

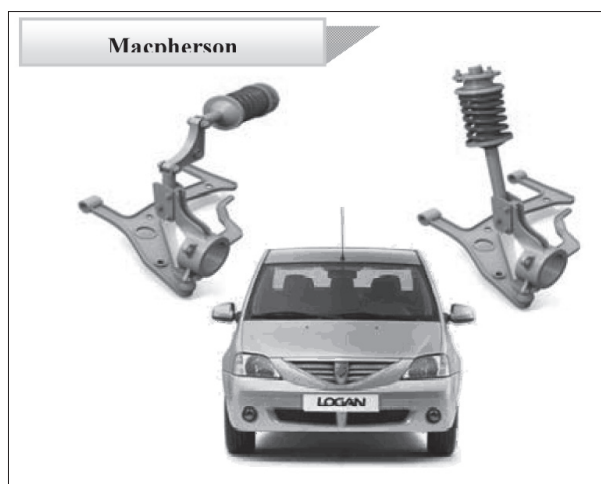
انواع مکانیزم های سیستم تعلیق

مجتبی دامرودی* - پیمان پوزش**

چکیده: سیستم تعلیق بخشی از سیستم های شاسی است که در رفتار و عملکرد خودرو نقش بسیار مهمی را بر عهده دارد. هر سیستم تعلیق از ۴ بخش فنر، کمک فنر، مکانیزم تعلیق و اتصالات رابط آن تشکیل شده است که وظایف مهم زیر و بعضاً متضاد را بر عهده دارند. ایجاد شرایط جداسازی بدنه خودرو از ناهمواری های جاده ای به منظور راحتی سفر بیشتر، ایجاد شرایط تماس دایمی بین تایر و جاده به منظور عملکرد مناسب تایر در حرکت طولی و عرضی خودرو، ایجاد شرایط مناسب برای پایدار خودرو از طریق رفتار مناسب در هنگام حرکت غلت زنی و کله زنی کاهش درجات آزادی خودرو در بین چهار عضو هر سیستم تعلیق، مکانیزم تعلیق از اهمیت بالایی برخوردار است. انواع مکانیزم سیستم تعلیق را می توان به سه نوع، مستقل، نیمه مستقل، صلب تقسیم کرد که انواع نیمه مستقل و صلب برای خودروهای سواری، امروزه فقط در سیستم های تعلیق عقب استفاده می شود. هر کدام از این انواع مکانیزم را می توان بر حسب پارامترهای همچون استقلال، تنظیم موقعیت و زوایای چرخها بر جاده، میزان فضای اشغالی خودرو، راندمان سازه ای (تعداد نقاط اتصال بدنه)، ایجاد شرایط مناسب از نظر NVH، وزن کم (کم بودن جرم فربندی نشده خودرو) و قیمت مناسب ارزش گذاری کرد.

واژه های کلیدی: سیستم تعلیق غیرفعال، راندمان سازه ای، خوش فرمانی، خوش سواری.

مک فرسون و پیچیدگی های طراحی آن می باشد. ترکیبات مختلف آن را در شکل های ۲، ۳ و ۴ می بینید. در ایران دو خودروی هیوندایی سوناتا و ورنه از این سیستم تعلیق استفاده می کنند.



شکل ۱. سیستم تعلیق مک فرسون در تندر ۹۰

سیستم تعلیق بازوهای پیرو (Trailing Arm) بیشتر در عقب خودرو استفاده می شود. فقط در فولوکس واگن های بیتل قدیمی به صورت

۱. مک فرسون (Macpherson)

مک فرسون (Macpherson) معمولترین نوع سیستم تعلیق برای جلو خودرو می باشد. بعضاً در عقب هم استفاده می شود. این مکانیزم از انواع مستقل است و از بازده مناسب حجمی و سازه ای برخوردار است. در صورت ترکیب بندی مناسب دارای قابلیت خوبی برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد هر چند نه به اندازه دو سیستم دو چناغی و چند میله ای. مزیت اصلی این سیستم به نسبت انواع ذکر شده در قیمت پایین تر آن، علی رغم توانایی های ارضاکنده است. ترکیبات مختلف آن را در شکل (۱) می بینید.

