زمان : ۴ ساعت

۶ــ۲ــ دستورالعمل بازکردن، بستن و تنظیم جعبه فرمان‌های ساچمه‌ای

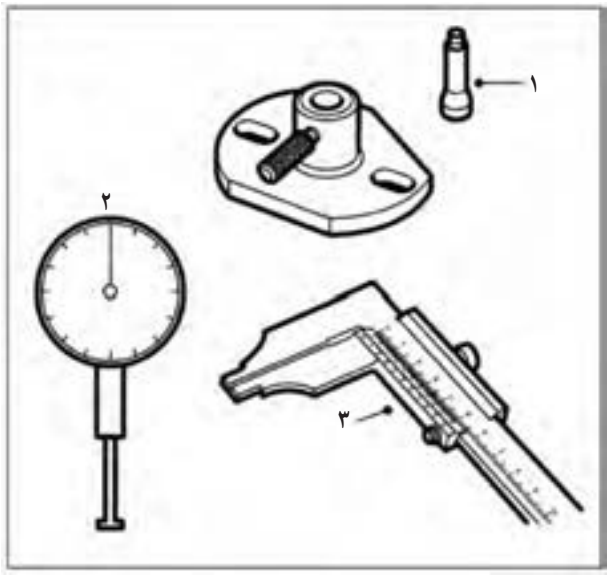
وسایل لازم

ــ جعبه ابزار عمومی مکانیک

۱ــ پایهٔ اندازه‌گیر عقربه‌ای (ساعت اندازه‌گیری)

۲ــ اندازه‌گیر عقربه‌ای(ساعت اندازه‌گیری) (شکل ۵۷ــ۲)

۳ــ کلیس



شکل ۵۷ــ۲ــ ابزار اندازه‌گیری

نکات ایمنی : علاوه بر نکات ایمنی ذکر شده، در زمان پیاده کردن جعبه فرمان از روی خودرو لازم است نکات ذیل را نیز رعایت کنید.

ــ برای باز کردن پیچ‌ها و مهره از آچار مناسب استفاده کنید.

ــ قبل از باز کردن، جعبه فرمان را کاملاً تمیز کنید.

ــ برای استقرار جعبه فرمان از گیرهٔ مناسب استفاده کنید (شکل ۵۸ــ۲).

شکل ۵۸ــ۲ــ استقرار جعبه فرمان روی گیره

ــ روغن جعبه فرمان را کاملاً تخلیه کنید.

ــ اهرم هزار خار را پیاده کنید (شکل ۵۹ــ۲).

شکل ۵۹ــ۲ــ پیاده کردن اهرم هزار خار

دقت کنید

قبل از پیاده کردن اهرم هزار خار روی اهرم و بدنهٔ جعبه فرمان علامت مطمئنی بزنید تا در زمان بستن از آن استفاده کنید.

ــ برای باز کردن جعبه فرمان ساچمه‌ای به ترتیب زیر اقدام کنید :

ــ پیچ‌های لولهٔ فرمان را باز کنید و لوله فرمان را از روی میل فرمان خارج کنید (شکل ۶۰ــ۲).

شکل ۶۰ــ۲ــ باز کردن پیچ‌های لولهٔ فرمان

ــ درپوش فنرها را باز کرده و فنرها را خارج کنید (شکل ۶۱ــ۲).

شکل ۶۱ــ۲ــ خارج کردن فنرها

ــ درپوش بالایی جعبه فرمان را باز کنید (شکل ۶۲ــ۲).

شکل ۶۲ــ۲ــ باز کردن درپوش بالایی جعبه فرمان

ــ با نگاه داشتن محفظهٔ ساچمه‌ها و پیچاندن میل فرمان، محفظه را مطابق شکل ۶۳ــ۲ خارج کنید.

شکل ۶۳ــ۲ــ خارج کردن محفظهٔ ساچمه‌ها

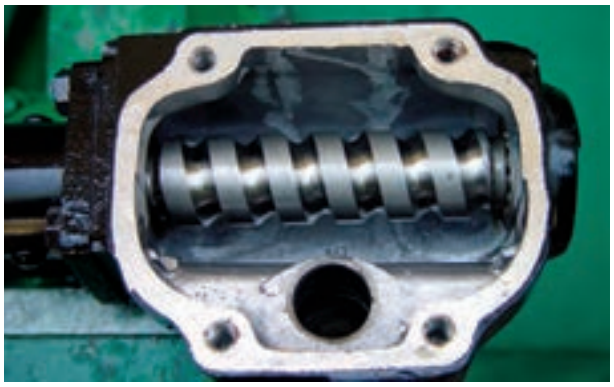
دقت کنید

در هنگام خارج کردن مارپیچ فرمان، به تعداد ساچمه‌هایِ یاتاقان‌های جلو و عقب توجه کنید.

برای بررسی قطعات جعبه فرمان ترتیب زیر اقدام کنید :

پس از جدا کردن (باز کردن) کلیهٔ قطعات، لازم است آنها را تمیز کنید و مورد بررسی قرار دهید.

ــ وضعیت مارپیچ فرمان را از نظر ساییدگی شیارها بررسی کنید و در صورت زیاد بودن ساییدگی لازم است مارپیچ فرمان تعویض گردد (شکل ۶۴ــ۲).

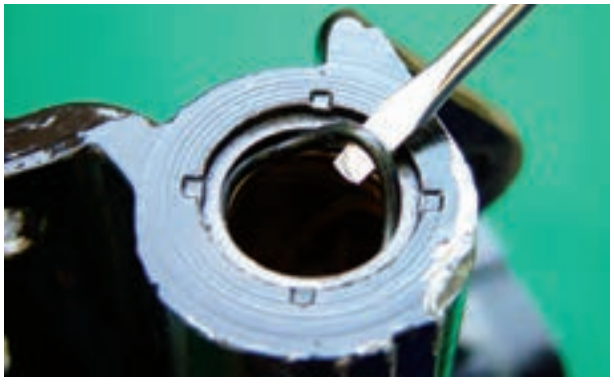


شکل ۶۴ــ۲ــ مارپیچ فرمان

ــ محفظهٔ ساچمه‌ها را از نظر ساییدگی بررسی و در صورت ساییدگی تعویض نمایید.

ــ ساچمه‌ها را از نظر شکستگی یا ساییدگی بررسی کنید.

ــ رینگ لاستیکی انتهای جعبه فرمان در محل خروج محور هزارخار را تعویض کنید (شکل ۶۵ــ۲).



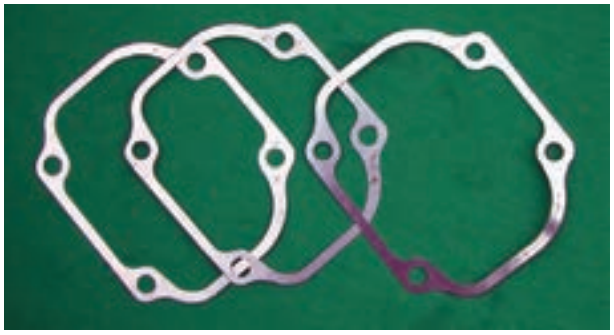
شکل ۶۵ــ۲ــ تعویض لاستیک

ــ از واشرهای غیرفلزی (کاغذی) جدید با ضخامت قبلی استفاده کنید.

برای جمع کردن اجزای جعبه فرمان به ترتیب زیر اقدام کنید : روش جمع کردن اجزای جعبه فرمان، عکس مراحل باز کردن آن است. لازم است در هنگام جمع کردن به نکات زیر دقت شود :

ــ تعداد ساچمهٔ یاتاقان‌های جلو و عقب را کنترل کنید. بهتر است ساچمه‌ها گریس زده شود تا هنگام نصب بیرون نریزند.

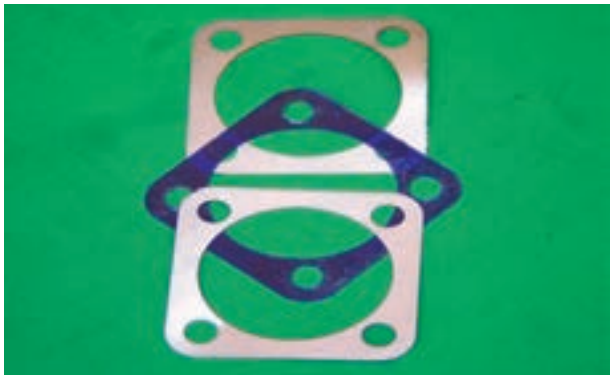
ــ از واشرهای فلزی بین بدنه و درپوش با همان ضخامت قبلی استفاده کنید (شکل ۶۶ــ۲).



شکل ۶۶ــ۲ــ واشرهای فلزی درپوش بالایی

ــ از واشرهای فلزی بین لولهٔ فرمان و بدنه با همان ضخامت قبلی استفاده کنید (شکل ۶۷ــ۲).

(واشرهای کاغذی در طرفین واشرهای فلزی قرار می‌گیرند.)



شکل ۶۷ــ۲ــ واشرهای فلزی بین لوله و بدنهٔ جعبه فرمان

ــ هنگام نصب اهرم محور هزار خار، به علامتی که قبل از باز کردن اهرم روی بدنهٔ جعبه فرمان و اهرم زده شده است توجه کنید و دو علامت را روبه‌روی هم قرار دهید.

برای تنظیمات جعبه فرمان به ترتیب زیر اقدام کنید : لقی غیرمجاز در جعبه فرمان ممکن است باعث افت عملکرد سیستم فرمان شود. بنابراین لازم است این لقی‌ها در حد مجاز تنظیم شوند.

ــ برای اندازه‌گیری لقی طول میل فرمان مطابق شکل ۶۸ــ۲ ساعت اندازه‌گیری را در انتهای میل فرمان قرار دهید و میل فرمان را به سمت داخل و خارج بکشید. ساعت اندازه‌گیری مقدار لقی طولی را نشان می‌دهد.

ــ حد مجاز لقی را از دستورالعمل تعمیر اتومبیل موردنظر استخراج کنید.

در صورتی‌که لقی بیش از حد مجاز باشد از تعداد واشرهای فلزی کم کنید.

در صورت کم بودن میزان لقی به تعداد واشرها بیفزایید.

ــ برای اندازه‌گیری لقی جانبی(عرضی) میل فرمان : مطابق شکل۶۹ــ۲ لقی جانبی (عرضی) میل فرمان را اندازه‌گیری کنید. اگر لقی بیش از ۱ میلی‌متر باشد کاسه نمد بین لولهٔ فرمان و میل فرمان باید تعویض شود.

ــ برای اندازه‌گیری لقی طولی محور هزار خار : مطابق شکل ۷۰ــ۲ لقی طولی محور هزار خار را اندازه‌گیری کنید (با جلو و عقب راندن محور هزار خار، لقی آن‌را اندازه بگیرید). در صورتی‌که اندازه لقی بیش از حد مجاز باشد با کم کردن واشر و در صورت کم بودن لقی با اضافه کردن واشر بین درپوش بالایی و بدنه می‌توان لقی مجاز را ایجاد کرد.

ــ برای اندازه‌گیری لقی جانبی محور هزار خار : مطابق شکل ۷۱ــ۲ لقی جانبی محور هزار خار را اندازه‌گیری کنید. در صورتی‌که لقی بین محور هزار خار و پوسته بیش از حد مجاز باشد، دلیل خرابی (فرسودگی) بوش محور هزار خار است و باید بوش عوض شود. برای تعویض بوش، ابتدا کاسه نمد را باید خارج نمود و سپس بوش کهنه را با استفاده از دستگاه پرس خارج کرد و بوش نو را به جای آن جا زد.

شکل ۶۸ــ۲ــ اندازه‌گیری لقی طولی میل فرمان

شکل ۶۹ــ۲ــ اندازه‌گیری لقی جانبی میل فرمان

شکل ۷۰ــ۲ــ اندازه‌گیری لقی طول محور هزار خار

شکل ۷۱ــ۲ــ اندازه‌گیری لقی جانبی محور هزار خار

۷ــ۲ــ دستورالعمل بازکردن، کنترل، بستن و تنظیم جعبه فرمان‌های شانه‌ای (کشویی)

زمان : ۴ ساعت

وسایل لازم

ــ جعبه ابزار عمومی مکانیک

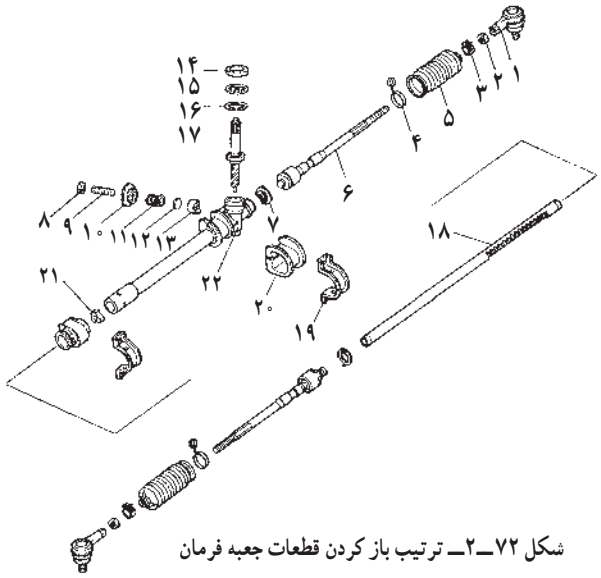
ــ آچار درجه (ترکمتر)

ــ گشتاورسنج و ابزار واسطهٔ آن

نکات ایمنی : موارد ایمنی ذکر شده در ۶ــ۲ را با دقت رعایت نمایید.

برای باز کردن قطعات جعبه فرمان به ترتیب زیر اقدام کنید :

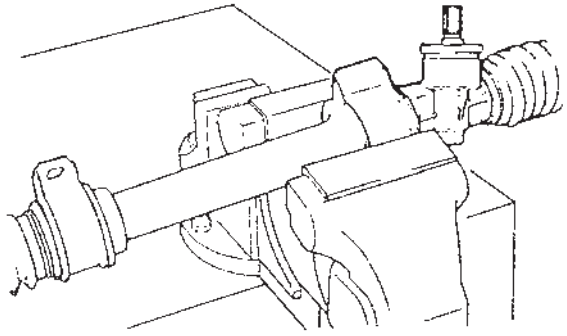
ــ قطعات را به ترتیب عدد نشان داده شده در شکل ۷۲ــ۲ باز کنید.



