

پودمان ۴

تعمیر سیستم تعلیق خودرو



واحد یادگیری ۵

تعمیر سیستم تعلیق خودرو

مقدمه

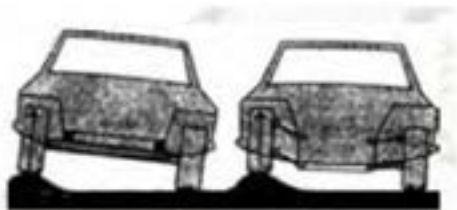
هنگام برخورد چرخ‌های خودرو با ناهمواری‌های جاده، نیروهای عمودی و طولی به تایلر وارد می‌شود. چنانچه این نیروها مستقیم و بدون واسطه به اتاق و سرنشیان خودرو وارد شود، باعث استهلاک اتاق و بدنه و همچنین ناراحتی سرنشیان خودرو می‌شود. بنابراین لازم است سیستمی وجود داشته باشد تا این نیروها را مستهلک کند.

استاندارد عملکرد

هنر جو در پایان این فصل 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؟



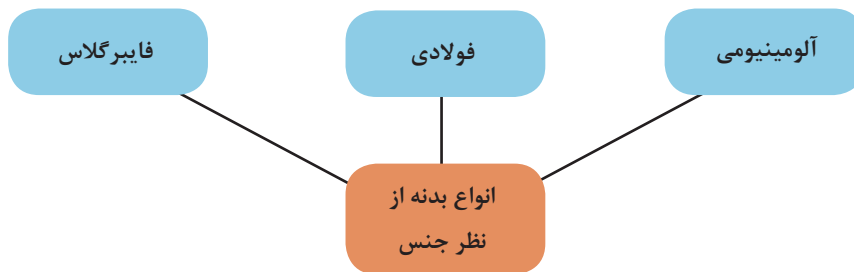
۳- تصویر، نشان دهنده چه نوع فنری است؟

- 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 خودروسواری

بحث کلاسی



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

فیلم آموزشی

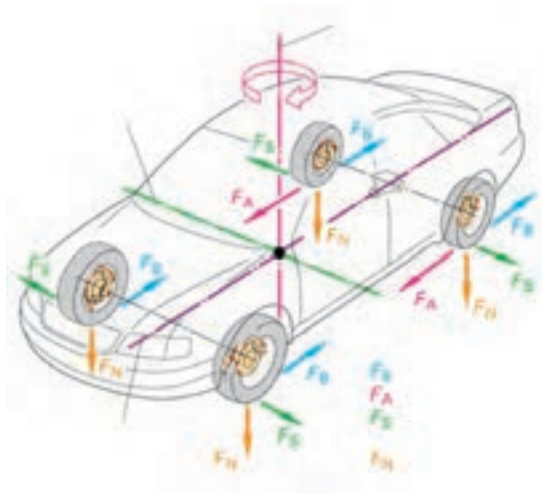


وجود و عدم وجود سیستم تعلیق

کار کلاسی



پس از گفت‌وگو در مورد نیروهای نشان داده شده در شکل ۴ با کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.
(از مطالب بخش تویی چرخ کمک بگیرید)



$F_f =$

$F_A =$

$F_S =$

$F_N =$

شکل ۲ نیروها و گشتاور وارد بر خودرو

فکر کنید



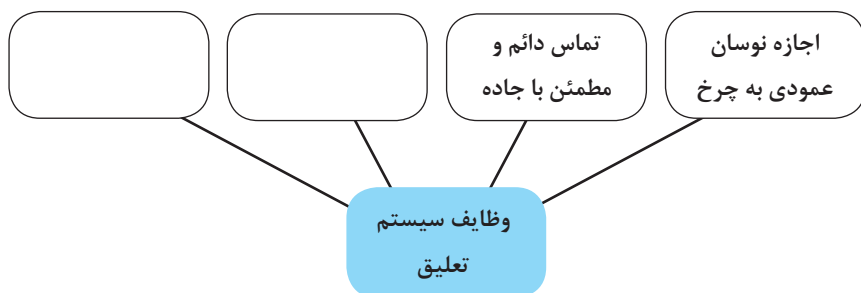
آیا غیر از نیروهای نشان داده شده در شکل ۲ نیروهای دیگری بر خودرو وارد می‌شود؟ بیان کنید.

فیلم آموزشی



وظایف و اهداف سیستم 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.

در مورد خودروهای موجود در بازار و سازه‌های رانندگی ایجاد شده برای آنها و ارتباط آنها با سیستم تعلیق پژوهش کنید.

پژوهش کنید



در مورد نیروهای طولی و عرضی و مکان‌های ایجاد هر کدام در قسمت‌های مختلف خودرو بحث کنید.

بحث کلاسی



چرا هنگام سوار شدن در یک خودرو و یا بار گذاشتن بر روی آن اطاق خودرو به سمت پایین می‌رود.

فکر کنید

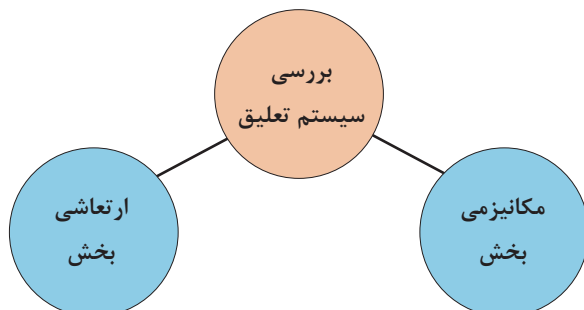


عملکرد و معرفی سیستم تعلیق

فیلم آموزشی



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


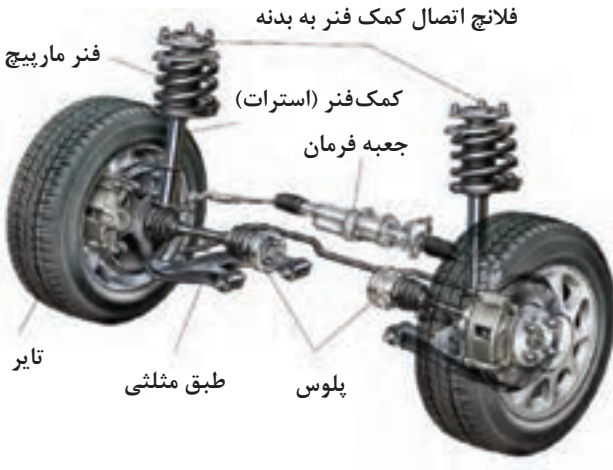


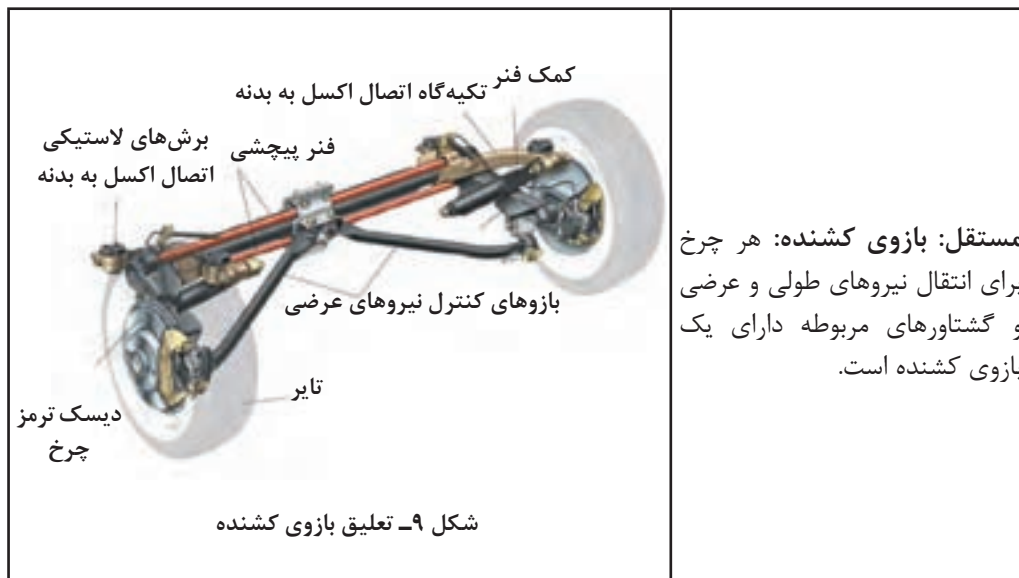
شکل ۳- مکانیزم تعلیق

انواع مکانیزم تعلیق:

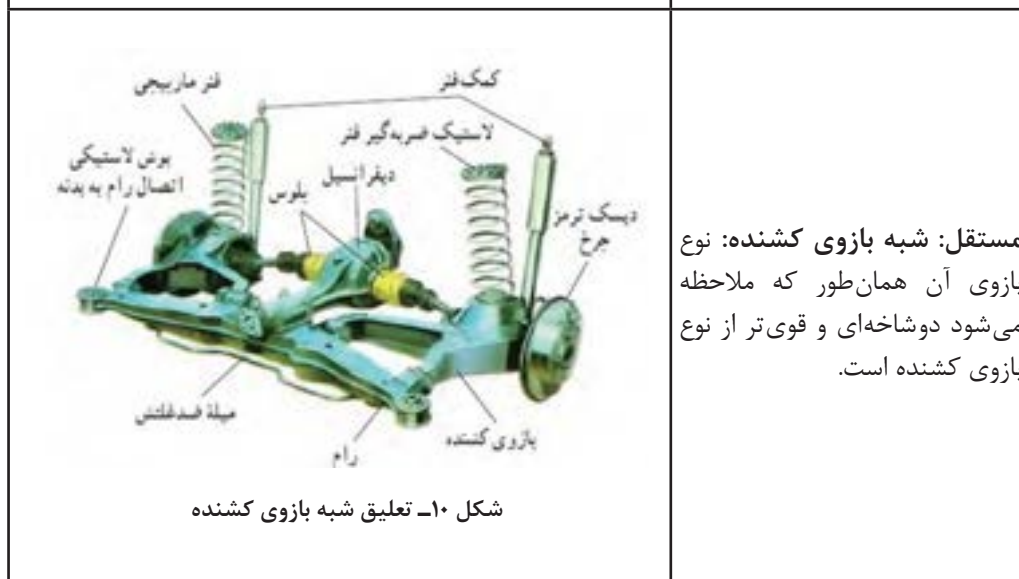
در بخش مکانیزم تعلیق این مکانیزم‌ها در انواع گوناگونی به صورت زیر دسته‌بندی می‌شود:

