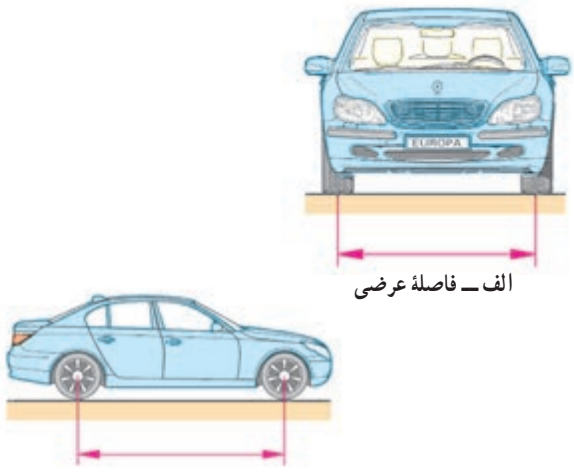
فراهم کردن این تعادل، وضعیت هندسی جلوی خودرو (زوایای چرخ‌ها)، قطعات متصل به چرخ‌های جلو و زمین باید به‌گونه‌ای طراحی شود که نیروی لازم برای چرخاندن فلکهٔ فرمان، پایداری فرمان‌دهی، حداقل سایش لاستیک‌ها فراهم گردد (شکل ۱۹۲ــ۳).

این زوایا عبارت اند از : تقارب و تقاعد (همگرایی، واگرایی) کمبر، کینگ پین، کستر، تباعد (واگرایی) در پیچ‌ها و ارتفاع سیستم تعلیق.

عوامل مؤثر بر چگونگی حرکت نیز عبارت‌اند از : نوع سیستم تعلیق، زوایای فرمان، وضعیت تایرها (نوع آج و بالانس بودن)، کیفیت کمک‌فنرها.

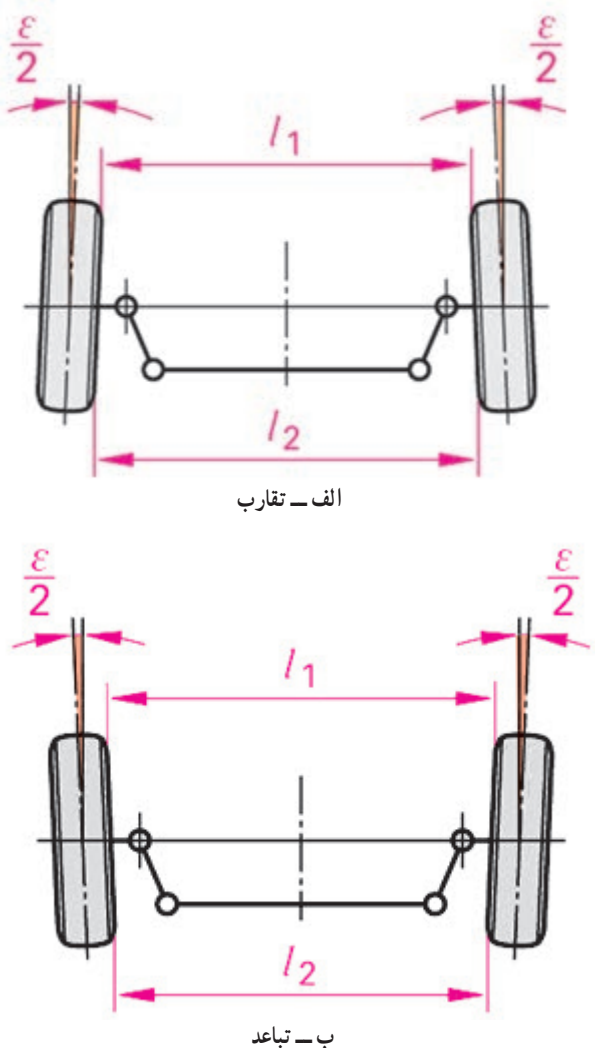


الف ــ فاصلهٔ عرضی

ب ــ فاصلهٔ طولی

شکل ۱۹۲ــ۳ــ فاصلهٔ عرضی و طولی چرخ‌ها

۱ــ۰ ۱ــ۳ــ تقارب، تباعد (teo_out , teo_in) (همگرایی، واگرایی) چرخ‌ها : تقارب (teo-in) تمایل چرخ‌ها به طرف داخل، تباعد (teo-in) تمایل چرخ‌ها به طرف خارج نسبت به امتداد مستقیم است (شکل ۱۹۳ــ۳).



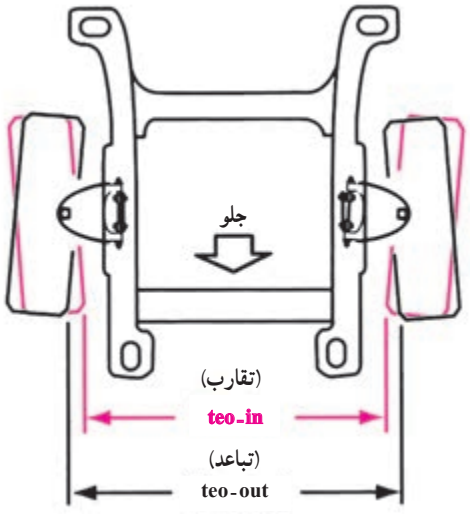
الف ــ تقارب

ب ــ تباعد

شکل ۱۹۳ــ۳ــ تقارب (teo-in) تباعد (teo-out)

این زاویه در هنگام حرکت خودرو، صفر است. در این حالت چرخ‌ها در هنگام غلتش روبه جلو با یکدیگر موازی‌اند.

معمولاً در خودروهای محور محرک عقب، چرخ‌های جلو با حالت تقارب تنظیم می‌شوند. وقتی که خودرو به حرکت درمی‌آید، مقاومت جاده باعث دور شدن جلوی لاستیک‌ها می‌شود. همچنین در نتیجهٔ فشردن میله‌بندی فرمان و حذف خلاصی‌ها با زاویهٔ تقارب، لاستیک‌ها موازی می‌شوند. در خودروهای محور محرک جلو وقتی خودرو به حرکت درمی‌آید لاستیک‌های جلو تمایل به توکشیدن دارند، که این توکشیدن با تباعد جبران می‌شود تا چرخ‌ها درحالت حرکت موازی حرکت نمایند (شکل ۱۹۴ــ۳).

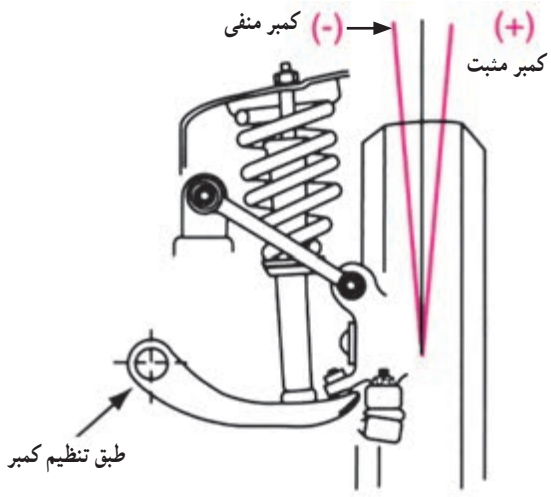


شکل ۱۹۴ــ۳ــ مقایسهٔ زاویهٔ تقارب و تباعد

۲ــ۰ ۱ــ۳ــ کمبر (Comber±) : کمبر عبارت است از تمایل چرخ به طرف داخل یا خارج خودرو نسبت به امتداد قائم. وقتی از سمت جلوی خودرو به آن نگاه کنیم (شکل ۱۹۵ــ۳) چرخی که بالای آن به طرف بیرون متمایل باشد کمبر مثبت (+) و اگر بالای آن به طرف داخل باشد کمبر منفی (–) دارد.

تغییر غیرمجاز زاویهٔ کمبر می‌تواند باعث سایش لاستیک در جهت تغییرات زاویه (مثبت از بیرون، منفی از داخل) گردد.

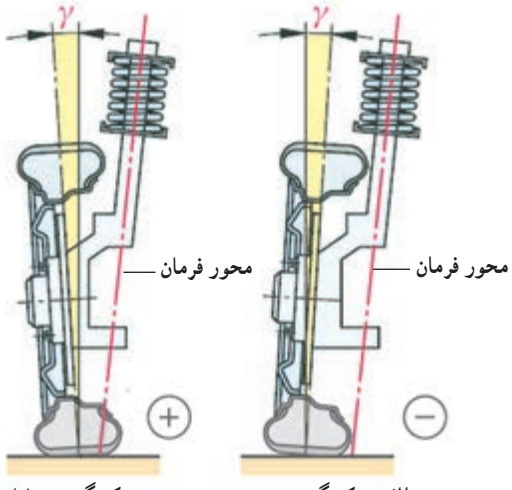
در صورتی که کمبر هردو چرخ نادرست باشد فرمان سخت و ناپایدار (گیج) می‌شود.



