فصل ۶

انواع تعلیق خودروها

هدف‌های رفتاری: هنرجو پس از فراگیری این فصل می‌تواند:

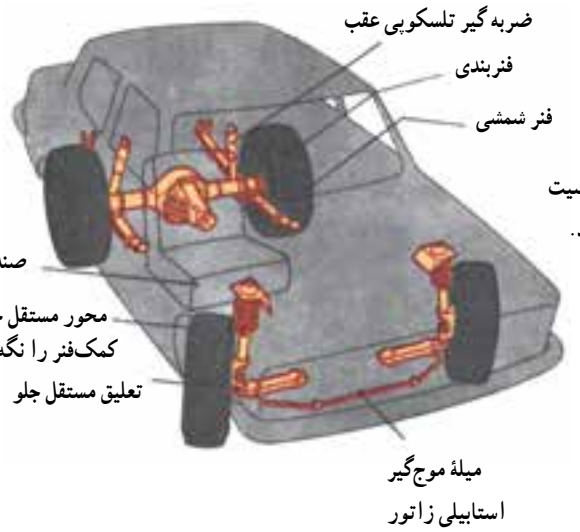
- **خصوصیّات خودرو را با تعلیق ثابت، تعریف کند.**
- **علل تغییر شکل فنربندی محورها را توضیح داده، راه‌های برطرف‌کردن آن را بیان نماید.**
- **دلایل کلّه‌زنی خودروها و راه کاهش‌دادن آن راشرح دهد.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل را تعریف کند.**
- **انواع تعلیق مستقل جلو را تعریف نماید.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل طبق‌دار دوبل را تشریح کند.**
- **خصوصیّات و ساختمان تعلیق مستقل مک فرسون را بازگو نماید.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل را با اهرم طولی شرح دهد.**
- **انواع تعلیق مستقل در محور عقب خودروها را نام ببرد.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل دو دیون را تعریف کند.**
- **خصوصیّات و ساختمان تعلیق مستقل دو مفصلی را شرح دهد.**
- **ساختمان و طرز کارتعلیق مستقل یک مفصلی را تعریف کند.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل عقب با اهرم دو شاخهٔ ساده را تشریح نماید.**
- **خصوصیّات و مزایای تعلیق مستقل را با اهرم دوشاخهٔ خم‌شونده تشریح کند.**
- **تعلیق مستقل عقب با اهرم طولی دوبل و اهرم طولی خمیده را تعریف کند.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل هیدرواستاتیک را بیان کند.**
- **خصوصیّات تعلیق مستقل هیدروپنوماتیک را شرح دهد.**

۶ـ انواع تعلیق خودروها

۱ـ۶ـ تعلیق ثابت

وقتی هر دو چرخ خودرو به یک محور واحد متّصل گردند و در یک زمان با هم نوسان کنند، تعلیق را «ثابت» گویند. تعلیق ثابت، در همهٔ خودروهای سنگین (در هر دو محور) و در محورهای عقب بعضی سواری‌ها (پیکان) یا در هر دو محور آنها (لندروور و پاترول) به‌کار می رود.

در شکل ۱ــ۶، نمونه‌ای از تعلیق ثابت در محور عقب و تعلیق مستقل در محور جلوی سواری دیده می‌شود.



شکل ۱ــ۶ــ تعلیق ثابت در محور عقب

۱ـ۱ـ۶ـ مزایای تعلیق ثابت

الف) قیمت تمام‌شدهٔ تعلیق، ارزان است.

ب) استحکام محور زیاد بوده درخودروهای سنگین به‌کار گرفته می‌شود.

ج) زوایای چرخ‌ها ثابت است و لاستیک‌سایی در آنها چندان زیاد نیست.

د) تعلیق، نیروهای جانبی وارد بر چرخ‌ها را جذب می‌کند؛ درنتیجه، نیاز به اهرم‌های تعادل نیست.

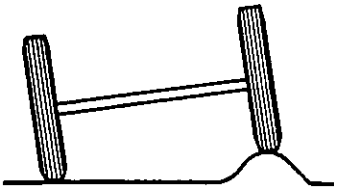
هـ) در جادهٔ کم اصطکاک، تعادل فرمان خودرو به خوبی حفظ می‌شود.

۲ـ۱ـ۶ـ معایب تعلیق ثابت

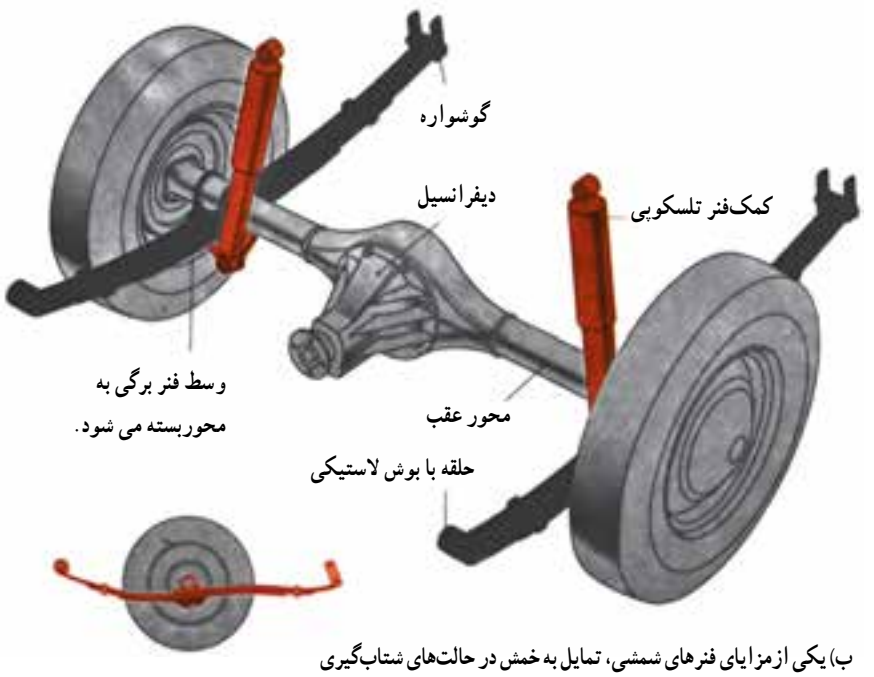
الف) در صورت قرارگرفتن یک چرخ روی مانع، بدنه کاملاً منحرف شده روی چرخ دیگر هم تأثیر می‌گذارد (شکل الف ــ۲ــ۶).

ب) به علّت سنگینی قسمت فنربندی‌نشده، نیاز به فنربندی نیرومندی در محور نیست؛ بنابراین سیستم فنربندی، سخت و انعطاف‌ناپذیر است.

در خودروهای سنگین، برای جلوگیری از تغییر شکل محور ثابت و کج شدن فنرهای شمشی در هنگام ترمزکردن، شتاب‌گیری و پیچیدن از اهرم‌های مختلف استفاده می‌کنند که در شکل ۲ــ۶ نمونه‌هایی ازآن دیده می‌شود.



الف) تغییر حالت کلی محور



ب) یکی ازمزایای فنرهای شمشی، تمایل به خمش در حالت‌های شتاب‌گیری و ترمزکردن است.

شکل ۲ــ۶ــ انواع تعلیق ثابت با فنرهای مختلف و تغییر وضعیت آنها

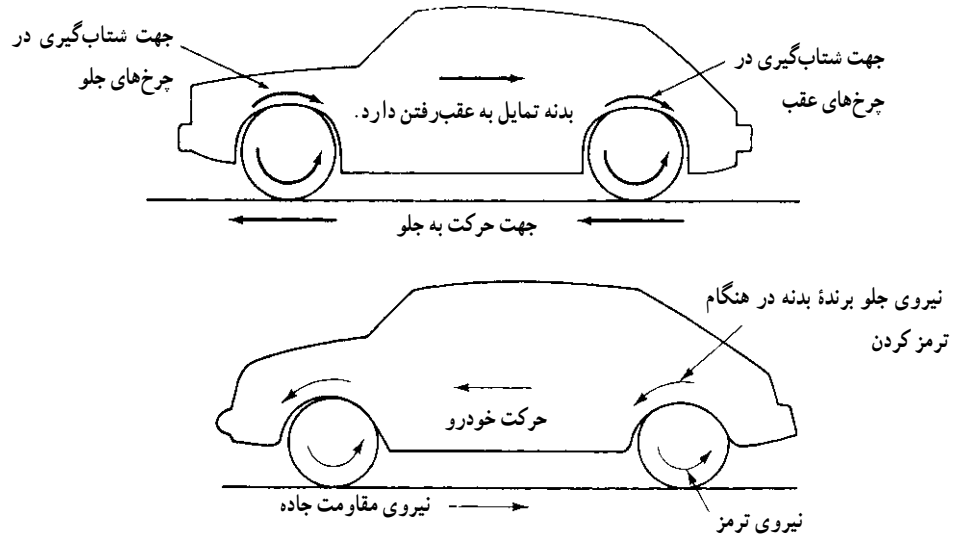
ج) محور ثابت عقب با فنربندی شمشی و اهرم‌های طولی و پانارد

د) اهرم طولی الف شکل نیروهای طولی و عرضی را جذب می‌کند.

