



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

فصل هشتم

سیستم فرمان

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

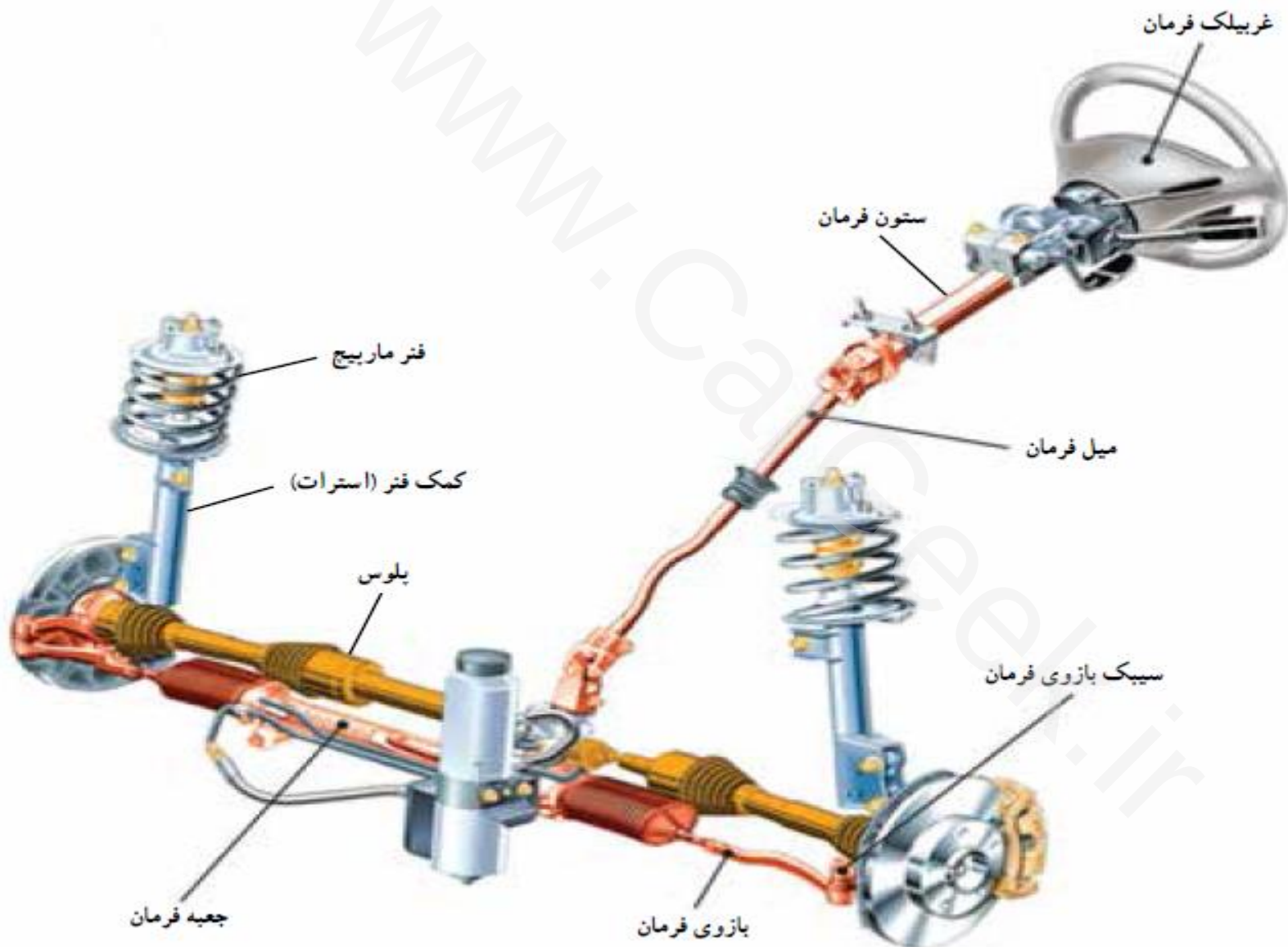
از سیستم فرمان برای کنترل مسیر حرکت خودرو و هدایت آن به صورت مطلوب و پایدار در مسیر دلخواه راننده استفاده می شود. سیستم فرمان برای انتقال نیروی دست راننده به چرخهای فرمان پذیر، نیازمند بخش های زیر است:

۱. غربیلک فرمان ۲. ستون فرمان ۳. جعبه فرمان ۴. مکانیزم و اهرم بندی فرمان

نکته : نسبت افزایش گشتاور در سیستم فرمان، بین « ۱ : ۱۵ » تا « ۱ : ۳۰ » است. برای مثال هر گاه نسبت افزایش گشتاور « ۱ : ۲۰ » باشد، هنگام فرمان دادن به چرخ ها، نیروی دست راننده بیست برابر افزایش می یابد که به فرمان پذیری چرخ ها با نیروی کمتر منجر می گردد. از طرف دیگر به نسبت دَوَران غربیلک به دَوَران چرخ ها $\frac{1}{20}$ می شود. به عبارت دیگر با چرخش غربیلک به اندازه بیست درجه، چرخ ها تنها یک درجه دوران خواهند داشت.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

