

## پودمان ۲

تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم  
ترمز و سیستم پارک خودرو



## واحد یادگیری ۳

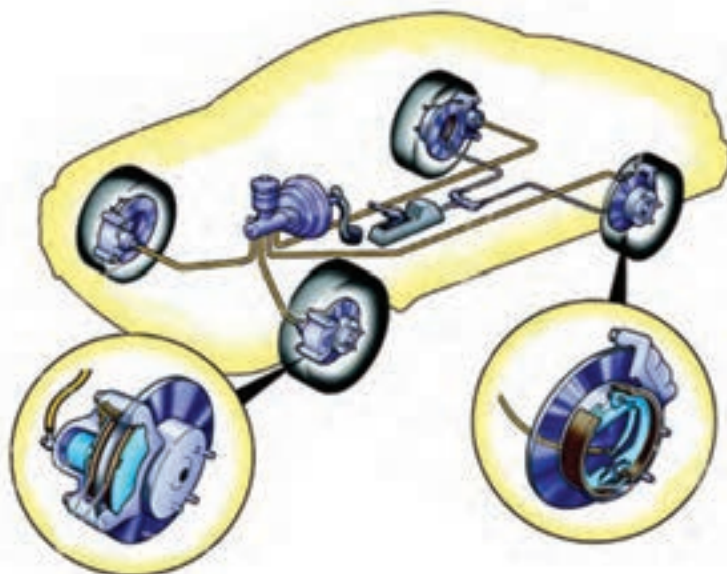
### تعمیر اجزای اصطکاکی سیستم ترمز و سیستم پارک خودرو

#### آیا تا به حال پی برده اید

علت افزایش خط ترمز خودرو چیست؟  
علت گرم شدن لنت‌ها در ترمزهای طولانی چیست؟  
علت ایجاد صدای ناهنجار در هنگام ترمزگیری چیست؟

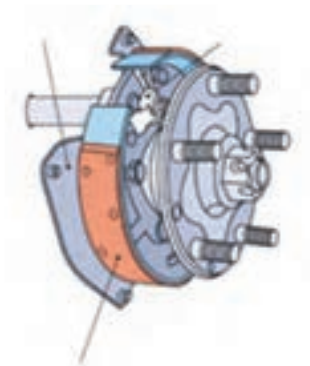
#### استاندارد عملکرد

هنرجو در پایان این فصل با انواع مکانیزم‌های ترمز و ترمز دستی آشنا و چگونگی باز و بست و عیب‌یابی سیستم ترمز را انجام دهد.



## پیش آزمون

۱- در اشکال نمایش داده شده زیر، نام اجزاء را بنویسید.

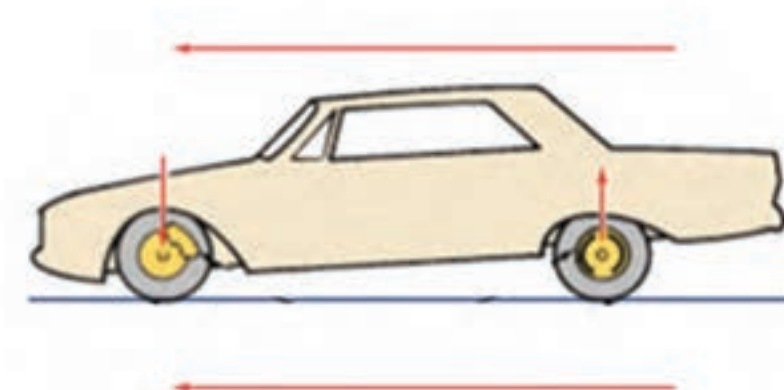


شکل ۲



شکل ۱

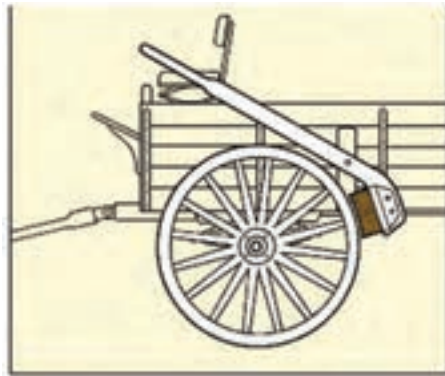
۲- علت پایین رفتن قسمت جلوی خودرو در هنگام ترمزگیری چیست؟



