فصل ۴

لزوم استفاده از فنربندی در خودروها

هدف‌های رفتاری: هنرجو پس از فراگیری این فصل می‌تواند:

- **دلایل استفاده از سیستم فنربندی را در خودروها تعریف کند.**
- **مفهوم وزن فنربندی شده و وزن فنربندی نشده را بیان کند.**
- **فنرهای سخت شونده و نرم‌شونده را شرح دهد.**
- **خصوصیّات فنرهای شمشی و کاربرد آنها را تشریح کند.**
- **خصوصیّات و کاربرد فنرهای مارپیچی را توضیح دهد.**
- **خصوصیّات و کاربرد فنرهای پیچشی را بازگو نماید.**
- **نقش اهرم ضد غلتش را در تعلیق، بیان کند.**
- **خصوصیّات فنر پنوماتیکی را تشریح کند.**
- **خصوصیّات فنر هیدرواستاتیکی را توضیح دهد.**

۴ـ لزوم استفاده از فنربندی در خودروها

۱ـ۴ـ فنربندی خودروها

فنربندی برای خودروهایی که با شتاب نسبی زیادی حرکت می‌کنند، به چند دلیل ضروری است :

الف) جذب ضربات چرخ که از جاده وارد می‌شود و کاستن انتقال آن به اتاق و سرنشینان

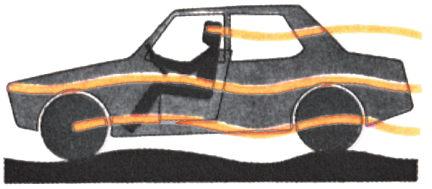
ب) استهلاک ضربات چرخ‌ها و جلوگیری از انتقال آنها به اتّصالات و مفصل‌ها

ج) فشردن دایم چرخ‌ها به سطح زمین و در نتیجه افزایش نیروی کششی چرخ‌های محرّک

د) تماس چرخ‌های جلو با سطح جاده و تسلّط راننده بر هدایت و کنترل بهتر خودرو

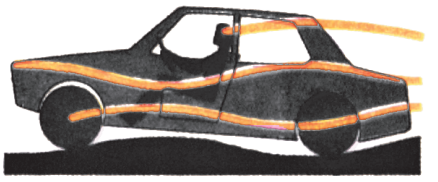
در شکل ۱ــ۴ سه وضعیت حرکت، دیده می‌شود :

در حالت اوّل، خودرو فاقد سیستم تعلیق است و ناهمواری‌های جاده، عیناً به راننده منتقل می‌شود. در حالت دوم، خودرو دارای فنربندی است، امّا ارتعاش‌گیر ندارد. در این سیستم، خودرو به نوسان می‌افتد و نوسانات آن قطع نمی‌شود و اگر ناهمواری‌ها و ارتفاع آنها زیاد باشد، دامنهٔ نوسانات با هم جمع شده منجر به واژگون شدن خودرو خواهد شد. در حالت سوم، سیستم تعلیق خودرو مجهّز به فنربندی و ارتعاش‌گیر است؛ بنابراین، نوسانات جاده به وسیلهٔ فنر و ارتعاش‌گیر، به خوبی جذب شده است و ارتعاشات ایجاد شده، فقط در قسمت فنربندی نشده سیستم به‌وجود می‌آید.



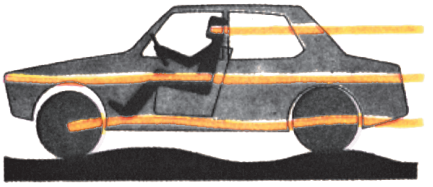
(الف) «خودروی بدون سیستم تعلیق»

کلیّهٔ ناهمواری‌های جادّه، به اتاق و راننده منتقل می شود.



(ب) «خودروی بدون ضربه‌گیر»

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



(ج) «خودرو با سیستم تعلیق صحیح»

چرخ‌ها با ناهمواری‌ها در تماس هستند، اما حرکت‌های نوسانی جادّه، به‌راننده منتقل نمی‌شود.

شکل ۱ــ۴ــ نمایش حرکت خودرو در سه وضعیت

۲ـ۴ـ قسمت‌های فنربندی شده و فنربندی نشدهٔ خودرو

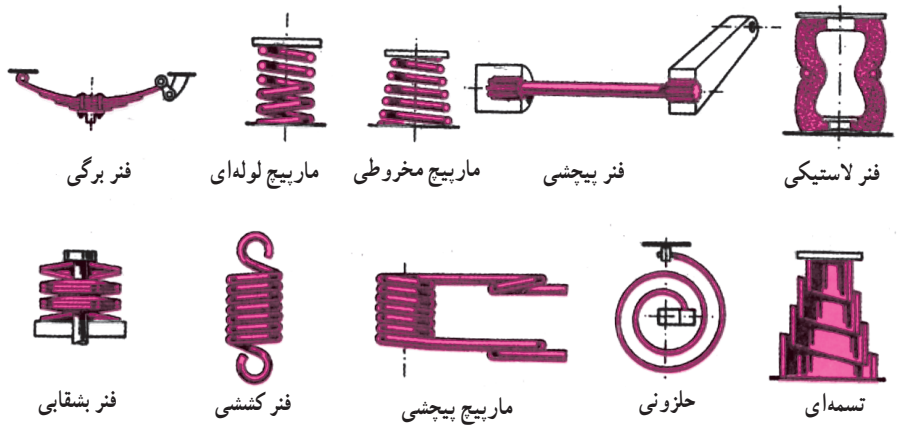
در طرّاحی سیستم تعلیق خودروها، اختلاف بین وزن فنربندی شده و وزن فنربندی نشده، در حدّ معیّنی محاسبه می‌شود تا تعادل نسبی بین ارتعاشات هر قسمت پدید آید.

وزن قسمت‌هایی از خودرو که روی فنرها قرار دارد «وزن فنربندی شده» و وزن قسمت‌هایی از خودرو که زیر فنرها قرار دارند «وزن فنربندی نشده» نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، وزن محورهای نوسان کننده، چرخ‌ها، ترمزها، اهرم‌بندی فرمان و چیزهایی که بین جادّه و فنر قرار دارد «وزن فنربندی نشده» و بقیهٔ قسمت‌ها، «وزن فنربندی شده» هستند.

بدین ترتیب، وزن اتاق و بار آن به فنرها منتقل می‌شود. وقتی خودرو به مانعی می‌رسد، فنرها فشرده می‌شوند. در این موقع، فاصلهٔ شاسی با محور کاهش پیدا می‌کند و انرژی در فنرها ذخیره می‌شود. به محض عبور چرخ از روی مانع، انرژی ذخیره شده آزاد می‌شود و بدنهٔ شاسی را به‌نوسان درمی‌آورد. هر چه فنر خشک‌تر باشد، انرژی ذخیره شده زیاد و در پی آن نوسانات هم زیاد خواهد بود.

فنر مناسب، فنری است که به سرعت ضربات جادّه را جذب کند و با همین سرعت هم به حالت عادّی برگردد. چنین فنری وجود ندارد، زیرا فنر ارتجاعی یا نرم که به سرعت ضربات را جذب کند، دارای ارتعاشات زیادی پس از حذف نیرو است و به سرعت مستهلک نمی‌شود.

از طرف دیگر، یک فنر سخت، آرامش خودرو را می‌کاهد؛ بنابراین، بهترین حالت که آرامش خودرو را افزایش داده، نوسانات آن زودتر کاهش یابد، فنر نرمی است که ارتعاشات آن به‌وسیلهٔ ارتعاش‌گیر کنترل شود.