ادامهٔ شکل ۲ــ۶

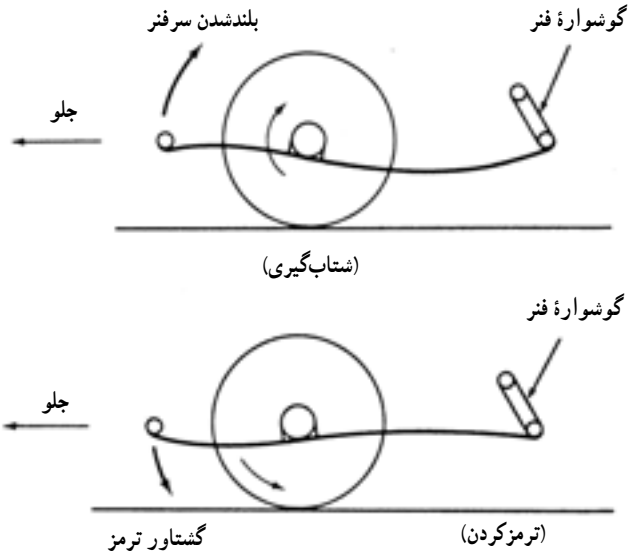
۲ـ۶ـ تغییر شکل‌دادن فنرهای تعلیق

در هنگام ترمزکردن و شتاب‌گیری بدنهٔ خودرو، عکس حالت چرخ‌ها عمل می‌کند؛ یعنی، درموقع شتاب‌گیری که چرخ‌ها به جلو حرکت می‌کنند، بدنه به عقب متمایل است. در هنگام ترمزکردن که چرخ‌ها تمایل به کندشدن و ایستادن دارند، بدنه به جلو متمایل می‌شود (شکل ۳ــ۶).



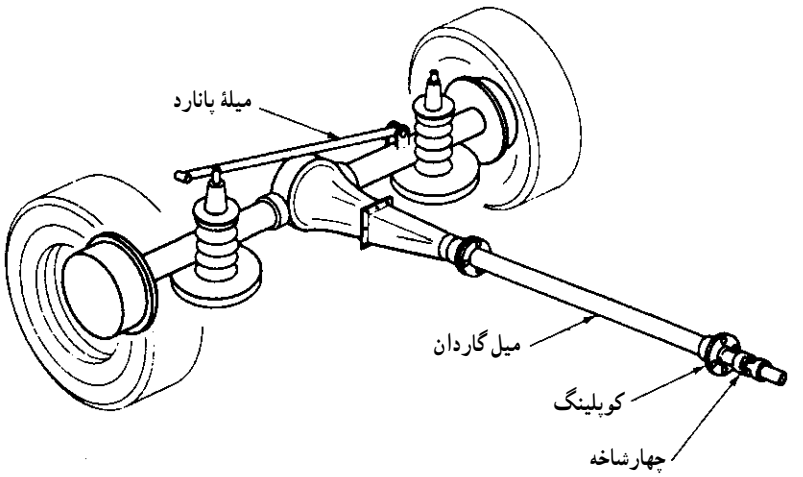
شکل ۳ــ۶ــ عکس‌العمل اتاق در مقابل شتاب‌گیری و ترمز

در این حالت‌ها، فنر شاسی و محور متّصل شده در معرض تغییر شکل قرار می‌گیرد؛ یعنی فنر در حالت ترمز، تقریباً به شکل S درمی آید و در حالت شتاب نیز شکل Z پیدا می‌کند (شکل ۴ــ۶).



شکل ۴ــ۶ــ تغییر شکل فنر

برای جلوگیری از تغییر شکل عرضی محورها، از اهرم مایلی که یک سر آن به محور و سر دیگرش به زیر شاسی متّصل می‌شود، استفاده می‌کنند. این محور را «پانارد» گویند (شکل ۵ــ۶).



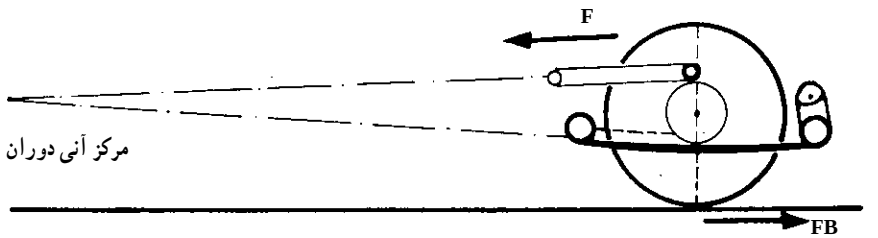
شکل ۵ــ۶ــ نحوهٔ اتّصال میلهٔ پانارد به شاسی

۳ـ۶ـ تمایل به کلّه‌زدن و راه کنترل آن

در هنگام ترمز کردن، که چرخ‌ها عقب می‌ماند، اتاق به جلو متمایل شده سرِ خودرو دراثر نیروی اینرسی به پایین کشیده می‌شود. به این حالت «کلّه‌زنی خودرو» می‌گویند.

هر چه نیروی اینرسی زیادتر و شعاع مرکز ثقل از زمین بلندتر باشد، تمایل به کلّه‌زدن زیادتر است. با انتخاب زاویهٔ مناسب اهرم‌ها و محلّ تکیه‌گاه‌های فنرها، می‌توان مقدار کلّه‌زنی خودروها را کاهش داد؛ برای مثال، در خودروهای پژو و رامبلر، میل گاردان را در داخل پوسته‌ای گذاشته از پوسته به‌صورت اهرم کنترل کلّه‌زدن استفاده می‌کنند.

در مرکز دوران، که ازاتّصال اهرم طولی و سیستم فنربندی در نقطهٔ نزدیکتری یکدیگر را قطع کنند، تمایل به کلّه‌زدن کمتر می‌شود. در شکل ۶ـ۶ مرکز کلّه‌زنی که ازاتّصال اهرم طولی و دو امتداد تکیه‌گاه فنر به دست‌آمده، دیده می‌شود.

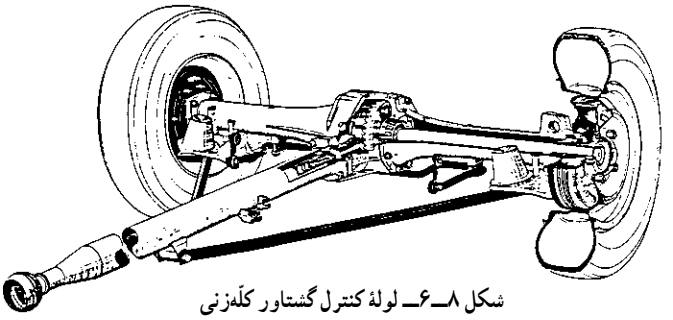


شکل ۶ـ۶ـ روش به‌دست‌آوردن مرکز آنی دوران تعلیق

در شکل ۷ـ۶ در امتداد دو محور اهرم طولی مرکز دوران به‌دست آمده است

شکل ۷ـ۶ـ مرکز آنی دوران یا مرکز کلّه‌زنی خودرو

در خودروی پژو و رامبلر، لولهٔ روی میل گاردان که به نام «لولهٔ کنترل گشتاور» معروف است، طوری طرّاحی شده که محلّ اتّصال آن درکف اتاق در نقطه‌ای باشد که کلّه‌زنی خودرو به‌خوبی کنترل شود.

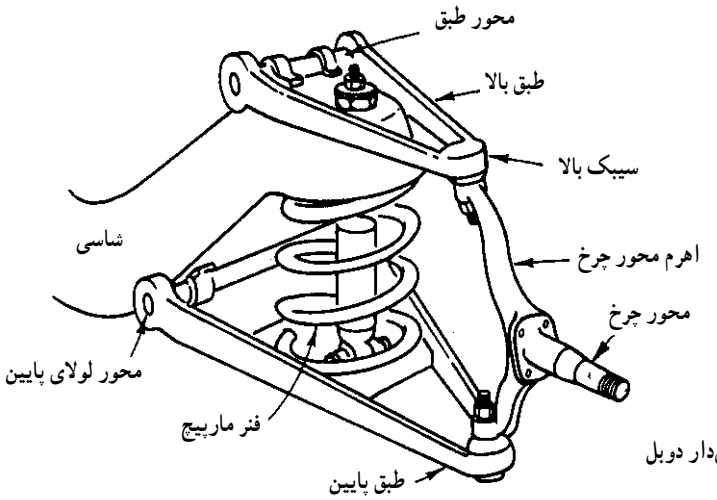


شکل ۸ــ۶ــ لولهٔ کنترل گشتاور کلّه‌زنی

۴ـ۶ـ تعلیق مستقل

در تعلیق ثابت استحکام و مزایای زیادی وجود دارد، اما ازحد مطلوب ایمنی و آسایش در خودروهای سواری تندرو برخوردار نیست. از سال‌ها قبل سازندگان و طرّاحان خودرو، در پی تحقیق و تولید تعلیق‌هایی بوده‌اند که دو مقولهٔ ایمنی و آسایش را تأمین نماید؛ از این‌رو، از آن زمان تاکنون، تغییرات بسیاری در سیستم‌های تعلیق پدیدار شده است.