شکل	نام
 <p>شکل ۴- تعلیق یک پارچه</p>	<p>تعلیق یکپارچه: ارتباط بین چرخ چپ و راست توسط لوله یا تیری صلب برقرار می‌شود.</p>
 <p>شکل ۵- تعلیق نیمه مستقل</p>	<p>تعلیق نیمه مستقل: 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.</p>

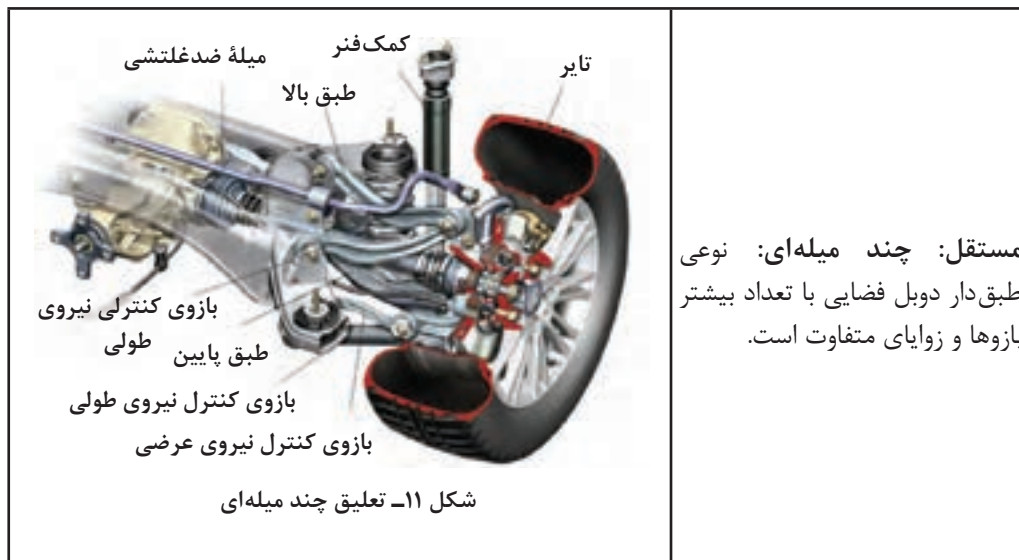
<p>ارتباطی بین چرخ چپ و راست (به جز میله ضد غلتش) وجود ندارد و حرکت چرخ چپ و راست آن مستقل از یکدیگرند</p>	<p>مستقل:</p>
 <p>شکل ۶ - تعلیق طبق دار دویل</p>	<p>مستقل طبق دار دویل: مهم ترین مشخصه این نوع وجود ۲ طبق مثلثی شکل است.</p>
 <p>شکل ۸ - تعلیق مک فرسون</p>	<p>مستقل: مک فرسون: نوعی طبق دار دویل است که طول طبق بالا صفر می باشد.</p>



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



مستقل: شبه بازوی کشنده: نوع
 بازوی آن همان طور که ملاحظه
 می شود دوشاخه ای و قوی تر از نوع
 بازوی کشنده است.



مستقل: چند میلۀ ای: نوعی طبق دار دابل فضایی با تعداد بیشتر بازوها و زوایای متفاوت است.

به تصاویر مربوط به سیستم تعلیق مستقل توجه کنید. به نظر شما تفاوت استفاده از فنر شمشی (برگه ای) و فنر پیچشی در چیست؟

فکر کنید

اجزا و عملکرد انواع مکانیزم های تعلیق

فیلم آموزشی

مشاهده فیلم و راهنمایی هنرآموز جدول زیر را در مورد مکانیزم های مختلف تعلیق کامل کنید. (راهنمایی برای هنرآموز: کتاب تکنولوژی شاسی و بدنه به صورت گروهی در اختیار هنرجویان قرار داده شود تا مطالب استخراج شود).

کار کلاسی

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

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

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

پژوهش 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)



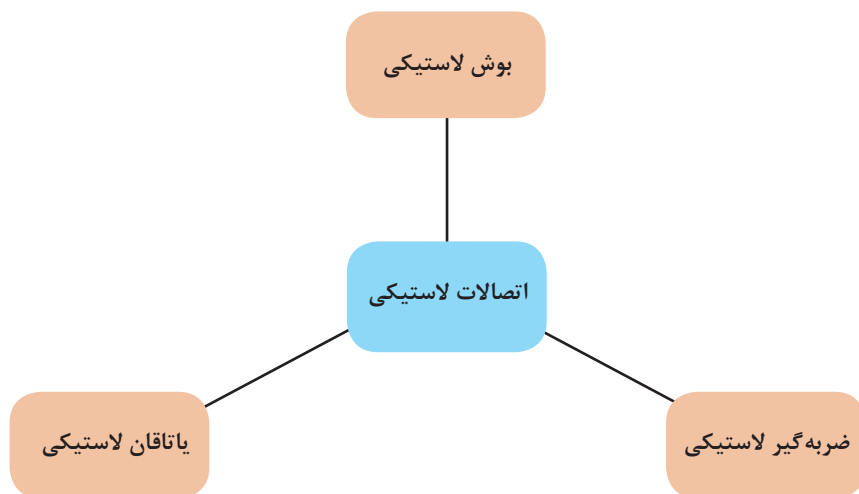
با مراجعه به تعمیرکاران مجرب، در مورد خرابی انواع مکانیزم‌های تعلیق پژوهش کنید. (راهنمایی: جهت تکراری نشدن مطالب، هر مکانیزم به یک گروه سپرده شود).

وظیفه ساختمان، عملکرد اجزا سیستم تعلیق
اتصالات لاستیکی



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.

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

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

۱- در شکل ۱۲، انواع اتصالات لاستیکی را با ذکر نام قطعه متصل کننده و نوع اتصال لاستیکی، بنویسید.
 ۲- در شکل ۱۲، سبک‌ها و نوع آنها را مشخص کرده و بنویسید.

کار کلاسی



شکل ۱۲- انواع اتصالات لاستیکی

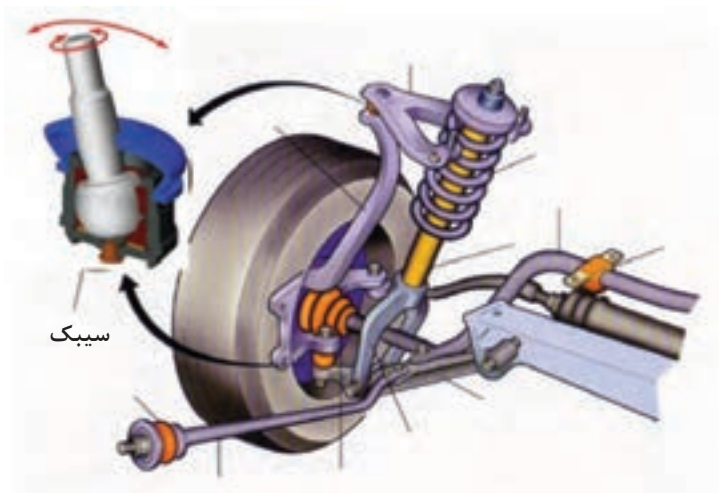
در مورد نشانه خرابی سه نوع اتصال لاستیکی، آثار و نشانه‌های آن، از تعمیرکاران مجرب جلوگیری ساز، تحقیق کنید.

پژوهش کنید



جهت اتصال قطعات تعلیق که نسبت به یکدیگر حرکت دارند مانند اتصال محور سگ دست به طبقها جهت فرمان دادن به محور سگ دست و همچنین جهت اتصال بازوی سیستم فرمان به محور سگ دست 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 ۱۳)



شکل ۱۳- سیبک و محل کاربری آن.

سیبکها مطابق شکل ۱۴ با توجه به نیروی اعمالی به آنها به دو دسته تقسیم می شوند.
 ۱- سیبکهای کششی ۲- سیبکهای فشاری



سیبک کششی

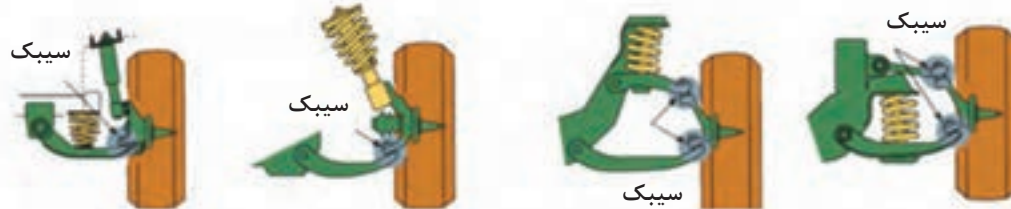


سیبک فشاری

شکل ۱۴- انواع سیبک از نظر نیروهای اعمالی



با مراجعه به شکل ۱۵، جدول مربوطه را کامل کنید.