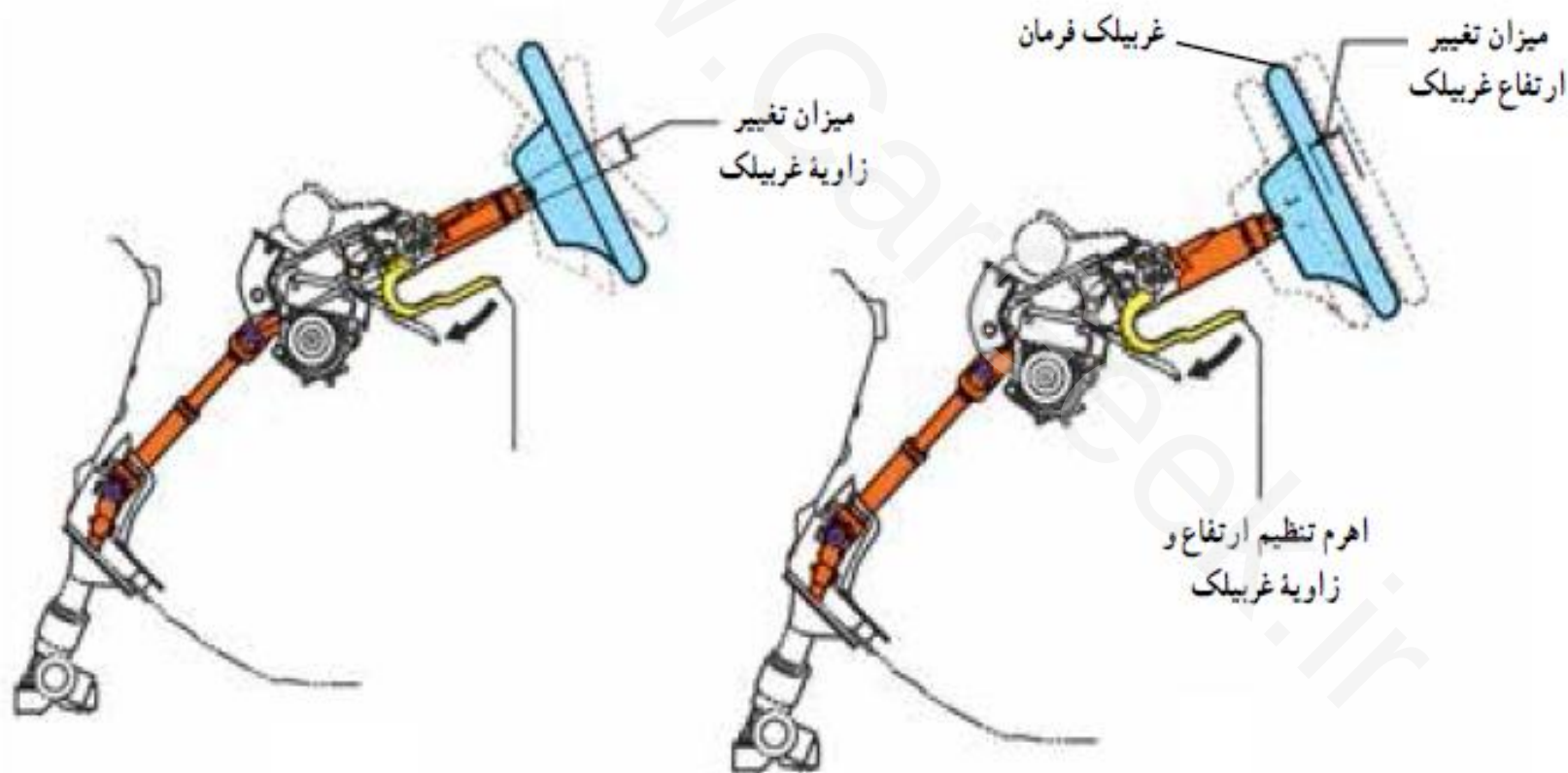
بخش چهارم - فصل هشتم



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۱- غربیلک و ستون فرمان: در برخی از خودروها به منظور افزایش راحتی راننده، از غربیلک فرمان با قابلیت تنظیم ارتفاع و زاویه غربیلک استفاده می شود.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۲- ایمنی در فرمان: یکی از مسائل مهم در طراحی میل فرمان و ستون فرمان ایمنی در تصادف است. برای این منظور از ستون های فرمان جمع شونده استفاده می شود. ستون های فرمان جمع شونده دارای انواع مختلفی است که به بررسی چند نوع از آنها پرداخته می شود.

۲-۱- ستون فرمان لوله مشبک: لوله مشبک هنگام تصادف جمع می شود و مقداری از انرژی تصادف را جذب می نماید.



ستون فرمان پیش از تصادف

ستون فرمان بعد از تصادف

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۲-۲- میل فرمان دو تکه: در هنگام بروز تصادف از جلو، قسمت پایین میل فرمان در داخل قسمت بالایی میل فرمان به صورت کشویی حرکت می کند و همزمان با جمع شدن ستون فرمان، طول میل فرمان نیز کاهش می یابد.



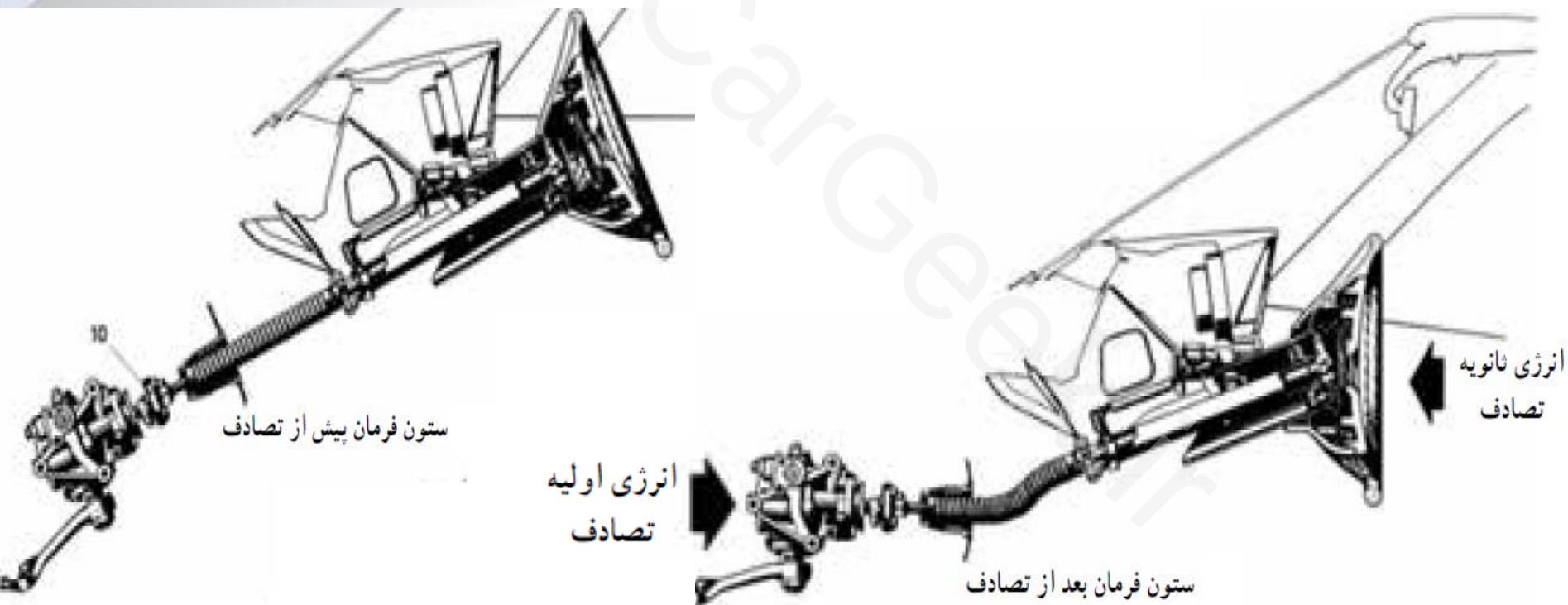
شکل حالت عای میل فرمان



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۲-۳- میل فرمان لوله خرطومی قابل انعطاف: هنگام بروز تصادف، قسمت خرطومی میل فرمان با تغییر شکل دادن و جمع شدن مانع از حرکت میل فرمان به سمت راننده و آسیب دیدن راننده می شود.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۳- جعبه فرمان

جعبه فرمان یکی از اجزای اصلی سیستم فرمان است و وظایفی به شرح زیر دارد:

۱. افزایش گشتاور و کاهش جابه جایی دورانی دست راننده؛

۲. تغییر صفحه دوران غربیلک فرمان به صفحه مکانیزم فرمان (۹۰ درجه)؛

۳. تبدیل حرکت دورانی غربیلک فرمان به حرکت خطی مکانیزم اهرم بندی

فرمان

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۳-۱- انواع جعبه فرمان

جعبه فرمان ها از لحاظ نحوه افزایش نیرو و گشتاور و راحتی راننده در فرمان دادن، به دو دسته تقسیم می شوند:

۱. **جعبه فرمان های مکانیکی:** در این نوع جعبه فرمان ها، تنها از طریق اجزای مکانیکی مانند چرخ دنده ها و بازوهای مختلف، نیروی دست راننده افزایش می یابد و به چرخ ها منتقل می شود.

۲. **جعبه فرمان های با توان کمکی:** در این جعبه فرمان ها، علاوه بر استفاده از اجزای مکانیکی، از توان هیدرولیکی و الکتریکی به منظور افزایش توان دست راننده استفاده می شود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۳-۲- انواع جعبه فرمان

جعبه فرمان ها از نظر مکانیزم و نحوه عملکرد نیز به شرح زیر دسته بندی می شوند:

● جعبه فرمان حلزونی انگشتی؛ ← در خودروهای امروزی کاربرد ندارد.

● جعبه فرمان حلزونی با دنده تاج خروسی؛ ← در خودروهای امروزی کاربرد ندارد.