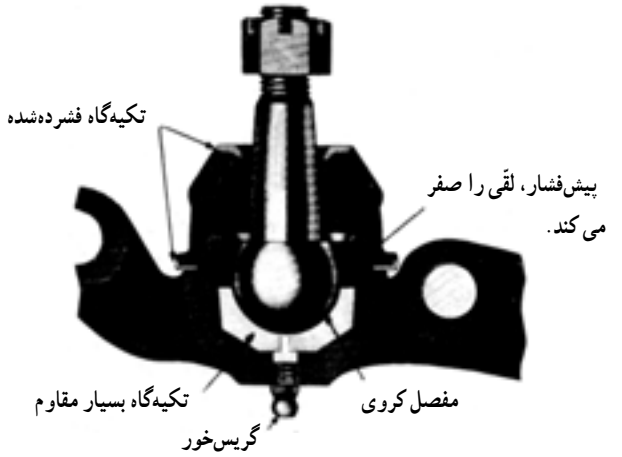
در تعلیق مستقل، هر چرخ به‌طور مستقل ارتعاش کرده در چرخ دیگر تأثیر نمی‌گذارد. مهم‌ترین قطعه‌ای که در تعلیق‌های مستقل وجود دارد، اتّصالات و مفصل‌های سیبکی این‌گونه تعلیق است. سیبک‌ها قطعات کروی شکلی هستند که به‌خوبی حرکت بین دو قطعه را بدون کمترین اصطکاک، فراهم می‌کنند. درعین حال، سیبک‌ها در معرض نیروهای کششی و فشاری قرار می‌گیرند.



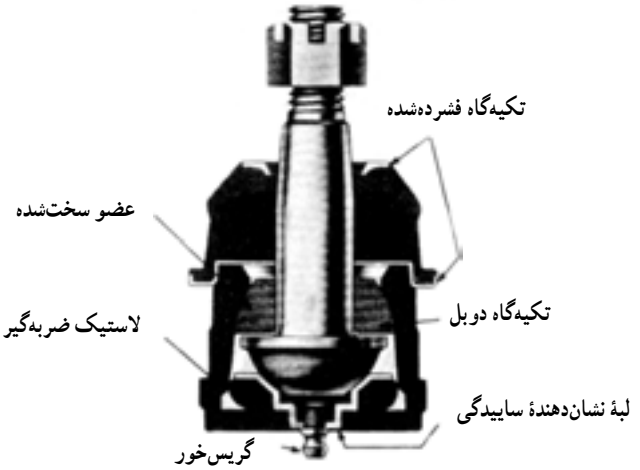
شکل ۹ــ۶ــ تعلیق طبق‌دار دوبل

وقتی سیبکی در بالای طبق (پایینی) و زیر محور چرخ قرار می‌گیرد، تحت تأثیر نیروی کششی است، زیرا محور چرخ متمایل به بالا و طبق زیر، متمایل به پایین است و در نتیجه، سیبک کشیده می‌شود.

وقتی سیبکی در زیر طبق (بالایی) و روی محور چرخ قرارگیرد، تحت تأثیر نیروی فشاری است، زیرا محور چرخ به‌وسیلهٔ چرخ، متمایل به بالا و طبق نیز با کشش فنر متمایل به پایین می‌شود؛ درنتیجه، سیبک فشرده می‌گردد. در اشکال ۱۰ــ۶ و ۱۱ــ۶ ساختمان دو نوع سیبک فشاری و کششی نشان داده شده است.

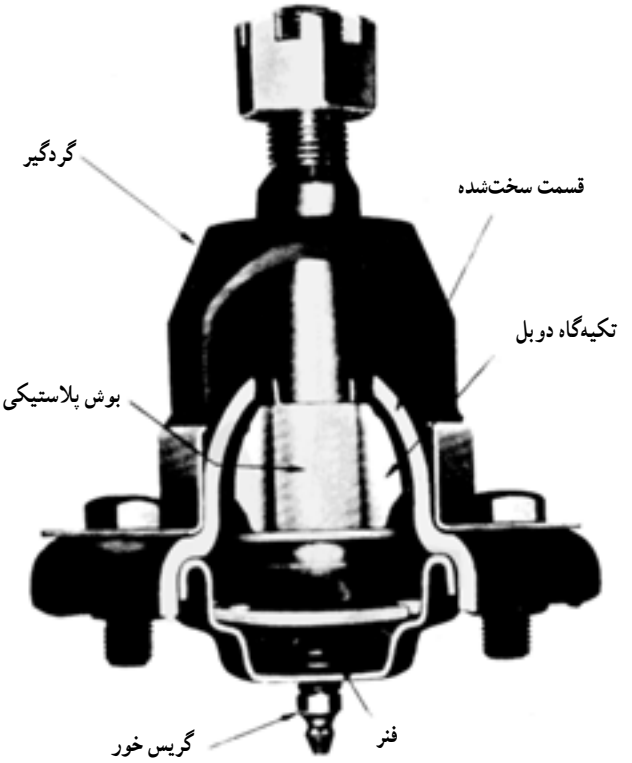


شکل ۱۰ــ۶ــ سیبک فشاری



شکل ۱۱ــ۶ــ سیبک نوع کششی

بعضی از سیبک‌ها را با پیش‌فشار فنر طرّاحی می‌کنند. در داخل آنها فنری وجود دارد که پیش‌فشار معیّنی را به دو قسمت دیگر سیبک وارد کرده از ایجاد لقّی ممانعت می‌کند (شکل ۱۲ــ۶).



شکل ۱۲ــ۶ــ سیبک ماشین فشار فنر

۱ـ۴ـ۶ـ مزایای تعلیق مستقل

الف) به‌علّت تماس بهتر چرخ‌های جلو با جادّه، هدایت و کنترل خودرو بهتر انجام می‌شود.

ب) نیروهای وارد شده به چرخ‌ها به‌وسیلهٔ سیستم تعلیق جذب شده از انتقال آن به شاسی جلوگیری می‌شود.

ج) نوسان هر چرخ به چرخ دیگر و شاسی انتقال نمی‌یابد؛ بنابراین، آسایش سرنشینان بیشتر می‌شود.

د) وزن محور به‌وسیلهٔ شاسی جذب می‌شود؛ بنابراین، دیفرانسیل و قطعات سنگین در شمار قطعات فنربندی شده هستند و می‌توان فنر نرمی برای تعلیق انتخاب کرد.

هـ) در هنگام شتاب‌گیری و پیچیدن خودرو، چرخ‌ها سطح اتّکای بیشتری به‌دست آورده، ایمنی آنها افزایش می‌یابد.

۲ـ۴ـ۶ـ معایب تعلیق مستقل

الف) در اثر ارتعاش زیاد چرخ‌ها که به انعطاف و نرمی آنها مربوط می‌شود، تغییرات زاویه‌ای چرخ‌ها زیاد می‌گردد و لاستیک سایی افزایش می‌یابد.

ب) مخارج تعمیر، نگهداری و تولید تعلیق مستقل، زیاد است.

۵ـ۶ـ انواع تعلیق مستقل جلو

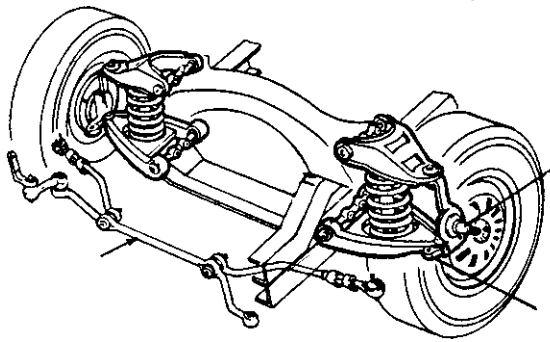
تعلیق‌های مستقل جلو، در سه نوع ساخته می‌شوند :

«طبق‌دار دوبل»، «مک‌فرسون» و «اهرم طولی»

۶ـ۶ـ ویژگی‌های اهرم مستقل طبق‌دار دوبل

یکی از محکمترین تعلیق‌های مستقل، تعلیق نوع طبق‌دار دوبل است. طبق‌ها اهرم‌های مثلث شکلی هستند که قاعدهٔ آنها به رام شاسی و رأسشان به‌وسیلهٔ مفصل سیبکی به اهرم چرخ اتّصال داده می‌شود. در چرخ‌های جلو به اهرم چرخ، اهرم دیگری (شغال‌دست) بسته شده که این اهرم به میل فرمان متّصل می‌گردد و با حرکت آن اهرم، چرخ حول سیبک‌های بالا و پایین دوران می‌کند و چرخ‌های جلو در جهت خواسته شده، حرکت می‌کنند (شکل ۱۳ـ۶).

معمولاً فنر این‌گونه تعلیق، مارپیچی یا پیچشی است. در صورت مارپیچی بودن، فنر در روی طبق زیر و زیر رام شاسی در محلّ مناسبی که پیش‌بینی شده تکیه می‌کند. در صورت داشتن فنر پیچشی، میلهٔ فنر به طبق زیر بسته می‌شود (شکل ۱۳ـ۶).