۲. سیستم تعلیق چند میله ای (Multilink)

از سیستم تعلیق چند میله ای (Multilink) در جلو و عقب خودرو استفاده می شود. این مکانیزم مستقل است و از بازده مناسب حجمی و سازه ای برخوردار است. به علاوه دارای قابلیت خوبی برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد. مشکل اصلی این سیستم به نسبت انواع ذکر شده در قیمت بالاتر نسبت به سیستم

* کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، مهندسی مکانیک-خودرو

damroudi@Auto.iust.ac.ir

** کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، مهندسی مکانیک-خودرو

poozesh@Auto.iust.ac.ir

۳. سیستم تعلیق بازوهای پیرو (Trailing Arm)

سیستم تعلیق بازوهای پیرو (Trailing Arm) بیشتر در عقب خودرو استفاده می شود. فقط در فولکس واگن های بیتل قدیمی به صورت دوپل در جلو استفاده شده است. این مکانیزم مستقل است و از بازده حجمی خوبی برخوردار است. به علاوه دارای قابلیت نسبتاً خوبی برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد ولی به نسبت کارایی، از انواع دیگر تعلیق دارای قیمت بالاتر می باشد. شرکت پژو علاوه خاصی به استفاده از این سیستم تعلیق در خودروهای خود دارد.



شکل ۵. سیستم تعلیق بازوهای پیرو در سمند و فولکس

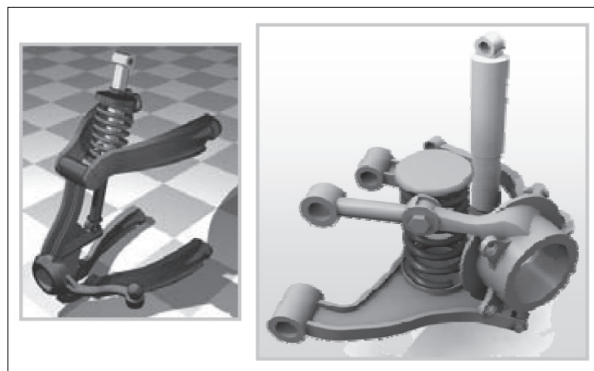
۴. تعلیق آونگی (Swing Axle)

تعلیق آونگی (Swing Axle) جزو اولین سیستمهای تعلیق مستقل مورد استفاده در عقب خودرو می باشد. در کل از نظر ارضای نیازهای پایداری ضعیف و از نظر قیمت وضعیت متوسطی دارد ولی به علت پدیده Jacking امروزه به ندرت از این سیستم استفاده می شود

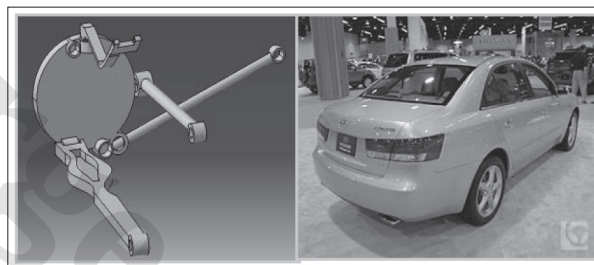
۵. سیستم بازوهای نیمه پیرو (Semi Trailing Arm)

سیستمی است که از اختلاط دو سیستم آونگی و بازوهای پیرو بوجود می آید که بخشی از محاسن و معایب هر دو سیستم را دارد. نمونه ای از این سیستم را در خودرو هوندا می بینید.

دوپل در جلو استفاده شده است. این مکانیزم مستقل است و از بازده حجمی خوبی برخوردار است. به علاوه دارای قابلیت نسبتاً خوبی برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد ولی به نسبت کارایی، از انواع دیگر تعلیق دارای قیمت بالاتر می باشد. شرکت پژو علاوه خاصی به استفاده از این سیستم تعلیق در خودروهای خود دارد.