شکل ۷۲ــ۲ــ ترتیب باز کردن قطعات جعبه فرمان

۱ــ سیبک میل رابط فرمان (چپ و راست)
۲ــ مهره‌ها (چپ و راست)
۳ــ بست‌های گردگیر (چپ و راست)
۴ــ بست‌های سیمی گردگیر (چپ و راست)
۵ــ گردگیر (چپ و راست)
۶ــ میل رابط (چپ و راست)
۷ــ واشرها (چپ و راست)
۸ــ مهره
۹ــ پیچ تنظیم
۱۰ــ درپوش تنظیم
۱۱ــ فنر یوغ
۱۲ــ فاصله پرکن
۱۳ــ یوغ
۱۴ــ کاسه نمد
۱۵ــ رینگ نگه‌دارنده
۱۶ــ خار فنری
۱۷ــ پنیون
۱۸ــ دندهٔ شانه‌ای
۱۹ــ پایه‌های نگه‌دارنده
۲۰ــ تکیه‌گاه لاستیکی
۲۱ــ بوش
۲۲ــ پوستهٔ جعبه فرمان

ــ تکیه‌گاه جعبه فرمان را روی یک گیره محکم کنید (شکل ۷۳ــ۲).



شکل ۷۳ــ۲ــ نصب جعبه فرمان روی گیره

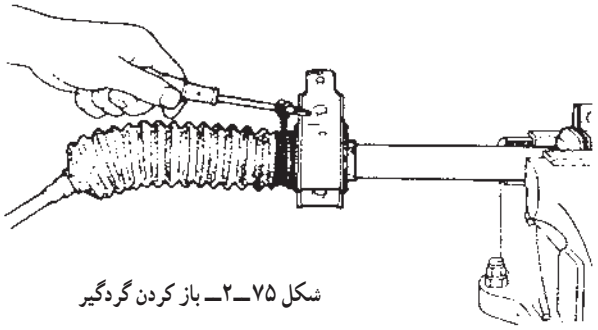
توجه

از فشار بیش از حد به جعبه فرمان خودداری کنید و در صورت استفاده از گیره با لبهٔ آج‌دار از لب گیرهٔ مناسب استفاده کنید.

ــ قبل از باز کردن سیبک‌های رابط فرمان، علامتی روی قسمت رزوه‌دار میل رابط بگذارید تا در نصب مجدد راهنمایتان باشد (شکل ۷۴ــ۲).

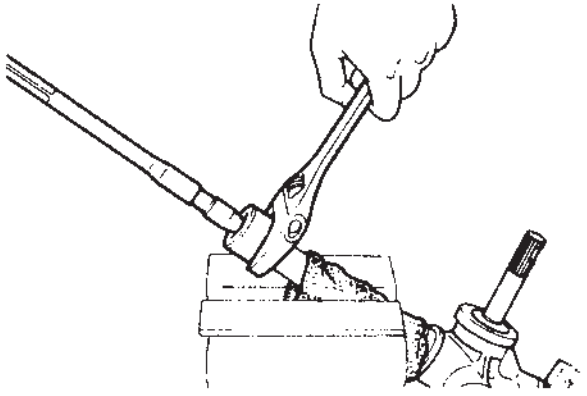
شکل ۷۴ــ۲ــ علامت‌گذاری سیبک و میل رابط

ــ بست گردگیرها را باز کنید (شکل ۷۵ــ۲).



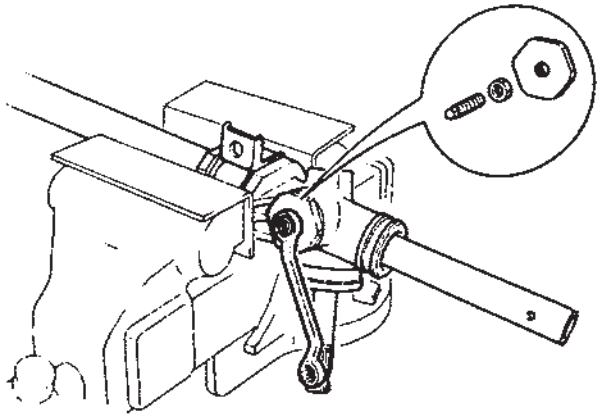
شکل ۷۵ــ۲ــ باز کردن گردگیر

ــ برای باز کردن میل‌های رابط ابتدا واشرهای خم شده را با استفاده از قلم و چکش و با رعایت نکات ایمنی باز کنید. سپس شیار دندهٔ شانه‌ای را با یک آچار فرانسه بگیرید و به‌وسیلهٔ آچار تخت مناسب بپیچانید تا دندهٔ شانه‌ای و میل رابط از هم جدا شوند (شکل ۷۶ــ۲).



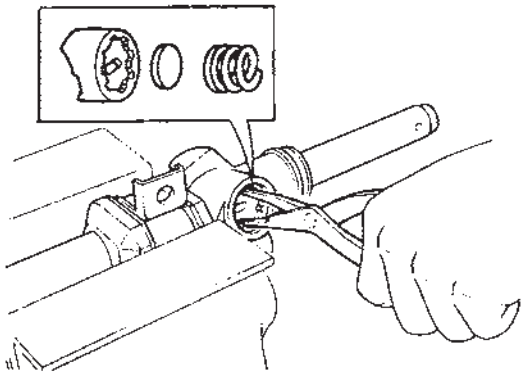
شکل ۷۶ــ۲ــ باز کردن میل رابط از دندهٔ شانه‌ای

ــ مهرهٔ ضامن پیچ تنظیم را باز کنید (شکل ۷۷ــ۲).
ــ درپوش تنظیم را باز کنید (شکل ۷۷ــ۲).



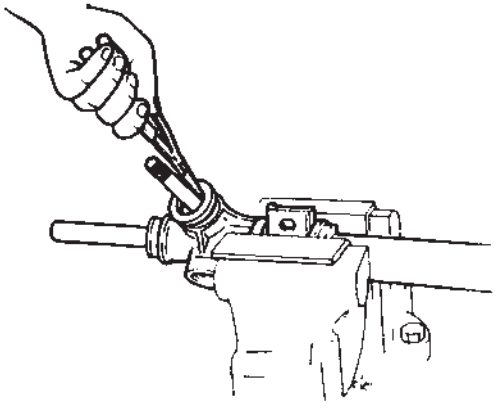
شکل ۷۷ــ۲ــ باز کردن پیچ و درپوش تنظیم

ــ فنر و یوغ فاصله پرکن را جدا واز محل آن خارج نمایید (شکل ۷۸ــ۲).



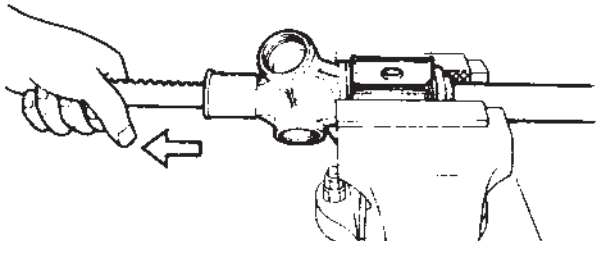
شکل ۷۸ــ۲ــ جدا کردن یوغ و فنر (فاصله پرکن)

ــ کاسه نمد را با استفاده از پیچ گوشتی درآورید.
ــ رینگ نگه‌دارنده را جدا کنید.
ــ با استفاده از پیچ‌گوشتی دو سو، کاسه نمد را درآورید.
ــ خار فنری را باز (جدا) کنید (شکل ۷۹ــ۲).



شکل ۷۹ــ۲ــ باز کردن خار فنری

ــ دندهٔ شانه‌ای را در جهت نشان داده شده در شکل ۸۰ــ۲ بیرون بکشید.



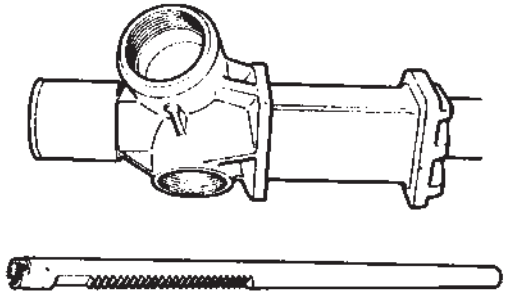
شکل ۸۰ــ۲ــ خارج کردن دندهٔ شانه‌ای از پوسته

ــ بوش تکیه‌گاه‌های پایهٔ نگه‌دارنده را باز کنید.
ــ با استفاده از یک پیچ گوشتی سرخار نگه‌دارنده را فشار دهید و بوش را از پوسته جدا کنید.
ــ بعد از باز کردن، کلیهٔ قطعات را با مایع مجاز و با دقت کامل بشویید.

برای بررسی قطعات جعبه فرمان شانه‌ای به ترتیب زیر اقدام کنید :

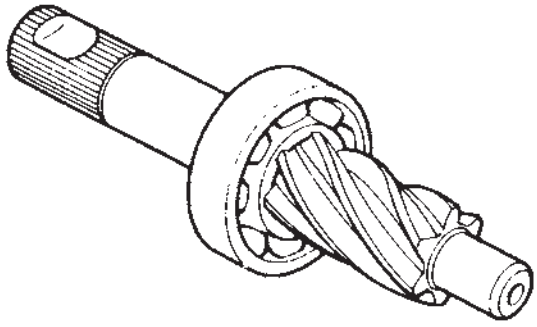
موارد زیر را کنترل و در صورت لزوم آنها را تعویض کنید.

ــ ترک خوردگی، پوسیدگی یا فرسودگی گردگیرها
ــ ترک خوردگی و ساییدگی دندهٔ شانه‌ای و پوسته (شکل ۸۱ــ۲).



شکل ۸۱ــ۲ــ پوسته و دندهٔ شانه‌ای

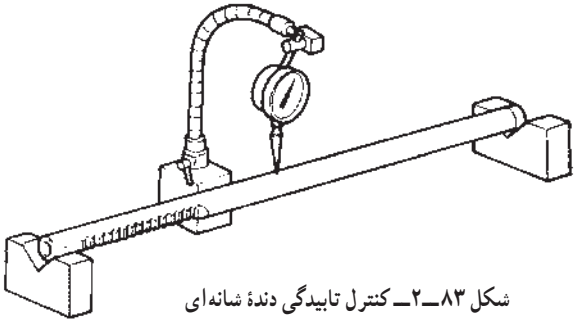
ــ ساییدگی پنیون و صدای غیرعادی بلبرینگ پنیون (شکل۸۲ــ۲).



شکل ۸۲ــ۲ــ پنیون و بلبرینگ آن

ــ در صورت نیاز، بلبرینگ داخل پوستهٔ جعبه فرمان و مجموعهٔ پوسته جعبه فرمان را تعویض کنید.

ــ دندهٔ شانه‌ای را روی پایه قرار دهید و با اندازه‌گیر عقربه‌ای میزان تابیدگی آن را اندازه بگیرید و با اندازهٔ مجاز (ذکر شده در کتاب سرویس خودرو) مقایسه کنید (شکل ۸۳ــ۲).



شکل ۸۳ــ۲ــ کنترل تابیدگی دندهٔ شانه‌ای

ــ خمیدگی (خرابی) میل رابط فرمان یا سیبک‌های میل رابط فرمان را کنترل کنید.

ــ لقّی غیرمجاز سیبک‌ها (این لقی را می‌توان با استفاده از نیروسنج کنترل نمود)، (شکل ۸۴ــ۲).

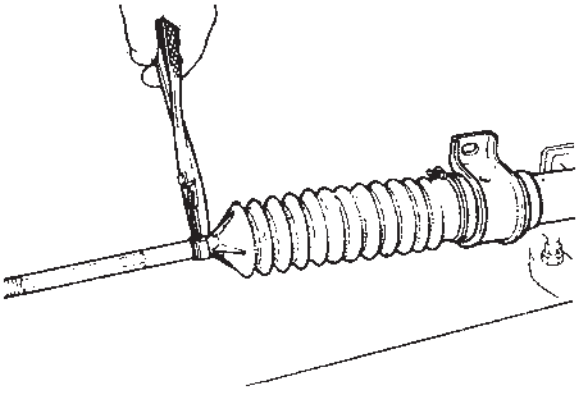
شکل ۸۴ــ۲ــ کنترل لقّی سیبک‌ها

برای جمع کردن جعبه فرمان شانه‌ای به ترتیب زیر اقدام کنید :

ــ قبل از سوار کردن قطعات، روی پوستهٔ آنها را با استفاده از گریس استاندارد (لیتیوم) گریس‌کاری کنید، (دنده‌ها، بلبرینگ‌ها، داخل پوسته)

ــ بهتر است کلیهٔ قطعات غیرفلزی، واشرها و فنرها را تعویض کنید.

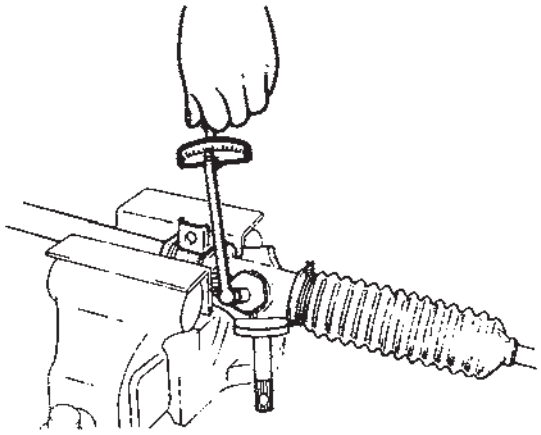
ــ پس از نصب گردگیرها، با استفاده از ابزار مخصوص، بست آن را محکم کنید (شکل ۸۵ــ۲).



شکل ۸۵ــ۲ــ نصب بست گردگیر

ـ عملیات نصب کردن قطعات، عکس عملیات باز کردن است.

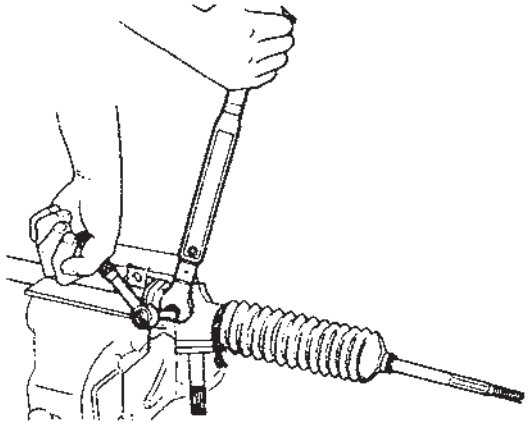
دقت کنید : پیچ و درپوش تنظیم را با گشتاور توصیه شده محکم کنید (شکل ۸۶ـ۲).



شکل ۸۶ـ۲ـ تنظیم گشتاور پیچ و درپوش تنظیم

برای تنظیم جعبه فرمان کشویی به ترتیب زیر اقدام کنید :

ـ با استفاده از ابزار مخصوص گشتاور پنیون را اندازه‌گیری کنید. اگر گشتاور پنیون در حد استاندارد نباشد، پیچ‌تنظیم را مجدداً محکم کنید تا گشتاور مجاز به‌دست آید (شکل ۸۷ـ۲).

