



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

فصل نهم

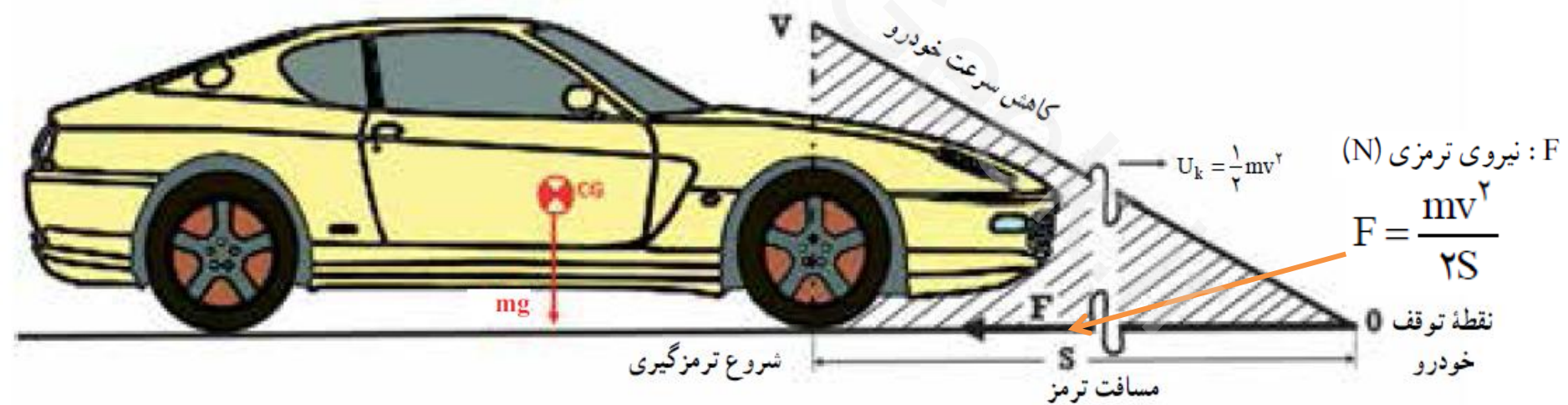
سیستم ترمز

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

مقدمه

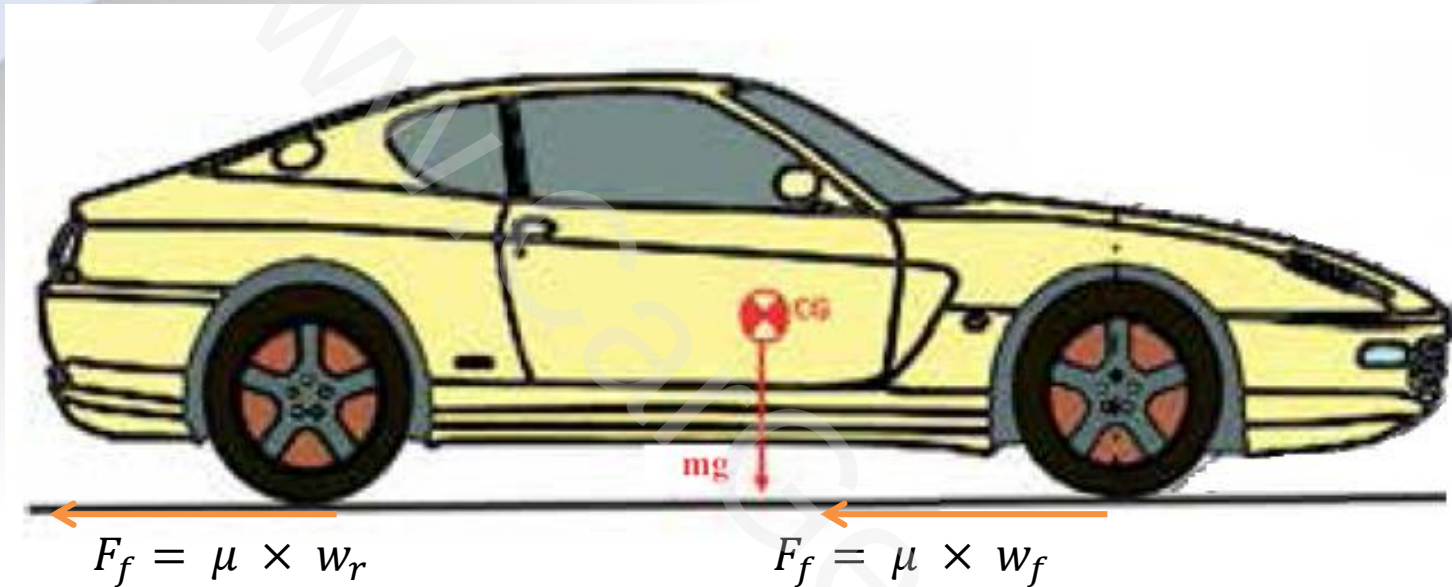
سیستم ترمز برای کاهش سرعت، متوقف نمودن و حفظ وضعیت سکون خودرو مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم با تبدیل انرژی جنبشی خودروی در حال حرکت به گرما از طریق نیروی اصطکاکی که در ترمز چرخهای در حال گردش خودرو تولید می شود، باعث کاهش سرعت خودرو یا توقف کامل آن می گردد.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۱- شتاب ترمز



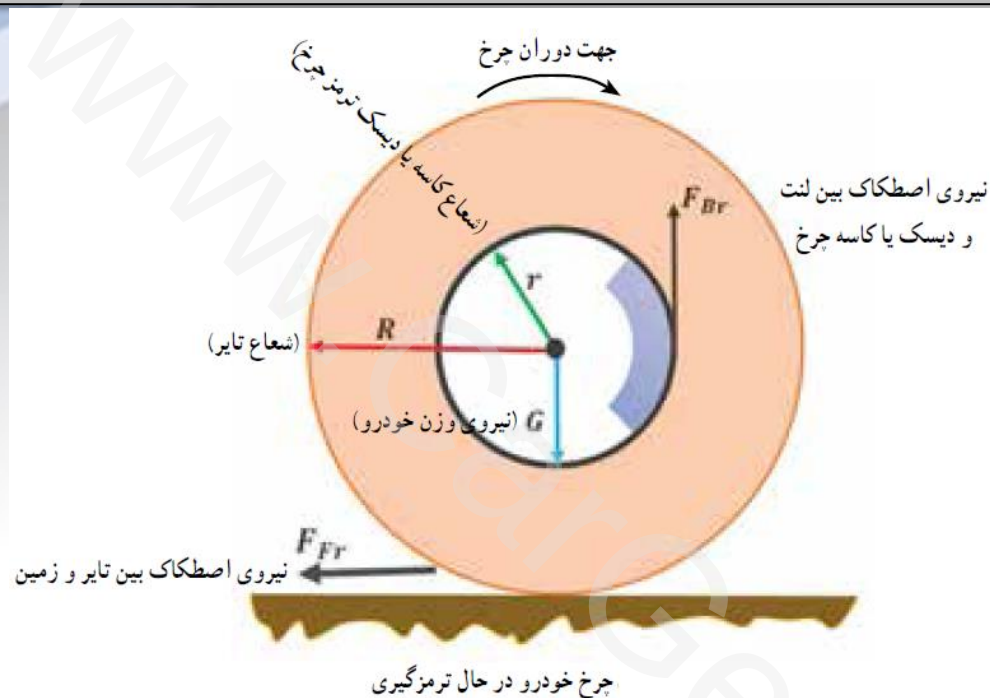
$$\mu \times (w_f + w_r) = ma$$

$$\longrightarrow \mu \times mg = ma \longrightarrow a = \mu \times g$$

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

۲- گشتاور ترمزی



$$M_{fr} = \mu \times G \times R$$

$$M_{Br} = F_{Br} \times r$$

$$\longrightarrow F_{Br} = \frac{\mu \times G \times R}{r}$$

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

۳- راندمان ترمز: نسبت شتاب ترمزی خودرو به ضریب اصطکاک حداکثر بین تایر و زمین، «راندمان ترمز» گفته می شود. بنابراین برای به دست آوردن بیشترین راندمان ترمز، شتاب ترمز باید متناسب با ضریب اصطکاک بین تایر و جاده باشد.

$$\eta_{Br} = \frac{\mu \times g}{\mu_m \times g} \times 100$$

$$\text{راندمان ترمزی} = \frac{\text{شتاب ترمزی}}{\text{حداکثر ضریب اصطکاک بین تایر و زمین}} \times 100 = \frac{a_{Br}}{\mu_m} \times 100$$

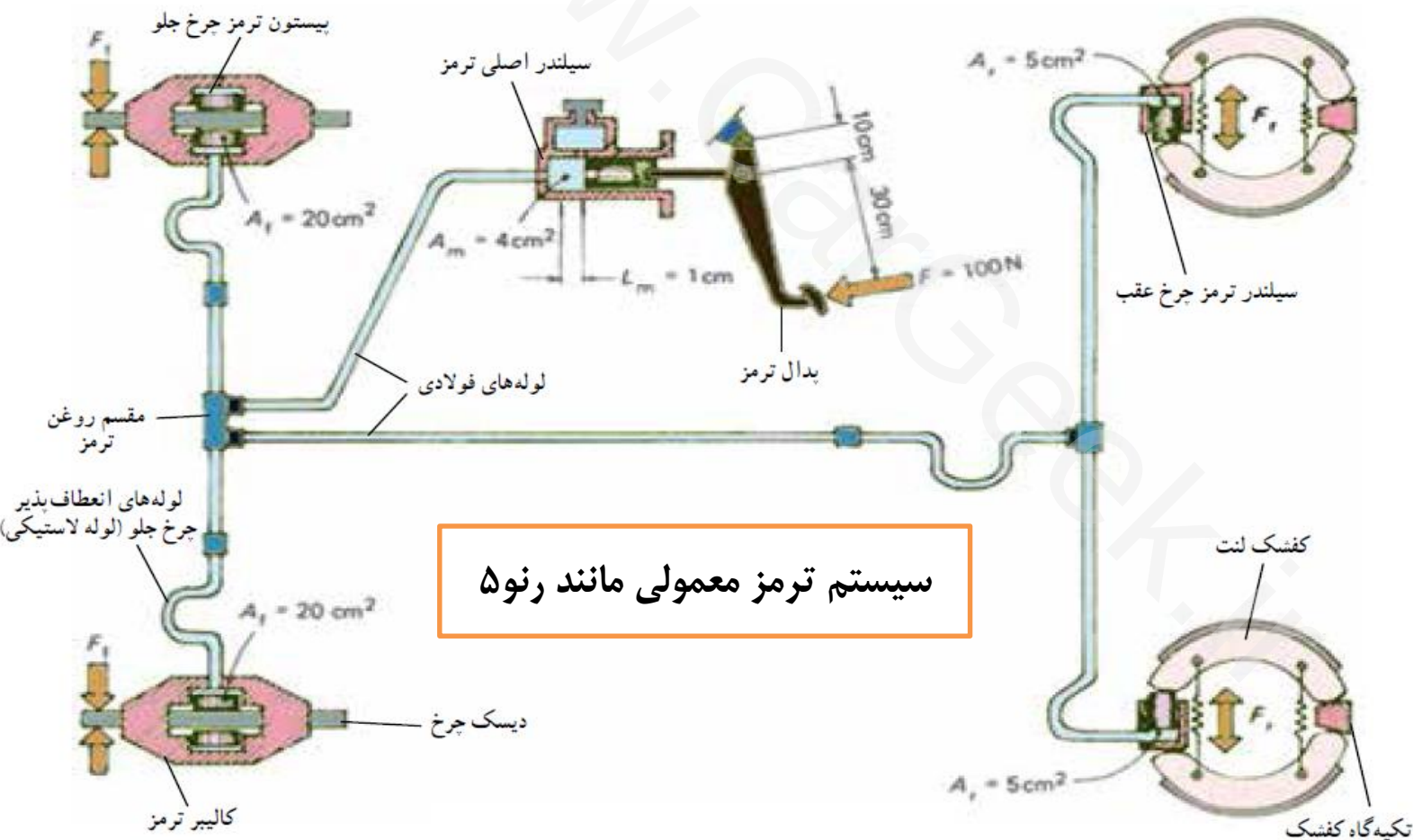
$$a_{Br} : \text{شتاب ترمزی خودرو} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\mu_m : \text{ضریب اصطکاک حداکثر بین تایر و زمین}$$

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۴- سیستم ترمز هیدرولیکی: متداول ترین روش برای ایجاد نیروی ترمزی مورد استفاده در خودروهای سواری، سیستم ترمز هیدرولیکی است.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