شکل ۲ــ۴ــ انواع فنر

۳ـ۴ـ انواع فنر

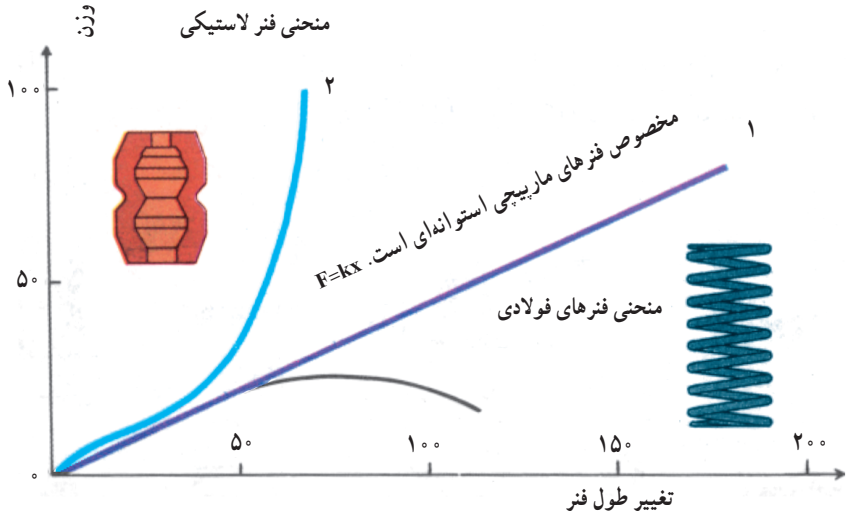
برای سیستم تعلیق خودروها، از فنرهای متفاوتی استفاده می‌کنند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از :

ـــ **فنرهای فولادی** : این نوع فنر از فولادهایی با آلیاژ منگنز، سیلیسیم، کُرُم و نظایر آن است. فنرهای فولادی به صورت شمشی، مارپیچی و پیچشی در تعلیق خودروها، به کار می‌روند (شکل ۲ـ۴).

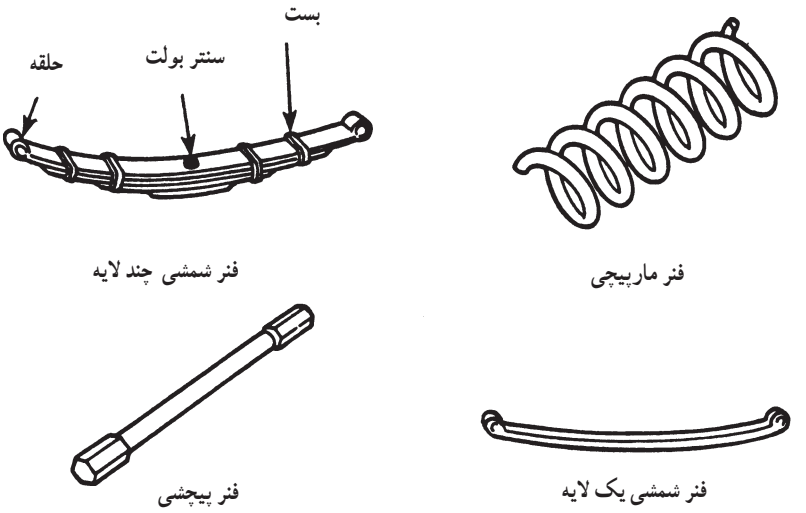
ـــ **فنرهای غیرفولادی** : فنرهای غیر فولادی به صورت لاستیکی، پنوماتیکی، روغنی و گازی استفاده می‌شوند.

۴ـ۴ـ مشخصّات فنرها

فنرهای مارپیچی که با قطر و گام‌های یک‌نواخت پیچیده شده باشد، نسبت به نیروی وارد شده (F)، دارای تغییرات طولی متناسبی است. منحنی تغییرات طولی، به حالت خطّی است. فنرهای لاستیکی تا اندازه‌ای نسبت به تغییرات بار، حالت فنریّت دارند، اما با افزایش بیشتر بار، سخت می‌شوند و نیرو را بدون تغییر حالت زیاد، جذب می‌کنند. در شکل ۳ـ۴ تغییرات طول فنر فولادی و لاستیکی نشان داده می‌شود.



شکل ۳ـ۴ـ a ـــ تغییرات طولی فنرهای مختلف

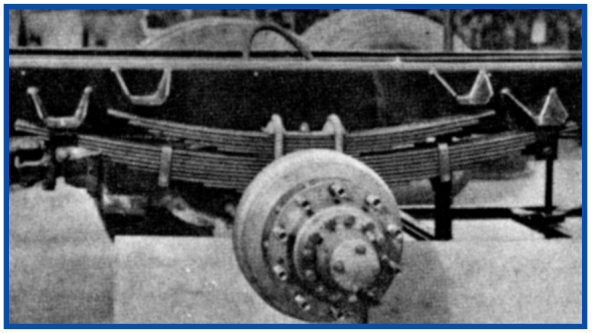


شکل ۳ــ۴ــ b ــ انواع فنر

ــ فنری که نسبت به افزایش مقدار معیّنی بار، تغییر طولی معیّنی داشته باشد، (مانند فنر مارپیچی یک‌نواخت که در شکل ۳ــ۴ــb دیده می‌شود) «فنر با تغییرات خطّی» نامیده می‌شود.

ــ فنری که با نیروی کم، تغییرات طولی زیادی داشته باشد و با افزایش نیرو، تغییرات طولی آن کاهش یابد، «فنر سخت شونده» (Progressive) نام دارد. از این نوع فنر در خودروهای سنگین استفاده می‌شود. این نوع خودروها در حالت سبک، دارای فنربندی نرم و انعطاف‌پذیر هستند و در حالت سنگین، به علّت در مدار قرار گرفتن فنر بالایی، سخت‌تر عمل می‌کنند.

ــ فنری که ابتدا در مقابل بار کم، دارای تغییرات طولی کم و سپس با افزایش بار، دارای تغییرات طولی زیادی باشد، «فنر نرم شونده» (Degressive) نامیده می‌شود.



شکل ۴ــ۴ــ فنر سخت شونده

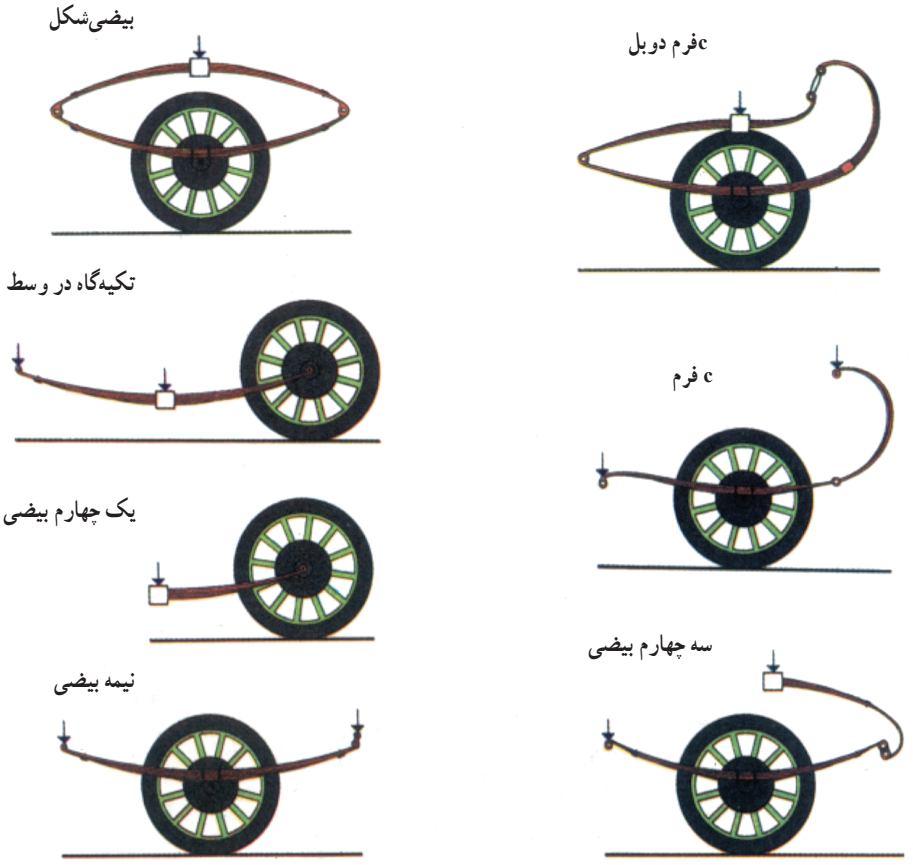
۵ـ۴ـ فنرهای شمشی

فنرهای شمشی، از قدیم در درشکه‌ها کاربرد داشته است و اکنون هم در اغلب سواری‌ها و تقریباً در همه خودروهای سنگین، کاربرد دارد (شکل ۵ــ۴).