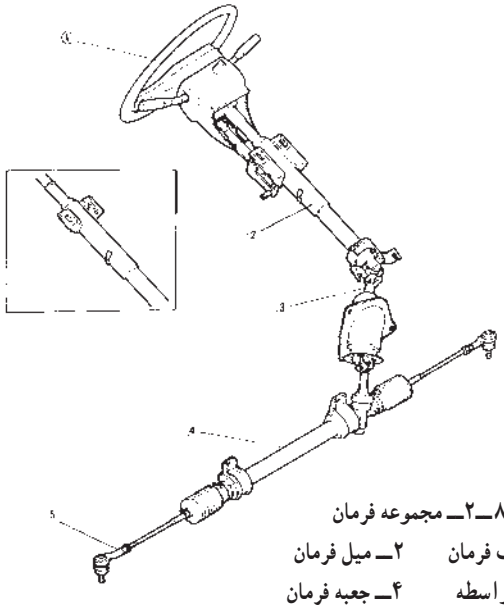


شکل ۸۷ـ۲ـ کنترل گشتاور پنیون

ـ سیبک میل‌های رابط فرمان را نصب کنید و آنها را، با علامتی که قبل از پیاده کردن مشخص کرده‌اید، در یک ردیف قرار دهید.

ـ جعبه فرمان را روی اتومبیل نصب کنید.

ـ پس از نصب چرخ‌ها و پایین گذاشتن اتومبیل از روی پایه‌ها و بالابر، مجدداً زاویهٔ تواین (Toe-in) را کنترل و در صورت نیاز تنظیم کنید.



شکل ۸۸ـ۲ـ مجموعه فرمان

۱ـ غربیلک فرمان ۲ـ میل فرمان

۳ـ شافت واسطه ۴ـ جعبه فرمان

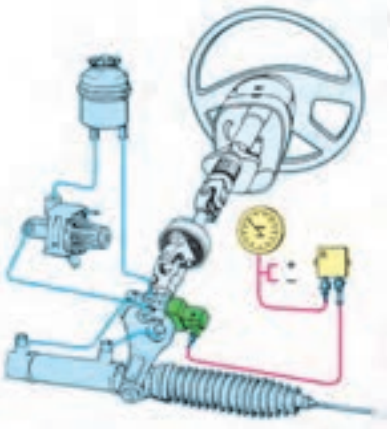
۵ـ میلهٔ رابط فرمان

۸ ــ۲ــ جدول عیب‌یابی سیستم فرمان

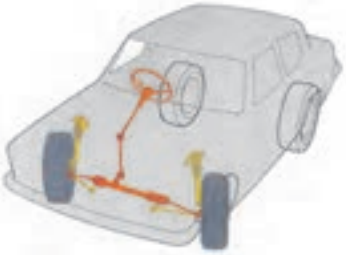
شرح عیب	علت احتمالی	رفع عیب
لقی زیادی در فرمان وجود دارد.	سیبک‌ها خراب‌اند. سوراخ‌های میل فرمان گشاد شده‌اند. بلبرینگ‌ها خراب شده‌اند. کاسه نمد لولهٔ فرمان خراب است. لقی جانبی و طولی اهرم هزار خار زیاد است.	تعویض گردند. میل فرمان عوض شود. تعویض گردند. تعویض گردند. لقی تنظیم گردد.
فرمان سفت می‌چرخد.	لقی‌های طولی و جانبی مارپیچ فرمان تنظیم نیست. روغن جعبه فرمان کم است. سیبک‌ها بیش از حد سفت‌اند. باد تایرها کم است. پهنای لاستیک مناسب نیست. زوایای فرمان تنظیم نیستند.	لقی تنظیم شود. روغن اضافه شود. سیبک‌ها گریس‌کاری شود. باد تایر را زیاد کنید. تایر مناسب جای‌گزین شود. زوایا تنظیم گردد.
در زمان حرکت به‌طور مستقیم به یک سمت کشیده می‌شود.	باد تایرها مساوی نیست. زاویهٔ تواین چرخ‌های جلو مناسب نیست. زاویه‌های کمبر وکستر تنظیم نیستند. شاسی در یک سمت شکستگی دارد. عیب در سیستم تعلیق جلو یا عقب.	باد تایرها تنظیم شود. زوایا تنظیم شود. زوایا تنظیم شود. جوش‌کاری شود. به بخش سیستم تعلیق مراجعه شود.
برگشت فرمان مناسب نیست.	زوایا تنظیم نیست. اصطکاک زیاد در مفاصل اهرم‌بندی فرمان اصطکاک زیاد در مفاصل سیستم تعلیق اصطکاک زیاد در قطعات جعبه فرمان	زوایا تنظیم شود. مفاصل روغن‌کاری یا گریس‌کاری شود. مفاصل روغن‌کاری یا گریس‌کاری شود. تنظیمات جعبه فرمان انجام شود.
فرمان می‌زند.	چرخ‌ها بالانس نیست. لقی بلبرینگ چرخ زیاد است.	چرخ‌ها را بالانس کنید. لقی را تنظیم کنید یا بلبرینگ را تعویض کنید.
خودرو به‌طور ناگهانی منحرف می‌شود.	وجود عیب و لقی زیاد در سیستم تعلیق عقب وجود عیب و لقی زیاد در سیستم تعلیق جلو وجود عیب و لقی زیاد در سیستم فرمان	سیستم تعلیق عقب تعمیر وتنظیم شود. سیستم تعلیق جلو تعمیر و تنظیم شود. سیستم فرمان تعمیر و تنظیم شود.

آزمون پایانی (۲)

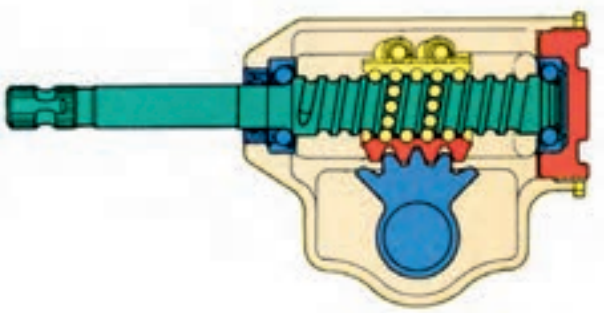
۱ــ اجزای سیستم فرمان الکتروهیدرولیک (نشان داده شده در تصویر) را نام ببرید؟



۲ــ وظیفهٔ جعبه فرمان چیست؟ توضیح دهید.



۳ــ وظیفهٔ ساچمه‌ها در جعبه فرمانِ نشان داده شده چیست؟ توضیح دهید.



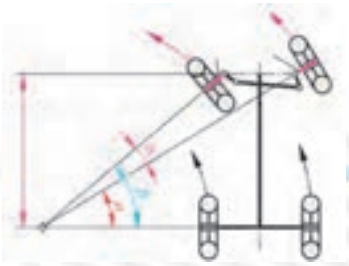
۴ــ برای جلوگیری از آسیب دیدن ناحیهٔ سینه و شکم راننده در سیستم فرمان از چه مکانیزم‌هایی استفاده می‌کنند؟

.....

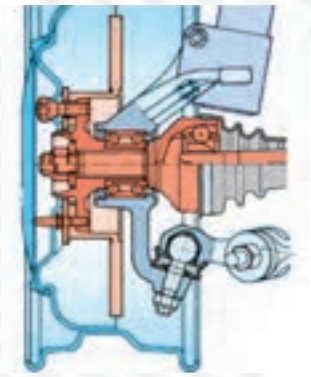
.....

.....

.....



۵ــ زاویه α و β (نشان داده شده در تصویر) چه چیزی را نشان می‌دهند؟



۶ــ کدام‌یک از اجزای نشان داده شده در تصویر مکانیزم چرخش چرخ‌های جلو را کامل می‌کند؟ چرا؟

۷ــ در بازدید از محور فرمان به چه نکاتی باید توجه نمود؟ بنویسید.

.....

.....

.....

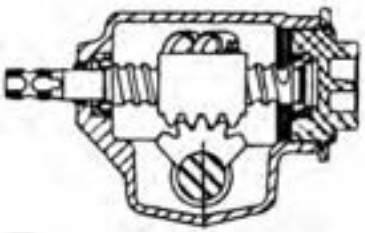
۸ــ مراحل پیاده کردن جعبه فرمان چیست؟ بنویسید.

.....

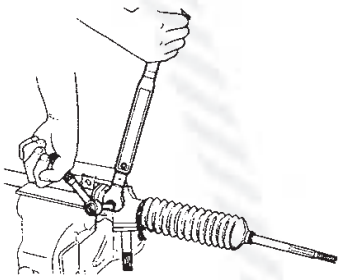
.....

.....

۹ــ در بازدید قطعات جعبه فرمان ساچمه‌ای باید چه مواردی را مدنظر قرار دارد؟



۱۰ــ اگر گشتاور پنیون اندازه‌گیری شده در شکل مقابل در حد استاندارد نباشد چه باید کرد؟



واحد کار سوم

توانایی پیاده و سوار کردن، عیب‌یابی و رفع عیب انواع سیستم‌های تعلیق اتومبیل‌های سواری

هدف کلّی

پیاده و سوارکردن، عیب‌یابی و رفع عیب سیستم‌های تعلیق اتومبیل‌های سواری

هدف‌های رفتاری : فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود :

۱ــ سیستم تعلیق، وظایف و انواع آن را توضیح دهد.
۲ــ فنر و فنربندی سیستم تعلیق و انواع آن‌را بیان کند.
۳ــ کمک فنر (ارتعاش‌گیر) و انواع آن‌را بیان کند.
۴ــ اصول کار کمک فنر در خودرو را توضیح دهد.
۵ــ اجزای سیستم تعلیق و فنربندی خودرو و انواع آن‌را توضیح دهد.
۶ــ سیستم تعلیق ثابت با فنر شمش و محور محرک را پیاده و سوار کند.
۷ــ سیستم تعلیق مستقل با کمک فنر (مک فرسون) را با محور متحرک پیاده و سوار کند.
۸ــ سیستم تعلیق مستقل با کمک فنر (مک فرسون) و محور محرک را پیاده و سوار کند.
۹ــ سیستم تعلیق نیمه مستقل (ژامبونی) را پیاده و سوار کند.
۱۰ــ زوایای چرخ‌ها (تقارب، تباعد، کمبر، کینگ‌پین، کستر و تباعد در پیچ‌ها) را توضیح دهد.
۱۱ــ ساختمان و مشخصات رویهٔ لاستیک چرخ خودرو را توضیح دهد.
۱۲ــ زوایای چرخ‌ها و آثار آنها را در خودرو بیان کند.
۱۳ــ انواع دستگاه‌های کنترل زوایای چرخ‌ها (تنظیم فرمان) و بازدیدهای پیش از اندازه‌گیری زوایا را توضیح دهد.
۱۴ــ روش‌های تنظیم زوایای کستر و کمبر را توضیح دهد.
۱۵ــ روش‌های تنظیم زوایای تقارب و تباعد (teo_in , teo_out) را توضیح دهد.
۱۶ــ انواع بالانس چرخ‌ها و تجهیزات (دستگاه‌ها) بالانس را توضیح دهد.
۱۷ــ انواع چرخ را بالانس کند.
۱۸ــ سیستم تعلیق را عیب‌یابی و رفع عیب کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۸	۳۲	۴۰

پیش آزمون (۳)

۱ــ وظیفهٔ سیستم تعلیق چیست؟

الف) تثبیت اتاق خودرو

ب) حذف ضربات حاصل از جادهٔ ناهموار

ج) تحمل نیروهای عمودی، طولی و عرضی وارد به خودرو

د) حذف و کنترل نیروهای گشتاوری

۲ــ علت کج نشدن (منحرف نشدن) تصویر اتومبیل چیست؟

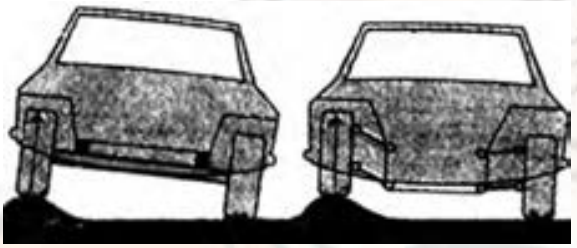
الف) سطح صاف مسیر

ب) باد لاستیک‌ها

ج) طراحی خودرو

د) سیستم تعلیق

۳ــ به کدام دلیل اتاق خودروی سمت راست در شکل زیر، منحرف نشده است؟



الف) استفاده از سیستم تعلیق یک‌نواخت

ب) استفاده از سیستم تعلیق ثابت

ج) استفاده از سیستم تعلیق مستقل

د) استفاده از لاستیک‌های مناسب

۴ــ تصویر، نشان‌دهندهٔ چه نوع فنری است؟

الف) فنر فولادی ب) فنر لاستیکی ج) فنر هوایی د) مخزن لاستیکی

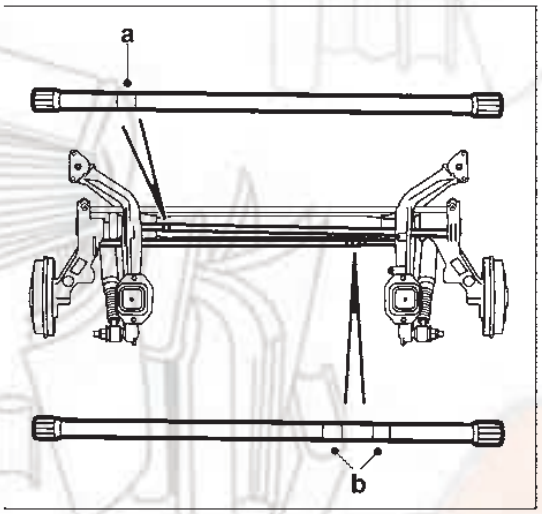
۵ــ اجزای a و b (نشان داده شده در تصویر) چه کاربردی دارند؟

الف) نگه‌دارندهٔ سیستم تعلیق

ب) فنرهای پیچشی

ج) میل رابط

د) برای استحکام بیشتر استفاده می‌شوند.



۶ــ کمک فنرها چگونه روی سیستم تعلیق نصب می‌شوند؟

الف) روی محور چرخ و اکسل

ب) روی اکسل و فنر اصلی

ج) روی بدنهٔ اکسل

د) روی بدنه و فنر اصلی

۷ــ تصویر، نشان‌دهندهٔ چه دستگاهی است؟

الف) سیبک‌کش

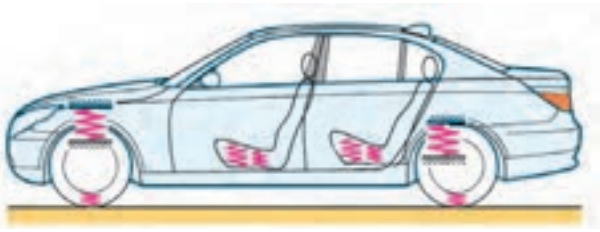
ب) نگه‌دارندهٔ توپی چرخ

ج) نگه‌دارندهٔ فنر و کمک فنر

د) جمع کنندهٔ فنر لول

۱ــ۳ــ سیستم تعلیق خودرو

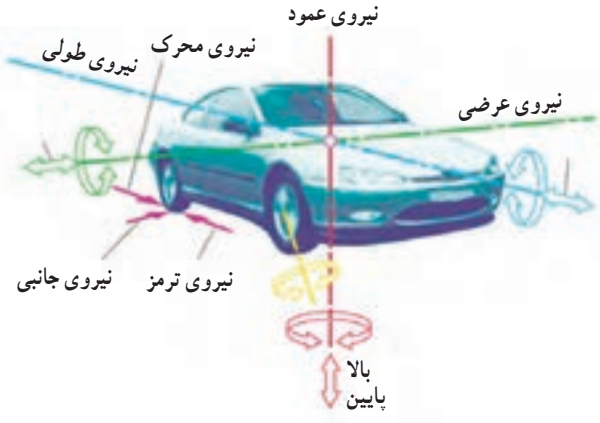
تماس خودرو با زمین از طریق لاستیک چرخ‌ها انجام می‌گیرد. بنابراین نحوهٔ تماس و حرکات آنها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. سیستم تعلیق بین بدنه و چرخ‌های خودرو به گونه‌ای طراحی شده است که مکانیزم آن شرایط مطلوب را فراهم می‌سازد. سیستم تعلیق سیستمی است که در کنترل پایداری و راحتی سرنشین و نحوهٔ حرکت خودرو نقش حیاتی برعهده دارد (شکل ۱ــ۳).