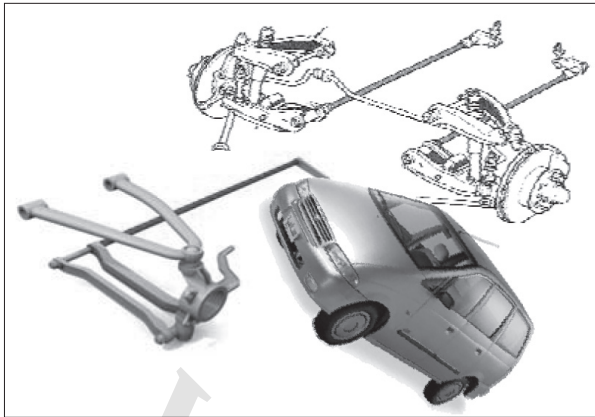
شکل ۲. سیستم تعلیق چند میله ای



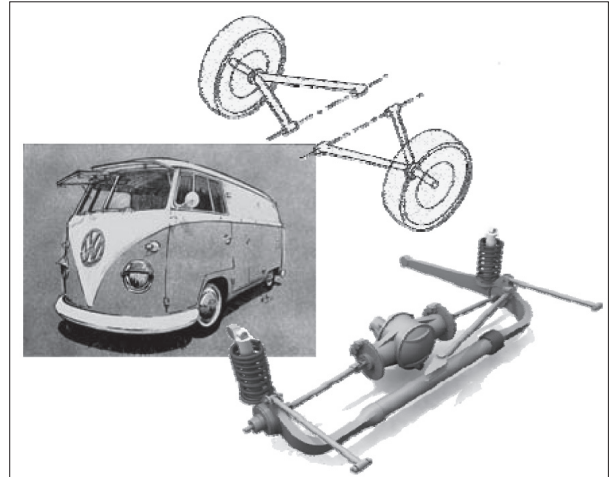
شکل ۳. سیستم تعلیق چند میله ای در سوناتا



