پودمان ۴

تعمیر سیستم تعلیق

واحد یادگیری
۵

تعمیر سیستم تعلیق

۱ــ اهداف توانمندسازی

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

۲ـ تجهیزت آموزشی (کلاسی ـ کارگاهی)

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

۳ـ بودجه‌بندی: ۹۰ ساعت

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

موضوع	مکان	روش تدریس	کارکلاسی	
ارزشیابی	کارگاه	آزمون عملی		

نکات مهم و اثرگذار در آموزش (علمی ـ عملی)

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

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

ایمنی، بهداشت و مسائل زیست‌محیطی

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

اجزای بسته یادگیری

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

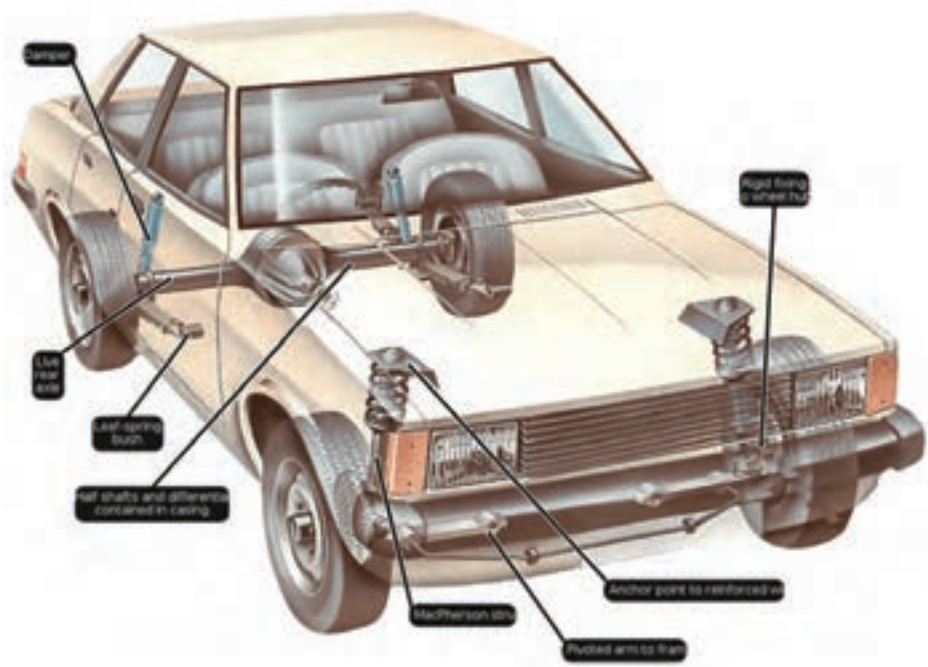
منابع برای آموزش

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

دانش‌افزایی

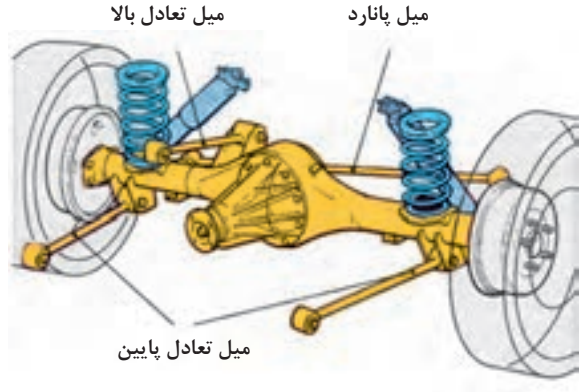
هنگام برخورد چرخ‌های خودرو با ناهمواری‌های جاده نیروهای عمودی و طولی به تایر وارد می‌شود. چنانچه این نیروها مستقیم و بدون واسطه به اتاق و سرنشینان خودرو وارد شود باعث استهلاک اتاق و بدنه و همچنین ناراحتی سرنشینان خودرو می‌شود.

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



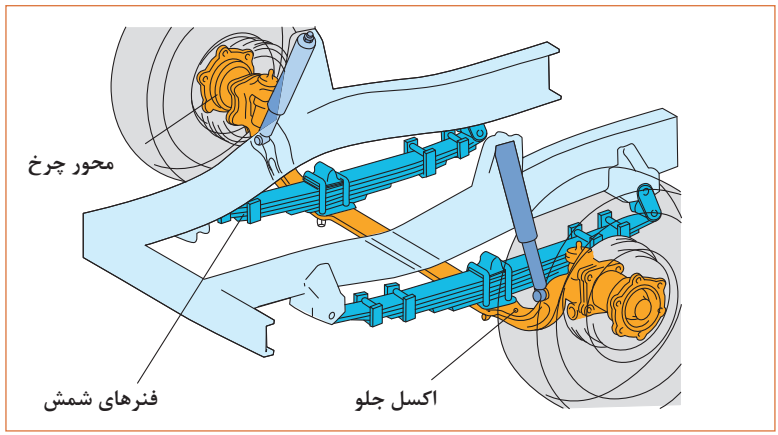
شکل ۱

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



شکل ۲ــ مکانیزم یکپارچه محرک عقب یا فنر لوله‌ای

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



شکل ۳

به محوری که دو چرخ را به‌هم متصل می‌کند اکسل گویند (تعلیق یک پارچه).

مزایای مکانیزم تعلیق یکپارچه

۱ به‌دلیل ارزان بودن این نوع سیستم تعلیق نسبت به سایر سیستم‌های دیگر قیمت تولیدی خودرو کاهش می‌یابد.

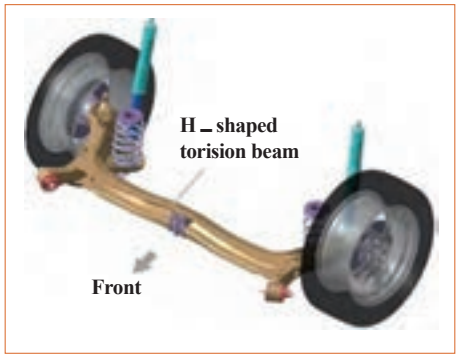
۲ در این سیستم به‌علت ثابت بودن محور چرخ و زوایای چرخ، لاستیک‌سایی به حداقل می‌رسد.

مزایا و معایب دیگر انواع تعلیق را می‌توانید از کتاب تکنولوژی شاسی و بدنه قبلی مطالعه کنید.