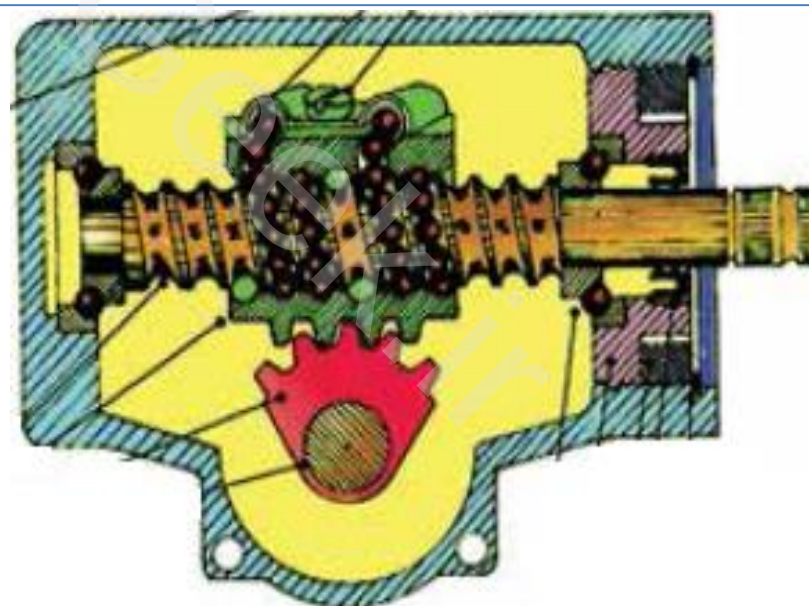
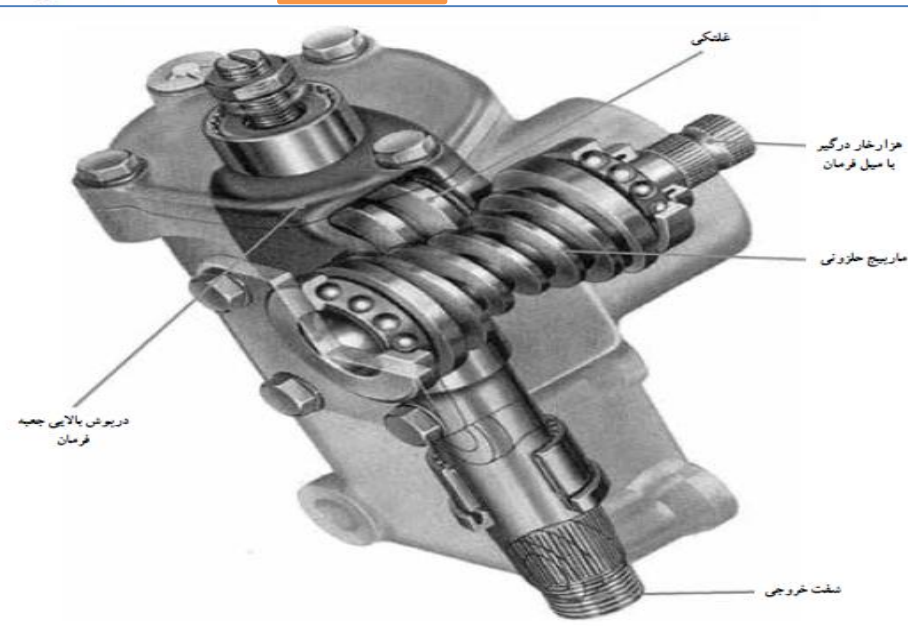
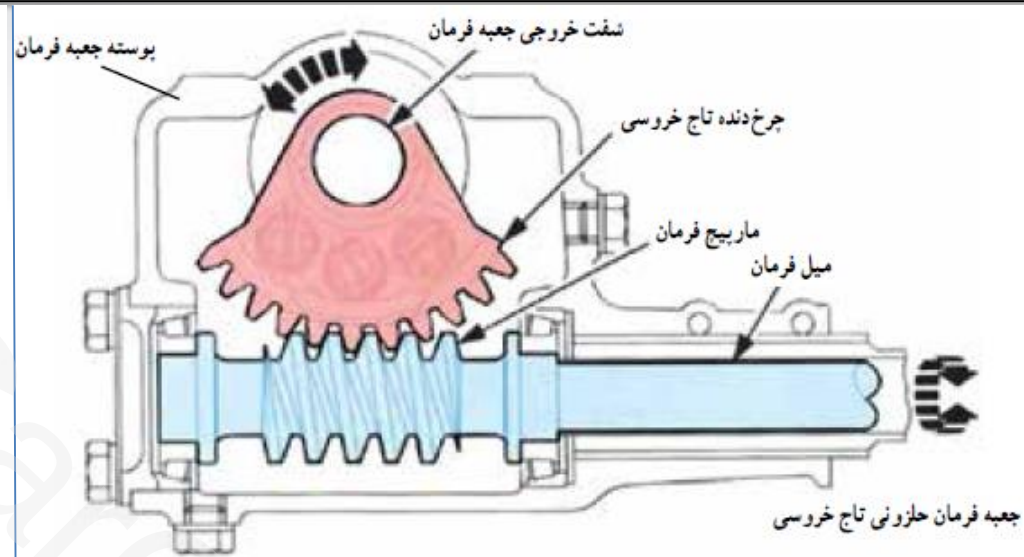
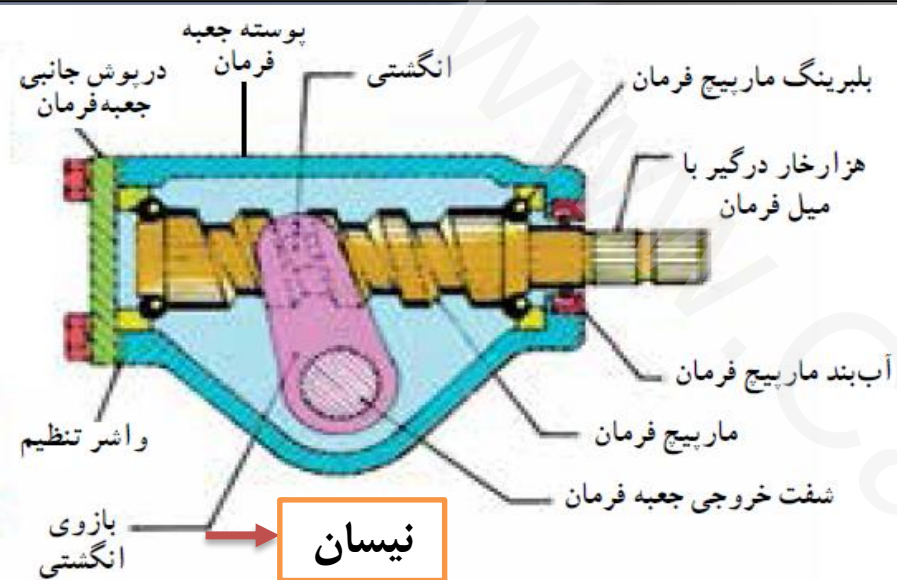
● جعبه فرمان حلزونی غلتکی؛ ← در خودروهای امروزی کاربرد ندارد.

● جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی؛

● جعبه فرمان دنده شانه ای؛

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مزایای جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی

۱. کم بودن اصطکاک و افت توان جعبه فرمان که به افزایش راحتی راننده منجر می شود. لذا این نوع جعبه فرمان برای استفاده در خودروهای سواری مناسب است.
۲. نیاز به نگه داری و تعمیر کمتری دارد.
۳. به علت سایش کمتر، خلاصی جعبه فرمان به مرور زیاد نمی شود و ایمنی سیستم فرمان خودرو بالاست.
۴. با تغییر گام دندانه های بدنه خارجی مهره انتقال قدرت، می توان قابلیت های سیستم فرمان را افزایش داد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

{ادامه} مزایای جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی

۵. از سیستم توان کمکی در این جعبه فرمان می توان استفاده کرد.

۶. سیستم اهرم بندی دارای اهرم ها و مفاصل متعددی است و عملکرد مناسبی برای پایداری خودرو ایجاد می نماید.