شکل ۱۹۵ــ۳ــ کمبر مثبت و منفی

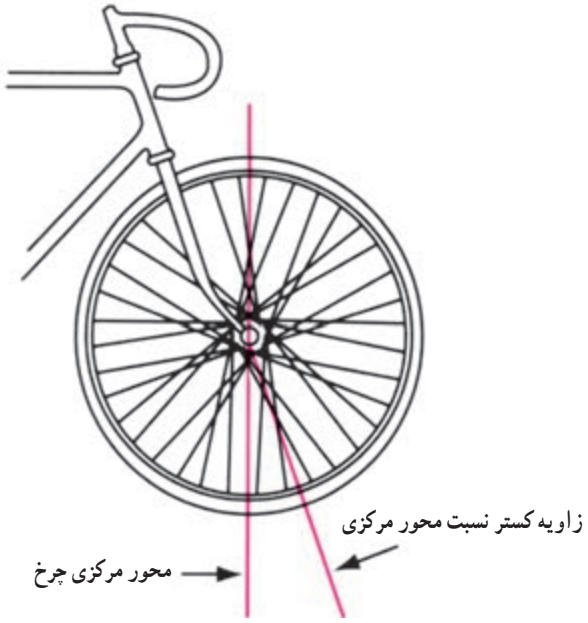
۳ــ۰ ۱ــ۳ــ کینگ پین (King Pin) : به مجموع زاویهٔ کمبر (γ) و شیب محور فرمان (s) زاویهٔ کینگ‌پین یا زاویهٔ مجموع می‌گویند (شکل۱۹۶ــ۳).

معمولاً این زاویه قابل تنظیم نیست. و تغییر اندازهٔ آن حاکی از کج شدن محور چرخ یا محور فرمان (کمک‌فنر) است.



شکل ۱۹۶ــ۳ــ زاویهٔ کینگ‌پین (king pin)

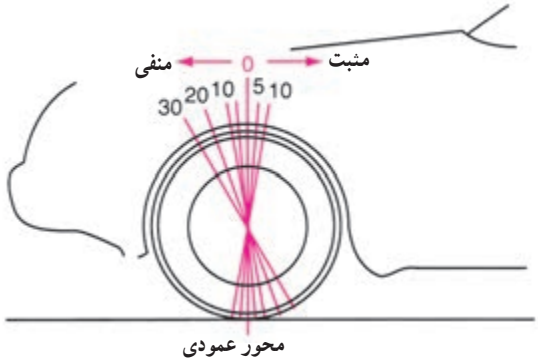
۴ــ۱۰ــ۳ــ کستر (Caster) : تمایل محور فرمان به طرف جلو یا عقب خودرو را کستر می‌گویند (شکل ۱۹۷ــ۳).



شکل ۱۹۷ــ۳ــ زاویهٔ کستر در دوچرخه

اگر این تمایل به طرف جلو باشد، چرخ، کستر منفی (–) دارد.

اگر تمایل به طرف عقب باشد، چرخ کستر مثبت (+) دارد (شکل ۱۹۸ــ۳).



شکل ۱۹۸ــ۳ــ زاویهٔ کستر مثبت و منفی

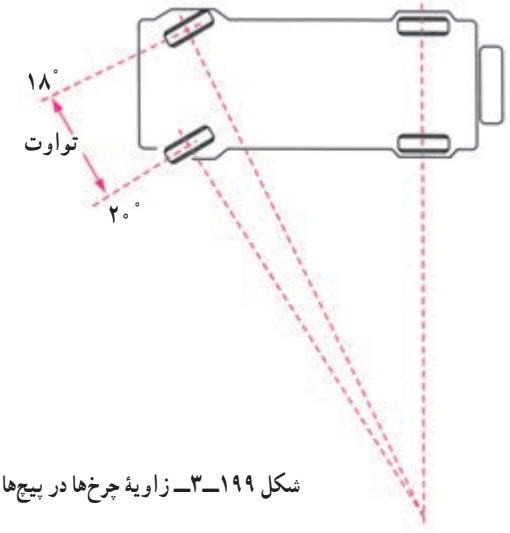
از کستر به سه دلیل استفاده می‌شود :

۱ــ حفظ پایداری و کنترل امتداد حرکت؛

۲ــ افزایش برگشت‌پذیری فرمان؛

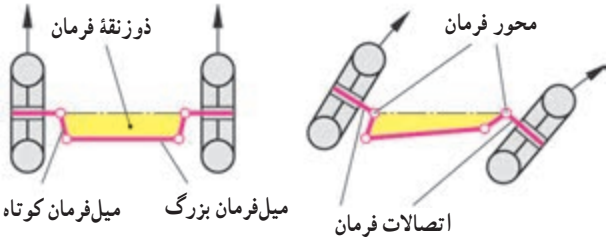
۳ــ کاهش نیروی لازم برای چرخاندن فلکهٔ فرمان.

۵ــ۱۰ــ۳ــ تباعد (واگرایی) در پیچ‌ها (شعاع گردش) : در حین پیچیدن خودرو، دو چرخ جلو دایره‌های هم مرکزی را می‌پیمایند که مرکز مشترک آنها همان مرکز انحنای پیچ است. چرخ داخلی زاویهٔ بزرگ‌تر و شعاع کمتری را نسبت به چرخ بیرونی، می‌پیماید(شکل ۱۹۹ــ۳). دلیل این است که چرخ بیرونی، در مقایسه با چرخ داخلی، باید مسافت طولانی‌تری را طی کند. و دور بیشتری بزند. یعنی وقتی چرخ داخلی با زاویهٔ ۲۰ درجه می‌پیچید، چرخ خارجی ۱۸ درجه می‌پیچد.



شکل ۱۹۹ــ۳ــ زاویهٔ چرخ‌ها در پیچ‌ها

این اختلاف پیچیدن به کمک میل‌فرمان‌ها و محور چرخ‌ها (ذوزنقهٔ فرمان، شکل ۲۰۰ــ۳) تأمین می‌شود.



شکل ۲۰۰ــ۳ــ ذوزنقهٔ فرمان

۶ــ۱۰ــ۳ــ ارتفاع سیستم تعلیق (خودرو) ارتفاع سیستم تعلیق عبارت است از فاصلهٔ اندازه‌گیری شده از نقطهٔ معین روی اتاق، شاسی یا سیستم تعلیق تا زمین (شکل ۲۰۱ــ۳) اگر ارتفاع سیستم تعلیق صحیح نباشد، ممکن است بر زوایای سیستم فرمان و سیستم تعلیق اثر بگذارد. تغییرات ارتفاع سیستم تعلیق در نتیجهٔ نقص فنرهای مارپیچ یا شمشی، تنظیم نادرست موج‌گیر، نقص کمک فنر، باد نامساوی چرخ ها و بار ناهمگن است.

شکل ۲۰۱ــ۳ــ ارتفاع سیستم تعلیق (خودرو)

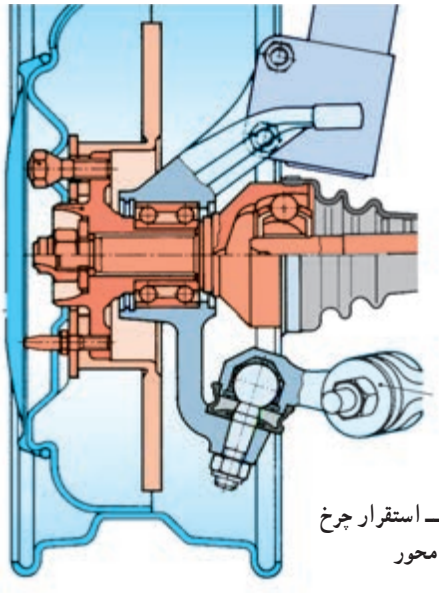
۱۱ــ۳ــ چرخ و تایر

آن بخش از شاسی که خودرو را حرکت می‌دهد و وزن آن را تحمل می‌کند از چرخ (رینگ) و تایر (لاستیک) تشکیل می‌شوند. تنها لاستیک‌های خودرو هستند که با سطح جاده تماس دارند (شکل ۲۰۲ــ۳).

شکل ۲۰۲ــ۳ــ چرخ و تایر (لاستیک)

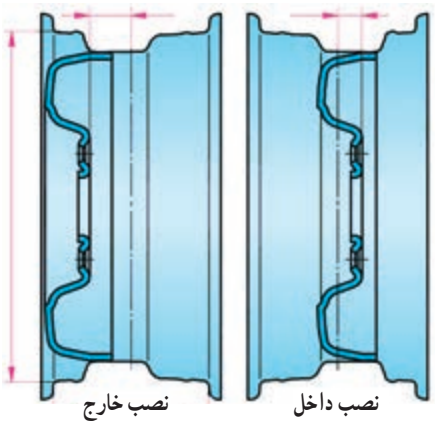
۱ــ ۱۱ــ۳ــ محور: محور محل قرار گرفتن تایر (لاستیک) است. این ابزار امکان استقرار مجموعهٔ رینگ و لاستیک را روی خودرو فراهم می‌کند (شکل ۲۰۳ــ۳).

محور در چرخ‌های جلو با سیستم محرک (پولس) قابلیت حرکت تحت زاویه را داشته و امکان هدایت خودرو را فراهم می‌کند.



شکل ۲۰۳ــ۳ــ استقرار چرخ روی محور

معمولاً رینگ ها از فولاد پرس شده ساخته می شوند (شکل ۲۰۴ــ۳) بسیاری از خودروها رینگ آلومینیمی دارند، که از رینگ‌های فولادی سبک‌تر است و وزن غیرفنر سوار خودرو را کاهش می‌دهد. درنتیجه اتومبیل نرم‌تر حرکت می‌کند، کم‌تر گرم می‌شود و عملکرد ترمز و لاستیک بهبود می‌یابد.