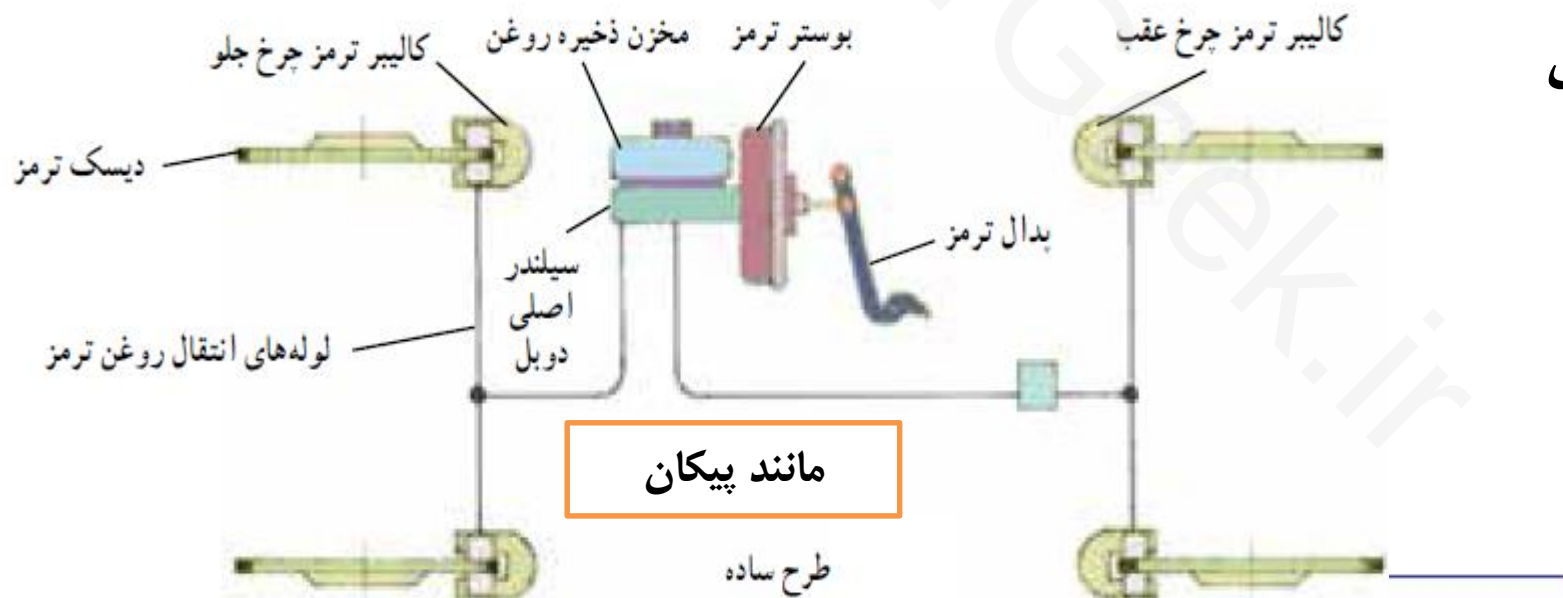
بخش پنجم - فصل نهم

۵- سیستم ترمز دو مداری: با سخت گیرانه شدن استانداردهای ایمنی خودرو، استفاده از ترمزهای دو مداری به جای ترمزهای تک مداری رایج شد که دارای سه نوع زیر است:

● طرح ساده

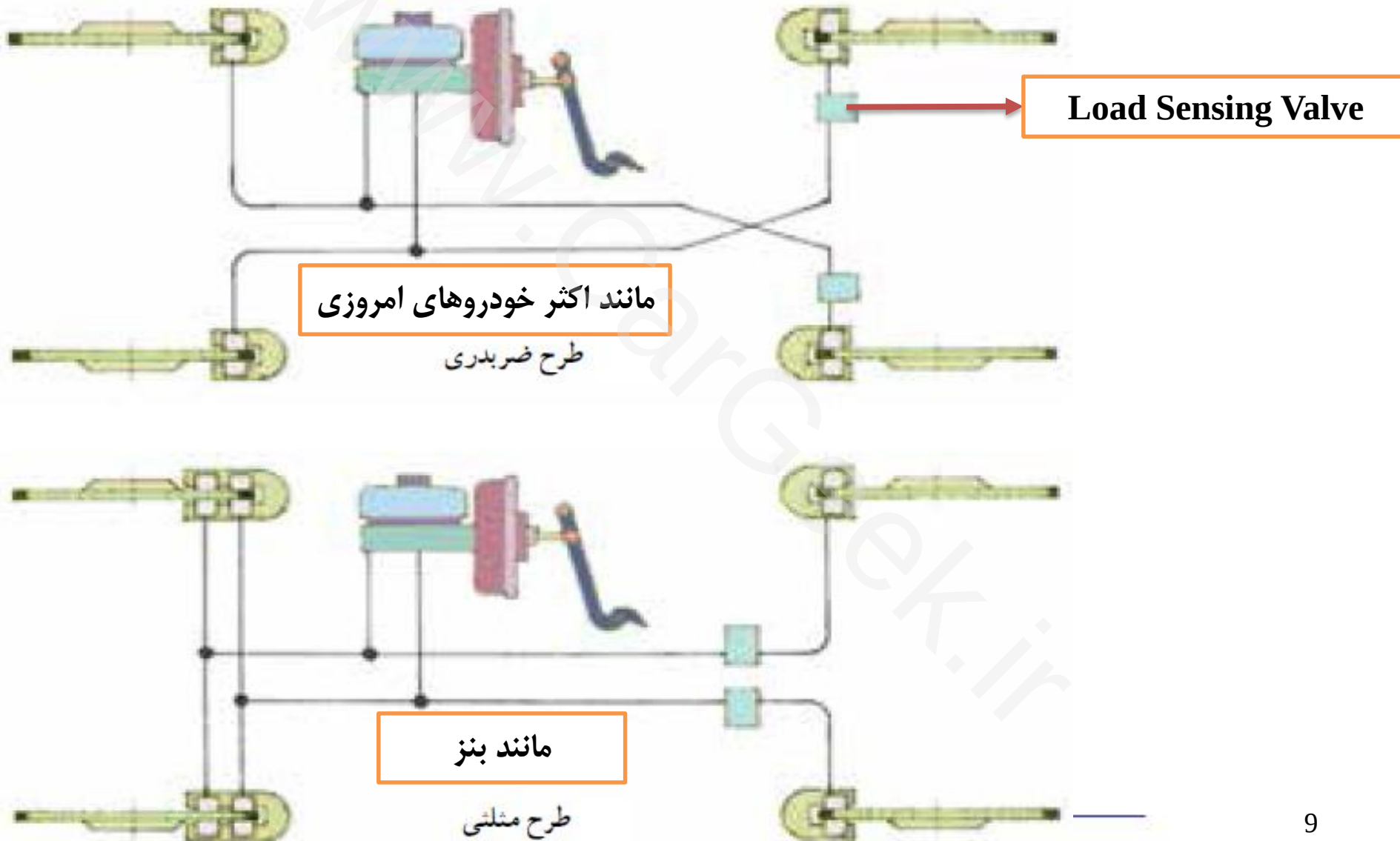
● طرح ضربدری

● طرح مثلی



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

۶- اجزای سیستم ترمز هیدرولیکی

- پدال ترمز
- سیلندر اصلی ترمز
- مایع هیدرولیک ترمز و لوله های انتقال آن
- مکانیزم ترمز چرخ {ترمز کاسه ای، ترمز دیسکی}
- بوستر
- شیر کنترل فشار هیدرولیکی چرخ های عقب
- ترمز دستی
- لنت ترمز

۶-۱- سیلندر اصلی ترمز

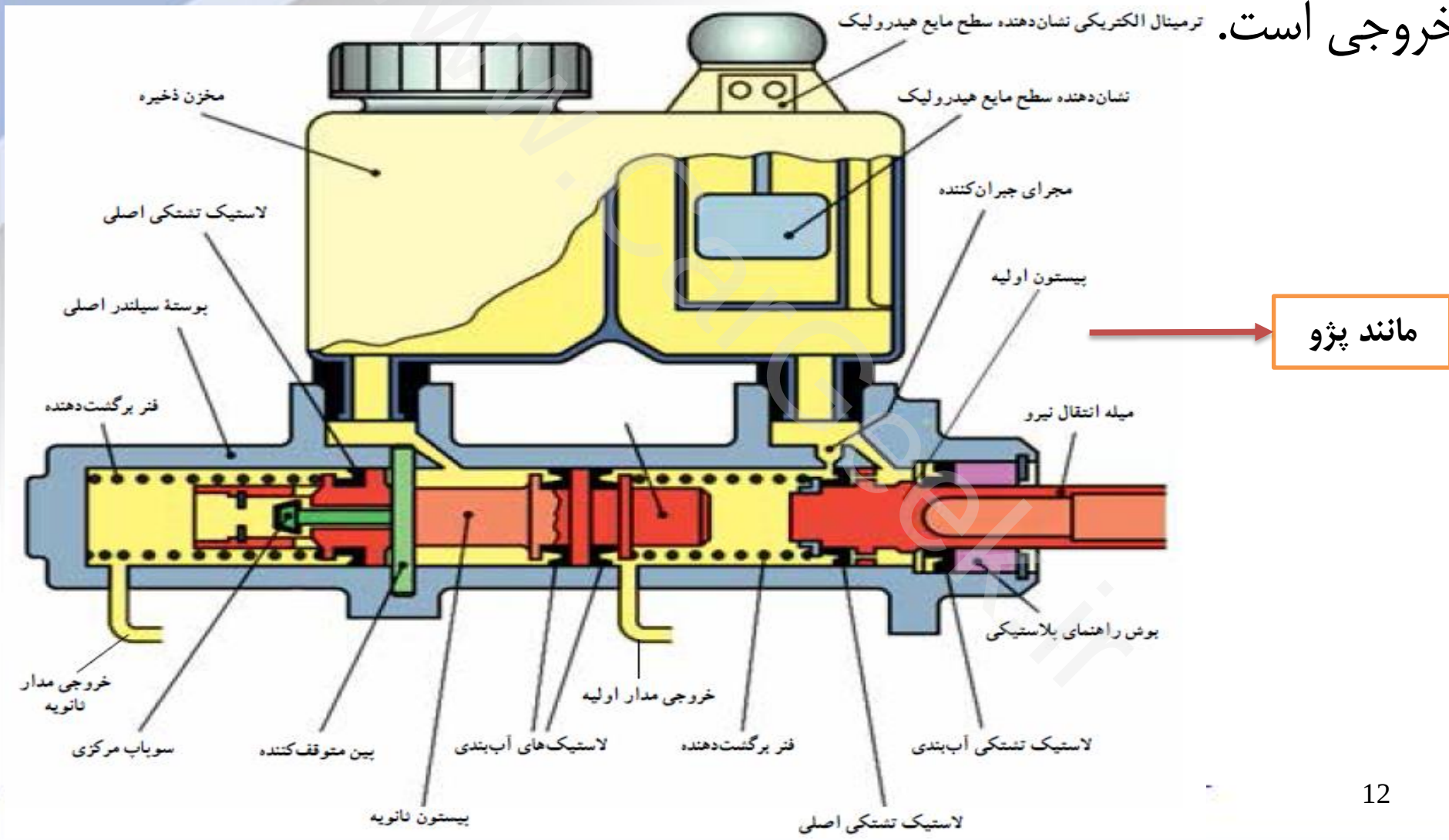
سیلندر اصلی ترمز یکی از مهم ترین اجزای سیستم ترمز هیدرولیکی است. این جزء از سیستم ترمز برای تولید فشار هیدرولیکی با اعمال نیروی پدال به آن به کار گرفته می شود.

سیلندر اصلی ترمز در دو نوع تک مداری و دو مداری مورد استفاده قرار می گیرد. نوع تک مداری آن به دلیل پایین بودن ایمنی آن منسوخ شده است. امروزه در اکثر خودروها از سیلندر هیدرولیک دو مداری با طرح ضربدری استفاده می شود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

سیلندر اصلی ترمز دو مداری: این نوع سیلندر ترمز دارای دو مجرای مجزای خروجی است.