معایب جعبه فرمان ساچمه در گردش با دنده تاج خروسی

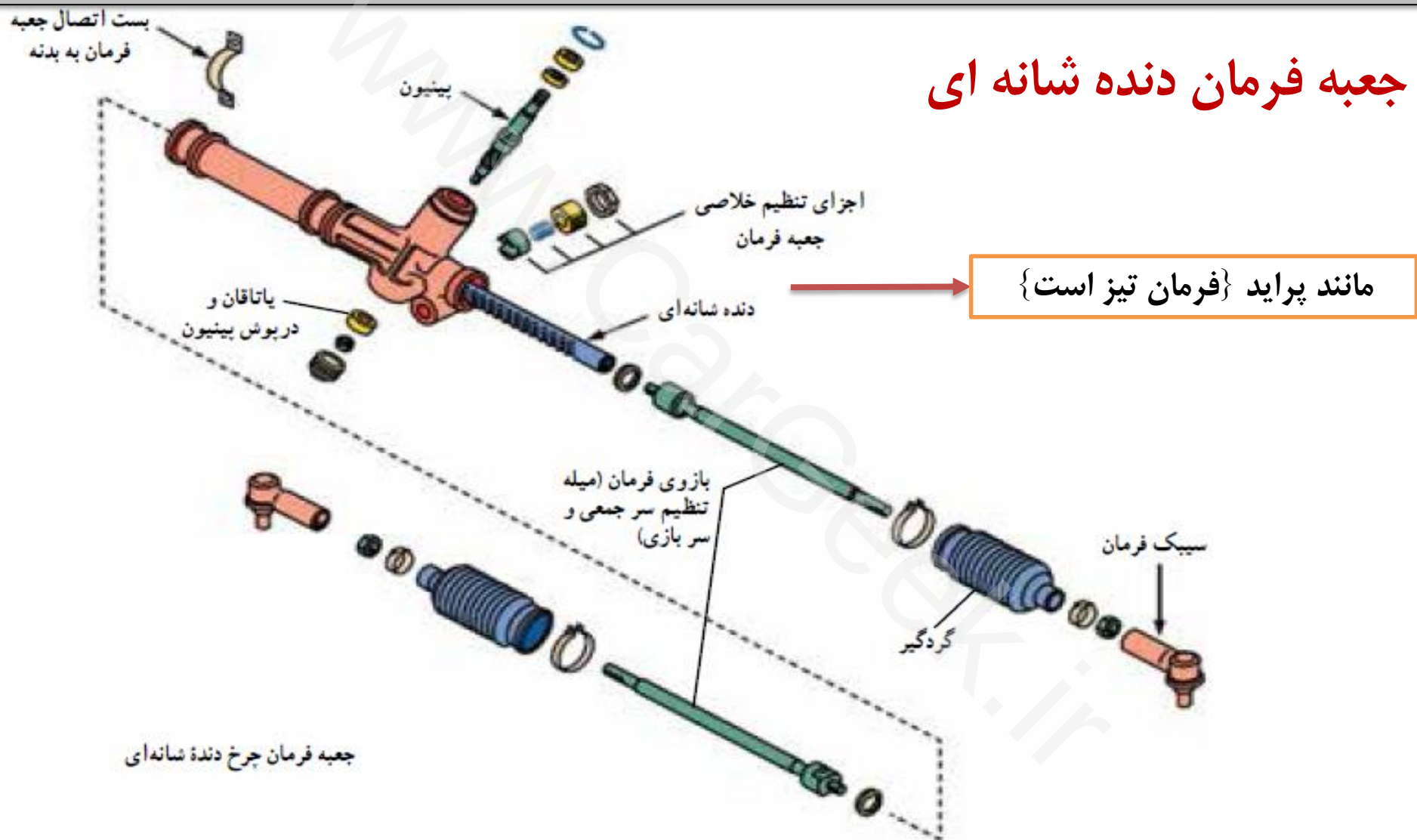
۱. وزن زیاد و قیمت تمام شده بالا

۲. مکانیزم اهرم بندی به کار رفته در این نوع جعبه فرمان دارای اهرم ها و مفاصل متعدد است. بنابراین قیمت تمام شده سیستم فرمان و هزینه نگه داری و تعمیر آن افزایش می یابد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

جعبه فرمان دنده شانه ای



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مزایای جعبه فرمان دنده شانه ای

۱. اشغال فضای کم، از این رو برای استفاده در خودروهای محرک جلو که فضای کمی در اختیار دارند، مناسب است؛
۲. قیمت کمتر نسبت به جعبه فرمانهای مارپیچی؛
۳. سبکی جعبه فرمان که باعث کاهش وزن خودرو می شود؛
۴. به دلیل حرکت خطی چرخ دنده شانه ای و انتقال مستقیم حرکت به سگ دست، دارای اهرم ها و مفاصل کمتری است و در نتیجه هزینه تولید، نگه داری و تعمیر آن کاهش می یابد.
۵. سایش و اصطکاک آن کم و هزینه نگه داری و تعمیر آن کمتر است.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

{ادامه} مزایای جعبه فرمان دنده شانه ای

۶. با تغییر گام چرخ دنده شانه ای می توان قابلیت های سیستم فرمان را افزایش داد.

معایب جعبه فرمان دنده شانه ای

۱. محدودیت افزایش گشتاور دارد.

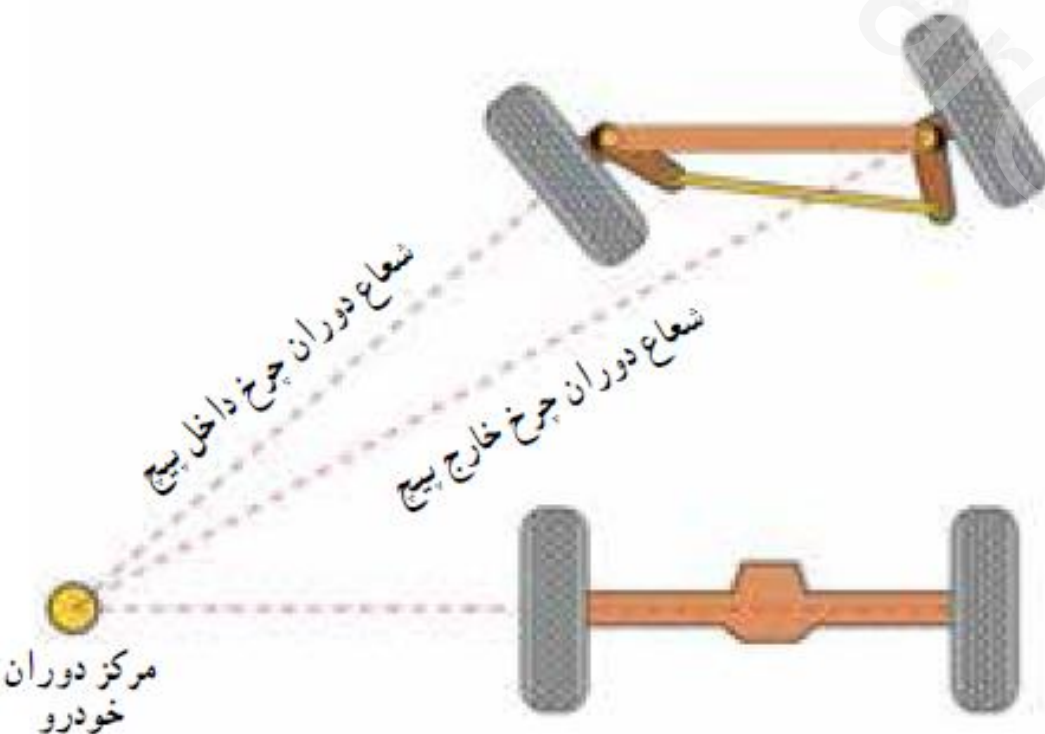
۲. در این مکانیزم، از تعداد بازوها و مفاصل کمتری استفاده شده است. بنابراین عملکرد سیستم فرمان به منظور افزایش پایداری خودرو، نسبت به مکانیزم به کار گرفته شده با جعبه فرمان ساچمه در گردش، نامناسب تر است.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۴- هندسه مکانیزم فرمان و رابطه آکرمان