شکل ۱۵

شماره شکل	مکانیزم سیستم تعلیق	تعداد سیبک



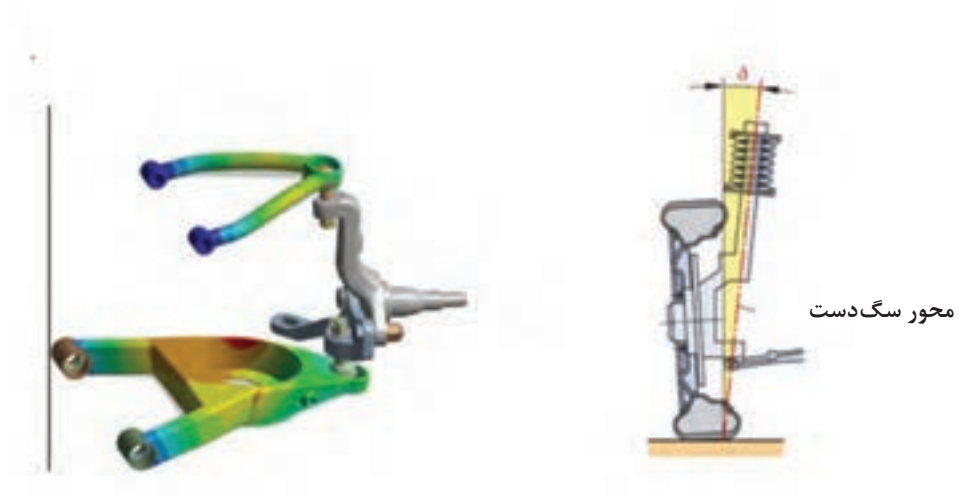
با مراجعه به کتاب راهنمای تعمیرات و بررسی سیستم تعلیق یک خودرو، سیبک‌های مورد استفاده در آن را از نظر کششی یا فشاری بودن بررسی و به صورت گزارش به هنرآموز ارائه کنید.

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



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

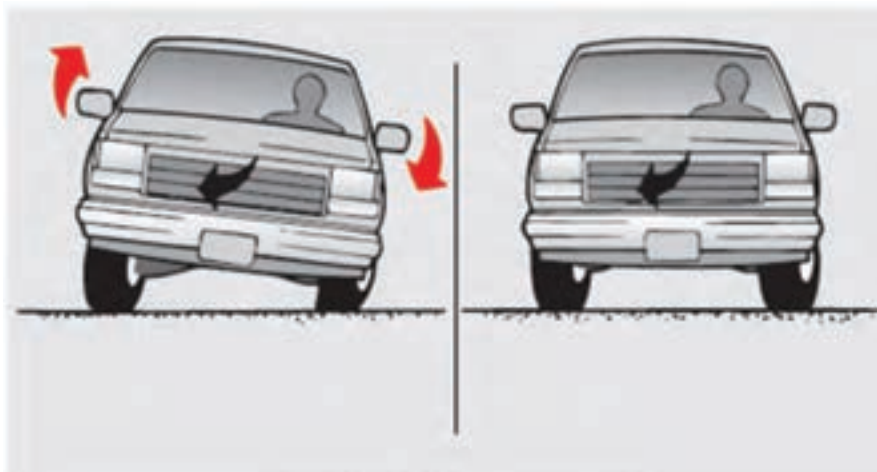
روی تصاویر شکل ۱۶، سگ‌دست و محور سگ‌دست را با رسم محور سگ‌دست مشخص کنید.



شکل ۱۶- سگ دست و محور آن

میله ضد غلتش

- به شکل ۱۷، 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 ۱۷

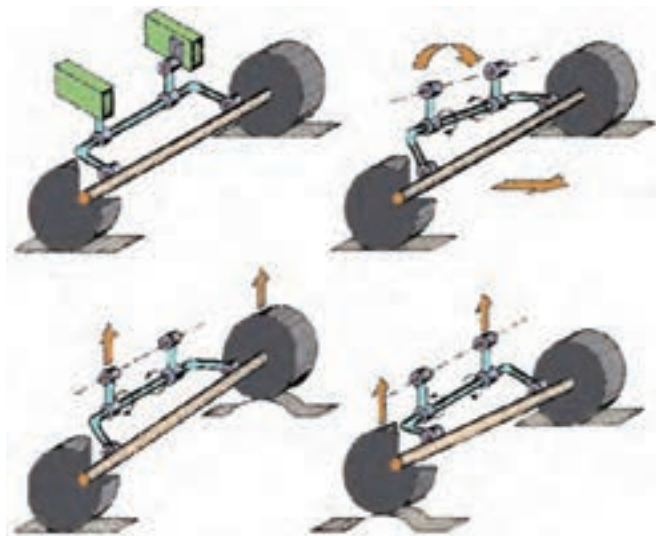
عملکرد میله ضد غلتش

فیلم آموزشی





پس از مشاهده فیلم و با کمک تصاویر شکل ۱۸، و راهنمای هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.



شکل ۱۸- عملکرد میله ضد غلتش در حالت‌های مختلف

توضیح	شماره شکل	
	الف	حرکت در جاده مستقیم
کاهش حرکت رول که در اثر پیچ جاده ایجاد و نیروی گریز از مرکز		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 ناهموار نامتقارن (مانند افتادن یک چرخ در چاله) چیست؟

فکر کنید



تحقیق



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

فیلم آموزشی



به شکل ۱۹، توجه کنید

الف) حرکت شیرجه

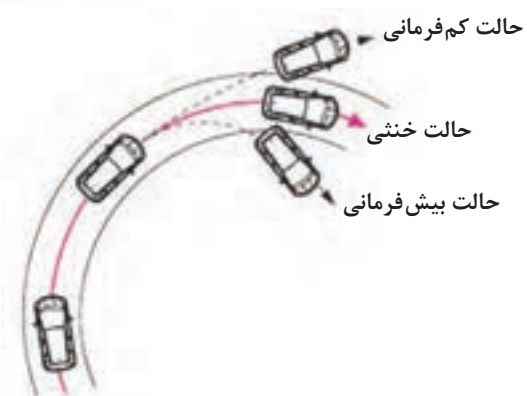


کاهش بار چرخ‌های عقب افزایش بار چرخ‌های جلو

ب) حرکت چمباتمه



افزایش بار چرخ‌های عقب کاهش بار چرخ‌های جلو



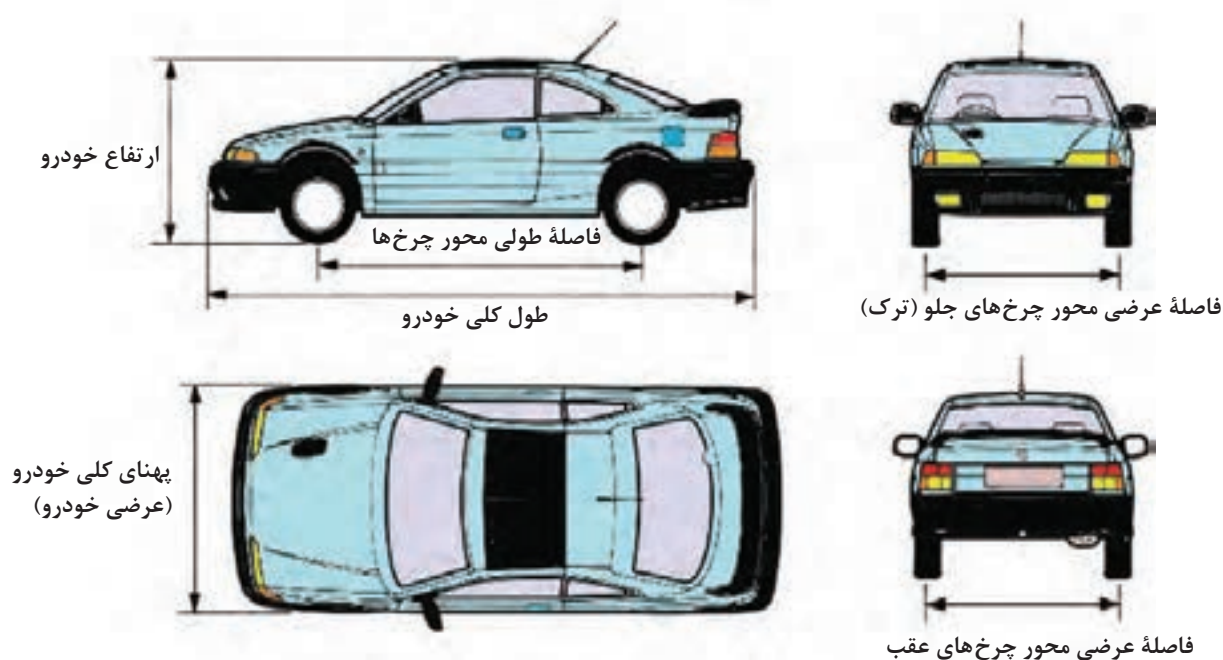
شکل ۱۹- انواع رفتار خودرو طی حرکت



با توجه به فیلم آموزشی و تصاویر شکل ۱۹، جدول زیر را کامل کنید.

توضیحات	حالت
	بیش فرمانی
	خنثی
	کم فرمانی
	شیرجه
	چمباتمه
	رول

تذکر: یکی از شرایط ایمنی خورو کم فرمانی در مسیر پیچ جاده می باشد زیرا در این حالت شعاع پیچ افزایش یافته ونیروی گریز از مرکز کاهش در نتیجه حرکت رول نیز کاهش میابد.
به تصاویر شکل ۲۰، توجه کنید.