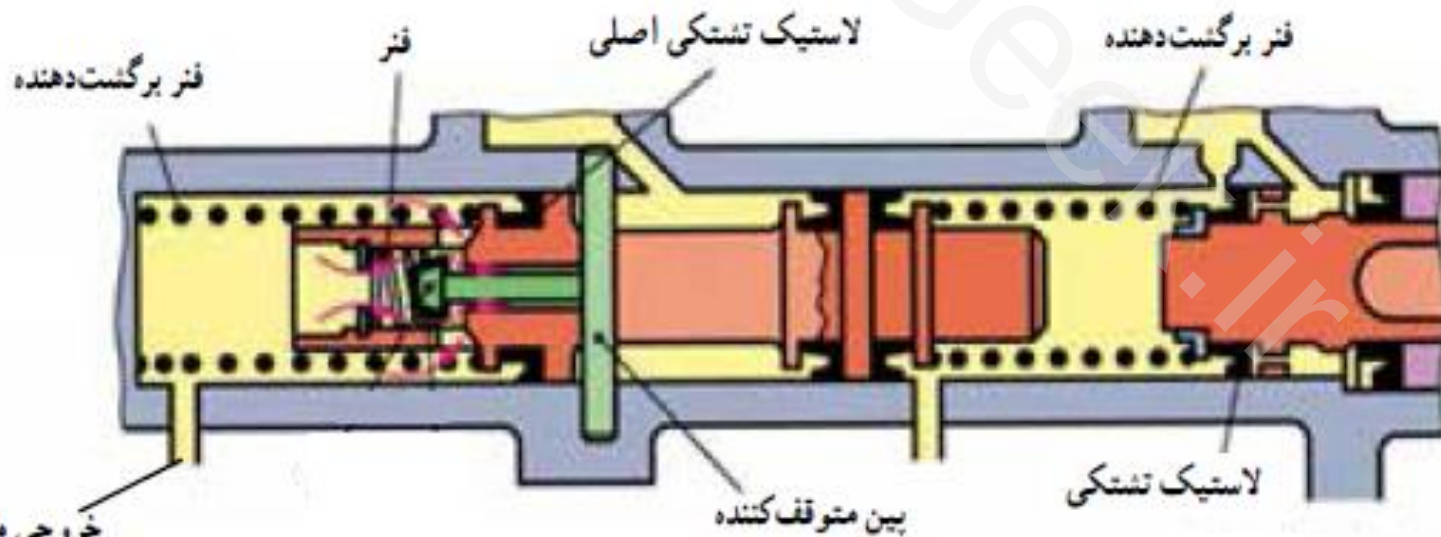


دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

طرز کار سیلندر اصلی دو مداری

حالت آزاد (عدم ترمزگیری): در این حالت ارتباط بین جلوی پیستون اولیه با مخزن ذخیره از طریق مجرای جبران کننده برقرار می باشد. همچنین با برخورد سوپاپ مرکزی با پین متوقف کننده، این سوپاپ باز می باشد که باعث ارتباط مجرای تغذیه با جلوی پیستون ثانویه می شود. از این رو در این حالت فشار مایع هیدرولیک تقریباً با فشار جو برابر می باشد.



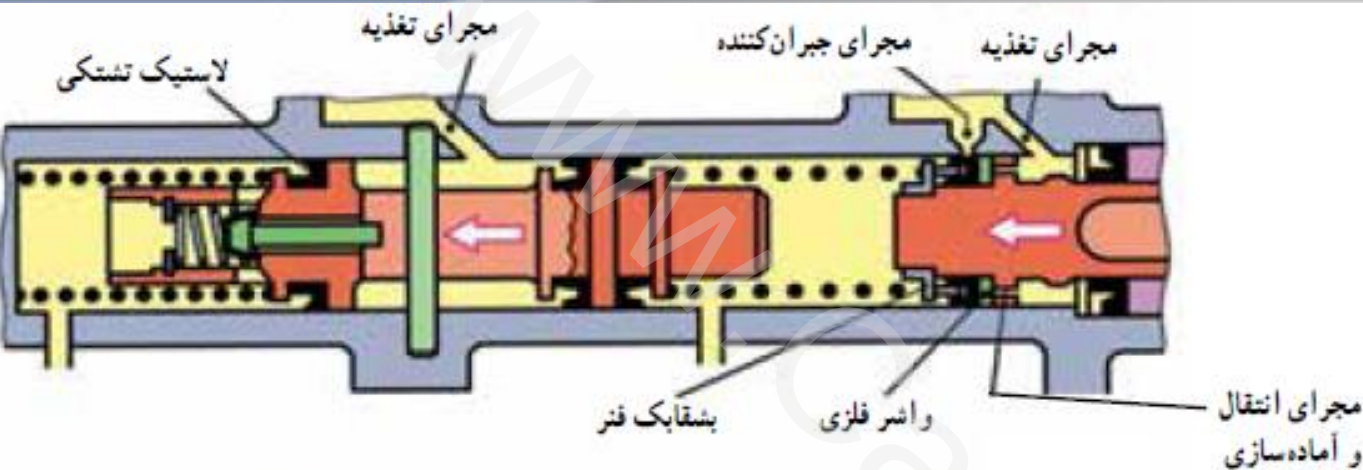
دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

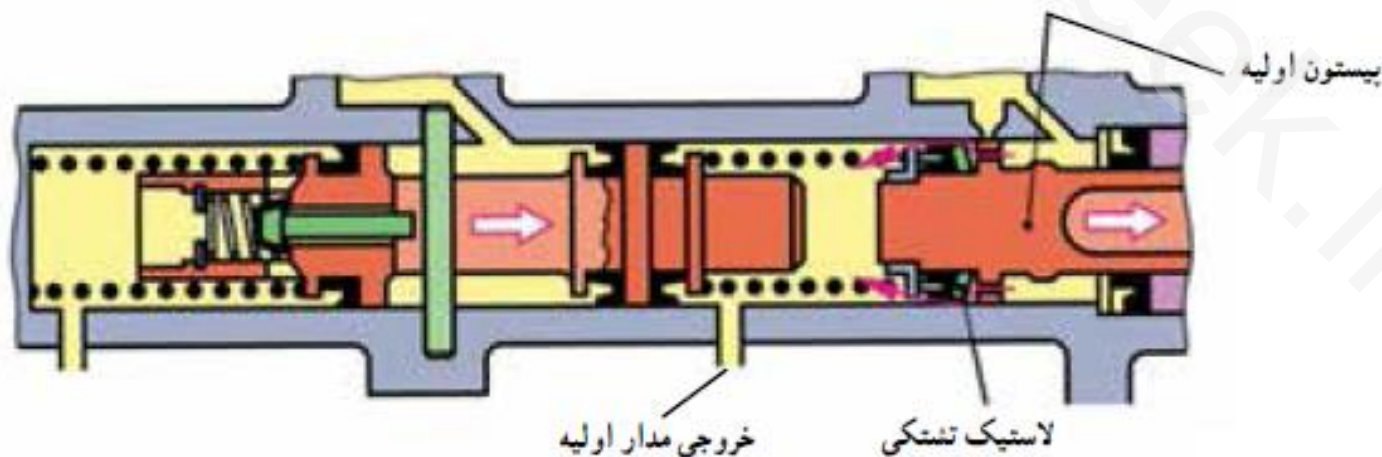
حالت ترمزگیری: با اعمال نیرو به پدال ترمز و شروع ترمزگیری، میله انتقال نیرو به سمت چپ حرکت می کند و موجب جابه جایی پیستون اولیه می شود. این عمل باعث افزایش فشار هیدرولیک در جلوی پیستون اولیه می شود. این فشار به پیستون ثانویه اعمال شده و باعث حرکت آن به سمت چپ می شود. با ادامه حرکت پیستون های اولیه و ثانویه، مجرای جبران کننده توسط لاستیک تشتکی اصلی پیستون اولیه مسدود می شود. همچنین در اثر حرکت پیستون ثانویه به سمت چپ، مجرای سوپاپ مرکزی با فاصله گرفتن سوپاپ از پین متوقف کننده مسدود می شود و ارتباط جلوی دو پیستون با مخزن نیز مسدود می گردد. از این رو مایع هیدرولیک جلوی هر دو پیستون تحت فشار قرار می گیرد و از مجرای خروجی اولیه و ثانویه به سمت سیلندر چرخ ها ارسال می گردد تا عمل ترمزگیری انجام شود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم



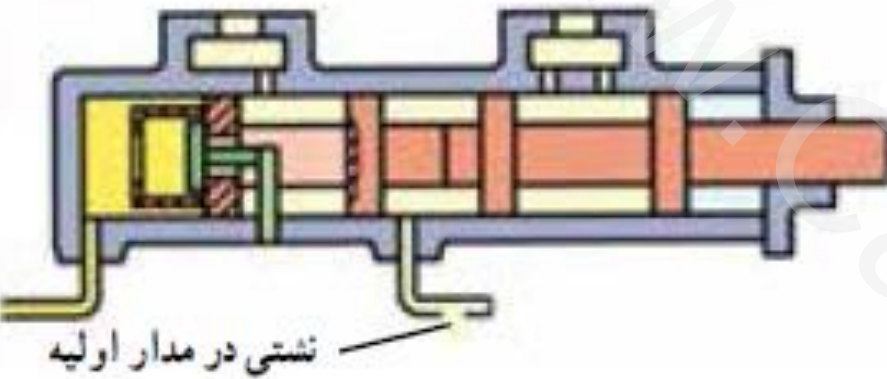
حالت آزادسازی ترمز: پس از رها شدن پدال ترمز، پیستون های سیلندر اصلی در اثر نیروی فنر و مایع هیدرولیک تحت فشار در لوله ها به طرف راست حرکت می کند.



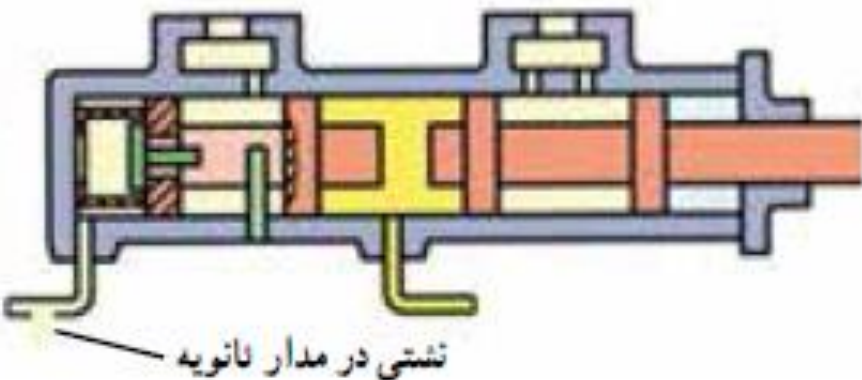
دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

حالت نشتی در مدار اولیه: در این حالت فشار در مدار ثانویه افزایش می یابد و این مدار در حین ترمزگیری عمل می نماید.



حالت نشتی در مدار ثانویه: در این حالت با حرکت پیستون اولیه فشار هیدرولیک در مدار اولیه افزایش می یابد تا عمل ترمزگیری در این مدار به درستی صورت پذیرد.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۶-۲- مایع هیدرولیک ترمز و لوله های انتقال آن: خواص مهم مایع هیدرولیک به شرح زیر است:

۱. نقطه جوش بالا در حدود ۲۰۰ الی ۲۵۰ درجه سانتی گراد؛
۲. نقطه انجماد پایین در حدود ۶۰ الی ۶۵ درجه سانتی گراد؛
۳. تغییر نکردن گرانروی در اثر تغییر دما و فشار مدار هیدرولیک؛
۴. داشتن تأثیر مطلوب بر روی قطعات لاستیکی و فلزی سیستم ترمز؛
۵. اندک بودن ضریب انبساط حجمی و خاصیت تراکم پذیری؛
۶. ثابت بودن خواص ذکر شده فوق برای مدت طولانی.