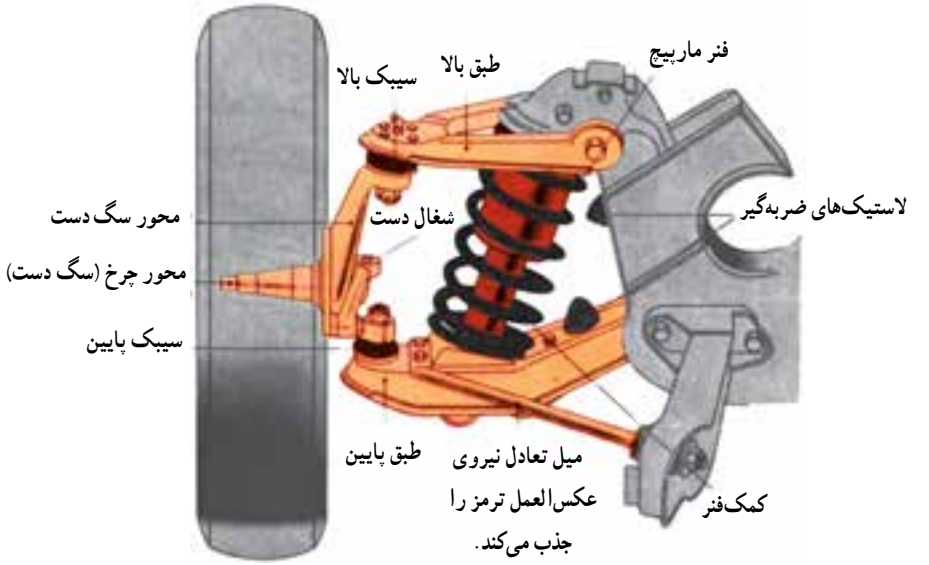


شکل ۱۳ـ۶ـ اهرم‌بندی فرمان در تعلیق جلو

۷ـ۶ـ خصوصیّات تعلیق طبق‌دار

الف) جذب همهٔ نیروهای عمودی، طولی و عرضی به‌وسیلهٔ اهرم‌های تعلیق (شکل ۱۴ــ۶).

ب) در صورت کوچکتر ساختن طبق بالا و بزرگتربودن طبق پایین و غیر موازی نصب‌کردن آنها، می‌توان هندسهٔ چرخ‌ها را طوری تنظیم کرد که در موقع پیچیدن، سطح اتّکای چرخ‌ها زیاد شود (کمبر منفی پیدا کنند)؛ درنتیجه، ایمنی حرکت در هنگام پیچیدن افزایش می‌یابد. در صورت مساوی و موازی‌بودن طبق‌ها، چرخ‌ها فقط در صفحه قائم نوسان می‌کنند و تغییر زاویه‌ای نمی‌دهند (شکل ۱۵ــ۶).



شکل ۱۴ــ۶ــ تعلیق طبق‌دار دوبل

در بعضی از مدل‌های تعلیق مستقل جلو به جای فنر مارپیچی از فنر پیچشی استفاده می شود.

حرکت‌های محورکینگ پین در تعلیق مستقل طبق دوبل

طبق‌های نامساوی

طبق‌های مساوی

شکل ۱۵ــ۶ــ انواع اهرم‌بندی فرمان در چرخ جلو

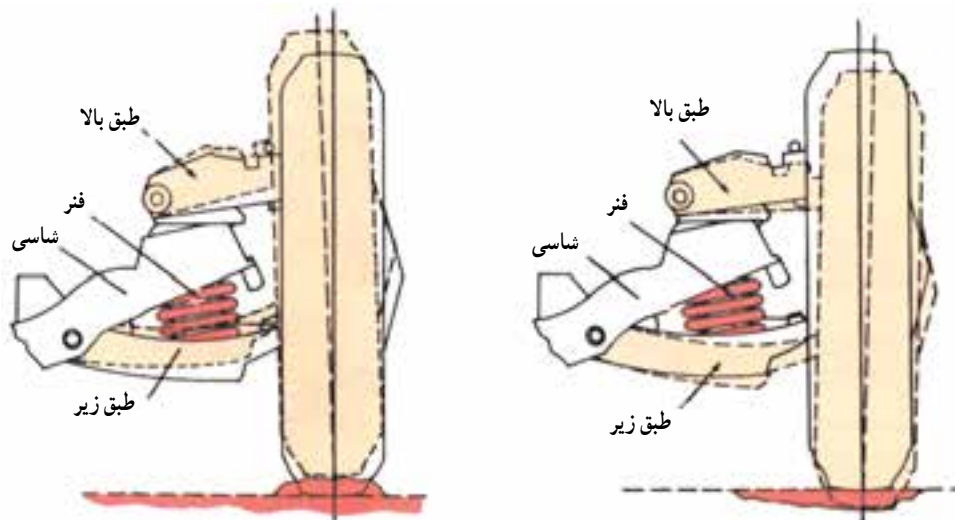
در شکل ۱۶ــ۶ سه نمونه ازتغییر زاویه‌ای چرخ‌های جلو در هنگام قرارگرفتن در دو ارتفاع متفاوت نشان داده می‌شود. عیناً همین عمل در هنگام پیچیدن اتّفاق می‌افتد که یک چرخ (چرخ خارج پیچ) به فرورفتن در زمین و چرخ دیگر (چرخ داخل پیچ) به برخاستن از سطح جادّه تمایل دارد.

تعلیق با طبق‌های دوبل نامساوی کمبر کمی تغییر می‌کند.

تعلیق با طبق‌های دوبل مساوی کمبر چرخ ثابت می‌ماند.

تعلیق مک فرسون کمبر کمی تغییر می‌کند.

شکل ۱۶ــ۶ــ سه نوع تعلیق و نحوهٔ تغییرات کمبر در آنها



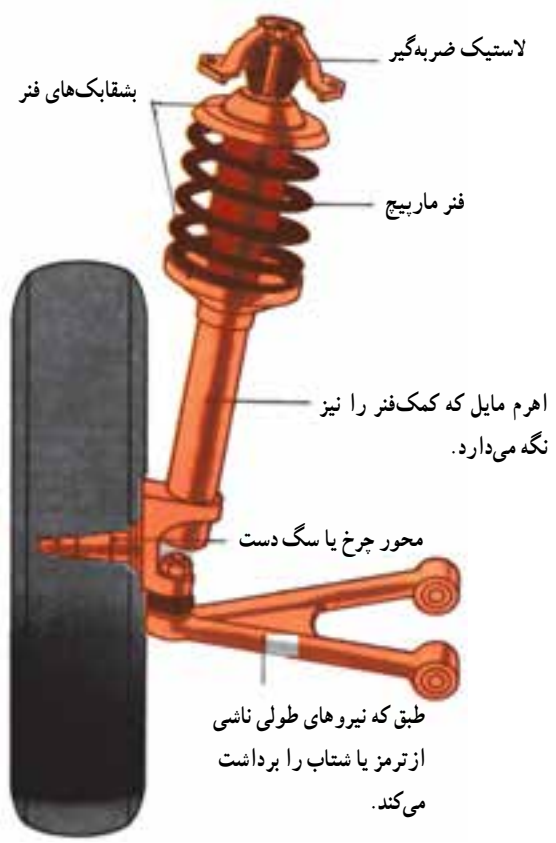
حرکت به بالای طبق

حرکت به پایین طبق

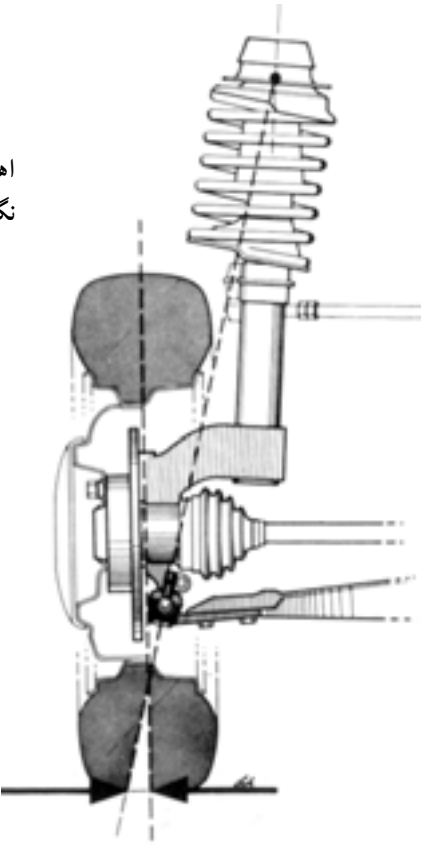
شکل ۱۷ــ۶ــ تغییرات طبق در حرکت به بالا و پایین

۸ـ۶ـ تعلیق مستقل مک‌فرسون

در این نوع تعلیق، یک طبق در زیر و یک محور نسبتاً بلند در بالای اهرم چرخ به‌کار می رود. اشکال ۱۸ــ۶ و ۱۹ــ۶ اهرم مایل زیر گلگیر، به‌وسیلهٔ فلانچ یاتاقان می‌شود و محور می‌تواند داخل فلانچ چرخش کند. از طرف پایین هم، محور چرخ روی سیبکی چرخش می‌کند؛ بنابراین، در مفصل‌بندی آن فقط یک سیبک قرار دارد.



شکل ۱۹ــ۶ــ تعلیق مک فرسون در محور غیرمحرّک جلو



شکل ۱۸ــ۶ــ سیستم تعلیق مک‌فرسون در خودروی محرّک جلوی آئودی

مزایای تعلیق مستقل مک‌فرسون

الف) ساده‌بودن ساختمان تعلیق و ارزانی قیمت تمام‌شده و امکان تغییرات آن

ب) چرخ کمترکج می‌شود و لاستیک‌سایی آن زیاد نیست.

ج) از بین زوایای مختلف، فقط دو زاویهٔ کستروتواین نیاز به تنظیم دارد.

معایب تعلیق مستقلّ مک‌فرسون

الف) به تکیه‌گاه زیر گلگیر ــ جایی که فلانچ تعلیق بسته می‌شود ــ نیروی زیادی وارد می‌شود؛ از این‌رو، باید زیرسازی نیرومندی در هنگام ساخت به‌عمل آید.