معایب مکانیزم تعلیق یکپارچه

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

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



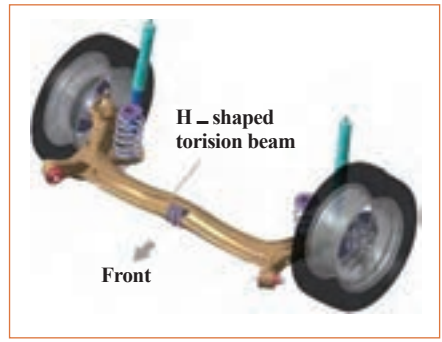
شکل ۴ـ مکانیزم تعلیق نیمه‌مستقل

مزایا

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

معایب

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



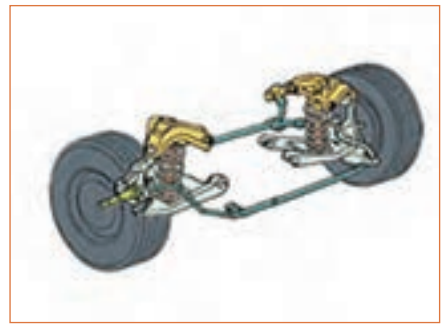
شکل ۵

شکل ۶

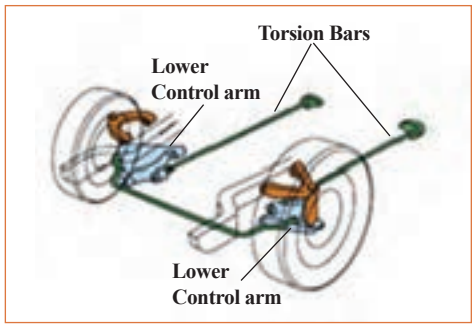
مکانیزم تعلیق مستقل

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

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

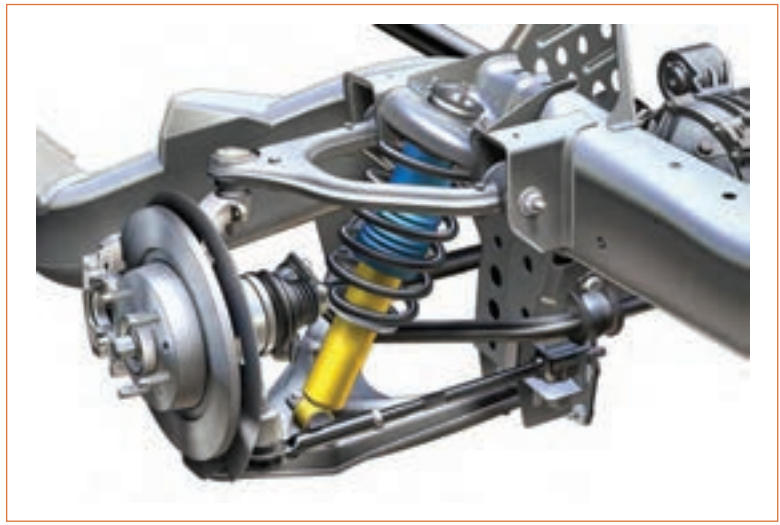


شکل ۷ــ مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل با فنر مارپیچ



شکل ۸ــ مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل با فنر پیچشی

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



شکل ۹

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

مزایای مکانیزم طبق‌دار دوبل

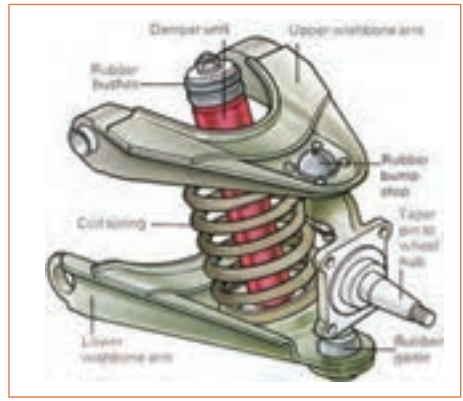
۱ ضربات منتقله از چرخ به سیستم تعلیق، مستقیم به اتاق و سرنشین منتقل نشده و در نتیجه راحتی خودرو افزایش می‌یابد.
۲ قابلیت فرماندهی به چرخ‌ها بهتر صورت می‌پذیرد.
۳ وزن کم در نتیجه وزن فنربندی نشده و وزن خودرو کاهش می‌یابد.

معایب

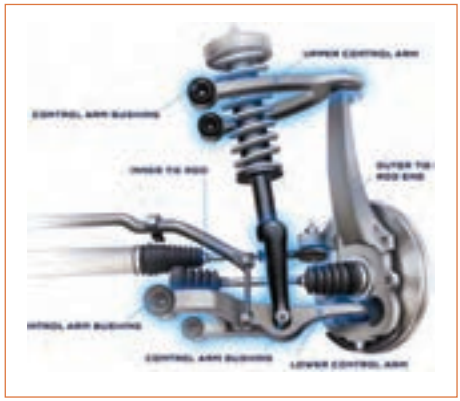
۱ هزینه طراحی و ساخت آن زیاد است.

۲ به دلیل زیاد بودن تعداد مفاصل و سیبک‌ها، و نیروهای کششی و فشاری زیاد بین سیبک‌ها، استهلاک و هزینه تعمیرات نسبتاً بیشتر است.

۳ به‌دلیل تغییرات زوایای نسبی بیشتر، لاستیک‌سایی بیشتر است، مخصوصاً در حالتی که مفاصل و سیبک‌ها فرسوده شده‌اند.



شکل ۱۰



شکل ۱۱

ب) مکانیزم تعلیق مک فرسون: (mac person) این مکانیزم در واقع نوع ساده شده مکانیزم تعلیق طبق‌دار دوبل است، به نحوی که اگر در مکانیزم طبق‌دار دوبل، طول طبق بالا صفر در نظر گرفته شود و فنر و کمک فنر نیز بین طبق پایین و بدنهٔ خودرو قرار گیرد، مطابق شکل ۱۲، مکانیزم تعلیق مک فرسون به‌دست می‌آید.

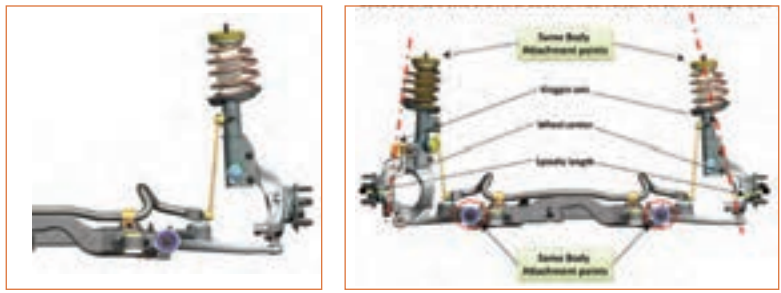
شکل ۱۲ــ مکانیزم تعلیق مک فرسون

با توجه به شکل، در این مکانیزم تعلیق در قسمت پایین، از یک طبق مثلثی استفاده می‌شود که قادر به تحمل هم‌زمان نیروهای طولی و عرضی می‌باشد. در رأس این طبق از یک سیبک برای اتصال بازوی عمودی که فنر و کمک فنر روی آن نصب شده است و مجموعاً استرات[1] نامیده می‌شود، استفاده شده و تکیه‌گاه بالایی فنر توسط یک فلانچ به بدنه خودرو متصل می‌گردد. سگدست و یاتاقان‌های چرخ نیز به استرات متصل می‌گردند.