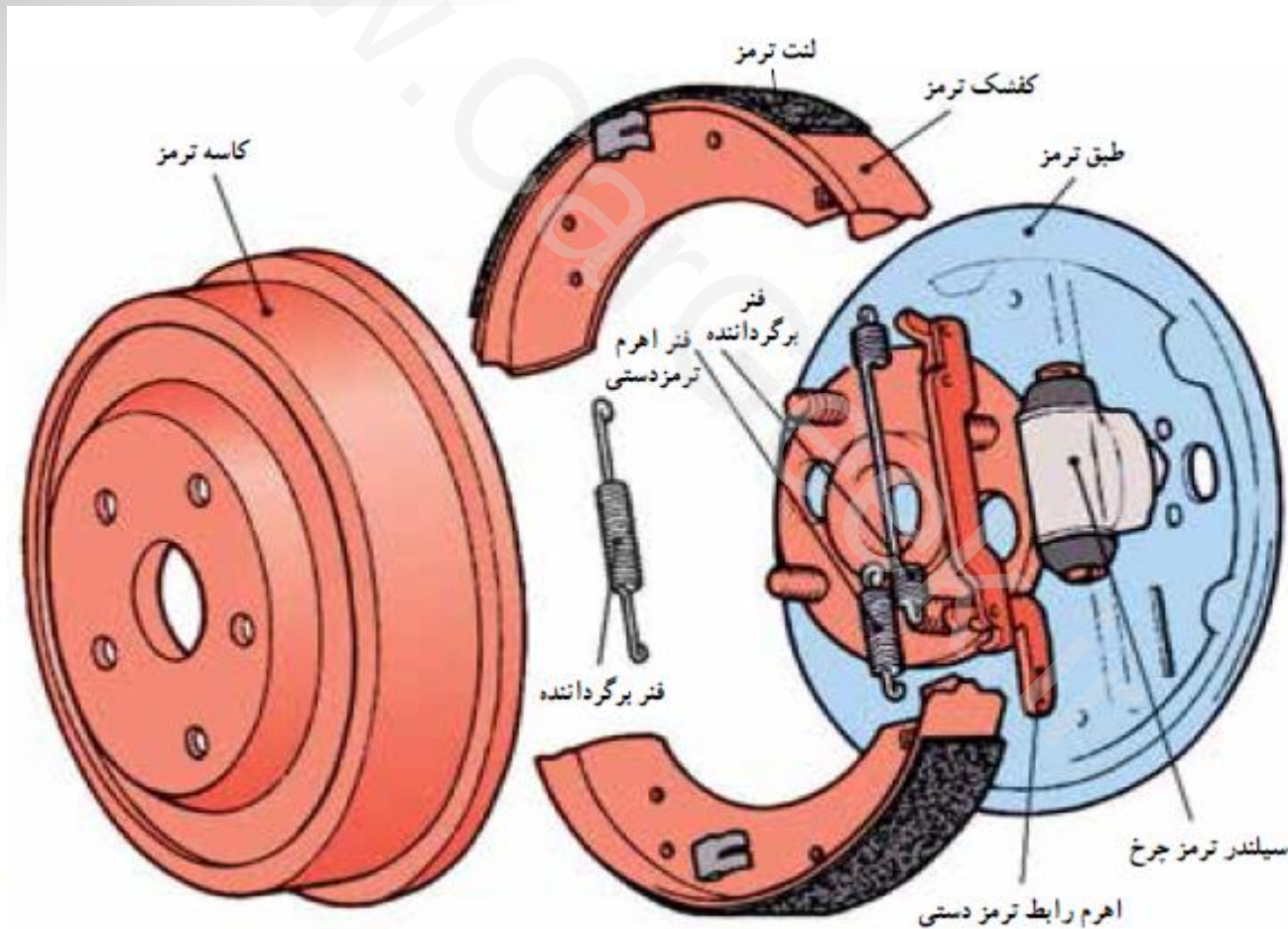
در مدار ترمز هدف توزیع فشار است نه انتقال دبی، بنابراین لوله های انتقال مایع هیدرولیک نازک هستند.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

۶-۳- مکانیزم ترمز چرخ {ترمز کاسه ای، ترمز دیسکی}

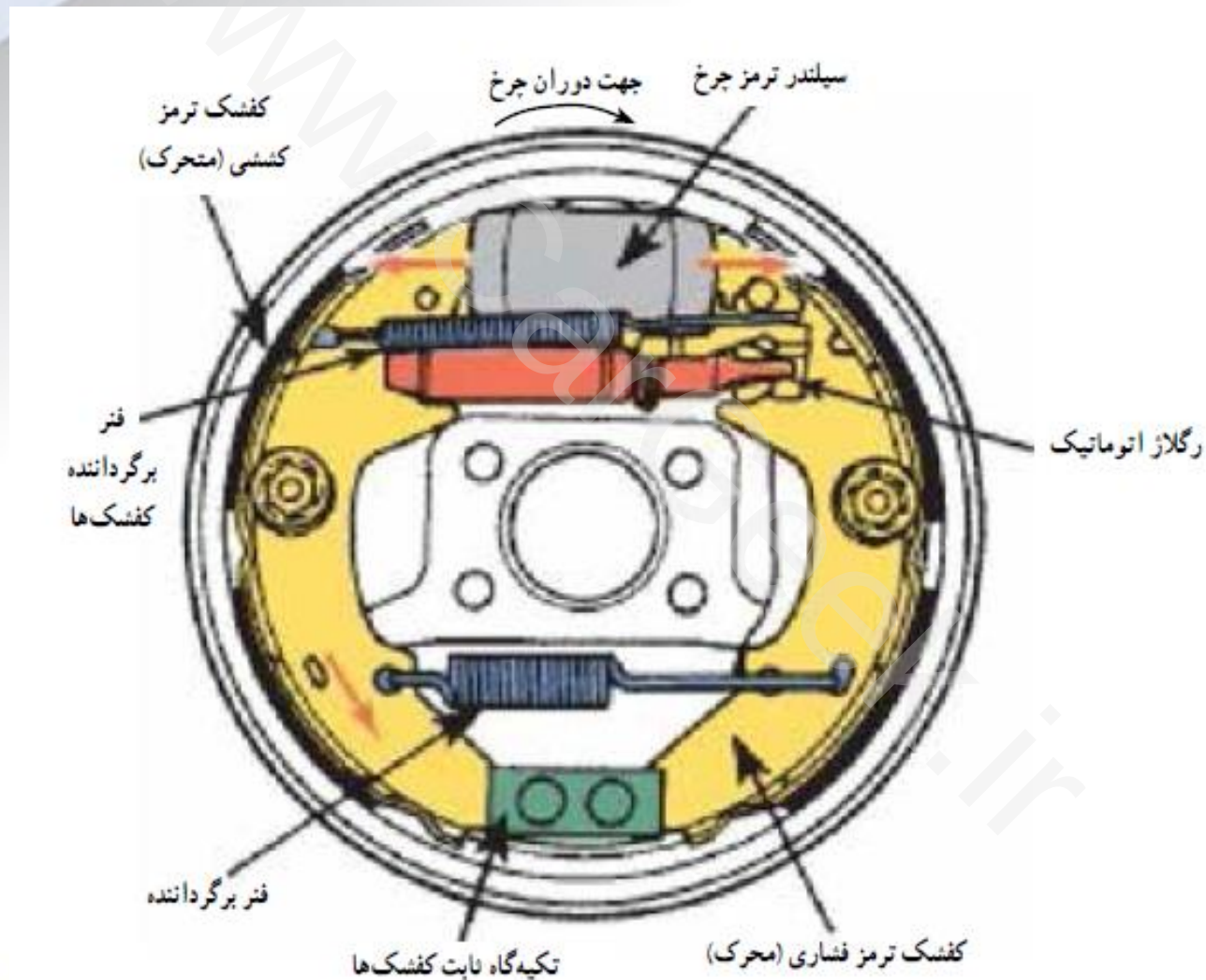
ترمز کاسه ای: در این نوع مکانیزم ترمز، درام یا کاسه چرخ به همراه چرخ دوران می کند.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

