

پودمان ۴

تعمیر سیستم تعلیق خودرو



واحد یادگیری ۵

تعمیر سیستم تعلیق خودرو

مقدمه

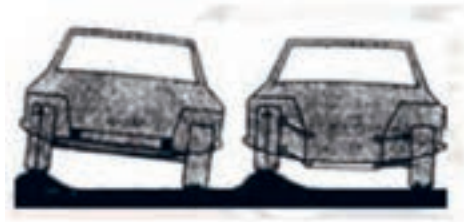
هنگام برخورد چرخ‌های خودرو با ناهمواری‌های جاده، نیروهای عمودی و طولی و عرضی به تاپر وارد می‌شود. چنانچه این نیروها مستقیم و بدون واسطه به اتاق و سرنشینان خودرو وارد شود، باعث استهلاک اتاق و بدنه و همچنین ناراحتی سرنشینان خودرو می‌شود. بنابراین لازم است سیستمی وجود داشته باشد تا این نیروها را مستهلک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

استاندارد عملکرد

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

۱- وظیفه سیستم تعلیق چیست؟

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



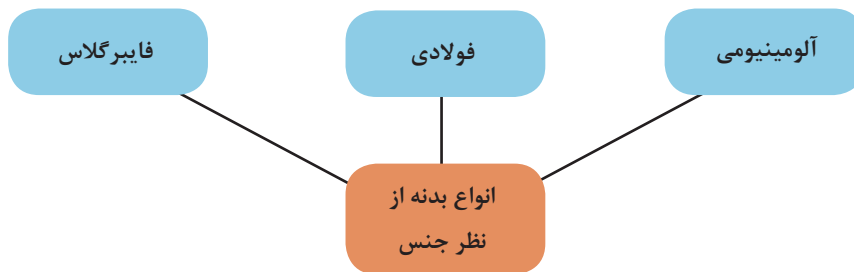
۳- تصویر، نشان دهنده چه نوع فنری است؟

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



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

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



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

انواع شاسی و بدنه‌ی خودرو سواری

فیلم آموزشی


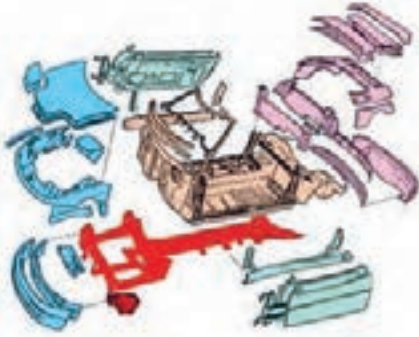


کار کلاسی



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

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

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

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

پژوهش



نوع اتاق یا شاسی	خودرو	نوع اتاق یا شاسی	خودرو

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



شکل ۱- سیستم تعلیق در خودرو سواری

کار کلاسی



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

فیلم آموزشی

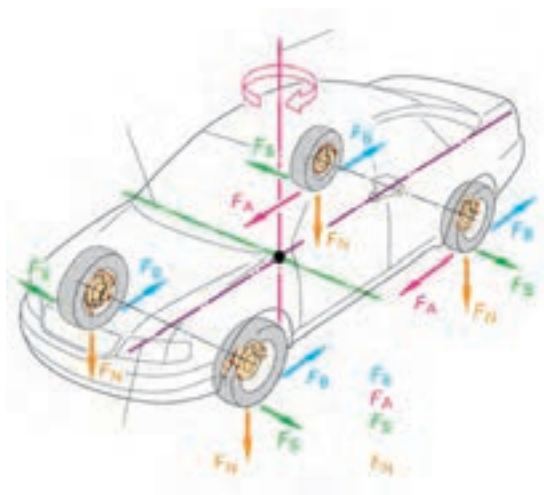


تأثیر وجود و نبودن سیستم فنربندی و تعلیق

کار کلاسی



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



$F_B =$

$F_A =$

$F_S =$

$F_N =$

شکل ۲- نیروها و گشتاور وارد بر خودرو

کار کلاسی



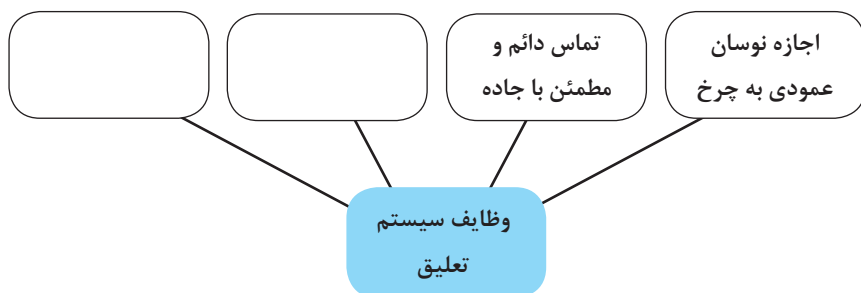
آیا غیر از نیروهای نشان داده شده در شکل ۲ نیروهای دیگری بر خودرو وارد می‌شود؟ بیان کنید.

فیلم آموزشی



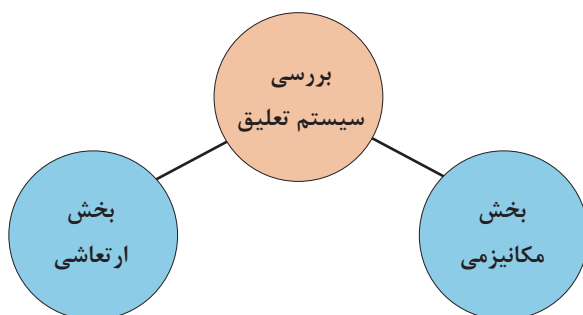
وظایف و اهداف و انواع سیستم‌های تعلیق

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



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

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



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

کار کلاسی



بخش	موارد مورد بحث و بررسی و وظایف
مکانیزمی	
ارتعاشی	

بخش مکانیزمی تعلیق

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

فکر کنید



شکل ۳- مکانیزم تعلیق

انواع مکانیزم تعلیق

فیلم آموزشی

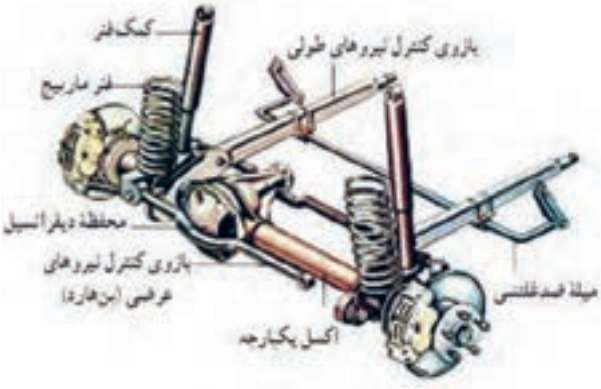


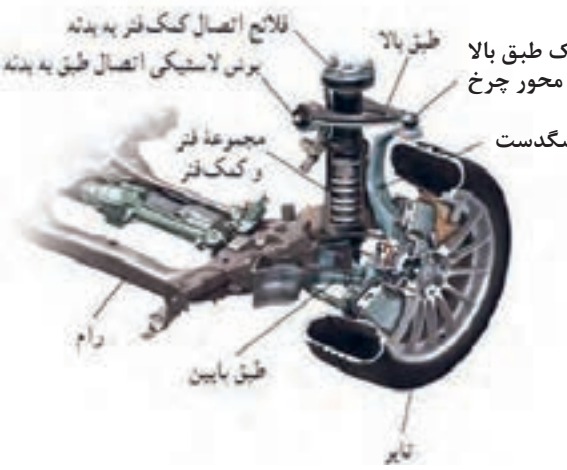
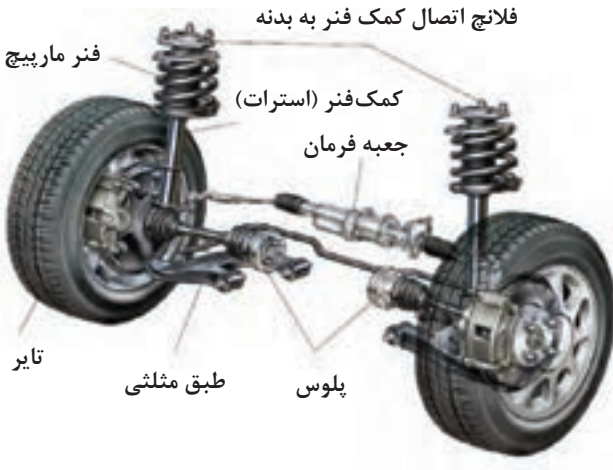
با توجه به فیلم آموزشی و تصاویر زیر نام هر یک از سیستم‌های تعلیق را بنویسید.

