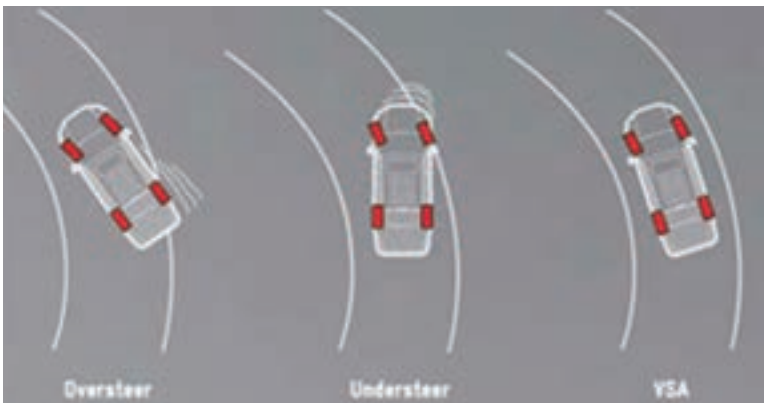
تذکر



جرم فنربندی شده و فنربندی نشده و ride در شکل زیر نمایش داده شده است.



لازم به ذکر است که با افزایش تَرَک، انتقال بار جانبی روی چرخ‌های یک محور و حرکت رول در سر پیچ‌ها کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش فاصله طولی محور چرخ‌ها (ویل بیس)، انتقال بار روی محورها در زمان ترمزگیری (دایو) و شتاب‌گیری (اسکوات) کاهش می‌یابد، ولی برای پیچیدن و دور زدن شعاع پیچ افزایش می‌یابد.



شکل ۲۲

شکل بالا کم فرمانی، بیش فرمانی، و فرمان خنثی را نشان می‌دهد.



تذکر



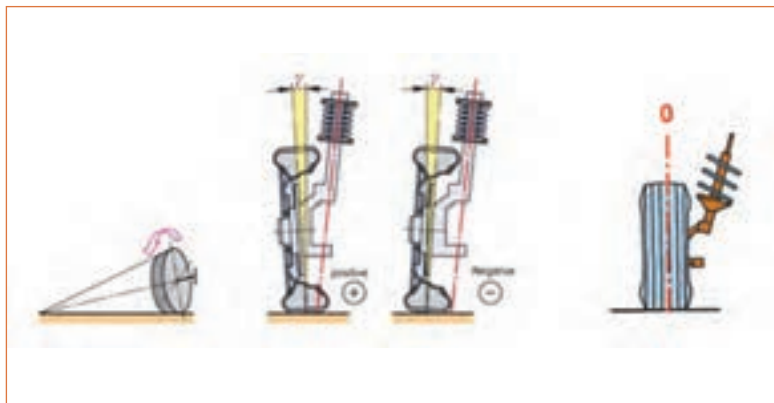
یکی از شرایط ایمنی خودرو، کم فرمانی در مسیر پیچ جاده می باشد. زیرا در این حالت شعاع پیچ افزایش یافته و نیروی گریز از مرکز کاهش و در نتیجه حرکت رول نیز کاهش می یابد.

هرگاه به چرخ های یک خودرو نگاه کنیم چرخ های آن نسبت به محور عمودی و افقی خودرو مستقیم، صاف و بدون زاویه به نظر می آید. ولی در عمل محور عمودی و افقی چرخ در سه نما روبه رو، بالا و جانبی دارای زوایایی به دلایل ذیل می باشد.

- ۱ کاهش لاستیک سایی و افزایش طول عمر لاستیک
- ۲ عدم ایجاد صدای غیرعادی توسط تایر حین حرکت روی سطح جاده
- ۳ برگشت پذیری فرمان بعد از پیچیدن یا عبور از پیچ جاده
- ۴ افزایش پایداری خودرو و کاهش حرکت های رول و پیچ در مسیر پیچ جاده
- ۵ تعادل و جهت یابی بهتر خودرو و عدم گیج بودن آن در مسیر جاده

**زوایای چرخ:** زوایای چرخ در نمای روبه رو: هرگاه از روبه رو به خودرو نگاه کنیم دو زاویه برای چرخ تعریف می شود:

۱- **زاویه کمبر:** به زاویه بین محور عمود و محور تایر زاویه کمبر گفته می شود. هرگاه بالای محور تایر نسبت به محور عمود به سمت بیرون خودرو متمایل باشد کمبر مثبت، و هرگاه به سمت داخل خودرو باشد کمبر منفی است.



شکل ۲۳

کمبر مثبت معمولاً در چرخ‌های جلو که فرمان‌پذیر هستند و در حدود ۵ تا ۲۰ دقیقه، به دلایل زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

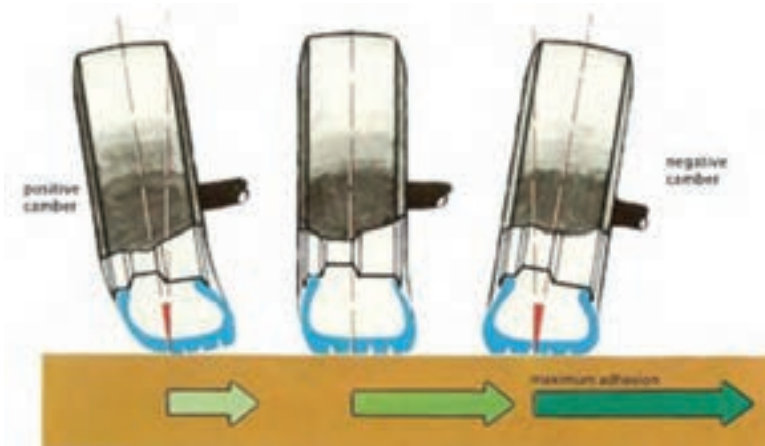
- ۱ فرمان‌پذیری چرخ‌های جلو، گشتاور کمتر (نرم شدن فرمان) لازم دارد.
- ۲ با افزایش نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های جلو، مقدار زاویه کمبر صفر شده و سایش تایر به حداقل ممکن می‌رسد.

تذکر

زاویه کمبر باعث لاستیک‌سایی می‌شود.

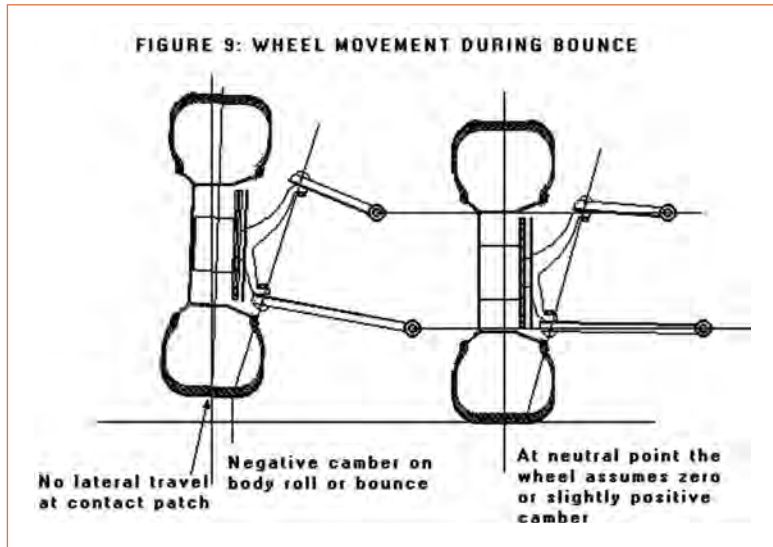


کمبر منفی معمولاً در چرخ‌های عقب جهت افزایش فاصله عرضی چرخ‌ها (ترک) و در نتیجه افزایش پایداری و کاهش حرکت رول در حدود  $1 \pm 3^\circ$  به کار می‌رود.



شکل ۲۴

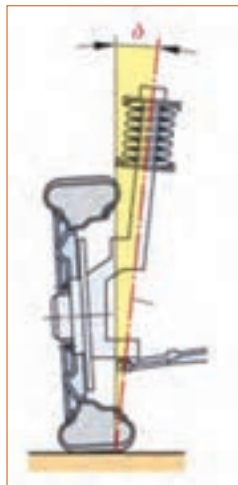
در شکل بالا یکی دیگر از خواص کمبر منفی نشان داده شده است که باعث افزایش بیشتر سطح تماس تایر با سطح جاده و همچنین تحمل بیشتر نیروی جانبی آن می‌شود. از طرفی این زاویه باعث افزایش ترک و کاهش انتقال بار چرخ‌های یک محور در سرپیچ‌ها می‌شود.



شکل ۲۵

در شکل بالا تغییرات زاویه کمبر در یک تعلیق طبق دار دابل دیده می‌شود. بنابراین، این تعلیق خواص سینماتیکی خوبی دارد. زیرا در سر پیچ‌ها در زمان انتقال بار کمبر منفی افزایش یافته که باعث افزایش ترک و حرکت رول می‌شود.

**زاویه انحراف محور چرخ (زاویه کینگ‌پین):** مطابق شکل ۲۶ زاویه بین محور عمود و محور سگدست را زاویه انحراف محور سگدست یا زاویه کینگ‌پین می‌نامند و در حدود ۱۵ درجه در نظر گرفته می‌شود. زاویه کینگ‌پین باعث ایجاد موارد زیر در چرخ‌های فرمان‌پذیر می‌شود:



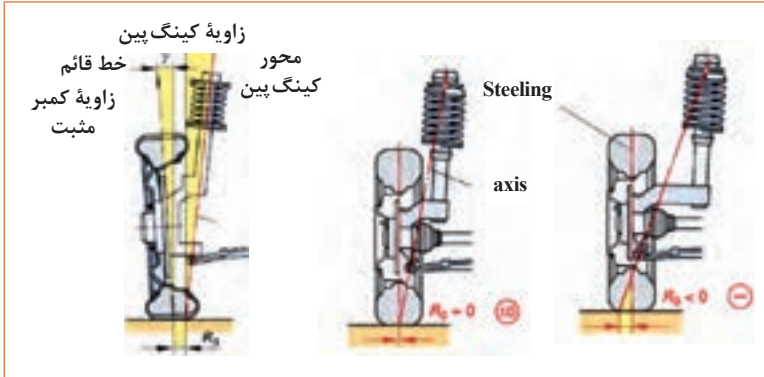
شکل ۲۶- زاویه کینگ‌پین

۱ فرمان پس از رها کردن فرمان در حین حرکت خودرو برمی‌گردد.

۲ شعاع فرمان و بنابراین گشتاور فرمان (نرم شدن فرمان) کاهش می‌یابد.

۳ با وجود این زاویه، نیاز به زاویه کمبر مثبت برای کوچک شدن شعاع فرمان کاهش یافته و بنابراین سایش غیریکنواخت تایر در اثر کمبر مثبت کمتر می‌شود.

به فاصله عرضی محل تقاطع محور تقارن چرخ و محور سگدست (کینگ پین) با زمین در نمای روبه‌رو «شعاع دوران» یا شعاع فرمان گویند.



شکل ۲۷- شعاع دوران چرخش

در شکل بالا سه نوع شعاع فرمان منفی، مثبت و صفر نشان داده می‌شود.

کاهش شعاع فرمان باعث کاهش گشتاور اصطکاکی تایر حول محور سگدست در زمان فرمان دادن شده و در نتیجه فرمان نرم تر می‌شود. امروزه خودروها را با شعاع فرمان منفی در نظر می‌گیرند.

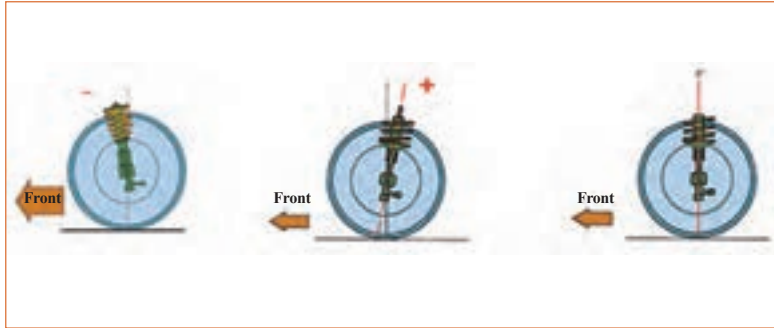


زاویه کلی: به مجموع زاویه کینگ پین و کمبر، «زاویه کلی» می‌گویند.



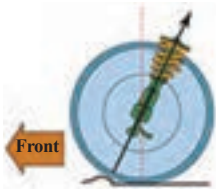
شکل ۲۸

**زاویه کستر:** مطابق شکل زیر، انحراف محور چرخ (کینگ پین) را نسبت به خط قائم در نمای جانبی «زاویه کستر» گویند.  
هرگاه محور سگدست به سمت عقب خودرو متمایل باشد، کستر مثبت و هرگاه به سمت جلوی خودرو متمایل باشد، کستر منفی می‌باشد.