این فنر با اشکال مختلف، در چرخ‌های خودرو به‌کار رفته است و هر یک، خاصیّت فنری ویژه‌ای را در سیستم خودرو عهده‌دارند.

در شکل ۶ــ۴ نمونه‌هایی از آن دیده می شود :

شکل ۵ــ۴ــ کاربرد فنر شمشی در درشکه



شکل ۶ــ۴ــ انواع فنر شمشی

۱ـ۵ـ۴ـ خصوصیّات فنرهای شمشی: فنرهای شمشی، از فولادهای آلیاژی با درصد وزنی ۰/۸۵ کربن، ۰/۶ منگنز، ۰/۲ سیلیسیم و ۹۸/۳۵ درصد آهن ساخته می‌شود. فنرهای شمشی می‌توانند نیروهای عمودی (وارد از سطح جادّه به چرخ‌ها)، نیروهای طولی (در اثر عکس‌العمل جادّه به صورت نیروی اصطکاک، یا شتاب‌گیری و یا نیروی ترمز)، همچنین نیروهای عرضی (در اثر وزش باد جانبی و یا عکس‌العمل نیروی گریز از مرکز هنگام پیچیدن) را به خوبی تحمّل کنند. این نیروها، در شکل ۷ــ۴ دیده می‌شوند.

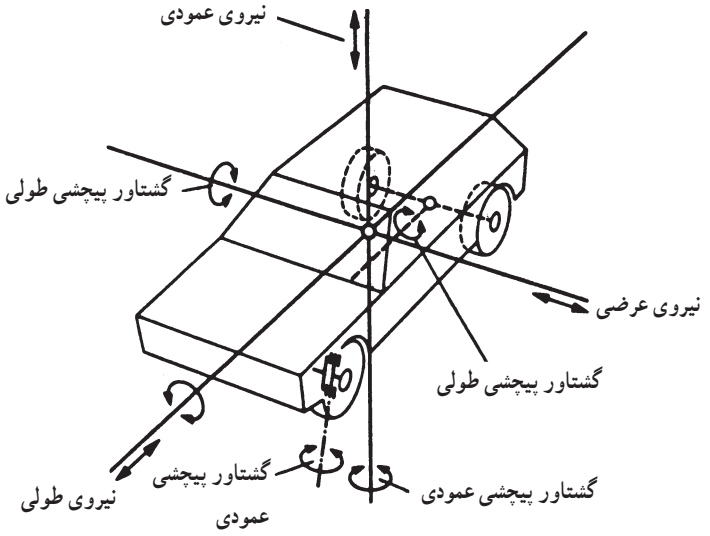
به سیستم فنربندی خودرو، این نیروها وارد می‌شوند :

ــ **نیروهای طولی** : این نیروها در امتداد طول خودرو بر آن وارد می‌شوند و در موقع ترمز کردن، شتاب‌گیری و برخورد چرخ‌های خودرو با جاده، در خودرو ایجاد می‌شوند.

ــ **نیروهای عمودی** : این نیروها در جهت عمودی برخودرو وارد می‌شوند.

ــ **نیروهای عرضی** : این نیروها در عرض خودرو، به هنگام پیچیدن در اثر عکس‌العمل نیروی گریز از مرکز، در زیر چرخ‌های خودرو ظاهر می‌شوند یا به هنگام حرکت در دامنه، به‌طور عرضی یا وزش باد و اصابت آن به بدنه، چنین نیروی عکس‌العملی پدید می‌آید.

حول هر یک از محورهای طولی و عرضی و قائم تمایل به پیچش وجود دارد که در شکل ۷ــ۴ دیده می‌شود.



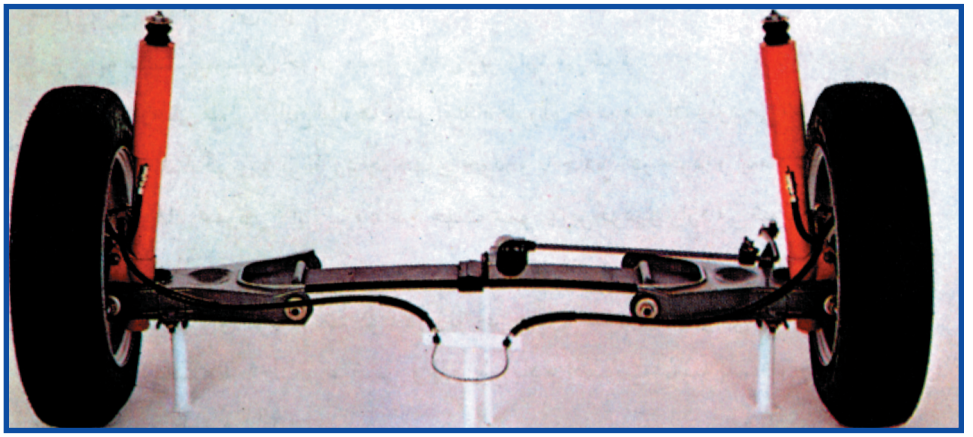
شکل ۷ــ۴ــ نیرو و گشتاورهای مختلف وارد بر خودرو

۲ـ۵ـ۴ـ مزایای فنرهای شمشی

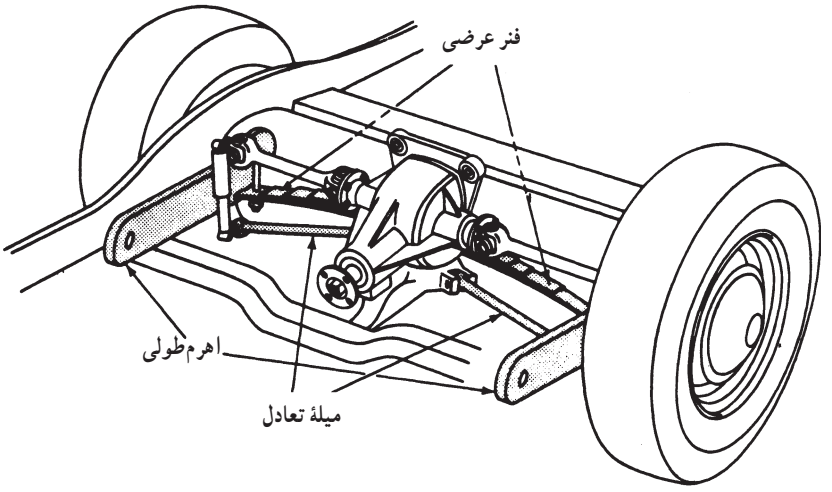
الف) جذب و تحمّل نیروهای طولی و عرضی و عمودی

ب) ارزانی قیمت تمام شدهٔ خودرو، زیرا با وجود فنر شمشی، نیاز به اهرم‌های متعادل‌کنندهٔ دیگر نیست.

ج) جای‌گزین شدن فنر شمشی با میلهٔ ضدّ غلتش یا طبق، می‌تواند علاوه بر عمل فنر جلو، جای طبق یا میلهٔ موج‌گیر را بگیرد.