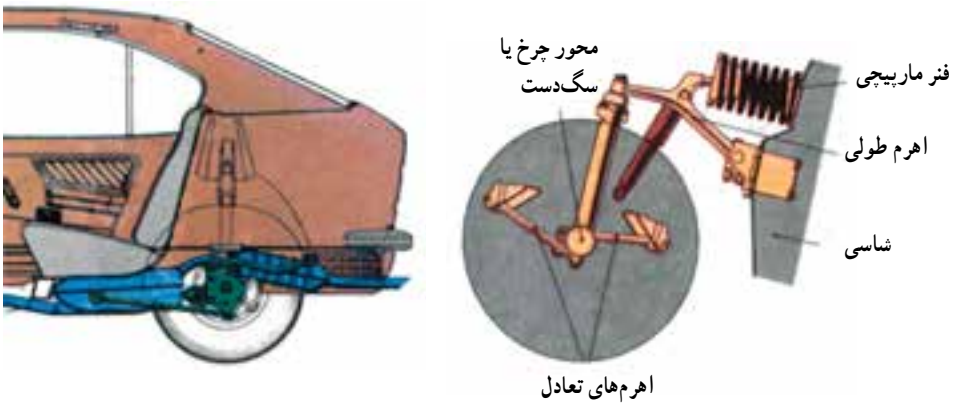
ب) ضربه‌های چرخ با وجود قراردادن لاستیک، به اتاق وارد می‌شود و تولید صدا می‌کند.

ج) نیروهای عمودی و عرضی وارد شده بر چرخ، اهرم مایل بلند را کج می‌کند و در نتیجه، دستهٔ پیستون کمک فنر کج می‌شود و ضمن ضربه زدن تعلیق، لاستیک سایی افزایش می‌یابد.

۹ـ۶ـ تعلیق مستقل جلو با اهرم طولی

در این نوع تعلیق، یک یا دو اهرم نیرومند طولی قرار می‌گیرد که یک سر اهرم‌ها به محورچرخ و سر دیگرشان به سیستم فنربندی و شاسی متّصل می‌شود.

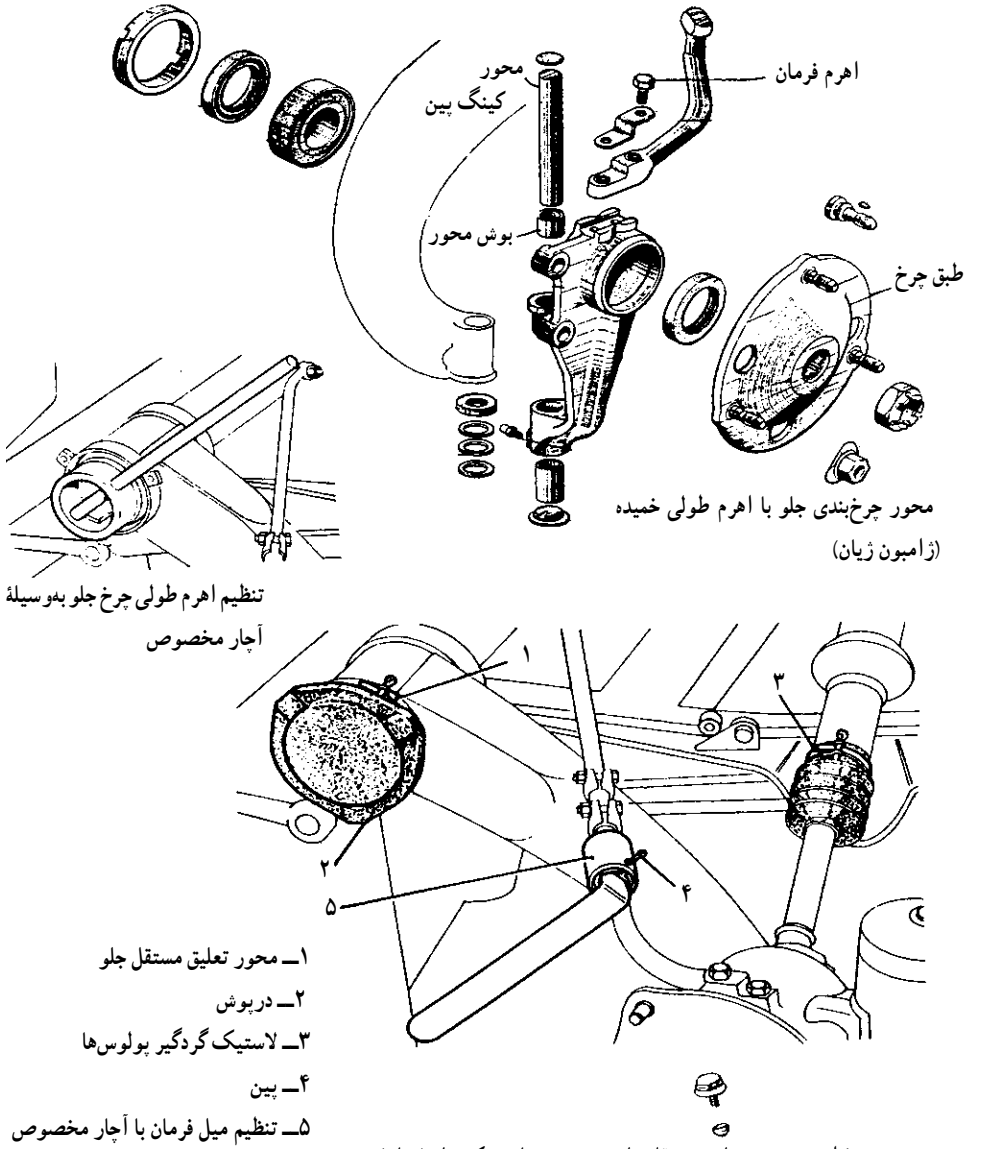
در خودروهای رور(Rover) مدل ۲۰۰۰ و ۳۵۰۰، اهرم طولی به شکل دوشاخه است که رأس آن به سیبک و قاعدهٔ آن به شاسی وفنر مارپیچی متّصل می‌شود (شکل ۲۰ــ۶).



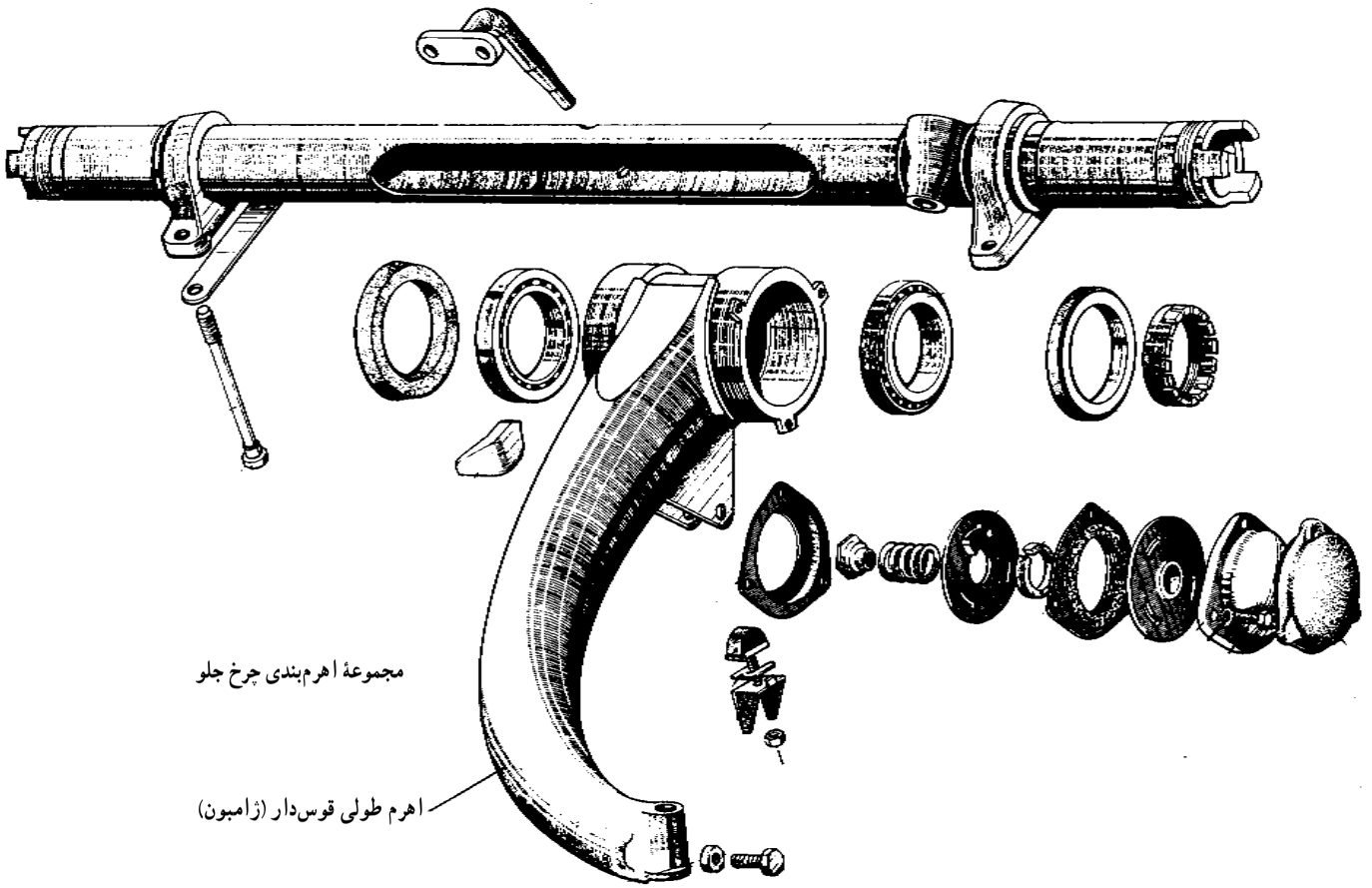
الف) اهرم طولی دوشاخه‌ای در محور جلو ب) در تعلیق عقب