شکل ۲۰۴ــ۳ــ انواع رینگ از نظر حالت نصب

بعضی از خودروها رینگ‌های مرکب دارند. این نوع رینگ‌ها را از فایبرگلاس اس‌ام‌سی (SMC) و رزین‌های خاصی می‌سازند و از رینگ‌های آلومینیمی سبک‌ترند (شکل ۲۰۵ــ۳).

رینگ را معمولاً به‌وسیلهٔ سه تا شش پیچ یا مهره روی کاسه یا دیسک ترمز می‌بندند.

شکل ۲۰۵ــ۳ــ رینگ آلومینیمی

۲ــ۱۱ــ۳ــ لاستیک : لاستیک خودرو ضربه‌گیری بادی است که بیشترین ضربه‌های ناشی از ناهمواری‌های سطح جاده را جذب می‌کند. در نتیجه اثر ضربهٔ ناهمواری جاده برخودرو و سرنشینان آن کاهش می‌یابد و به سطح جاده می‌چسبد تا کشش چرخ افزایش یابد.

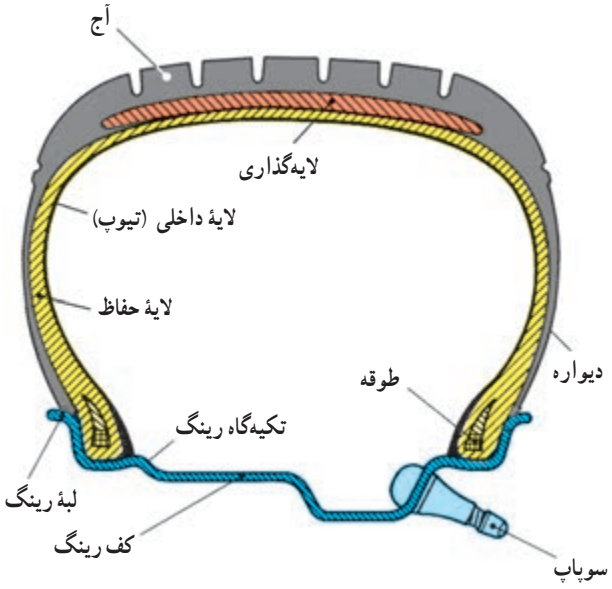
به این ترتیب خودرو می‌تواند بدون سُرخوردن، شتاب بگیرد، ترمز بگیرد و دور بزند (شکل ۲۰۶ــ۳).

در اثر حرکت لاستیک روی انواع سطوح جاده، (آسفالت، شوسه و...) اصطکاک ایجاد شده سطح لاستیک سائیده شده و مصرف می‌شود.

شکل ۲۰۶ــ۳ــ چند نوع لاستیک

ساختمان لاستیک‌ها : لاستیک از یک رویه (که آج‌ها روی آن قرار دارند)، لایهٔ حفاظ، لایهٔ اصلی، دیواره، تکیه‌گاه (طوقه)، لایهٔ داخلی (تیوپ) سوپاپ هوا (والو) تشکیل شده است. لاستیک‌ها در دو نوع تیوپ‌دار و بدون تیوپ ساخته می شوند.

در اکثر خودروها (سنگین، موتورسیکلت و وانت‌ها) از نوع تیوب‌دار استفاده می‌شود. اکثر خودروهای سواری جدید از نوع بدون تیوپ (تیوبلس) استفاده می‌شود که هوای فشرده فضای بین لاستیک رویی و رینگ چرخ را پُر می کند.(شکل ۲۰۷ــ۳)

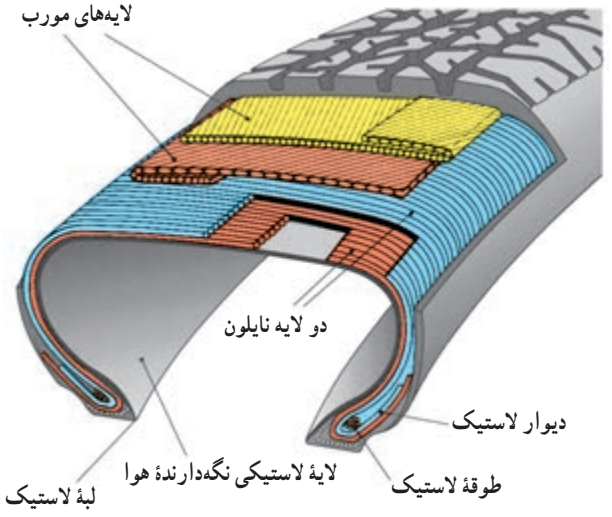


شکل ۲۰۷ــ۳ــ ساختمان تایر (لاستیک)

میزان باد لاستیک، برحسب نوع آن و مقدار نیرویی که بر آن وارد می‌شود، تعیین می‌شود.

تعداد لایه‌های لاستیک‌ها، به نوع و مقدار بار آن بستگی دارد.

در خودروهای سبک بین ۲ تا ۶ لایه و در خودروهای سنگین بیش از ۱۴ لایه به‌کار می‌رود (شکل ۲۰۸ــ۳).

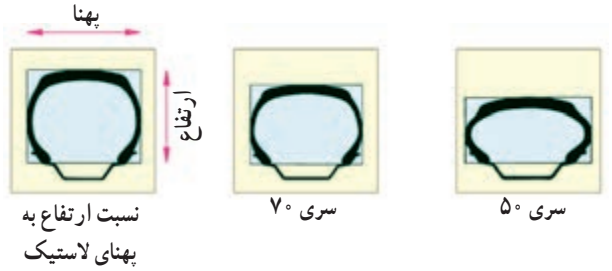


شکل ۲۰۸ــ۳ــ لایه‌گذاری در لاستیک‌ها

ــ ***پروفیل لاستیک ها :*** شکل لاستیک ها یکسان نیست. نسبت ابعادی لاستیک عبارت است از نسبت ارتفاع مقطع لاستیک، به نسبت پهنای آن (شکل ۲۰۹ــ۳).

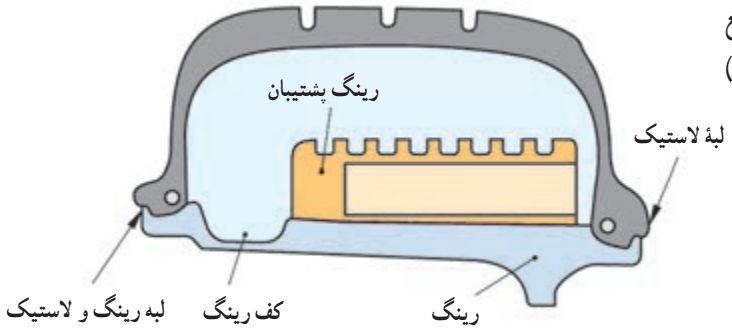
نسبت‌های متداول ۸۰، ۷۰، ۶۰ ، ۵۰، ۴۰ و ۳۵ است.

هرچه این نسبت کوچک‌تر باشد، لاستیک پهن‌تر است.



شکل ۲۰۹ــ۳ــ نسبت ابعادی لاستیک‌ها

ارتفاع مقطع لاستیک سری ۷۰ فقط ۷۰٪ پهنای مقطع آن است نوع دیگر از لاستیک‌ها، لاستیک‌های تخت (فلت) است (شکل ۲۱۰ــ۳).

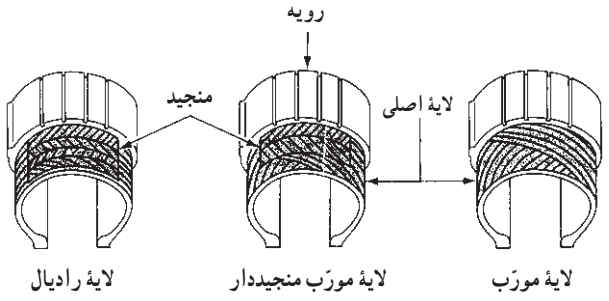


شکل ۲۱۰ــ۳ــ لاستیک تخت با رینگ پشتیبان

ــ لایه‌گذاری لاستیک‌ها : لایه‌های لاستیک‌ها را به دو روش می‌توان قرار داد : قطری یا شعاعی.

در نوع قطری، که قِدمت بیشتری دارد، لایه‌ها را به‌صورت قطری یا مورّب می‌چیدند. این نوع لاستیک‌ها در همهٔ امتدادها مقاوم هستند. ولی لایه‌ها در سرعت‌های بالا به حرکت روی یکدیگر و تولید گرما گرایش دارند و آج آنها به بسته شدن (پیچیدن) تمایل دارند.

در لاستیک‌های رادیال لایه‌ها باهم موازی و بر لبهٔ لاستیک عمودند (نوع شعاعی) و دیوارهٔ آنها انعطاف‌پذیرتر هستند، درنتیجه لاستیک کمتر سرمی‌خورد و مصرف سوخت خودرو نیز کاهش می‌یابد (شکل ۲۱۱ــ۳).



شکل ۲۱۱ــ۳ــ لایه‌گذاری لاستیک‌ها

آج لاستیک‌ها : آج لاستیک، در جادهٔ خشک اثر چندانی ندارد (صاف بودن لاستیک باعث چسبندگی بهتر تایر با جاده می‌شود که در خودروهای مسابقه کاربرد دارد).