شکل ۸ــ۴ــ فنر شمشی به صورت عرضی



شکل ۹ــ۴ــ کاربرد فنر شمشی به طور عرضی

۳ـ۵ـ۴ـ معایب فنرهای شمشی

۱ــ اشغال فضای زیاد فنر شمشی باعث شده است که کاربرد آن در خودروهای جدید به صفر برسد.

۲ــ قیمت تمام شدهٔ فنر گران است.

۳ــ در اثر سایش لایه‌های فنر با یکدیگر، مقاومت انعطاف آن کاهش می یابد.

۴ــ در تعلیق‌های مستقل که امروزه برای خودروهای جدید در نظر گرفته می‌شود، کاربردی ندارد.

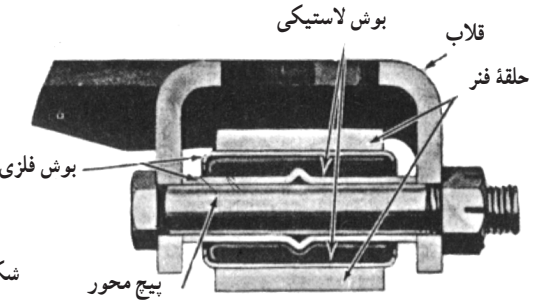
۴ـ۵ـ۴ـ روش اصلاح فنرهای شمشی

الف) هرگاه فنرهای شمشی، دچار زنگ‌زدگی شوند، در موقع کار صدای جیر جیر تولید می‌کنند. این گونه فنرها را گریس‌کاری کرده یا در بین لایه‌ها، پلاستیک‌گذاری می‌نمایند تا سایش لایه‌ها را به حدّاقل برسانند.

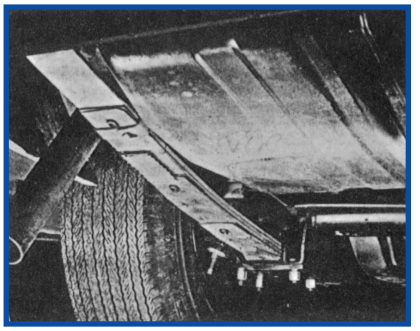
ب) فنرهای تغییر شکل یافته را با پرس، خم کاری کرده قوس آنها را اصلاح می‌کنند و مجدّداً آن را به کار می‌برند. البتّه این عمل چندان صحیح نیست و فنر اصلاح شده، پس از مدّتی دوباره به‌حالت اوّلیه برمی‌گردد.

۵ـ۵ـ۴ـ ساختمان فنرهای شمشی: فنرهای شمشی را از فولاد فنر با طول‌های متفاوت می‌سازند و از روی هم گذاشتن چندین لایه یک دسته فنر شمشی به‌وجود می‌آید (تعداد لایه‌ها، با توجّه به بار وارد شده بر فنر تعیین می‌شود) بیشترین نیرو بر وسط دستهٔ فنر (جایی که به محور بسته شده است) وارد می‌شود؛ در نتیجه، قسمت میانی را با افزایش تعداد لایه‌ها تقویت می‌کنند. دو سر بلندترین لایه را به‌صورت حلقه درمی‌آورند؛ سپس حلقهٔ جلو را با بوش و حلقهٔ عقب را به‌وسیلهٔ گوشواره‌ای به کف شاسی نصب می‌کنند تا تغییرات طولی فنر را در ضمن کار تحمل کنند. برای کاهش اصطکاک بین لایه‌ها، در طول فنرها، شیار می‌زنند و در آن، لایهٔ پلاستیکی قرار می‌دهند یا بین آنها را با گریس پر می‌کنند.

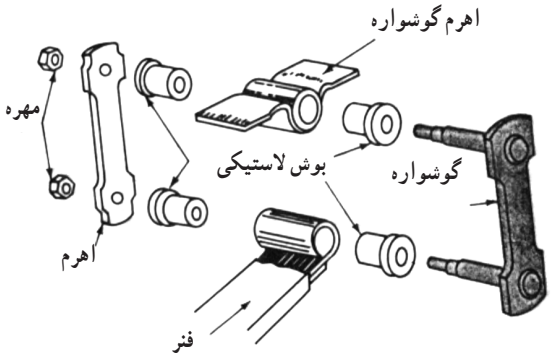
یاتاقان‌بندی حلقه‌های فنر از بوش برنزی است و گاهی در آن، گریس خور نصب می‌کنند یا از جوش‌های پلاستیکی بدون روغن‌کاری استفاده می‌نمایند (شکل ۱۰ــ۴).



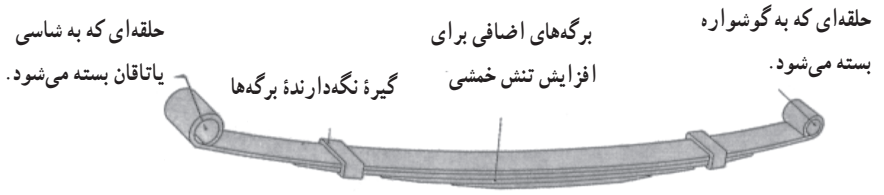
شکل ۱۰ــ۴ــ اتّصال فنر شمشی به قسمت جلوی خودرو

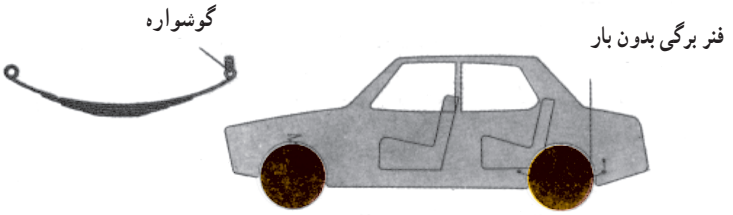


شکل ۱۱ــ۴ــ فنر شمشی در تعلیق عقب خودرو



شکل ۱۲ــ۴ــ اهرم بندی عقب با گوشواره





وقتی خودرو سبک باشد، قوس فنر بیشتر است و گوشواره به طور قائم می‌ایستد

وقتی بار خودرو زیاد می‌شود، طول فنر شمشی افزایش می‌یابد. شکل فنر به حالت افقی یا حتی به صورت منحنی مقعر در می‌آید. گوشواره اجازهٔ انبساط طولی به فنر می‌دهد.

شکل ۱۳ــ۴ــ فنر شمشی در زیر بار و آزاد

۶ـ۴ـ فنرهای مارپیچی

وقتی یک میلهٔ فولادی را به دور استوانه‌ای بپیچند، فنر لوله‌ای یا مارپیچی ساخته می شود.

۱ـ۶ـ۴ـ خصوصیّات فنرهای مارپیچی:

الف) در ساخت این فنرهای فولادی، آلیاژهای زیر به کار رفته است :