شکل ۳- شماتیک خودرو در هنگام ترمزگیری

۳- انواع مکانیزم‌های ترمز به کار رفته در یک خودروی سواری را نام ببرید.  
۴- به نظر شما علت گرم شدن چرخ‌های خودروی در حال حرکت، پس از ترمزگیری چیست؟

به نظر شما گاری‌ها و کالسکه‌ها چگونه از حرکت متوقف می‌شدند؟ (از شکل ۴ کمک بگیرید)



شکل ۴- سیستم ترمز اولیه

سیستم ترمز برای کاهش سرعت، متوقف نمودن و حفظ وضعیت سکون خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم ترمز یکی از سیستم‌های هدایت و کنترل خودرو محسوب می‌شود که رابطه مستقیمی با ایمنی سرنشینان و خودرو دارد.

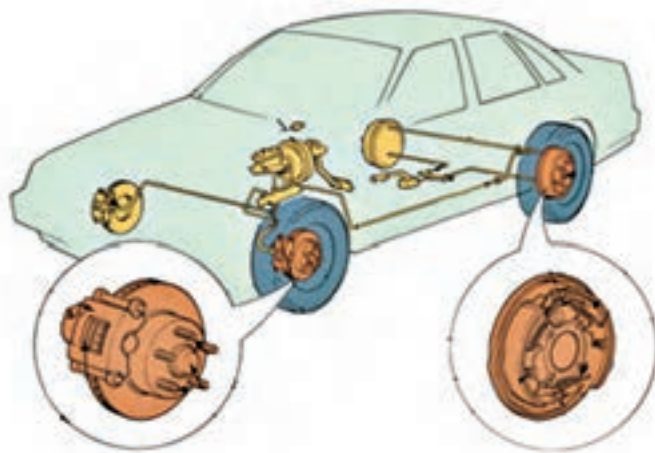
عملکرد سیستم ترمز را مشاهده نمایید.

فیلم آموزشی



با توجه به شکل ۵ و فیلم نمایش داده شده، به طور کلی چه فرقی بین سیستم ترمز چرخ جلو و سیستم ترمز چرخ عقب وجود دارد؟

بحث کلاسی



شکل ۵- شماتیک اجزای سیستم ترمز خودرو

## سیستم ترمز هیدرولیکی

سیستم ترمز هیدرولیکی به شیوه متداول از سال ۱۹۲۰ به نیروی اصطکاکی و گرما و به کاهش سرعت یا توقف خودرو می‌انجامد. به صورت کلی می‌توان اجزای سیستم ترمز از نوع هیدرولیکی را به دو دسته، اجزای اصطکاکی و اجزای هیدرولیکی دسته‌بندی کرد. در این بخش اجزای اصطکاکی مورد بررسی قرار می‌گیرند. اجزای هیدرولیکی در بخش بعدی بررسی می‌شود.

انیمیشن چگونگی عملکرد ترمز

فیلم آموزشی



## اجزای اصطکاکی سیستم ترمز

### انواع مکانیزم ترمز چرخ

مکانیزم ترمز چرخ نیروی پای راننده را به نیروی اصطکاکی تبدیل می‌کند و این نیروی اصطکاک باعث تولید شتاب منفی شده که منجر به کاهش سرعت و توقف خودرو می‌گردد. این مکانیزم معمولاً همانطور که در شکل ۵ نیز نشان داده شده، به دو دسته ترمز کفشکی (کاسه‌ای) و ترمز دیسکی تقسیم‌بندی می‌شود.