نقش آج وقتی مشخص می‌شود که خودرو در جادهٔ شوسه، یخ‌زده، برفی یا مرطوب و خیس حرکت کند (شکل ۲۱۲ــ۳).

عمق متوسط آج در لاستیک نو $\frac{۳}{۸}$ اینچ است و تا عمق $\frac{۱}{۱۶}$ اینچ، ایمنی آن قابل قبول است.

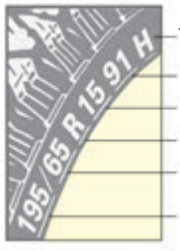
معمولاً شاخص‌هایی بین فرورفتگی آج‌ها و یا رنگ در لایه‌ها، حداقل مقدار این عمق آج را مشخص می‌نماید. در صورت سایش لاستیک‌ها و نمایان شدن این شاخص‌ها، لاستیک‌ها باید تعویض شوند.

شکل ۲۱۲ــ۳ــ چند نوع آج لاستیک

مشخصات لاستیک ها : بر روی لاستیک ها اعداد یاحروفی نوشته می‌شود که مفاهیم لازم را در خصوص مشخصات لاستیک بیان می‌کند که عبارت است از :

از دازهٔ تایر ، نسبت ابعادی، نوع لاستیک (رادیال معمولی)،اندازهٔ رینگ،ظرفیت بار مجاز،حداکثر سرعت مجاز.

با توجه به شکل ۲۱۳ــ۳ (195.65R 1591 H)مشخصات این لاستیک عبارتست از : لاستیک با عرض ۱۹۵ میلی‌متر با نسبت ۶۵٪ رادیال با رینگ ۱۵ اینچ و عدد ۹۱ با استفاده از جدول ۱ــ۳ نشان‌دهندهٔ ظرفیت بار مجاز به مقدار ۶۱۵ کیلوگرم (۲/۹ bar) می‌باشد.حرف H با استفاده از جدول ۲ــ۳حداکثر سرعت مجاز (معادل ۲۱۰کیلومتر برساعت) را نشان می‌دهد.



سرعت مجاز ۲۱۰ کیلومتر
بار مجاز ۶۱۵ کیلوگرم
رینگ ۱۵ اینچ
رادیال
نسبت ۶۵٪
عرض ۱۹۵ میلی‌متر

شکل ۲۱۳ــ۳ــ مشخصات لاستیک‌ها

جدول ۱ــ۳ــ جدول کد ظرفیت بار مجاز

جدول ظرفیت بار مجاز لاستیک						
اندازهٔ لاستیک	L_1	kg	bar	L_1	kg	bar
135/ 80 R13	۷۰	۳۳۵	۲/۴	۷۴	۳۷۵	۲/۸
185/ 70 R14	۸۸	۵۶۰	۲/۵	۹۲	۶۳۰	۲/۹
195/ 65 R15	۹۱	۶۱۵	۲/۵	۹۵	۶۹۰	۲/۹
205/ 50 R16	۸۷	۵۴۵	۲/۵	۹۱	۶۱۵	۲/۹

جدول ۲ــ۳ــ جدول کد حداکثر سرعت مجاز

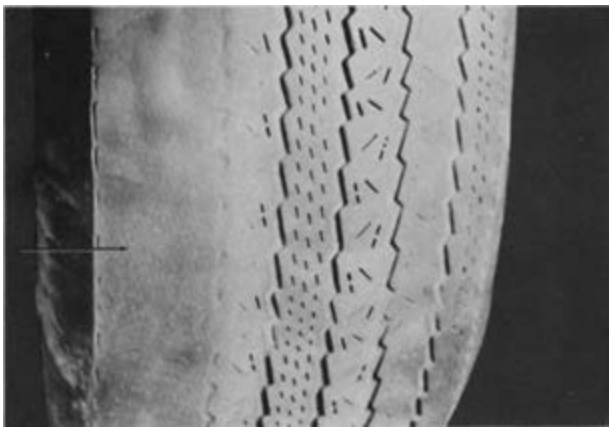
حداقل و حداکثر سرعت مجاز km/h			
علامت اختصاری	حداکثرسرعت مجاز km/h	علامت اختصاری	حداکثرسرعت مجاز km/h
V	۲۴۰	Q	۱۶۰
W	۲۷۰	S	۱۸۰
Y	۳۰۰	T	۱۹۰
ZR	بالاتر از ۲۴۰	H	۲۱۰

۳ــ۱۱ــ۳ــ تغییرات ظاهری لاستیک‌ها : زوایای طراحی شده در خودروها باعث استقرار مناسب، عمودی و کامل لاستیک‌ها روی سطح جاده می‌شوند. درصورتی که این استقرار در اثر تغییرات زوایا یا فرسایش سیستم تعلیق از حالت طبیعی (نرمال) خارج شود، به فرسایش غیرطبیعی لاستیک ها منجر می‌شود.رانندگی غلط (پیچیدن تند و سریع)هم منجر به سایش لاستیک‌ها می‌شود.

سایش دوطرفه (شکل ۲۱۴ــ۳)، دوطرفه (شکل ۲۱۵ــ۳)، قسمت میانی (شکل ۲۱۶ــ۳)، و ... نشان داده شده است. که هر یک نشان‌دهندهٔ تغییرات مشخصی در سیستم فرمان یا لاستیک‌ها می‌باشند.

شکل ۲۱۴ــ۳ــ سایش در اثر رانندگی غلط (پیچیدن تند)

در صورت بروز حادثه و ضربه خوردن به محور چرخ‌ها در سیستم تعلیق مستقل زاویه کمبر تغییر کرده و منجر به لاستیک سایی یک‌طرفه می‌شود(شکل ۲۱۵ ــ۳).



شکل ۲۱۵ــ۳ــ سایش در اثر کمبر نادرست

کم بودن باد لاستیک‌ها منجر به سایش لاستیک‌ها از دوطرف (شکل ۲۱۶ ــ۳) و زیاد بودن باد آنها منجر به سایش لاستیک از قسمت میانی می‌گردد.

بازدید مرتب تایر و چرخ، به افزایش ایمنی و عمر مفید چرخ و لاستیک کمک می‌کند.

از وضعیت ساییدگی لاستیک‌ها، می‌توان به رانندگی غلط، سرویس و نگه‌داری نادرست، معایب مکانیکی، تنظیم نبودن زوایا، بالانس نبودن چرخ‌ها و معایب احتمالی دیگر پی‌برد.

شکل ۲۱۶ــ۳ــ سایش در اثر تنظیم نبودن باد (باد کم)

۱۲ــ۳ــ دستورالعمل تنظیم زوایای چرخ‌ها

زمان : ۶ ساعت

هدف از تنظیم زوایای چرخ ها بازگرداندن مشخصات اولیه (توصیه شده) به سیستم تعلیق خودرو است، که شامل تنظیم صحیح همهٔ زوایای مرتبط با هم در سیستم تعلیق است و بر هدایت و کنترل خودرو اثر می‌گذارد.

تجهیزات و ابزار موردنیاز : برای اندازه‌گیری این زوایا، تجهیزات و دستگاه‌های مختلف وجود دارد.

ــ دستگاه‌های مکانیکی (ترازی) که به توپی چرخ متصل می‌شوند و زاویه‌ها از روی آنها مستقیماً قرائت می‌شود (شکل ۲۱۷ــ۳).

شکل ۲۱۷ــ۳ــ دستگاه اندازه‌گیری زوایای مکانیکی (ترازی)

ــ دستگاه های اندازه گیری زوایای نوری، که نتایج اندازه‌گیری را روی صفحه‌ای نمایش می‌دهند (شکل ۲۱۸ــ۳).

ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری زوایای رایانه‌ای (کامپیوتری) که نتایج اندازه‌گیری‌های مربوط به هر چهار چرخ را به صورت همزمان نمایش می‌دهند (شکل‌های ۲۱۹ــ۳ و ۲۲۰ــ۳ و ۲۲۱ــ۳).

بازدیدهای قبل از اندازه‌گیری زوایای چرخ‌ها : قطعات و وضعیت‌های مختلفی بر فرمان خودرو اثر می گذارد و قبل از اندازه‌گیری زوایا باید آنها را بررسی کرد که عبارت‌اند از :

ــ بازدید بارهای غیرعادی در خودرو یا صندوق عقب،

ــ بازدید فشار باد و وضعیت فرسایش لاستیک‌ها،

ــ بازدید بلبرینگ‌های چرخ از لحاظ وضعیت و تنظیم،

ــ بازدید بالانس چرخ‌ها و دو پهنی رینگ؛

ــ بازدید لقی سیبک‌ها و خلاصی فرمان؛

ــ بازدید سیستم تعلیق عقب (فنر ، کمک فنر ، بوش‌ها و...)

ــ بازدید سیستم تعلیق جلو (فنر،کمک فنر ، بوش ها و...)

ــ هم‌راستا کردن چرخ‌ها و تأمین استقرار مناسب آنها

ــ تکان دادن و قرا ر دادن روی ریل یا صفحه گردان مخصوص

ــ برا ی تنظیم زوایای کستر و کمبر به ترتیب زیر اقدام کنید :

تنظیم زوایای کستر وکمبر، با توجه به نوع سیستم تعلیق، به روش‌های زیر انجام می‌شود :

ــ د ر سیستم های تعلیق با طبق دوبل (نامساوی) از واشرهای U شکل که بین طبق و شاسی گذاشته می‌شود استفاده می‌کنند (شکل ۲۲۱ــ۳).