۰/۸ درصد کربن، ۰/۶ درصد منگنز، ۰/۳۵ درصد سیلیسیم و ۹۸/۲۵ درصد آهن

ب) اشغال جای کم و داشتن خاصیّت ارتجاعی خوب و دامنهٔ نوسانات زیاد

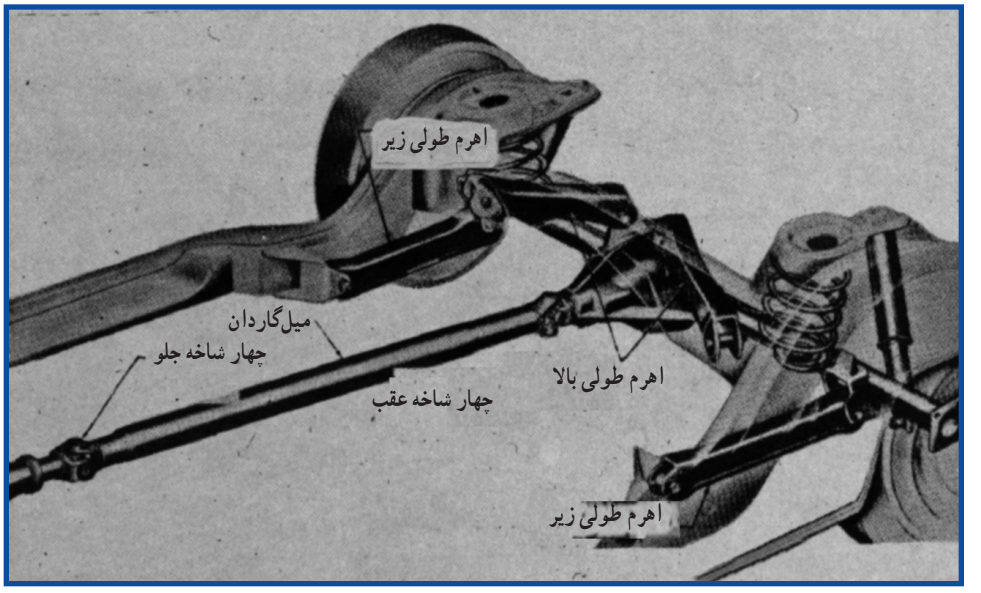
ج) عدم نیاز به مراقبت و نگه‌داری بسیار

د) مقاومت فنریّت در این فنر نسبت به تغییر قطر مفتول و یا تغییر قطر پیچش آن، می‌تواند عملکرد مطلوبی داشته باشد.

۲ـ۶ـ۴ـ معایب فنرهای مارپیچی:

الف) فنر مارپیچی فقط نیروهای محوری را در امتداد محور استوانهٔ فنر جذب می‌کند و در تعلیق‌هایی که فنر مارپیچی به کار رود، الزاماً باید اهرم‌های دیگری هم، برای جذب نیروی عرضی و طولی و غیره، وجود داشته باشد.

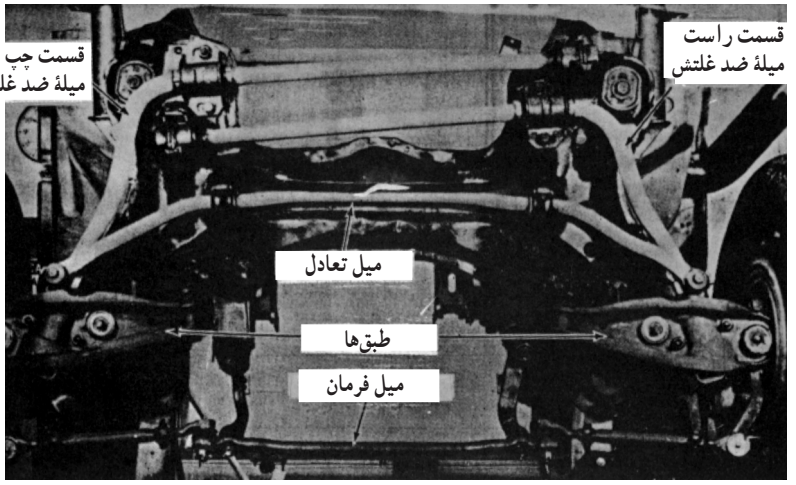
ب) اگر فاصلهٔ دو تکیه‌گاه فنر زیاد باشد، خطر کج شدن و شکم دادن فنر وجود دارد.



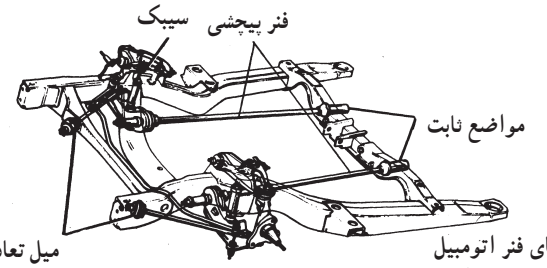
شکل ۱۴ــ۴ــ کاربرد فنر مارپیچی در تعلیق عقب خودرو

۷ـ۴ـ فنرهای پیچشی

هرگاه یک میله فولادی را از یک سر ثابت نگه داشته، از سر دیگر در معرض پیچش قرار دهند، انرژی پتانسیل در ملکول‌های فولاد ذخیره می‌شود؛ پس از حذف نیروی پیچشی، این میله مجدّداً به حالت اوّلیه برمی‌گردد. از این خاصیت در فنربندی تعلیق خودروها استفاده شده است.

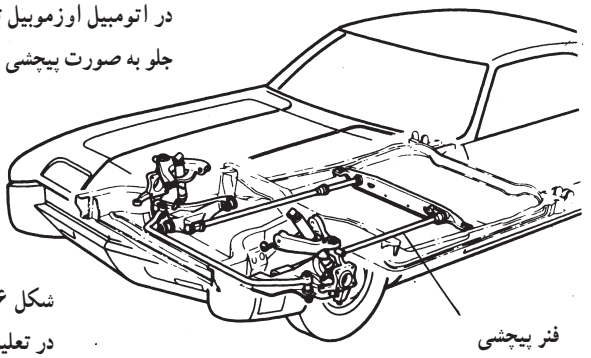


شکل ۱۵ــ۴ــ نمای زیر خودرو، نشان دهندهٔ اهرم ضد غلتش

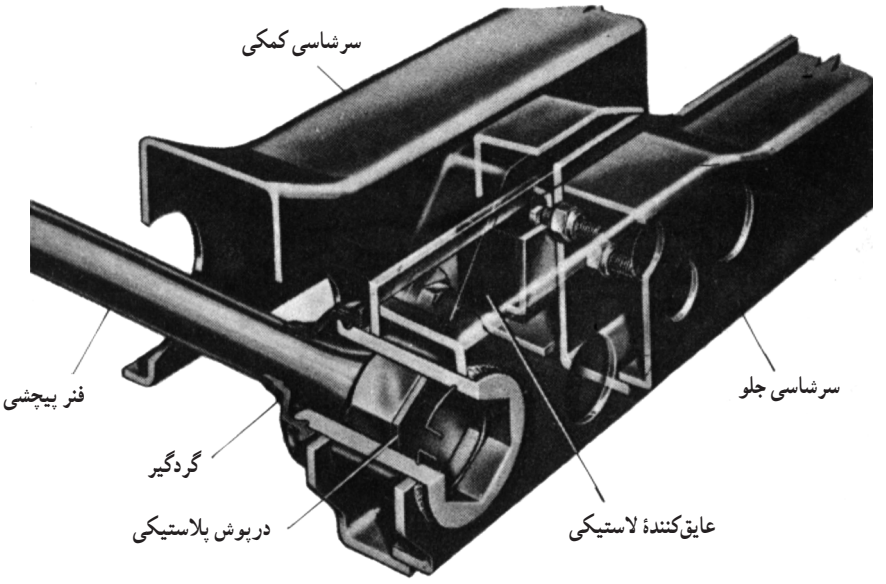


میل پیچشی در تعلیق جلو به جای فنر اتومبیل کرایسلر استفاده شده است.

در اتومبیل اوزموبیل تورنادو، فنرهای تعلیق جلو به صورت پیچشی است.