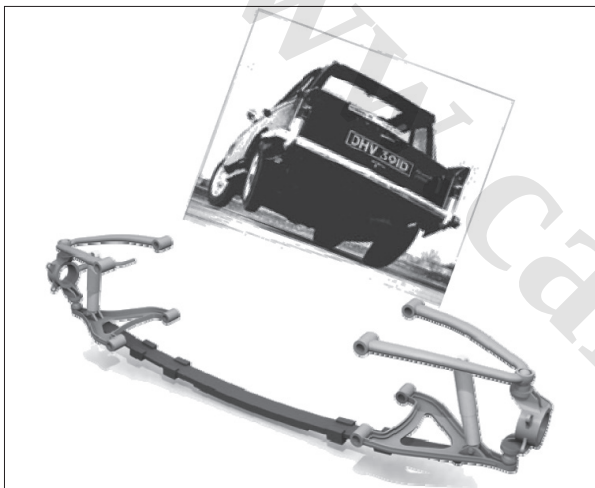
شکل ۴. سیستم تعلیق چند میله ای در ورنه



شکل ۸. سیستم تعلیق دو جناغی در کاروان



شکل ۶. سیستم تعلیق آونگی در جلو فولکس

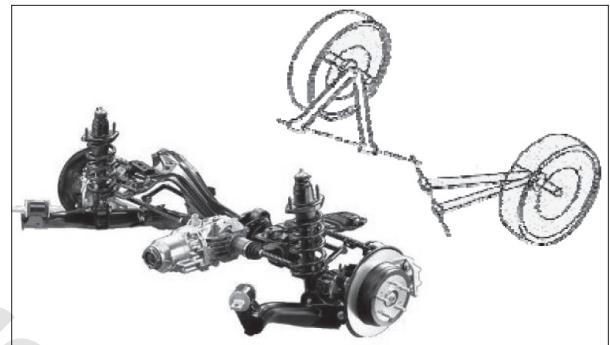


شکل ۹. سیستم تعلیق دو جناغی

در قیمت پایین آن است. اضافه کردن مکانیزمهایی مانند مکانیزم وات باعث می شود تا اثرات بد مستقل نبودن بر پایداری، کمی خنثی شود. ترکیبات مختلف آن و بعضاً خودروهایی که از این ترکیبات را استفاده کرده اند را در شکل می بینید. در ایران خودروهای روا، زامیاد وانت، کاروان و رونیز تحت ترکیبات متفاوتی از این سیستم تعلیق به همراه فنر برگه ای استفاده می کنند. ترکیبات مختلف این سیستم را که از یک فلسفه وجودی بهره می گیرند را در شکل ۱۱ می بینید.

۸. اکسل پیچشی (Twist Axle)

مکانیزم اکسل پیچشی (Twist Axle) که تحت نام های تجاری مختلفی تولید می شود امروزه به محبوبترین سیستم تعلیق عقب برای خودروهای سواری ارزان قیمت و حتی متوسط تبدیل شده است. این مکانیزم از انواع نیمه مستقل است. این سیستم تأثیرات بد غیر مستقل بودن را تا حد زیادی کم کرده است علاوه بر اینکه از مزایای ارزان بودن و قابلیت قابل قبول از نظر پایداری برخوردار است. از



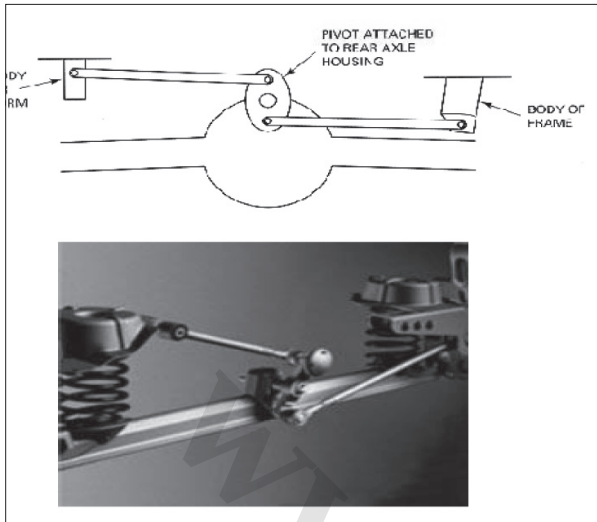
شکل ۷. سیستم تعلیق بازوهای نیمه پیرو در هوندا

۶. سیستم تعلیق دو جناغی (Double Wishbone)

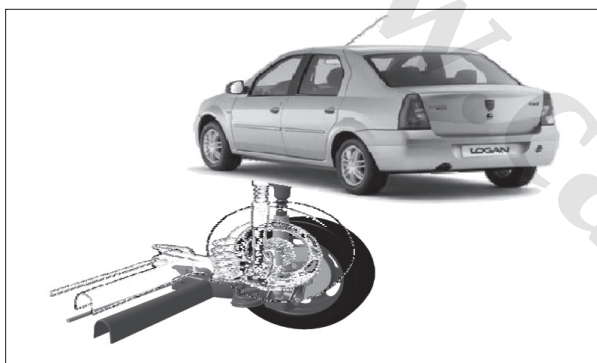
سابقاً، معمولترین نوع سیستم تعلیق برای جلو خودرو بود. بعضاً در عقب هم استفاده می شود. این مکانیزم از انواع مستقل است و از بازده مناسب حجمی و سازه ای برخوردار است. در صورت ترکیب بندی مناسب دارای بیشترین قابلیت برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد. مشکل اصلی این سیستم به نسبت انواع ذکر شده در قیمت بالاتر آن کننده است. ترکیبات مختلف آن و بعضاً خودروهایی که از این ترکیبات را استفاده کرده اند را در شکل می بینید.