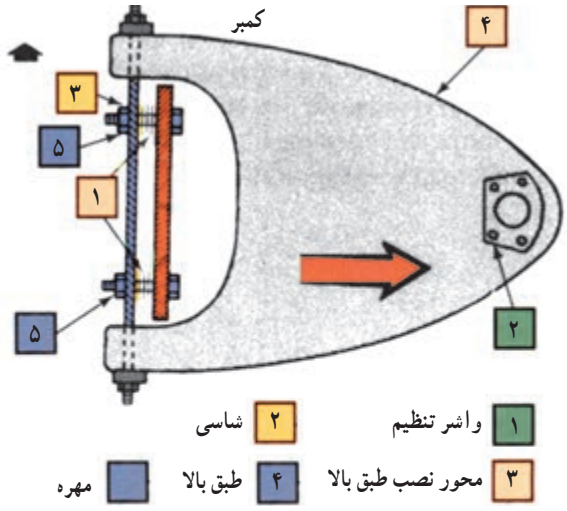
شکل ۲۱۸ــ۳ــ دستگاه اندازه‌گیری زوایای نوری

شکل ۲۱۹ــ۳ ــ دستگاه اندازه‌گیری زوایای رایانه‌ای (کامپیوتری)

شکل ۲۲۰ــ۳ــ نصب مجموعهٔ حسگر دستگاه اندازه‌گیر رایانه‌ای

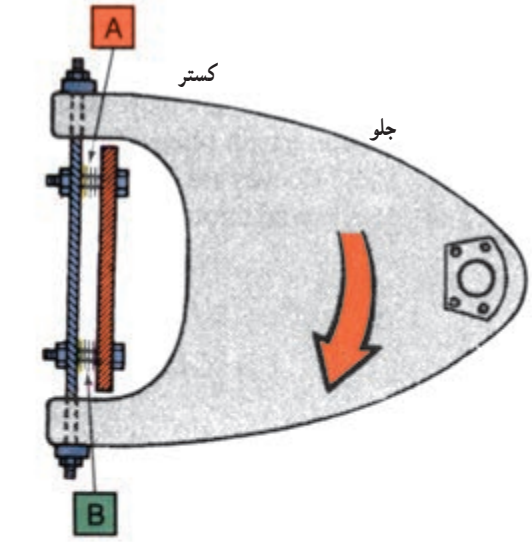
شکل ۲۲۱ــ۳ــ صفحهٔ نشان‌دهندهٔ اندازه‌های به‌دست آمده

ــ وقتی واشرها در داخل بست و شاسی قرار دارند، با اضافه کردن واشر به دو طرف به‌صورت مساوی، کمبر مثبت کاهش می‌یابد (وقتی واشرها بیرون بست‌شاسی باشند کمبر مثبت افزایش می‌یابد)، (شکل ۲۲۲ــ۳).



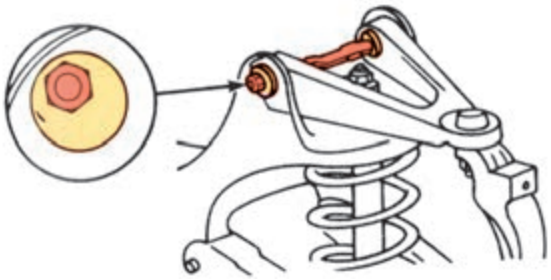
شکل ۲۲۲ــ۳ــ تغییر زاویهٔ کمبر با واشرگذاری

ــ با اضافه کردن واشر به یک پیچ و برداشتن از پیچ دیگر، سرخارجی طبق بالا، جلو یا عقب می‌رود. درنتیجه زاویهٔ کستر افزایش یا کاهش می‌یابد (شکل ۲۲۳ــ۳). با انجام این عمل چرخ نسبت به محور جلوتر (برداشتن واشر از A) و عقب‌تر (برداشتن واشر از B) قرار می‌گیرد که باعث افزایش (کاهش) زاویهٔ کستر می‌شود.



شکل ۲۲۳ــ۳ــ تغییر زاویهٔ کستر با واشرگذاری

ــ یکی از سیستم‌های دیگر تنظیم زوایای کمبر و کستر استفاده از پیچ تنظیم (واشر) خارج از مرکز است (شکل ۲۲۴ــ۳). با پیچاندن پیچ‌های دوطرف به‌طور مساوی زاویهٔ کمبر و با چرخاندن معکوس این پیچ‌ها زاویهٔ کستر تغییر می‌کند.



شکل ۲۲۴ــ۳ــ تغییر زاویه با استفاده از پیچ تنظیم خارج از مرکز

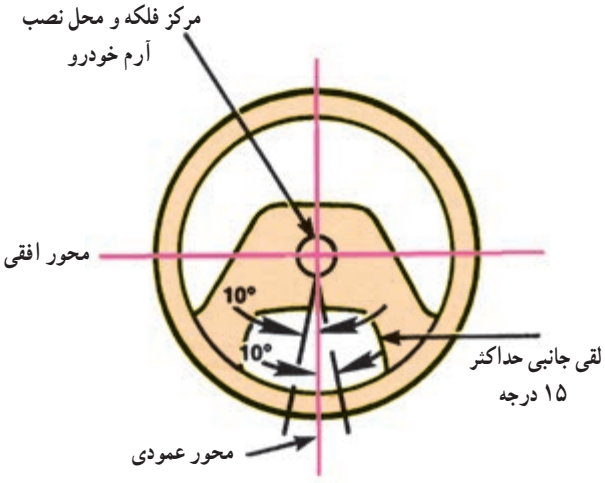
بعضی از سیستم های تعلیق ستونی (مک فرسون)، نیز با پیچاندن پیچ خارج از مرکز زاویهٔ کمبر تغییر می‌کند (شکل ۲۲۵ــ۳).

در بسیاری از خودروهایی که محور کمک فنر دارند و فاقد پیچ تنظیم‌اند زوایای کمبر و کستر تنظیم نمی‌شود و در صورت تغییر این زوایا (کج شدن محور چرخ نسبت به محور کمک‌فنر) باید محور کمک‌فنر را تعویض نمود.

شکل ۲۲۵ــ۳ــ تغییر زاویهٔ کمبر سیستم مک‌فرسون با پیچ تنظیم

اندازه‌گیری و تنظیم زوایای تقارب (تباعد) :

ــ پس از تنظیم زوایای کمبر و کستر باید تقارب (تباعد) چرخ‌های جلو اندازه‌گیری شود. برای اندازه‌گیری این زوایا باید چرخ‌ها مستقیم روبه جلو و فلکهٔ فرمان درحال مستقیم قرار داده شود (شکل ۲۲۶ــ۳).

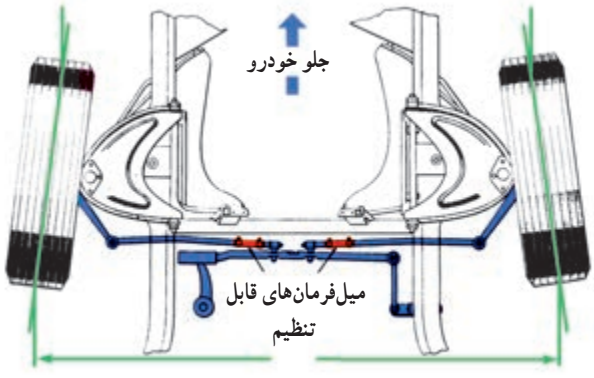


شکل ۲۲۶ــ۳ــ حالت مستقیم (نرمال) فلکهٔ فرمان

برای تنظیم باید مهرهٔ تثبیت کننده میل‌فرمان را باز نمود و با چرخش میل‌فرمان اندازهٔ طولی آن را کم یا زیاد نمود (شکل ۲۲۷ــ۳).

دقت شود تنظیم این زوایا پس از استخراج زوایای توصیه شده در راهنمای تعمیر و نگه‌داری خودرو مورد نظر (یا سایر مدارک فنی)باید انجام شود.

و از تغییر زوایا قبل از اطلاع از اندازه‌های مجاز و توصیه شرکت سازنده خودرو باید خودداری نمود.



شکل ۲۲۷ــ۳ــ تنظیم زوایای تباعد و تقارب، میل فرمان قابل تنظیم

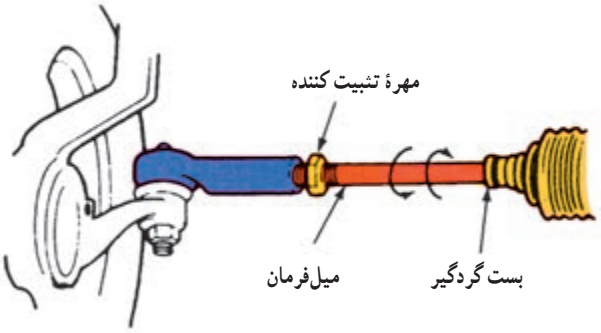
اگر میل فرمان درجلو باشد افزایش طولی آن باعث باز شدن سرچرخ‌ها و در صورت قرار گرفتن میل فرمان در عقب باعث جمع شدن سرچرخ‌ها می‌شود (شکل ۲۲۸ــ۳).

دقت کنید

ــ در بعضی از خودروها زوایای چرخ‌های عقب نیز قابل تنظیم‌اند، که با توجه به نوع آن باید اندازه‌گیری و تنظیم شوند.