شکل ۲۰- فاصله طولی و عرضی محور چرخ

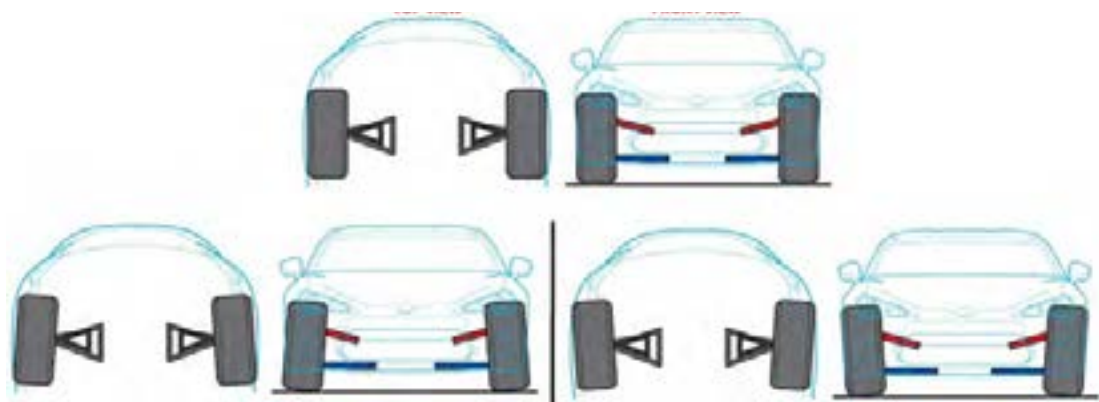


با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای جدول زیر را در مورد ویژگی‌های تغییرات در فاصله طولی و عرضی کامل کنید.

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

زوایای چرخ

در هنگامی که خودرو ایستاده است از روبرو به چرخ‌های جلو نگاه کنید. آیا چرخ‌ها همیشه عمود بر سطح جاده هستند؟ در حال حرکت چطور؟ به شکل ۲۱، توجه کنید.





شکل ۲۱- نحوه‌ی قرار گرفتن چرخ

تعریف و زوایای چرخ



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

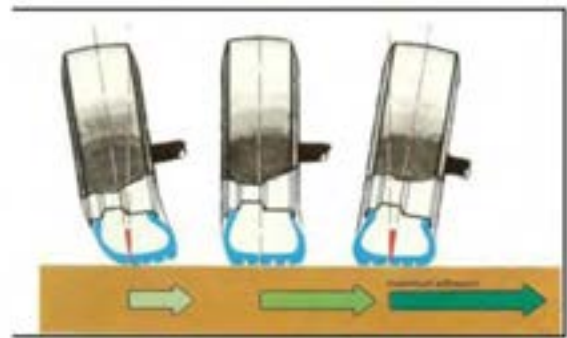
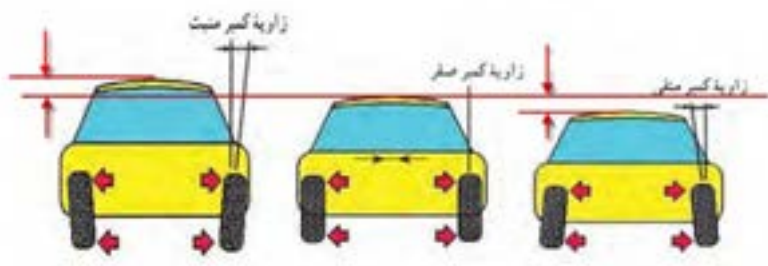
		تعریف	نوع زاویه
			کمپر
<p>مزایا: ۱- نرم شدن فرمان ۲- ۳- معایب:</p>	<p>مزایا: ۱- نرم شدن فرمان ۲- کاهش لاستیک‌سایی ۳- معایب:</p>		
			تو (Toe)

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

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

	مزایا:		
	معایب:		

به تصاویر اغراق شده شکل ۲۲، توجه کنید. چه برداشتی از تأثیر زاویه کمبر در دینامیک خودرو دارید؟



شکل ۲۲- برخی خواص تأثیر زاویه کمبر در ساختار خودرو

فکر کنید



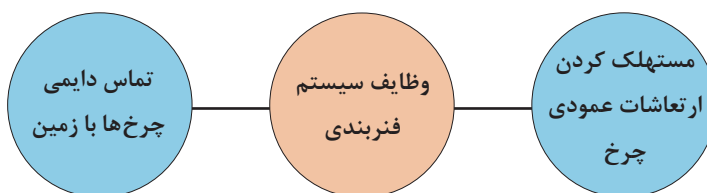
به شکل ۲۳، توجه کنید. به نظر شما زاویه بین نقاط A و B شکل به چه زاویه‌ای از زوایای چرخ خودرو می‌باشد؟



شکل ۲۳- تأثیر زوایا چرخ در پایداری خودرو

بخش ارتعاشی (سیستم فنربندی)

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



فنر و انواع آن

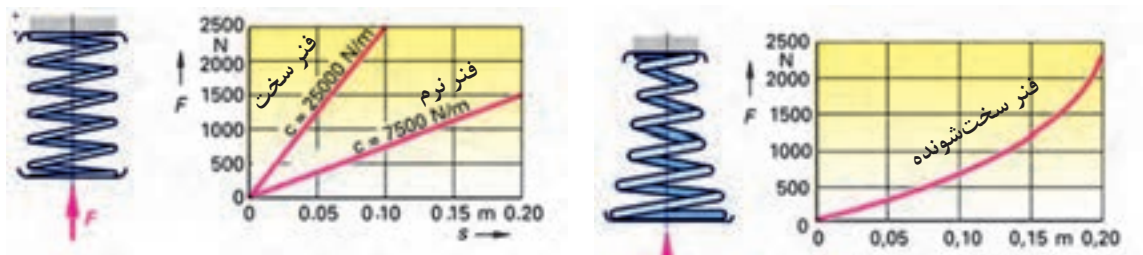
در یک تعریف کلی، هر جسمی که دارای خاصیت ارتجاعی یا کشسانی باشد، فنر نامیده می‌شود.

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

فکر کنید



با توجه به نمودارهای شکل ۲۴، 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 ۲۴ 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 انعطاف‌پذیری 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.		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>

مزایا و معایب انواع فنر

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

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

پژوهش کنید



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



به شکل ۲۵، توجه کنید، نحوه‌ی عملکرد فنر بادی چگونه است؟



شکل ۲۵- فنر بادی و نحوه‌ی عملکرد آن

کمک فنر(ارتعاش گیر) به تصاویر شکل ۲۶، توجه کنید. چه برداشتی از آن دارید؟



شکل ۲۶- 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 ۲۷). 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

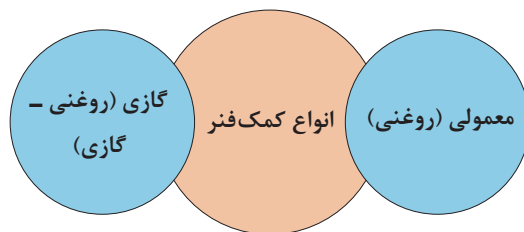


- با توجه به نمودارها و تصاویر شکل ۲۷، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
- ۱- کدام قطعات خودرو جزء جرم فنربندی نشده نمی‌باشند؟ نام ببرید.
- ۲- با توجه به اینکه منحنی سبز رنگ، عملکرد کمک فنر مرتبط با جرم فنربندی شده و فنربندی نشده را نشان می‌دهد، در مورد تفاوت دو نمودار بحث کنید.