شکل ۱ــ۳ــ سیستم تعلیق در خودرو سواری

بر این اساس سیستم تعلیق را می‌توان این‌گونه تعریف کرد :

سیستم تعلیق مکانیزمی است که نیروهای عمودی (وارد از سطح جاده به چرخ‌ها) نیروهای طولی (در اثر عکس‌العمل جاده به صورت نیروی اصطکاک، شتاب‌گیری و یا نیروی ترمز) و همچنین نیروهای عرضی (اثر وزش باد جانبی یا عکس‌العمل نیروی گریز از مرکز هنگام پیچیدن) را به خوبی تحمل می‌کند. در خودرو حول هر یک از محورهای طولی، عرضی و عمودی تمایل به پیچش وجود دارد(شکل۲ــ۳).



شکل ۲ــ۳ــ نیرو و گشتاورهای مختلف وارد بر خودرو

بنابراین سیستم فنربندی محورها، چرخ‌های خودرو را در حالت معلق نسبت به شاسی قرار می‌دهد که به آن سیستم تعلیق خودرو می‌گویند (شکل ۳ــ۳).

شکل ۳ــ۳ــ سیستم تعلیق و فرمان

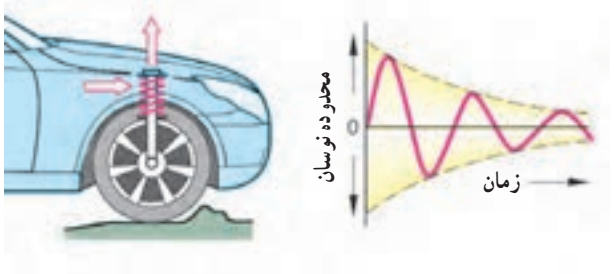
۱ــ۱ــ۳ــ وظایف سیستم تعلیق : وظایف اصلی سیستم تعلیق عبارت‌اند از :

۱ــ تحمل وزن خودرو؛

۲ــ مهار کردن حرکات نامطلوب چرخ (شکل ۴ــ۳)؛

۳ــ اجازهٔ حرکت‌های مطلوب چرخ؛

۴ــ پایداری خودرو؛



شکل ۴ــ۳ــ میرایی ضربات ناشی از ناهمواری جاده

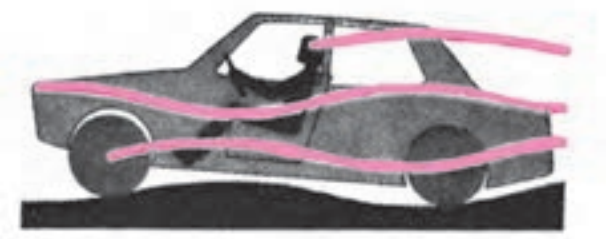
۵ــ تأمین آسایش و راحتی سرنشین (شکل ۵ــ۳).

ــ اولین وظیفه تحمل وزن اتاق وسیستم‌های مولّد قدرت و انتقال قدرت و سایر تجهیزات خودرو است، به نحوی که ضمن تقسیم متناسب وزن خودرو، امکان تماس چرخ‌ها با شاسی و اتاق خودرو وجود نداشته باشد.

خودرو بدون سیستم تعلیق کلیهٔ ناهمواری‌های جادّه به اتاق و راننده منتقل می‌شود.

شکل ۵ــ۳ــ خودرو بدون سیستم تعلیق

ــ دومین وظیفهٔ سیستم تعلیق مهار کردن حرکات نامطلوب چرخ است. به این معنا که چرخ‌ها را در زیر بدنهٔ خودرو محکم و استوار (بدون لقی و یا حرکات نامناسب) نگه می‌دارد. زیرا وجود حرکات نامناسب در چرخ، به ناپایداری خودرو منجر می‌گردد (شکل‌های ۵ــ۳ و ۶ــ۳).



خودروی بدون ضربه‌گیر خودرو، در هر ناهمواری بالا و پایین می‌رود و دائماً نوسان می‌کند.

شکل ۶ــ۳ــ خودروی بدون ضربه‌گیر

ــ سومین وظیفهٔ سیستم تعلیق اجازهٔ حرکت‌های مطلوب به چرخ‌هاست. بدین معنی که چرخ‌ها در جهت حرکت و فرمان دادن به خودرو اجازهٔ دَوَران داشته باشند، و هم‌چنین بتوانند در جهت قائم به بالا و پایین حرکت کنند. ضمن اینکه ارتعاش کمتری را به بدنه خودرو منتقل نمایند تا برای سرنشینان آسایش بیشتری فراهم شود (شکل ۷ــ۳).

خودرو با سیستم تعلیق صحیح چرخ‌ها با ناهمواری‌ها در تماس‌اند،ولی حرکت‌های نوسانی جادّه به راننده منتقل نمی‌شود.

شکل ۷ــ۳ــ خودرو با سیستم تعلیق صحیح

ــ وظیفهٔ بعدی سیستم تعلیق، پایدار نمودن خودرو است. به این ترتیب که سیستم تعلیق و فنربندی باید به گونه‌ای باشد که تماس چرخ با سطح زمین در کلیهٔ شرایط حفظ شود و حرکت‌های مختلف چرخ به گونه‌ای باشد که نهایتاً به پایداری خودرو منجر گردد.

آخرین وظیفهٔ سیستم تعلیق تأمین آسایش و راحتی سرنشینان است. بنابراین، ضریب و قابلیت مستهلک‌سازی ارتعاشات سیستم تعلیق باید به گونه‌ای باشد که در حد امکان ارتعاشات و ضربات کمتری از جاده به بدنهٔ خودرو و نهایتاً به سرنشین منتقل شود (شکل ۸ــ۳).

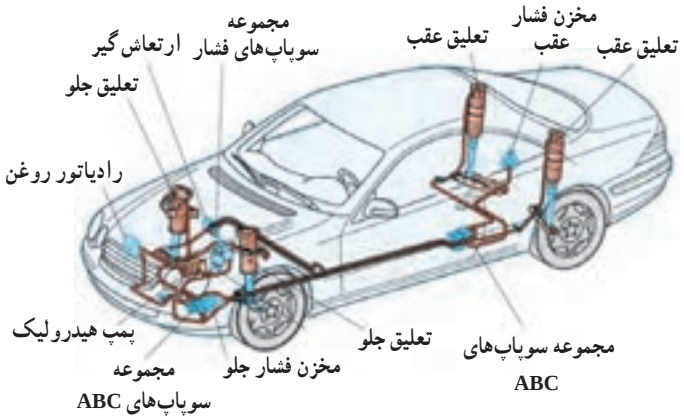
شکل ۸ــ۳ــ سیستم تعلیق

۲ــ۱ــ۳ــ انواع سیستم تعلیق : براساس این‌که حرکت چرخ یک طرف خودرو تا چه اندازه بر روی حرکت چرخ طرف دیگر اثر می‌گذارد. سیستم تعلیق را به سه صورت طراحی می‌کنند :

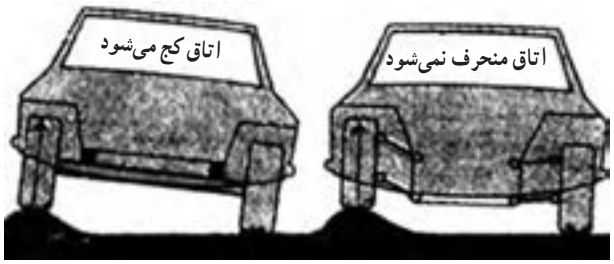
۱ــ سیستم تعلیق یک پارچه (صُلب و ثابت)؛ (شکل ۱۰ــ۳ــ ب)

۲ــ سیستم تعلیق مستقل؛ (شکل ۱۰ــ۳ــ الف)

۳ــ سیستم تعلیق فعال؛ (شکل ۹ــ۳)



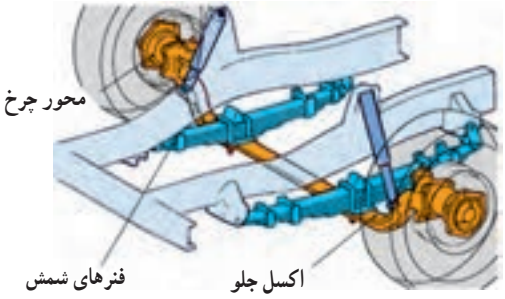
شکل ۹ــ۳ــ خودرو با سیستم تعلیق فعال



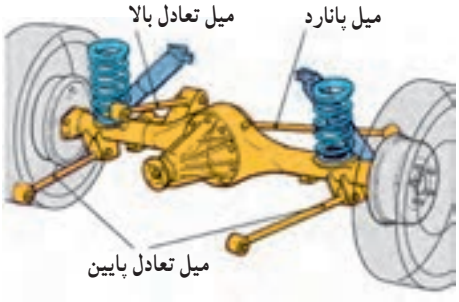
الف ــ تعلیق مستقل ب ــ تعلیق یک‌پارچه

شکل ۱۰ــ۳ــ تفاوت عملکرد سیستم تعلیق یک پارچه و مستقل

سیستم تعلیق یک پارچه (صلب) : در تعلیق یک پارچه (ثابت) چرخ سمت چپ و راست توسط یک میله طوری به یکدیگر متصل‌اند(شکل ۱۱ــ۳)که حرکت یک چرخ روی چرخ دیگر تأثیر می‌گذارد. لازم است یادآوری شود اگر چرخ‌ها محرک باشند میله‌ای که آنها را به هم وصل می‌کند مقطعی دایره‌ای و توخالی دارد. به‌طوری که پلوس‌ها از داخل این لوله عبور می‌کنند و به چرخ‌ها وصل می‌شوند و گشتاور موردنیاز را جهت به حرکت درآوردن خودرو از دیفرانسیل به چرخ‌ها منتقل می‌کنند (شکل ۱۲ــ۳). در صورتی که چرخ‌ها محرک نباشند میله‌ای که آنها را به هم وصل می‌کند می‌تواند به صورت توپر یا توخالی به کار رود.



شکل ۱۱ــ۳ــ سیستم تعلیق یک پارچه با فنرهای شمش



شکل ۱۲ــ۳ــ سیستم تعلیق یک‌پارچه با چرخ‌های محرک

سیستم‌های تعلیق یک پارچه (ثابت) از قدیمی‌ترین نوع تعلیق است و هم اکنون نیز در خودروهای سنگین و کامیون‌ها کاربرد وسیعی دارد (شکل ۱۳ــ۳) (در خودروهای سبک و سواری‌ها از تعلیق ثابت در محور عقب استفاده می‌شود).

مزایای سیستم تعلیق یک پارچه: مزایای سیستم تعلیق یک‌پارچه (ثابت) عبارت‌اند از :

۱ــ قیمت تمام شدهٔ آن ارزان است (شکل ۱۴ــ۳).

۲ــ استحکام و مقاومت آن زیاد است. به همین دلیل در خودروهای سنگین کاربرد گسترده‌ای دارد.

۳ــ فاصلهٔ عرضی بین چرخ‌ها و زوایای چرخ ثابت است. بنابراین پایداری حرکت طولی خودرو افزایش می‌یابد و از لاستیک سایی کاسته می‌شود.

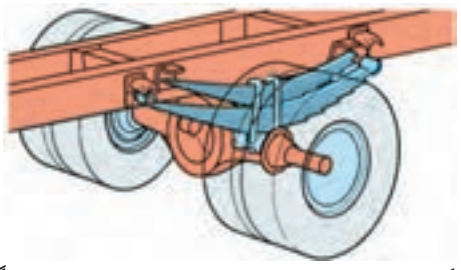
۴ــ نیروهای وارد بر چرخ‌ها توسط سیستم تعلیق کنترل می‌شود و به بازوها و اهرم‌های تعادل و کنترل نیاز نیست و سیستم تعلیق ساده‌تر می‌شود.

۵ــ در جاده‌های لغزنده (کم اصطکاک) هدایت خودرو آسان است.

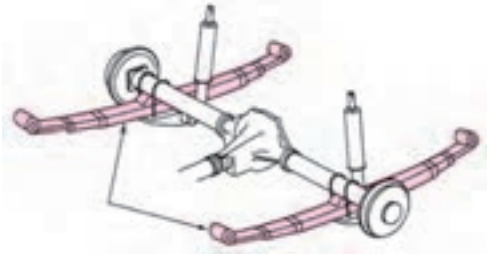
۶ــ در سرپیچ‌ها، نیروی گریز از مرکز ثابتی به چرخ‌ها اعمال می‌شود.

۷ــ اتصالات آن به شاسی ساده و آسان است (شکل‌های ۱۵ــ۳ و ۱۶ــ۳).

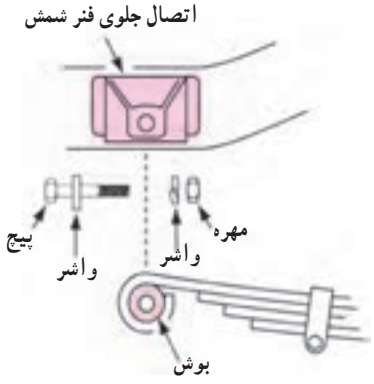
۸ــ هزینهٔ تعمیر و نگه‌داری آن کم است.