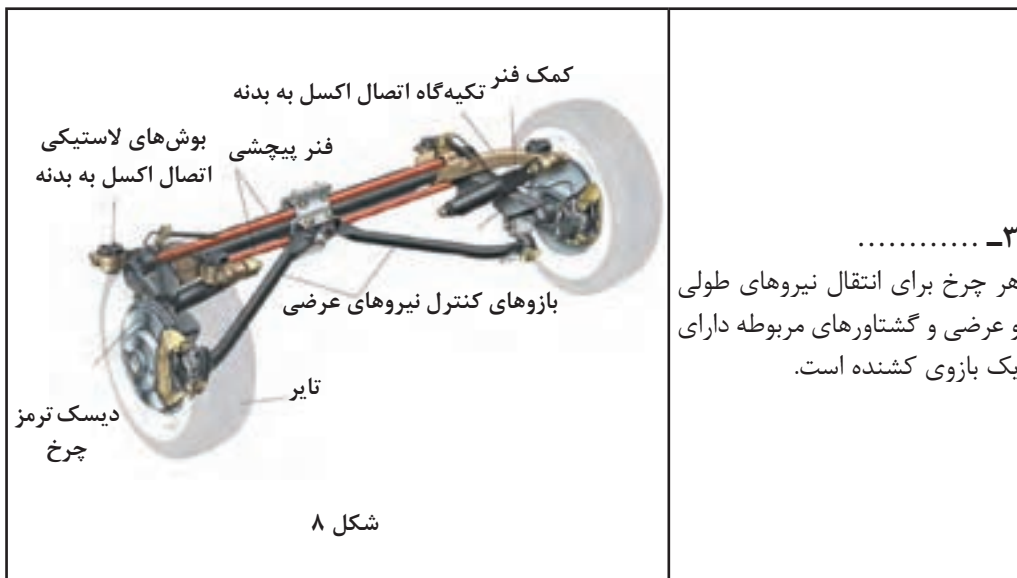
کار کلاسی



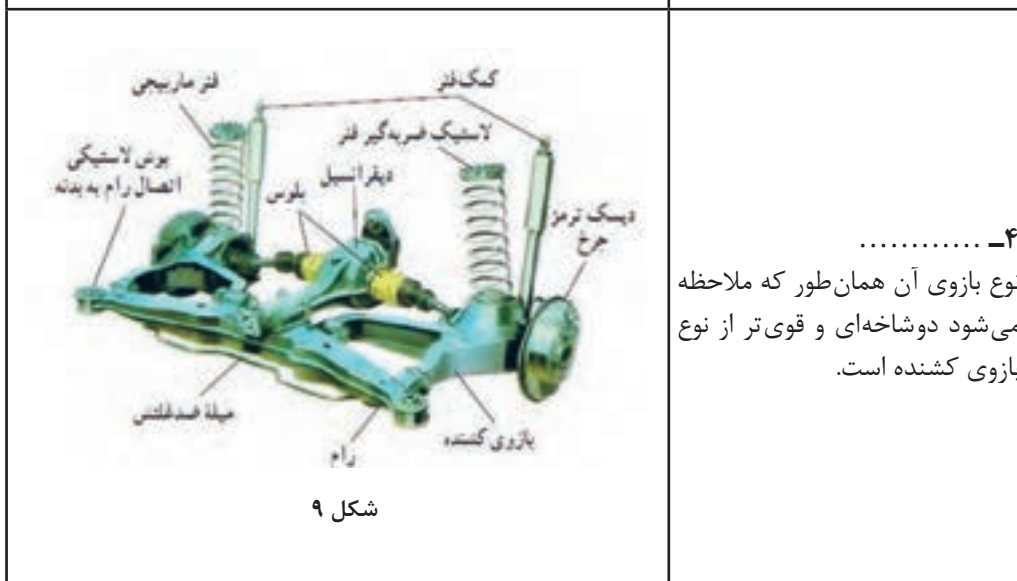
انواع مکانیزم تعلیق:

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

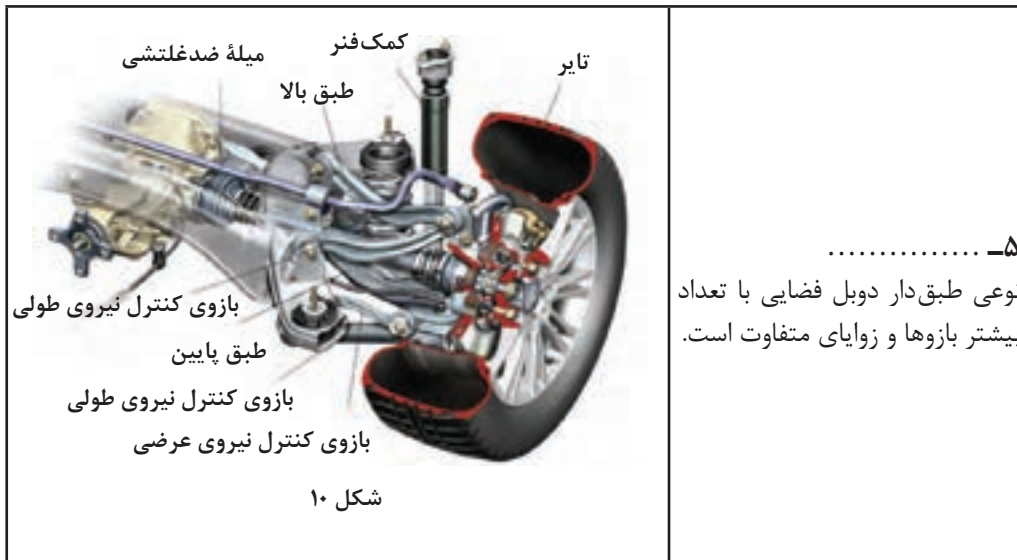
<p>ارتباطی بین چرخ چپ و راست (به جز میله ضد غلتش) وجود ندارد و حرکت چرخ چپ و راست آن مستقل از یکدیگرند</p>	<p>انواع سیستم تعلیق مستقل</p>
 <p>شکل ۶</p>	<p>۱-..... مهم ترین مشخصه این نوع وجود ۲ طبق مثلثی شکل است.</p>
 <p>شکل ۷</p>	<p>۲-..... نوعی طبق دار دابل است که طول طبق بالا صفر می باشد.</p>



۳-
 هر چرخ برای انتقال نیروهای طولی و عرضی و گشتاورهای مربوطه دارای یک بازوی کشنده است.



۴-
 نوع بازوی آن همان‌طور که ملاحظه می‌شود دوشاخه‌ای و قوی‌تر از نوع بازوی کشنده است.



۵-
 نوعی طبق دار دابل فضای با تعداد
 بیشتر بازوها و زوایای متفاوت است.

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



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



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

دسته	محل استفاده	معایب	مزایا
یکپارچه	تعلیق عقب - تعلیق جلو	وزن زیاد - فضای زیاد	هزینه تولید کم

مستقل	طبق دار دویل	.....	.....
	مک فرسون	.....	.....
	بازوی کشنده	.....	.....
	شبه بازوی کشنده	.....	.....
	چند میله‌ای	.....	.....