شکل ۲۷- عملکرد سیستم فنربندی تعلیق

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



دلیل وجود گاز و روغن در کمک فنر گازی چیست؟

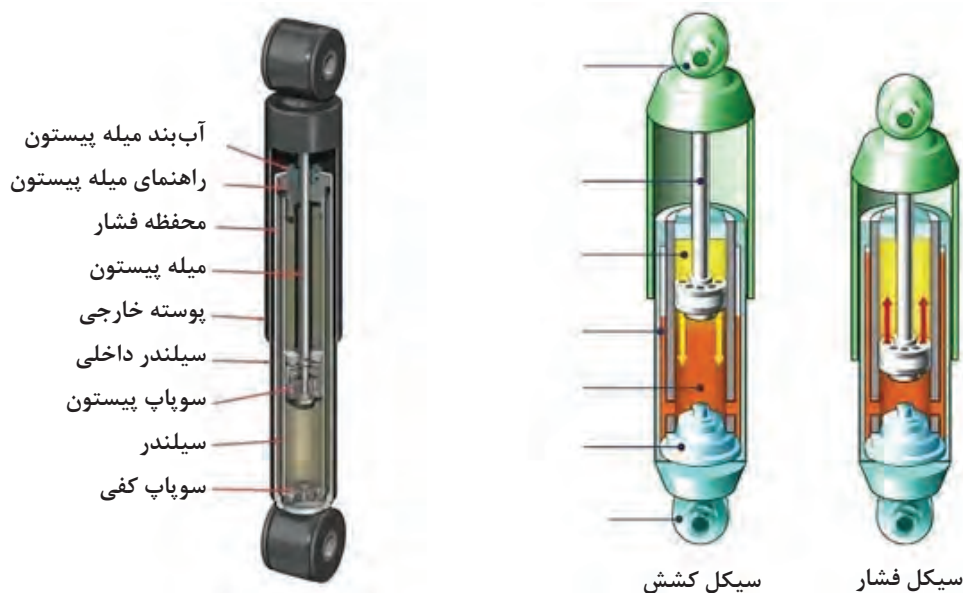
فکر کنید



فیلم آموزشی



اجزا و عملکرد کمک فنر



شکل ۲۸- عملکرد و اجزا کمک فنر روغنی

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

کار کلاسی



حالت	عملکرد
الف) انقباض	
ب) انبساط	

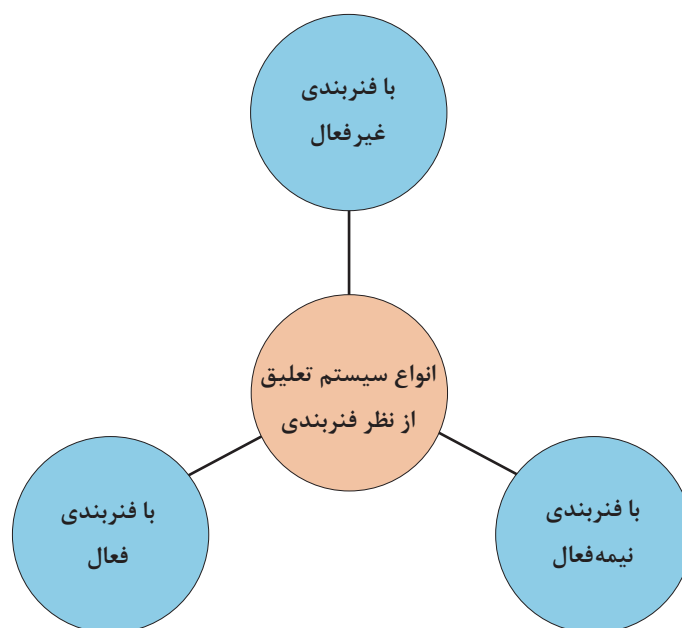
نکته: به دلیل آنکه مجاری انتقال روغن از زیر پیستون به بالای آن بزرگ تر از انتقال روغن از بالای پیستون به زیر آن می باشد، بنابراین مرحله انقباض کمک فنر سریع تر از مرحله انبساط آن اتفاق می افتد و کمک فنر نیروی مقاوم بیشتری در مرحله انبساط ایجاد می کند.

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

پژوهش کنید

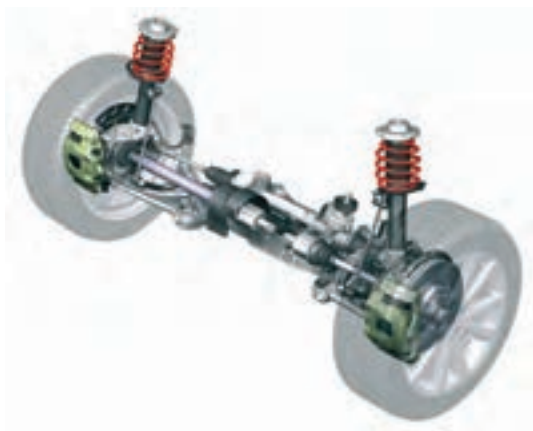


با توجه به تغییر ضریب سختی و ارتعاشی فنربندی، سیستم تعلیق دارای سه نوع فنربندی می باشد که در نمودار زیر نشان داده شده است.



سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال:

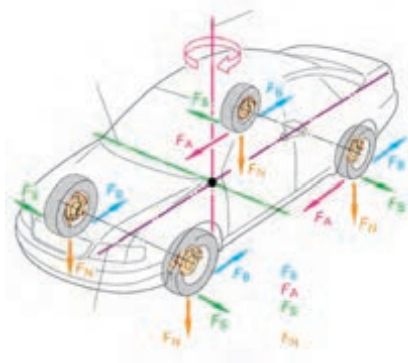
سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال که نوعی از آن در شکل ۲۹، ملاحظه می‌شود، از یک فنر جهت جذب نیروهای عمودی و نوسان‌ساز و یک کمک‌فنر به‌عنوان مستهلک‌کننده این نوسانات برای هر چرخ استفاده می‌شود. این نوع سیستم تعلیق توانایی تغییر ضرایب فنر و کمک فنر را، با توجه به تغییر شرایط جاده و رانندگی و بار را ندارد، که به آن سیستم فنربندی غیر فعال گفته می‌شود.



شکل ۲۹- سیستم تعلیق غیر فعال

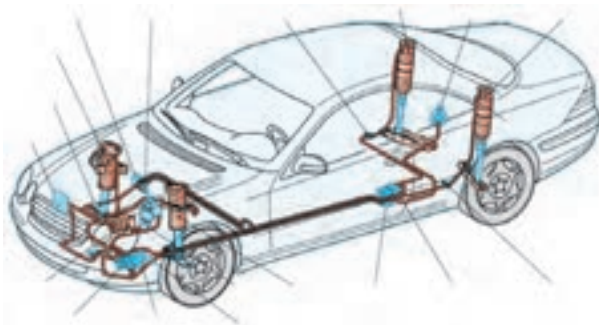
سیستم تعلیق با فنربندی نیمه فعال:

در این نوع سیستم فنربندی، ضریب سختی کمک فنر متغیر است. شکل ۳۰ نمونه‌ای از این سیستم را که ضریب سختی آن به‌صورت مکانیکی و دستی تغییر می‌کند را نشان می‌دهد. در این سیستم تعلیق از خاصیت تراکم‌پذیری گاز ازت فشرده شده به‌عنوان فنر استفاده شده است و با کنترل و جابجایی مایع هیدرولیک طبیعی (LHM) توسط یک پمپ هیدرولیک که با فشار تقریبی 100 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 ۳۰- سیستم تعلیق غیر فعال

سیستم تعلیق فعال: در این نوع سیستم تعلیق، علاوه بر متغیر بودن ضریب کاهش نوسانات توسط کمک فنر، سختی فنر نیز قابل کنترل است. همچنین به جای استفاده از فنر و کمک فنر به صورت مجزا، از عملگرهای الکتروهیدرولیکی که توسط واحد کنترل الکترونیکی کنترل می گردد، استفاده می شود. این عملگر مجموع نیروی فنر و کمک فنر را تولید می نماید. شکل ۳۱، نمونه‌ای از این نوع سیستم تعلیق را نشان می دهد.

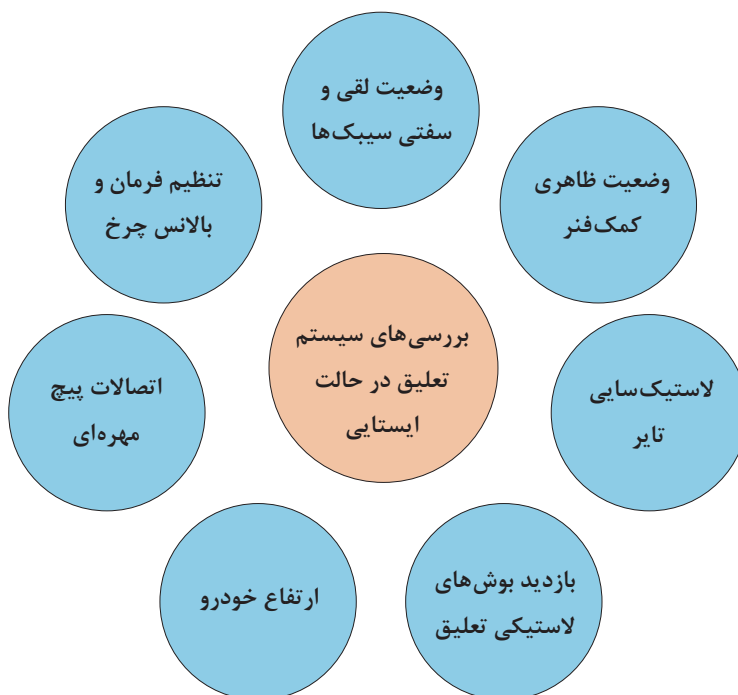


شکل ۳۱- سیستم تعلیق فعال

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 می دهد.



نمودار ۳۲



با توجه به نمودار داده شده زیرنویس تصاویر شکل ۳۲، را با راهنمایی هنرآموز، کامل کنید.