۷. اکسل صلب (Solid Axle)

اولین مکانیزم تعلیق مورد استفاده در خودروها، اکسل صلب (Solid Axle)، امروزه به ندرت در خودروهای سواری استفاده می شود هر چند که این نوع سیستم تعلیق هنوز هم در خودروهای off-road و خودروهای سنگین محبوب هستند. این مکانیزم از انواع غیر مستقل است و از بازده مناسب حجمی و سازه ای برخوردار نیست. در صورت ترکیب بندی مناسب قابلیت قابل قبول برای ارضای نیازهای طراحی در مورد پایداری و خوش فرمانی دارد ولی مزیت اصلی این سیستم



شکل ۱۳. سیستم تعلیق صلب (Watt linkage)

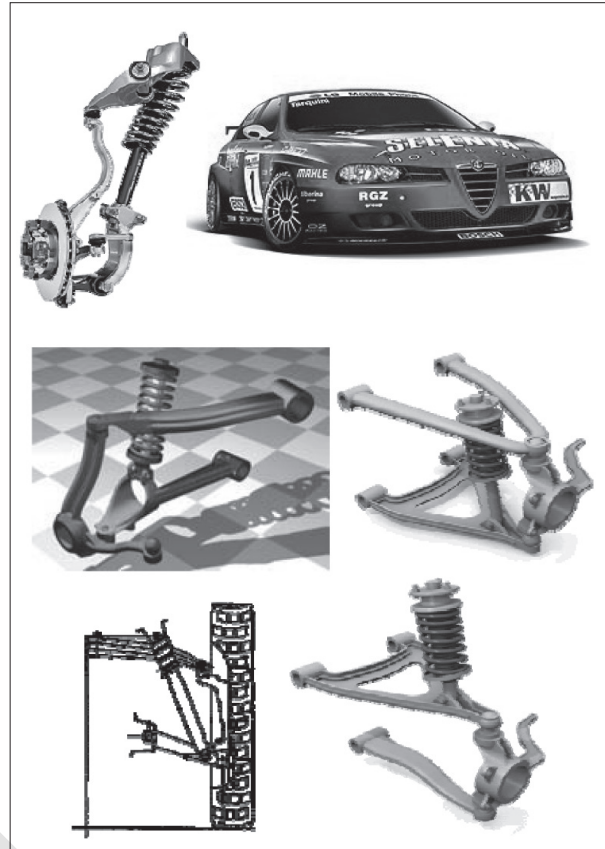


شکل ۱۴. سیستم تعلیق پیچشی در تندر ۹۰

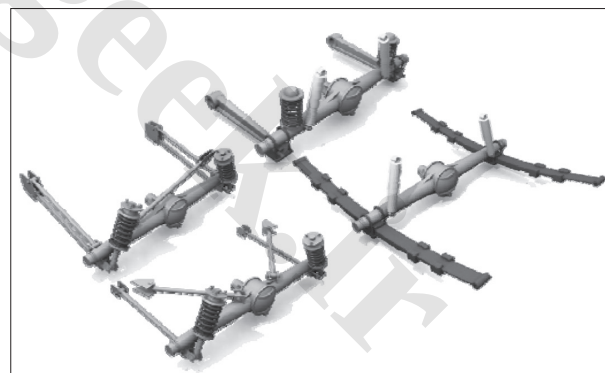


شکل ۱۵. سیستم تعلیق پیچشی در رنو

خودروهای داخلی تولید داخل که از این سیستم استفاده می کنند، می توان از رنو، پراید، لوگان، مگان و ماکسیما نام برد که از ترکیبات مختلف این سیستم استفاده می کنند که این ترکیبات را در شکل های زیر می بینید که همه از یک فلسفه وجودی بهره می گیرند. نوع مورد استفاده در پراید جزو اولین ترکیب های این نوع سیستم می باشد و نوع مورد استفاده در رنو جزو جدیدترین ترکیبات این سیستم می باشد که