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

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

پژوهش کنید



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

وظیفه ساختمان، عملکرد اجزا سیستم تعلیق

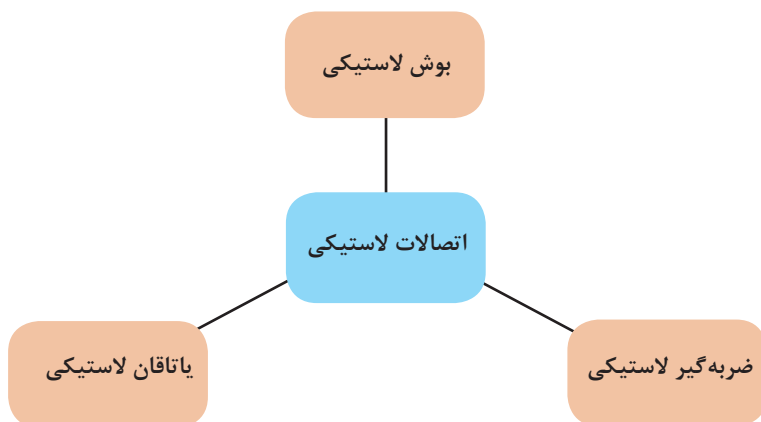
اتصالات لاستیکی

فکر کنید



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

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



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

کار کلاسی

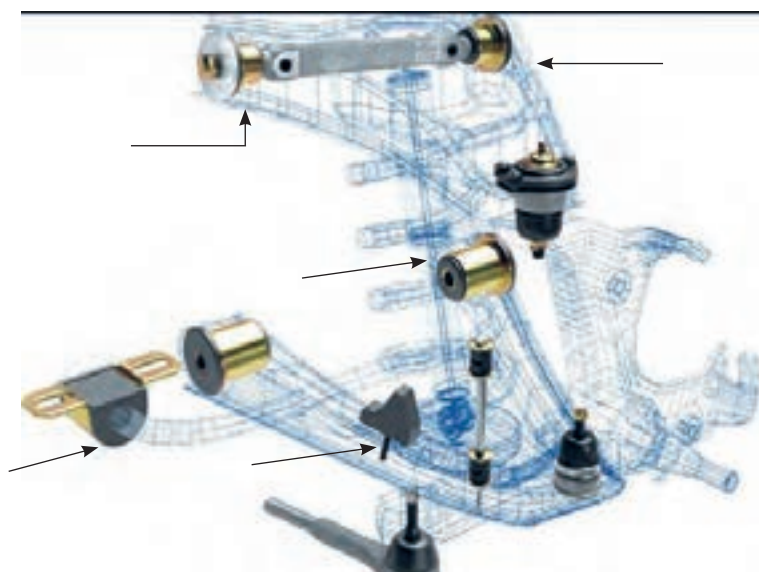


کاربری (محل استفاده)	شکل	نوع اتصال لاستیکی
طبق‌ها - فنرهای شمشی -		بوش لاستیکی

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

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

کار کلاسی



شکل ۱۱- انواع اتصالات لاستیکی

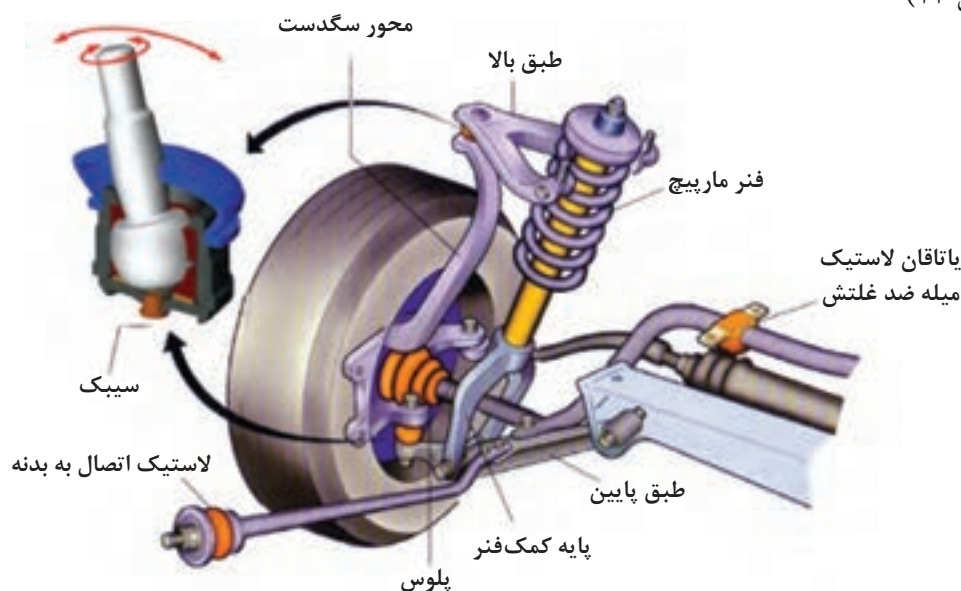
در مورد نشانه خرابی سه نوع اتصال لاستیکی، آثار و نشانه‌های آن، از تعمیرکاران مجرب جلوبندی ساز، تحقیق کنید.

پژوهش کنید



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

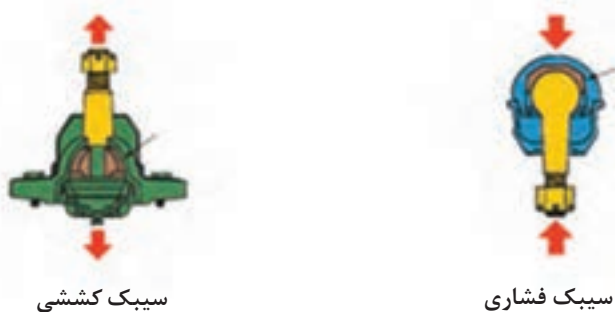
با توجه به شکل سیبک از یک قطعه فولادی کروی تشکیل شده است که در داخل محفظه کروی که معمولاً جنس آن از تفلون می باشد قرار گرفته است. قطعه کروی تفلونی نیز درون پوسته سیبک تعبیه شده است. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- سیبک و محل کاربری آن

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

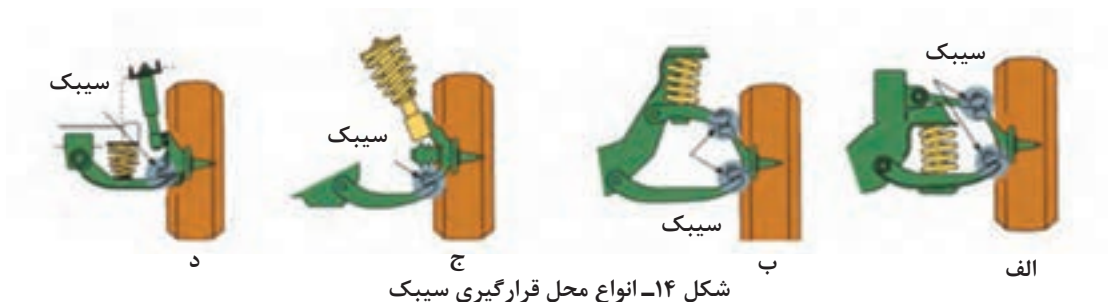
۱- سیبکهای کششی ۲- سیبکهای فشاری



شکل ۱۳- انواع سیبک از نظر نیروهای اعمالی



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



شماره شکل	مکانیزم سیستم تعلیق	تعداد سیبک
الف		
ب		
ج		
د		

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

نکته



به محوری که چرخ حول آن دوران کرده و روی آن یاتاقان‌بندی می‌شود، اصطلاحاً سگدست می‌گویند.

پرسش کلاسی

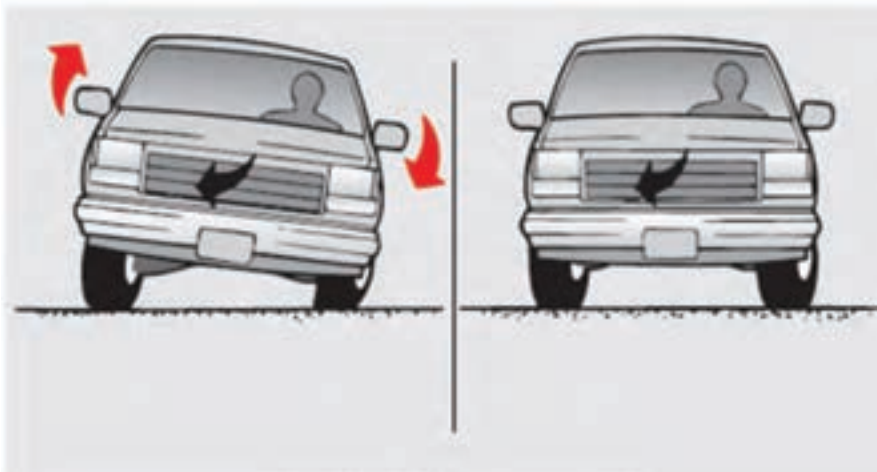
روی تصاویر شکل ۱۵، سگدست و محور سگدست را با رسم محور سگدست مشخص کنید.