شکل ۲۹

نکته



شکل ۳۰- زاویه کستر  
بیش از ۱۴ درجه

زاویه کستر مثبت در چرخ‌های جلو در حدود ۱۴ درجه می‌باشد. این زاویه در چرخ‌های جلو که فرمان‌پذیر می‌باشند جهت تعادل و جهت‌یابی بهتر خودرو به کار می‌رود به عبارت دیگر پس از رها کردن فرمان بعد از پیچ، خودرو در مسیر مستقیم قرار می‌گیرد.

خواص دیگر زاویه کستر افزایش خاصیت کم‌فرمانی در سر پیچ‌ها و کاهش حرکت دایو در زمان ترمز کردن است.

**زوایای چرخ در نمای بالا:** زاویه انحراف محور چرخ نسبت به محور افقی، زاویه تو یا زاویه انحراف سرچرخ تعریف می‌شود.

**زاویه تو:** مطابق شکل مربوطه، هرگاه سر چرخ به سمت بیرون خودرو منحرف شود سربازی چرخ و هرگاه به سمت داخل خودرو منحرف شود سر جمعی گفته می‌شود.

نکته



به تنظیم زاویه سرجمعی چرخ و یا سربازی آن میزان فرمان گفته می‌شود. لازم به ذکر است که این زاویه به استثنای زوایای دیگر بر روی تمامی خودروها قابل تنظیم است.

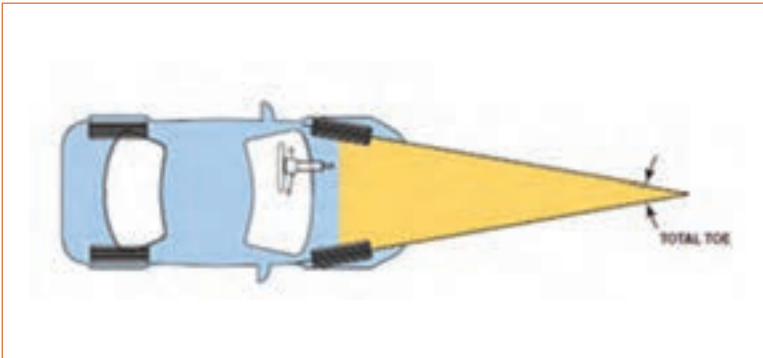


شکل ۳۱- زاویه تو (زاویه انحراف سرچرخ)

نکته



مقدار سرجمعی و سربازی چرخ‌های جلو و عقب خودرو توسط سازندگان خودرو تعیین می‌گردد.



شکل ۳۲

نکته



دلیل وجود زاویه سرجمعی در چرخ‌های عقب که در بعضی خودروها قابل تنظیم نبوده و ثابت می‌باشد، افزایش پایداری خودرو و به عبارت دیگر ایجاد خاصیت کم‌فرمانی خودرو در مسیر پیچ جاده می‌باشد.

## سیستم فنربندی (بخش ارتعاشی)

### فنر و انواع آن

فنرها از لحاظ فرم و جنس به انواع مختلف زیر دسته‌بندی می‌شوند:

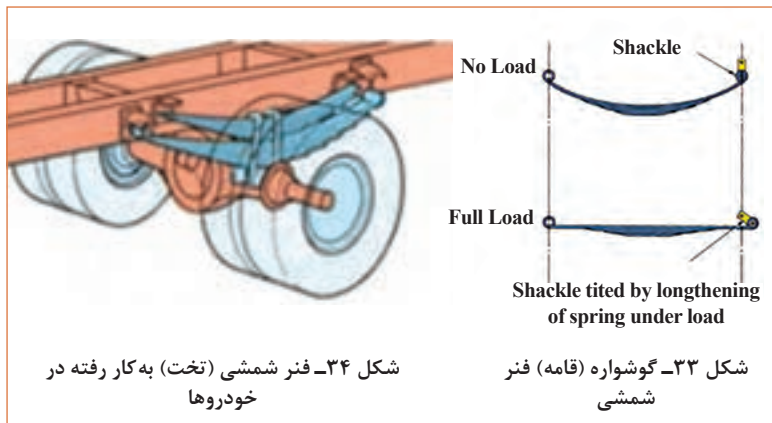
۱ فنرهای فولادی که عبارت‌اند از: فنرهای شمشلی (برگی، تخت)، مارپیچ (لول) و پیچشی

۲ فنرهای گازی که عبارت‌اند از: فنرهای هوایی و گاز بی‌اثر (ازت)

۳ فنر پروگرسیو: با توجه به نمودار نشان داده شده در صفحه ۱۶۲ کتاب فنرها را به صورت پروگرسیو طراحی می‌کنند تا با افزایش بار روی فنر، فنر به صورت سخت‌شونده شود تا در بارهای کوچک فنر نرم و با افزایش بار فنر سخت شده و ضریب سختی آن افزایش یابد که اصطلاحاً به این فنرها هیپربولیک نیز می‌گویند.

فنر شمشلی (برگی): فنرهای شمشلی معمولاً در سیستم تعلیق یکپارچه به صورت طولی بر روی خودرو نصب می‌شود. اولین و بلندترین لایه فنر را «لایه اصلی» یا «شاه‌فنر» می‌گویند. دو سر این فنر را به صورت حلقه در می‌آورند و توسط بوش‌های لاستیکی به بدنه یا شاسی خودرو متصل می‌کنند. در زیر شاه‌فنر لایه‌های دیگر با طول کمتر استفاده می‌شود تا میزان تحمل بار مجموعه فنر افزایش یابد.

تکیه‌گاه متحرک عقب فنر توسط یک رابطه «U شکل» که گوشواره نامیده می‌شود، به شاسی متصل می‌گردد (شکل ۳۳).



شکل ۳۴- فنر شمشلی (تخت) به کار رفته در خودروها

شکل ۳۳- گوشواره (قلمه) فنر شمشلی

این گوشواره‌ها اجازه تغییر طول به مجموعه فنر داده و علت استفاده از آنها در عقب فنر برای تعادل در پیچ (understeer) خودرو می‌باشند.



تغییرات ضریب سختی فنر در انواع فنرها به موارد زیر بستگی دارد.

1 فنر لول: جنس فنر - تغییر طول فنر - قطر مفتول فنر - گام فنر - جنس فنر - قطر دایره پیچش فنر

2 فنر شمش: جنس فنر - تعداد لایه - ضخامت لایه‌ها - عرض لایه‌ها

3 فنر مارپیچ: جنس فنر - قطر فنر - طول فنر - موقعیت قرارگیری فنر در بازوی تعلیق - موقعیت بستن فنر



### کمک فنر (ارتعاش گیر)

جهت تست کمک فنر در زمانی که بر روی خودرو نصب نیست به دو سر آن نیرو وارد می‌کنیم. در این حال و در کورس انقباض (جمع شدن) به راحتی جمع شده و در زمان کورس انبساط (بازشدن) هرچه نیرو را بیشتر کنیم مقاومت کمک فنر بیشتر می‌شود چنانچه کمک فنر معیوب باشد عکس این حالت اتفاق می‌افتد. در زمان تست کمک فنر بر روی خودرو با وارد کردن نیروی پی در پی بر روی بدنه بالای یک چرخ، باید حرکت بدنه بعد از چند حرکت محدود شده و یا سخت شونده باشد. در غیر این صورت کمک فنر معیوب می‌باشد. در زمان خرابی کمک فنر هرگاه خودرو با سرعت زیاد در مسیر با ناهمواری پی در پی قرار گیرد ارتعاش چرخ زیاد شده و ارتباط چرخ با جاده کم می‌شود. این حالت از بیرون خودرو مشهود است.



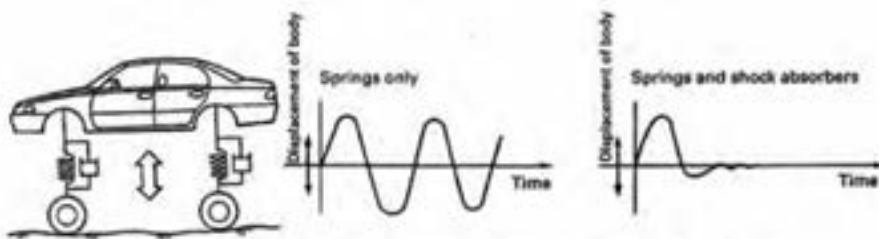


Fig. 2-36-T Waveform of Body Vibration Caused by Ground Surface Shock

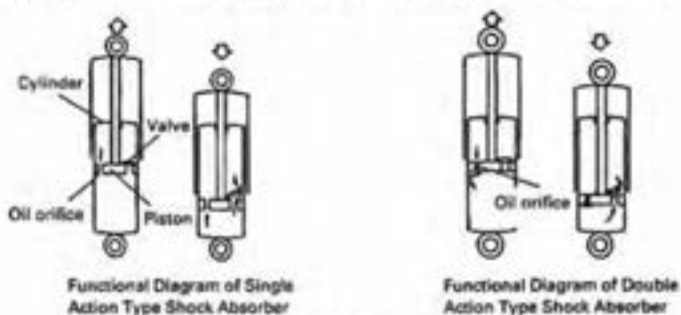
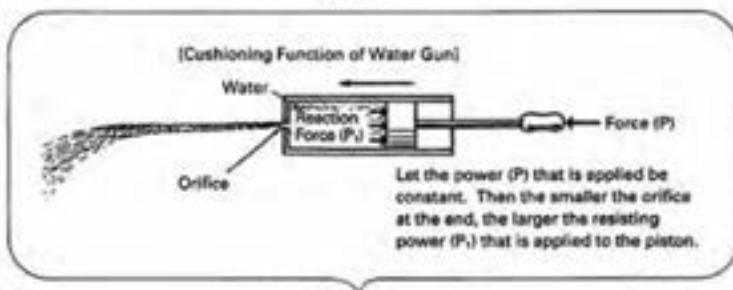


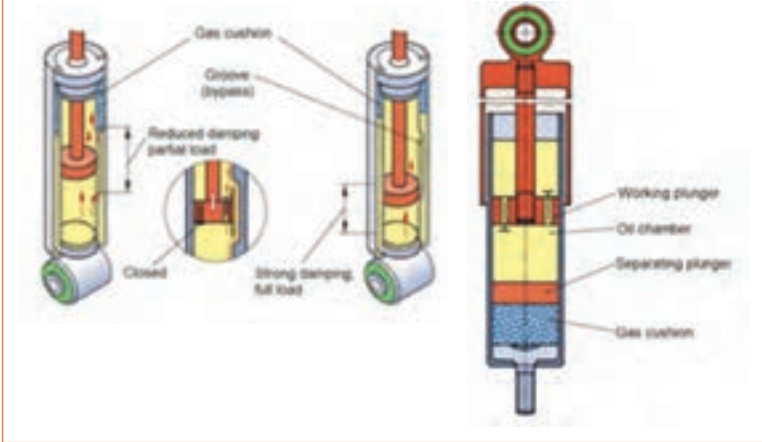
Fig. 2-37-T



کمک فنر گازی: چنانچه مطابق شکل، از مخزن ذخیره گاز در کمک فنر تک لوله‌ای استفاده نشود، کمک فنر گازی تک لوله‌ای شکل می‌گیرد. در این نوع کمک فنر به دلیل یکسان نبودن حجم روغن تبادل شده بین قسمت بالا و پایین پیستون از محفظه‌ای که حاوی گاز تراکم پذیر است استفاده می‌گردد.



در اکثر خودروها از کمک فنرهای گازی - روغنی جهت تثبیت ویسکوزیته سیال داخل استفاده می‌شود.



باتوجه به تغییر ضریب سختی و ارتعاشی فنربندی، سیستم تعلیق دارای سه نوع فنربندی به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱ سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال<sup>۱</sup>
- ۲ سیستم تعلیق با فنربندی نیمه‌فعال<sup>۲</sup>
- ۳ سیستم تعلیق با فنربندی فعال<sup>۳</sup> (ضریب سختی متغیر)

### آزمایشات و کنترل سیستم تعلیق

معمولاً به دلایل ذیل دارندگان خودرو جهت عیب‌یابی و تعمیر سیستم تعلیق خودرو به تعمیرکاران سیستم تعلیق مراجعه می‌کنند.

- ۱ لاستیک‌سایی (سایش غیریکنواخت تایرها)
- ۲ ناپایداری خودرو (تبعیت نکردن خودرو از فرمان دادن راننده و فرمان‌های ناخواسته) در مسیر پیچ جاده و یا مسیر مستقیم
- ۳ ناپایداری و انحراف از مسیر خودرو در موج و ناهمواری‌های جاده
- ۴ سفت شدن فرمان (نیروی فرمان دادن راننده بیشتر از حد معمول است).