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

تذکر

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



شکل ۱۳

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

۱ـ Strut

مزایای سیستم تعلیق مک فرسون

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

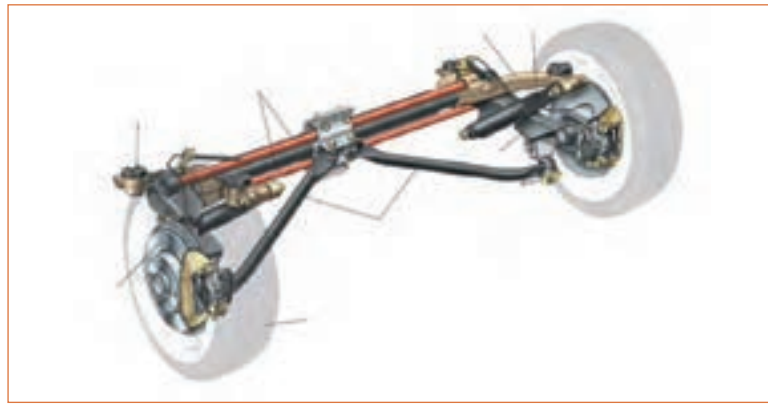
معایب

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

تحقیق کنید

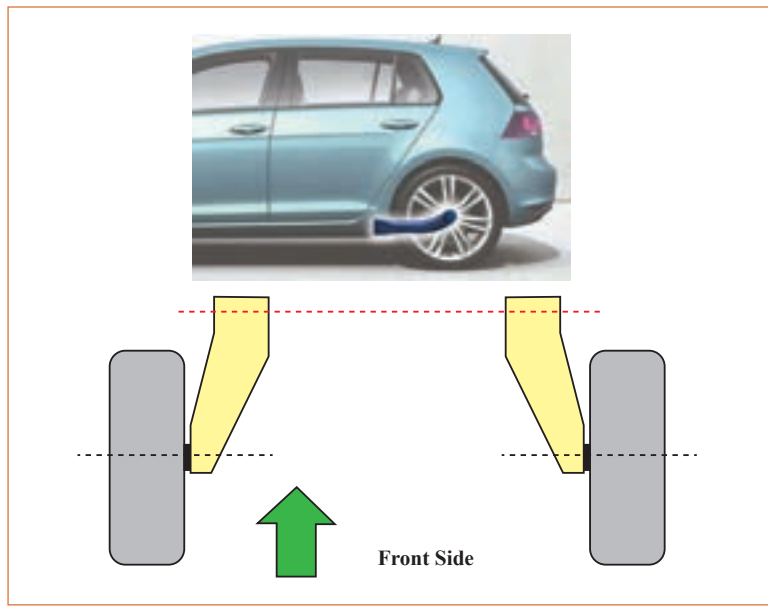
در مورد فلانچ زیر گل‌گیر که استرات را به بدنه خودرو متصل می‌کند و همچنین نوع یاتاقان آن و وظیفه آن تحقیق کنید.

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



شکل ۱۴

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

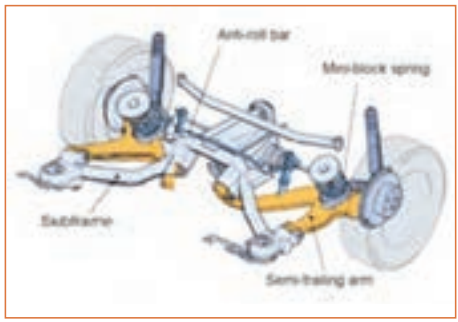


شکل ۱۵

مزایا

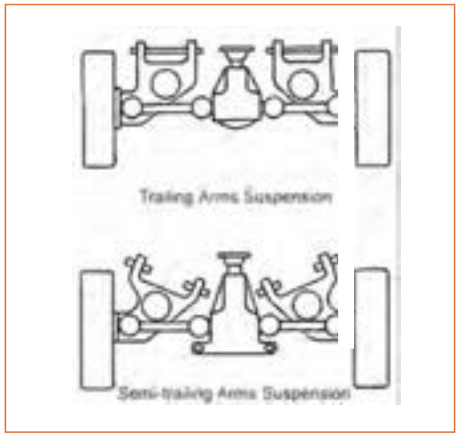
۱ فضای صندوق عقب بیشتر و مسطح‌تر می‌باشد.
۲ در صورت استفاده از فنرهای پیچشی فضای کافی برای تایر، زاپاس و باک سوخت موجود می‌باشد.
۳ استهلاک و هزینه تعمیر و نگهداری کمی دارد.
۴ استحکام خوبی دارد، در نتیجه تغییر زوایای کمی داشته و لاستیک‌سایی کاهش می‌یابد.

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



شکل ۱۶

ث) مکانیزم تعلیق چند میله‌ای: مطابق شکل ۱۷، این مکانیزم در حقیقت یک مکانیزم طبق‌دار دوبل فضایی و پیشرفته است و به دلیل افزایش تعداد بازوها با طول و زوایای متفاوت آن می‌توان خصوصیات تغییر زوایای مطلوبی در چرخ‌ها ایجاد نمود که موجب پایداری و راحتی بیشتر خودرو می‌شود. لازم به ذکر است که این نوع مکانیزم بیشتر در تعلیق عقب به صورت محرک و غیرمحرک به کار برده می‌شود. در این مکانیزم از دو یا سه میلهٔ عرضی و یک یا دو میله کشنده در جهت طول خودرو در هر طرف استفاده شده است.



شکل ۱۷

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

شکل ۱۸

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

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

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

۳ اتصال لاستیکی که نقش یاتاقان لاستیکی یا تکیه‌گاه لاستیکی را دارد و جهت اتصال قطعاتی مانند میله ضدغلتش به بدنه به‌کار می‌رود.

در شکل بالا سه نوع اتصال لاستیکی و سیبک‌ها نمایش داده شده است.

سیبک

شکل ۱۹ــ سیبک

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

تذکر

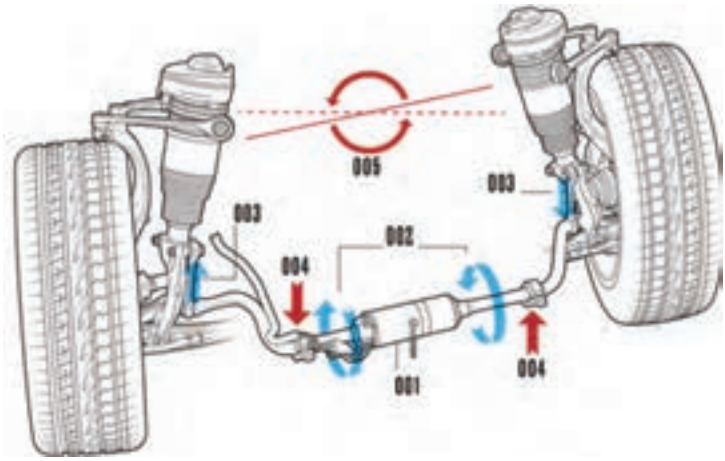
جهت اتصال سیبک به اجزای تعلیق قسمت فلاچ آن را به جز استفاده از مهره مخصوص به‌صورت مخروطی (کنیک) می‌سازند و علت این موضوع افزایش ایمنی اتصالات تعلیق می‌باشد.

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

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

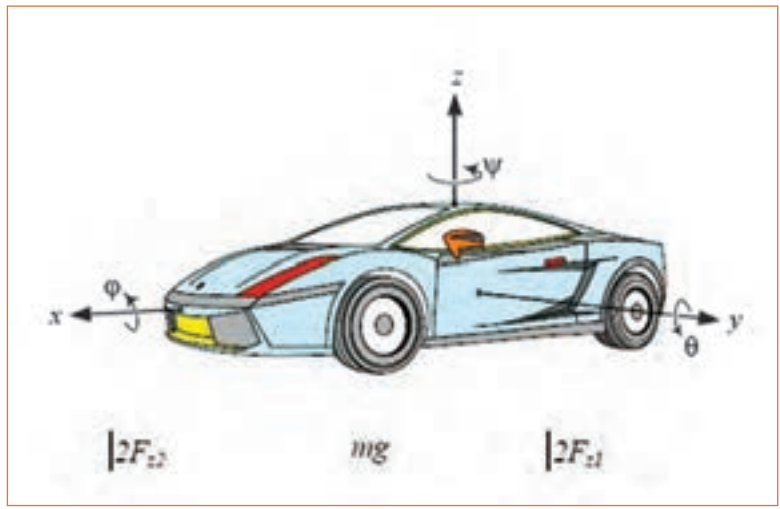
۱ حرکت رول را که در اثر پیچ جاده و نیروی گریز از مرکز و یا ناهمواری جاده که در زیر یک چرخ یک محور قرار می‌گیرد، کاهش می‌دهد. درنتیجه باعث راحتی راننده و پایداری خودرو در مسیر پیچ می‌گردد.