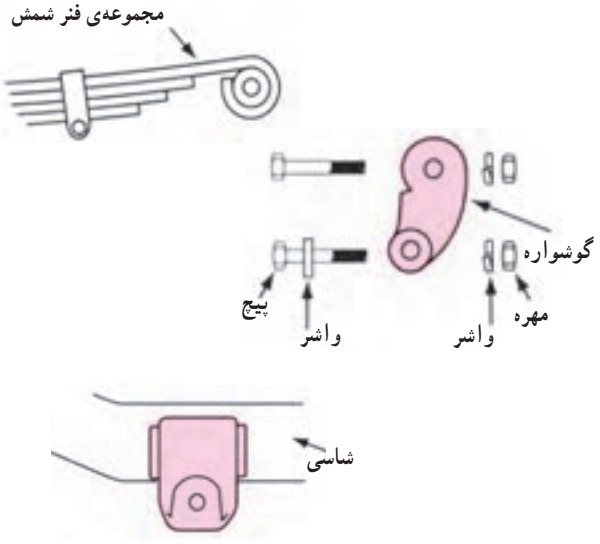
شکل ۱۳ــ۳ــ سیستم تعلیق با فنر شمش دوبل خودروهای سنگین



شکل ۱۴ــ۳ــ اجزای محدود سیستم تعلیق یک‌پارچه



شکل ۱۵ــ۳ــ اتصال جلو فنر شمش



شکل ۱۶ــ۳ــ اتصال عقب فنر شمش

معایب سیستم تعلیق یک‌پارچه :

۱ــ وزن این نوع سیستمِ تعلیق زیاد است، به همین جهت راحتی سرنشین را کاهش می‌دهد و مصرف سوخت و آلودگی محیط‌زیست را افزایش می‌شود.

۲ــ انحراف یک چرخ سبب منحرف شدن چرخ دیگر می‌شود و پایداری خودرو کاهش می‌یابد (شکل ۱۷ــ۳ــ ب).

۳ــ جهت اکسل در زیر خودرو به فضای زیادی نیاز است، در نتیجه فضای صندوق عقب کاهش می‌یابد و جاسازی باک و چرخ زاپاس مشکل می‌شود.

۴ــ در صورتی که چرخ‌ها محرک باشند، بارِ روی چرخ‌ها برابر نخواهد شد و کنترل خودرو هنگام ترمزگیری و شتاب‌گیری با مشکل مواجه می‌شود.

۵ــ در صورت استفاده از فنر شمشی در سیستم تعلیق یک پارچه، فنرها به صورت خشک روی هم می‌لغزند و باعث می‌شوند سیستم تعلیق به خوبی عمل نکند و نهایتاً راحتی سرنشین کاهش یابد (خودرو در حالت سبک بودن می‌کوبد).

سیستم تعلیق مستقل: در تعلیق مستقیم هر چرخ، مستقل از دیگر چرخ‌ها، نوسان می‌کند و ارتعاش آن روی چرخ سمت دیگر خودرو تأثیر نمی‌گذارد و از آن مستقل است. به عبارتی دیگر بین چرخ سمت راست و چپ رابط مکانیکی وجود ندارد (شکل ۱۷ــ۳ــ الف).

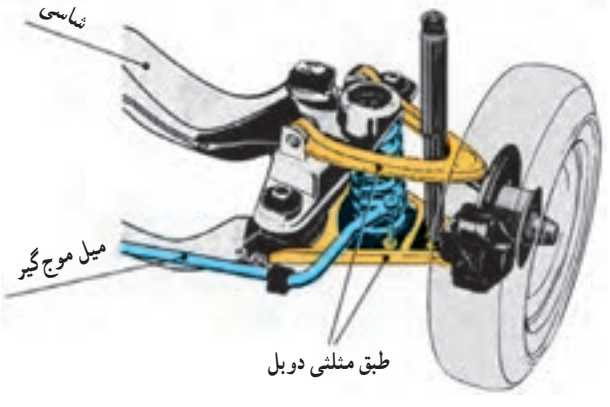
سیستم تعلیق مستقل در تعلیق جلو و عقبِ اکثر خودروهای سواری در چرخ‌های محرک و غیرمحرک به کار برده می‌شود. در خودروهای پیشرفته و گران‌قیمت معمولاً در تعلیق جلو و عقب از سیستم تعلیق مستقل استفاده می‌کنند.

در سیستم تعلیق مستقل، معمولاً از فنرهای لول و فنرهای پیچشی استفاده می‌شود و استفاده از فنر شمش به ندرت اتفاق می‌افتد (شکل ۱۸ــ۳).

الف ــ تعلیق مستقل

ب ــ تعلیق یک‌پارچه

شکل ۱۷ــ۳ــ بی اثر بودن ارتعاش یک چرخ روی چرخ دیگر



شکل ۱۸ــ۳ــ سیستم تعلیق مستقل با طبق دوبل

مزایای سیستم تعلیق مستقل :

۱ــ تأثیر متقابل چرخ‌ها از بین می‌رود. بنابراین چرخ سمت چپ اثری روی چرخ سمت راست خودرو ندارد (شکل ۱۹ــ۳).

۲ــ وزن سیستم تعلیق مستقل کمتر است. بنابراین راحتی سرنشین و پایداری خودرو افزایش می‌یابد و از مصرف سوخت و آلودگی نیز کاسته می‌شود.

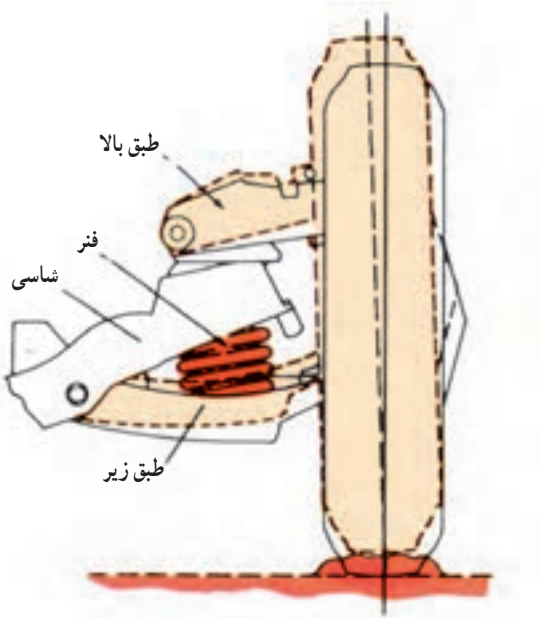
۳ــ با استفاده در چرخ‌های جلو، فرمان دادن به چرخ‌ها راحت‌تر می‌شود و نهایتاً پایداری و کنترل‌پذیری خودرو افزایش می‌یابد.

شکل ۱۹ــ۳ــ مزایای سیستم تعلیق مستقل

معایب سیستم تعلیق مستقل :

۱ــ به علت نرم بودن فنربندی سیستم تعلیق، حالت نوسان‌کنندگی چرخ زیاد می‌شود. لذا لاستیک سایی افزایش می‌یابد (شکل ۲۰ــ۳).

۲ــ هزینهٔ طراحی، ساخت، تعمیر و نگه‌داری سیستم تعلیق مستقل زیاد است، که نهایتاً به افزایش قیمت تمام شدهٔ خودرو منجر می‌شود.

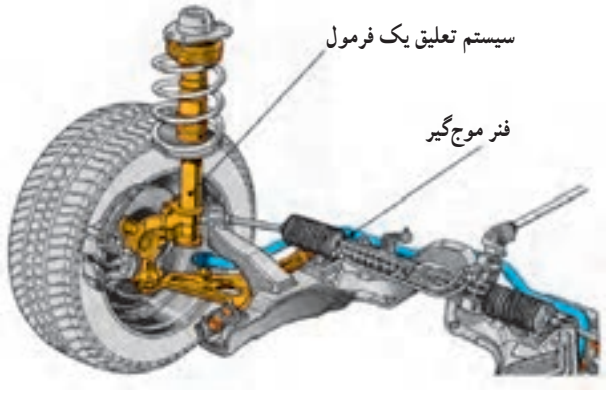


شکل ۲۰ــ۳ــ نوسان زیاد چرخ در سیستم تعلیق مستقل

انواع سیستم تعلیق مستقل: سیستم تعلیق مستقل به سه حالت زیر ساخته می‌شود :

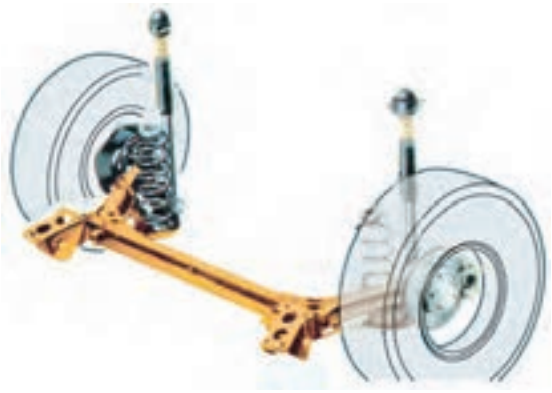
ــ طَبَق‌دار دوبل که فنرلول استفاده شده در مکانیزم آن به صورت‌های روی طبق پایین، روی طبق بالا و روی اکسل‌ها نصب می‌شود.

ــ سیستم تعلیق جلو با کمک فنر (ستونی یا مک فرسون) در این سیستم یک طبق در پایین و یک اهرم مایل به اهرم محور چرخ متصل می‌شود. اهرم مایل حامل کمک فنر، بشقابک، فنر لوله‌ای و فلانچ اتصال است.



شکل ۲۱ــ۳ــ سیستم تعلیق جلو با کمک فنر (مک فرسون)

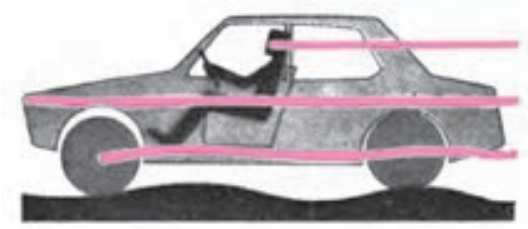
ــ سیستم تعلیق مستقل با اهرم طولی، در این سیستم یک اهرم طولی نیرومند به کار می‌رود که یک سر آن به شاسی و سر دیگرش به محور چرخ متصل است. اهرم طولی به شکل‌های دو شاخه و خمیده ساخته شده است (شکل ۲۲ــ۳).



شکل ۲۲ــ۳

۲ــ۳ــ فنر و فنربندی سیستم تعلیق

فنرها، ضمن تحمل وزن خودرو و بار آن، ضربهٔ حاصل از ناهمواری‌های جاده را جذب می‌کنند. به بیان دیگر، فنرها با جمع شدن (تراکم) و باز شدن، عملاً ضربه‌های حاصل از دست‌اندازها را جذب می‌کنند (شکل ۲۳ــ۳).



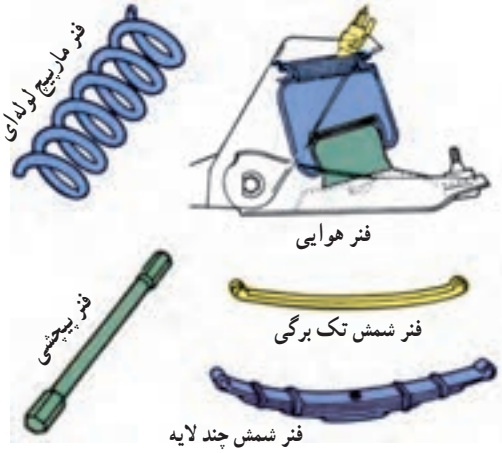
شکل ۲۳ــ۳ــ خودرو با سیستم تعلیق صحیح

فنر ایده‌ال، ضربات جاده را به سرعت جذب می‌کند و به سرعت به حالت عادی برمی‌گردد. البته چنین فنری وجود ندارد، زیرا فنرهای نرم ضربات را به سرعت جذب می‌کنند ولی ارتعاشات زیادی دارند و فنرهای سخت، از آرامش خودرو می‌کاهند.

پس با توجه به تعاریف فوق فنرهای نرم با ارتعاش‌گیری مناسب بهترین فنرها برای استفاده هستند. انواع فنرهای مورد استفاده در خودروها را در دو گروه می‌توان تقسیم‌بندی کرد :

ــ فنرهای فولادی

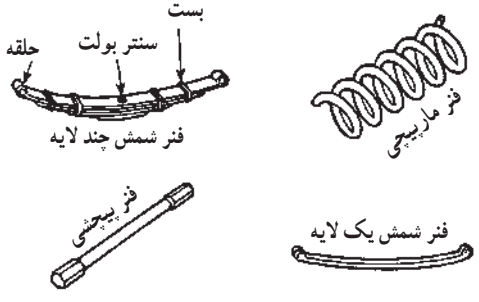
ــ فنرهای غیرفولادی (شکل ۲۴ــ۳).



شکل ۲۴ــ۳ــ انواع فنرهای مورد استفاده در خودرو

۱ــ۲ــ۳ــ فنرهای فولادی : فنرهای فولادی از فولادهایی با آلیاژ منگنز، سیلسیم، کُرم و غیر آنها ساخته می‌شوند.

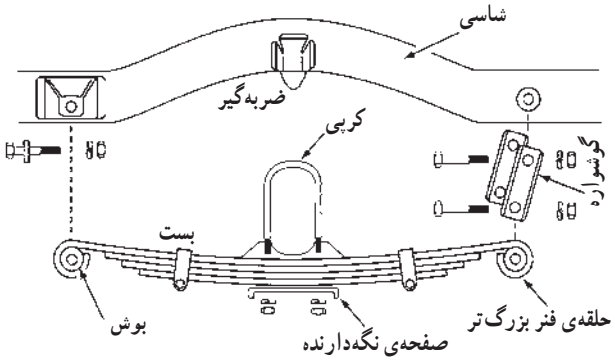
فنرهای فولادی به صورت‌های شمش، مارپیچی و پیچشی در خودروها به‌کار می‌روند (شکل ۲۵ــ۳).



شکل ۲۵ــ۳ــ فنرهای فولادی

فنر شِمِش: فنر شمش قدیمی‌ترین نوع فنر است که در سیستم تعلیق خودروها به‌کار می‌رفت و در دو نوع تک برگی و چند برگی (لایه) ساخته می‌شود.

این نوع فنر از چند تسمهٔ فولادی انعطاف‌پذیر با طول‌های متفاوت تشکیل می‌شود که روی هم قرار می‌گیرند و با بست به هم بسته می‌شوند. در هنگام کار، فنر خم می‌شود تا ضربهٔ دست‌انداز (ناهمواری‌های جاده) را بگیرد. تسمه‌ها روی هم خم می‌شوند و می‌لغزند تا این عمل امکان‌پذیر شود. فنر بزرگ‌تر (شاه فنر) به‌وسیلهٔ حلقه دو انتها و بوش قامه روی شاسی نصب می‌شود (شکل ۲۶ــ۳).



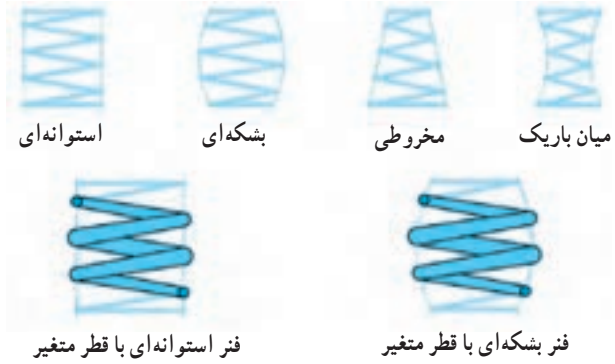
شکل ۲۶ــ۳ــ اجزای سیستم تعلیق با فنر شمش

فنر مارپیچی (لوله‌ای): این فنر از یک قطعه مفتول فولادی فنری ساخته شده است، که آن را به صورت پیچه پیچیده‌اند (شکل ۲۷ــ۳).