۱- non active suspension

۲- Semi - Active Suspension

۳- Active Suspension

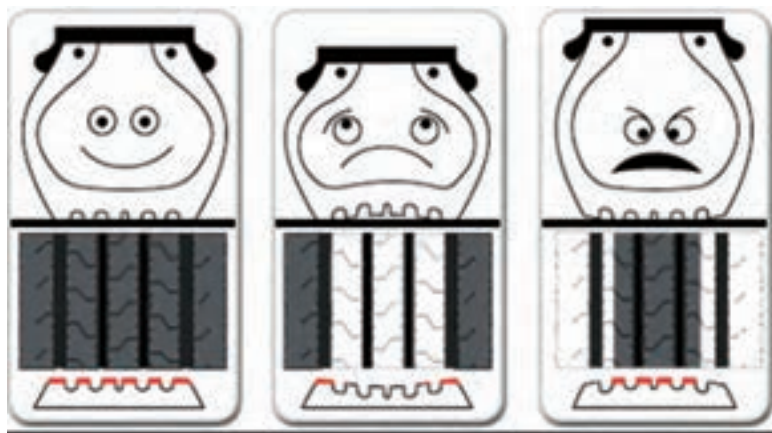
- ۵ کشیدن خودرو به یک سمت مسیر حرکت
- ۶ گجج بودن فرمان و یا عدم احساس مطلوب راننده از غربیلک فرمان و برگشت ناپذیری فرمان پس از پیچ جاده
- ۷ صدای غیرعادی از سیستم تعلیق در زمان مواجهه خودرو با ناهمواری‌های جاده
- ۸ لرزش بدنه و کاهش حالت ارتجاعی آن (عدم راحتی سرنشین)
- ۹ ارتعاش زیاد بدنه و افزایش حالت ارتجاعی آن (بازی بیش از حد اتاق خودرو)
- ۱۰ تنظیم نبودن ارتفاع خودرو

قبل از پرداختن به عیب‌یابی جهت تشخیص عیب هر یک از عیوب ذکر شده ابتدا باید عیوب مربوط به چرخ که شامل خرابی تایر (کیفیت نداشتن لاستیک تایر و یا ساخت نامطلوب آن) و خرابی رینگ، بالانس نبودن چرخ و تنظیم بودن فشار باد تایرها هستند بررسی شود. زیرا هر یک از موارد ذکر شده که مربوط به چرخ و تایر می‌شود بر روی سیستم تعلیق تأثیر می‌گذارد. زیرا سیستم تعلیق ارتباط چرخ با بدنه را برقرار می‌سازد و عیوب مربوط به چرخ و تایر از طریق سیستم تعلیق به بدنه منتقل می‌شود.

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

### لاستیک‌سایبی

یکی از دلایل لاستیک‌سایبی افزایش و یا کاهش فشار باد بیش از حد تعیین شده خودرو می‌باشد. در این حال مطابق شکل صفحه بعد می‌توان این عیب را تشخیص داد.



شکل ۳۵

شکل سمت چپ نشان‌دهنده فشار صحیح باد و عدم سایش موضعی، شکل وسط نشان‌دهنده فشار باد کم و سایش کناره‌های تایر که با رنگ تیره نشان داده شده و شکل سمت راست نشان‌دهنده فشار باد بیش از حد است که قسمت وسط تایر دچار سایش بیش از حد شده است.

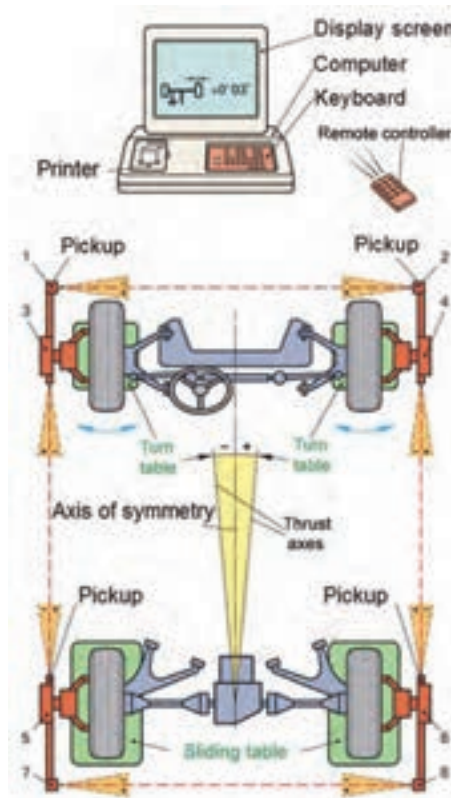


شکل ۳۶

## دانش افزایی مهارتی

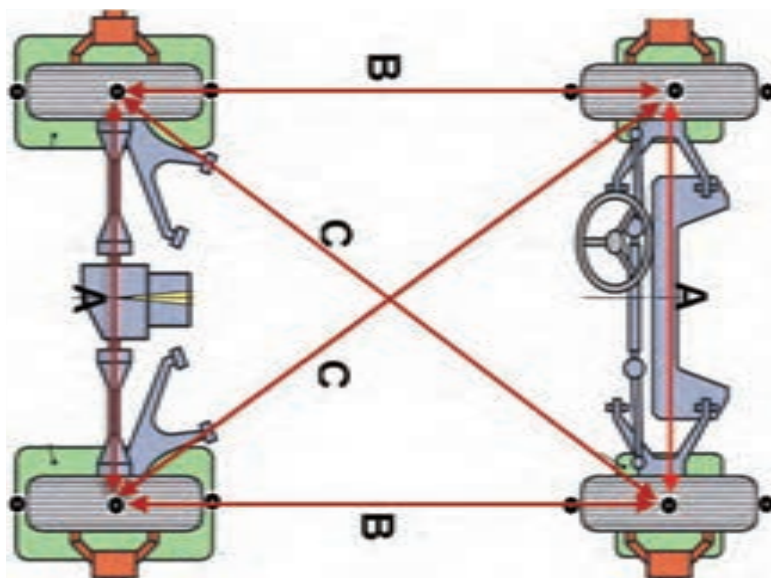
### کنترل موقعیت اکسل‌های جلو و عقب خودرو

برای کنترل جاخوردگی یا پیچیدگی اکسل‌های جلو و عقب (شاسی) می‌توان از ابزارهای مخصوص مناسب استفاده کرد.



شکل ۳۷

در صورت عدم دسترسی به ابزار مخصوص جهت کنترل پیچیدگی اکسل‌ها می‌توان از ۲ شاقول که در یک ریسمان روی شیار وسط آج هر چرخ قرار داده و برای هر چرخ ۲ نقطه روی زمین به دست می‌آوریم که وسط دو نقطه برای هر چهار چرخ را به یکدیگر وصل می‌کنیم (مطابق شکل صفحه بعد). سپس یکسانی اندازه‌های طول، عرض و قطر را کنترل کنیم.

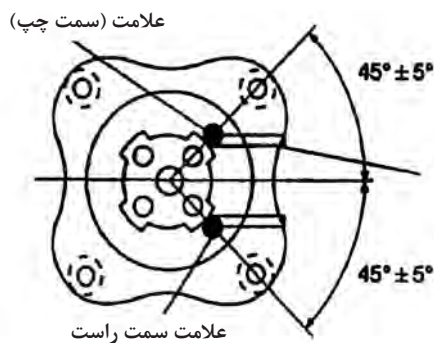


شکل ۲۸

### نکات تعمیراتی مورد توجه سیستم تعلیق

کتاب بشقاب فنر (کاپ بالا) که دارای زاویه خاصی می باشد، باید مطابق دستورالعمل تعمیرات بسته شود.

در زمان بستن فلانچ اتصال مک فرسون به زیر گلگیر (mounting) به سلامت لاستیک فلانچ و موفقیت پیچ های اتصال فلانچ به گلگیر توجه شود. زیرا با تغییر موقعیت پیچ های اتصال و علامت بستن، زوایای چرخ تغییر خواهد کرد.



شکل ۳۹

## بوش‌های لاستیکی

در برخی از بوش‌های لاستیکی اتصال تعلیق به شاسی به زاویه و جهت بستن آن دقت شود و مطابق کتاب راهنمای تعمیرات انجام شود.

### نکته



در زمان بستن اجزای تعلیق با بوش‌های لاستیکی، دقت شود که پس از بستن آنها جهت سفت کردن پیچ‌های اتصالات بوش‌های لاستیکی، خودرو روی جک نباشد و بر روی وزن خود قرار گیرد سپس پیچ‌های اتصال سفت شده تا از پیچیدگی بیش از حد و یا پارگی آنها جلوگیری شود.

- در هنگام بستن بوش‌های لاستیکی که به صورت پرسی در اجزای تعلیق بسته می‌شوند، از مایع شوینده به جای روانکار استفاده شود تا دچار استهلاک زودرس نشوند.

## سیبک سیستم تعلیق

در صورت لقی بیش از حد، از کوبیدن سیبک‌ها در صورت لقی خودداری شود. در صورت لزوم تعویض شوند.

- به انطباق مخروط اتصال سیبک (بال پین)<sup>۱</sup> با مخروط محل نصب دقت شود. به گونه‌ای که هنگام بستن مهره مخروط اتصال در محل نصب چرخش نداشته باشد.  
- در برخی سیستم‌های تعلیق که اتصال سیبک به اجزای تعلیق (سگدست)، به وسیله یک پیچ میان‌گذر صورت می‌پذیرد، با توجه به اهمیت پیچ از گرید استحکام کششی بالا (۱۰/۹) استفاده می‌شود و دقت شود از گرید پایین‌تر استفاده نشود.

- در صورت پارگی گردگیر، سیبک‌ها باید تعویض شوند.

## تنظیم زوایای سرجمعی و سربازی چرخ‌ها

- جهت تنظیم زاویه سرجمعی و سربازی و تنظیم طول اهرم میل فرمان (tie road) از دو سمت انجام پذیرد. در غیر این صورت موقعیت غربلیک فرمان از محل استاندارد خود خارج می‌شود.

- جهت تنظیم زاویه سرجمعی از یک اندازه‌گیر مطابق شکل صفحه بعد استفاده کنید. مراحل کار به شرح زیر است:

<sup>۱</sup> - ball pin



Fig. 2-26-T

- Check points for correct measurement
1. Tire air pressure OK?
  2. Suspension associated looseness OK?
  3. Flat surface OK?
  4. Vehicle height level OK?
  5. Apply service brakes except when toe-in is to be measured. OK?
  6. Move suspension up and down three or four times to settle it down. OK?



#### 2-5-4 Measurement of toe-in

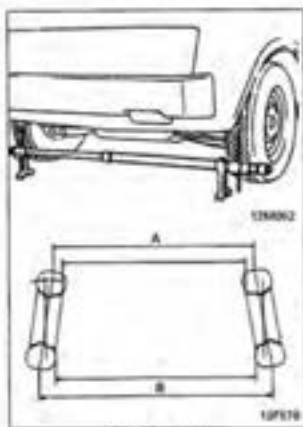


Fig. 2-27-T

- For measurement of toe-in, use a toe-in gauge and process as described below.
- ① Place the front wheels in the straight ahead position.
  - ② Adjust the height of the measuring portions of the toe-in gauge to the wheel center height.

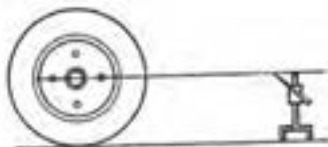


Fig. 2-28-T



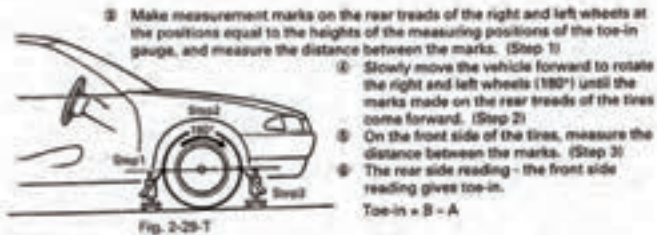


Fig. 2-29-T

### 2-5-5 Adjustment of toe-in

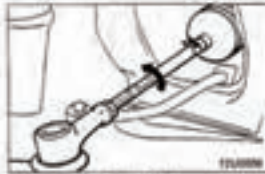


Fig. 2-30-T



Fig. 2-31-T

To adjust toe-in, increase or reduce the tie rod length.



- Rack and pinion type  
Rotate the right and left tie rods the same amount.
- Gear box type  
Make sure that the difference in length between the right and left tie rods does not exceed 5 mm.

### تنظیم زوایای کمبر و کستر با ابزار دستی

جهت خواندن زوایه کمبر، چرخ‌ها را در حالت مستقیم قرار دهید و از روی دستگاه مقدار زوایه کمبر را بخوانید.