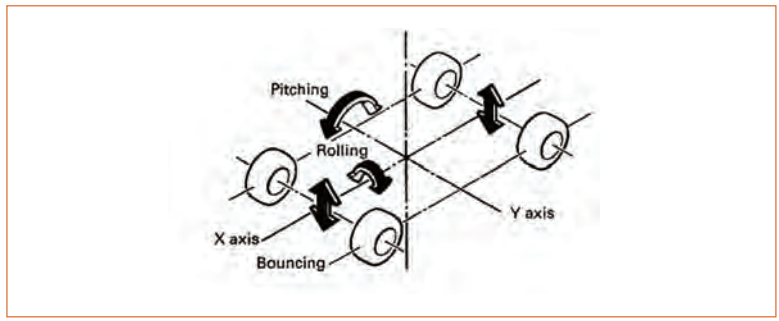
۲ موجب کاهش انتقال بار از چرخ داخل پیچ به چرخ خارج پیچ در مسیر پیچ جاده و در نتیجه افزایش پایداری می‌شود.



شکل ۲۰

زوایای چرخ





شکل ۲۱

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

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

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

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

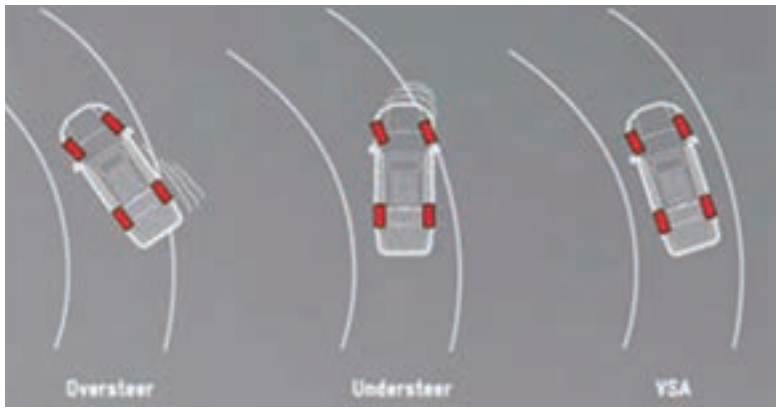
تذکر

به حرکت نوسانی خودرو در جهت محور Zها که توسط فنربندی کنترل و خنثی می‌گردد بانچینگ گفته می‌شود.

تذکر

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

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



شکل ۲۲

شکل بالا کم‌فرمانی، بیش‌فرمانی، و فرمان خنثی را نشان می‌دهد.

تذکر

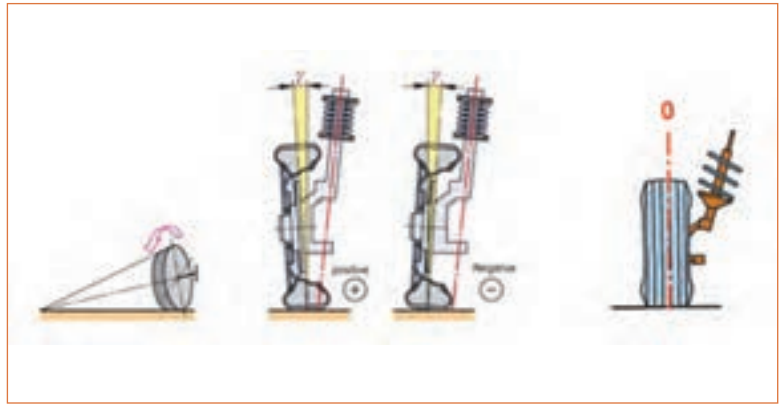
یکی ازشرایط ایمنی خودرو، کم فرمانی درمسیر پیچ جاده می‌باشد. زیرا در این حالت شعاع پیچ افزایش یافته و نیروی گریز از مرکز کاهش و در نتیجه حرکت رول نیز کاهش می‌یابد.

هرگاه به چرخ‌های یک خودرو نگاه کنیم چرخ‌های آن نسبت به محور عمودی و افقی خودرو مستقیم، صاف و بدون زاویه به نظر می‌آید. ولی در عمل محور عمودی و افقی چرخ در سه‌نما روبه‌رو، بالا و جانبی دارای زوایایی به دلایل ذیل می‌باشد.

۱ کاهش لاستیک‌سایی و افزایش طول عمر لاستیک
۲ عدم ایجاد صدای غیرعادی توسط تایر حین حرکت روی سطح جاده
۳ برگشت‌پذیری فرمان بعد از پیچیدن یا عبور از پیچ جاده
۴ افزایش پایداری خودرو و کاهش حرکت‌های رول و پیچ در مسیر پیچ جاده
۵ تعادل و جهت‌یابی بهتر خودرو و عدم گیج بودن آن در مسیر جاده

زوایای چرخ: زوایای چرخ در نمای روبه‌رو: هرگاه از روبه‌رو به خودرو نگاه کنیم دو زاویه برای چرخ تعریف می‌شود:

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



شکل ۲۳

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

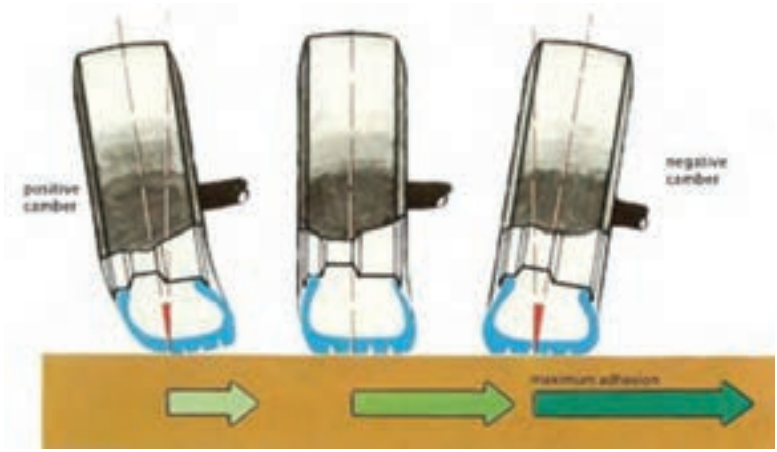
۱ فرمان‌پذیری چرخ‌های جلو، گشتاور کمتر (نرم شدن فرمان) لازم دارد.

۲ با افزایش نیروی وزن اعمالی به چرخ‌های جلو، مقدار زاویه کمبر صفر شده و سایش تایر به حداقل ممکن می‌رسد.

تذکر

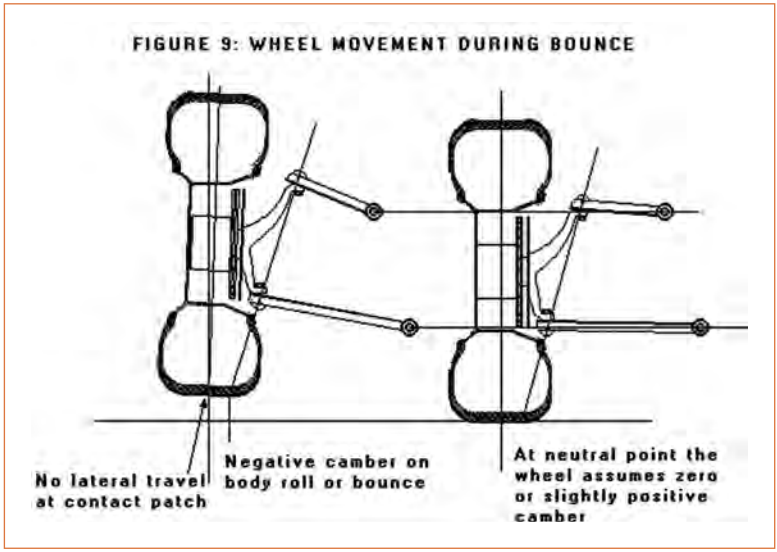
زاویه کمبر باعث لاستیک‌سایی می‌شود.