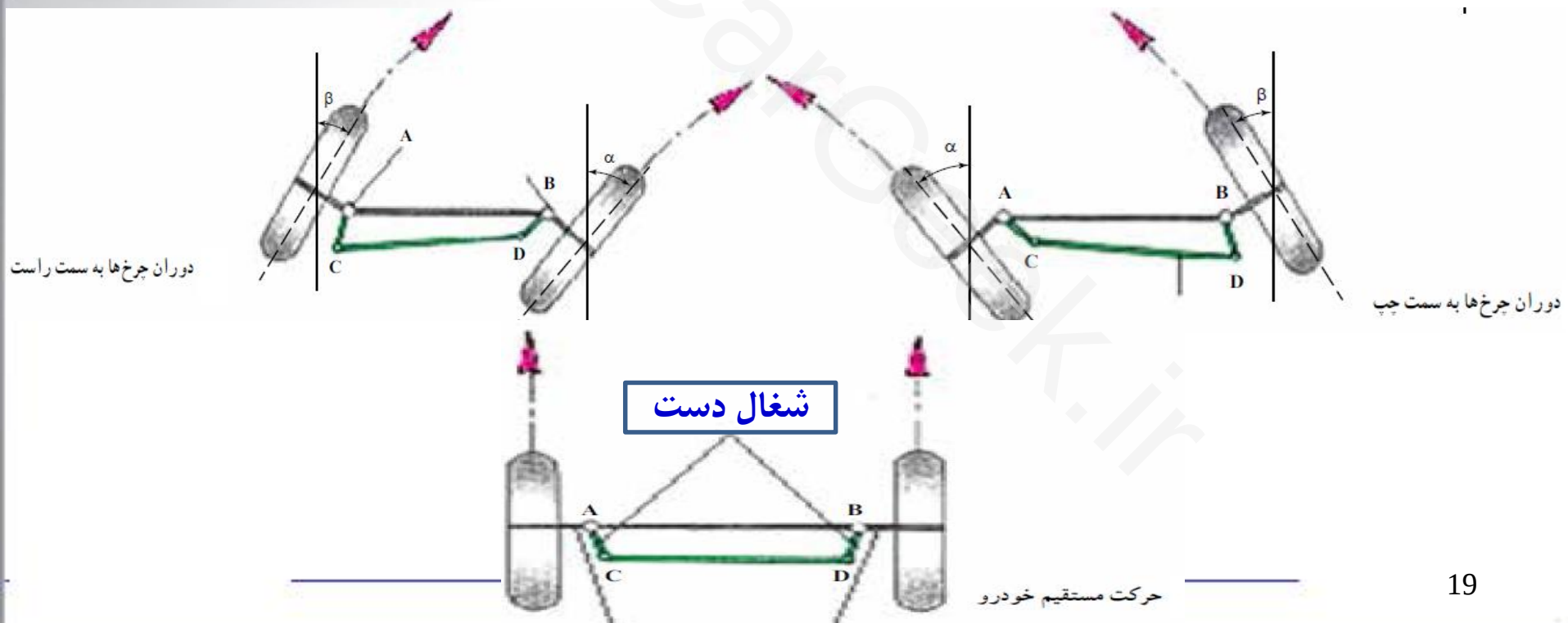
طبق رابطه آکرمان به منظور حرکت پایدار و مناسب خودرو هنگام طی مسیر پیچ جاده، تمام چرخهای خودرو باید روی دایره هایی با مرکز مشترک حرکت کنند.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم – فصل هشتم

برای این منظور در خودروها مکانیزم سیستم فرمان را به صورتی طراحی می کنند تا هنگام حرکت خودرو طی مسیر پیچ جاده، چرخ داخل پیچ، نسبت به چرخ خارج پیچ زاویه بیشتری داشته باشد. برای ایجاد این خاصیت از دوزنقه فرمان در مکانیزم فرمان استفاده می شود.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۴-۱- مکانیزم فرمان

مکانیزم فرمان مجموعه ای از بازوها و مفاصل است. این مجموعه وظیفه انتقال حرکت و گشتاور شفت خروجی یا دنده شانه ای جعبه فرمان به سگ دست را برای فرمان دادن به چرخ ها برعهده دارد.

مکانیزم های فرمان دارای انواع مختلفی است، که با توجه به موارد زیر در خودروها مورد استفاده قرار می گیرند:

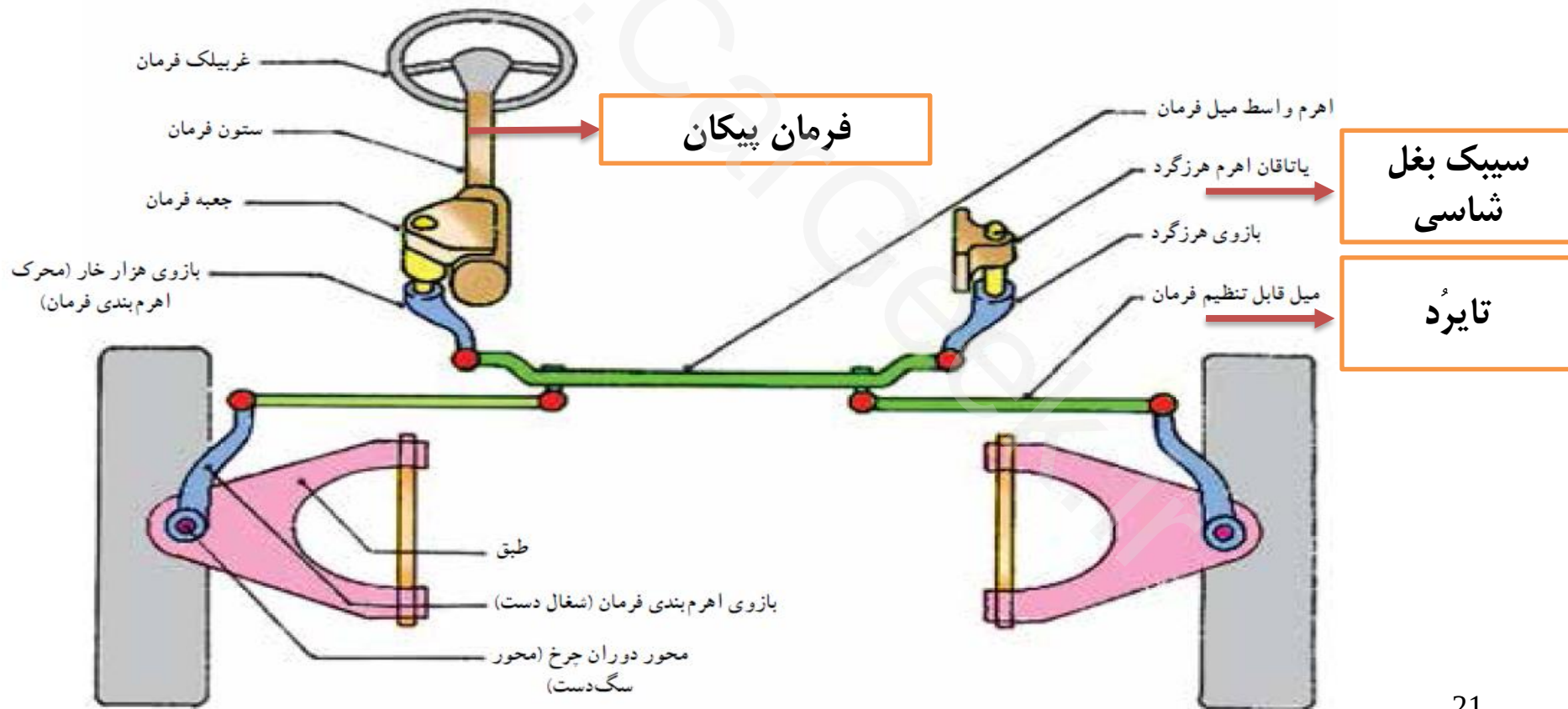
۱. محرک یا غیرمحرک بودن محور جلو و نحوه قرارگرفتن موتور؛
۲. نوع سیستم تعلیق به کار رفته در محور جلو؛
۳. نوع جعبه فرمان به کار رفته در سیستم فرمان؛
۴. نوع خودرو .

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۴-۲- دو نوع رایج مکانیزم فرمان