بازدید اتصالات تعلیق و فرمان



گشتاور سنجی اتصالات پیچ و مهره ای





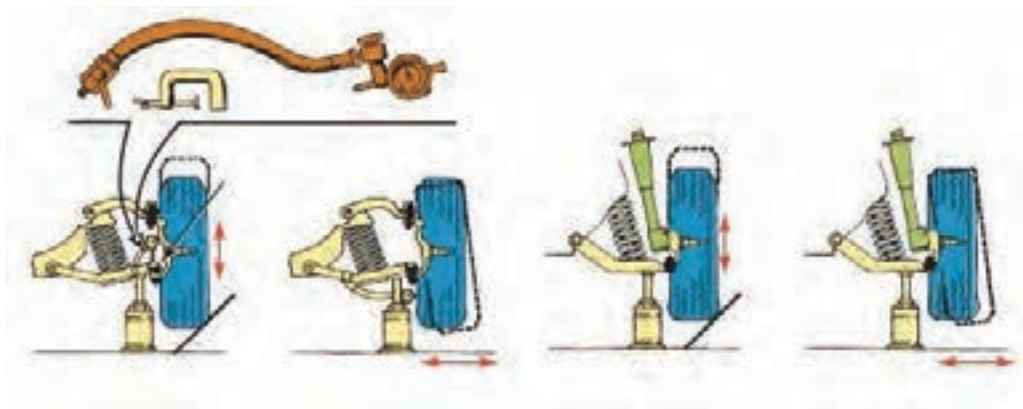
بازدید بوش طبق



بررسی ارتفاع خودرو



بررسی زوایای چرخ



بررسی لقی و خلاصی مفصل‌ها

شکل ۳۲- بررسی تعلیق در حالت ایستایی

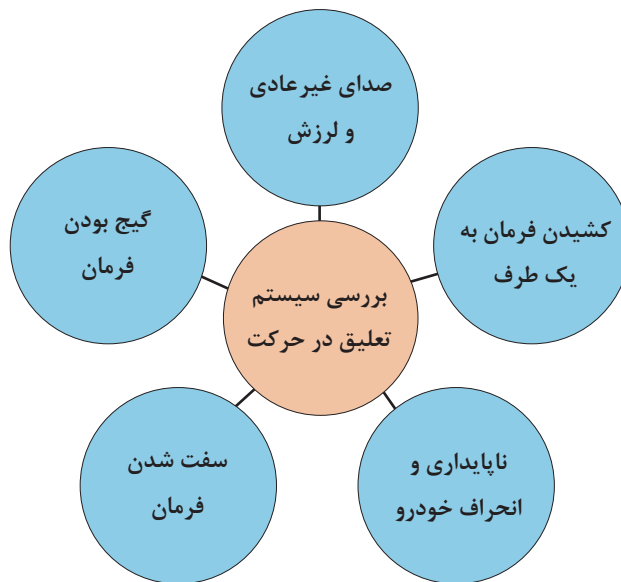
در سیستم تعلیق فعال می‌توان عملکرد حسگرها و عملگرهای مربوطه را با استفاده از دستگاه عیب‌یاب بررسی کرد.

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.

نکته





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

توجه



رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق چرخ‌ها از روی خودرو

با توجه به کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، برخی از روش‌های رفع عیب بدون باز کردن سیستم تعلیق از چرخ در تصاویر شکل ۳۳، آمده است.



شکل ۳۳- 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

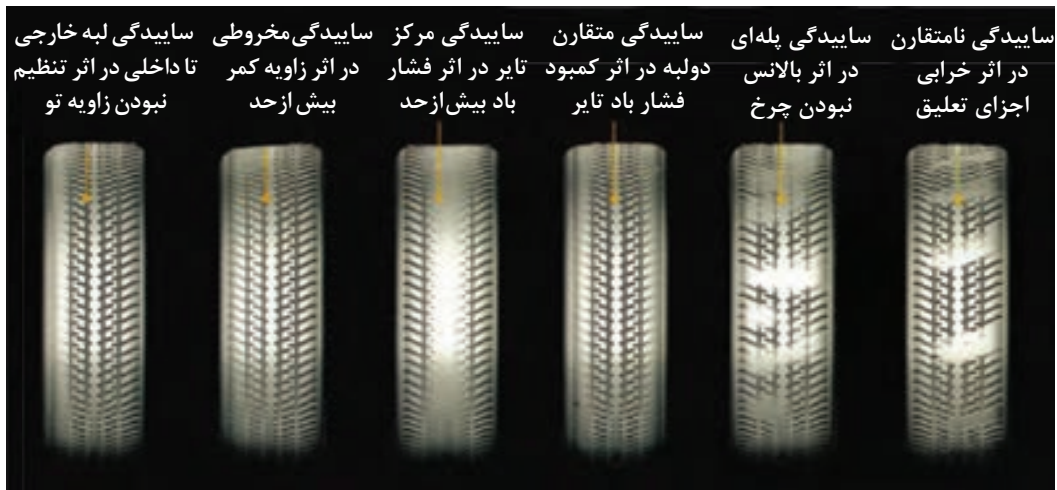


روش‌های عیب‌یابی سیستم تعلیق چرخ‌های خودرو

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 اجزاء 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- لاستیک‌سایی:

یکی از علل سایش تایر، از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ و یا تنظیم غلط آن می‌باشد. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴- لاستیک‌سایی در اثر تنظیم نبودن زوایای چرخ

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

دلایل از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ و لاستیک‌سایبی

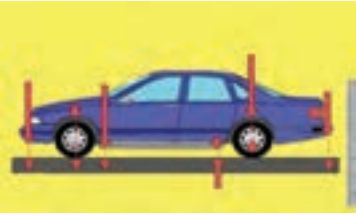
نحوه بررسی و رفع عیب	اثر	عیب
<p>۱- جک زدن و بررسی لقی چرخ در صورت شل شدن مهره تنظیم پیش بار بلبرینگ‌های چرخ آن را مطابق دستورالعمل کتاب تعمیراتی خودرو آن را سفت در غیر این صورت به تعمیرات بخش چرخ مراجعه کنید.</p>	<p>۱- لقی بیش از حد چرخ بر روی سگ‌دست زاویه کمبر از تنظیم خارج می‌شود.</p>	<p>۱- خرابی یاتاقان‌ها و یا شل شدن مهره سر سگ‌دست و یا خرابی محفظه یاتاقان‌های چرخ (تویی چرخ)</p>
<p>۲- سیبک محور سگ‌دست و فرمان را بررسی کنید. در صورت مشاهده لقی در اثر شل بودن مهره سیبک، آن را سفت کنید.</p> 	<p>از تنظیم خارج شدن زاویه کمبر وتو (toe).</p>	<p>۲- خرابی و یا لقی بیش از حد سیبک‌های 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>ارجاع به بخش شاسی کشی</p>		<p>۴- جاخوردگی یا تغییر شکل بدنه یا شاسی</p>
<p>تعویض کمک فنر</p>	<p>سایش‌های نامتقارن تایر</p>	<p>۵- خرابی کمک فنر</p>

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

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

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



<p>با جک زدن و بررسی لقی بلبرینگ‌ها. (مراجعه به مبحث چرخ)</p>	<p>باعث لقی بیش از حد چرخ می‌شود.</p>	<p>- خرابی یاتاقان‌ها و یا شل شدن مهره سر سگ‌دست و یا خرابی محفظه یاتاقان‌های چرخ (تویی چرخ) جلو و عقب</p>
<p>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.</p>		<p>شکستن یا تغییر شکل فنر و یا خرابی کمک فنر</p>

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

<p>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 کمک‌فنر، به بخش تعمیرات سیستم فنربندی مراجعه شود.</p>	<p>بازی (ارتعاش) بیش از حد چرخ در مواجهه چرخ با ناهمواری‌های پی در پی جاده</p>	<p>خرابی کمک فنرها و یا بوش‌های لاستیکی دو سر کمک فنر</p>
<p>بازدید زاویه کستر</p>	<p>لاستیک سایبی</p>	<p>تنظیم نبودن زاویه کستر</p>
<p>با نیروی دست بررسی شود. در صورت لزوم فنرها تعویض شود.</p>	<p>زنگ‌زدگی لایه‌های فنر شمشیری و یا کج شدن میله کمک‌فنر</p>	<p>سفتی بیش از حد فنرها و یا کار نکردن کمک فنرها (سخت شدن آنها)</p>

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

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

<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

<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 دو طرف 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 دو طرف</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 هر سمت 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- گیج بودن فرمان و یا عدم احساس مطلوب راننده برگشت فرمان پس از پیچیدن

از تنظیم خارج شدن و یا تنظیم غلط زاویه انحراف محور سگ دست (کینگ پین) و زاویه کستر مثبت	گیج بودن فرمان و عدم برگشت فرمان پس از طی کردن پیچ	بررسی زوایا توسط زاویه سنج چرخ در صورت لزوم تنظیم شوند.
سفت بودن بیش از حد سیبک های فرمان و تعلیق و اتصالات فرمان و جعبه فرمان	فرمان پذیری نامناسب و برگشت نامناسب فرمان پس از طی کردن پیچ جاده	بررسی زوایا توسط زاویه سنج چرخ در صورت لزوم تنظیم شوند.
جاخوردگی شاسی و تغییر فرم محل بستن اجزاء تعلیق به بدنه	فرمان پذیری نامناسب و برگشت نامناسب فرمان پس از طی کردن پیچ جاده	بررسی زوایا توسط زاویه سنج تعلیق در صورت لزوم تنظیم شوند.

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

خرابی اتصالات لاستیکی مانند بوش های طبق و لاستیک های ضربه گیر میله ضد غلتش و همچنین بوش های کمک فنر و فلانج استرات (مونتینگ) زیر گلگیر و همچنین سیبک ها	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک ها در صورت لزوم تعویض شوند.
خرابی یا لقی یا تاقان های چرخ	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک ها در صورت لزوم تعویض شوند.
خرابی کمک فنر و یا شکستن فنر	۱- ایجاد صدا هنگام مواجهه چرخ با ناهمواری های جاده	بررسی چشمی و به صورت جک زدن و بازدید اتصالات لاستیکی و سیبک ها در صورت لزوم تعویض شوند.