کمبر منفی معمولاً در چرخ‌های عقب جهت افزایش فاصله عرضی چرخ‌ها (ترک) و در نتیجه افزایش پایداری و کاهش حرکت رول در حدود۱ ± ۳۰ به‌کار می‌رود.



شکل ۲۴

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



شکل ۲۵

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

زاویه انحراف محور چرخ (زاویه کینگ‌پین):

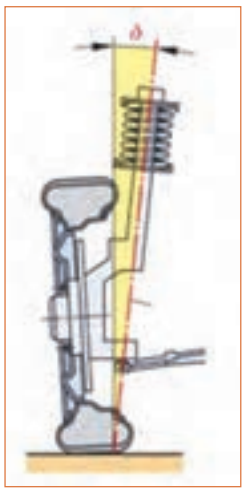
مطابق شکل ۲۶ زاویه بین محور عمود و محور سگدست را زاویه انحراف محور سگدست یا زاویه کینگ پین می‌نامند و در حدود ۱۵درجه در نظر گرفته می‌شود.

زاویه کینگ پین باعث ایجاد موارد زیر در چرخ‌های فرمان‌پذیر می‌شود:

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

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

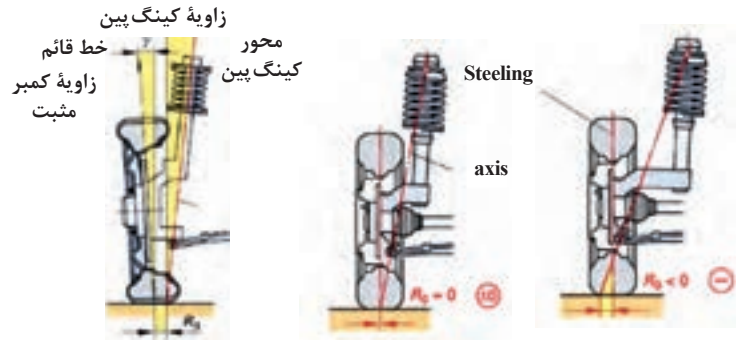
۳ با وجود این زاویه، نیاز به زاویه کمبر مثبت برای کوچک شدن شعاع فرمان کاهش یافته و بنابراین سایش غیریکنواخت تایر در اثر کمبر مثبت کمتر می‌شود.



شکل ۲۶ــ زاویه کینگ پین

نکته

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



شکل ۲۷ـ شعاع دوران چرخش

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

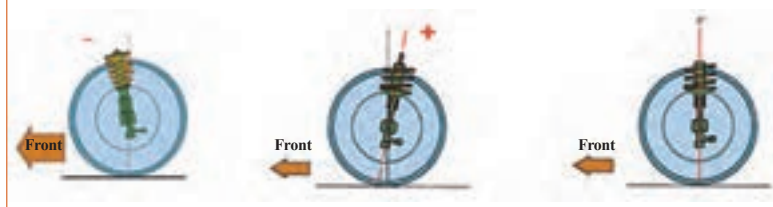
تذکر

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

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

شکل ۲۸

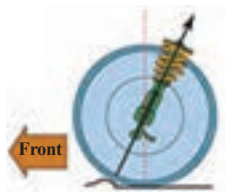
زاویه کستر: مطابق شکل زیر، انحراف محور چرخ (کینگ‌پین) را نسبت به خط قائم در نمای جانبی «زاویه کستر» گویند.
هرگاه محور سگدست به سمت عقب خودرو متمایل باشد، کستر مثبت و هرگاه به سمت جلوی خودرو متمایل باشد، کستر منفی می‌باشد.



شکل ۲۹

نکته

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



شکل ۳۰ـ زاویه کستر بیش از ۱۴ درجه

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

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

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

نکته

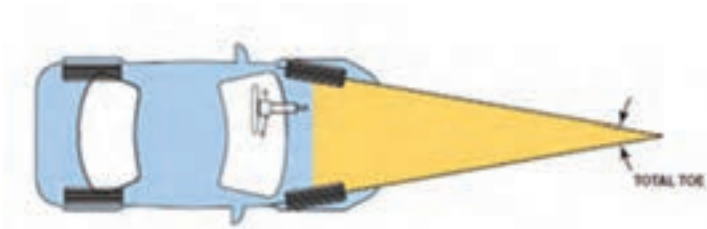
به تنظیم زاویه سرجمعی چرخ و یا سربازی آن میزان فرمان گفته می‌شود. لازم به ذکر است که این زاویه به استثنای زوایای دیگر بر روی تمامی خودروها قابل تنظیم است.

زاویه سرجمعی چرخ　　زاویه سربازی چرخ　　زاویه صفر سرچرخ

شکل ۳۱ـ زاویه تو (زاویه انحراف سر چرخ)

نکته

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



شکل ۳۲

نکته

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

سیستم فنربندی (بخش ارتعاشی)

فنر و انواع آن

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

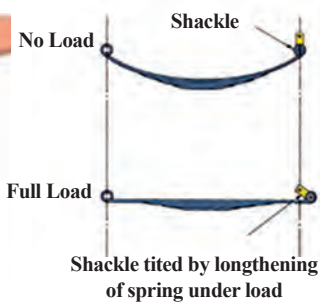
۱ فنرهای فولادی که عبارت‌اند از: فنرهای شمشی (برگی، تخت)، مارپیچ (لول) و پیچشی

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

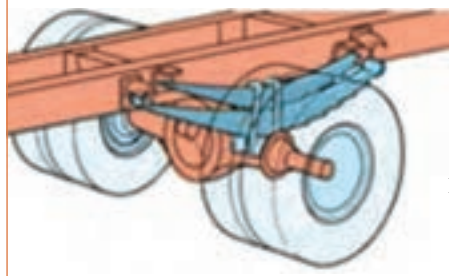
۳ فنر پروگرسیو: با توجه به نمودار نشان داده شده در صفحه ۱۶۲ کتاب فنرها را به صورت پروگرسیو طراحی می‌کنند تا با افزایش بار روی فنر، فنر به صورت سخت شونده شود تا در بارهای کوچک فنر نرم و با افزایش بار فنر سخت شده و ضریب سختی آن افزایش یابد که اصطلاحاً به این فنرها هیپربولیک نیز می‌گویند.