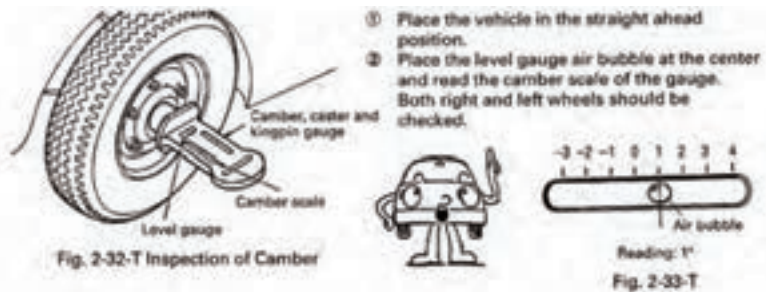
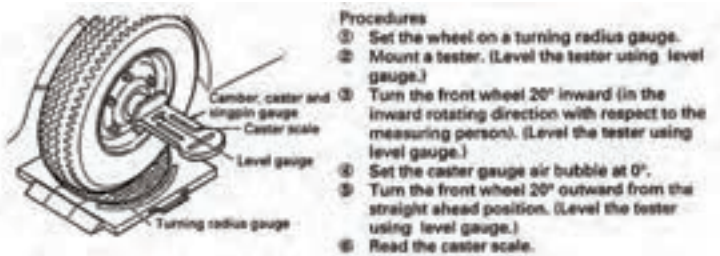


Fig. 2-32-T Inspection of Camber

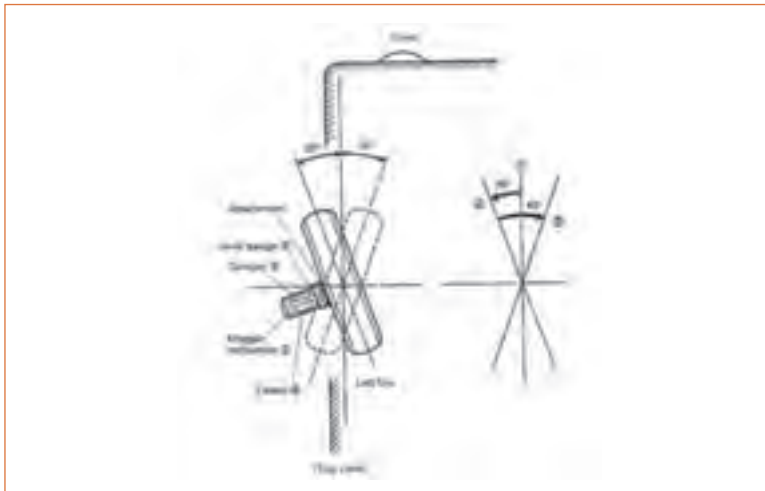
Fig. 2-33-T

جهت خواندن زاویه کستر، چرخ‌ها روی صفحه گردان قرار گرفته و مطابق شکل مقدار کستر خوانده شود.



### اندازه‌گیری زاویه انحراف محور سگدست (کینگ پین)

جهت اندازه‌گیری زاویه کینگ پین، مشابه مراحل اندازه‌گیری زاویه کستر عمل کنید.



شکل ۴۰

قبل از اندازه‌گیری زوایای چرخ، از سلامت بوش‌های لاستیکی و اتصالات اطمینان حاصل کنید.

توجه



### نکات تعمیراتی در مورد فنربندی

**فنرهای شمشی:** از بادگیری این فنرها خودداری شود.

- در زمان بستن فنرهای شمشی در صورت استفاده از فاصله پرکن یا گوه، به جهت بستن و ضخامت آن توجه شود.

**فنرهای پیچشی:** در زمان بستن فنرها در سیستم تعلیق عقب، فنرهای سمت چپ و راست جابه‌جا نشوند. زیرا در صورت جابه‌جایی، جهت پیچش فنرها برعکس می‌شود و احتمال شکستن آنها وجود دارد.

- در زمان بستن فنر پیچشی به موقعیت هزار خاری و زاویه طبق آن توجه شود و مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودروی مربوطه صورت پذیرد.

**فنر مارپیچ (لول):** در زمان بستن این نوع فنرها به رنگ روی فنر و یا گام فنر توجه شود تا وارونه بسته نشود.

تذکر



با توجه به افزایش وزن خودروهای گازسوز در سیستم تعلیق عقب از فنرهای مخصوص (متناسب با وزن) استفاده شود.

### نکات تعمیراتی مربوط به کمک فنر

لازم به ذکر است که ضریب ارتعاش‌گیری کمک فنر با  $C$  نمایش داده می‌شود و بستگی به ساختمان کمک فنر و ابعاد آن دارد، متناسب با ضریب سختی فنر ( $k$ ) می‌باشد. بنابراین کمک‌فنر مورد استفاده در هر خودرو متناسب با فنر به کار رفته و وزن خودرو دارد. لذا در زمان تعویض کمک‌فنر به این نکته توجه شود.

## ارزشیابی تعمیر سیستم تعلیق

۱ رفع عیب بدون باز کردن مجموعه تعلیق چرخ‌ها از روی خودرو

| معیار سطح ۳                                     | معیار سطح ۲                                | معیار سطح ۱                                 |  |
|---|--|---|--|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/>      | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشستی                                    |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات و استفاده از ابزار مخصوص و دقیق     |
|   | تنظیم toe out و toe in                     |   | اندازه‌گیری و تنظیم جلوبندی (toe in – toe out)         |
|   |  |   | اندازه‌گیری و تنظیم زوایای کمبر و کستر (در صورت امکان) |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                |  |   | تکمیل چک‌لیست  |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/> |  |   | سرعت عمل (استاندارد)                                   |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>           |   | ۵S و زیست‌محیطی  |

### روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۴ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

۲ باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو

| شاخص   | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|--|---|--|--|
| آماده‌سازی خودرو   |   | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های جلو (چک بالابر یا چاله سرویس) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و با توجه به کتاب راهنما<br>○ (بیش از ۷۰٪ موارد) | رعایت رویه آماده‌سازی باز کردن مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های جلو (چک بالابر یا چاله سرویس) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و با توجه به کتاب راهنما<br>○ (بیش از ۹۰٪ موارد) |
| باز کردن مجموعه مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های جلو از روی خودرو با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات و ابزار مخصوص | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (کمتر از ۵۰٪) | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (بیش از ۷۰٪)   | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری<br>○ (بیش از ۹۰٪)   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد   |   |  | سریع‌تر از زمان تعیین شده<br>○   |
| ۵S و زیست‌محیطی  |   | بیش از ۷۰٪<br>○  | بیش از ۹۰٪<br>○  |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص براساس معیار سطح ۳             |

### ۳ تعمیر و بستن مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو

| شاخص  | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|---|---|--|--|
| باز کردن اجزای مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو    | باز کردن اجزای مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو<br><input type="radio"/> | باز کردن اجزای مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو با توجه به ترتیب و علامت‌گذاری<br><input type="radio"/>                         | باز کردن اجزای مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو با توجه به ترتیب و علامت‌گذاری<br><input type="radio"/>                         |
| بررسی ظاهری اجزای مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های جلو | دنده‌ها - شکستگی پوسته<br><input type="radio"/>                       | بررسی دنده‌ها، هرزگردها، هوزینگ، کاسه نمد و بلبرینگ‌ها<br><input type="radio"/>  | بلبرینگ‌ها - دنده‌ها و دنده برنجی - شکستگی پوسته<br><input type="radio"/>  |
| استفاده از ابزار مخصوص، دقیق و گشتاورسنجی       |   | اندازه‌گیری مربوط به دنده‌ها، کاسه نمد و بلبرینگ‌ها - اندازه‌گیری لقی‌ها - قطرها - فیلرها - تنظیمات<br><input type="radio"/> | اندازه‌گیری مربوط به دنده‌ها، کاسه نمد و بلبرینگ‌ها - اندازه‌گیری لقی‌ها - قطرها - فیلرها - تنظیمات<br><input type="radio"/> |
| بستن اجزا و کنترل نهایی براساس راهنمای تعمیرات  |   | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن<br><input type="radio"/>   | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن و کنترل نهایی<br><input type="radio"/>   |
| تکمیل چک‌لیست                                   |   |  | بیش از ۹۰٪<br><input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد            |   |  | سریع‌تر از زمان تعیین شده<br><input type="radio"/>   |
| ۵S و زیست‌محیطی                                 |   | بیش از ۷۰٪<br><input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪<br><input type="radio"/>  |

### روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            |

۴ باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب

| شاخص   | معیار سطح ۱                          | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|--|--------------------------------------|---|---|
| بستن مجموعه مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های عقب روی خودرو | بستن روی خودرو <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها <input type="radio"/> |
| گشتاورسنجی و استفاده از ابزار مخصوص                  |                                      | گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>                    | گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>                    |
| کنترل نهایی  |                                      | بررسی نشستی - گشتاورسنجی <input type="radio"/>  | بررسی نشستی - گشتاورسنجی <input type="radio"/>  |
| تکمیل چک‌لیست  |                                      |   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد                 |                                      |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |
| ۵S و زیست‌محیطی                                      |                                      | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۴ شاخص براساس معیار سطح ۳             |

### ۵ تعمیر و بستن مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های عقب

| شاخص  | معیار سطح ۱                          | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|---|--------------------------------------|---|---|
| بستن مجموعه مکانیزم و فرمبندی چرخ‌های عقب روی خودرو | بستن روی خودرو <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها <input type="radio"/> |
| گشتاورسنجی و استفاده از ابزار مخصوص                 |                                      | گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از $70\%$ <input type="radio"/>                 | گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از $90\%$ <input type="radio"/>                 |
| کنترل نهایی   |                                      | بررسی نشتی - گشتاورسنجی <input type="radio"/>   | بررسی نشتی - گشتاورسنجی <input type="radio"/>   |
| تکمیل چک‌لیست                                       |                                      |   | بیش از $90\%$ <input type="radio"/>   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد                |                                      |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |
| ۵S و زیست‌محیطی                                     |                                      | بیش از $70\%$ <input type="radio"/>   | بیش از $90\%$ <input type="radio"/>   |

### روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها بر اساس معیار سطح ۱                 | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۴ شاخص بر اساس معیار سطح ۳            | سطح ۳ |



معیار شایستگی:

| ردیف          | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|---------------|--|------------------|------------|
| ۱             | رفع عیب بدون بازکردن مجموعه تعلیق چرخ‌ها از روی خودرو  | ۲                |            |
| ۲             | بازکردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو  | ۱                |            |
| ۳             | تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو   | ۲                |            |
| ۴             | بازکردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب  | ۱                |            |
| ۵             | تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب   | 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. | ۲                |            |
| میانگین نمرات |  |                  |            |

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



پودمان ۵

تعمیر جعبہ فرمان مکانیکی

## ۱- اهداف توانمندسازی

|    |  |
|----|--|
| ۱  | وظیفه، ساختمان و انواع سیستم فرمان مکانیکی (و هیدرولیکی) خودرو را شرح دهد.   |
| ۲  | روش‌های کنترل مجموعه فرمان در حالت ایستایی و حرکتی (سفتی، خلاصی، صدای غیر عادی، قفل فرمان، وضعیت ظاهری اجزای سیستم فرمان و مدار الکتریکی بوق) را بیان کند.   |
| ۳  | روش رفع عیوب بدون بازکردن مجموعه فرمان (شل بودن اتصالات پیچ و مهره‌ها، تنظیم نبودن موقعیت غربیلک فرمان، کمبود روانکار جعبه فرمان، فرسودگی غربیلک فرمان و...) را توضیح دهد و ارتباط با سایر سیستم‌ها را بیان کند. |
| ۴  | رفع عیوب بدون بازکردن مجموعه فرمان را از روی خودرو انجام داده و چک‌لیست تعمیرات را تکمیل کند.  |
| ۵  | روش باز کردن تجهیزات جانبی سیستم فرمان و روش باز کردن انواع جعبه فرمان از روی خودرو را توضیح دهد.  |
| ۶  | روش بررسی اجزای باز شده سیستم فرمان از روی خودرو را بیان کند.  |
| ۷  | باز کردن و بررسی تجهیزات جانبی و انواع جعبه فرمان از روی خودرو را انجام داده و چک‌لیست تعمیرات را کامل کند.  |
| ۸  | روش باز کردن انواع جعبه فرمان و بررسی اجزاء، تعویض اجزای معیوب، تنظیم، نصب و بررسی نهایی جعبه فرمان را بیان کند.   |
| ۹  | بازکردن، بررسی، تعویض قطعات معیوب، تنظیم، جمع‌آوری و کنترل نهایی انواع مجموعه جعبه فرمان را انجام دهد.   |
| ۹  | روش بستن انواع جعبه فرمان و تجهیزات جانبی انواع جعبه فرمان روی خودرو را بیان کند.  |
| ۱۰ | بستن انواع جعبه فرمان و تجهیزات جانبی انواع جعبه فرمان روی خودرو را انجام دهد و آن را کنترل نهایی کند.   |