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

<p>به صورت دستی یا با دستگاه رول تست میزان میرایی و سختی فنر و کمک فنر کنترل شود. در صورت لزوم تعویض شود</p>	<p>سختی اتاق و راحت نبودن سرنشینان خودرو</p> 	<p>استفاده از فنرهای سخت تر (ضریب سختی بیشتر) و یا خرابی کمک فنر به عبارت دیگر کار نکردن سوپاپ کمک فنر (قفل کردن)</p> <p>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)</p>
--	--	--

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



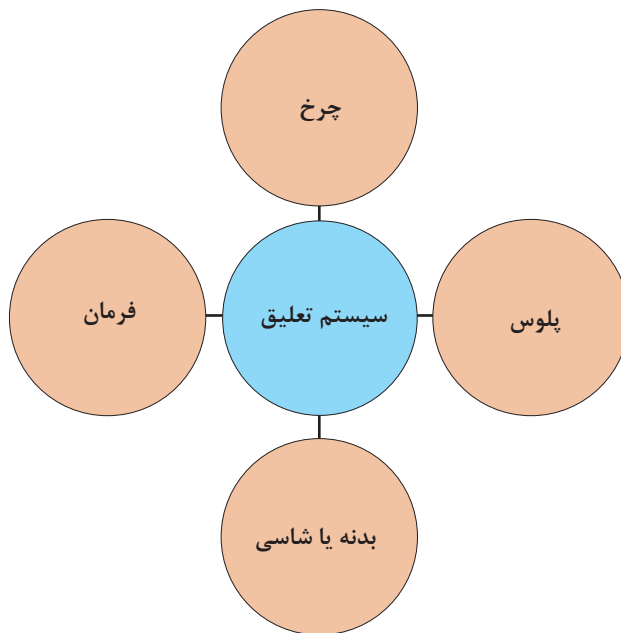
۹- ارتعاش زیاد بدنه و افزایش حالت ارتجاعی آن (بازی بیش از حد اتاق خودرو)

<p>با دست و یا دستگاه رول تست بررسی شود.</p>	<p>بازی بیش از حد اتاق خودرو و یا چرخ ها در مواجهه با ناهمواری های جاده</p>	<p>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</p>
<p>با دست و یا دستگاه رول تست بررسی شود.</p>	<p>بازی بیش از حد اتاق خودرو و یا چرخ ها در مواجهه با ناهمواری های جاده</p>	<p>خرابی بوش های لاستیکی و بوش های سر و ته کمک فنر</p>

۱۰- تنظیم نبودن ارتفاع خودرو

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	فرسایش سریع قطعات صدای غیر عادی لرزش
۲	مجموعه پلوس		
۳	اتاق و شاسی	لرزش اتاق	
۴	مجموعه فرمان	کشیدن فرمان	



آزمایش‌های سیستم تعلیق چرخ خودرو

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

- ۱- نوع سیستم تعلیق خودرو موجود در کارگاه را تشخیص داده و بازوهای نیروی عرضی و طولی و عمودی را بشناسید.
- ۲- یاتاقان‌های چرخ از لحاظ لقی و سالم بودن بررسی کنید.
- ۳- بوش‌ها و اتصالات لاستیکی را بررسی چشمی کنید.
- ۴- با حرکت چرخ به چپ و راست لقی و یا سفتی سیبک‌های فرمان و محور سگ‌دست را بررسی کنید.
- ۵- پیچ‌های اتصالات لاستیکی به بدنه و پیچ‌های سیبک‌ها و مجموعه‌ی 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.



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

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 یک فرمون 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 خرک‌گذاری پیچ‌های اتصال مجموعه فنر و کمک‌فنر به سگ‌دست را باز می‌کنیم سپس پیچ‌های اتصال فلانچ به گلگیر را باز کرده سپس مجموعه فنر و کمک‌فنر را از روی خودرو پیاده می‌کنیم. (شکل ۳۵)



شکل ۳۵- برخی نقاط قابل تعمیر فنر 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



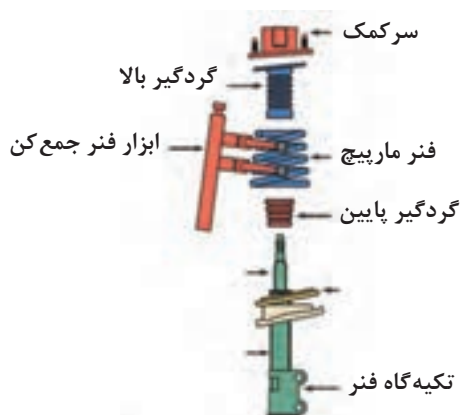
نحوه باز کردن مجموعه فنر سیستم تعلیق مک فرسون از روی خودرو

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

کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم و با راهنمایی هنرآموز، زیرنویس تصاویر شکل ۳۶، که برخی از نکات مهم باز کردن مجموعه فنربندی مک فرسون را نشان می‌دهد را کامل کنید.



شکل ۳۶- برخی نکات باز کردن سیستم 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.

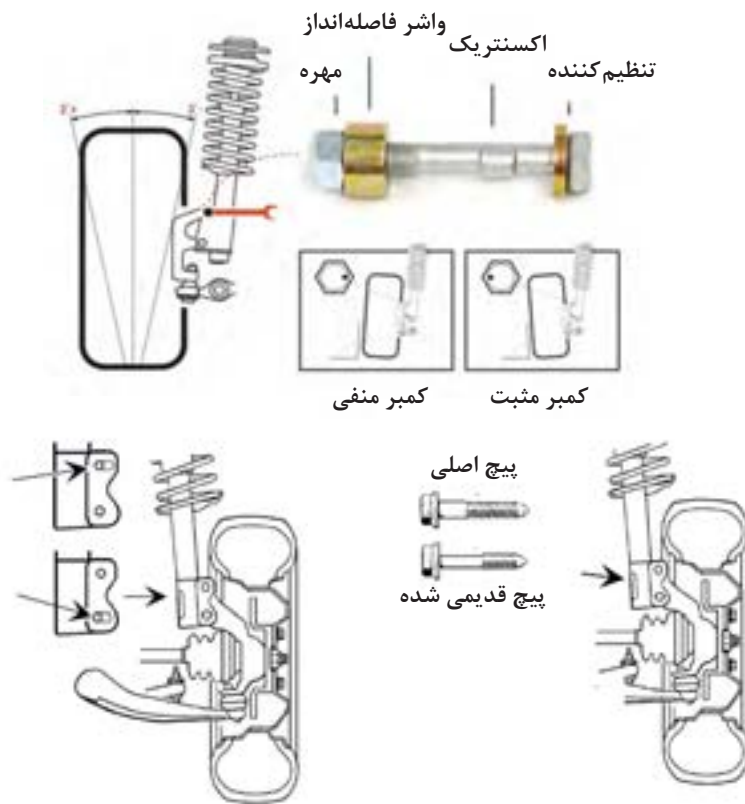


در تصاویر شکل ۳۷، زیرنویس با توجه به نکات درج شود.



شکل ۳۷- برخی نکات مهم در هنگام بستن مجموعه 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 سبک پایین به عنوان محور سگ دست (محوری که چرخ حول آن فرمان می گیرد) شناخته می شود از این رو در صورت افزایش قطر جای پیچ محل اتصال سگ دست 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 ۳۸ پیچ های اتصال مجموعه فنر و کمک فنر به سگ دست به صورت خارج از مرکز (اکسانتریک) ساخته می شود که به وسیله آن می توان زاویه کمبر را تنظیم نمود.



شکل ۳۸- انواع روش‌های تنظیم زوایا در تعلیق مک فرسون

باز کردن طبق پایین

هر گاه 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 ۳۹)





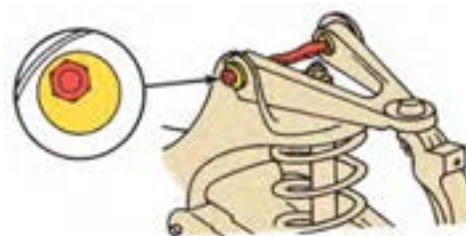
شکل ۳۹- برخی نکات باز کردن تعلیق جلو

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.

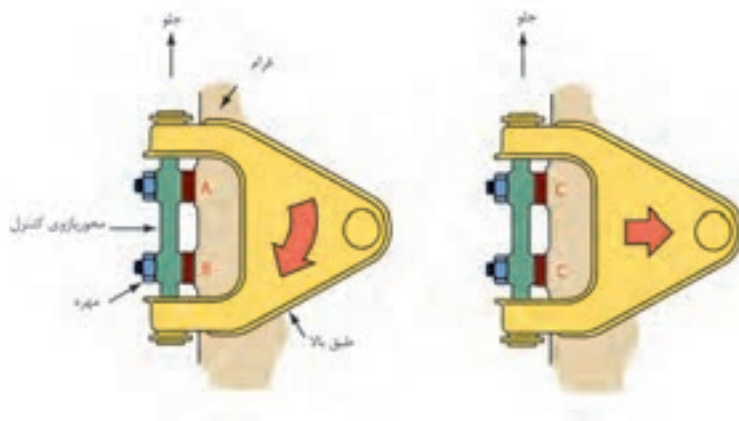
- باز کردن فنربندی:

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 سیبک فرمان متصل به سگ دست و اتصال میل به ضد غلتش به طبق پایین و با باز کردن مهره طبق بالا و آزاد کردن کنیک سیبک توسط سیبک 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 سیبک های طبق بالا و یا پایین، مراحل باز کردن فنر را باید انجام دهید. (شکل ۴۰)



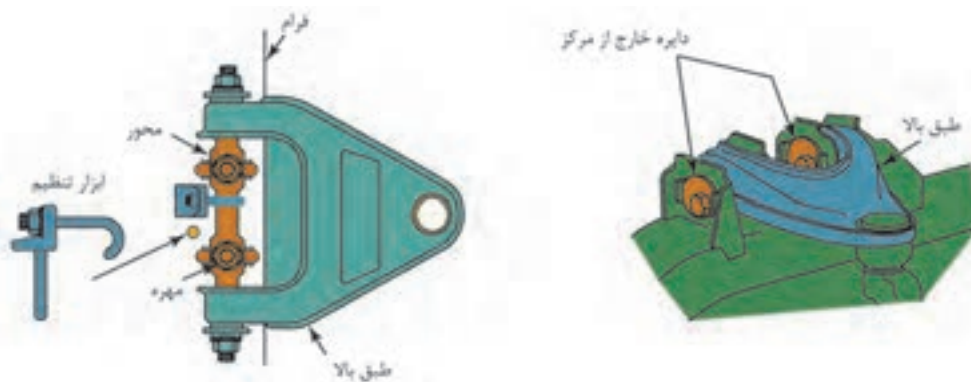
شکل ۴۰- مجموعه تعلیق طبق دار دوبل و روش تنظیم زوایا

در این سیستم نیز مانند سیستم مک فرسون زوایا قابل تنظیم نمی باشند و در بعضی موارد مانند شکل ۴۰ با قرار دادن شیم (واشر) در زیر تکیه گاه طبق و محل اتصال به رام می توان زوایای کمبر و کستر را تنظیم کرد.