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

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



شکل ۳۳ــ گوشواره (قامه) فنر شمشی



شکل ۳۴ــ فنر شمشی (تخت) به‌کار رفته در خودروها

نکته

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

نکته

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

1. **فنر لول: جنس فنر ـ تغییر طول فنر ـ قطر مفتول فنر ـ گام فنر ـ جنس فنر ـ قطر دایره پیچش فنر**
2. **فنر شمش: جنس فنر ـ تعداد لایه ـ ضخامت لایه‌ها ـ عرض لایه‌ها**
3. **فنر مارپیچ: جنس فنر ـ قطر فنر ـ طول فنر ـ موقعیت قرارگیری فنر در بازوی تعلیق ـ موقعیت بستن فنر**

کمک فنر (ارتعاش‌گیر)

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

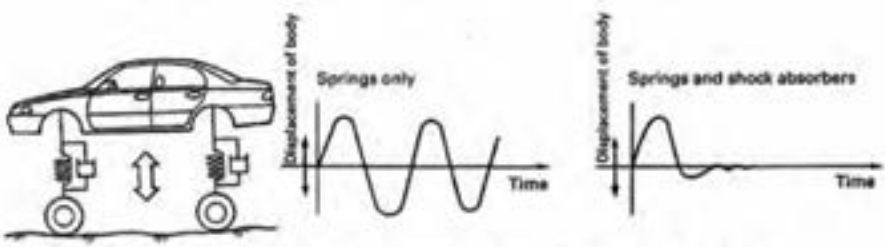
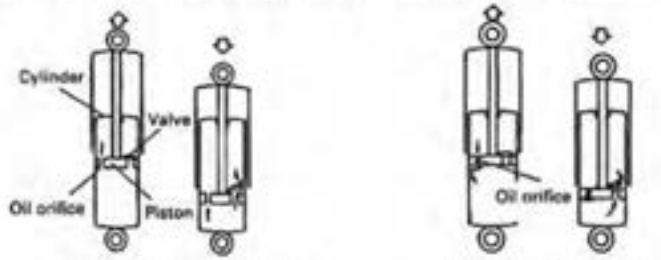


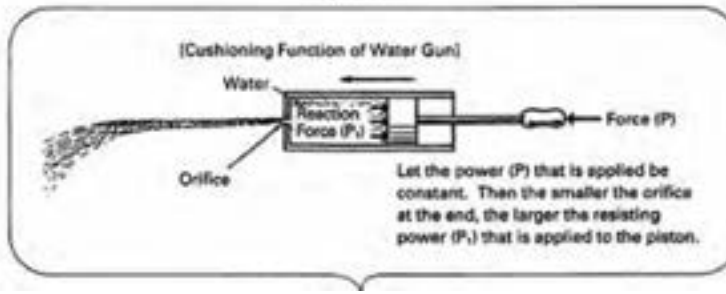
Fig. 2-36-T Waveform of Body Vibration Caused by Ground Surface Shock



Functional Diagram of Single Action Type Shock Absorber

Functional Diagram of Double Action Type Shock Absorber

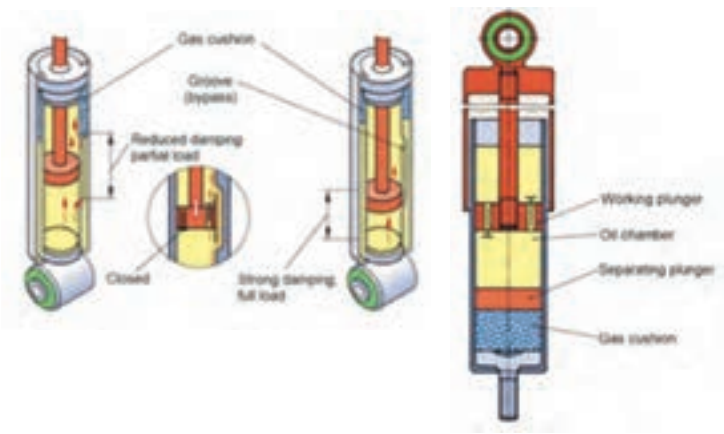
Fig. 2-37-T



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

نکته

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



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

۱ سیستم تعلیق با فنربندی غیر فعال[۱]
۲ سیستم تعلیق با فنربندی نیمه‌فعال[۲]
۳ سیستم تعلیق با فنربندی فعال[۳] (ضریب سختی متغیر)

آزمایشات و کنترل سیستم تعلیق

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

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

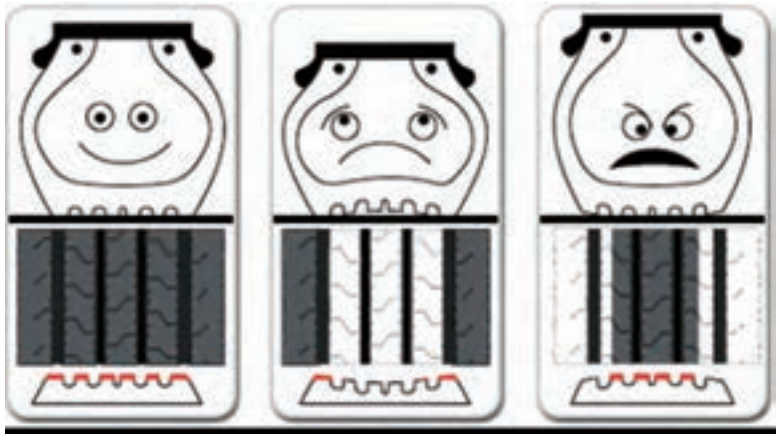
۱ـ non active suspension
۲ـ Semi ـ Active Suspension
۳ـ Active Suspension

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

قبل از پرداختن به عیب‌یابی جهت تشخیص عیب هر یک از عیوب ذکرشده ابتدا باید عیوب مربوط به چرخ که شامل خرابی تایر(کیفیت نداشتن لاستیک تایر و یا ساخت نامطلوب آن) و خرابی رینگ، بالانس نبودن چرخ و تنظیم بودن فشار باد تایرها هستند بررسی شود. زیرا هر یک از موارد ذکر شده که مربوط به چرخ و تایر می‌شود بر روی سیستم تعلیق تأثیر می‌گذارد. زیرا سیستم تعلیق ارتباط چرخ با بدنه را برقرار می‌سازد و عیوب مربوط به چرخ و تایر از طریق سیستم تعلیق به بدنه منتقل می‌شود.
از طرفی هدایت مطلوب و کنترل دلخواه خودرو، پایداری و ایمن بودن خودرو و همچنین فرمان‌پذیری آن در گرو ارتباط دائمی چرخ با زمین در شرایط مختلف رانندگی می‌باشد. برای تحقق این شرایط سیستم تعلیق باید برای تثبیت زوایای ایجاد شده در چرخ و کنترل و تغییرات آن در شرایط پیچ جاده کارآمد باشد. همچنین موجب کاهش انتقال بار در شرایط پیچ جاده شده باشد. و از انتقال ضربات و ارتعاشات چرخ به بدنه بکاهد و تا حد امکان بدنه را ایزوله (جدا) کند. این موارد هم مربوط به مواردی از قبیل اتصالات تعلیق از قبیل سیبک‌ها و اتصالات لاستیکی و سالم بودن اجزای تعلیق از لحاظ فرم آنها و همچنین محل بستن آنها به شاسی و بدنه از لحاظ فرم و تنظیم بودن ابعاد شاسی یا بدنه می‌باشد. از این رو در ابتدا به شناخت سیستم تعلیق و فنربندی پرداخته شد، تا کارایی و خصوصیات ذاتی فنربندی و تعلیق شناخته شده و سپس در این مرحله به نحوه تشخیص عیب و عیب‌یابی بدون باز کردن سیستم تعلیق می‌پردازیم.

لاستیک‌سایی

یکی از دلایل لاستیک‌سایی افزایش و یا کاهش فشار باد بیش از حد تعیین‌شده خودرو می‌باشد. در این حال مطابق شکل صفحهٔ بعد می‌توان این عیب را تشخیص داد.