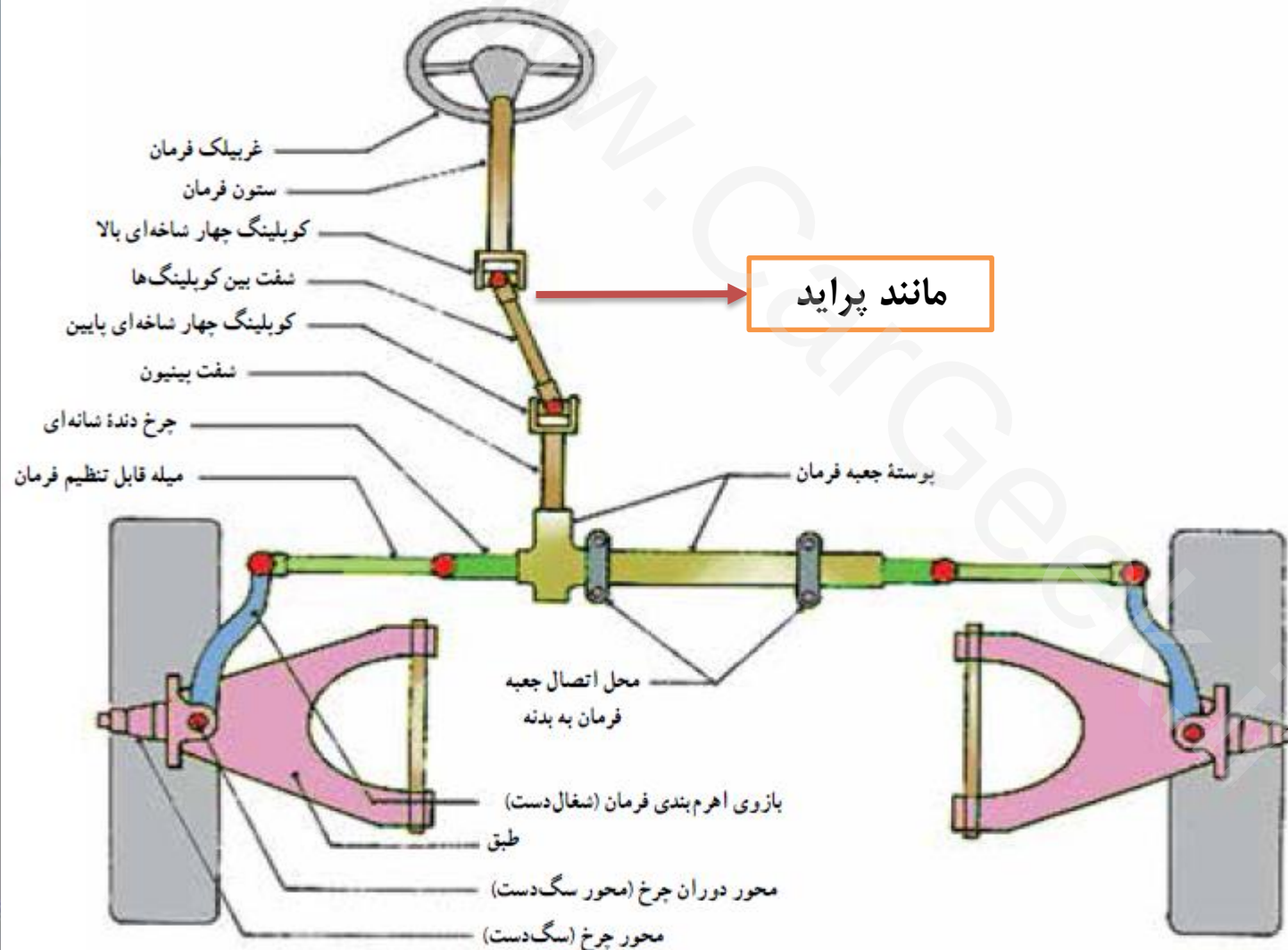
۱. فرمان هایی را که شفت ورودی آنها مارپیچی یا حلزونی است و دارای شفت خروجی عمود بر شفت ورودی می باشد:



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۲. جعبه فرمان های چرخ دنده شانه ای



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۵- فرمان های با توان کمکی

امروزه در اکثر خودروها، به منظور راحتی بیشتر راننده، افزایش قابلیت پارک کردن و پایداری خودرو، از سیستم های کمکی مانند هیدرولیکی و الکتریکی در سیستم فرمان استفاده می شود. از این رو دوران غربیلک فرمان با نیروی کمتری صورت می گیرد و علاوه بر آن تأخیر در فرمان دهی خودرو نیز کاهش می یابد.

جعبه فرمان های با توان کمکی به سه نوع زیر تقسیم می شوند:

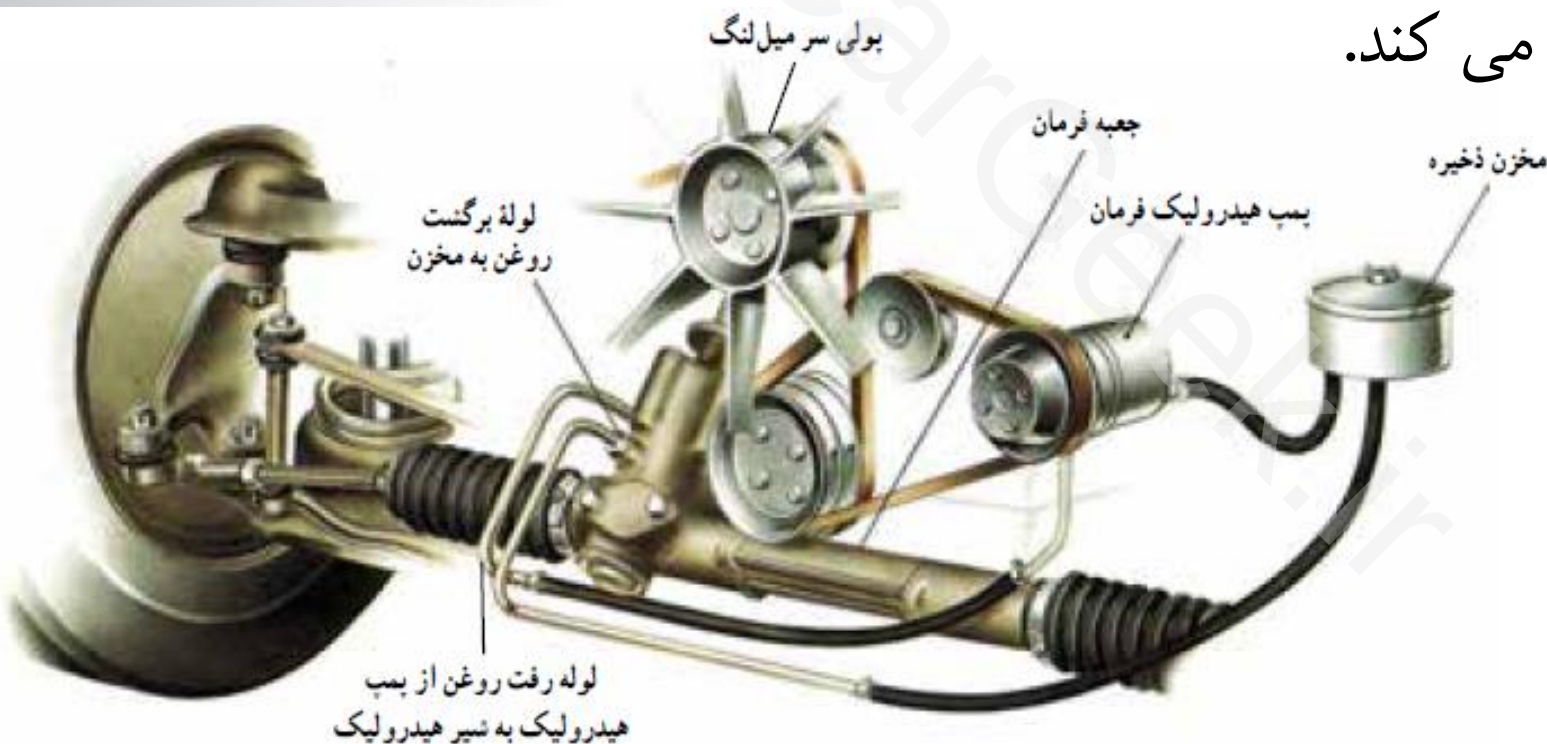
۱. فرمان های هیدرولیکی؛
۲. فرمان های الکتروهیدرولیکی؛
۳. فرمان های الکتریکی.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۵-۱- فرمان های هیدرولیکی

در این مکانیزم از فشار هیدرولیکی تولید شده توسط پمپ هیدرولیکی، برای کمک به حرکت چرخ دنده شانه ای و کاهش نیروی دست راننده استفاده می شود. این پمپ نیروی مورد نیاز خود را توسط تسمه و پولی از میل لنگ موتور دریافت می کند.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مزایای فرمان های هیدرولیکی

۱. کاهش نیروی دست راننده، هنگام فرمان دادن؛
۲. به دلیل افزایش توان سیستم فرمان، سیستم هیدرولیک با نیروی کمتری که به غریلک فرمان اعمال می شود فعال می گردد و بنابراین سیستم فرمان زودتر واکنش نشان می دهد و ایمنی خودرو و پایداری آن افزایش می یابد.
۳. به علت استفاده از سیستم هیدرولیک و با در نظر گرفتن این نکته که روغن هیدرولیک خاصیت مستهلک سازی ارتعاشات را نیز دارد، ارتعاشات و ضرباتِ اعمالی از طرف چرخ به مکانیزم فرمان جذب و مستهلک می شود.
۴. در سرعت های زیاد از حساسیت فرمان کاسته می شود و پایداری خودرو افزایش می یابد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