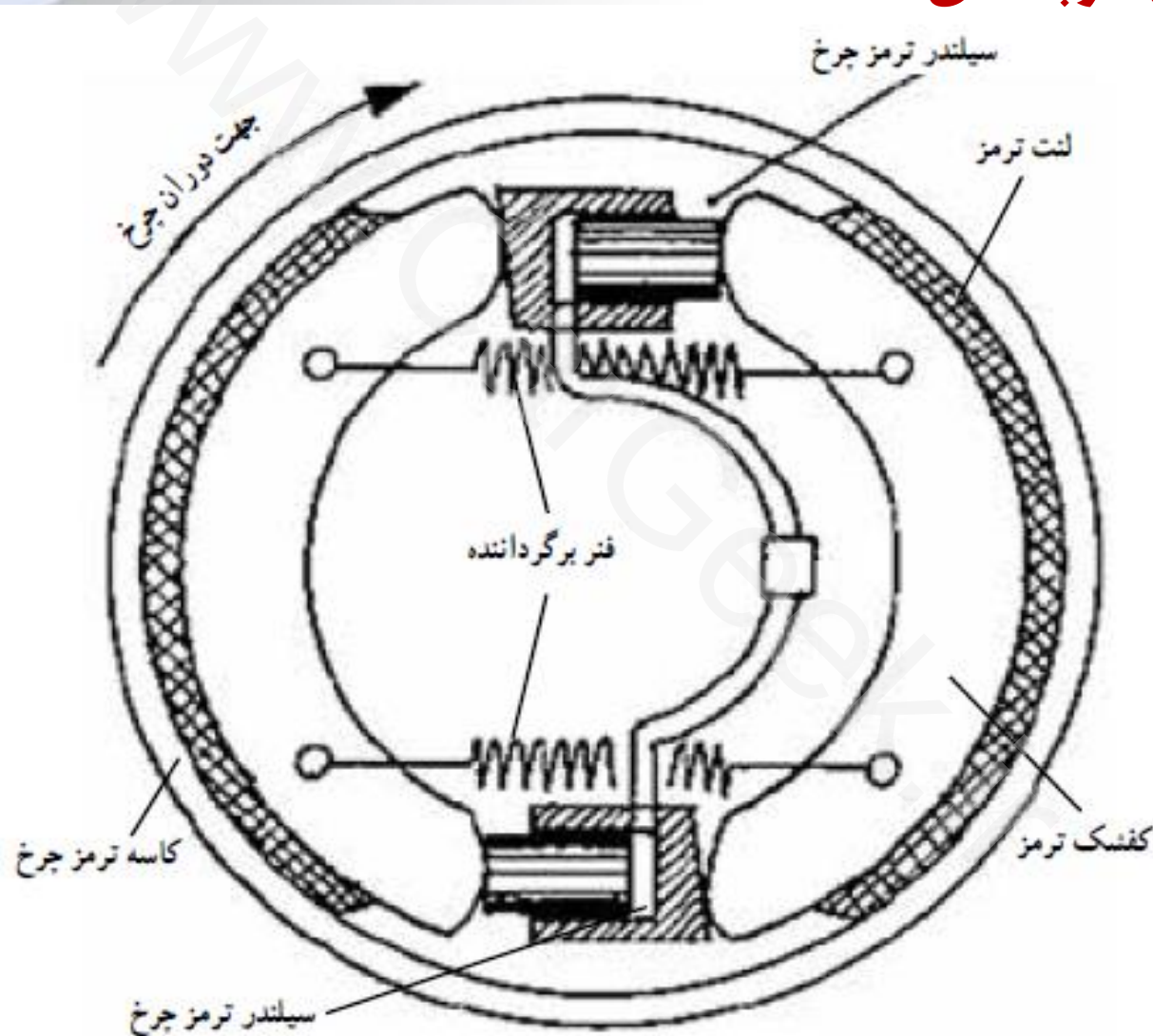
ترمز کاسه ای سیمپلکس



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

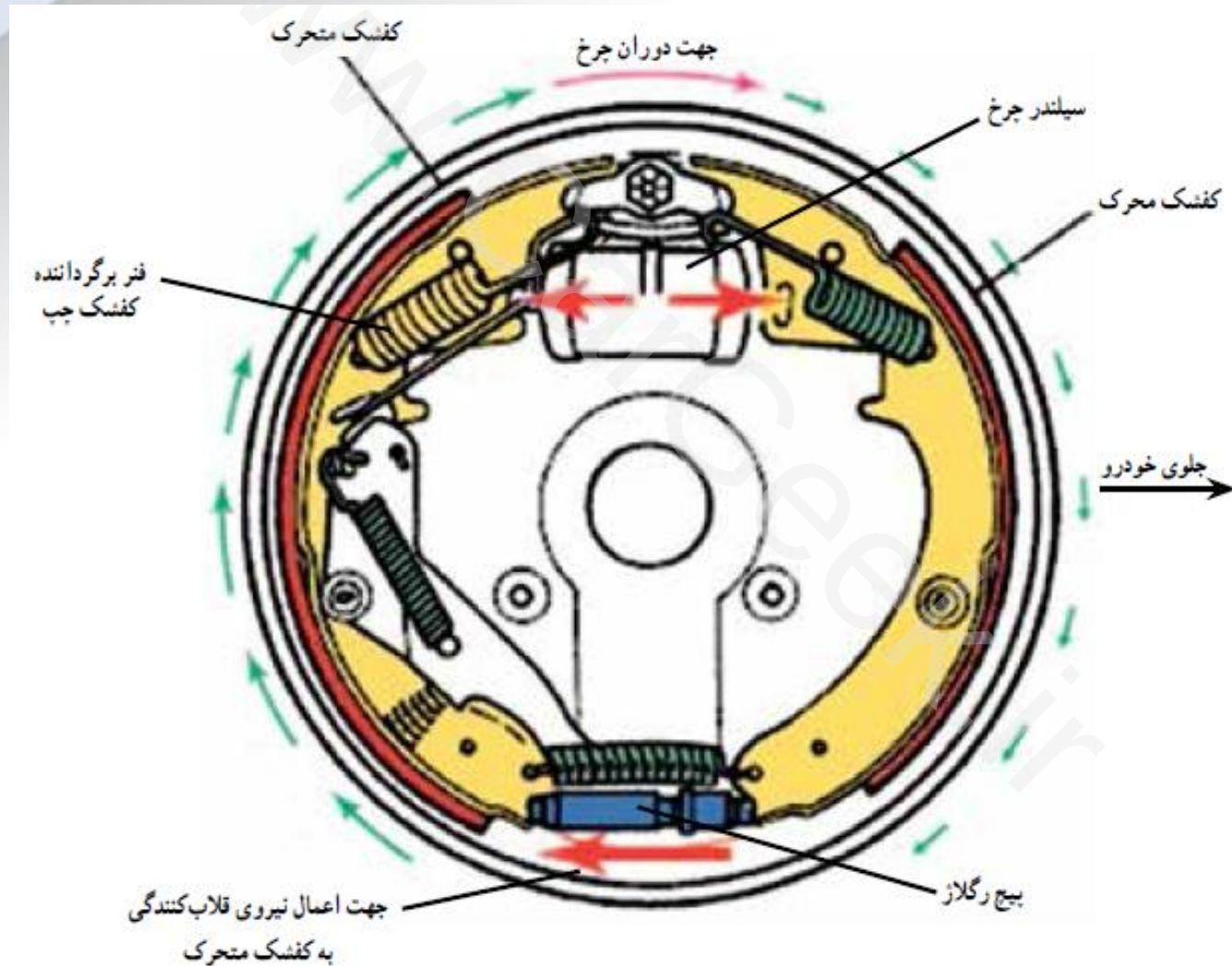
ترمز کاسه ای دوپلکس



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

ترمز کاسه ای سرو



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

مزایا ترمز کاسه ای

۱. خاصیت قلاب کنندگی، که باعث افزایش نیروی ترمزی می شود؛
۲. ساده تر و کم هزینه بودن نصب سیستم ترمز دستی.

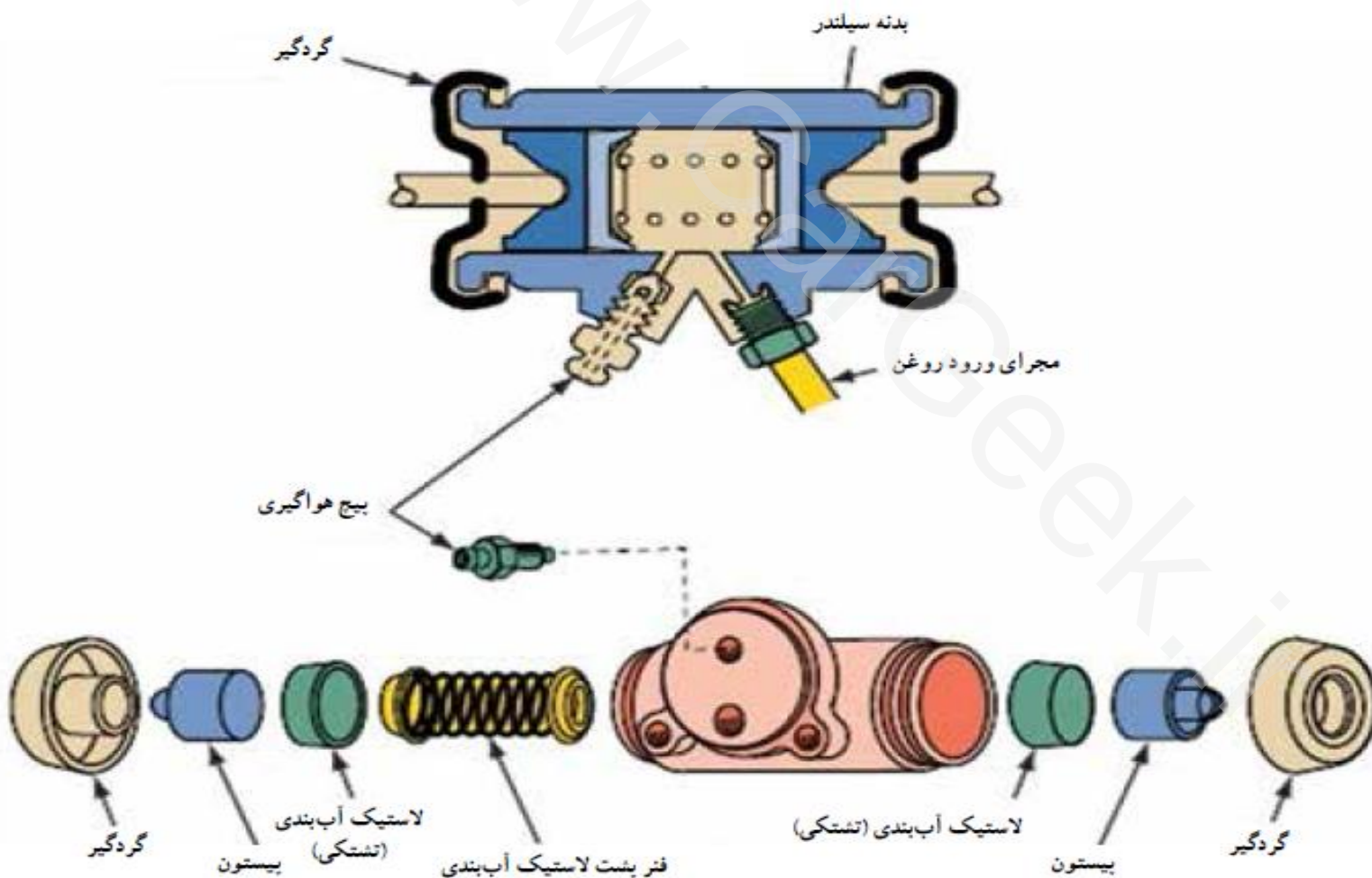
معایب ترمز کاسه ای

۱. ثبات نیروی ترمزی در اثر نیروی کنترل نشده (قلاب کنندگی) کاهش می یابد، همچنین آزاد شدن چرخها پس از رها کردن پدال ترمز، به دلیل خاصیت قلاب کنندگی، به تأخیر می افتد.
۲. انتقال حرارت، به دلیل تماس مستقیم نداشتن لنت ها با جریان هوا ضعیف صورت می گیرد و اثر نیروی ترمزی در ترمزگیری های طولانی و پی در پی کاهش می یابد.
۳. نیاز به تنظیم مستمر فاصله بین لنت و کاسه چرخ (رگلاژ چرخ ترمز) نیاز است.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

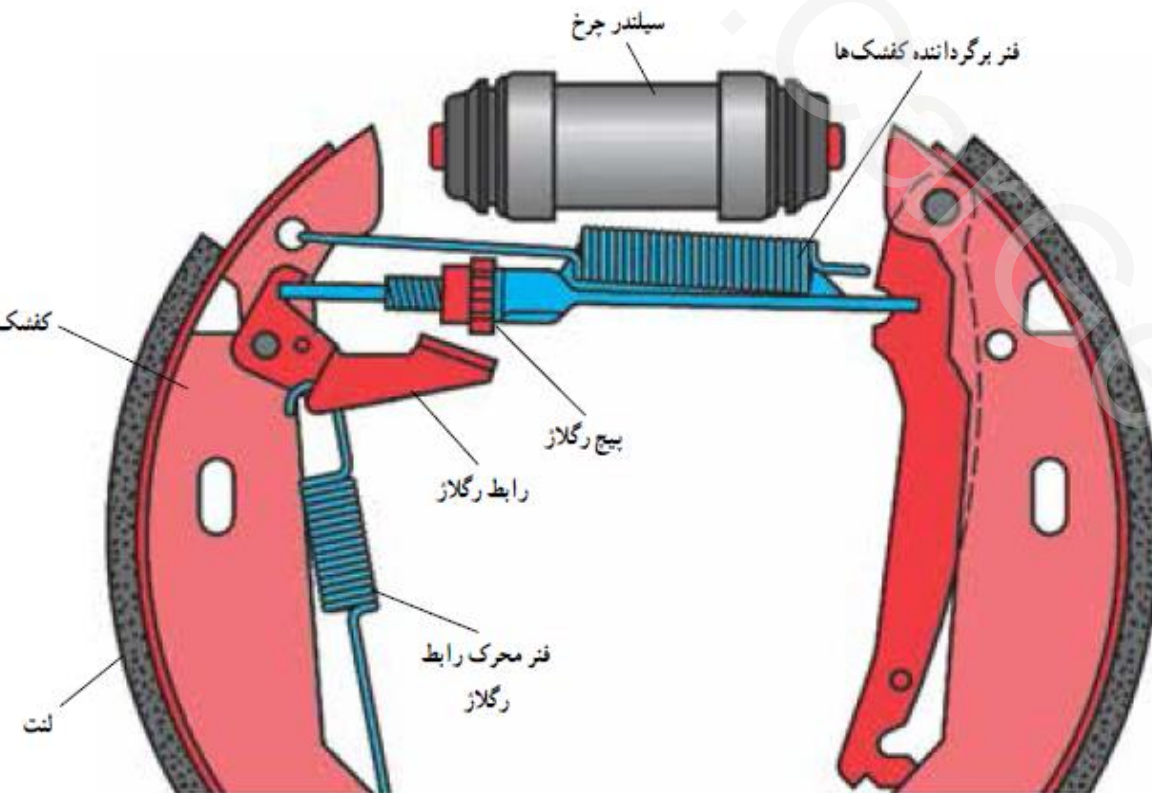
سیلندر ترمز چرخ ترمز کاسه ای: به منظور تبدیل فشار هیدرولیک به نیرو و اعمال این نیرو به کفشک های ترمز، از سیلندر ترمز چرخ استفاده می شود.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

مکانیزم رگلاژ ترمز کفشکی: به منظور کاهش زمان عکس العمل مکانیزم ترمز و جلوگیری از پایین رفتن بیش از حد پدال ترمز در هنگام ترمزگیری، باید فاصله بین لنتها و کاسه چرخ سیستم ترمز کفشکی در حد مناسب تنظیم گردد. برای تنظیم این فاصله، از مکانیزم رگلاژ دستی و اتوماتیک استفاده می شود.



یک نوع مکانیزم رگلاژ اتوماتیک ترمز کفشکی

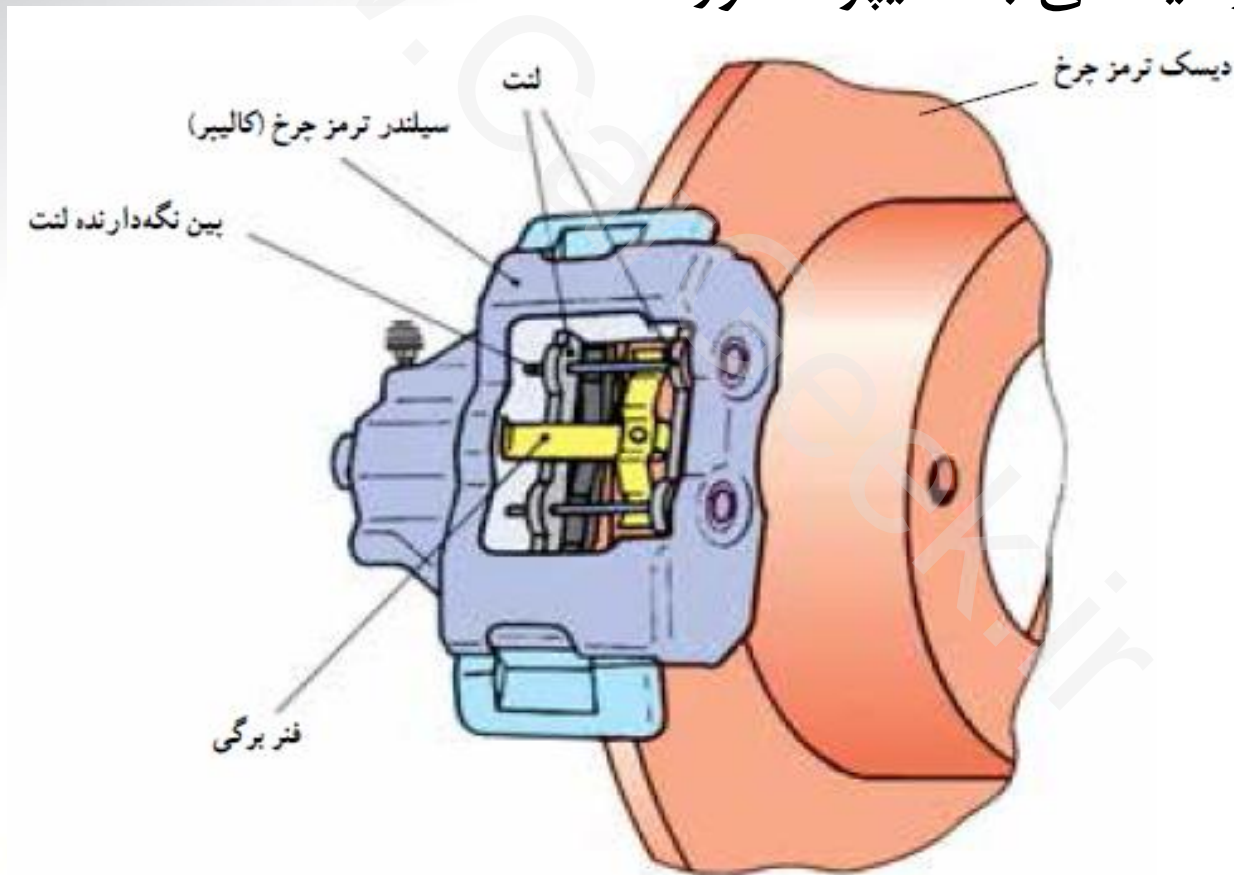
دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