شکل ۳۵

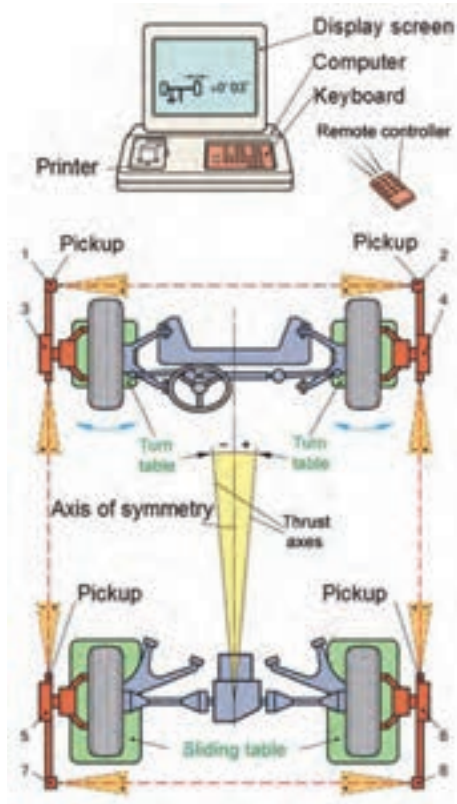
شکل سمت چپ نشان‌دهنده فشار صحیح باد و عدم سایش موضعی، شکل وسط نشان‌دهنده فشار باد کم و سایش کناره‌های تایر که با رنگ تیره نشان داده شده و شکل سمت راست نشان‌دهنده فشار باد بیش از حد است که قسمت وسط تایر دچار سایش بیش از حد شده است.

شکل ۳۶

دانش افزایی مهارتی

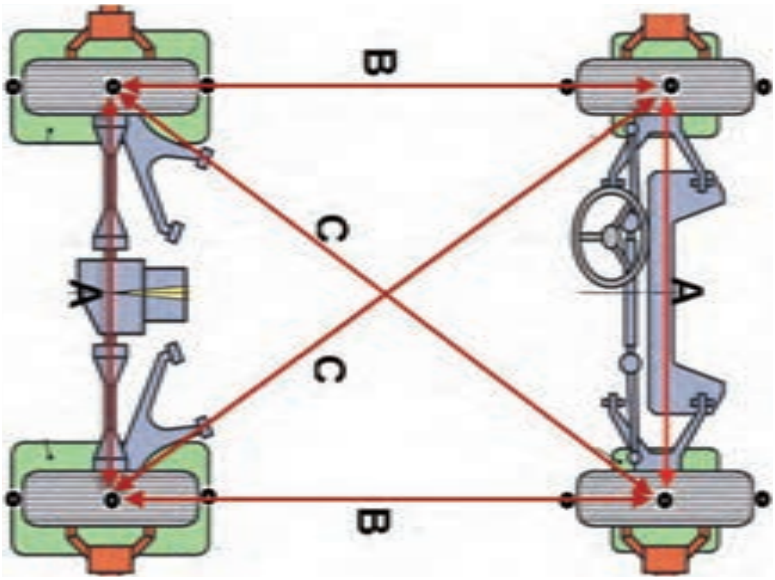
کنترل موقعیت اکسل‌های جلو و عقب خودرو

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



شکل ۳۷

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

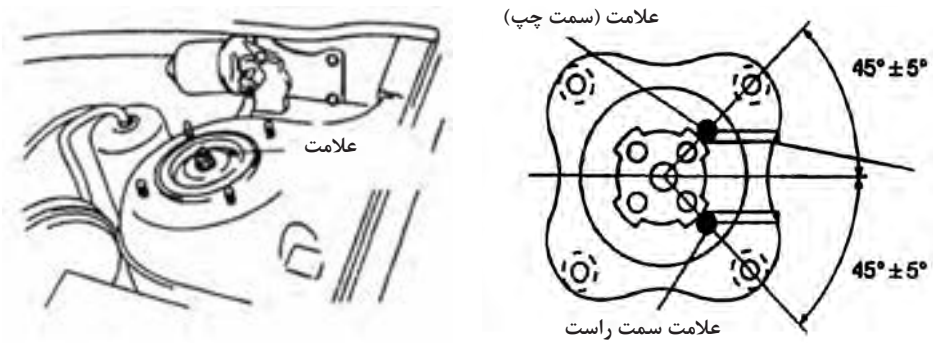


شکل ۳۸

نکات تعمیراتی مورد توجه سیستم تعلیق

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

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



شکل ۳۹

بوش‌های لاستیکی

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

نکته

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

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

سیبک سیستم تعلیق

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

ـ به انطباق مخروط اتصال سیبک (بال پین)[1] با مخروط محل نصب دقت شود. به گونه‌ای که هنگام بستن مهره مخروط اتصال در محل نصب چرخش نداشته باشد.

ـ در برخی سیستم‌های تعلیق که اتصال سیبک به اجزای تعلیق (سگدست)، به‌وسیله یک پیچ میان‌گذر صورت می‌پذیرد، با توجه به اهمیت پیچ از گرید استحکام کششی بالا (۱۰/۹) استفاده می‌شود و دقت شود از گرید پایین‌تر استفاده نشود.

ـ در صورت پارگی گردگیر، سیبک‌ها باید تعویض شوند.

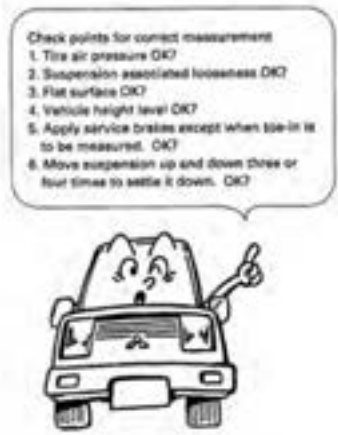
تنظیم زوایای سرجمعی و سربازی چرخ‌ها

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

ـ جهت تنظیم زوایه سرجمعی از یک اندازه‌گیر مطابق شکل صفحهٔ بعد استفاده کنید. مراحل کار به شرح زیر است:

۱ـ ball pin

Fig. 2-26-T



2-5-4 Measurement of toe-in

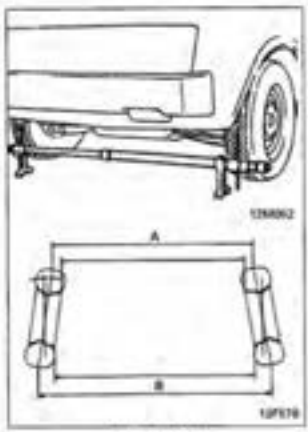


Fig. 2-27-T

For measurement of toe-in, use a toe-in gauge and process as described below.

① Place the front wheels in the straight ahead position.

② Adjust the height of the measuring portions of the toe-in gauge to the wheel center height.