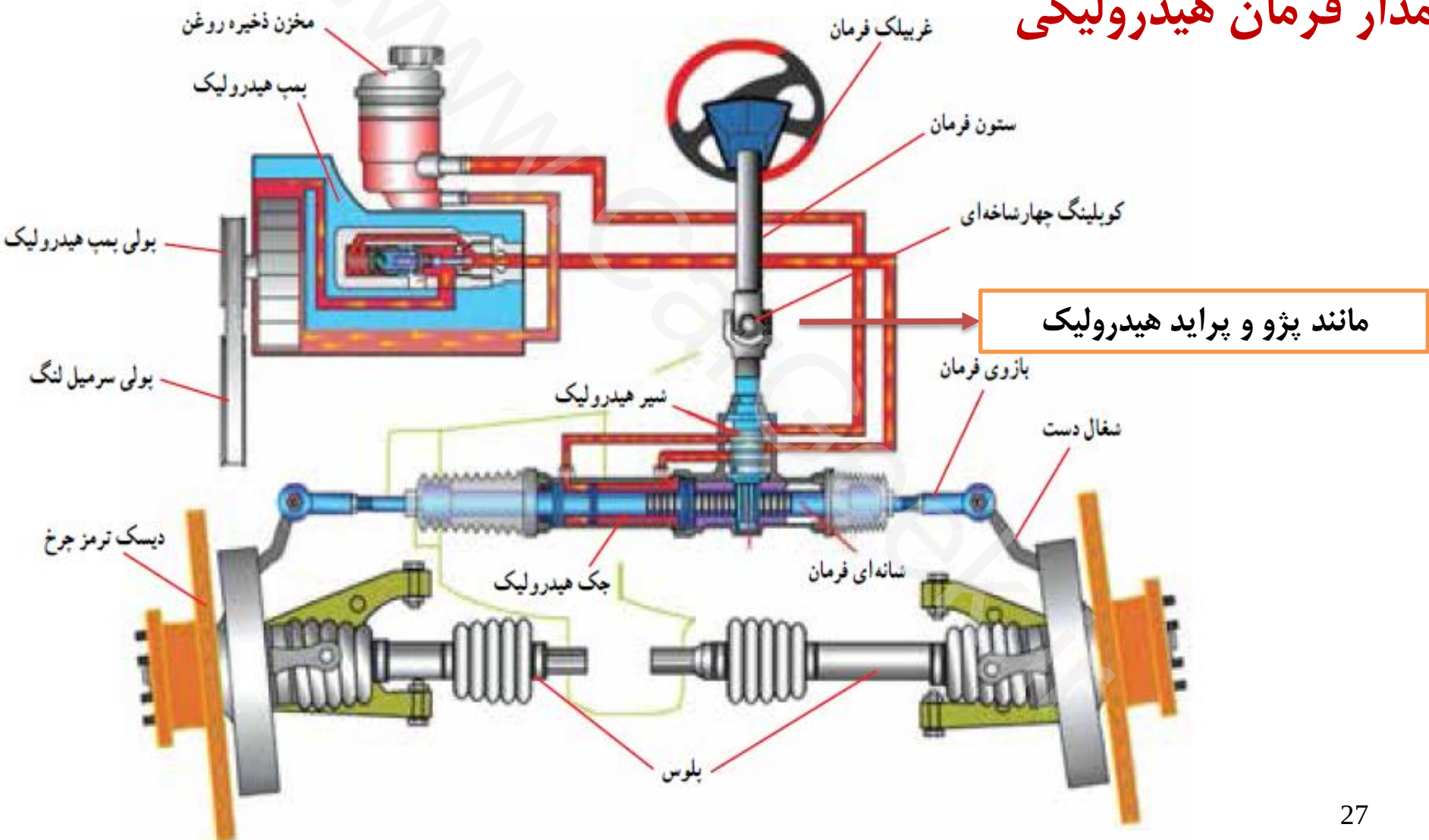
معایب فرمان های هیدرولیکی

۱. به دلیل زیاد بودن تعداد قطعات سیستم هزینه طراحی، ساخت، نگه داری و تعمیر آن افزایش می یابد.
۲. با توجه به استفاده از روغن هیدرولیک، آلودگی سیستم افزایش می یابد.
۳. مصرف سوخت، به دلیل دوران دائمی پمپ هیدرولیک افزایش می یابد.
۴. توان موتور، به دلیل اینکه پمپ هیدرولیک دائماً از موتور توان دریافت می کند، رو به اتلاف است.
۵. هنگام خاموش بودن موتور، گشتاور مورد نیاز برای فرمان دادن خودرو نسبت به حالتی که جعبه فرمان مکانیکی می باشد، زیادتر است.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مدار فرمان هیدرولیکی

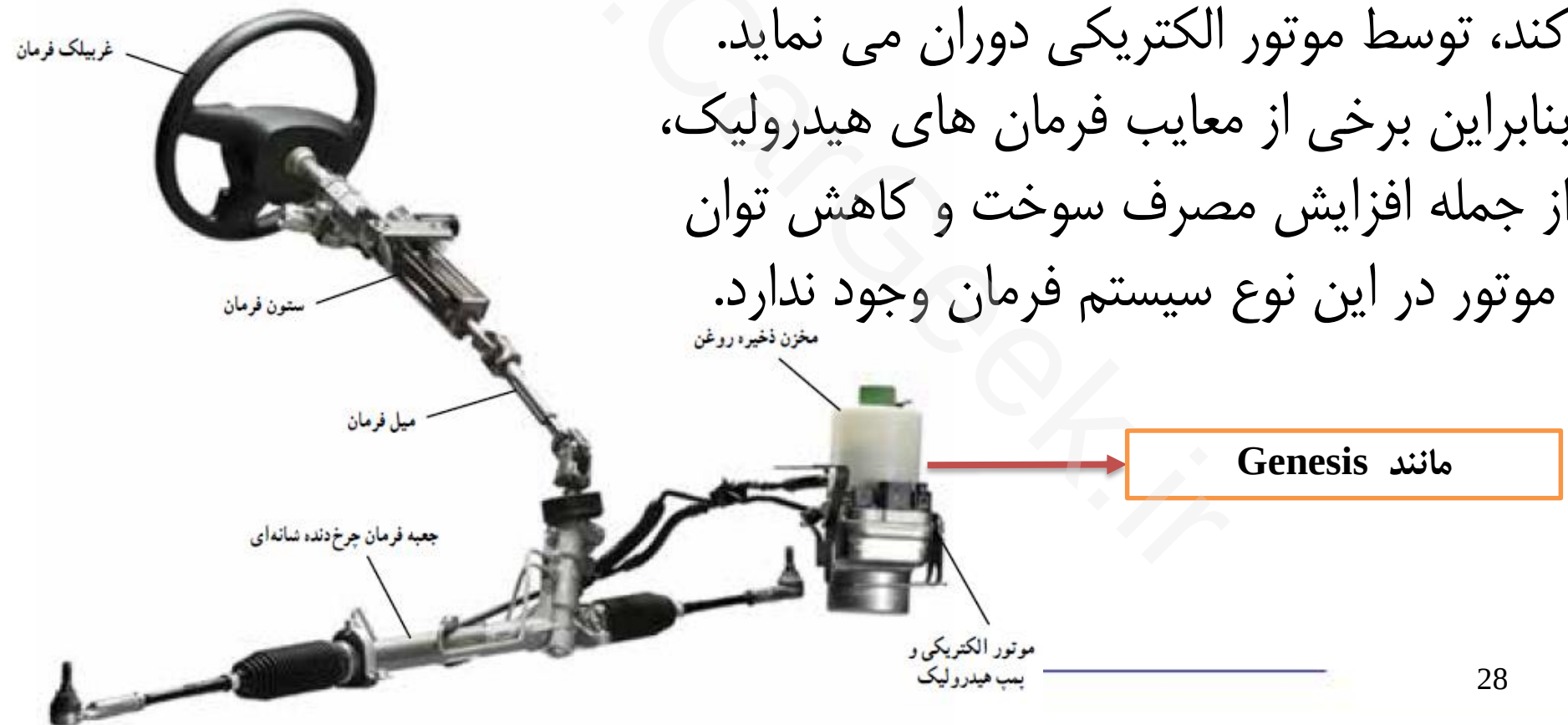


دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

۵-۲- فرمان های الکتروهیدرولیکی

عملکرد این نوع سیستم فرمان مشابه فرمان هیدرولیکی است، با این تفاوت که پمپ هیدرولیک به جای آنکه نیروی خود را توسط تسمه از موتور دریافت کند، توسط موتور الکتریکی دوران می نماید. بنابراین برخی از معایب فرمان های هیدرولیک، از جمله افزایش مصرف سوخت و کاهش توان موتور در این نوع سیستم فرمان وجود ندارد.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مزایای فرمان های الکتروهیدرولیکی