ــ اندازه زوایای چرخ‌های هر خودرو را، با توجه به اندازه‌های توصیه شده از سوی کارخانهٔ سازنده، باید تنظیم نمود.

ــ دو پهنی لاستیک، یکی از علل کشیدن فرمان است که با تنظیم یک‌نواخت باد لاستیک‌ها و جابه‌جایی آن‌ها می‌توان لاستیک معیوب را شناسایی و تعویض نمود.



شکل ۲۲۸ــ۳ــ میل‌فرمان بامهرهٔ ضامن برای تنظیم زاویه تقارب (تباعد)

۱۳ــ۳ــ دستورالعمل بالانس چرخ‌ها

زمان : ۲ ساعت

هرگاه چرخی کاملاً بالانس و متعادل باشد، محور چرخ در مرکز ثقل آن قرار دارد و چرخ حرکت یک‌نواخت و موزونی خواهد داشت.

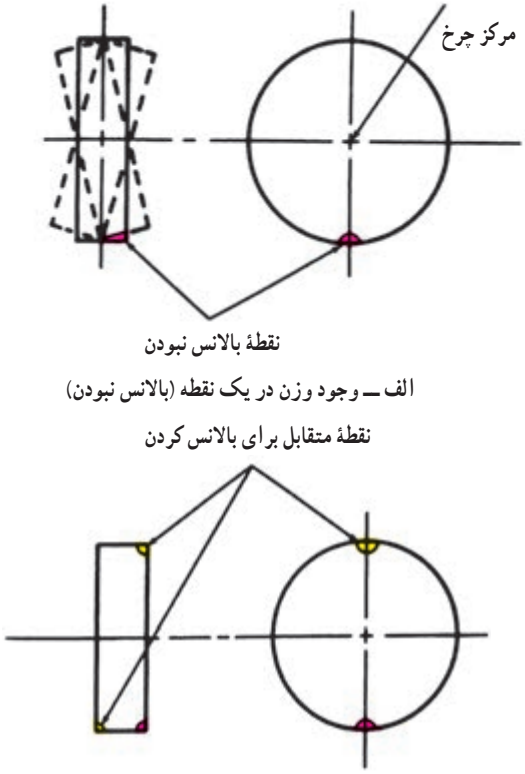
چنان‌چه چرخی بالانس نباشد، نقطهٔ ثقل در خارج از محور چرخ قراردارد و در نتیجه، نسبت به محور، نیروهای غیرمجازی تولید می‌شود که چرخ را به شدت می‌لرزاند.

مقدار نیروی ناشی از بالانس نبودن، با دو برابر شدن دور چرخ، چهار برابر می شود، که اثر آن در دورهای زیاد، بیشتر محسوس است.

چرخ‌ها را از لحاظ استاتیکی و دینامیکی بالانس می‌نمایند (شکل ۲۲۹ــ۳).

ــ برای بالانس استاتیکی چرخ ها به ترتیب زیر اقدام کنید :

هدف از بالانس استاتیکی، توزیع یک‌نواخت وزن روی رینگ است. چرخی که از لحاظ استاتیکی بالانس نیست پرش می‌کند.



الف ــ وجود وزن در یک نقطه (بالانس نبودن)

ب ــ انتخاب نقطهٔ متقابل برای بالانس کردن

شکل ۲۲۹ــ۳ــ بالانس نبودن دینامیکی

در اغلب سرعت‌ها چرخ در امتداد بالا به پایین ارتعاش می‌کند.

برای بالانس استاتیکی باید آن را باز کنید و پس از تمیز کردن، آن‌را روی دستگاه بالانس استاتیکی بگذارید. اگر قسمتی از چرخ سنگین‌تر باشد، حباب وسط دستگاه (شکل ۲۳۰ــ۳) جابه‌جا می‌شود، که باید با وزنهٔ در سمت مخالف، سنگین بودن آن را بالانس نمود.

شکل ۲۳۰ــ۳ــ دستگاه بالانس حباب‌دار

برا ی بالانس دینامیکی (چرخشی) به ترتیب زیر اقدام کنید :

هدف از بالانس دینامیکی توزیع یکنواخت وزن در دو طرف خط مرکزی لاستیک است. وقتی چرخ از لحاظ دینامیکی بالانس باشد، در هنگام چرخش، تمایل به حرکت جانبی ندارد و اگر بالانس نباشد، ممکن است دچار زدن جانبی شود (شکل ۲۲۹ــ۳) بالانس دینامیکی را، با توجه به نوع دستگاه، می‌توان پس از باز کردن چرخ یا بدون باز کردن آن، انجام داد. وزنه‌های مورد نیاز برای بالانس کردن چرخ‌ها در دو نوع چسبی و گیره‌ای ساخته می‌شوند که باید آنها را در لبه رینگ روی نقطه‌ای که به‌وسیله دستگاه بالانس مشخص می‌شود نصب نمود(شکل ۲۳۱ــ۳).

شکل ۲۳۱ــ۳ــ نصب وزنهٔ روی رینگ

شکل ۲۳۲ــ۳ــ دستگاه بالانس چرخ با صفحه نشان‌دهنده

دستگاه بالانس دینامیکی، با توجه به دستورالعمل، نشان می‌دهد که در کجا و با چه وزنی باید وزنه را به چرخ اضافه نمود (شکل ۲۳۲ــ۳).

دقت کنید

در هنگام بالانس کردن چرخ‌ها باید نکات زیر را رعایت کنید.

ــ چرخ را پس از باز کردن تمیز کنید (رینگ + لاستیک) و سرب‌های بالانس قبلی را پیاده کنید (شکل ۲۳۳ــ۳).

ــ سلامت رینگ را از نظر کج شدن، تاب داشتن و... بررسی کنید.

ــ درصورتی که کجی یا تاب بیش از حد مجاز باشد باید رینگ را تعویض نمود.

شکل ۲۳۳ــ۳ــ تمیز کردن و پیاده کردن سرب‌های قبلی

ــ چرخ را با توجه به دستورالعمل روی دستگاه نصب و محکم کنید (شکل ۲۳۴ــ۳).

ــ برای نصب چرخ با توجه به نوع رینگ و سایز آن، از توپی مناسب (توصیه شده) استفاده کنید.

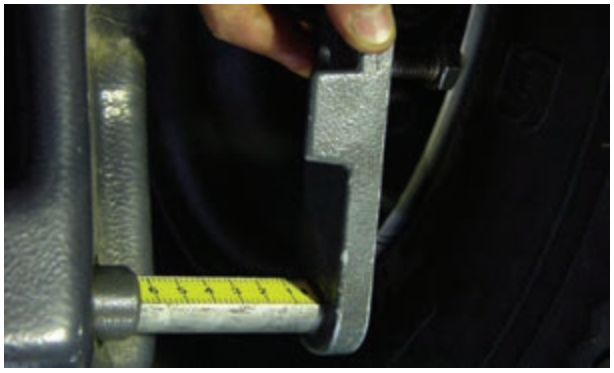
شکل ۲۳۴ــ ۳ــ نصب چرخ روی دستگاه

ــ طی عملیات بالانس کردن، کلیهٔ نکات مندرج در دستورالعمل را رعایت کنید (شکل ۲۳۵ــ۳).

ــ تنظیم فاصلهٔ رینگ بعد از نصب کامل لاستیک (شکل ۲۳۵ــ۳).

ــ تنظیم اندازهٔ رینگ روی دستگاه

ــ تنظیم نوع لاستیک (معمولی، رادیال و...) روی دستگاه



شکل ۲۳۵ــ۳ــ تنظیم برابر دستورالعمل دستگاه

ــ پوشش ایمنی دستگاه را پایین بیاورید (شکل ۲۳۶ــ۳).

ــ درصورتی که پوشش ایمنی را پایین نیاورید احتمال پرتاب زوائد لای آج‌ها و آسیب دیدن وجود دارد.

شکل ۲۳۶ــ۳ــ پایین آوردن سریع ایمنی

ــ با راه‌اندازی دستگاه و رسیدن تعداد دوران به حد معینی محل و مقدار وزنهٔ مورد نیاز تعیین می‌شود.

ــ وزنهٔ انتخابی باید برابر وزنهٔ اعلام شده به‌وسیلهٔ نشان‌دهنده باشد و فقط از یک وزنه استفاده کنید (شکل ۳ــ۲۳۷).

ــ معمولاً علاوه بر محل، جهت نصب وزنه (بیرون یا داخل) روی لاستیک نیز مشخص می‌شود.

شکل ۳ــ۲۳۷ــ تعیین وزنه مورد نیاز در صفحه نشان‌دهنده

ــ محل نصب وزنه را دقیقاً تعیین نمایید (شکل‌های ۳ــ۲۳۸ و ۳ــ۲۳۹) و در محل تعیین شده آن‌را نصب نمایید.

ــ از بالانس لاستیک های فرسوده یا دارای سایدگی شدید غیرطبیعی (نرمال) صرف‌نظر کنید.

ــ درصورتی که چرخ مستقیماً روی خودرو بالانس شده باشد. در هنگام باز کردن چرخ ، آن را نسبت به محل نصب، علامت‌گذاری کنید. و در حین نصب علائم را روبه‌روی یکدیگر قرار دهید.