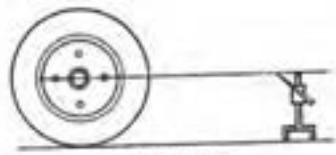


Fig. 2-28-T

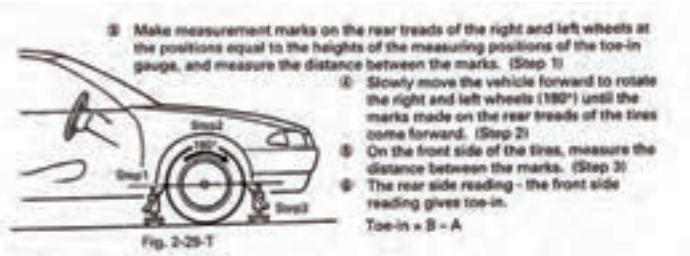


Fig. 2-29-T

2-5-5 Adjustment of toe-in

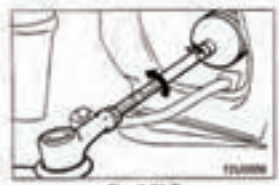


Fig. 2-30-T

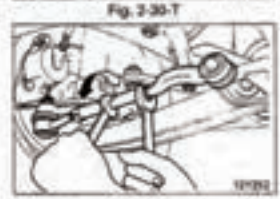


Fig. 2-31-T

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

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

تنظیم زوایای کمبر و کستر با ابزار دستی

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

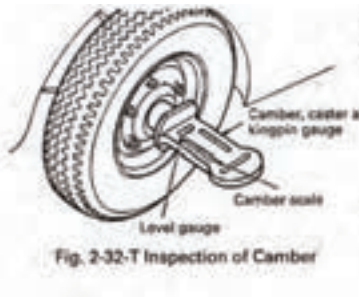
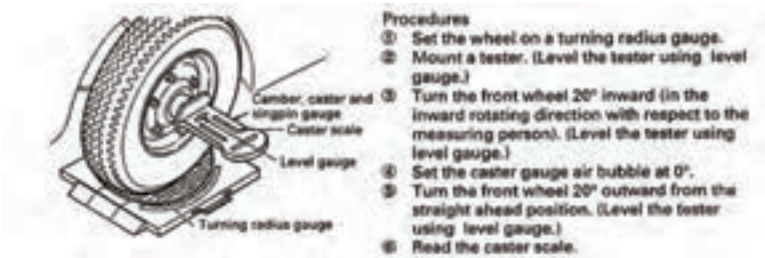


Fig. 2-32-T Inspection of Camber

① Place the vehicle in the straight ahead position.
② Place the level gauge air bubble at the center and read the camber scale of the gauge. Both right and left wheels should be checked.

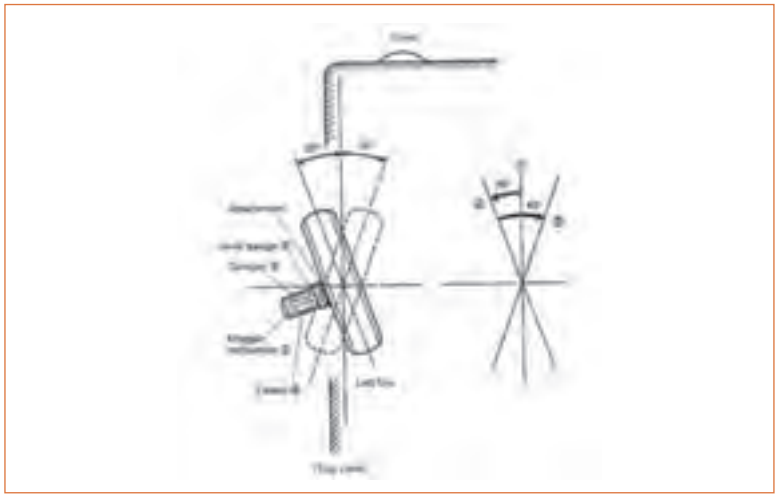
Fig. 2-33-T

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



اندازه‌گیری زاویه انحراف محور سگدست (کینگ‌پین)

جهت اندازه‌گیری زاویه کینگ‌پین، مشابه مراحل اندازه‌گیری زاویه کستر عمل کنید.



شکل ۴۰

توجه

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

نکات تعمیراتی در مورد فنربندی

فنرهای شمشی: از بادگیری این فنرها خودداری شود.

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

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

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

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

تذکر

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

نکات تعمیراتی مربوط به کمک فنر

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

ارزشیابی تعمیر سیستم تعلیق

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

	معیار سطح ۱	معیار سطح ۲	معیار سطح ۳
بررسی ظاهری و نشتی	کمتر از ۷۰٪ نقاط ممکن ◯	بیش از ۷۰٪ نقاط ممکن ◯	بیش از ۹۰٪ نقاط ممکن ◯
گشتاورسنجی اتصالات و استفاده از ابزار مخصوص و دقیق	کمتر از ۷۰٪ ◯	بیش از ۷۰٪ ◯	بیش از ۹۰٪ ◯
اندازه‌گیری و تنظیم جلوبندی (toe in – toe out)		تنظیم toe in و toe out	
اندازه‌گیری و تنظیم زوایای کمبر و کستر (درصورت امکان)			
تکمیل چک‌لیست			بیش از ۹۰٪ ◯
سرعت عمل (استاندارد)			سریع‌تر از زمان تعیین شده ◯
۵s و زیست‌محیطی		بیش از ۹۰٪ ◯	بیش از ۹۰٪ ◯

روش ارزشیابی واحد کار

سطح ۱	انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱
سطح ۲	انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص‌شده سطح ۲
سطح ۳	انجام حداقل ۴ شاخص براساس معیار سطح ۳

۲ باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو

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

روش ارزشیابی واحد کار

سطح ۱	انجام شاخص‌ها براساس معیار سطح ۱
سطح ۲	انجام تمام شاخص‌های مطابق معیارهای مشخص‌شده سطح ۲
سطح ۳	انجام حداقل ۴ شاخص براساس معیار سطح ۳

۳ تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو

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

روش ارزشیابی واحد کار

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

۴ باز کردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب

شاخص	معیار سطح ۱	معیار سطح ۲	معیار سطح ۳
بستن مجموعه مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های عقب روی خودرو	بستن روی خودرو ◯	بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها ◯	بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها ◯
گشتاورسنجی و استفاده از ابزار مخصوص		گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ٪۷۰ ◯	گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ٪۹۰ ◯
کنترل نهایی		بررسی نشتی ـ گشتاورسنجی ◯	بررسی نشتی ـ گشتاورسنجی ◯
تکمیل چک‌لیست			بیش از ٪۹۰ ◯
گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد			سریع‌تر از زمان تعیین‌شده ◯
5S و زیست‌محیطی		بیش از ٪۷۰ ◯	بیش از ٪۹۰ ◯

روش ارزشیابی واحد کار

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

۵ تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب

شاخص	معیار سطح ۱	معیار سطح ۲	معیار سطح ۳
بستن مجموعه مکانیزم و فرم‌بندی چرخ‌های عقب روی خودرو	بستن روی خودرو ◯	بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها ◯	بستن روی خودرو با توجه به ترتیب بستن و نکات مربوط به نشانه‌گذاری‌ها ◯
گشتاورسنجی و استفاده از ابزار مخصوص		گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ۷۰٪ ◯	گشتاورسنجی مطابق کتاب راهنمای تعمیرات بیش از ۹۰٪ ◯
کنترل نهایی		بررسی نشتی ـ گشتاورسنجی ◯	بررسی نشتی ـ گشتاورسنجی ◯
تکمیل چک‌لیست			بیش از ۹۰٪ ◯
گزارش کار و سرعت عمل مطابق استاندارد			سریع‌تر از زمان تعیین شده ◯
۵S و زیست‌محیطی		بیش از ۷۰٪ ◯	بیش از ۹۰٪ ◯

روش ارزشیابی واحد کار

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

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون بازکردن مجموعه تعلیق چرخ‌ها از روی خودرو	۲	
۲	بازکردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو	۱	
۳	تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های جلو	۲	
۴	بازکردن و کنترل مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب	۱	
۵	تعمیر و بستن مکانیزم و فنربندی چرخ‌های عقب	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست‌محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب سیستم کلاچ کنید.		۲	
میانگین نمرات			

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