شکل ۲۰ــ۶ــ کاربرد اهرم طولی در تعلیق جلو و عقب

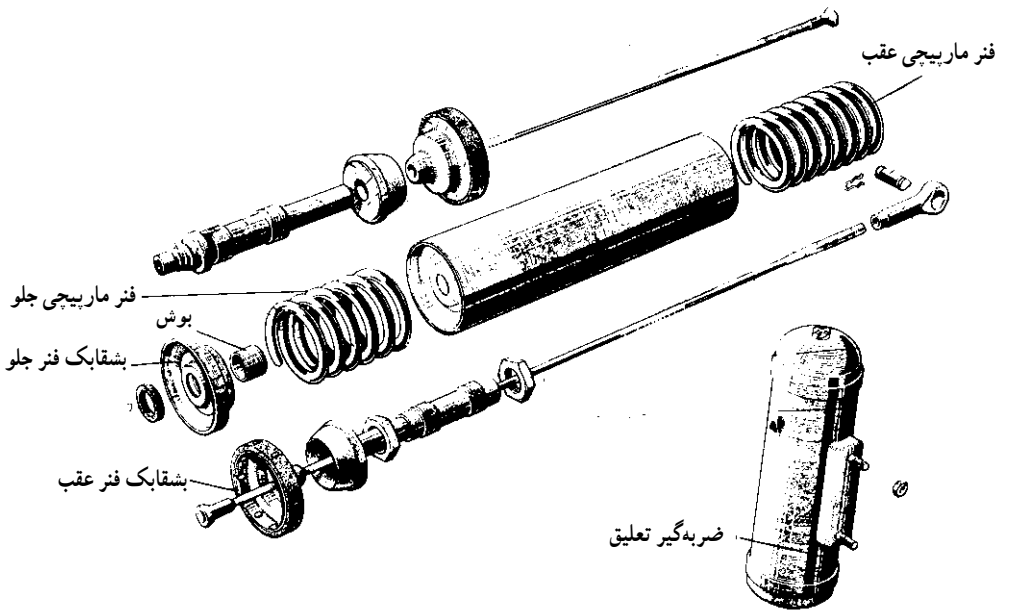
در خودروی ژیان از اهرم طولی قوس‌دار که «ژامبون» نامیده می‌شود، استفاده شده است (شکل ۲۱ــ۶). فنربندی اهرم‌های طولی از نوع مارپیچی است که در داخل استوانه‌ای قرارگرفته است. استوانه خود در طول خودرو و در زیر رکاب درهای شاسی، قرارداده شده است (شکل ۲۲ــ۶).



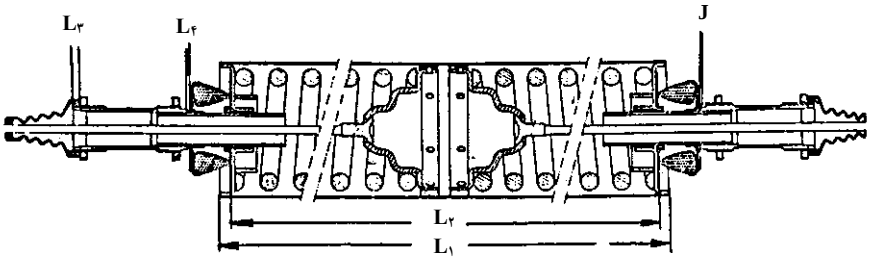
شکل ۲۱ ــ۶ ــ سیستم اهرم‌بندی اهرم خمیده (ژامبون) در ژیان



ادامهٔ شکل ۲۱ــ۶



سیستم فنربندی تعلیق مستقل ژیان به صورت گسترده و جمع شده



L_1 = ۴۶۳mm طول پوسته

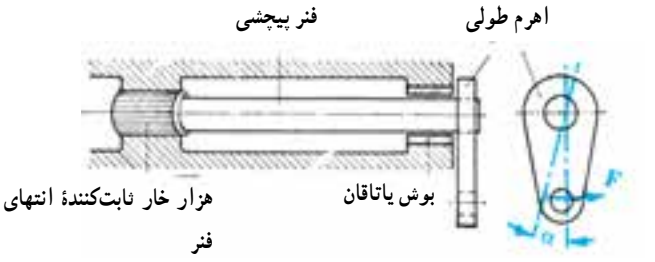
L_2 = ۴۴۵mm فاصلهٔ بشقابک‌های دو طرف

شکل ۲۲ــ۶ــ سیستم فنربندی مارپیچی در ژیان

در خودروهای فولکس واگن برای هر دو تعلیق جلو و عقب، از تعلیق اهرم طولی دوبل استفاده کرده‌اند. یک سر اهرم‌های طولی به اهرم چرخ و سر دیگرشان به دسته فنرهای پیچشی متّصل می‌شود (شکل ۲۳ــ۶).

اهرم عرضی با فنر لوله‌ای

اهرم طولی دوبل در محور مستقل
جلو فولکس واگن



شکل ۲۳ــ۶ــ فنرهای پیچشی با اهرم طولی دوبل

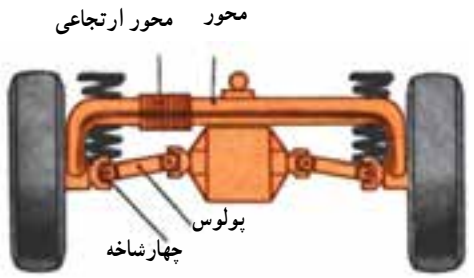
انواع تعلیق مستقل در محور عقب

در محور چرخ‌های عقب خودروها، تعلیق‌های مستقل متنوع به‌کار رفته است که برخی قدیمی شده، اکنون تولید نمی‌شود و برخی دیگر جدید و پیشرفته هستند و در خودروهای گران‌قیمت خاصّی نصب می‌گردند و انواع دیگر، پیشرفته و متداول است. انواع این گونه تعلیق‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ چهارمفصلی دو دیون، ۲ــ پاندولی یک و دو مفصلی، ۳ــ اهرم‌های دوشاخه‌ای ساده و خم‌شونده، ۴ــ اهرم‌های طولی ساده و خمیده، ۵ــ هیدرواستاتیکی، ۶ــ هیدروپنوماتیکی

۱۰ـ۶ـ چهار مفصلی دودیون (De Dion)

در این روش، چهارمفصل در پولوس‌ها به‌کار رفته است، اما وجود یک محور ارتجاعی که بار خودرو را تحمّل می‌کند ــ تا آن‌جا که خود محلّ جابه‌جایی دارد ــ مانع حرکت تعلیق می‌شود؛ براین اساس، تعلیق دو دیون را «نیمه مستقل» می‌نامند (شکل ۲۴ ــ ۶).



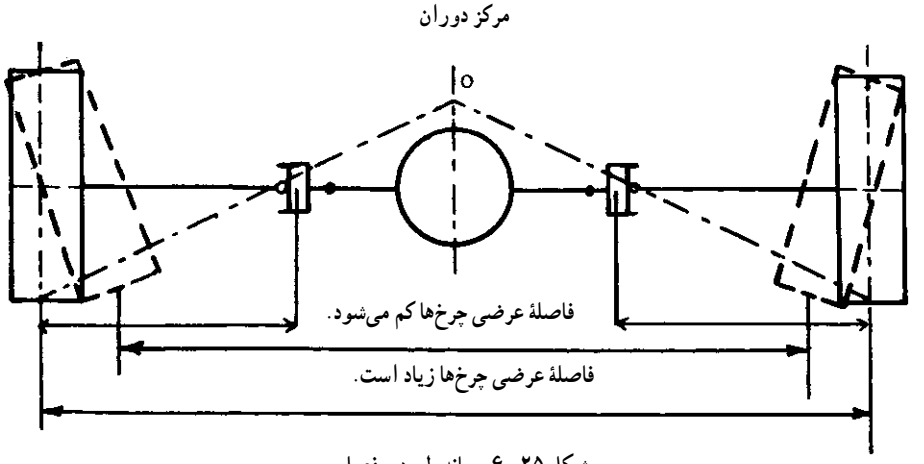
شکل ۲۴ــ۶ــ تعلیق مستقل پاندولی دودیون (De Dion)

۱۱ـ۶ـ روش پاندولی دومفصلی

از روش دو مفصلی، در تعلیق محور عقب فولکس واگن‌های مدل ۱۳۰۰ و ۱۵۰۰ استفاده کرده‌اند. خصوصیّات تعلیق دومفصلی بدین شرح است :

الف) دو چهار شاخه در نزدیکی دیفرانسیل قرار دارد و به‌علّت دوربودن چهار شاخه‌ها از چرخ‌های دو طرف، شعاع نوسان چرخ زیاد است و چرخ‌ها درموقع حرکت، مانند شکل ۲۵ــ۶ به‌جمع‌شدگی تمایل پیدا می‌کنند. این جمع‌شدگی ازنوع مضرّ است (کمبر مثبت) و سطح اتّکای چرخ‌ها راکاهش داده مرکز دوران را بالای دیفرانسیل می‌برد. این حالت، تمایل به واژگونی را افزایش می‌دهد.