## ۲- تجهیزات آموزشی (کلاسی کارگاه)

### کلاسی

کتاب درسی - تابلوی آموزشی - ویدئو پروژکتور - فیلم آموزشی - انیمیشن و نرم افزارهای آموزشی - پوستر و عکس های آموزشی و ماکت آموزشی فرمان های بدون توان کمکی

### کارگاه

کتاب درسی - کتاب راهنمای تعمیرات خودرو با سیستم فرمان بدون توان کمکی (با جعبه فرمان ساچمه در گردش و دنده شانه‌ای) - جعبه ابزار عمومی مکانیک - جعبه ابزار مخصوص پیاده کردن سیستم فرمان - نیروسنج - ساعت اندازه گیر با پایه مغناطیسی - خط کش و متر - آچار درجه دار - سیبک کش - جک بالابر - خرک (تثبیت کننده خودرو) و روانکار مناسب

## ۳- بودجه بندی (۵۰ ساعت)

| موضوع   | مکان   | روش تدریس  | کار کلاسی               | کار در منزل  |
|---|--------|--|-------------------------|--|
| پیش آزمون، وظیفه - ساختمان و انواع سیستم فرمان<br>روش های بررسی مجموعه فرمان در حالت ایستایی و حرکتی (سفتی، خلاصی، صدای غیرعادی، قفل فرمان، وضعیت ظاهری اجزای سیستم فرمان و مدارالکتریکی بوق) را بیان کند | کلاس   | سخنرانی - پرسش و پاسخ - بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | پاسخ به سؤالات مطرح شده | مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| بررسی مجموعه فرمان در حالت ایستایی و حرکتی (سفتی، خلاصی، صدای غیر عادی، قفل فرمان، وضعیت ظاهری اجزای سیستم فرمان و مدارالکتریکی بوق) را بیان کند  | کارگاه | نمایش عملی هنرآموز   | تمرین عملی هنرجو        |  |

| کار در منزل  | کار کلاسی               | روش تدریس   | مکان   | موضوع  |
|--|-------------------------|---|--------|--|
| مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | پاسخ به سؤالات مطرح شده | سخنرانی - پرسش و پاسخ<br>بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | کلاس   | معرفی عیب و روش رفع عیب بدون باز کردن مجموعه فرمان را بیان کند |
|  | تمرین عملی هنرجو        | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه | بررسی مجموعه فرمان و رفع عیب بدون باز کردن را انجام دهد        |

| کار در منزل  | کار کلاسی               | روش تدریس   | مکان          | موضوع  |
|--|-------------------------|---|---------------|--|
| مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | پاسخ به سؤالات مطرح شده | سخنرانی - پرسش و پاسخ<br>بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | کلاس / کارگاه | روش باز کردن تجهیزات جانبی سیستم فرمان و انواع مجموعه فرمان در روی خودرو و بررسی های آن را بیان کند. |
|  | تمرین عملی هنرجو        | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه        | باز کردن تجهیزات جانبی سیستم فرمان و انواع مجموعه فرمان در روی خودرو و بررسی های آن را بیان کند.     |

| کار در منزل  | کار کلاسی               | روش تدریس   | مکان          | موضوع                                     |
|--|-------------------------|---|---------------|---|
| مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس | پاسخ به سؤالات مطرح شده | سخنرانی - پرسش و پاسخ<br>بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | کلاس / کارگاه | روش باز کردن اجزای جعبه فرمان را بیان کند |
|  | تمرین عملی هنرجو        | نمایش عملی هنرآموز  | کارگاه        | باز کردن اجزای جعبه فرمان را انجام دهد    |

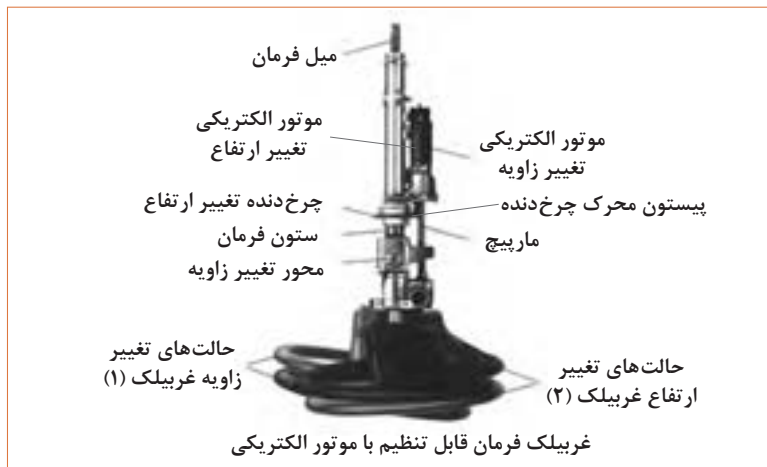
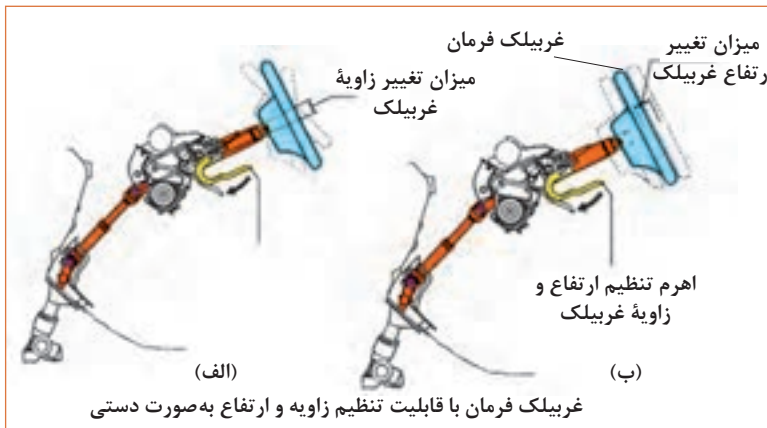
| موضوع  | مکان          | روش تدریس  | کار کلاسی               | کار در منزل  |
|--|---------------|--|-------------------------|--|
| روش باز کردن و بررسی اجزای جعبه فرمان را بیان کند. | کلاس / کارگاه | سخنرانی - پرسش و پاسخ - بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | پاسخ به سؤالات مطرح شده | مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| باز کردن و بررسی اجزای جعبه فرمان را انجام دهد.    | کارگاه        | نمایش عملی هنرآموز   | تمرین عملی هنرجو        |  |

| موضوع   | مکان   | روش تدریس  | کار کلاسی               | کار در منزل  |
|---|--------|--|-------------------------|--|
| روش نصب انواع جعبه فرمان بر روی خودرو و بررسی نهایی (تئوری) را بیان کند | کلاس   | سخنرانی - پرسش و پاسخ - بحث کلاسی - نمایش فیلم و انیمیشن و تصویر | پاسخ به سؤالات مطرح شده | مطالعه کتاب - مشاهده فیلم آموزشی و انجام تحقیق ارائه شده در کلاس |
| بستن انواع جعبه فرمان بر روی خودرو و بررسی نهایی (تئوری) را انجام دهد.  | کارگاه | نمایش عملی هنرآموز   | تمرین عملی هنرجو        |  |

| موضوع           | مکان   | روش        |
|-----------------|--------|------------|
| ارزشیابی پودمان | کارگاه | آزمون عملی |

## دانش افزایی

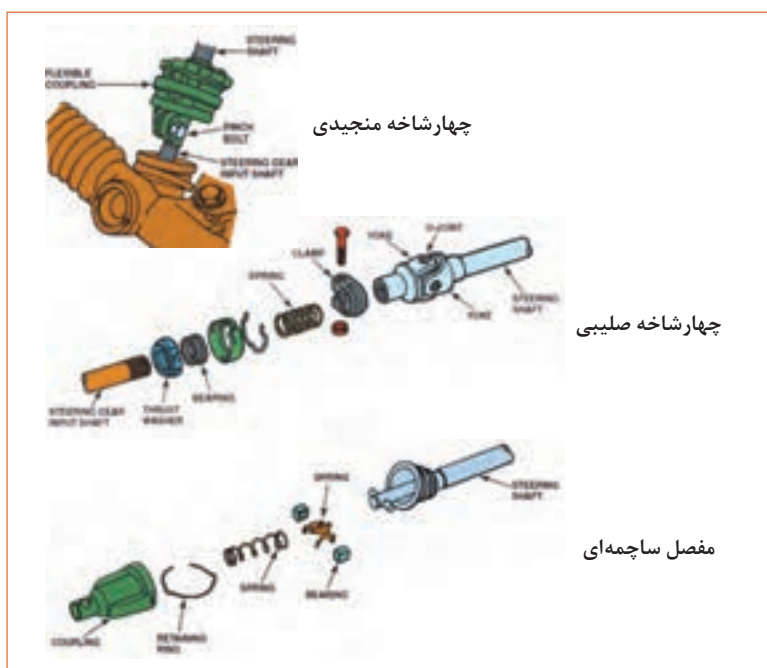
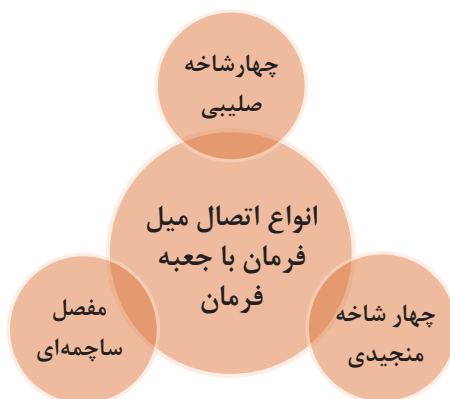
انواع مکانیزم تغییر زاویه غربیلک فرمان: در برخی از خودروها به منظور افزایش راحتی راننده، از غربیلک فرمان با قابلیت تنظیم ارتفاع و زاویه غربیلک استفاده می‌شود، که به دو صورت دستی و الکتریکی می‌باشد. در نوع دستی با نیروی دست راننده زاویه و ارتفاع غربیلک تنظیم می‌شود و در نوع الکتریکی دو عدد موتور الکتریکی تعبیه شده که یکی ارتفاع غربیلک و دیگری زاویه غربیلک را تنظیم می‌کند. اشکال زیر نحوه تنظیمات را به صورت دستی و الکتریکی نشان می‌دهد.



شکل ۱



انواع اتصال مورد استفاده برای میل فرمان به جعبه فرمان در جاهایی که طول میل فرمان زیاد است و یا میل فرمان و جعبه فرمان در یک راستا قرار نگرفته‌اند، بین میل فرمان و جعبه فرمان از سه نوع اتصال استفاده شده است. در اتصالات چهار شاخه‌ای که جنس آنها از فلز می‌باشد، ارتعاشات شاسی و جعبه فرمان به میل فرمان و غربیلک فرمان منتقل می‌شود اما در اتصال منجیددار چون منجید خاصیت ارتجاعی دارد، ارتعاشات را جذب کرده و از انتقال آن به میل فرمان و غربیلک جلوگیری می‌کند.