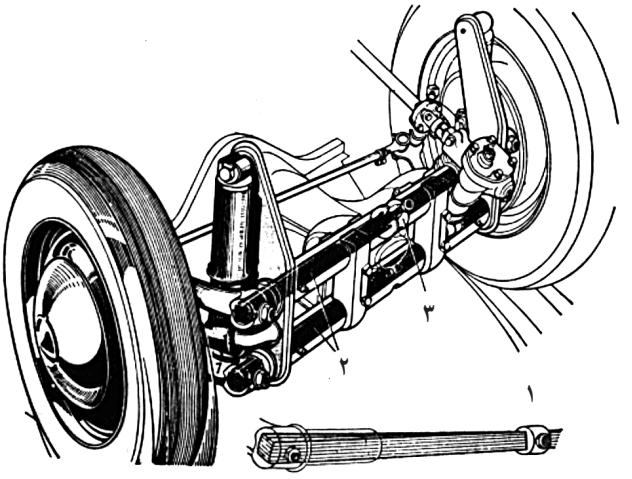
شکل ۱۶ــ۴ــ کاربرد فنر پیچشی در تعلیق جلو



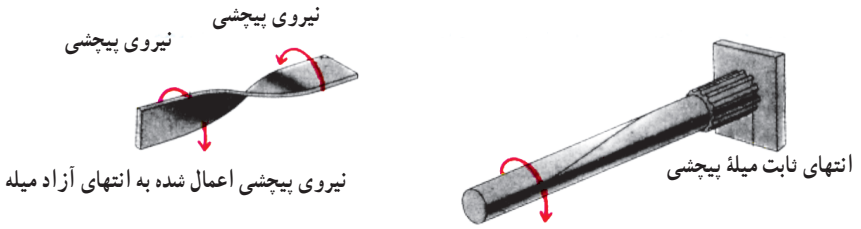
شکل ۱۷ــ۴ــ قسمت ثابت میلهٔ پیچشی

از فنر پیچشی، دو نوع استفاده می‌شود :

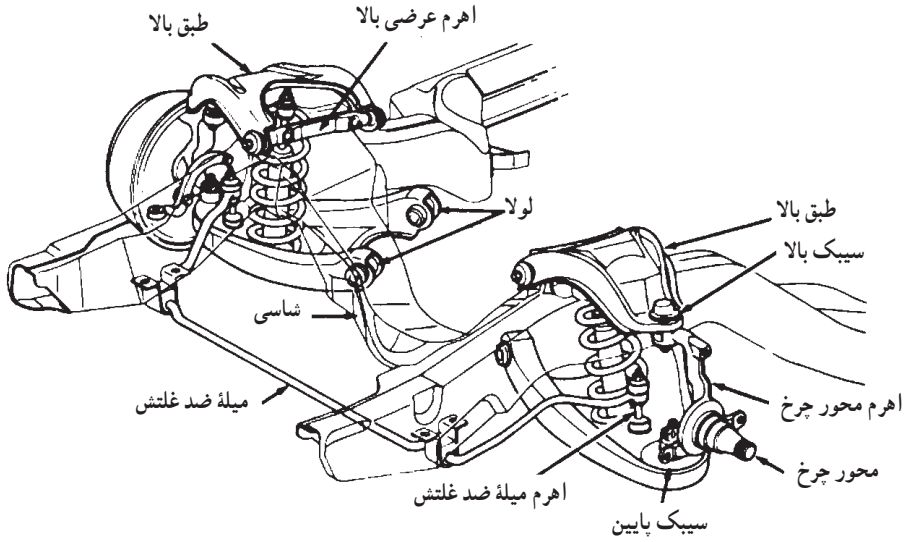
الف) فنربندی : از فنر پیچشی، به صورت فنربندی در خودروهای فولکس واگن، کرایسلر، اوزموبیل تورنادو و غیره استفاده کرده‌اند. در فولکس واگن از فنرهای تیغه‌ای و در بقیّه، از فنر فولادی میله‌ای استفاده کرده‌اند (شکل ۱۸ــ۴).



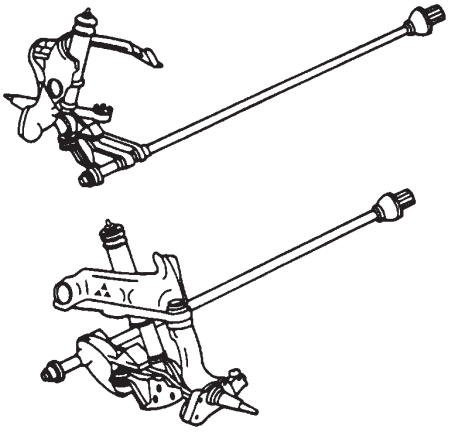
شکل ۱۸ــ۴ــ کاربرد فنر پیچشی در تعلیق فولکس واگن



شکل ۱۹ــ۴ــ نمایش نیروی پیچشی در فنر فولادی



شکل ۲۰ــ۴ــ کاربرد میلهٔ پیچشی به صورت ضد غلتش



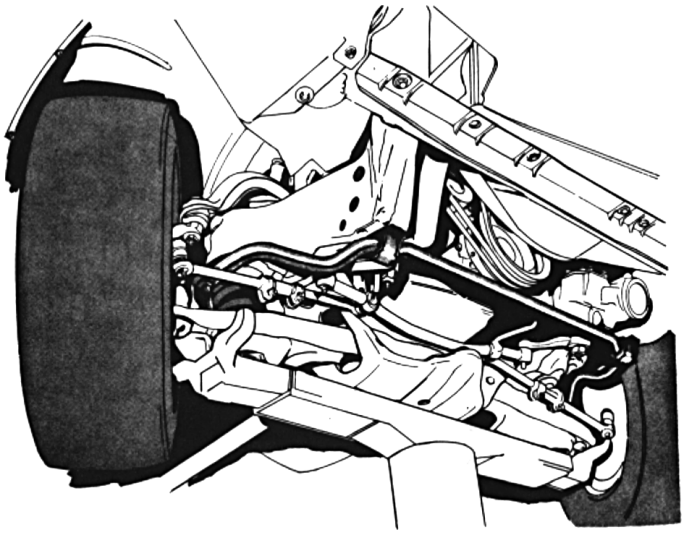
شکل ۲۱ــ۴ــ کاربرد فنر پیچشی در طبق‌های پایین تعلیق مستقل

ب) استفاده از فنر برای اهرم‌های تعادل : از فنرهای پیچشی به صورت اهرم‌های طولی و عرضی، پانارد و ضدّ غلتش استفاده می‌کنند. اهرم ضدّ غلتش که به غلط به آن موج‌گیر می‌گویند، شکل خاصّی دارد که در اشکال۲۲ــ۴ و ۲۳ــ۴ دیده می‌شوند.

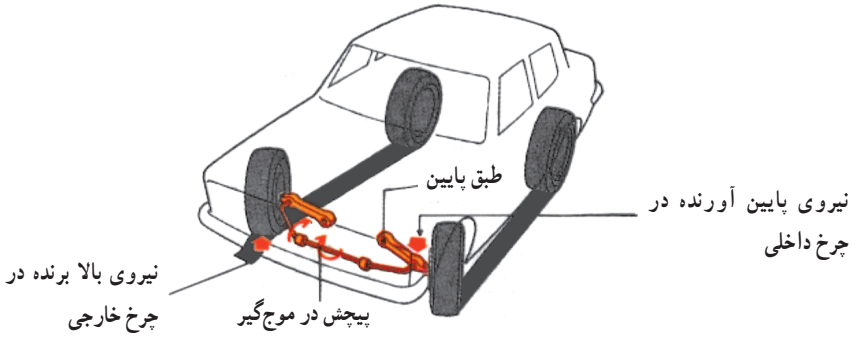
وقتی که خودرو در حال پیچیدن است، در اثر تأثیر نیروی گریز از مرکز، چرخ‌های خارج پیچ، به فرو رفتن در زمین و چرخ‌های داخل پیچ، به بلند شدن از زمین متمایل می‌شوند.

این تمایل، باعث پیچاندن بدنه و غلتاندن خودرو می‌شود. برای مقابله کردن با این غلتش، از میلهٔ ضدّ غلتش استفاده می‌شود. یک سر میلهٔ ضد غلتش، به یک طبق و سر دیگر آن با میلهٔ قابل تنظیمی بر طبق دیگر وصل می شود. وسط میله به وسیلهٔ بوش به زیر شاسی طوری وصل می‌شود که امکان چرخش را به آن بدهد (شکل ۲۰ــ۴).