شکل ۱۰. سیستم تعلیق دو جناغی با هندسه متغیر



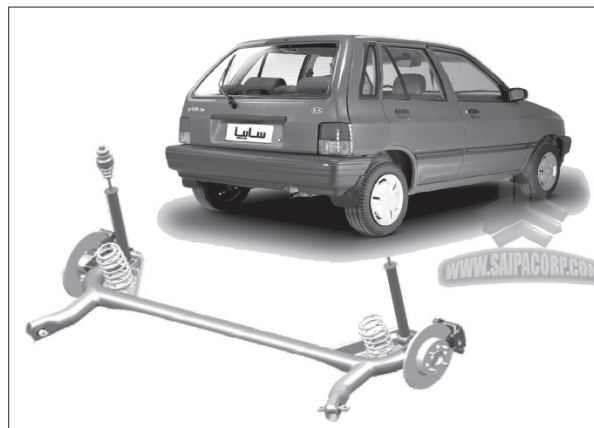
شکل ۱۱. سیستم تعلیق صلب



شکل ۱۲. اولین نمونه های مورد استفاده

خودروها نسبت به بارگذاری زیاد است. ایمنی و راحتی سفر، پارامترهای مهمی در سیستم تعلیق هستند که در سیستمهای مستقل از کیفیت بالاتری نسبت به سیستمهای وابسته برخوردار هستند. در سیستم تعلیق مستقل ارتعاشات هر چرخ، بعثت جدا بودن محورهای دوران مستقل از حرکت چرخ مقابل است، که سبب حفظ راحتی سفر بهتر برای این نوع خودروها می گردد. با توسل به سیستمهای تعلیق مستقل، طراح قادر است با طراحی زوایای کمبر و Toe مناسب، توسط مکانیزمهای مختلف، پایداری و ایمنی بسیار مطلوبی نسبت به سیستمهای وابسته، ایجاد کند. اشکال سیستمهای مستقل، پیچیدگی و هزینه تولید بیشتر نسبت به سیستمهای وابسته است ولی با این وجود به علت عمده مزایای فوق الذکر، خودروهای سواری جدید بطور کامل از سیستمهای مستقل در اکسل جلو و عقب استفاده می کنند همچنین اغلب خودروهای سواری، امروزه، محرک جلو هستند یعنی چرخهای مستقل جلو، نیروی محرک را برای خودرو تامین می کنند که این خود علاوه بر حذف میل گاردان و ایجاد وزن مناسب روی تایرهای محرک (توسط وزن موتور) بعثت تحت فرمان بودن بردار رانش در خود، بطور مشخص، خوش فرمانی بسیار بهتری نسبت به خودروهای محرک عقب ایجاد می کند.

در خوردوی ماکسیما هم همراه با میله بندیهایی اضافه (که عملکرد آن را بهبود می بخشد) از این ترکیب استفاده می کنند. این ترکیب بسیار شبیه اکسل صلب می باشد ولی تفاوتی در جنس و شکل دارد که عملکرد آن را از سیستم صلب دور و به اکسل پیچشی نزدیک می کند. از نظر شکلی ترکیبی که در لوگان استفاده می شود مخلوطی از انواع مورد استفاده در ریو و پراید می باشد.



شکل ۱۶. سیستم تعلیق پیچشی در پراید

۹. نتیجه گیری

در سیستم های تعلیق وابسته، محور دوران چرخهای راست و چپ یک محور مشترک است. به گونه ای که حرکت عمودی یک چرخ، تأثیر مستقیم بر حرکت عمودی چرخ طرف مقابل دارد. مزیت اصلی سیستمهای وابسته، قیمت کم آنها و تغییرات و حساسیت کم در خوش فرمانی این نوع

منابع

- [1] William F. Milliken, Douglas L. Milliken, Vehicle Race Dynamics SAE International, 1984.
- [2] Prof. Dipl.-Ing. Jörnßen Reimpell, Dipl.-Ing. Helmut Stoll, Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Betzler The Automotive Chassis, Butterworth-Heinemann, 2001.
- [3] www.carbibles.com.