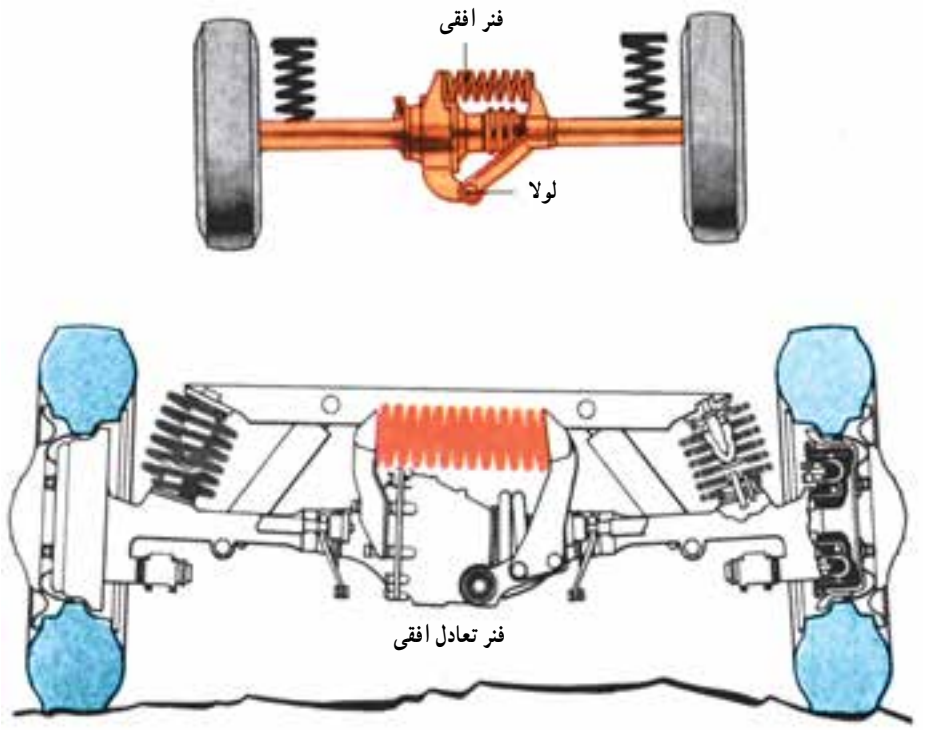
ب) به علّت تغییرات زیاد محور، لاستیک سایی چرخ‌های عقب زیاد است.



شکل ۲۵ــ۶ــ پاندولی دومفصلی

۱۲ـ۶ـ تعلیق مستقل پاندولی یک‌مفصلی

معایب تعلیق دومفصلی (فولکس‌واگن) با طرّاحی تعلیق پاندولی یک مفصلی تا اندازه‌ای برطرف شده است. در این تعلیق یک طرف پوستهٔ دیفرانسیل یک‌پارچه بوده طرف دیگر آن مفصلی متحرک است. برای کنترل حرکت قسمت متحرّک محور، فنر عرضی نیرومندی، کار گذارده شده است. در این تعلیق، حرکت زاویه‌ای چرخ کمتر است و مرکز دوران در روی دیفرانسیل بوده تمایل به واژگونی در آن، نسبت به نوع قبل، کمتر است. کار فنر عرضی در آن، متعادل ساختن دو قسمت محور است (شکل ۲۶ـ۶).



شکل ۲۶ـ۶ـ تعلیق مستقلّ یک مفصلی

۱۳ـ۶ـ تعلیق مستقل عقب با اهرم دوشاخهٔ ساده

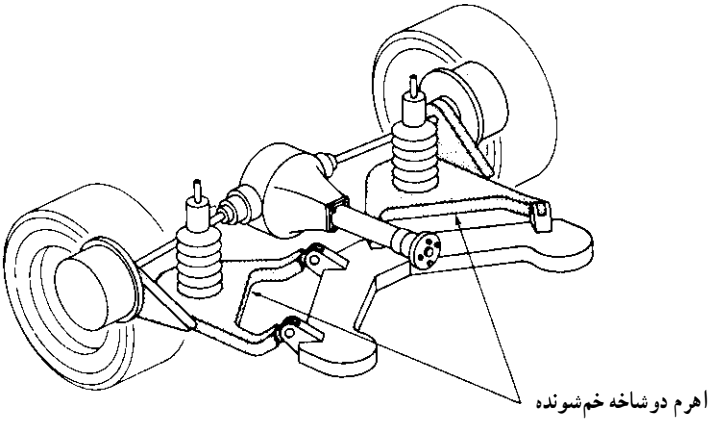
در این نوع تعلیق، دو اهرم دوشاخه‌ای به‌کار رفته که سر تکی آن یاتاقان بندی شده است و از داخل آن پولوس عبور می‌کند و سر دوشاخه‌ای آن، عمود بر محور طولی در دو نقطهٔ شاسی، یاتاقان‌بندی بوشی گردیده است. این تعلیق به‌علّت ساده‌بودن سر دوشاخهٔ متّصل به شاسی، فقط در صفحهٔ قائم

نوسان می‌کند و درنتیجه، سطح اتکای چرخ‌ها در هنگام پیچیدن و شتاب‌گیری زیاد نمی‌شود؛ یعنی، چرخ‌ها کمبر ثابتی دارند؛ بنابراین، نقطهٔ واژگونی تعلیق بالا است و در خودروهای جدید کاربرد ندارد (شکل ۲۷ــ۶).

شکل ۲۷ــ۶ــ اهرم دوشاخه‌ای با زاویه کمتر از ۹۰ درجه

۱۴ـ۶ـ تعلیق مستقل عقب با اهرم دوشاخهٔ خم‌شونده

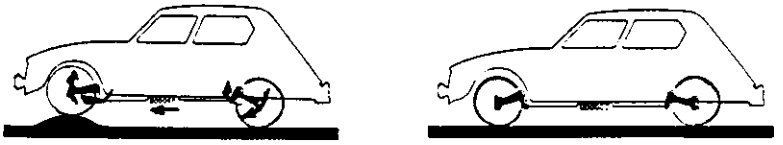
در این نوع تعلیق که مانند نوع قبل است، محلّ یاتاقان‌بندی دوشاخه‌ای اهرم‌ها نسبت به محور عرضی خودرو تحت زاویه قرار می‌گیرد. با این طرّاحی که جزو پیشرفته‌ترین تعلیق‌هاست، در هنگام شتاب‌گیری و پیچیدن خودرو، چرخ‌ها کج شده با زاویهٔ کمتر از ۹۰ درجه، نسبت به داخل خودرو، حرکت می‌کنند. با این خاصیت نقطهٔ واژگونی و دوران پایین آمده ایمنی در پیچیدن، افزایش پیدا می کند (شکل ۲۸ــ۶).



شکل ۲۸ــ۶ــ تعلیق مستقل عقب با اهرم دوشاخهٔ خم شونده

۱۵ـ۶ـ تعلیق مستقل عقب با اهرم طولی

اهرم طولی مستقل در محور عقب، مانند محور جلو به‌صورت اهرم طولی دوبل (فولکس‌واگن) و اهرم خمیده (ژیان) و غیره به‌کار می‌رود. در نوع اهرم خمیده، کجی چرخ به هنگام پیچیدن، زیاد شده (کمبر منفی)، ایمنی حرکت افزایش پیدا می‌کند، اما هرگاه اهرم‌ها موازی باشند، چرخ‌ها کجی پیدا نمی‌کنند، بلکه فقط در صفحهٔ قائم نوسان می‌کنند (شکل ۲۹ــ۶).



شکل ۲۹ــ۶ــ اهرم طولی در تعلیق مستقل عقب و جلو

۱۶ـ۶ـ تعلیق مستقل هیدرواستاتیک

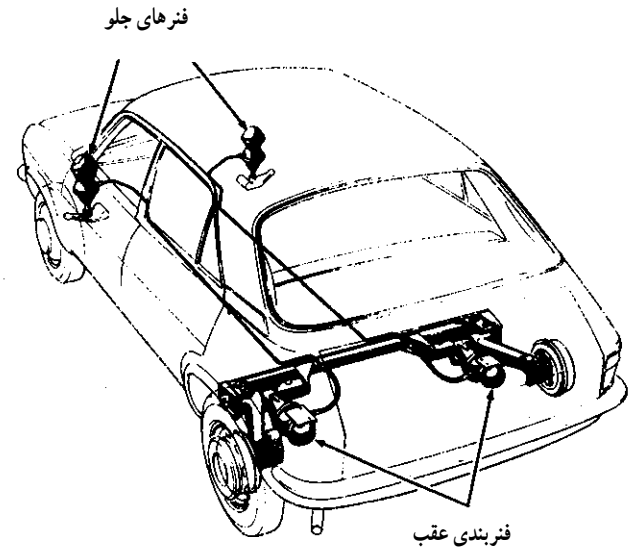
همان‌گونه که در قسمت فنربندی گفته شد، در سیستم هیدرواستاتیک از جابه‌جایی سریع روغن و تراکم‌پذیری لاستیک استفاده می‌شود. در هر چرخی، یک واحد هیدرواستاتیک وجود دارد که روی اهرم متّصل به چرخ نصب می‌گردد. با حرکت چرخ به بالا یا پایین، اهرمی به دیافراگم هیدرواستاتیک نیرو وارد نموده روغن پشت آن‌را جابه‌جا می‌کند. روغن ارسال شده، از یک چرخ به‌چرخ دیگر که در

همان سمت قرار دارد فرستاده می‌شود. روغن ارسالی تحت فشار پس ازرسیدن به‌واحد هیدرواستاتیک چرخ، از سوپاپ یک‌طرفهٔ آن عبور می‌کند و پس ازتراکم فنر لاستیکی آن، دیافراگم را به سمت پایین می‌فشارد. نیروی دیافراگم نیز به اهرم چرخ وارد می‌آید؛ درنتیجه، شاسی را از مقدار عادّی بلندتر می‌کند و انرژی پتانسیل، در شاسی برای برگشت به حالت عادّی ذخیره می‌شود. افزون بر آن ضربهٔ بین دو قسمت تعلیق توزیع می‌شود و تعادل خوبی را برای اتاق فراهم می‌سازد (شکل ۳۰ــ۶).