ترمز دیسکی: این مکانیزم دارای دو نوع مختلف به شرح زیر است:

۱. مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت؛

۲. مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

مزایای ترمز دیسکی

۱. تأخیر کمتر در شروع فرآیند ترمزگیری، به دلیل فاصله کم لنت تا دیسک؛
۲. انتقال حرارت بالا و عملکرد بهتر در ترمزهای طولانی و پی درپی به دلیل اینکه دیسک با هوا در ارتباط است؛
۳. نداشتن خاصیت قلاب کنندگی، که باعث می شود با رها کردن پدال ترمز، عمل ترمزگیری به صورت آنی خاتمه پذیرد؛
۴. ایجاد صدای کمتر در حین عملکرد، نسبت به ترمز کاسه ای؛
۵. حساسیت کمتر در مقابل ساییدگی لنت، به دلیل نیاز نداشتن به رگلاژ؛
۶. وزن کمتر، به دلیل داشتن قطعات کمتر.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

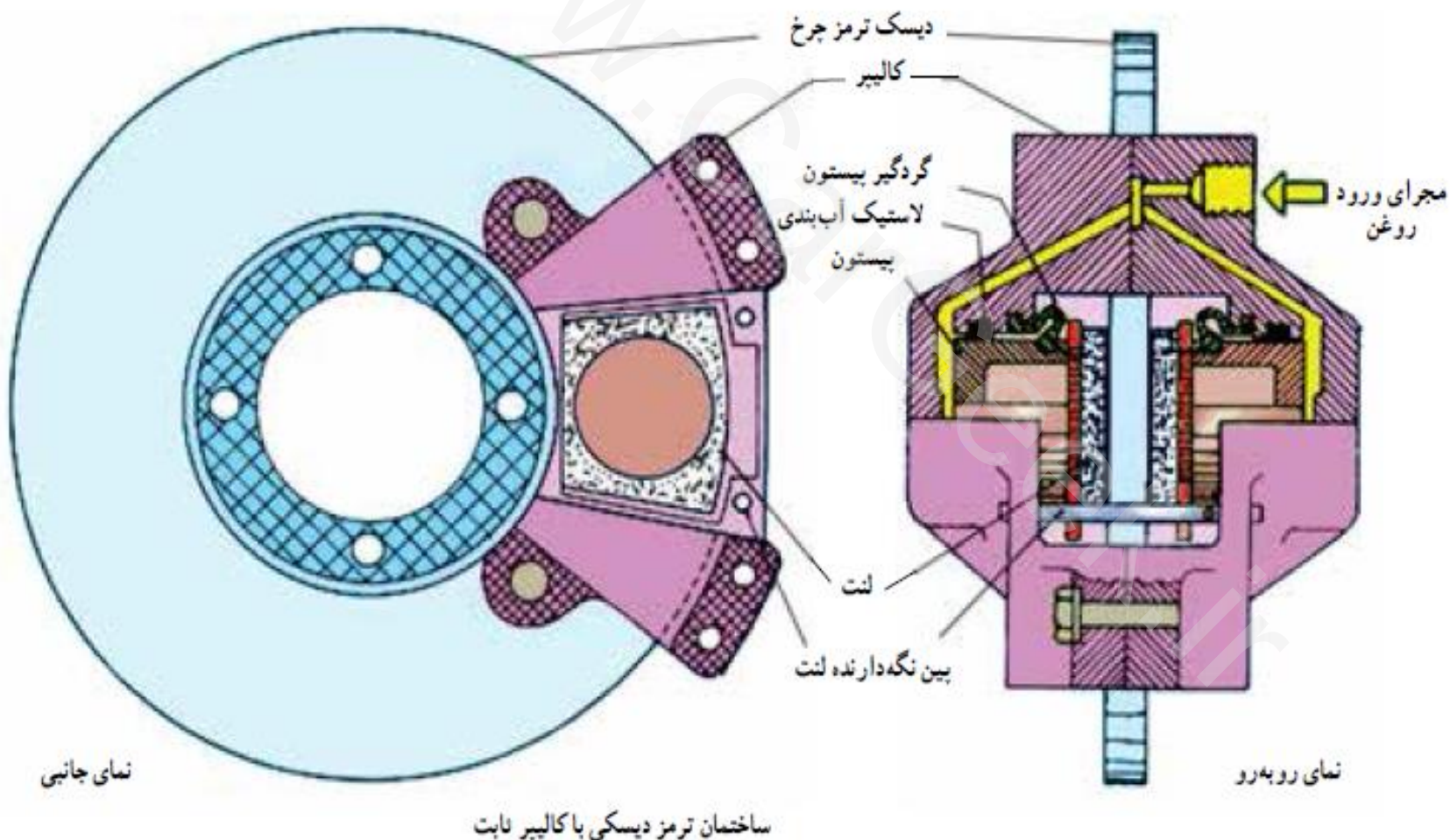
معایب ترمز دیسکی

۱. نیاز داشتن به نیروی بیشتر برای ترمزگیری، به دلیل پایین بودن ضریب افزایش نیرو و نبودن خاصیت قلاب کنندگی؛
۲. حساسیت بالای ترمز در مقابل رطوبت، گرد و غبار و غیره، به دلیل تماس مستقیم با هوای محیط؛
۳. پیچیدگی و مشکل بودن نصب ترمز دستی بر روی این نوع مکانیزم ترمز؛
۴. بالا بودن قیمت تمام شده.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

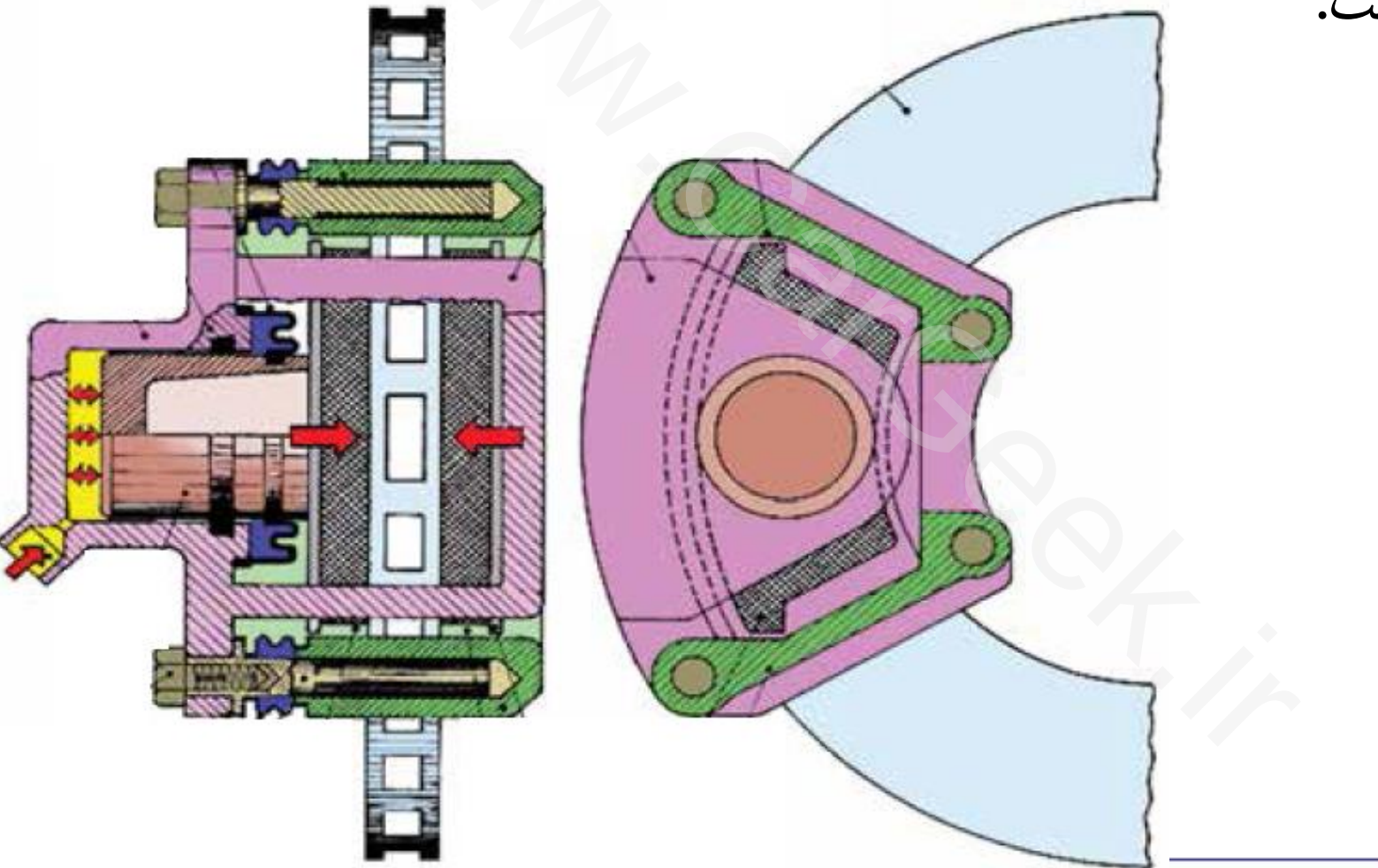
مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت: این نوع مکانیزم ترمز معمولاً دارای دو یا چهار پیستون است.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور: این نوع مکانیزم ترمز از یک پیستون استفاده شده است.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۴-۶- بوستر

از بوستر ترمز برای افزایش نیروی پا، راحتی راننده و ایمنی خودرو استفاده می شود. در این صورت، ضمن در دسترس بودن نیروی کافی برای راه اندازی ترمز، تأخیر در سیستم ترمز نیز کاهش، و راندمان ترمز نیز افزایش می یابد. انواع بوسترهای به کار رفته در سیستم ترمز هیدرولیکی عبارت اند از:

۱. بوسترهای خلأی

۲. بوسترهای هیدرولیکی

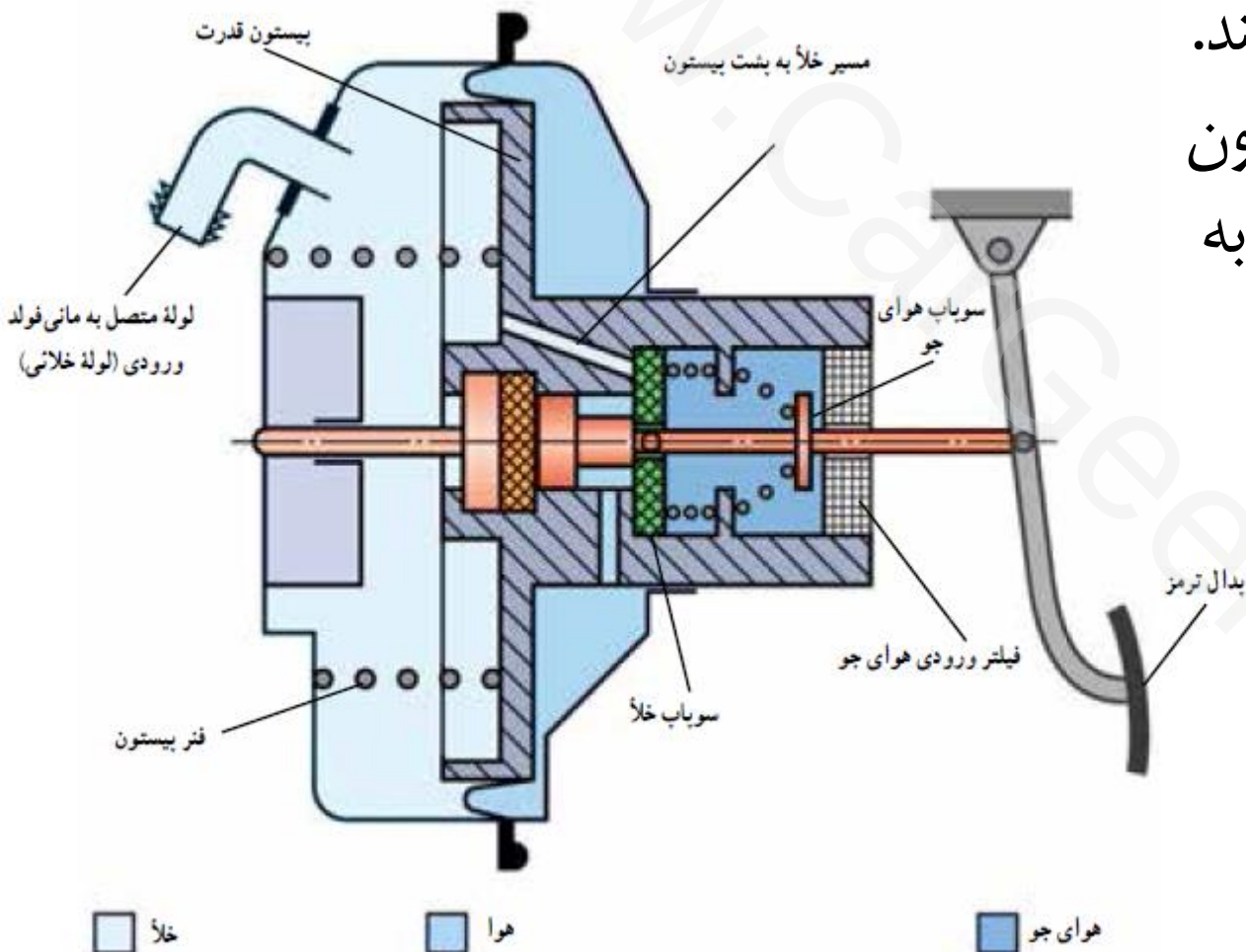
۳. بوسترهای پنوماتیکی (هوای فشرده).

متداول ترین بوستر در خودروهای سواری، بوستر خلأی ست، که به منظور تقویت نیروی پای راننده، از خلأ مانی فولد استفاده می کند.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

بوستر خلّائی: این بوستر بر اساس اختلاف فشار هوا بین دو طرف یک پیستون، با قطر زیاد عمل می کند. بر این اساس خلّأ موتور توسط یک لوله به محفظه خلّائی بوستر راه پیدا می کند. که این محفظه توسط پیستون با قطر زیاد و یک دیافراگم به دو قسمت تقسیم می شود.

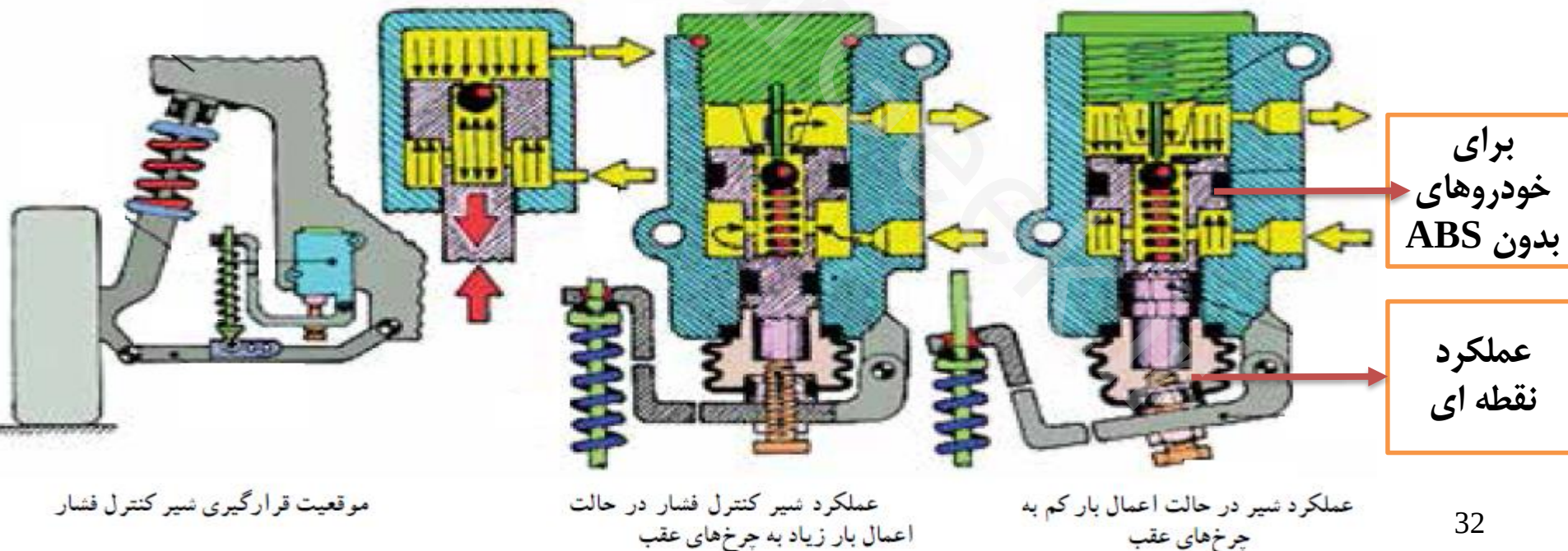


دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۵-۶- شیر کنترل فشار هیدرولیکی چرخ های عقب

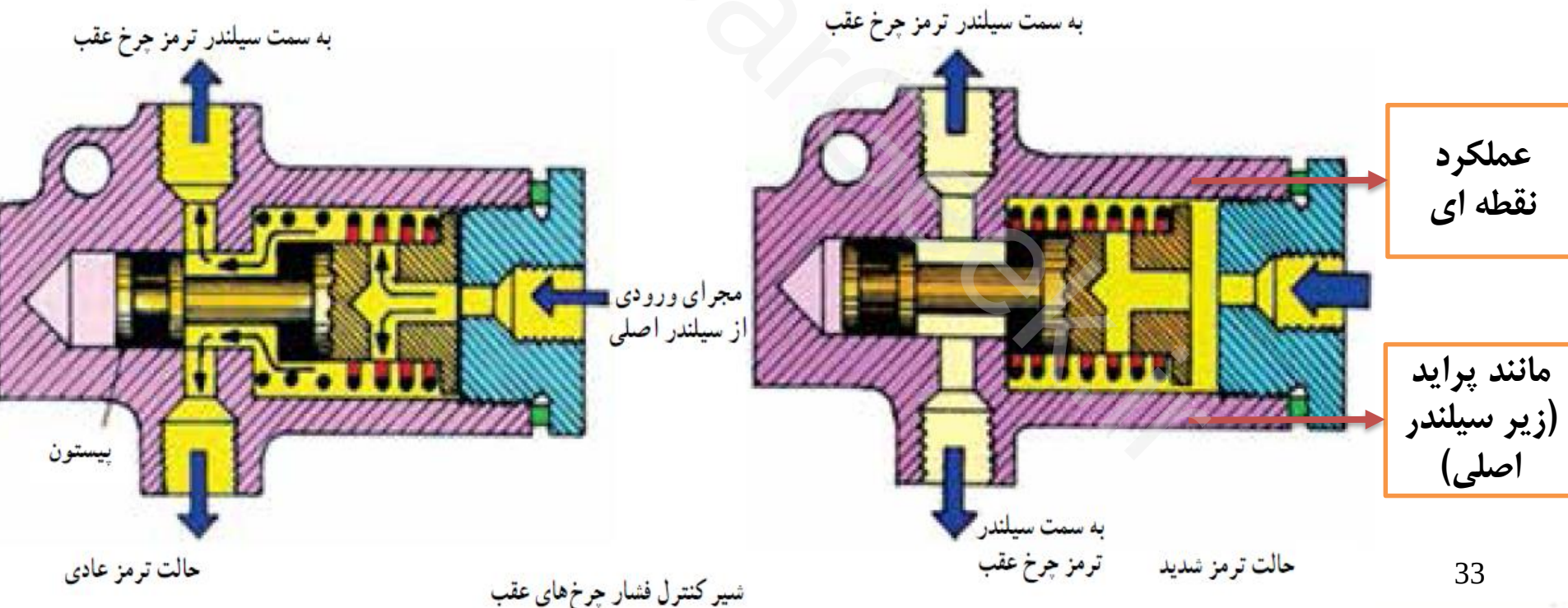
باید توجه نمود که با کاهش نیروی وزن اعمالی به چرخ ها باید فشار مایع هیدرولیک نیز کاهش یابد تا از قفل شدن چرخ ها جلوگیری شود. از طرفی با افزایش نیروی وزن اعمالی به چرخ ها، باید فشار مایع هیدرولیک را افزایش داد تا راندمان ترمزی افزایش یابد. به همین دلیل از شیر کنترل فشار هیدرولیکی در مسیر چرخهای عقب استفاده می شود.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

شکل زیر نوع دیگری از شیر کنترل فشار چرخ های را نشان می دهد، این شیر در مسیر عبور مایع هیدرولیک ترمز از خروجی سیلندر اصلی به سیلندر ترمز چرخ های عقب نصب می گردد.



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

نکته: در خودروهای مجهز به سیستم ترمز ضد قفل (ABS) می توان با کنترل میزان لغزش هر چرخ با زمین، مقدار تغییر نیروی وزن اعمالی به هر چرخ را حین ترمزگیری تخمین زد و با استفاده از تجهیزات سیستم ترمز ضد قفل، فشار مایع هیدرولیک اعمالی به مکانیزم ترمز هر چرخ را متناسب با میزان لغزش کنترل نمود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۶-۶- ترمز دستی

از ترمز دستی خودرو در شرایط زیر استفاده می شود:

۱. در شرایط اضطراری که ترمز اصلی خودرو دچار مشکل شده است.

۲. در شرایط جاده شیب دار، که به ساکن نگه داشتن خودرو نیاز است، ترمز دستی

باید قادر باشد تا **شیب ۱۸٪** خودرو را در حالت سکون حفظ نماید.

محل نصب مکانیزم ترمز دستی در یکی از سه محل زیر است:

۱. چرخهای جلو؛

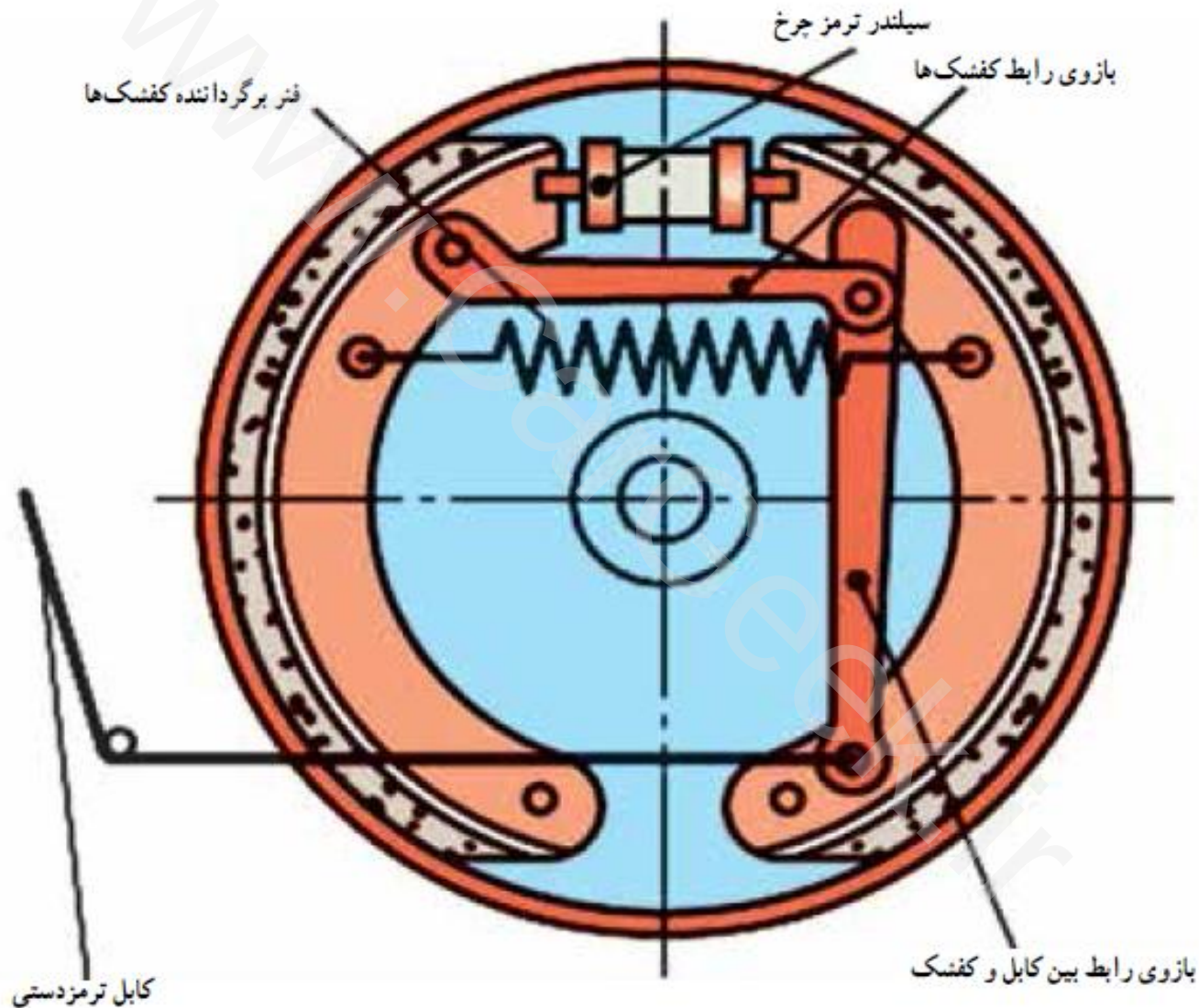
۲. چرخهای عقب؛

۳. میل گاردان.