در صورتی‌که پس از بالانس کردن چرخ‌ها فرمان به حالت طبیعی (بدون لرزش و زدن) عمل نکرد، باید سایر اجزای محور چرخ (اجزا ی متحرک) مانند دیسک، کاسه و غیره را بررسی نمود.

شکل ۳ــ۲۳۸ــ نصب وزنه روی قسمت بیرونی رینگ

شکل ۳ــ۲۳۹ــ نصب وزنه روی قسمت داخلی رینگ

۱۴ ــ ۳ــ جدول عیب‌یابی سیستم فرمان

عیب	علت احتمالی	بازرسی یا رفع عیب
۱ــ سفتی فرمان	کار نکردن سیستم فرمان هیدرولیکی یا برقی کم بودن یا برابر نبودن باد لاستیک‌ها اصطکاک در جعبه فرمان اصطکاک در میله‌بندی فرمان استهلاک در سیبک‌ها زیاد بودن کستر مثبت کجی یا نامیزانی اتاق یا شاسی شکم‌دادن فنر	به راهنمایی تعمیر و نگهداری خودرو رجوع کنید. باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. جعبه فرمان را روغن‌کاری، تنظیم یا تعمیر کنید. میله‌بندی فرمان را روغن‌کاری، تنظیم یا تعمیر کنید. سیبک‌ها را روغن‌کاری یا تعمیر (تعویض) کنید. چرخ‌ها را میزان کنید. اتاق یا شاسی را صاف کنید. فنر را تعویض یا تنظیم کنید.
۲ــ خلاصی اضافی فرمان	لقی در جعبه فرمان لقی در میله‌بندی لقی غیرمجاز سیبک‌ها یا اجزای میل فرمان‌ها لقی بلبرینگ چرخ	جعبه‌فرمان را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. میله‌بندی را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. قطعات فرسوده را تعویض کنید. آن را تنظیم کنید.
۳ــ گیجی فرمان	جفت نبودن لاستیک‌ها یا نایک‌نواخت بودن میزان باد آنها گیرداشتن میله‌بندی گیرداشتن جعبه‌فرمان تباعد بیش از اندازه لقی در میله‌بندی لقی در جعبه‌فرمان لقی سیبک‌ها لقی فنرهای شمش نایک‌نواختی بار خودرو کارآمد نبودن میل موج‌گیر	لاستیک‌ها را تعویض و باد آن‌ها را تنظیم کنید. قطعات ساییده شده را تنظیم، روغن‌کاری یا تعویض کنید. میله‌بندی را تنظیم و روغن‌کاری و قطعات فرسوده را تعویض کنید. چرخ‌ها را میزان کنید. میله‌بندی را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. جعبه فرمان را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. سیبک‌ها را عوض کنید. فنرهای شمش را سفت کنید. بار خودرو را پخش کنید. میل موج‌گیر را سفت یا تعویض کنید.
۴ــ کشیدن فرمان	یک‌نواخت نبودن باد لاستیک‌ها یک‌نواخت نبودن کستر یا کمبر سفت بودن بلبرینگ چرخ نایک‌نواختی فنرها (شکم دادن، شکستگی، لقی اتصال) نایک‌نواختی تنظیم فنر موج‌گیر کشیدن ترمزها	باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. زوایای چرخ‌ها را میزان کنید. بلبرینگ چرخ را تنظیم یا تعویض کنید. فنرها را سفت و قطعات معیوب را تعویض کنید. فنر موج‌گیر را تنظیم کنید. ترمزها را تنظیم یا تعمیر کنید.
۵ــ کشیدن فرمان در هنگام ترمزگیری	قاپیدن ترمز نایک‌نواختی باد لاستیک‌ها نادرست یا نایک‌نواخت‌بودن کستر دلایل ذکر شده در ردیف ۴	لنت ترمزها را تنظیم یا تعویض کنید. باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. چرخ‌ها را میزان کنید.

۶ــ زدن فرمان	نایک‌نواختی یا کم بودن باد لاستیک‌ها لقی در میله‌بندی لقی سیبک‌ها لقی در جعبه‌فرمان نرمی بیش از حد فنرهای جلو نادرست یا نابرابر بودن کمبر نامنظم بودن آج لاستیک بالانس نبودن چرخ‌ها	باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. میله‌بندی را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. سیبک‌ها را تعویض کنید. جعبه‌فرمان را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. ملحقات فنربندی جلو را تعویض یا سفت کنید. چرخ‌ها را میزان کنید. لاستیک‌های فرسوده را عوض کنید، آج لاستیک‌ها را با هم جور کنید. چرخ‌ها را بالانس کنید.
۷ــ پرش	بالانس نبودن چرخ‌ها دوپهن بودن رینگ خرابی کمک‌فنرها دلایل ذکرشده در ردیف ۶	چرخ‌ها را بالانس کنید. رینگ را صاف یا تعویض کنید. کمک‌فنر را عوض کنید.
۸ ــ در رفتن فرمان	کم بودن یا نا یکنواخت بودن باد لاستیک‌ها شکم دادن فنرها خرابی کمک‌فنرها لقی در میله‌بندی لقی در جعبه‌فرمان	باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. فنر را عوض کنید، فنرهای موج‌گیر را تنظیم کنید. کمک‌فنرها را تعویض کنید. میله‌بندی را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید. جعبه‌فرمان را تنظیم و قطعات فرسوده را تعویض کنید.
۹ــ برگشت‌پذیری ضعیف	اصطکاک در سیستم فرمان اصطکاک در سیستم تعلیق کستر منفی بیش از حد بد کار کردن سیستم فرمان هیدرولیکی یا برقی	سیستم فرمان را روغن‌کاری، تنظیم یا تعمیر کنید. سیستم تعلیق را روغن‌کاری، تنظیم یا تعمیر کنید. زاویهٔ کستر را کنترل و تنظیم کنید. سیستم هیدرولیکی یا برقی فرمان را تمیز یا تعمیر کنید.
۱۰ــ صدا کردن لاستیک‌ها در هنگام پیچیدن	سرعت زیاد کم یا نایک‌نواخت بودن باد لاستیک‌ها میزان نبودن فرمان ساییدگی لاستیک‌ها	سر پیچ‌ها آهسته‌تر برانید باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. چرخ‌ها را میزان کنید. لاستیک‌ها را عوض کنید.
۱۱ــ لاستیک سایی	سایش کناره‌های آج لاستیک به دلیل کم‌باد بودن سایش وسط آج لاستیک به دلیل پرباد بودن سایش یک طرف آج لاستیک به دلیل کمبر اضافی پله انداختن لاستیک براثر تقارب یا تباعد اضافی ساییدگی براثر بالا بودن سرعت درهنگام پیچیدن سایش نایک‌نواخت یا دالبری سایش سریع ناشی ازسرعت	باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. باد لاستیک‌ها را تنظیم کنید. زوایای چرخ‌ها را میزان کنید. زوایای چرخ‌ها را میزان کنید. سرِ پیچ‌ها آهسته‌تر برانید. لاستیک‌ها را جابه‌جا کنید، چرخ‌ها را بالانس کنید. قطعات فرسوده تعلیق را عوض کنید. آهسته‌تر برانید تا عمر لاستیک بیشتر شود.

۱۲ــ کوبیدن‌سیستم تعلیق	خرابی فنر یا کمک‌فنر افتادن ضربه‌گیر لاستیکی بار سنگین	فنر یا کمک‌فنر را تعویض کنید. ضربه‌گیر دیگری به جای آن بگذارید. از کمک‌فنرهای سنگین کار استفاده کنید.
۱۳ــ نوسان بیش از اندازه در هنگام پیچیدن	لقی میل موج‌گیر و معیوب بودن بوش‌های لاستیکی ضعیف بودن یا شکم دادن فنرها نادرست بودن کستر خرابی کمک‌فنرها	میل موج‌گیر را سفت و بوش‌های لاستیکی را تعویض کنید. فنرها را تعمیر یا تعویض کنید. زوایای چرخ‌ها را میزان کنید. کمک‌فنرها را تعویض کنید.
۱۴ــ شکستن فنر	بار اضافی شل بودن کرپی‌های فنر شمش خرابی کمک‌فنر سفتی قامهٔ فنر و خرابی بوش‌ها	بار را کم کنید. آن را سفت کنید. کمک‌فنر را عوض کنید. آن را شل یا تعویض کنید. بوش‌های آن‌را تعویض کنید.
۱۵ــ نامناسب بودن ارتفاع سیستم تعلیق	شکستگی فنر شمش ضعیفی فنر خرابی کمک‌فنر	آن را عوض کنید. آن را عوض کنید. آن را عوض کنید.
۱۶ــ صدا و لرزش	لقی، ساییدگی یا بی‌روغنی اجزای سیستم فرمان لقی، ساییدگی یا بی‌روغنی اجزای سیستم تعلیق خرابی سیستم فرمان هیدرولیکی یا برقی سفتی یا خشکی بوش‌های کمک‌فنر	اجزای سیستم فرمان را روغن‌کاری، سفت کنید. اجزای سیستم تعلیق را روغن‌کاری، سفت کنید. آن را تعمیر کنید. کمک‌فنر را روغن‌کاری و بوش‌های آن را تعویض کنید.
۱۷ــ نرم نبودن خودرو و کیفیت نامطلوب سواری	زیاد بودن باد لاستیک خرابی کمک‌فنرها کجی میل‌کمک اصطکاک اضافی در فنر یا سیستم تعلیق	باد لاستیک را کم کنید. آن را عوض کنید. آن را عوض کنید. آن را روغن‌کاری و قطعات را هم‌راستا کنید.
۱۸ــ نشت روغن	ساییدگی یا آسیب‌دیدگی کاسه نمدهای جعبه فرمان سرریزکردن یا نشت روغن از پمپ هیدرولیکی فرمان نشت روغن از شیلنگ‌ها، لوله‌ها، یا اتصالات سیستم فرمان هیدرولیکی	آن را عوض کنید. سطح روغن را اصلاح کنید، پمپ را تعمیر کنید. آنها را تعمیر یا تعویض کنید.