شکل ۱۵- سگدست و محور آن

میله ضد غلتش

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



شکل ۱۶

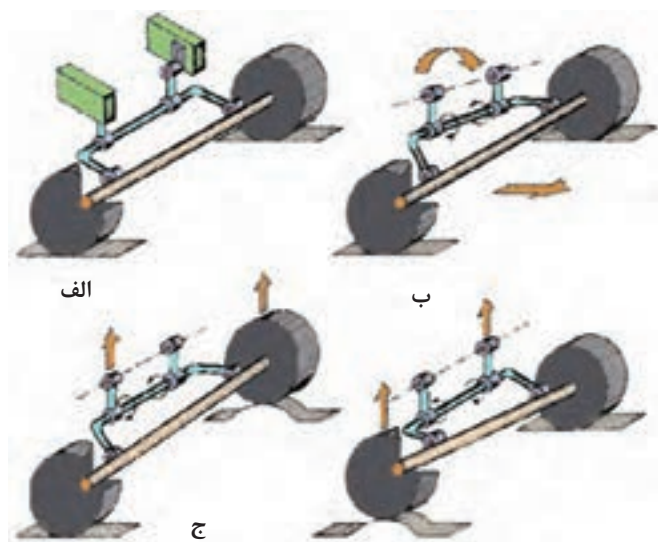
عملکرد میله ضد غلتش

فیلم آموزشی





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



شکل ۱۷- عملکرد میله ضد غلتش در حالت‌های مختلف

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

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





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

سیستم تعلیق عقب	سیستم تعلیق جلو	نام خودرو

رفتار خودرو در مسیر حرکت



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

به شکل ۱۸، توجه کنید

الف) حرکت شیرجه

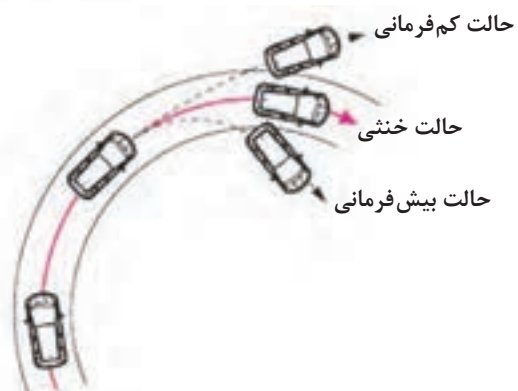


کاهش بار چرخ‌های عقب افزایش بار چرخ‌های جلو

ب) حرکت چمباتمه



افزایش بار چرخ‌های عقب کاهش بار چرخ‌های جلو



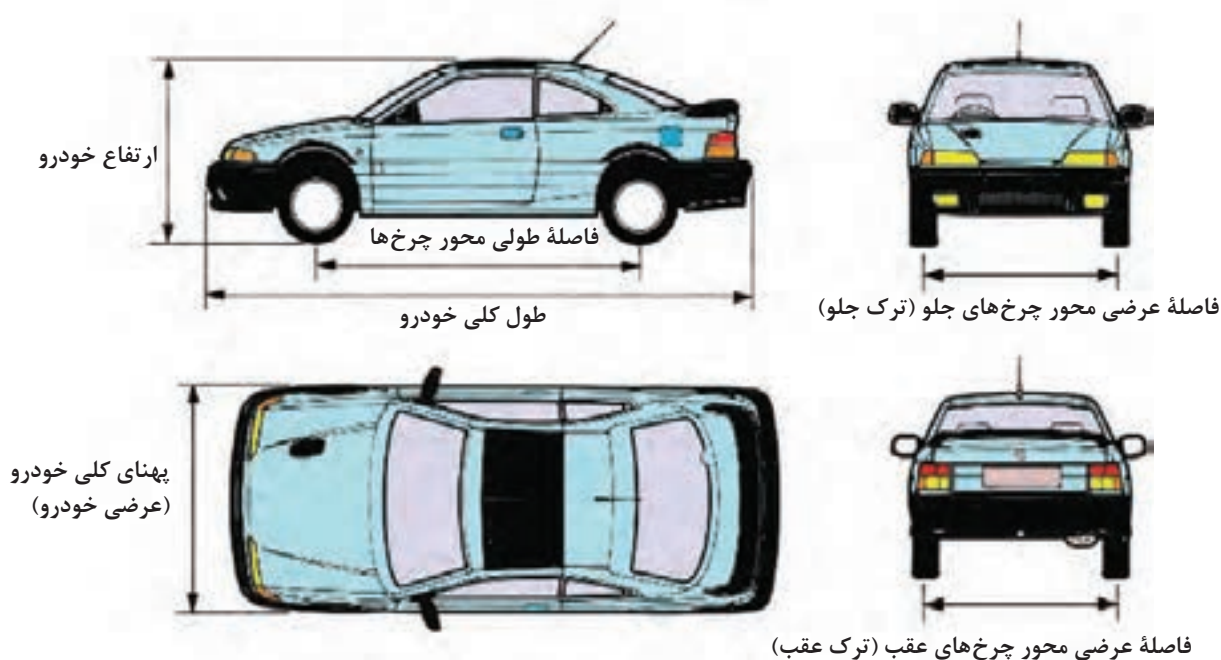
شکل ۱۸- انواع رفتار خودرو طی حرکت



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

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

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



شکل ۱۹- فاصله طولی و عرضی محور چرخ

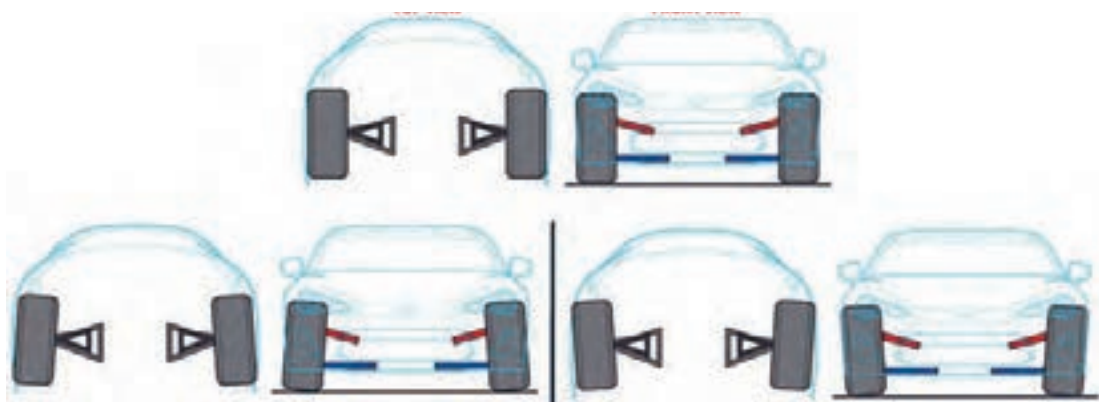


با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای جدول زیر را در مورد ویژگی‌های تغییرات در فاصله طولی و عرضی کامل کنید.

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

زوایای چرخ

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









شکل ۲۰- نحوه قرار گرفتن چرخ

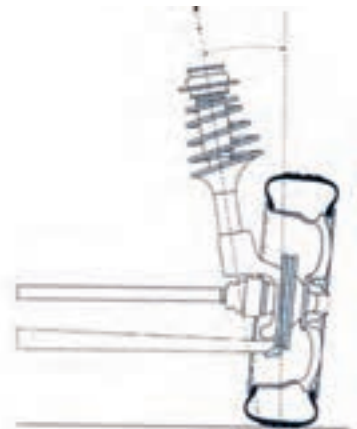
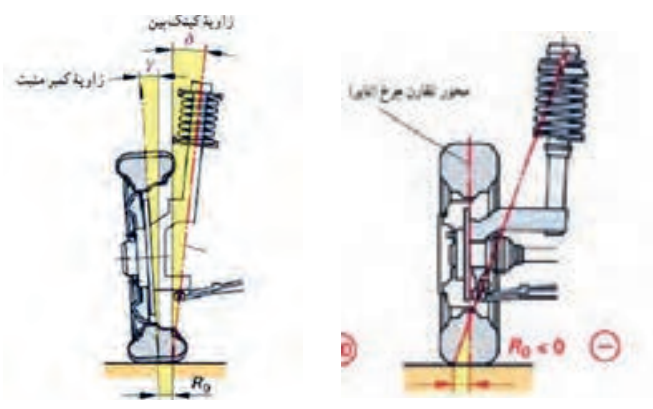
تعریف و زوایای چرخ



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

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

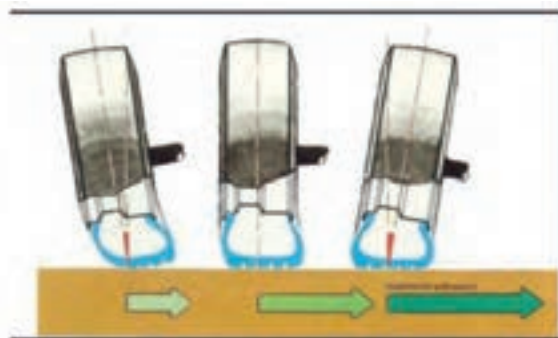
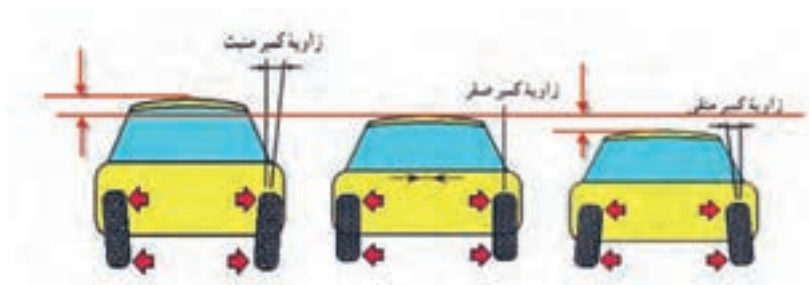
<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>سربازی چرخ‌ها (تو اوت)</p> <p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>مزایا و معایب</p>	
		<p>مثبت:</p> <p>منفی:</p>	<p>کستر</p>
<p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>کستر مثبت</p> <p>مزایا:</p> <p>معایب:</p>	<p>مزایا و معایب</p>	

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

	مزایا:		
	معایب:		

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

فکر کنید



شکل ۲۱- برخی خواص تأثیر زاویه کمبر در ساختار خودرو



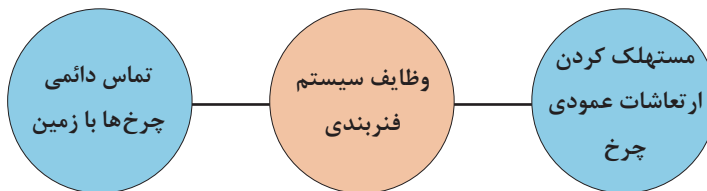
به شکل ۲۲، توجه کنید. به نظر شما زاویه بین نقاط A و B شکل به چه زاویه‌ای از زوایای چرخ خودرو می‌باشد؟



شکل ۲۲- تأثیر زوایای چرخ در پایداری خودرو

بخش ارتعاشی (سیستم فنربندی)

همان‌گونه که در مقدمه بیان شد به مجموع فنر و کمک فنر ((سیستم فنربندی)) گویند که به‌طور کلی دارای وظایفی به شرح زیر است:



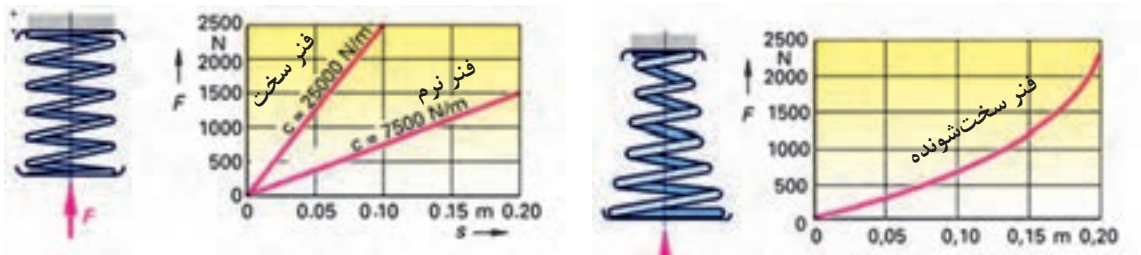
فنر و انواع آن

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

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

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





شکل ۲۳- منحنی فنر با سختی ثابت و سخت شونده

انواع فنر از نظر فرم و شکل

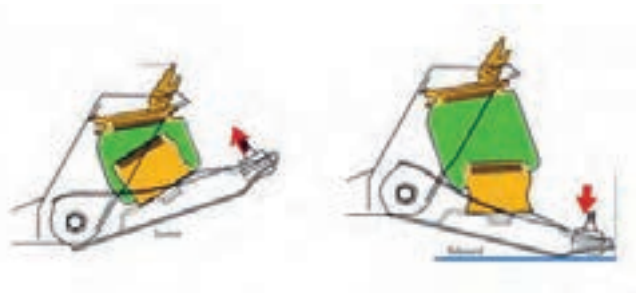
کاربرد	شکل	نام	نوع
فنرهای شمشی معمولاً در سیستم تعلیق یکپارچه به صورت طولی بر روی خودرو نصب می‌شود.		فنر برگ (شمشی)	فنر فولادی
در سیستم تعلیق خودروهای سواری، این نوع فنرها به دلیل داشتن مزایای زیاد کاربرد فراوانی دارند.		فنر لول (مارپیچی)	
این فنر در واقع میله‌هایی هستند که انعطاف پذیری پیچشی مناسبی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

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

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

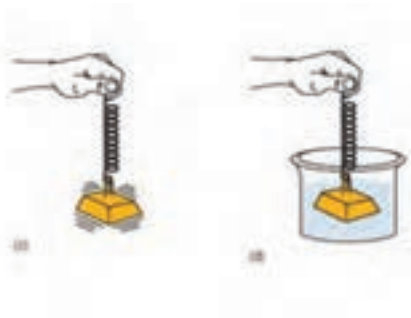
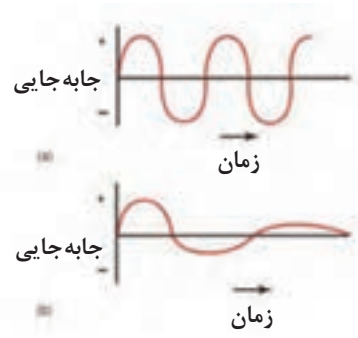


به شکل ۲۴، توجه کنید، نحوه‌ی عملکرد فنر بادی چگونه است؟



شکل ۲۴- فنر بادی و نحوه‌ی عملکرد آن

کمک فنر(ارتعاش گیر) به تصاویر شکل ۲۵، توجه کنید. چه برداشتی از آن دارید؟



شکل ۲۵- عملکرد کمک فنر

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

پژوهش کنید



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

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

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

فکر کنید



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

فکر کنید

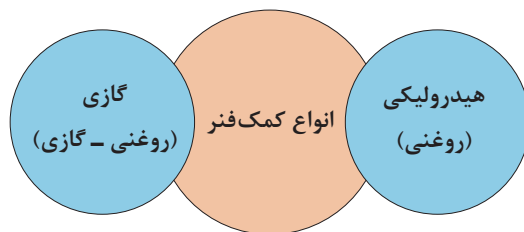


با توجه به نمودارها و تصاویر شکل ۲۶، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
 ۱- کدام قطعات خودرو جزء جرم فنربندی نشده نمی‌باشند؟ نام ببرید.
 ۲- با توجه به اینکه منحنی سبز رنگ، عملکرد کمک فنر مرتبط با جرم فنربندی شده و فنربندی نشده را نشان می‌دهد، در مورد تفاوت دو نمودار بحث کنید.



شکل ۲۶- عملکرد سیستم فنربندی تعلیق

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

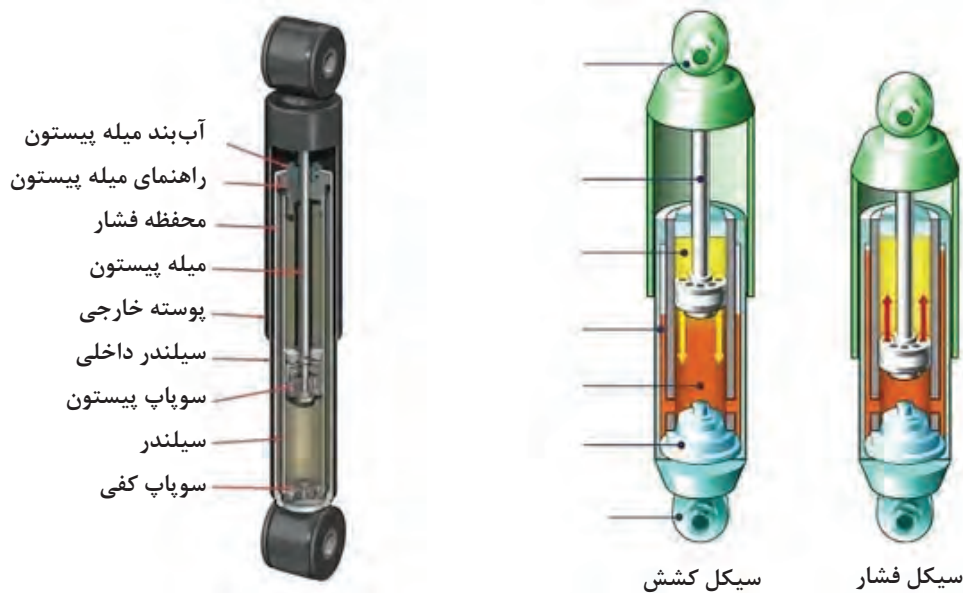


دلیل وجود گاز و روغن در کمک فنر گازی چیست؟

فکر کنید

اجزا و عملکرد کمک فنر

فیلم آموزشی



شکل ۲۷- عملکرد و اجزا کمک فنر هیدرولیکی

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

کار کلاسی

حالت	عملکرد
الف) انقباض	
ب) انبساط	

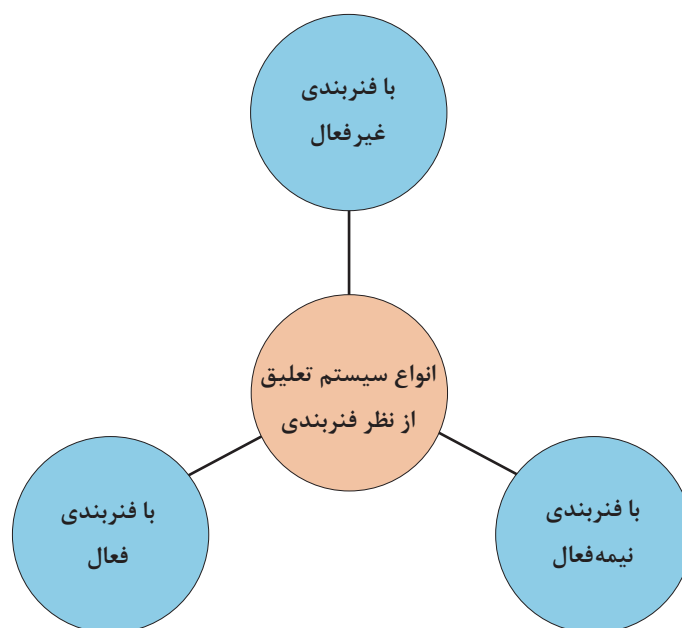
نکته: به دلیل آنکه مجاری انتقال روغن از زیر پیستون به بالای آن بزرگ‌تر از انتقال روغن از بالای پیستون به زیر آن می‌باشد، بنابراین مرحله انقباض کمک فنر سریع‌تر از مرحله انبساط آن اتفاق می‌افتد و کمک‌فنر نیروی مقاوم بیشتری در مرحله انبساط ایجاد می‌کند.

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

پژوهش کنید

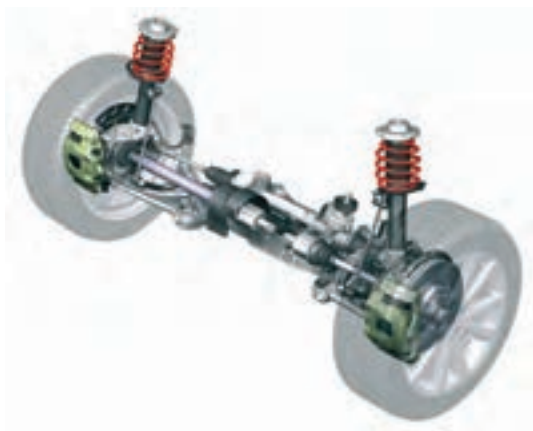


با توجه به تغییر ضریب سختی و ارتعاشی فنربندی، سیستم تعلیق دارای سه نوع فنربندی می‌باشد که در نمودار زیر نشان داده شده است.



سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال:

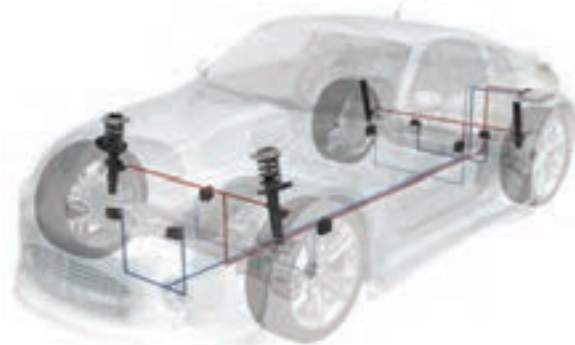
سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال که نوعی از آن در شکل ۲۸، ملاحظه می‌شود، از یک فنر جهت جذب نیروهای عمودی و نوسان‌ساز و یک کمک‌فنر به‌عنوان مستهلک‌کننده این نوسانات برای هر چرخ استفاده می‌شود. این نوع سیستم تعلیق توانایی تغییر ضرایب فنر و کمک فنر را، با توجه به تغییر شرایط جاده و رانندگی و بار را ندارد،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



شکل ۲۸- سیستم تعلیق غیر فعال

سیستم تعلیق با فنربندی نیمه فعال:

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



شکل ۲۹- سیستم تعلیق نیمه فعال

سیستم تعلیق فعال: در این نوع سیستم تعلیق، علاوه بر متغیر بودن ضریب کاهش نوسانات توسط کمک فنر، سختی فنر نیز قابل کنترل است. همچنین به جای استفاده از فنر و کمک فنر به صورت مجزا، از عملگرهای الکتروهیدرولیکی که توسط واحد کنترل الکترونیکی کنترل می‌گردد، استفاده می‌شود. این عملگر مجموع نیروی فنر و کمک فنر را تولید می‌نماید. شکل ۳۰، نمونه‌ای از این نوع سیستم تعلیق را نشان می‌دهد.

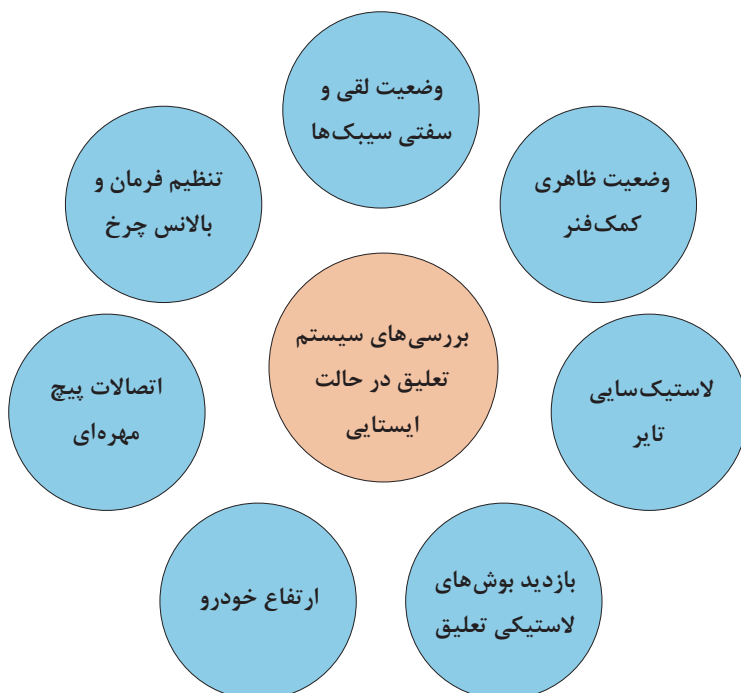


شکل ۳۰- سیستم تعلیق فعال

روش‌های بررسی و رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق و ارتباط با سایر اجزا

روش‌های بررسی در حالت ایستایی

نمودار زیر مهم‌ترین بخش‌های قابل بررسی در حالت ایستایی را نشان می‌دهد.

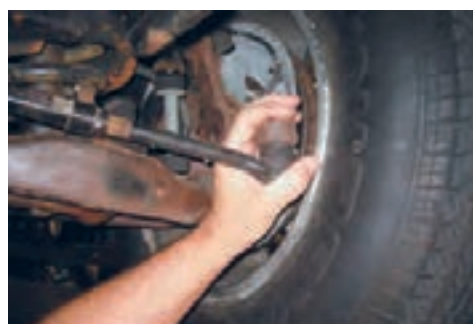




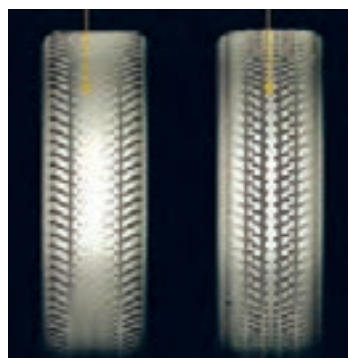
با توجه به نمودار داده شده زیرنویس تصاویر شکل ۳۱، را با راهنمایی هنرآموز، کامل کنید.



بازدید اتصالات تعلیق و فرمان



گشتاور سنجی اتصالات پیچ و مهره ای





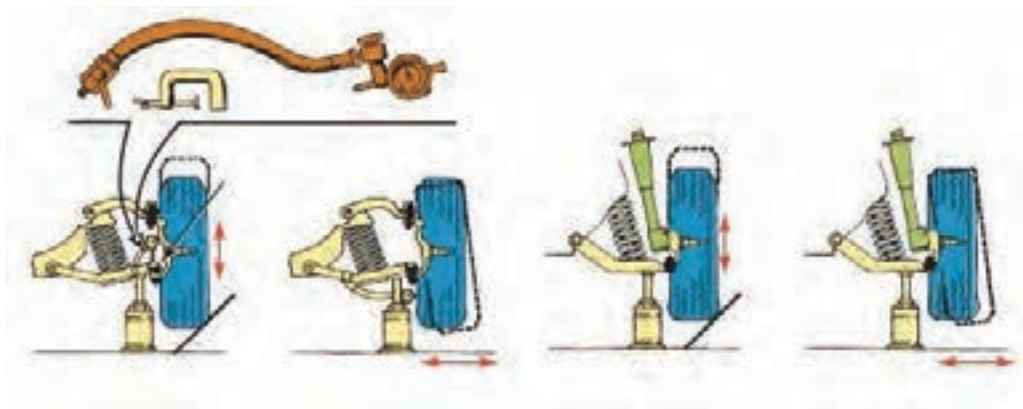
بازدید بوش طبق



بررسی ارتفاع خودرو



بررسی زوایای چرخ



بررسی لقی و خلاصی مفصل‌ها

شکل ۳۱- بررسی تعلیق در حالت ایستایی

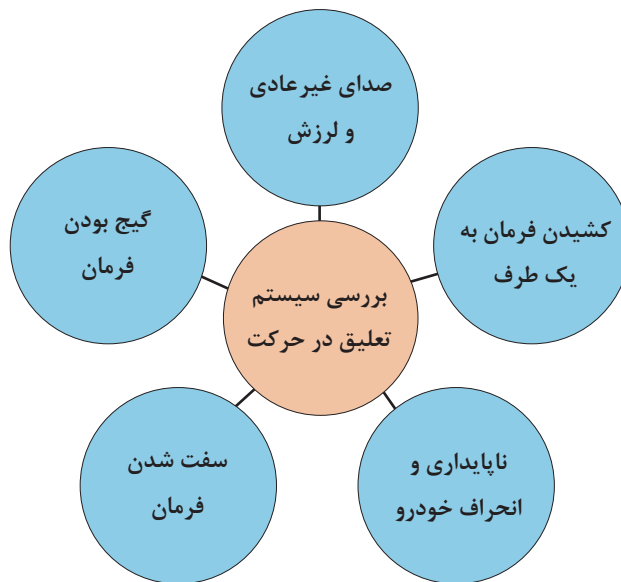
در سیستم تعلیق فعال می‌توان عملکرد حسگرها و عملگرهای مربوطه را با استفاده از دستگاه عیب‌یاب بررسی کرد.