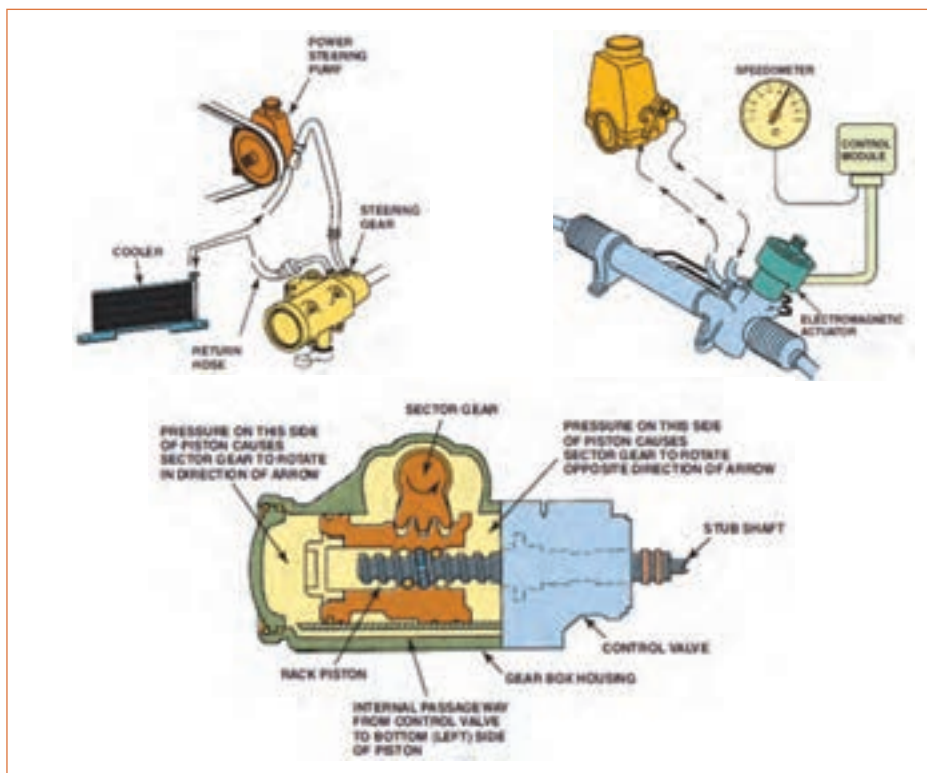
شکل ۲



انواع جعبه فرمان: جعبه فرمان‌های پر قدرت از لحاظ نحوه افزایش نیرو و گشتاور و راحتی راننده در فرمان دادن به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

|  |                                    |                                |                                 |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|  <p>پمپ جعبه فرمان<br/>مغزن ذخیره هیدرولیک فرمان<br/>پولی سرمیل لنگ<br/>لوله برگشت روغن به مغزن</p> <p>شما تیک فرمان هیدرولیکی</p> <p>لوله رفت روغن از پمپ هیدرولیک به شیر هیدرولیک</p> | <p>جعبه فرمان هیدرولیکی</p>        | <p>جعبه فرمان با توان کمکی</p> | <p>انواع جعبه فرمان پر قدرت</p> |
|  <p>مغزن ذخیره روغن<br/>موتور الکتریکی و پمپ هیدرولیک<br/>ستون فرمان<br/>میل فرمان<br/>جعبه فرمان چرخ دنده شانه‌ای<br/>غربیلک فرمان</p> <p>ساختمان ظاهری فرمان الکترو هیدرولیکی</p>    | <p>جعبه فرمان الکترو هیدرولیکی</p> |                                |                                 |
|  <p>موتور الکتریکی<br/>میل فرمان<br/>جعبه فرمان چرخ دنده شانه‌ای<br/>غربیلک فرمان</p> <p>نمای ظاهری سیستم فرمان الکتریکی</p>  | <p>جعبه فرمان الکتریکی</p>         |                                |                                 |

جعبه فرمان با توان کمکی هیدرولیکی: برای افزایش راحتی راننده و کنترل و هدایت بهتر خودرو در زمان فرمان دادن از فرمان‌های هیدرولیکی استفاده شده است. در این نوع سیستم‌ها نیروی ناشی از فشار هیدرولیکی روی پیستون هیدرولیکی به کمک نیروی دست راننده آمده و باعث می‌شود که راننده با نیروی کمتری غربلیک فرمان را چرخانده و کنترل و هدایت خودرو را انجام دهد. جعبه فرمان‌های با توان کمکی از دو قسمت جعبه فرمان مکانیکی و مکانیزم کمکی تشکیل شده است که در خودروهای سواری به علت ایمنی خودرو حتماً باید از دو قسمت استفاده شده باشد. چون در حرکت اگر مکانیزم کمی دچار مشکل شود بتوان خودرو را توسط مکانیزم مکانیکی خودرو هدایت و کنترل کرد. ولی در خودروهای راه‌سازی و کشاورزی، به دلیل سرعت کم وسیله نقلیه می‌توان از فرمان‌های تمام هیدرولیک استفاده کرد. عیب بزرگ جعبه فرمان با توان کمکی هیدرولیکی این است که بخشی از قدرت موتور را مصرف می‌کند و همچنین به علت جریان سیال هیدرولیکی درون شیلنگ‌ها ایجاد سر و صدا می‌کند.



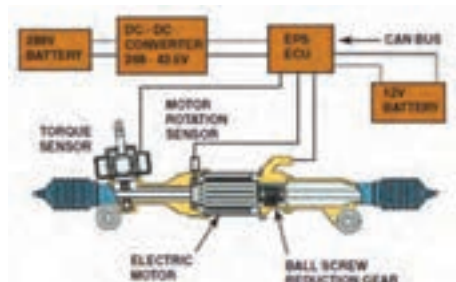
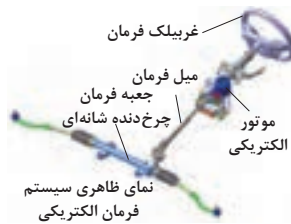
شکل ۴

**جعبه فرمان الکتروهیدرولیکی:** در فرمان‌های الکتروهیدرولیکی از یک موتور الکتریکی DC استفاده شده است که پمپ هیدرولیکی را راه‌اندازی کرده و فشار هیدرولیکی تولید می‌کند. چرخ‌ها با نیروی هیدرولیکی و دست‌راننده به راست یا چپ می‌چرخند و برای دادن دستور به پمپ و موتور الکتریکی از یک سنسور زاویه فرمان و سیگنال‌های سنسورهای سرعت خودرو و دور موتور و یک کنترلر استفاده شده است.

### جعبه فرمان برقی (EPS) Electric Power Steering

امروزه در تعداد زیادی از خودروهای جدید سیستم کمکی فرمان‌های برقی جایگزین سیستم کمکی فرمان هیدرولیکی شده است. یکی از مزیت‌های جعبه فرمان برقی حذف شدن پمپ و مدارات هیدرولیکی فرمان است. اما مهم‌ترین تفاوت در پایداری خودرو در پیچ‌ها و سرعت بالا می‌باشد.

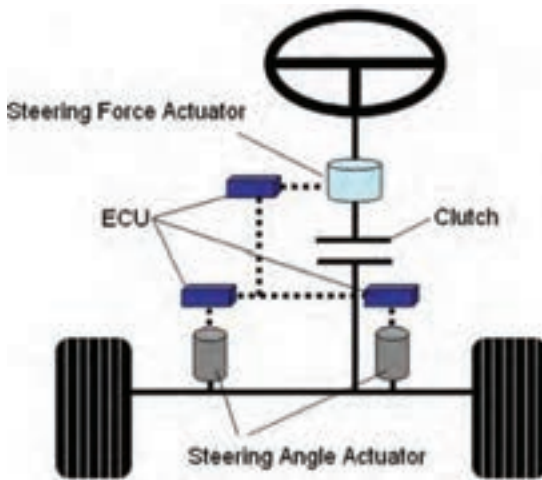
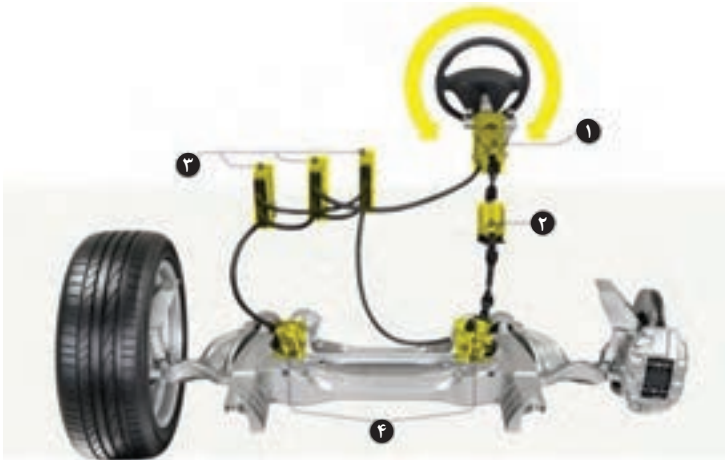
فرمان برقی به علت کاهش وزن متعلقات فرمان و عدم استفاده از توان مصرفی در سوخت صرفه‌جویی می‌کند. در این نوع فرمان از یک موتور DC جهت توان کمکی استفاده می‌شود این موتور الکتریکی DC توسط ECU فرمان و با توجه به میزان گردش غربیلک و سرعت خودرو و نوع مسیر حرکت خودرو فعال می‌شود. بنابراین، این نوع جعبه فرمان با توان کمکی با توجه به سرعت خودرو و میزان چرخش غربیلک، تطابق بیشتری نسبت به سیستم هیدرولیک ایجاد می‌کند. در این نوع جعبه فرمان با توان کمکی در سرعت‌های زیاد (و چرخش غربیلک کم، موتور الکتریکی غالباً غیرفعال و در زمان پارک کردن (یعنی سرعت‌های کم) موتور الکتریکی فعال می‌شود. به دلیل آنکه در سیستم قابلیت کنترل موتور الکتریکی در شرایط عملکردی متفاوت راحت‌تر می‌باشد، لذا احساس فرمان و قابلیت فرمان‌دهی در شرایط مختلف بهبود می‌یابد.



شکل ۵



برخی خودروهای با فرمان الکتریکی از تکنولوژی Steering by wire (زیر مجموعه تکنولوژی X by wire) استفاده می‌کنند که در آن برای ایجاد احساس رانندگی با کمک عملگر مخصوص سفتی غربیلک فرمان را متناسب با نیروی اعمال شده به چرخ تغییر می‌دهند. جهت اطلاع بیشتر می‌توانید عبارات ذکر شده را در اینترنت جست‌وجو کنید.



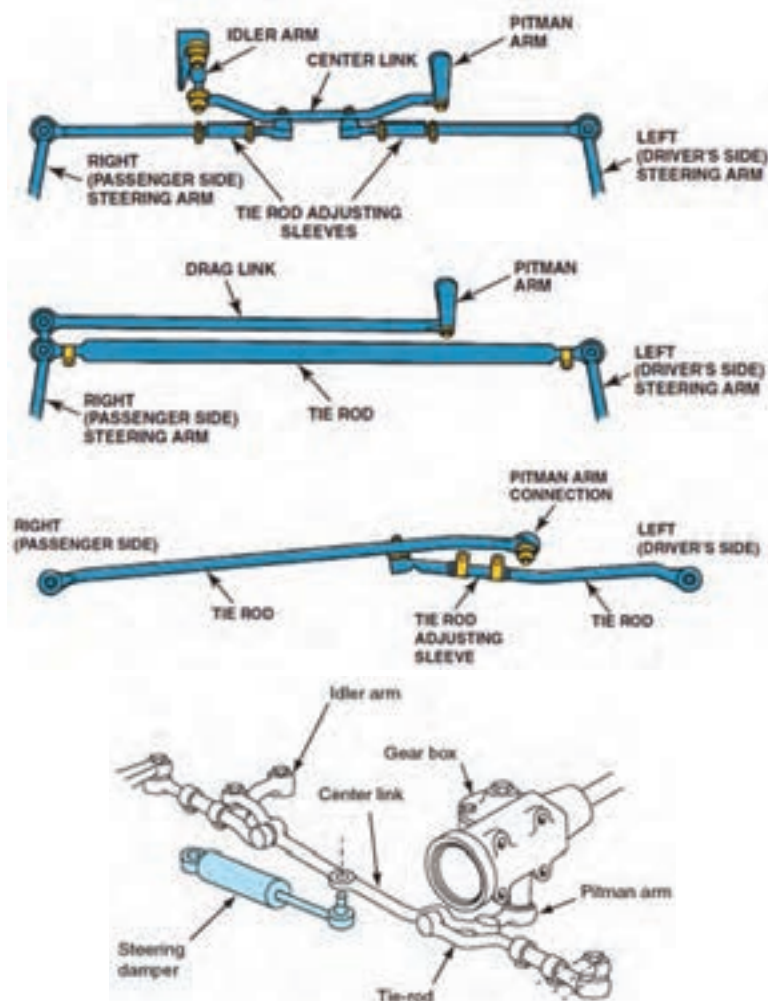
در زمانی که سیستم الکتریکی از کار می‌افتد کلاچ مکانیکی ارتباط غربیلک فرمان با چرخ‌ها را فراهم می‌کند.





در خودروهایی که دارای تجهیزات اتوپارک می‌باشند حتماً باید از این گونه فرمان‌ها استفاده شود.

انواع مکانیزم اهرم‌بندی فرمان به کار رفته در خودروها برای انتقال و تبدیل نیروی دورانی غربیلک فرمان به حرکت خطی اهرم فرمان و در انتها به حرکت زاویه‌ای چرخ‌ها از یک سری اهرم‌بندی مختلف استفاده می‌شود که به آن مکانیزم اهرم‌بندی فرمان گفته می‌شود.



شکل ۶



در هنگام تعویض سبیک‌های فرمان چنانچه تنظیمات طولی در سبیک فرمان رعایت نشود (حتی اگر زوایای toe in و toe out درست باشد) زاویه غربیلک فرمان از محل خود تغییر شکل خواهد کرد که لازم است با تنظیم مجدد طولی سبیک فرمان موقعیت غربیلک اصطلاح شود.