۱. محدودیتی در محل نصب پمپ و موتور الکتریکی وجود ندارد و نیز برای نصب تسمه فضایی نیاز نیست.
۲. به دلیل استفاده از موتور الکتریکی و انرژی باتری برای راه اندازی پمپ هیدرولیک، امکان کاهش نیروی دست راننده نیز وجود دارد.
۳. به دلیل استفاده نشدن از نیروی موتور برای دوران پمپ، از هدر رفت انرژی موتور و کاهش توان موتور جلوگیری می شود.
۴. به دلیل استفاده از موتور الکتریکی برای دوران پمپ هیدرولیک، در حالت هایی که به فشار هیدرولیک بالا نیاز نیست، می توان، فشار تولیدی پمپ را کاهش داد. در نتیجه مصرف انرژی در حدود ۲۰٪، نسبت به فرمان های هیدرولیکی کاهش می یابد.

{ادامه} مزایای فرمان های الکتروهیدرولیکی

۵. با وجود واحد کنترل الکترونیکی و همچنین کنترل فشار هیدرولیک، می توان فشار هیدرولیک را، با توجه به پارامترهای مختلفی از قبیل سرعت خودرو، میزان نیروی وزن وارد بر چرخ ها و غیر آنها، کنترل نمود. از این رو در سرعت های بالا با کاهش فشار تولیدی پمپ هیدرولیک، حساسیت فرمان کاسته می شود تا ایمنی خودرو افزایش یابد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

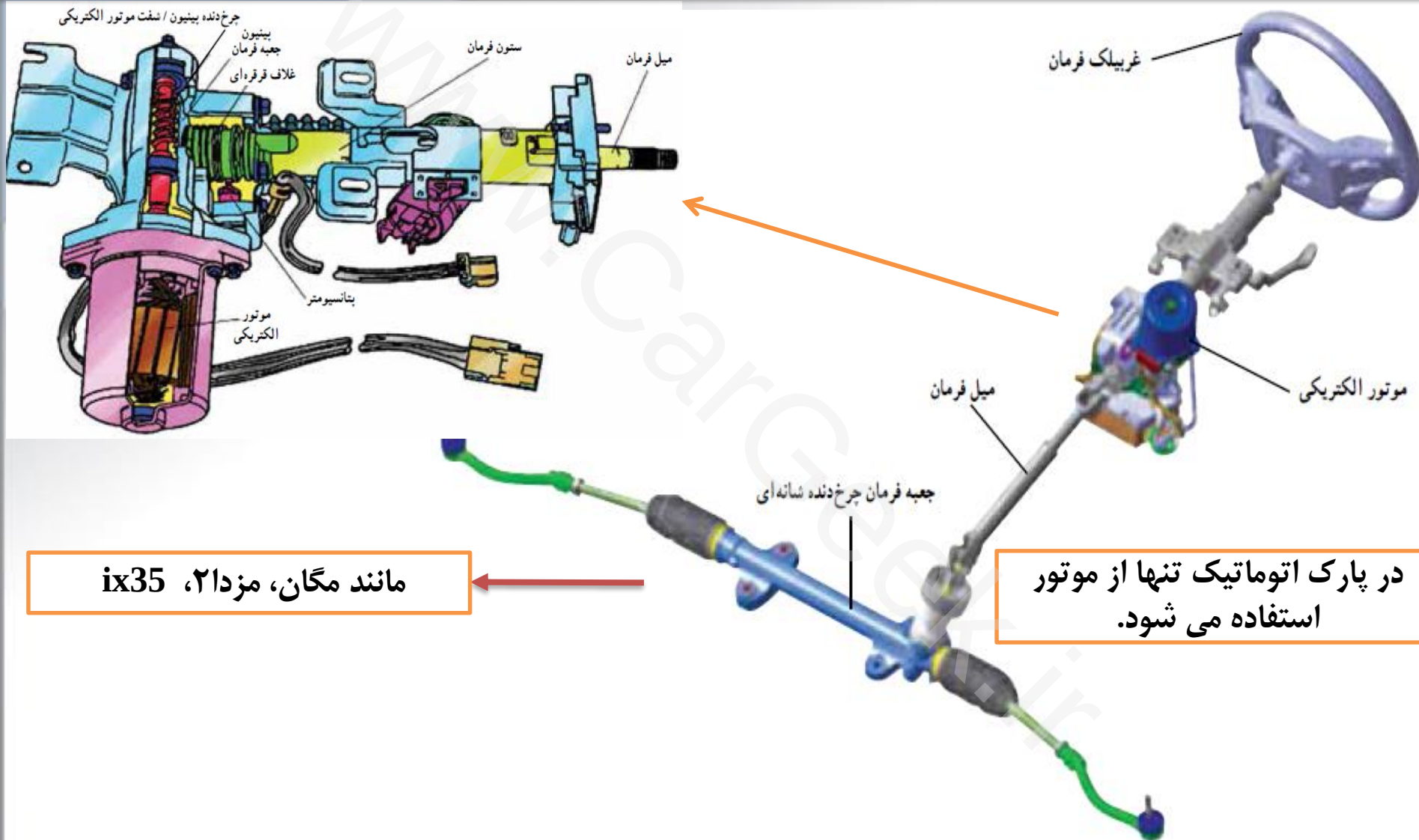
۵-۳- فرمان های الکتریکی

در این سیستم به منظور تولید توان کمکی به دست راننده از یک موتور الکتریکی استفاده می شود، موتور الکتریکی بر روی ستون فرمان نصب میشود. این موتور در هنگام دوران غربیلک فرمان، ضمن فعال گردیدن باعث می شود توان کمکی موتور الکتریکی نیز به میل فرمان منتقل گردد. از این رو برای دوران غربیلک فرمان به توان کمتری از دست راننده نیاز است.

نکته : در برخی از مدل های این نوع سیستم فرمان، علاوه بر نصب موتور الکتریکی بر روی ستون فرمان، موتور الکتریکی بر روی چرخ دنده شانه ای فرمان یا چرخ دنده پینیون جعبه فرمان نصب می گردد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

مزایای فرمان های الکتریکی

۱. علاوه بر دارا بودن مزایای فرمان الکتروهیدرولیکی، به دلیل استفاده نشدن از مایع هیدرولیک، آلودگی آن نیز کمتر است.
۲. پایین بودن وزن سیستم؛
۳. استهلاک و هزینه نگه داری کم؛
۴. اشغال فضای کم؛
۵. با کنترل توان تولیدی موتور الکتریکی، می توان نسبت به اعمال توان کمکی به دست راننده از سوی موتور الکتریکی اقدام نمود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش چهارم - فصل هشتم

معایب فرمان های الکتریکی

۱. قیمت تمام شده بالا؛
۲. حساسیت بالای سیستم، نسبت به شرایط محیطی؛
۳. اندک بودن قابلیت کاربرد این سیستم فرمان، در خودروهایی که وزن بیشتری دارند.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش سوم – فصل هفتم

آزمون پایانی

۱. اجزای سیستم فرمان را نام ببرید.
۲. میل فرمان لوله خرطومی قابل انعطاف را توضیح دهید.
۳. وظایف جعبه فرمان را شرح دهید.
۴. مزایا و معایب جعبه فرمان چرخ دنده شانه ای را بیان کنید.
۵. هندسه فرمان را توضیح دهید.
۶. وظیفه مکانیزم فرمان چیست؟
۷. مزایا و معایب سیستم فرمان هیدرولیک را بیان کنید.
۸. عملکرد فرمان الکتریکی را شرح دهید.