آزمون پایانی (۳)

۱ــ وظایف اصلی سیستم تعلیق در خودرو چیست؟

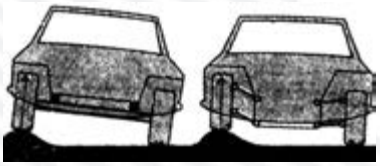
الف) تحمل وزن خودرو، تحمل سرنشین، تحمل بارخودرو

ب) تحمل وزن خودرو، پایداری خودرو، تحمل بار خودرو

ج) مهار حرکات نامطلوب چرخ، تحمل بار خودرو، کم کردن صدای ناشی از حرکت

د) مهار حرکات نامطلوب چرخ، تحمل وزن خودرو، پایداری خودرو

۲ــ دلیل انحراف نداشتن یک خودرو نسبت به خودروی دیگر در تصویر زیر چیست؟



الف) استفاده از سیستم تعلیق

ب) استفاده از سیستم تعلیق مستقل

ج) استفاده از سیستم تعلیق یک پارچه

د) استفاده از سیستم تعلیق فعال

۳ــ کدام گزینه نشان‌دهندهٔ مزیت سیستم تعلیق مستقل است؟

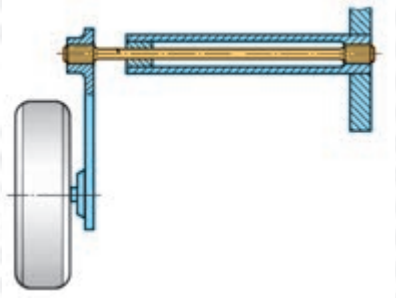
الف) تأثیر متقابل نداشتن چرخ‌ها　　ب) تأثیر متقابل چرخ‌ها

ج) قیمت تمام شدهٔ ارزان　　د) کاهش لاستیک سایی

۴ــ چه قطعه‌ای ضربات حاصل از ناهمواری‌های جاده را در خودرو جذب می‌کند؟

الف) کمک‌فنرها　　ب) محور چرخ　　ج) فنرها　　د) طبق تعلیق

۵ــ تصویر نشان‌دهندهٔ کدام گزینه است؟



الف) فنر پیچشی

ب) طبق چرخ

ج) فنر شمشی

د) میل تعادل

۶ــ کدام گزینه نشان‌دهندهٔ عملکرد کمک‌فنر نیست؟

الف) کمک فنر مانع تداوم نوسان (ارتعاش) فنر پس از عبور از روی مانع می‌شود.

ب) کمک فنر در نزدیکی هرچرخ نصب می‌شود تا نوسانات فنرها را میرا کند.

ج) کمک فنر زیر بار وزن خودرو است و بر ارتفاع اثر می‌گذارد.

د) یک سر کمک‌فنر به اتاق یا شاسی و سر دیگر به قطعه‌ای از اجزای متحرک سیستم تعلیق متصل است.

۷ــ تصویر نشان‌دهنده چه نوع سیستم تعلیقی است؟

الف) سیستم تعلیق مستقل
ب) سیستم تعلیق با فنر موج‌گیر
ج) سیستم تعلیق مک‌فرسون
د) سیستم تعلیق ژامبونی

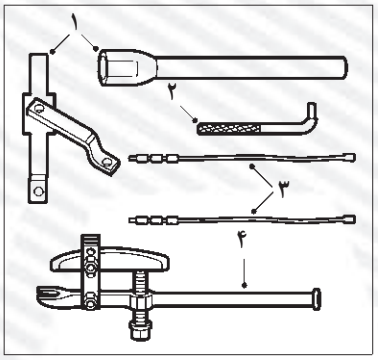
۸ــ در تصویر چه قسمتی از فنرهای شمش در حال بازشدن است؟

الف) بست مجموعهٔ فنرهای شمش
ب) یکی از پیچ‌های نگه‌دارندهٔ فنرهای شمش
ج) پیچ مرکزی (سنتربولت) فنرهای شمش
د) واشر لاستیکی بین فنرهای شمش

۹ــ تصویر نشان‌دهندهٔ چه دستگاهی است؟

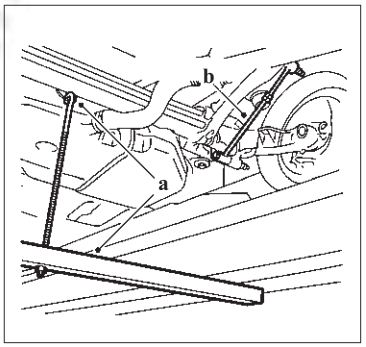
الف) ابزار مخصوص آزمایش فشار فنر
ب) ابزار مخصوص جمع کردن دستی فنر
ج) ابزار مخصوص جمع کردن فنر پایه‌دار
د) ابزار مخصوص آزمایش کشش فنر

۱۰ــ در تصویر، قطعهٔ شمارهٔ (۴) نشان‌دهندهٔ چه ابزاری است؟



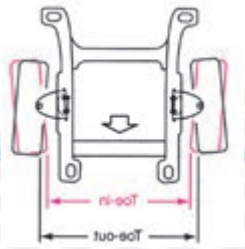
الف) سیبک‌کش
ب) قیچی نگه‌دارندهٔ توپی
ج) ابزار آزادکنندهٔ کمک فنر
د) ابزار مخصوص جمع کردن فنر

۱۱ــ در تصویر، قطعه b چه نام دارد؟



الف) کمک‌فنر
ب) جک فشاری
ج) کمک فنر مصنوعی
د) میل‌موج‌گیر کوتاه

۱۲ــ تصویر نشان‌دهنده چه زاویه‌ای در سیستم تعلیق است؟



الف) تباعد و تقارب

ب) کستر مثبت و منفی

ج) کینگ پین مثبت و منفی

د) کمبر مثبت و منفی

۱۳ــ کدام گزینه وظیفهٔ لاستیک‌ها در اتومبیل را بیان می‌کند؟

الف) جذب ضربه‌های ناشی از ناهمواری جاده و چسبیدن به سطح جاده

ب) انتقال ضربه‌های ناشی از ناهمواری جاده و شتاب‌گیری

ج) کاهش ضربات وارده به سرنشینان و شتاب‌گیری خودرو

د) میراکردن ضربه‌های ناشی از ناهمواری جاده و حرکت در جاده

۱۴ــ در خودروهای سبک، لاستیک‌ها چند لایه‌اند؟

الف) ۶ــ ۸ لایه　　ب) ۲ تا ۶ لایه

ج) ۷ تا ۱۴ لایه　　د) بیش از ۷ لایه

۱۵ــ اعداد و حروف 91H روی لاستیک نشان‌دهندهٔ چیست؟

الف) تحمل بار ۶۱۵ کیلوگرم و سرعت مجاز ۲۱۰ کیلومتر بر ساعت

ب) تحمل بار ۵۴۵ کیلوگرم و سرعت مجاز ۱۹۰ کیلومتر بر ساعت

ج) تحمل بار ۶۹۰ کیلوگرم و سرعت مجاز ۲۴۰ کیلومتر بر ساعت

د) تحمل بار ۶۴۰ کیلوگرم و سرعت مجاز ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت

۱۶ــ کدام گزینه علت کشیدن فرمان در هنگام ترمزگیری نیست؟

الف) قاپیدن قرمز　　ب) نایک‌نواختی باد لاستیک‌ها

ج) نادرستی کستر　　د) لقی سیبک‌ها

۱۷ــ کدام گزینه باعث شکستن فنرهای شمش در سیستم تعلیق نمی‌شود؟

الف) بار اضافی

ب) شل بودن کرپی‌های فنر شمش

ج) نادرست بودن کستر

د) سفتی قامهٔ فنر

مراجع و مآخذ

1 - Automotive Technology - jack Erjavec - 2004 - Delmar learning

2- Modern Automotive technology (Europa lehrmitted)

3- Autom echanics (Her Derte Ellinger)

4- Automotive suspension & steering systems (Don knowles)

5- Automotive chassis systems (thomas w. Bich)

۶ــ تکنولوژی شاسی و بدنه کد ۴۶۹/۳

۷ــ راهنمای تعمیر و نگهداری اتومبیل پیکان (صنایع آموزشی)

۸ ــ راهنمای تعمیر و نگهداری اتومبیل‌های صبا و نسیم جلد اول (شرکت سایپا یدک)

۹ــ راهنمای تعمیرات سیستم تعلیق سمند (ایساکو)

۱۰ــ تولیدات شرکت صنایع آموزشی

۱۱ــ سیستم ترمز، فرمان و تعلیق کد ۶۰۳/۵

۱۲ــ راهنمای آموزشی ترمز ABS (ایساکو)

۱۳ــ راهنمای تعمیرات پژو ۴۰۵