معمولاً مکانیزم ترمز دستی بر روی ترمز چرخهای عقب نصب می شود.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

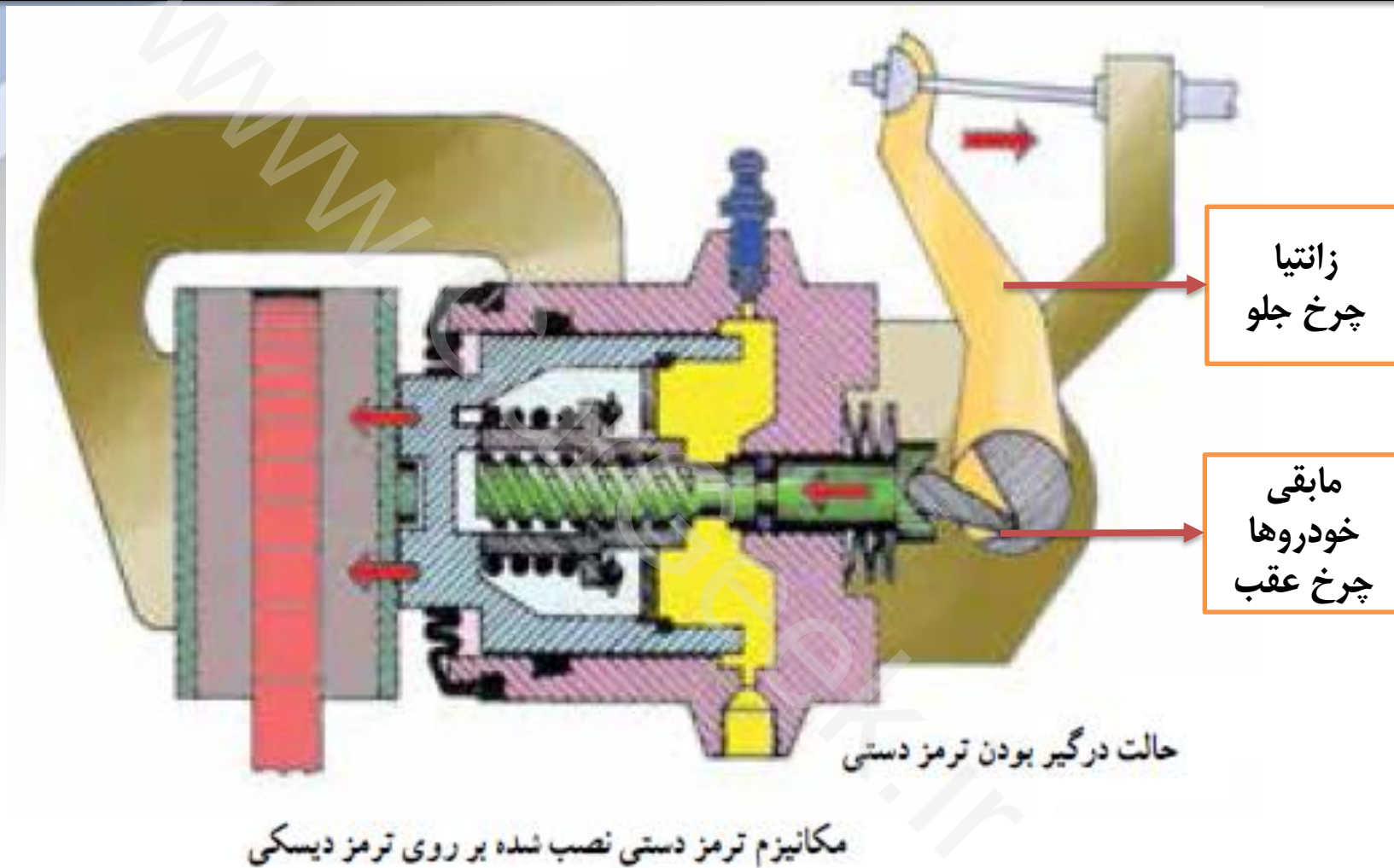
بخش پنجم - فصل نهم



مکانیزم ترمز دستی نصب شده بر روی مکانیزم ترمز کفشکی

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم



دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

۶-۷- لنت ترمز

لنت قطعه ای است که هنگام ترمزگیری با ایجاد اصطکاک، انرژی جنبشی چرخها را به انرژی گرمایی تبدیل می کند تا به این طریق عمل ترمزگیری کامل شود و سرعت خودرو کاهش یابد. در ساخت لنت از مواد مختلفی استفاده می شود. این مواد را می توان به شرح ذیل تقسیم نمود:

۱. رزین: این ماده همانند چسب است و مواد تشکیل دهنده لنت را به یکدیگر متصل می کند.

۲. فیبرها: فیبرها مانند تارهای ننگه دارنده به استحکام لنت کمک می کنند.

۳. مواد پرکننده: این مواد در نرم یا سخت شدن لنت و ایجاد صدا یا گرد و غبار مؤثرند و مانند واسطه ای بین سه گروه مواد دیگر عمل می کنند.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

نکته: در صورتی که از مواد سرامیکی به منظور پرکننده در لنت استفاده شود، آن را «لنت سرامیکی» نامند و اگر از مواد گیاهی یا طبیعی (آلی) به منظور پرکننده در لنت استفاده شود آن را «لنت ارگانیک» نامند. همچنین اگر از ترکیب مواد سرامیکی و فلزی به صورت ماده پرکننده استفاده گردد، این نوع لنت را «نیمه فلزی» نامند.

نکته: امروزه معمولاً به دلیل کیفیت و قیمت مناسب لنت‌های نیمه فلزی، در خودروهای سواری از آنها استفاده می‌گردد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

هنگام تولید لنت، آزمایش های مختلفی بر روی لنت، به شرح زیر انجام می پذیرد:

۱. آزمون ابعادی: در این آزمون، کلیه ابعاد طول، عرض و ضخامت لنت تحت کنترل قرار می گیرد؛

۲. آزمون ضرایب اصطکاک: در این آزمون، در حرارت های بین ۱۵۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی گراد، ضریب اصطکاک لنت، تحت نیروهای ثابت اندازه گیری می شود تا با مقادیر استاندارد خود تطبیق داده شود.

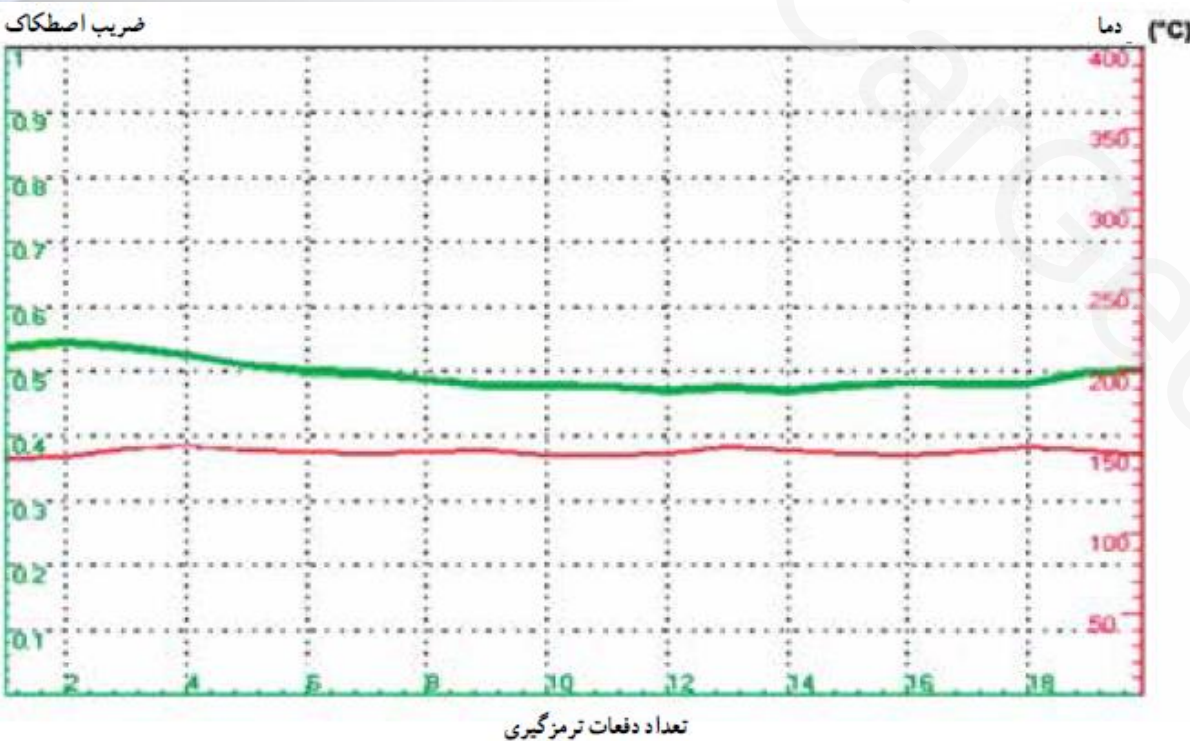
۳. آزمون میزان سایش: با محاسبه میزان سایش لنت، می توان عمر لنت را نیز به طور نسبی محاسبه نمود. قابل ذکر است که میزان سایش لنت در استانداردهای ملی و بین المللی نیز سقف تعریف شده ای دارد.

۴. آزمون حرارتی: در این مرحله از آزمون، عملکرد لنت ترمز در درجه حرارت مشخصی اندازه گیری می گردد.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم - فصل نهم

شکل زیر نمونه ای از نتایج تست ضریب اصطکاک و درجه حرارت یک نمونه لنت را نشان می دهد. همان گونه که ملاحظه می شود، ضریب اصطکاک لنت طی بیست سیکل ترمزگیری در حدود ۰/۵ ثابت مانده و دمای لنت نیز طی این



فرایند در حدود ۱۵۰ درجه سانتی گراد ثابت مانده که نشانه ثبات عملکرد لنت طی ترمزگیری است.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

آزمون پایانی

۱. وظیفه سیستم ترمز را بیان کنید.
۲. اجزای سیستم ترمز هیدرولیکی را نام ببرید.
۳. سیستم ترمز دומداری و انواع مختلف آن را توضیح دهید.
۴. طرز کار سیلندر اصلی ترمز دومداری را شرح دهید.
۵. انواع مکانیزم ترمز کاسه ای را نام ببرید.
۶. مزایا و معایب مکانیزم ترمز کاسه ای با کفشک بندی سرو را توضیح دهید.

دوره ضمن خدمت تکنولوژی شاسی و بدنه

بخش پنجم – فصل نهم

{ادامه} آزمون پایانی

۷. اجزای اصلی مکانیزم ترمز دیسکی را نام ببرید.
۸. نحوه عملکرد مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت را شرح دهید.
۹. نحوه عملکرد بوستر خلاء را توضیح دهید.
۱۰. دلایل استفاده از مکانیزم شیر کنترل فشار هیدرولیکی چرخ های عقب را بیان کنید.
۱۱. شرایط استفاده از ترمزدستی را عنوان کنید.
۱۲. مواد مورد استفاده در تولید لنت ترمز را نام ببرید.