شکل ۴۱- اجزای مجموعه طبق

مطابق شکل ۴۱ با قرار دادن واشرهای مخصوص نشان داده شده هرگاه واشر را به طور مساوی زیر هر دو پیچ تکیه گاهی قرار دهیم کمبر به سمت مثبت شدن و اگر به صورت عکس عمل کنیم کمبر منفی می شود و هرگاه واشر فقط زیر پیچی که به سمت جلو خودرو می باشد اضافه کنیم کستر به سمت مثبت و اگر به زیر پیچ عقبی اضافه شد. کستر منفی می شود. (شکل ۴۲)



شکل ۴۲- تنظیمات زوایای چرخ در طبق دار دابل

جهت کنترل زوایای چرخ می توان از دستگاه تنظیم فرمان استفاده کرد از آنجایی که هزینه تأمین این دستگاه بالا می باشد لذا با تجهیزات ارزان قیمت مانند گونیای ساده و یا زاویه سنج کستر و کمبر دستی و پرتابل در دو نوع دیجیتال و مکانیکی (در شکل نشان داده شده است) می توان زوایا را کنترل کرد. (شکل ۴۳)



شکل ۴۳- ابزار مخصوص بررسی و تنظیم زوایای چرخ

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

پژوهش کنید



فعالیت
کارگاهی



باز کردن، کنترل و بستن اجزای تعلیق چرخ‌های جلو خودرو
ابزار و تجهیزات: خودرو - جک بالابر - دستگاه تست زاویه چرخ - جعبه ابزار مکانیکی - ابزار مخصوص کتاب راهنمای تعمیرات - تورک متر - دستگاه عیب‌یاب - متر - دستگاه بالانس
 توجه: تمام موارد آماده‌سازی و بررسی‌ها باید مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو موجود در کارگاه انجام شود.

- ۱- مجموعه فنر و کمک‌فنر سیستم تعلیق مک‌فرسون خودرو موجود در کارگاه را باز کنید.
- ۲- پس از پیاده کردن مجموعه فنر و کمک‌فنر با استفاده از فنر جمع‌کن و یا ابزار مخصوص پس از باز کردن مهره کمک‌فنر و فلائچ فنر را آزاد کنید.
- ۳- یاتاقان کف گرد و یا واشر اصطکاکی زیر فلائچ را بررسی و در صورت خرابی، آن را تعویض کنید.
- ۴- طبق زیر را باز کرده و در صورت قابل تعویض بودن لزوم سیبک و یا بوش‌های طبق، آنها را تعویض کنید.
- ۵- لاستیک‌های اصطکاکی میله ضد غلتش را تعویض کنید.
- ۶- سگ‌دست و محفظه یاتاقان‌های چرخ را در سیستم مک فرسون باز کنید.
- ۷- کمک فنر و فنر را در سیستم طبق‌دار دوبل از روی خودرو باز کنید.
- ۸- بوش‌های طبق بالا و پایین را در سیستم طبق‌دار دوبل تعویض کنید.
- ۹- سیبک‌های طبق بالا و پایین را در صورت لزوم تعویض کنید.
- ۱۰- زوایای کمبر و کستر را با ابزارهای موجود در کارگاه، در هر دو نوع سیستم تعلیق کنترل کنید.
- ۱۱- سر جمعی 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 اجزاء سیستم تعلیق لازم است به کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مراجعه کرد و طبق دستورالعمل سازنده خودرو عمل شود.

نکته



شکل ۴۴- 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 لاستیک ساییدگی شدید می‌شود. (شکل ۴۵ و ۴۶)



شکل ۴۵- قطعات تعلیق با بازوی کشنده



شکل ۴۶- 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.

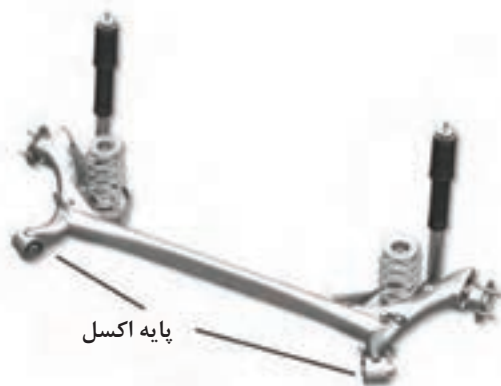
پژوهش کنید



- 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 ۴۷)



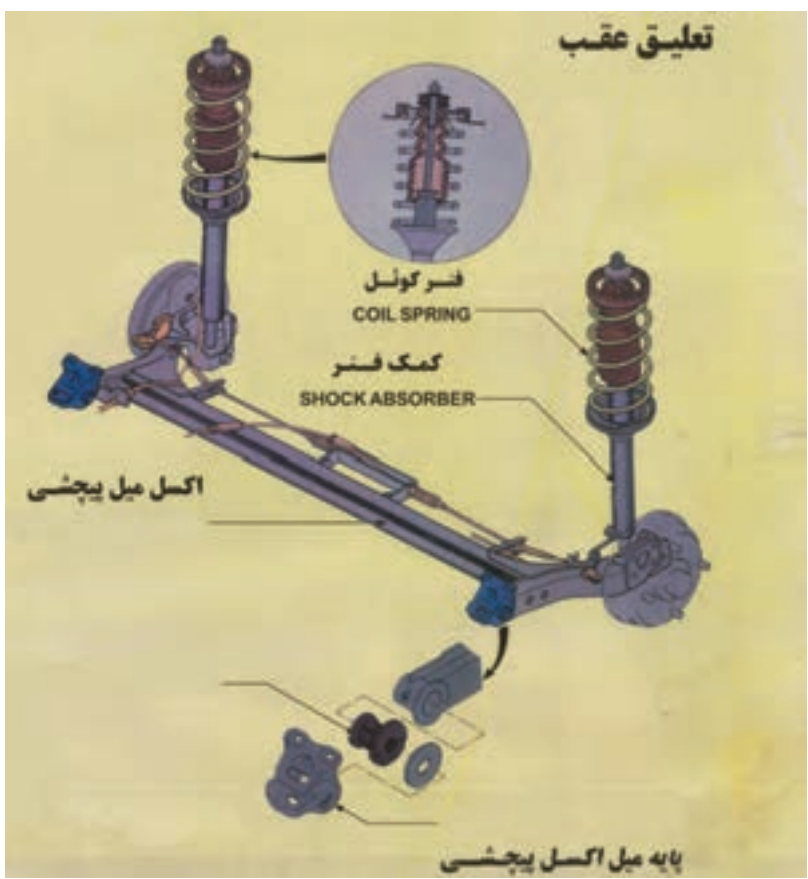
شکل ۴۷- نوعی تعلیق مرکب

در موردی که مانند شکل ۴۸، 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 ۴۸- 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 ۴۹).



شکل ۴۹- 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 می‌باشد 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 ضربه‌گیر می‌باشد که مانع از انتقال ارتعاشات به بدنه خودرو می‌شود.

پژوهش کنید



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):

همان‌طور که گفته شد این نوع سیستم تعلیق در خودروهای گران قیمت به کار می‌رود. یکی از عیوبی که در این نوع تعلیق ایجاد می‌شود از تنظیم خارج شدن زوایای چرخ می‌باشد. که منجر به لاستیک‌سایی بیش از حد طبیعی می‌شود. و این موضوع در اثر خرابی اتصالات لاستیکی اجزای تعلیق و تغییر فواصل هندسی بر اثر نیروهای بیش از حد به بازوهای تعلیق می‌باشد.

لازم به ذکر است که در اکثر این نوع تعلیق‌ها در محل اتصالات پیچ‌هایی جهت تنظیم این زوایا موجود می‌باشد که پس از رفع عیب و تعویض قطعات معیوب، مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو تنظیم زوایا نیز مطابق توصیه کتاب راهنما صورت می‌گیرد. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰ - محل اتصالات قابل تنظیم جهت تنظیم زوایای کمبر و سر جمعی

فعالیت
کارگاهی



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.

نکات ایمنی



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

نکات
زیست محیطی



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 - سوار کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخ‌های جلو روی خودرو - تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخ‌های عقب از روی خودرو - باز کردن و کنترل اجزای سیستم تعلیق، فنر بندی و کمک فنر چرخ‌های عقب - تعمیر و تعویض سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخ‌های عقب - سوار کردن سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخ‌های عقب روی خودرو - تنظیم و کنترل نهایی سیستم تعلیق، فنربندی و کمک فنر چرخ‌های عقب روی خودرو

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

شاخص‌ها

مشاهده روند بررسی اجزای ارتعاشی سیستم تعلیق در آزمون‌های استاتیکی و دینامیکی مطابق دستورالعمل تعمیرات - مشاهده روند بررسی اجزای مکانیزم تعلیق در آزمون‌های (لغزش عرضی، سایش غیرعادی، لرزش و صدای غیرعادی) مطابق دستورالعمل تعمیرات - مشاهده چک لیست تکمیل شده - مشاهده سطوح اتکای جک 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 بالا، 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، عمق‌سنج 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 زیست محیطی 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.