### تنظیم جعبه فرمان‌های ساچمه در گردش

- 1 **تنظیم مارپیچ فرمان یا پیش بار رولبرینگ یا بلبرینگ مارپیچ:** برای تنظیم لقی طولی میل فرمان و خلاصی غربیلک فرمان در جعبه فرمان‌های ساچمه‌ای، از واشرهای تنظیم لقی استفاده می‌شود. در بعضی موارد نیز از پیچ‌های تنظیم استفاده می‌شد. در این نوع جعبه فرمان‌ها برای کاهش لقی طولی میل فرمان از ضخامت واشرها لوله ستون فرمان و یا تعداد واشرها کاسته می‌شود و برای کاهش خلاصی فرمان از ضخامت واشر و یا تعداد واشرهای در جعبه فرمان کاسته می‌شود، در بعضی جعبه فرمان‌ها جهت تنظیم لقی طولی میله فرمان و یا خلاصی غربیلک فرمان از پیچ تنظیم به جای واشرهای در و لوله فرمان استفاده می‌شود.
- 2 **تنظیم فاصله پینیون (یوک) با درپوش:** قبل از بستن یوک روی مجموعه فرمان حتماً باید خوردگی آن در وسط بررسی شود، چنانچه خوردگی وجود داشت حتماً باید تعویض شود.



شکل ۷

### نکات مربوط به تنظیمات جعبه فرمان کشویی

- 1 **بررسی لقی و خوردگی بوش‌های دو طرف جعبه فرمان به وسیله ساعت اندازه‌گیری انجام شده و با مقادیر درج شده با کتاب راهنمای تعمیراتی مقایسه شود.**
- 2 **بررسی خلاصی غربیلک فرمان به وسیله تعمیرات مهره روی راهنمای rock جعبه فرمان انجام شود و در صورت وجود لقی بیش از حد مطابق راهنمای کتاب تعمیرات خودرو مربوطه باید تنظیم و یا تعویض شود.**



نکته



در صورت باز کردن اتصالات فرمان یا غربیلک فرمان در خودروهای امروزی حتماً باید مجدد فنر ساعتی تنظیم شود. برای دانستن روش تنظیم فنر ساعتی حتماً به کتب راهنمای تعمیراتی خودروی مورد نظر مراجعه شود.

### نکاتی در مورد کمک فنر اتصالات فرمان

پس از بستن مارپیچ و قرقره‌ای فرمان، پینیون (یوک) را بسته و واشرهای تنظیم قبلی را روی درپوش جعبه فرمان می‌بندیم و به وسیله فیلرگیری از ناحیه فنر و بشقابک در سه قسمت (میانی، چپ و راست) با چرخش فرمان میزان خلاصی یوک با درپوش را فیلرگیری و مقایسه می‌کنیم که نباید از تفرانس ذکر شده در کتاب راهنمای تعمیرات بیشتر باشد.

### بستن صحیح میله هزار خار روی محور هزار خار (تاج خروسی)

در صورتی که میله هزار خار بر روی محور هزار خار درست نصب نشود در حین پیچیدن خودرو به طرفین، زاویه پیچش چرخ‌ها به یک سمت نسبت به سمت دیگر بیشتر بوده و باعث چرخش ناهماهنگ فرمان به طرفین می‌شود. برای بستن صحیح، قبل از باز کردن مکانیزم فرمان بایست روی میله هزار خار و محور هزار خار علامت زده شود (در برخی از جعبه فرمان‌ها یک شیار هزار خار حذف شده تا در محل صحیح بسته شود) تا در زمان جمع کردن، علامت‌ها روبه‌روی هم قرار بگیرند و درست بسته نشود.

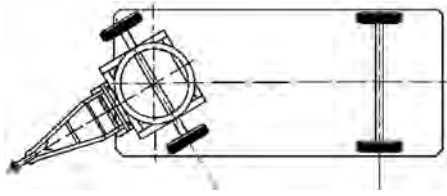


شکل ۸

چنانچه هیچکدام از علامت‌گذاری‌های گفته شده در بالا انجام نشده باشد برای بستن صحیح غربیلک فرمان را به یک سمت چرخانیده، سپس به طرف دیگر تا انتها چرخانیده و تعداد چرخش غربیلک را بشمارید. سپس به اندازه نصف تعداد دوران غربیلک را برگردانید و چرخ‌ها را در حالت مستقیم قرار دهید و میله هزار خار را روی محور هزار خار ببندید.

## پاسخ به سؤالات متن کتاب

۱ به نظر شما فرمان دادن در گاری‌ها و کالسکه‌ها چگونه است؟  
در گاری‌ها و کالسکه‌ها محوری که چرخ‌های فرمان و هدایت بر روی آن نصب شده‌اند به صورت یکپارچه بوده و از وسط توسط یک پین بزرگ به اتاق لولا شده است و کل محور حول پین چرخش دارد. بنابراین زاویه چرخش هر دو چرخ یکی می‌باشد.



شکل ۹- نوع فرمان دادن در گاری

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



۳ سیستم فرمان چگونه باعث افزایش نیروی دست راننده می‌شود؟  
بر اساس قانون اهرم‌ها و چرخ و محور، در غربلیک فرمان و اهرم‌بندی مکانیزم فرمان افزایش گشتاور را خواهیم داشت.

۴ به نظر شما غربلیک فرمان خودرو سواری و سنگین کدام بزرگ‌تر است؟ چرا؟  
خودروهای سنگین، چون برای فرمان دادن به چرخ‌های کامیون و خودروهای سنگین نیاز به نیرو و گشتاور بیشتری است. بنابراین غربلیک فرمان را بزرگ‌تر می‌سازند تا افزایش نیرو و گشتاور به اندازه کافی ایجاد شود.

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

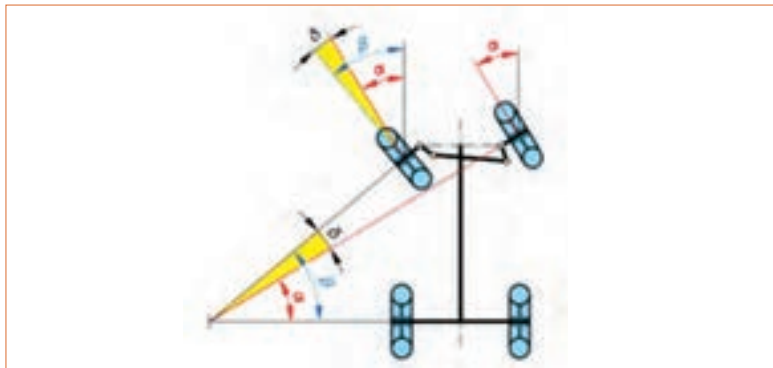
به دانش افزایی ۴-۱ مراجعه شود.

۶ کدام نوع ستون فرمان ایمنی بالاتری دارد؟ چرا؟  
ستون‌های فرمان و میل فرمان که به صورت لوله مشبک، چهارشاخه‌ای و یا خرطومی

ساخته شده‌اند. چون در تصادفات می‌توانند تغییر شکل دهند و دارای ایمنی بالاتری هستند

۷ به نظر شما کدام مکانیزم اتصال ستون فرمان به جعبه فرمان، ارتعاشات انتقالی از چرخ به غربیلک فرمان را بهتر مهار می‌کند؟ چرا؟  
به دانش افزایی ۲-۴ مراجعه شود.

۸ در مورد روانکارهای مورد استفاده در جعبه فرمان‌های مکانیکی پژوهش کنید. توصیه می‌شود به کتاب راهنمای تعمیرات رجوع کنید. ولی در صورت نبودن کتاب راهنمای تعمیرات، در جعبه فرمان‌های مکانیکی به غیر از جعبه فرمان شانه‌ای از روغن واسکازین و در جعبه فرمان‌های شانه‌ای از گریس لیتیوم اولیه در زمان جمع کردن برای روغن کاری فواصل میل شانه و پینیون و نیز بوش‌ها استفاده می‌شود.  
۹ آیا در هنگام پیچیدن، هر دو چرخ داخل پیچ و خارج پیچ باید با یک زاویه بپیچند؟ خیر، چون چرخ داخل پیچ روی شعاع کوچک‌تر قرار گرفته است و مسافت کمتری را طی می‌کند، بنابراین زاویه پیچش آن زیادتر از چرخ خارج پیچ می‌باشد.



شکل ۱۰

۱۰ با توجه به شکل مشخص کنید دوزنقه فرمان کدام اجزای سیستم فرمان می‌باشد؟ میل بلند فرمان، میل کوتاه فرمان، شغال‌دستها و خط فرضی که محورهای کینگ پین را به هم متصل می‌کند تشکیل یک دوزنقه را می‌دهد که به دوزنقه فرمان مشهور است.

۱۱ زاویه  $\alpha$  و  $\beta$  در شکل بالا چه چیزی را نشان می‌دهد؟  
زاویه  $\alpha$  زاویه پیچش چرخ خارجی و زاویه  $\beta$  زاویه پیچش چرخ داخلی پیچ را نشان می‌دهد که طبق شکل نشان داده شده زاویه  $\beta$  از زاویه  $\alpha$  بزرگ‌تر است.

۱۲ در مورد انواع دیگر مکانیزم فرمان به کار رفته در خودرو تحقیق کنید.  
به دانش افزایی ۴-۴ مراجعه شود.

۱ رفع عیب مجموعه رفع عیوب بدون باز نمودن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۱                                 |   |
|--|--|---|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربلیک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربلیک فرمان <input type="radio"/> |   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |  |   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |  |   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   |   | ۵S و زیست‌محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

۲ باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو

| شاخص                                   | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳  |
|--|---|--|--|
| آماده‌سازی خودرو                       |   | رعایت رویه آماده‌سازی (جک بالاپر) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و تخلیه مایع روانکار فرمان با توجه به کتاب راهنما (بیش از ۷۰٪ موارد) <input type="radio"/> | رعایت رویه آماده‌سازی (جک بالاپر) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و تخلیه مایع روانکار با توجه به کتاب راهنما (بیش از ۹۰٪ موارد) <input type="radio"/> |
| بازکردن مجموعه جعبه فرمان از روی خودرو | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۷۰٪) <input type="radio"/>   | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۹۰٪) <input type="radio"/>   |
| بازکردن مجموعه ستون فرمان از روی خودرو | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۷۰٪) <input type="radio"/>   | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۹۰٪) <input type="radio"/>   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد   |   |  | سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |
| ۵S و زیست محیطی                        |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             |

## ۳ تعمیر مجموعه جعبه فرمان

| شاخص  | معیار سطح ۱   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۳   |
|---|---|--|---|
| بازکردن اجزای مجموعه فرمان (ستون و جعبه)    | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری (کمتر از ۵۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری (بیش از ۷۰٪) <input type="radio"/> | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری (بیش از ۹۰٪) <input type="radio"/>          |
| بررسی ظاهری و تشخیص عیوب اجزای مجموعه فرمان | مفصل و چهار - شاخه شکستگی محور <input type="radio"/>                  | کاسه نمدها، بلبرینگها، محور <input type="radio"/>                    | کاسه نمدها، بلبرینگها، محور <input type="radio"/>                             |
| بررسی اجزای مجموعه فرمان                    |   | اندازه گیری لقیها - تنظیمات <input type="radio"/>                    | اندازه گیری لقیها تنظیمات - قطرها - فیلرها <input type="radio"/>              |
| بستن اجزا و کنترل نهایی                     |   | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن <input type="radio"/>      | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن و کنترل نهایی <input type="radio"/> |
| تکمیل چک لیست                               |   |  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد        |   |  | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>                               |
| ۵S و زیست محیطی                             |   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>                                     | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |

## روش ارزشیابی واحد کار

|  |       |
|--|-------|
| انجام شاخصها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخصهای مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳            | سطح ۳ |

۴ بستن مجموعه جعبه فرمان بر روی خودرو

| شاخص                                 | معیار سطح ۱                          | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| بستن روی خودرو                       | بستن روی خودرو <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه گذاری ها <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه گذاری ها <input type="radio"/> |
| تنظیم و کنترل نهایی                  |                                      | بررسی نشستی - گشتاورسنجی - تنظیمات <input type="radio"/>                                  | بررسی نشستی - گشتاورسنجی - تنظیمات <input type="radio"/>                                  |
| تکمیل چک لیست                        |                                      |   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |                                      |   | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |
| ۵۵ و زیست محیطی                      |                                      | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |

روش ارزشیابی واحد کار

| ردیف | مرحله کار                           | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|------|-------------------------------------|------------------|------------|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان | ۲                |            |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو  | ۲                |            |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو            | ۲                |            |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو      | ۲                |            |