این نوع فنر در انواع سیستم‌های تعلیق ثابت و مستقل کاربرد دارد. بعضی از فنرهای مارپیچی را به صورت مخروطی نیز می‌سازند.

مزایای فنرهای مارپیچی: اشغال جای کم، داشتن خاصیت فنری خوب و نرم و عدم نیاز به مراقبت و نگهداری.

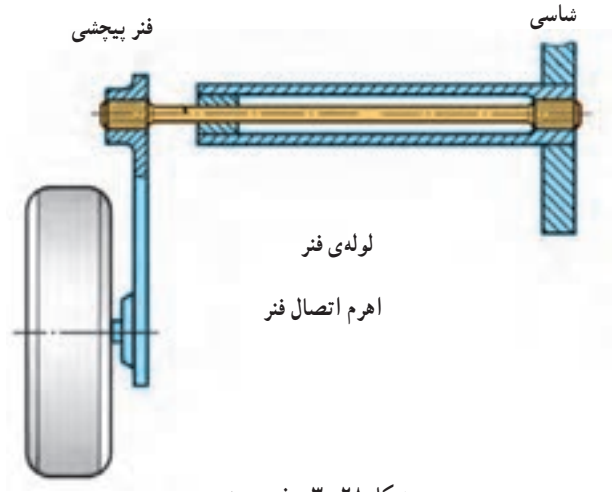
معایب فنرهای مارپیچی: جذب نیرو فقط در امتداد محور فنر صورت می‌گیرد، در حالی که سیستم تعلیق به اهرم‌های مختلفی نیاز دار دکه فنر آنها برای جذب نیروهای طولی و عرضی قابلیت کج شدن و شکم دادن در فاصلهٔ زیاد بین دو تکیه‌گاه را داشته باشند.



شکل ۲۷ــ۳ــ انواع فنر مارپیچی

فنر پیچشی: فنرهای پیچشی از جنس فولاد فنر است که یک سر آن به شاسی یا اتاق خودرو متصل می‌شود و ثابت است (شکل ۲۸ــ۳) و سر دیگر که انرژی پتانسیل در آن ذخیره می شود در معرض پیچش قرار می‌گیرد. پس از حذف نیروی پیچشی، این میله به حالت اولیه برگشت می کند.

از فنر پیچشی در ساختمان میل طبق‌های طولی (پانارد) و میلهٔ ضدغلتش (موج‌گیر) استفاده می‌شود.

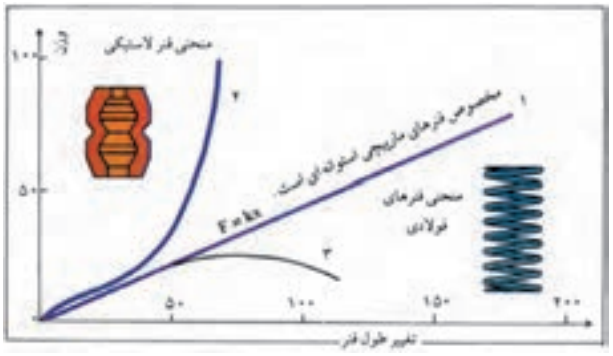


شکل ۲۸ــ۳ــ فنر پیچشی

شکل ۲۹ــ۳ــ فنر لاستیکی

۲ــ۲ــ۳ــ فنرهای غیرفولادی : مهم‌ترین فنرهای غیرفولادی در خودروها عبارت‌اند از :

ــ فنرهای لاستیکی (شکل ۲۹ــ۳) که در مقایسه با فنرهای فولادی تغییر طول کمتری دارند (شکل ۳۰ــ۳).

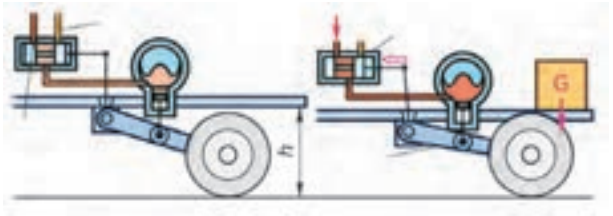


شکل ۳۰ــ۳ــ مقایسهٔ عملکرد فنرهای فولادی و لاستیکی

در شکل ۳۰ــ۳ عملکرد فنرهای فولادی و لاستیکی مقایسه شده است، به‌طوری‌که در منحنی فنر لاستیکی مقدار تغییر طول نسبت به فنرهای مارپیچی استوانه و سایر فنرهای فولادی کمتر است.

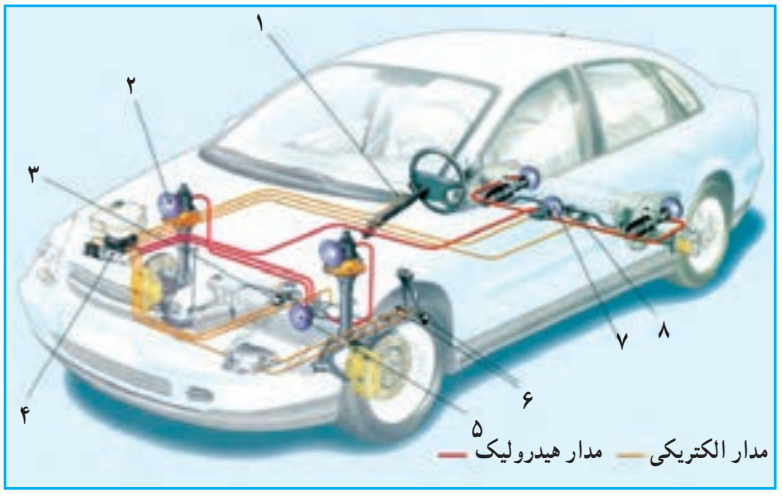
ــ فنرهای نیوماتیکی یا هیدرونیوماتیکی (شکل ۳۱ــ۳).

ــ فنرهای هیدرواستاتیکی و فعّال



شکل ۳۱ــ۳ــ سیستم تعلیق هیدرونیوماتیکی

این نوع فنرها با استفاده از سیستم‌های کنترل الکترونیکی کنترل و مدیریت می‌شود و در خودروهای خصوصاً سنگین و گران‌قیمت به کار می‌روند (شکل ۳۲ــ۳).



شکل ۳۲ــ۳ــ سیستم تعلیق فعال

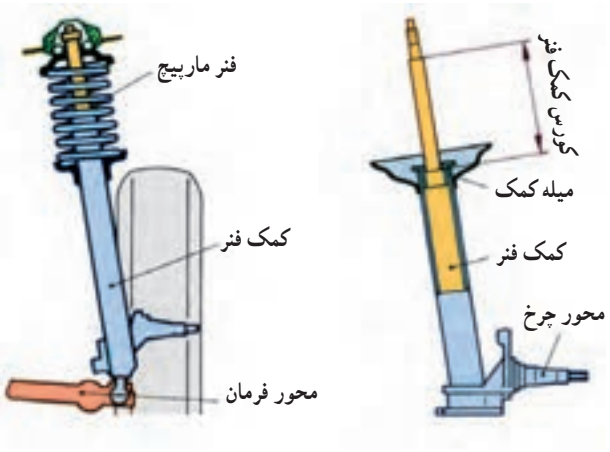
۱ــ حسگر جعبهٔ فرمان
۲ــ سیلندر تعلیق جلو
۳ــ حسگر کنترل ارتفاع جلو
۴ــ سیستم هیدرولیک (پمپ و مخزن)
۵ ــ کنترل مرکزی فنرهای جلو
۶ ــ مجموعه پدال ترمز
۷ــ کنترلر مرکزی فنرهای عقب
۸ ــ حسگر کنترل ارتفاع عقب

۳ــ۳ــ کمک فنر (ارتعاش‌گیر)

بهترین فنرها برای استفاده در خودروها فنرهایی هستند که ضربهٔ حاصل از جمع شدن (جهش) را به سرعت جذب کنند و در باز شدن (واجهش) به آهستگی به وضعیت عادی خود برگردند. اما ساخت چنین فنری دشوار است.

برای تأمین این وضعیت مطلوب، از فنر و کمک فنر (ارتعاش‌گیر) استفاده می‌شود.

کمک فنر از تداوم نوسان (ارتعاش) فنر، پس از عبور از روی مانع (ناهمواری جاده)، جلوگیری می‌کند (شکل ۳۳ــ۳).



شکل ۳۳ــ۳ــ مجموعهٔ فنر و کمک فنر

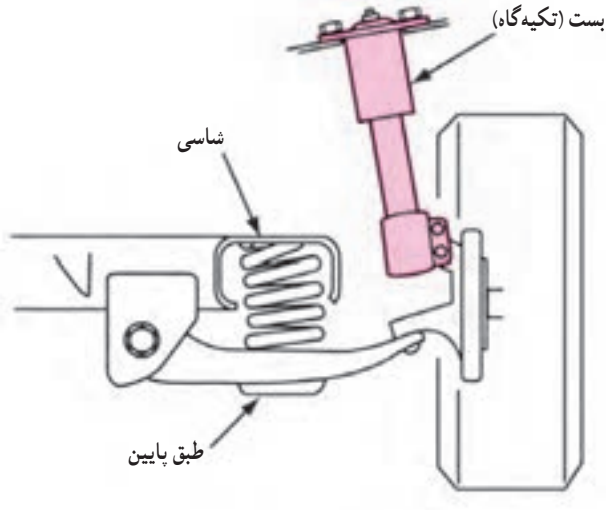
کمک فنرساده یک وسیلهٔ هیدرولیکی لوله مانند است، که در نزدیکی هر چرخ نصب می‌شود تا نوسانات فنرها را کنترل یا میرا کند. یک سر کمک فنر به اتاق یا شاسی خودرو متصل می‌شود (شکل ۳۴ــ۳). سر دیگر کمک فنر به قطعه‌ای از اجزای متحرک سیستم تعلیق مانند پوستهٔ اکسل یا طبق متصل است. در این وضعیت حرکت فنر سبب افزایش و کاهش طول کمک فنر می‌شود.

شکل ۳۴ــ۳ــ چند نوع کمک فنر

کمک فنر زیر بار وزن خودرو نیست و بر ارتفاع آن هم اثر نمی‌گذارد (شکل ۳۵ــ۳). (البته بعضی از کمک فنرها این کارکردها را نیز دارند.)

کمک فنر در انواع مختلف طراحی و ساخته شده و کاربرد آن برحسب نوع، وزن و میزان ضربات وارده به خودرو متنوع است. انواع آن عبارت‌اند از :

- کمک فنر مستقل هیدرولیکی
- کمک فنر مستقل گازی
- کمک فنر تنظیم پذیر
- کمک فنر بادی



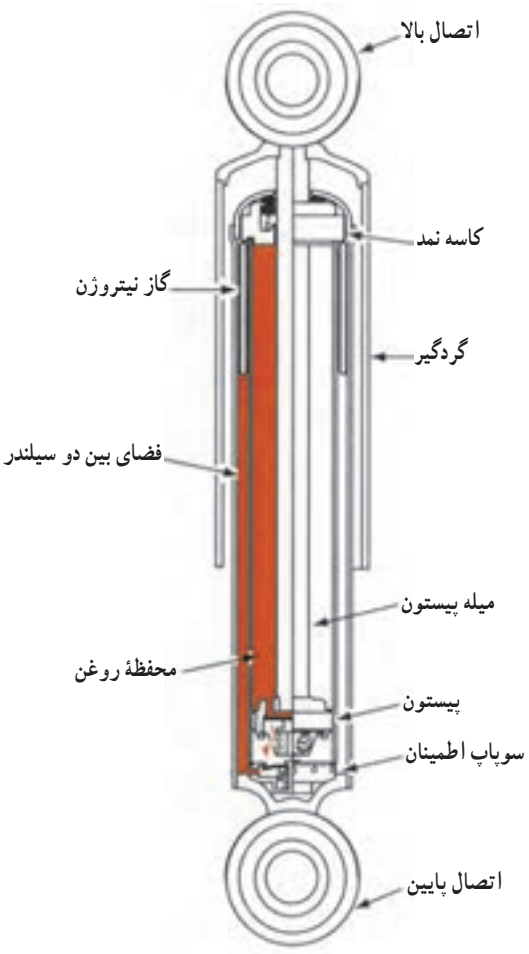
شکل ۳۵ــ۳ــ شرایط کمک فنر و فنر

۱ــ۳ــ۳ــ کمک فنر مستقل هیدرولیکی : در ساختمان کمک فنر مستقل هیدرولیکی دو سیلندر یک طرفه به‌کار رفته است. یکی از سیلندرها به شاسی (اتاق) و طرف دیگر به یکی از اجزای متحرک سیستم تعلیق متصل می‌شود.

به سیلندر بالا یک دسته پیستون متصل شده و روی پیستون دو نوع سوپاپ صفحه‌ای نصب شده است. سوپاپ دارای مجرای درشت هنگام فشرده شدن فنر باز می‌شود اما سوپاپ دارای مجرای ریز هنگام باز شدن فنر باز می‌شود (شکل ۳ــ۳۶).

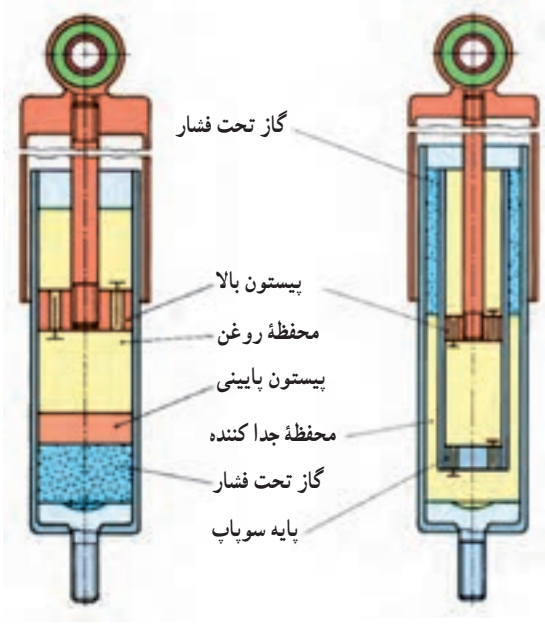
سوپاپ بزرگتر در هنگام فشرده شدن فنر حجم بیشتری از روغن (سیال) را عبور داده و مقاومت کمتری در جمع شدن کمک فنر ایجاد می‌شود.

در هنگام باز شدن فنر سوپاپ کوچک‌تر حجم کمتری از روغن (سیال) را عبور داده و مقاومت بیشتری از کمک فنر انتظار می‌رود.