نکته



روش‌های بررسی در حالت حرکت

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



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

توجه



رفع عیب بدون باز کردن سیستم چرخ‌ها از روی خودرو

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



شکل ۳۲- برخی نکات رفع عیب بدون باز کردن

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

نکته

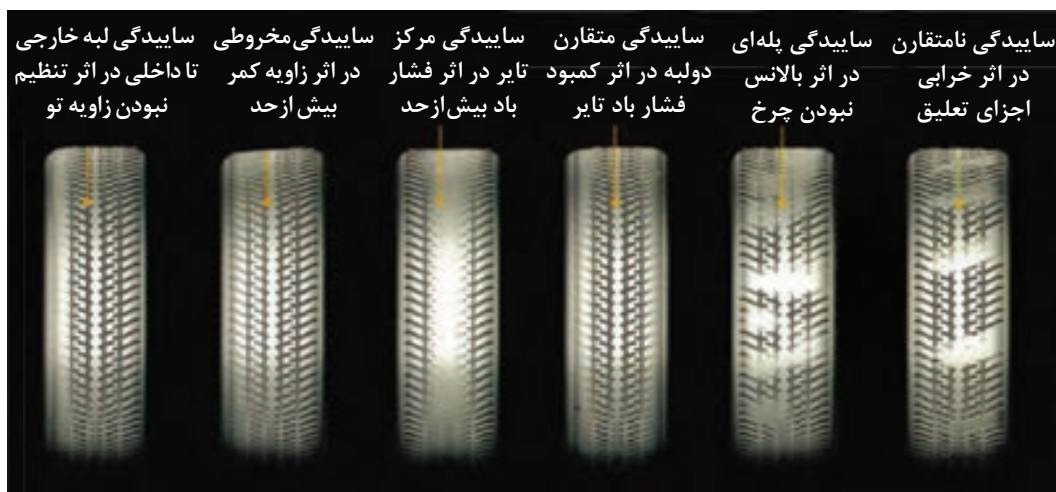


روش‌های عیب‌یابی سیستم تعلیق چرخ‌های خودرو

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

۱- لاستیک‌سایبی:

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



شکل ۳۳- لاستیک‌سایبی در اثر تنظیم نبودن زوایای چرخ

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

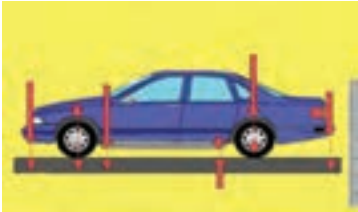
دلایل از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ و لاستیک‌سای

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

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

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

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

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

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

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

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

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

نحوه بررسی و رفع عیب	اثر	عیب
<p>زاویه کمبر بررسی شود.</p> 	<p>افزایش زاویه کمبر منفی در اثر لقی یا خرابی یاتاقان چرخ، لقی بیش از حد سیبک‌های محور سگدست، خرابی بوش‌های لاستیکی طبق‌ها.</p> 	<p>افزایش زاویه کمبر منفی و افزایش شعاع فرمان به دلیل تنظیم غلط زاویه کمبر و انتخاب رینگ و تایر غیر استاندارد (رینگ با قطر بزرگ‌تر و تایر پهن‌تر) و کاهش ارتفاع خودرو</p>

۵- کشیدن خودرو به یک سمت مسیر حرکت

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

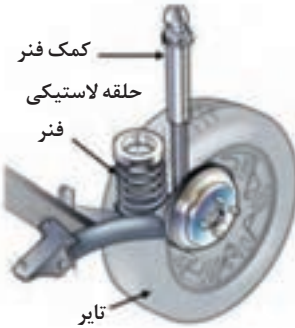
۶- گنج بودن فرمان و یا نبود احساس مطلوب راننده از برگشت فرمان پس از پیچیدن

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

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

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

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

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

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

پژوهش کنید



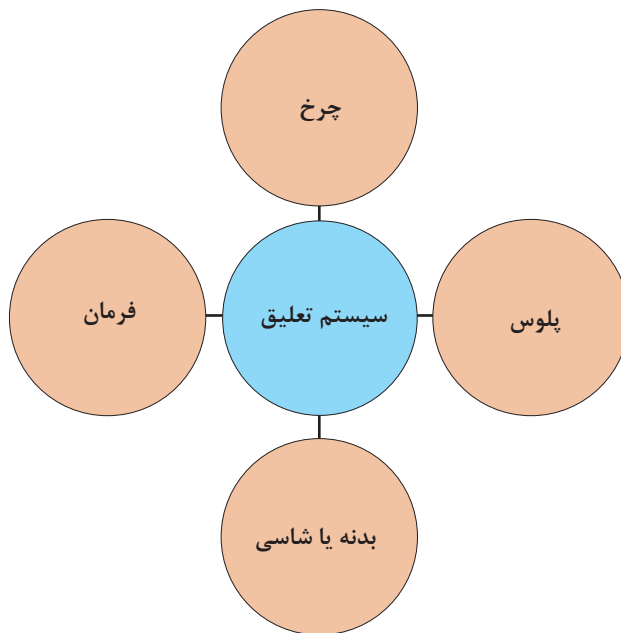
۹- ارتعاش زیاد بدنه و افزایش حالت ارتجاعی آن (بازی بیش از حد اتاق خودرو)

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

۱۰- تنظیم نبودن ارتفاع خودرو

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

ارتباط سیستم تعلیق با سایر سیستم‌های خودرو



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

کار کلاسی



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



آزمایش‌های سیستم تعلیق چرخ خودرو

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

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



روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های جلو از روی خودرو

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

باز کردن تعلیق مک فرسون

پس از مرحله عیب‌یابی و بررسی نتایج حاصل از چک‌لیست تعمیرات، می‌توان به شرح زیر اقدام نمود.
- قسمت فنربندی: در سیستم تعلیق مک فرسون در زمان فرمان دادن به چرخ مجموعه فنر و کمک‌فنر به همراه سگدست و یاتاقان‌های چرخ حول سیبک پایین و یاتاقان زیر فلانچ گلگیر می‌چرخند. بنابراین در زمان معیوب شدن فنر و یا کمک فنر و یا فلانچ زیر گلگیر و یاتاقان کف گرد زیر فلانچ می‌باید مجموعه فنر و کمک‌فنر از روی خودرو پیاده شود. در بعضی موارد جهت باز کردن مجموعه فنر و کمک‌فنر در خودروهای محرک جلو مطابق شکل پس از جک زدن و خرک گذاری پیچ‌های اتصال مجموعه فنر و کمک‌فنر به سگدست را باز می‌کنیم سپس پیچ‌های اتصال فلانچ به گلگیر را باز کرده سپس مجموعه فنر و کمک‌فنر را از روی خودرو پیاده می‌کنیم. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴- برخی نقاط قابل تعمیر تعلیق مک فرسون

فکر کنید



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

فیلم آموزشی



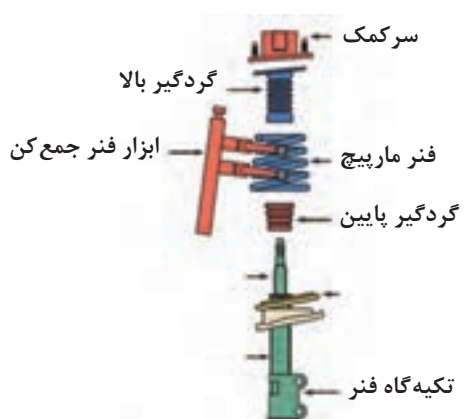
نحوه باز کردن مجموعه فنر سیستم تعلیق مک فرسون از روی خودرو

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

کار کلاسی



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



شکل ۳۵- برخی نکات باز کردن سیستم تعلیق مک فرسون



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

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



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

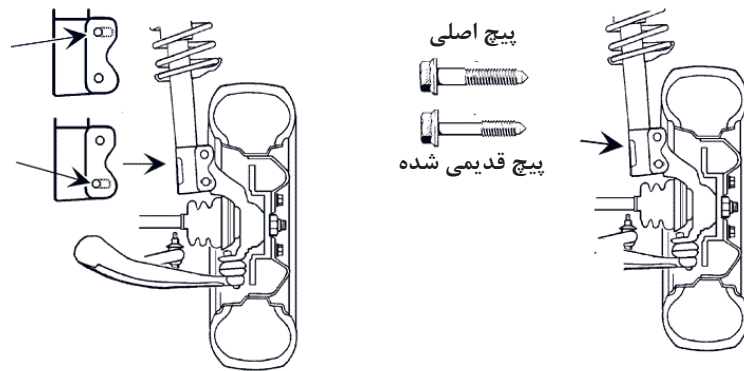
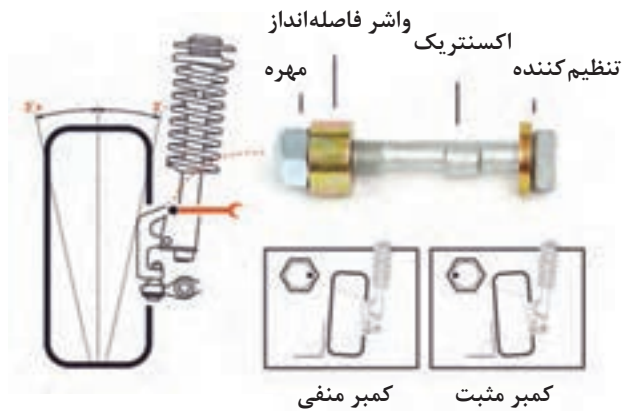


در تصاویر شکل ۳۶، زیرنویس با توجه به نکات درج شود.