## نمونه‌هایی برای تکمیل جدول

نمونه اول - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۱             |   |
|--|--|-------------------------|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>    | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن ● | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   | کمتر از ۷۰٪ ●           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربیلک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و تنظیم غربیلک فرمان <input type="radio"/> |                         | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |  |                         | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |  |                         | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>   |                         | ۵S و زیست محیطی                                     |

### روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۱



نمونه دوم - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۱                       |   |
|--|--|-----------------------------------|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن ●           | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ ●   | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/> | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربیلک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربیلک فرمان <input type="radio"/> |                                   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |  |                                   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |  |                                   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ ●   |                                   | ۵S و زیست محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۱

نمونه دوم - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳   | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۱                                 |   |
|---|--|---|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input checked="" type="radio"/>           | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>  | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غریبک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غریبک فرمان <input checked="" type="radio"/> |   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |  |   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |  |   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>  |   | ۵S و زیست محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۲

نمونه دوم - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳   | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۱                                 |   |
|---|---|---|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>                             | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input checked="" type="radio"/>            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>   | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربلیک فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربلیک فرمان <input checked="" type="radio"/> |   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |   |   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |   |   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>   |   | ۵S و زیست محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۲

نمونه سوم - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۱                                 |   |
|--|---|---|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input checked="" type="radio"/>            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>   | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربلیک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربلیک فرمان <input checked="" type="radio"/> |   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input checked="" type="radio"/>  |   |   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |   |   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input checked="" type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ <input type="radio"/>  |   | ۵۵ و زیست محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۲  
چون فقط ۲ مورد از موارد در سطح ۳ است کل امتیاز ارزشیابی ۲ خواهد بود

نمونه چهارم - کار اول - تعمیر فرمان  
رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲  | معیار سطح ۱             |   |
|--|--|-------------------------|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار ●  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار ○            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن ○ | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ ○   | بیش از ۷۰٪ ○   | کمتر از ۷۰٪ ○           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربیلک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان ○ | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربیلک فرمان ○ |                         | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ ●   |  |                         | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده ○  |  |                         | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ ●   | بیش از ۷۰٪ ○   |                         | ۵s و زیست محیطی                                     |

روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

نمره ارزشیابی: ۳

## نمونه ارزشیابی کل پودمان

### رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان

| معیار سطح ۳  | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۱                                 |   |
|--|---|---|---|
| بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input type="radio"/>  | بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن و اندازه‌گیری و تنظیم سطح مایع روانکار <input checked="" type="radio"/>            | کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن <input type="radio"/> | بررسی ظاهری و نشتی و سرریز                          |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>   | کمتر از ۷۰٪ <input type="radio"/>           | گشتاورسنجی اتصالات                                  |
| بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت و لرزش در سرعت‌های مختلف و تنظیم غربیلک فرمان و تنظیمات جعبه فرمان <input type="radio"/> | بررسی عملکرد فرمان از روی صدا در حال حرکت یکنواخت و تنظیم غربیلک فرمان <input checked="" type="radio"/> |   | عیب‌یابی و بررسی در حال حرکت و تنظیمات مجموعه فرمان |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   |   |   | تکمیل چک لیست                                       |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>  |   |   | سرعت عمل (استاندارد)                                |
| بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>   | بیش از ۷۰٪ <input checked="" type="radio"/>   |   | ۵S و زیست محیطی                                     |

### روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |

۲ باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو

| شاخص                                    | معیار سطح ۱  | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|---|--|---|---|
| آماده‌سازی خودرو                        |  | رعایت رویه آماده‌سازی (جک بالا بر) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و تخلیه مایع روانکار فرمان با توجه به کتاب راهنما (بیش از ۷۰٪ موارد) ● | رعایت رویه آماده‌سازی (جک بالا بر) شامل ایمنی فردی و کارگاهی و تخلیه مایع روانکار با توجه به کتاب راهنما (بیش از ۹۰٪ موارد) ○ |
| باز کردن مجموعه جعبه فرمان از روی خودرو | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (کمتر از ۵۰٪) ● | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۷۰٪) ○   | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۹۰٪) ○   |
| باز کردن مجموعه ستون فرمان از روی خودرو | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (کمتر از ۵۰٪) ○ | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۷۰٪) ●   | رعایت ترتیب باز کردن و نشانه‌گذاری (بیش از ۹۰٪) ○   |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد    |  |   | سریع‌تر از زمان تعیین شده ○   |
| ۵S و زیست محیطی                         |  | بیش از ۷۰٪ ●  | بیش از ۹۰٪ ○  |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             |

## ۲ تعمیر مجموعه جعبه فرمان

| معیار سطح ۳   | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۱  | شاخص  |
|---|---|--|---|
| رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری<br>(بیش از ۹۰٪) ○       | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری<br>(بیش از ۷۰٪) ● | رعایت ترتیب بازکردن و نشانه گذاری<br>(کمتر از ۵۰٪) ○ | بازکردن اجزا مجموعه فرمان (ستون و جعبه)     |
| کاسه نمدها، بلبرینگ‌ها، محور ●                            | کاسه نمدها، بلبرینگ‌ها، محور ○                      | مفصل و چهار شاخه - شکستگی محور ○                     | بررسی ظاهری و تشخیص عیوب اجزای مجموعه فرمان |
| اندازه‌گیری لقی‌ها-تنظیمات قطر‌ها-فیلرها ○                | اندازه‌گیری لقی‌ها-تنظیمات ●                        |  | بررسی اجزای مجموعه فرمان                    |
| بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن و کنترل نهایی ○ | بستن اجزا و کنترل مطابق رویه و ترتیب بستن ○         |  | بستن اجزا و کنترل نهایی                     |
| بیش از ۹۰٪ ●  |   |  | تکمیل چک لیست                               |
| سریع‌تر از زمان تعیین شده ●                               |   |  | گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد        |
| بیش از ۹۰٪ ○  | بیش از ۷۰٪ ●  |  | ۵۵ و زیست محیطی                             |

## روش ارزشیابی واحد کار

|   |       |
|---|-------|
| انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱                  | سطح ۱ |
| انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ | سطح ۲ |
| انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             | سطح ۳ |



۴ بستن مجموعه جعبه فرمان بر روی خودرو

| شاخص                                 | معیار سطح ۱                          | معیار سطح ۲   | معیار سطح ۳   |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| بستن روی خودرو                       | بستن روی خودرو <input type="radio"/> | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه گذاری ها ● | بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه گذاری ها <input type="radio"/> |
| تنظیم و کنترل نهایی                  |                                      | بررسی نشستی - گشتاورسنجی - تنظیمات ●                                  | بررسی نشستی گشتاورسنجی تنظیمات <input type="radio"/>                                      |
| تکمیل چک لیست                        |                                      |   | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |
| گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد |                                      |   | سریع تر از زمان تعیین شده <input type="radio"/>   |
| ۵S و زیست محیطی                      |                                      | بیش از ۷۰٪ ●  | بیش از ۹۰٪ <input type="radio"/>  |

روش ارزشیابی واحد کار

|       |   |
|-------|---|
| سطح ۱ | انجام شاخص ها براساس معیار سطح ۱                  |
| سطح ۲ | انجام تمام شاخص های مطابق معیارهای مشخص شده سطح ۲ |
| سطح ۳ | انجام حداقل ۳ شاخص براساس معیار سطح ۳             |

| ردیف | مرحله کار   | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو  |
|------|---|------------------|---|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان   | ۲                | ۲   |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو  | ۲                | ۱   |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو  | ۲                | ۳   |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو  | ۲                | 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 مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۲   |
|      | نتیجه شایستگی   |                  | ۱<br>به دلیل عدم کسب حداقل نمره در یکی از واحدهای کار میانگین نمرات |
|      | نمره مستمر  |                  | ۲   |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی   |                  | $(1 \times 5) + 2 = 7$  |

نتیجه: عدم کسب این شایستگی

نمونه اول نمره نهایی از روی ارزشیابی

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو   |
|------|--|------------------|--|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان  | ۲                | ۲  |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو   | ۲                | ۲  |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو   | ۲                | ۳  |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو   | ۲                | 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 مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۱  |
|      | نتیجه شایستگی  |                  | ۱<br>به دلیل عدم کسب حداقل نمره در شایستگی غیر فنی میانگین نمرات ۱ |
|      | نمره مستمر   |                  | ۱  |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی  |                  | $(1 \times 5) + 1 = 6$   |

نتیجه: عدم کسب این شایستگی

نمونه اول نمره نهایی از روی ارزشیابی

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو   |
|------|--|------------------|--|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان  | ۲                | ۲  |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو   | ۲                | ۲  |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو   | ۲                | ۱  |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو   | ۲                | 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 مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۲  |
|      | نتیجه شایستگی  |                  | ۱<br>به دلیل عدم کسب حداقل نمره در مرحله کار سوم میانگین نمرات ۱ |
|      | نمره مستمر   |                  | ۳  |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی  |                  | $(1 \times 5) + 3 = 8$   |

نتیجه: عدم کسب این شایستگی

نمونه دوم نمره نهایی از روی ارزشیابی

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو                         |
|------|--|------------------|------------------------------------|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان  | ۲                | ۲                                  |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو   | ۲                | ۲                                  |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو   | ۲                | ۲                                  |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو   | ۲                | 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 عیب مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۲                                  |
|      | نتیجه شایستگی  |                  | $2+2+2+2=8$<br>$8 \div 4 = 2$<br>۲ |
|      | نمره مستمر   |                  | ۳                                  |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی  |                  | $(2 \times 5) + 3 = 13$            |

نتیجه: کسب این شایستگی

نمونه سوم نمره نهایی از روی ارزشیابی

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو  |
|------|--|------------------|---|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان  | ۲                | ۳   |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو   | ۲                | ۲   |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو   | ۲                | ۲   |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو   | ۲                | ۳   |
|      | 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 مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۲   |
|      | نتیجه شایستگی  |                  | $3+2+2+3=10$<br>$10 \div 4 = 2/5$<br>روند به بالا ۳ |
|      | نمره مستمر   |                  | ۴   |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی  |                  | $(3 \times 5) + 4 = 19$                             |

نتیجه: کسب این شایستگی

نمونه چهارم نمره نهایی از روی ارزشیابی

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو                         |
|------|--|------------------|------------------------------------|
| ۱    | رفع عیوب بدون باز کردن مجموعه فرمان  | ۲                | ۲                                  |
| ۲    | باز کردن مجموعه فرمان از روی خودرو   | ۲                | ۲                                  |
| ۳    | تعمیر مجموعه فرمان خودرو   | ۲                | ۲                                  |
| ۴    | بستن مجموعه فرمان بر روی خودرو   | ۲                | 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 عیب مجموعه فرمان کنید | ۲                | ۲                                  |
|      | نتیجه شایستگی  |                  | $2+2+2+2=8$<br>$8 \div 4 = 2$<br>۲ |
|      | نمره مستمر   |                  | ۱                                  |
|      | جمع با مستمر و نمره نهایی  |                  | $(2 \times 5) + 1 = 11$            |

نتیجه: عدم کسب این شایستگی

|                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| ۲                                  | 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 عیب مجموعه فرمان کنید |
| $2+2+2+2=8$<br>$8 \div 4 = 2$<br>۲ |   | نتیجه شایستگی  |
| ۱                                  |   | نمره مستمر   |
| $(2 \times 5) + 1 = 11$            |   | جمع با مستمر و نمره نهایی  |

نتیجه: عدم کسب این شایستگی

- ۱ برنامه درسی رشته مکانیک خودرو، ۱۳۹۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲ استاندارد ارزشیابی حرفه‌ای، گروه شغلی مکانیک خودرو، سال ۱۳۹۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۳ عنوان کتاب درسی کتاب تعمیرات سیستم ترمز، تعلیق و فرمان کد ۲۱۱۴۹۰، سال ۱۳۹۶.
- ۴ شیوه‌نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش شماره ۴۰۰/۲۱۱۴۸۲ مورخ ۳۰/۱۱/۹۵.
- ۵ کتاب درسی تکنولوژی شاسی و بدنه، کد درس ۱۸۸۹، سال ۱۳۹۳.
- ۶ کتاب درسی سیستم هدایت و کنترل خودرو، کد ۶۰۸/۱، سال ۱۳۹۲.

7 Jack Erjavec, "Automotive technology Asystem Approach " , 5th edition, 2009, Delmar Cengage Learning.

8 James D. Halderman "Automotive technology principles, Diagnosis and service " , 4th Edition, 2011, Prentice Hall.

9 James E. Duffy, "Modern Automotive Technology " , 7th Edition, 2009, Goodheart-Willcox.