وقتی که چرخ داخل پیچ از روی زمین بلند می‌شود، در این میله، انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود و با برخاستن میله، مخالفت می‌کند. این نیروی بالا برنده که باعث مقاومت پیچشی در میلهٔ ضدّ غلتش می شود، در سر دیگر آن نیروی پایین آورنده تولید می‌کند و بدنه را که تمایلِ نزدیک شدن به زمین را دارد، از زمین بلند می‌کند. با این توضیحات، بهتر است از نام صحیح آن که میلهٔ «ضدّ غلتش» است، استفاده کنیم.



شکل ۲۲ــ۴ــ میلهٔ ضدّ غلتش پونتیاک با قطر ۲۹ میلی‌متری



شکل ۲۳ــ۴ــ اعمال نیرو در چرخ‌های داخل و خارج پیچ به وسیلهٔ استابیلی زاتور

۱ـ۷ـ ۴ـ مزایای فنر پیچشی:

الف) فنریّت نرم و یک‌نواخت

ب) عدم نیاز به مراقبت

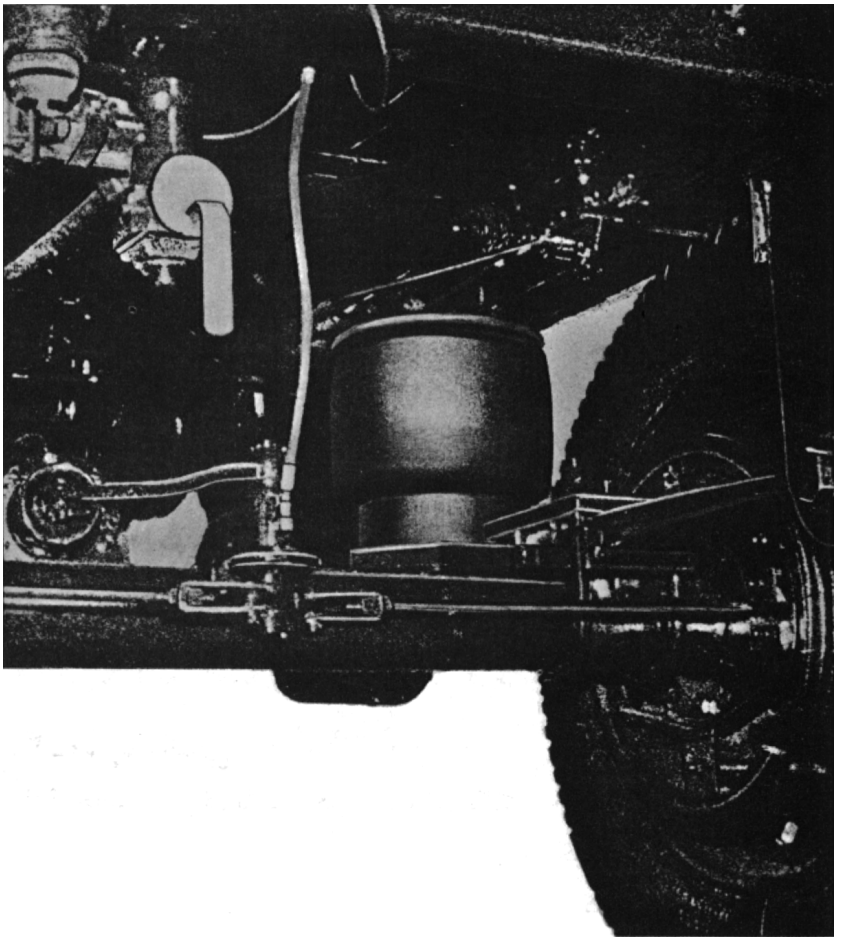
۲ـ۷ـ۴ـ معایب فنرهای پیچشی: برای نرم عمل کردن فنر، باید طول فنر بلند انتخاب شود، لذا گشتاور زیادی در تکیه‌گاه‌های فنر، ایجاد می‌شود و به کف‌سازی نیرومندی نیاز است.

۸ـ۴ـ فنر پنوماتیکی

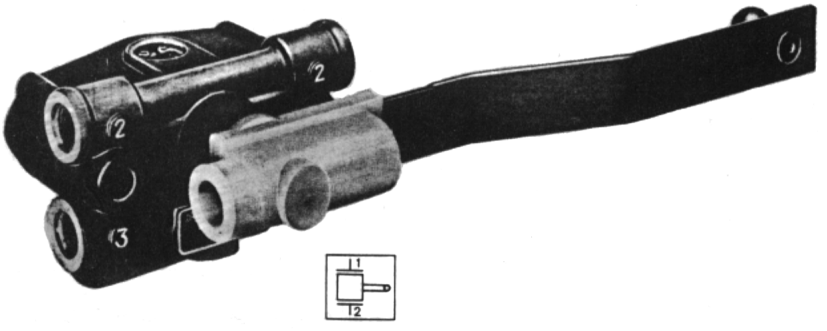
از خاصیّت تراکم‌پذیری هوا و گازهای دیگر، به جای فنر، در تعلیق خودروها استفاده می‌شود. این روش که بیشتر در خودروهای سنگین و گاهی هم در خودروهای سبک کاربرد دارد، دارای نرمش بسیار خوبی است. دستگاه فنر هوایی از کمپرسور، محفظه با کیسهٔ هوایی، لوله‌های انتقال هوا و رگلاتور تنظیم فشار تشکیل شده است.

۹ـ۴ـ رگلاتور کنترل ارتفاع تعلیق

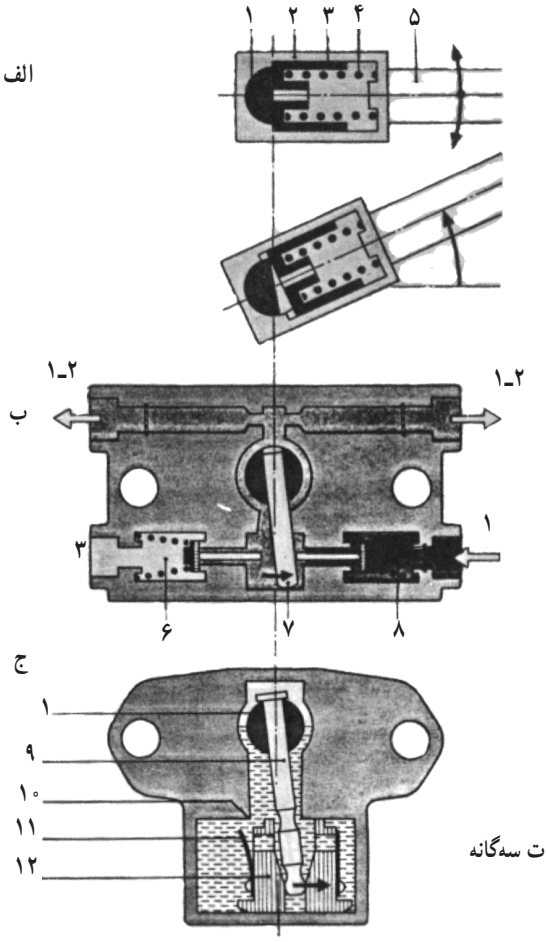
اهرم متّصل به شاسی (شکل ۲۵ــ۴)، نسبت به ارتفاع آن بالا و پایین می‌رود. با حرکت اهرم رگلاتور به بالا یا پایین، سوپاپ‌های رگلاتور باز و بسته می‌شوند. مثلاً در شکل ۲۶ــ۴ با حرکت محور، اهرم سوپاپ ورودی (۸) باز شده، هوای فشرده، از مجرای (۱) به کیسه‌های فنر (۲ــ۱) ارسال می‌شود. وقتی که اهرم، در جهت مخالف حرکت کند، سوپاپ ورودی (۸) بسته و سوپاپ خروجی (۶) باز می‌شود. در این موقع، باد کیسه فنر تا حدّی خالی می‌شود که اهرم در حالت وسط قرار بگیرد (شکل ۲۷ــ۴).