شکل ۳۰ــ۶ــ تعلیق هیدرواستاتیکی

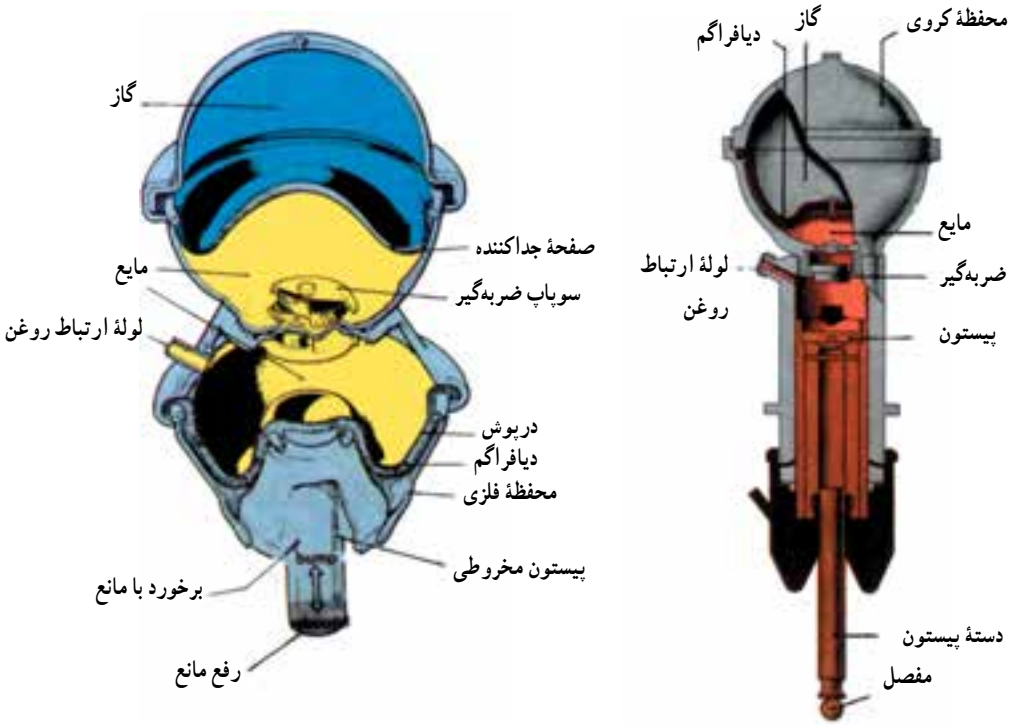
۱۷ـ۶ـ تعلیق مستقل هیدروپنوماتیک

در روش هیدروپنوماتیک از خاصیّت تراکم‌پذیری هوا و گاز، سرعت انتقال روغن و گاهی از تنظیم اختیاری ارتفاع تعلیق با کارانداختن هیدروموتور استفاده شده است. نوع هیدروگاز آن،رایج‌تر است. در سیستم هیدروپنوماتیک، هر چرخ مستقلاً تحت کنترل است و به‌وسیلهٔ لولهٔ روغنی با تعلیق دیگر و یا پمپ روغن مرکزی ارتباط دارد در شکل ۳۱ـ۶ نوع ساده آن دیده می‌شود.



شکل ۳۱ـ۶ـ تعلیق مستقل هیدروپنوماتیکی

در سیستم فنربندی آن، یک محفظهٔ آب‌بندی شده وجود دارد که داخل آن گاز ازت تحت فشار قرار دارد. زیر اتاقک گاز، دیافراگم جداکننده‌ای ایجاد شده و پایین آن با روغن پر شده است. روغن، در دو محفظه قرار دارد که به‌وسیلهٔ سوپاپ ضربه‌گیری از هم جدا شده‌اند. وقتی چرخ با مانعی برخورد کند، ضربهٔ اهرم، چرخ دیافراگم زیرین را حرکت داده روغن بدون مقاومت، از محفظهٔ اوّل به محفظهٔ دوم راه می‌یابد و روغن محفظهٔ بالا، گاز ازت را تحت فشار بیشتر قرار می‌دهد و مانند فنری ضربهٔ چرخ را می‌گیرد. در موقع حذف نیروی زیر چرخ، روغن قسمت بالا از سوراخ‌های ریز سوپاپ ضربه‌گیر به‌آهستگی عبور کرده برگشت چرخ را بدون ضربه به حالت اوّلیه امکان‌پذیر می‌سازد (شکل ۳۲ـ۶).



شکل ۳۲ــ۶ــ اجزای ساختمان فنرهای هیدرونیوماتیکی

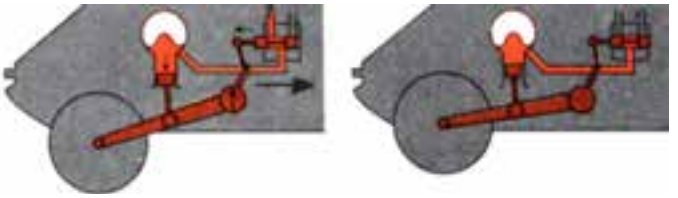
۱ـ۱۷ـ۶ـ رگلاتور تنظیم ارتفاع درتعلیق هیدروپنوماتیکی : در سیستم‌های هیدروپنوماتیکیِ مجهّز به رگلاتور کنترل ارتفاع، به هنگام تغییرات باز خودرو، رگلاتور به‌طور اتوماتیک، فشار روغن تعلیق را افزایش و یا کاهش می‌دهد. در شکل ۳۳ــ۶ خودرو در حالت عادّی قرار دارد و ارتفاع آن تا اندازهٔ پیش تنظیم در حدّ معینی است.

شکل ۳۳ــ۶ــ حالت عادّی

وقتی بار خودرو افزایش پیدا می‌کند، اهرم چرخ به پایین حرکت کرده سوپاپ هیدرولیکی را به‌سمت راست هدایت می‌کند. با حرکت این سوپاپ، روغن تحت فشار موتور الکتریکی وارد مدار هیدروپنوماتیکی می‌شود و تعلیق را تا ارتفاع لازم بالا می‌برد (شکل ۳۴ـ۶).

شکل ۳۴ـ۶ـ افزایش بار

وقتی بار از روی خودرو برداشته شود، شاسی به بالا حرکت کرده، اهرم چرخ، سوپاپ هیدرولیکی را به سمت چپ حرکت می‌دهد و روغن مازاد تعلیق به مخزن روغن برگشت می‌کند (شکل ۳۵ـ۶).



شکل ۳۵ـ۶ـ کاهش بار

پرسش ؟

۱ـ خصوصیّات، مزایا و معایب تعلیق ثابت خودروها را توضیح دهید.

۲ـ علّت تغییر شکل‌دادن فنرهای تعلیق و راه برطرف‌کردن آن را بنویسید.

۳ـ خاصیّت کلّه‌زنی خودروها را تعریف کرده روش‌های کنترل‌کردن آن‌را بازگو کنید.

۴ـ خصوصیّات تعلیق مستقل، مزایا و معایب آن را شرح دهید.

۵ـ ویژگی‌های تعلیق مستقل طبق دار دوبل را توضیح دهید.

۶ـ خصوصیّات تعلیق مستقل مک‌فرسون را شرح دهید.

۷ـ ویژگی‌های تعلیق مستقل با اهرم طولی را بنویسید.

۸ـ انواع تعلیق مستقل عقب را نام ببرید.

۹ـ خصوصیّات تعلیق مستقل دو دیون را توضیح دهید.

۱۰ـ ساختمان، مزایا و معایب تعلیق مستقل دومفصلی را بنویسید.

۱۱ـ ساختمان و طرز کار تعلیق مستقل پاندولی یک مفصلی را شرح دهید.

۱۲ـ ویژگی‌های تعلیق مستقل عقب با اهرم دوشاخهٔ ساده را توضیح دهید.

۱۳ـ تعلیق مستقل عقب با اهرم دوشاخه‌ای خم‌شونده را شرح داده مزایای آن را نسبت به نوع ساده بنویسید.

۱۴ـ تعلیق مستقل عقب با اهرم طولی دوبل و اهرم خمیده را توضیح دهید.

۱۵ـ خصوصیّات و ساختمان تعلیق مستقل هیدرواستاتیک را شرح دهید.

۱۶ـ ساختمان و طرز کار تعلیق هیدروپنوماتیکی را بنویسید.