شکل ۳ــ۳۶

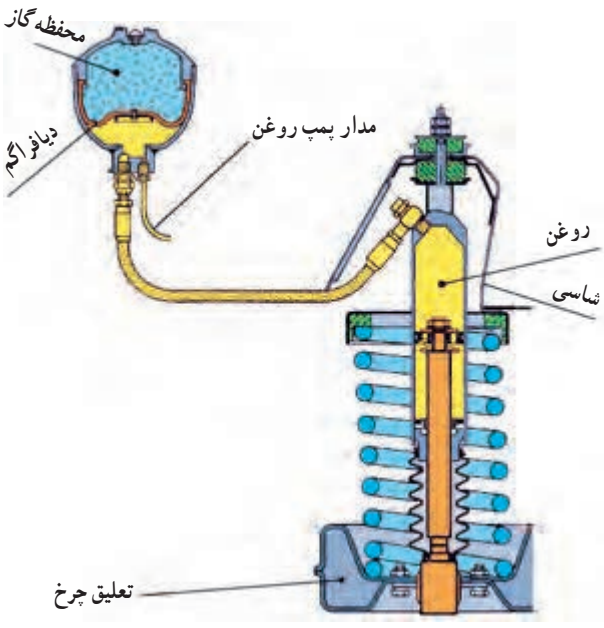
۲ــ۳ــ۳ــ کمک فنر مستقل گازی : در بالای سیّال داخل کمک فنر مقداری گاز (نیتروژن) تزریق شده است. پیستونی معلق بین محفظهٔ گاز و روغن وجود دارد. پیستون و دستهٔ پیستون این نوع ارتعاش‌گیر مانند نوع هیدرولیکی است (شکل ۳ــ۳۷).



شکل ۳ــ۳۷ــ کمک فنر گازی

۳ــ۳ــ۳ــ کمک فنر تنظیم پذیر : در این نوع کمک فنرها، کار فنر با کار کمک فنر تلفیق می‌شود. در نتیجه ارتفاع خودرو، بدون توجه به میزان بار، ثابت می‌ماند (شکل ۳۸ــ۳).

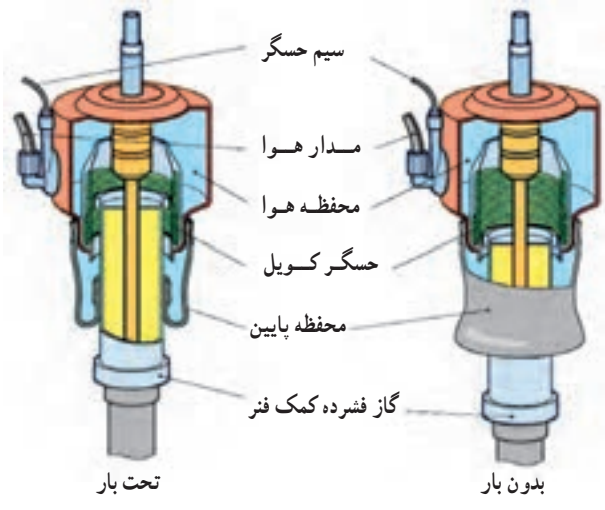
بعضی از این کمک فنرها قابل تنظیم‌اند و با فرمان راننده یا به صورت الکترونیکی تنظیم می‌شوند. در بعضی از اتومبیل‌ها راننده می‌تواند، ضمن انتخاب وضعیت یک کلید در جلوی داشبورد، وضعیت کمک فنر را تغییر دهد.



شکل ۳۸ــ۳ــ کمک فنر تنظیم پذیر

۴ــ۳ــ۳ــ کمک فنر بادی : با کمک فنرهای بادی یک محفظهٔ لاستیکی همراه است و آن (کمک فنر) را در برمی‌گیرد. این محفظه را با هوای فشرده پر می‌کنند.

هوای فشرده ظرفیت باربری خودرو را افزایش می‌دهد و در عین حال ارتفاع خودرو را ثابت نگه می‌دارد (شکل ۳۹ــ۳).



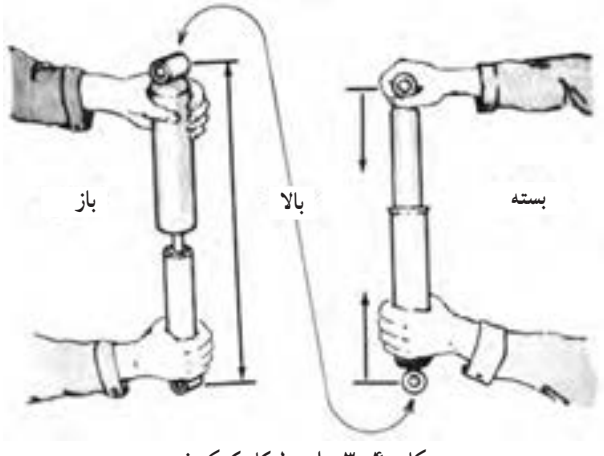
شکل ۳۹ــ۳ــ کمک فنر بادی

۴ــ۳ــ اصول کارکمک فنر در خودرو

کمک فنر (ارتعاش‌گیر) در سیستم تعلیق موازی با فنر بسته می‌شود.

فنر در مقابل نیروی خارجی تغییر شکل می‌دهد و انرژی ذخیره می‌کند. در موقع جمع شدن فنر، کمک فنر نیز به سهولت جمع می‌شود و در موقع باز شدن فنر، انرژی ذخیره شده را به‌سرعت آزاد می‌کند. ولی کمک فنر در موقع باز شدن فنر به شدت مقاومت می‌کند و به کندی باز می‌شود تا جلوی ارتعاش فنر و همچنین اضافه شدن ارتعاش جدید را بگیرد و از بروز حالت بحرانی و تشدید، که رزنانس نامیده می‌شود و در اتاق خودرو باعث بروز تکان‌های شدید و آزاردهنده می‌شود، جلوگیری کند.

اصول کار کمک فنرها یک‌سان هستند و در طراحی آنها سعی شده با استفاده از مکانیزم‌های هیدرولیکی، نیوماتیکی، الکتریکی و ترکیبی، باز شدن فنر (واجهش) را کنترل کنند تا جلوی تکرار ارتعاشات و انتقال آن به شاسی و اتاق خودرو گرفته شود (شکل ۴۰ــ۳).



شکل ۴۰ــ۳ــ اصول کار کمک فنر

۵ــ۳ــ اجزای سیستم تعلیق و فنربندی خودرو

اجزای سیستم تعلیق و فنربندی خودرو در دو بخش :

ــ سیستم تعلیق عقب

ــ سیستم تعلیق جلو

مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۴۱ــ۳).

شکل ۴۱ــ۳ــ سیستم تعلیق عقب و جلو خودرو

۱ــ۵ــ۳ــ سیستم‌های تعلیق عقب : در سیستم‌های تعلیق عقب از فنرهای شمش، مارپیچ، پیچشی و بادی استفاده می‌شود. در خودروهایی که چهار چرخ فرمان‌پذیر هستند چرخ‌های عقب طوری طراحی و نصب شده‌اند که اندکی نوسان جانبی دارند.

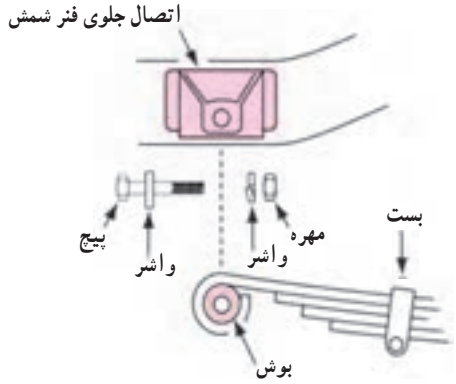
سیستم‌های تعلیق یک پارچه در اتومبیل‌های سواری کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و بیشتر از سیستم‌های تعلیق مستقل بهره‌برداری می‌شود.

انواع سیستم تعلیق عقب عبارتند از :

۱ــ سیستم تعلیق عقب با فنر شمش چند لایه : سیستم تعلیق عقب با فنر شمش چند لایه در شکل ۴۲ــ۳ نشان داده شده است. فنرها با استفاده از دو عدد کرپی بسته می‌شوند و زیر پوستهٔ اکسل قرار می‌گیرند.

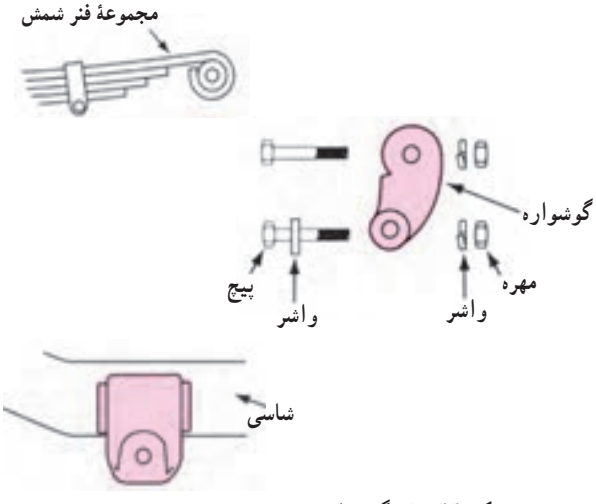
شکل ۴۲ــ۳ــ سیستم تعلیق عقب با فنر شمش

وقتی فنرها در نتیجهٔ تغییر میزان بار خم می‌شوند برگ‌ها روی هم می‌لغزند. چند بست فنری در طول فنر شمش چند برگی، فنرها را در یک جهت نگه می‌دارند. این بست‌ها مانع جدا شدن بیش از اندازهٔ برگ‌ها در هنگام باز شدن‌شان می‌شوند.



شکل ۴۳ــ۳ــ بست و بوش سر جلوی فنر بلند (شاه فنر)

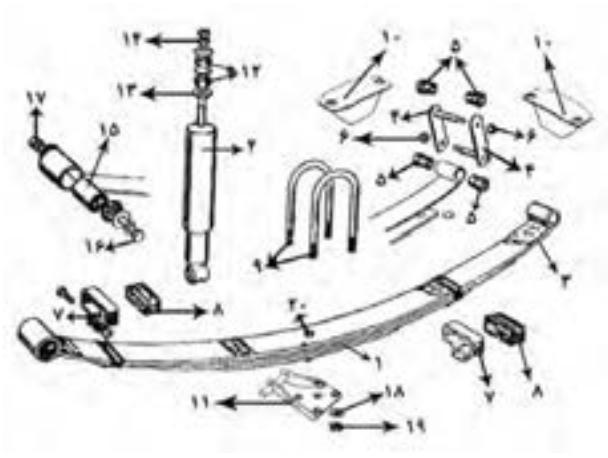
دو سر فنر بلندتر به صورت حلقه ساخته می‌شود تا روی جلو وعقب شاسی نصب شود (شکل‌های ۴۳ــ۳ و ۴۴ــ۳). این دو قسمت را به‌وسیلهٔ یک پیچ و مهره و بوش نصب می‌کنند و وقتی فنر خم می‌شود، گوشوارهٔ فنر روی بوش عقب و جلو می‌رود. این بوش نیز ارتعاش فنر را به‌وسیلهٔ کمک فنر میرا می‌کند.



شکل ۴۴ــ۳ــ گوشواره و بوش سرعقب فنر بلند (شاه فنر)

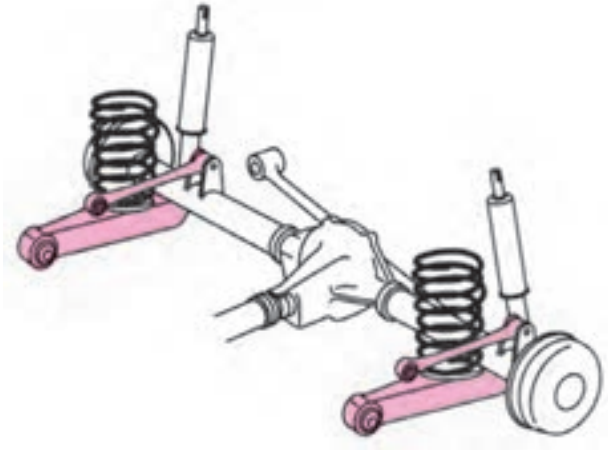
اجزای کامل سیستم تعلیق عقب با فنر شمش چند لایه، که در شکل ۴۵ــ۳ نشان داده شده است، عبارت‌اند از :

۱ــ مجموعهٔ فنر شمش ۲ــ کمک فنر یا ارتعاش‌گیر ۳ــ شاه‌فنر ۴ــ گوشواره ۵ــ بوش‌های لاستیکی ۶ــ مهره‌های گوشواره ۷ــ بست‌ها ۸ــ لاستیک بین بست‌ها و مجموعهٔ فنر شمشی ۹ــ پیچ‌های کرپی ۱۰ــ محدودکننده‌های پوستهٔ دیفرانسیل ۱۱ــ صفحهٔ نگه‌دارندهٔ کرپی‌ها و مجموعهٔ فنر شمشی ۱۲ــ بوش‌های لاستیکی اتصال کمک فنر به زیر گل‌گیر ۱۳ــ واشرهای فلزی ۱۴ــ مهره اتصال کمک فنر ۱۵ــ بوش لاستیکی جلو فنر ۱۶ــ پیچ اتصال ۱۷ــ مهرهٔ اتصال ۱۸ــ واشر پیچ کرپی ۱۹ــ مهرهٔ کرپی ۲۰ــ پیچ مرکزی لایه‌های فنر شمش



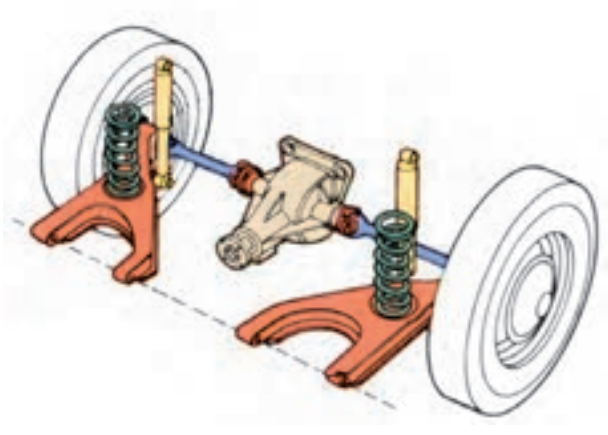
شکل ۴۵ــ۳ــ اجزای سیستم تعلیق با فنر شمش چند لایه

۲ــ سیستم تعلیق یک‌پارچه با فنر مارپیچ : همان‌گونه که در شکل ۴۶ــ۳ نشان داده شده است در این سیستم یک فنر مارپیچ جانشین فنر شمش می‌شود و با یک اهرم یا میلهٔ کنترل و حمایت شده که روی شاسی نصب می‌شود، تا حرکت محور کنترل گردد.