شکل ۲۴ــ۴ــ کاربرد فنر پنوماتیکی در محور خودرو



شکل ۲۵ــ۴ــ سوپاپ کنترل ارتفاع شاسی

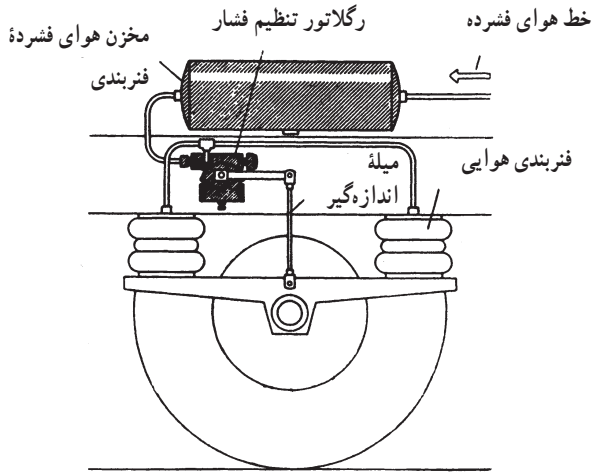


۱ــ محور محرّک
۲ــ محفظهٔ فنر
۳ــ پیستون
۴ــ فنر
۵ــ اهرم عمل کننده
۶ــ سوپاپ تخلیه
۷ــ پین کنترل
۸ــ سوپاپ ورودی
۹ــ پین محرک
۱۰ــ لبهٔ کنترل
۱۱ــ سوپاپ تیغه‌ای
۱۲ــ پیستون

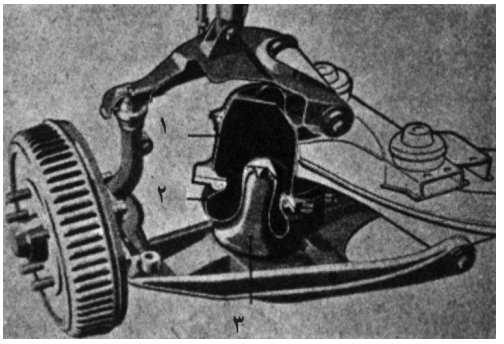
شکل ۲۶ــ۴ــ مقطع شعاعی سوپاپ شامل تجهیزات سه‌گانه الف و ب و ج

بنابراین، نسبت به افزایش بار خودرو، فشار باد در کیسه‌های هوایی زیاد می‌شود و با کاهش بار، فشار هوای فنر کاهش پیدا می‌کند. با این وصف می‌توان فنرهای هوایی را نوع ایده‌آل دانست؛ زیرا در حالت سبک بودن شاسی، فنر نرم است و در حالت سنگین بودن، مانند فنرِ سخت، عمل می‌کند.

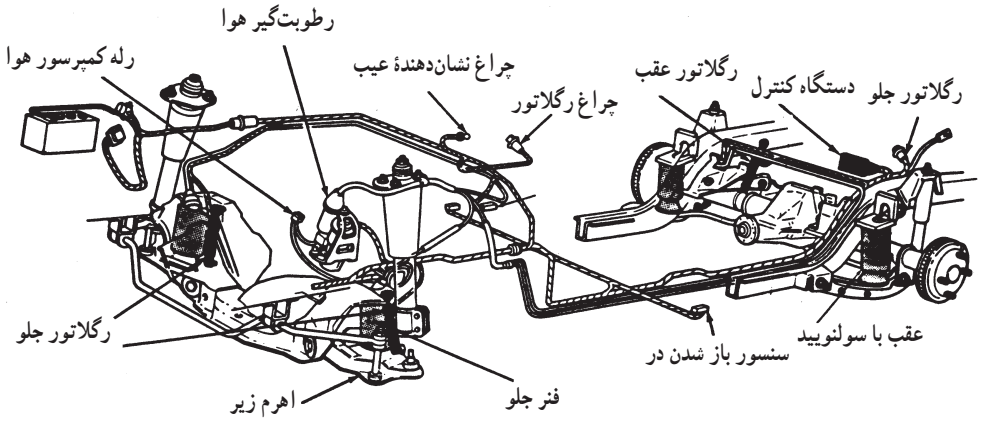
برای اندازه‌گیری فشار مؤثّر بادِ فنرها، از رگلاتور تنظیم فشار استفاده می‌کنند. رگلاتور، روی شاسی بسته شده، اهرم آن به محور خودرو وصل می‌شود. با افزایش بار خودرو، شاسی به طرف محور چرخ نزدیک می‌شود. در این حالت، شیر هوای فشرده به کیسه باز می‌شود تا ارتفاع مجازی که رگلاتور را تنظیم کرده‌اند، شاسی را بالا ببرد. وقتی شاسی به اندازهٔ لازم بالا رفت، رگلاتور شیر را می‌بندد. در هنگام خالی شدن باد خودرو، شاسی از محور چرخ دور می‌شود. در این موقع، اهرم شیر دیگری را باز کرده، مقداری از هوای کیسهٔ فنر را به خارج باز می‌کند (اشکال ۲۷ــ۴ و ۲۸ــ۴).



شکل ۲۷ــ۴ــ ساختمان فنربندی هوایی



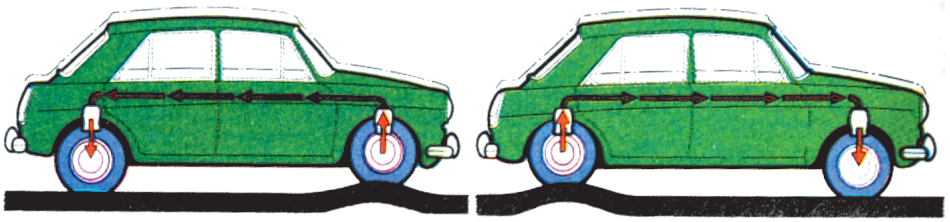
شکل ۲۸ــ۴ــ برش ساختمان فنر در تعلیق



شکل ۲۹ــ۴ــ کاربرد فنر پنوماتیکی در چهار چرخ

۱۰ـ۴ـ فنربندی هیدرواستاتیکی

در این نوع فنربندی، از خاصیت جابه‌جایی روغن و تراکم‌پذیری گاز، استفاده شده است. در هنگام برخورد یکی از چرخ‌ها به مانع، چرخ بالا رفته، انرژی پتانسیل در سیستم تعلیق افزایش می‌یابد. این نیرو، روغن را از سیلندر چرخی که روی مانع رفته به سیلندر چرخ دیگر انتقال می‌دهد و شاسی را در آن قسمت بالا می‌برد. به محض عبور چرخ از مانع، انرژی پتانسیل بالا برندهٔ شاسی، در محور دیگر باعث راندن روغن به سیلندر چرخ اوّل می‌شود (شکل ۳۰ـ۴).



شکل ۳۰ـ۴ـ طرز عمل فنربندی هیدرواستاتیک

پرسش ؟

۱ـ دلایل استفاده از سیستم فنربندی را بیان کنید.
۲ـ وزن فنربندی شده و وزن فنربندی نشده را شرح دهید.
۳ـ فنر سخت شونده و نرم شونده را تعریف کنید.
۴ـ خصوصیّات و کاربرد فنرهای شمشی را شرح دهید.
۵ـ خصوصیّات فنرهای مارپیچی و کاربرد آنها را بنویسید.
۶ـ خصوصیّات فنرهای پیچشی و کاربرد آن را بازگو نمایید.
۷ـ اهرم‌های تعادل را در سیستم تعلیق خودروها شرح دهید.
۸ـ طرز کار و ساختمان فنر پنوماتیکی را توضیح دهید.
۹ـ طرز کار و ساختمان فنر هیدرواستاتیکی را تشریح کنید.