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

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



شکل ۳۷- انواع روش‌های تنظیم زوایا در تعلیق مک فرسون

باز کردن طبق پایین

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





شکل ۳۸- برخی نکات باز کردن طبق تعلیق مک فرسون

تعلیق طبق دار دوبل:

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

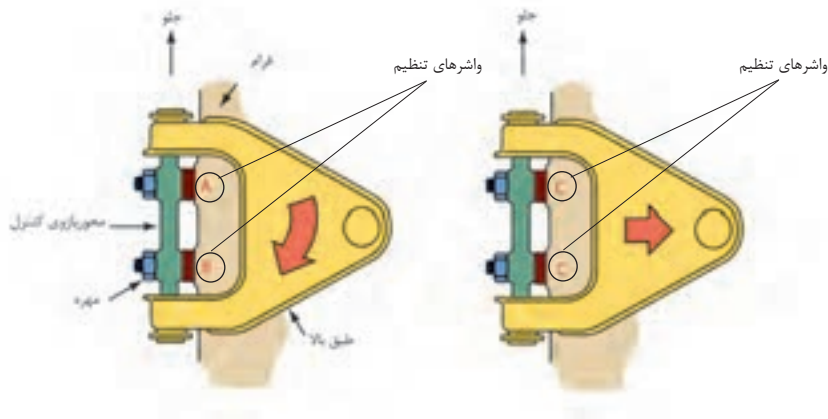
- باز کردن فنربندی:

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



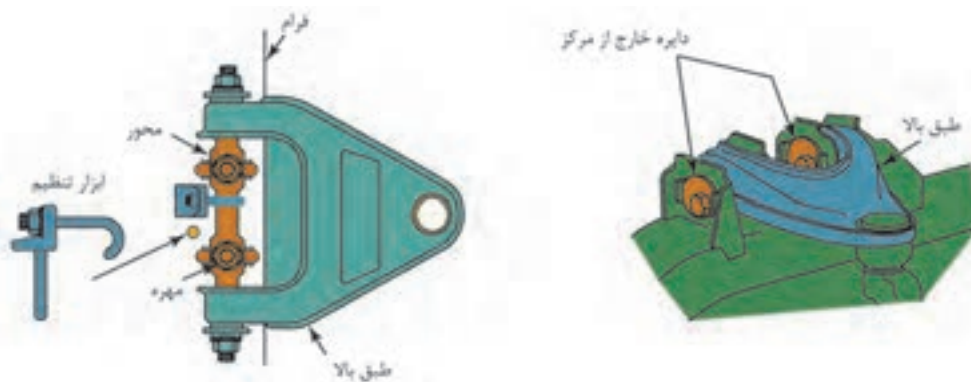
شکل ۳۹- مجموعه تعلیق طبق دار دوبل و روش تنظیم زوایا

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



شکل ۴۰- اجزای مجموعه طبق

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



شکل ۴۱- تنظیمات زوایای چرخ در تعلیق طبق‌دار دابل

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



شکل ۴۲- ابزار مخصوص بررسی و تنظیم زوایای چرخ

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

پژوهش کنید



فعالیت
کارگاهی



باز کردن، کنترل و بستن اجزای تعلیق چرخ‌های جلو خودرو

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

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

روش‌های باز کردن انواع سیستم تعلیق چرخ‌های عقب از روی خودرو

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

روش باز کردن تعلیق میله کشنده از روی خودرو:

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

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

نکته



شکل ۴۳- مجموعه تعلیق عقب میله کشنده

باز کردن تعلیق چرخ عقب

فیلم آموزشی



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

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

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

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



شکل ۴۴- قطعات تعلیق با بازوی کشنده



شکل ۴۵- خرابی بوش‌ها و تأثیر آن روی چرخ



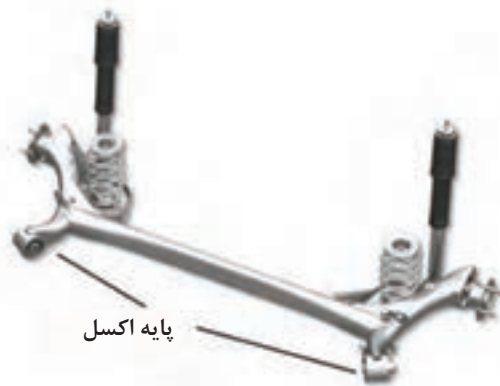
- اتصال توسط بوش‌های لاستیکی به پایه اکسل: در این حالت در اثر خرابی بوش‌های لاستیکی زوایای چرخ مطابق شکل بیش از حد منفی می‌شود.

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

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

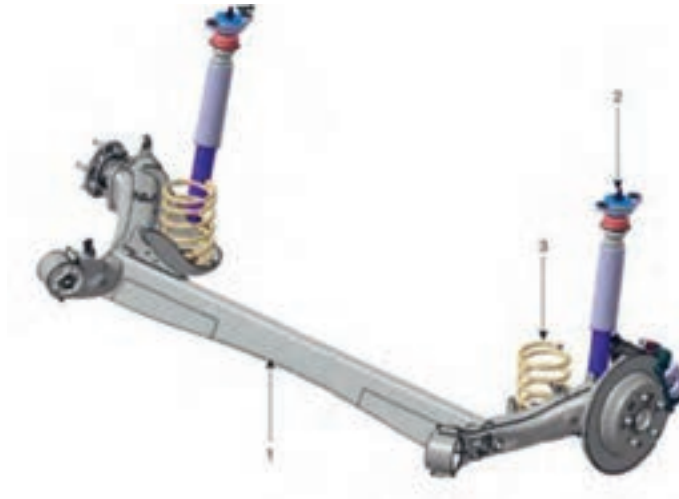
روش باز کردن تعلیق مرکب پیچشی (تعلیق نیمه مستقل):

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



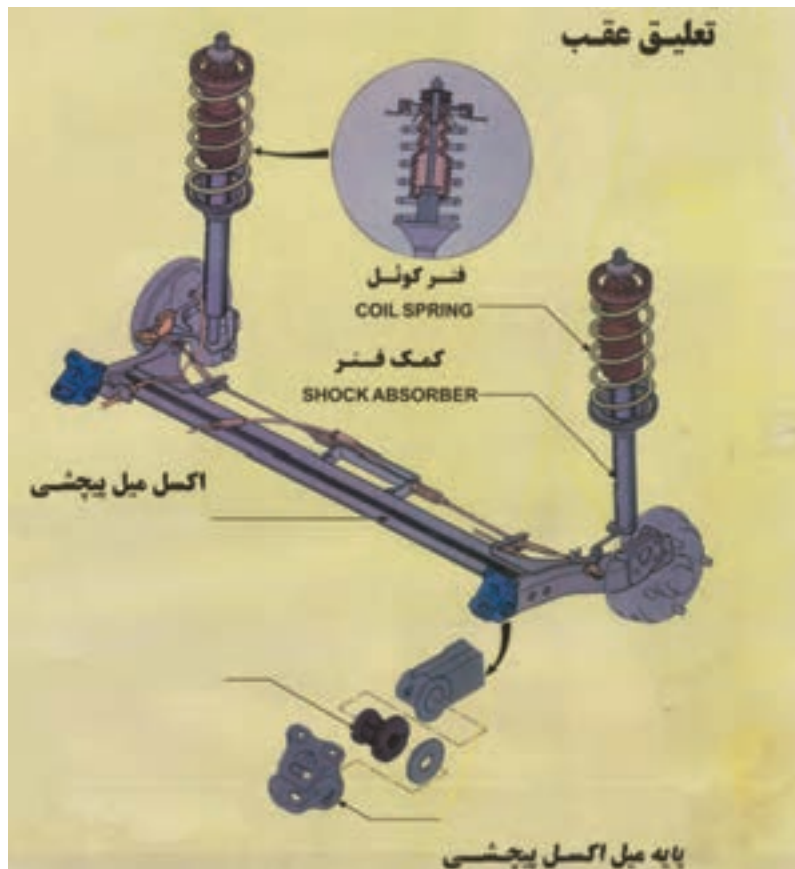
شکل ۴۶- نوعی تعلیق مرکب

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



شکل ۴۷- مرکب پیچشی

روش باز کردن تعلیق با اکسل مرکب پیچشی در مواردی که فنر و کمک فنر یک مجموعه بوده و توسط یک بازوی عمودی به زیر گلگیر متصل می‌شود مانند (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- تعلیق با اکسل میل پیچشی



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

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

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

همان طور که گفته شد این نوع سیستم تعلیق در خودروهای گران قیمت به کار می رود. یکی از عیوبی که در این نوع تعلیق ایجاد می شود از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ می باشد. که منجر به لاستیک سایبی بیش از حد طبیعی می شود. و این موضوع در اثر خرابی اتصالات لاستیکی اجزای تعلیق و تغییر فواصل هندسی بر اثر نیروهای بیش از حد به بازوهای تعلیق می باشد. لازم به ذکر است که در اکثر این نوع تعلیق ها در محل اتصالات پیچ هایی جهت تنظیم این زوایا موجود می باشد که پس از رفع عیب و تعویض قطعات معیوب، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو تنظیم زوایا نیز مطابق توصیه کتاب راهنما صورت می گیرد. (شکل ۴۹)



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



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

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



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



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

ارزشیابی شایستگی تعمیر چرخ

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

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

شاخص‌ها

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

شرایط انجام کار: جعبه ابزار مکانیکی، ابزار مخصوص، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، خودرو، جک بالابر، پایه‌های قابل تنظیم (خرک)، کمک فنرهای جلو و عقب، میله ضد غلتش (میل موج‌گیر)، سیبک‌ها، فنر، کمک فنر، طبق، بوش‌ها، ضربه‌گیرها، مجموعه محور چرخ، گردگیر، کاسه نمدها، یدکی تعلیق جلو و عقب، دستگاه لغزش عرضی، دستگاه تست کمک فنر، عمق سنج تایر، میله تنظیم دهانه چرخ‌ها

معیار شایستگی

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

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