شکل ۴۶ــ۳ــ سیستم تعلیق یک پارچه با فنر مارپیچ

۳ــ سیستم تعلیق مستقل عقب : سیستم تعلیق مستقل عقب، همان‌گونه که در شکل ۴۷ــ۳ نشان داده شده است، شامل یک طبق است که فنرهای مارپیچ را روی آن نصب می‌کنند و کمک فنرها نیز از یک طرف به طبق و از طرف دیگری روی شاسی (اتاق) نصب می‌شوند.



شکل ۴۷ــ۳ــ سیستم تعلیق مستقل عقب با چرخ‌های محرک

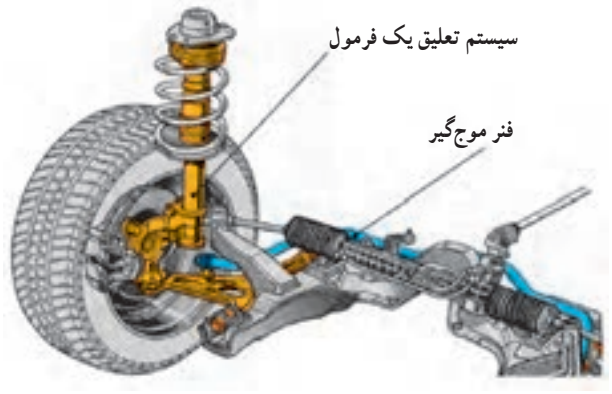
در این سیستم حرکت هر چرخ روی ناهمواری‌ها مستقل از چرخ دیگر است و می‌تواند محور محرک (دیفرانسیل عقب) یا متحرک (محور متحرک) باشد (شکل ۴۸ــ۳).

شکل ۴۸ــ۳ــ سیستم تعلیق مستقل عقب با چرخ‌های متحرک

سیستم تعلیق با فنر پیچشی (موج‌گیر) : فنرهای پیچشی به صورت طولی یا به صورت عرضی نصب می‌شوند. در شکل ۴۹ــ۳ یک سیستم تعلیق را ملاحظه می‌کنید، که در آن موج‌گیر عرضی استفاده شده است.

دو میل پیچشی عقب به صورت طبق عمل می‌کنند. کار فنر را دو فنر موج‌گیر عرضی با پهنای کامل انجام می‌دهند.

هر طرف یک فنر موج‌گیر به یک شاسی فرعی محکم متصل است که در زیر اتاق نصب شده است. در نتیجه فنر موج‌گیر می‌تواند با بالاو پایین رفتن چرخ و میل پیچشی، پیچش پیدا کند.



شکل ۴۹ــ۳ــ سیستم تعلیق با فنر موج‌گیر

سیستم تعلیق ژامبونی عقب :

سیستم تعلیق ژامبونی عقب از نوع نیمه مستقل است و همان‌گونه که در شکل۵۰ــ۳ نشان داده شده، اجزای آن عبارت‌اند از :

۱ــ ژامبون
۲ــ رام لوله‌ای
۳ــ فنر پیچشی سمت راست
۴ــ فنر پیچشی سمت چپ
۵ــ طبق
۶ــ میلهٔ موج‌گیر
۷ــکمک فنر
۸ــ اتصالات لاستیکی جلو
۹ــ اتصال عقب

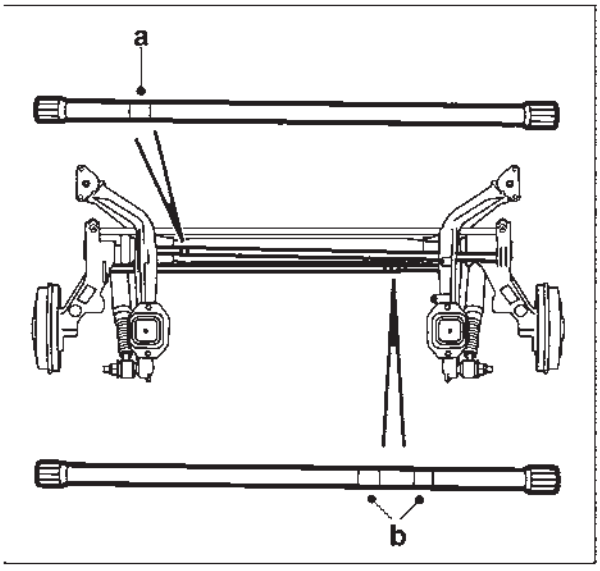
شکل ۵۰ــ۳

سیستم نوع ژامبونی نیمه مستقل از دو ژامبون تشکیل شده‌اند (شکل ۵۱ــ۳) و یک رام لوله‌ای آنها را به یکدیگر متصل کرده است. یک فنر پیچشی به‌طور عرضی بین هر ژامبون و طبق سمت مقابل کمک فنر نصب شده است. یک میلهٔ موج‌گیر بین ژامبون‌ها نصب شده است (شکل ۵۲ــ۳).

شکل ۵۱ــ۳ــ ژامبون و کمک فنر

سیستم‌های تعلیق ژامبونی عقب به‌وسیلهٔ چهار اتصال لاستیکی به زیر بدنهٔ خودرو متصل می‌شود (شکل ۵۲ــ۳).

طبق‌ها به صورت یک‌پارچه و دارای دو قسمت و جلو و عقب هستند.



شکل ۵۲ــ۳ــ فنرهای پیچشی دو طرف راست a و چپ b

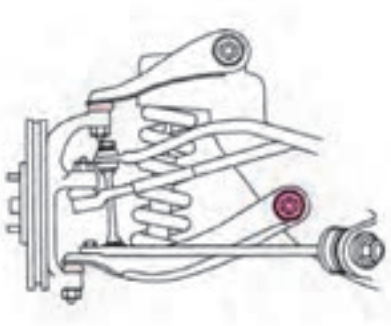
۲ــ۵ــ۳ــ سیستم‌های تعلیق جلو : وظایف سیستم تعلیق جلو عبارت‌اند از :

ــ نگه‌داری وزن قسمت جلو خودرو؛

ــ جذب ضربه‌های دست‌انداز (ناهمواری‌های جاده) و جلوگیری از انتقال ضربه‌ها به اتاق خودرو؛

ــ تأمین کنترل فرمان در حین ترمزگیری شدید.

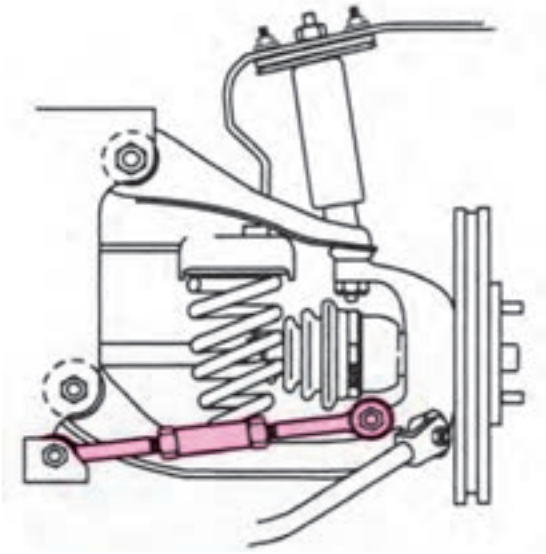
در سیستم تعلیق جلو از هر چهار نوع فنرِ، شمش، لوله‌ای، پیچشی و بادی استفاده می‌شود (شکل ۵۳ــ۳).



شکل ۵۳ــ۳ــ سیستم تعلیق

سیستم تعلیق جلو با فنر مارپیچ: در سیستم تعلیق جلوی بسیاری از خودروها با چرخ‌های محرک (دیفرانسیل) از فنر مارپیچ استفاده می‌شود و فنرهای لوله‌ای روی طبق‌های بالا یا پایین نصب می‌شوند.

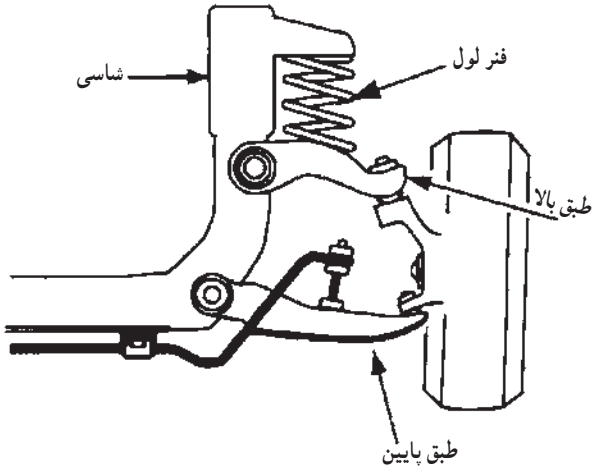
در شکل۵۴ــ۳ سیستم تعلیق جلو با فنر مارپیچ را که در آن از طبق‌های بالا و پایین به طول‌های نامساوی استفاده شده است، ملاحظه می‌کنید. این سیستم را سیستم طبق دوبل می‌نامند زیرا طبق‌ها به صورت لولایی به اتاق یا شاسی خودرو متصل هستند.



شکل ۵۴ــ۳ــ سیستم تعلیق جلو با فنر مارپیچ نصب شده

در(شکل ۵۵ــ۳) سیستم تعلیق جلو، فنر مارپیچ روی طبق بالا نصب می‌شود.

سر بالایی فنر به شاسی متصل می‌شود. وقتی چرخ بالا و پایین می‌رود فنر بین طبق بالا و اتاق فشرده می‌شود.



شکل ۵۵ــ۳ــ سیستم تعلیق با فنر مارپیچ نصب شده روی طبق بالا

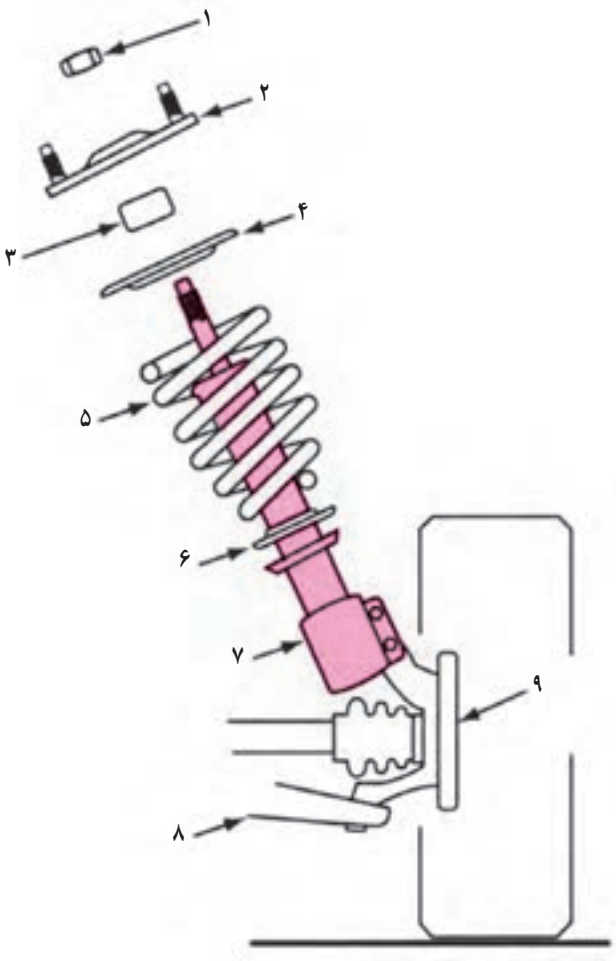
سیستم تعلیق جلو مستقل ستونی (مک فرسون) با محور متحرک : در سیستم تعلیق جلو با کمک فنر، فنر مارپیچ و کمک فنر به صورت یک مجموعه ترکیب شده‌اند (شکل۵۶ــ۳). سر پایینی کمک به سر خارجی طبق پایین از نوع تیری متصل است و سر بالایی کمک به اتاق متصل می‌شود. در چرخ‌های جلو یک بلبرینگ در بالای کمک نصب شده است تا چرخش مجموعهٔ کمک و محور چرخ را همراه با چرخ‌ها (برای هدایت خودرو) امکان‌پذیر کند.

شکل ۵۶ــ۳ــ سیستم تعلیق جلو مستقل با کمک فنر و محور متحرک

اجزای سیستم تعلیق جلو با کمک فنر (شکل۵۷ـ۳) عبارت‌اند از :

۱ـ پیچ بالای کمک فنر ۲ـ تکیه‌گاه بالا و محل نصب بلبرینگ کف گرد (ویژه چرخ‌های جلو) ۳ـ ضربه‌گیر ۴ـ بشقابک پایین ۵ـ فنر ۶ـ بشقابک پایین فنر ۷ـ کمک فنر و محل نصب آن روی محور چرخ ۸ـ طبق (محور) پایین ۹ـ توپی چرخ

در سیستم تعلیق جلو با کمک فنر (مک فرسون) وقتی چرخ در ناهمواری جاده (دست‌انداز) قرار می‌گیرد، چرخ و فنر بالا و پایین می‌روند. چرخاندن فرمان سبب می‌شود که میل فرمان‌ها به طرف داخل یا خارج به حرکت درآیند. در نتیجه مجموعهٔ کمک و فنر و اهرم فرمان به داخل و خارج حرکت می‌کنند تا خودرو در جهت موردنظر راننده هدایت شود.

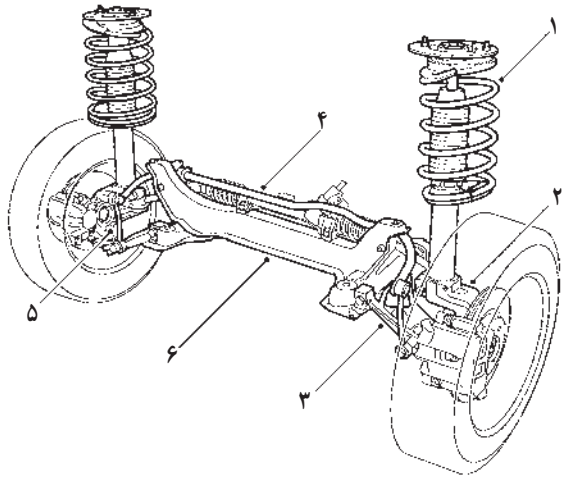


شکل ۵۷ـ۳ـ اجزای سیستم تعلیق جلو مستقل ستونی با محور محرک

سیستم تعلیق جلو مستقل ستونی (مک فرسون[1]) با محور محرک : سیستم تعلیق مستقل جلو از نوع مک فرسون شاملِ فنر مارپیچ (۱) و کمک فنر تلسکوپی (۲) یک‌پارچه است. مجموعهٔ نگه‌دارندهٔ فنر و کمک فنر به وسیلهٔ طبق عرضی (۳) و بوش‌های لاستیکی (۵) به رام (۶) متصل است.

میل موج‌گیر (۴) ضربات حاصل از ناهمواری جاده را کنترل می‌نماید.

محور چرخ و مجموعه ترمز دیسکی روی انتهای اکسل نصب شده‌اند.



شکل ۵۸ـ۳ـ سیستم کامل تعلیق جلو با محور محرّک

۱ـ Macpherson