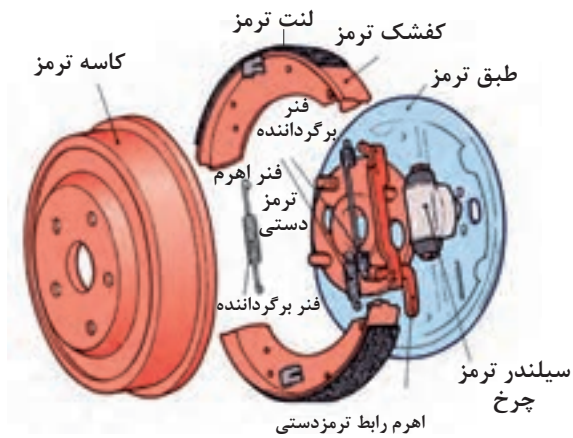
### ترمز کفشکی (کاسه‌ای)

در این نوع سیستم ترمز، کاسه چرخ یا درام به همراه چرخ دوران می‌کند. امروزه این سیستم بیشتر روی چرخ‌های عقب نصب می‌شود. شکل ۶ اجزای این مکانیزم را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۶ به نظر شما چرا به این سیستم ترمز کفشکی می‌گویند.

فکر کنید





شکل ۶- اجزای ترمز کفشکی

عملکرد ترمز کفشکی (کاسه‌ای) را مشاهده کنید.

فیلم آموزشی



مکانیزم ترمز کفشکی به طور کلی به سه نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

<p>کفشک ترمز کششی (متحرک)</p> <p>جهت دوران چرخ</p> <p>سیلندر ترمز چرخ</p> <p>فنر برگرداننده کفشک‌ها</p> <p>رگلاژ اتوماتیک</p> <p>کفشک ترمز فشاری (متحرک)</p> <p>تکیه‌گاه ثابت کفشک‌ها</p> <p>فنر برگرداننده</p> <p>شکل ۷- کفشک بندی سیمپلکس</p>	<p>سیستم ترمز کفشکی سیمپلکس</p>
<p>سیلندر ترمز چرخ</p> <p>لنت ترمز</p> <p>کاسه ترمز چرخ</p> <p>کفشک ترمز</p> <p>سیلندر ترمز چرخ</p> <p>شکل ۸- کفشک بندی نوع دوپلکس</p>	<p>سیستم ترمز کفشکی دوپلکس</p>



با توجه به شکل های ۷ و ۸ و ۹ و راهنمایی هنرآموز، جدول زیر را کامل کنید.



نوع سیستم	اعمال نیرو	تکیه گاه کفشک ها	تعداد و نوع سیلندر چرخ
کفشکی سیمپلکس	یک سیلندر دوطرفه	ثابت	
کفشکی دوپلکس			
کفشکی سرو		متحرک	

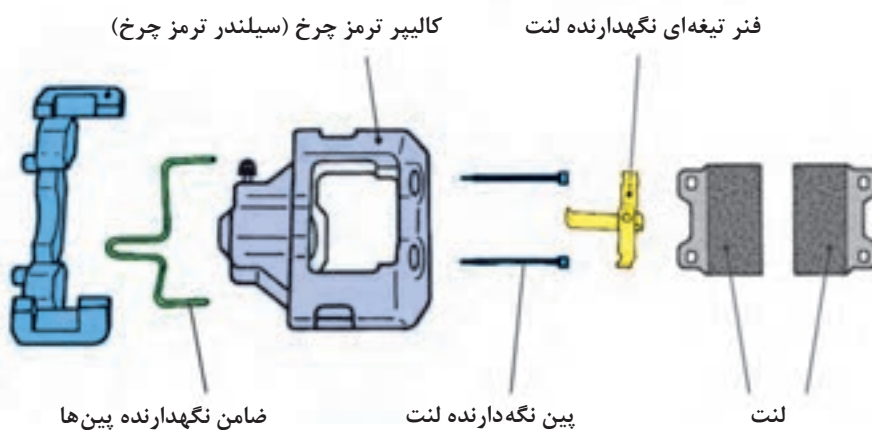
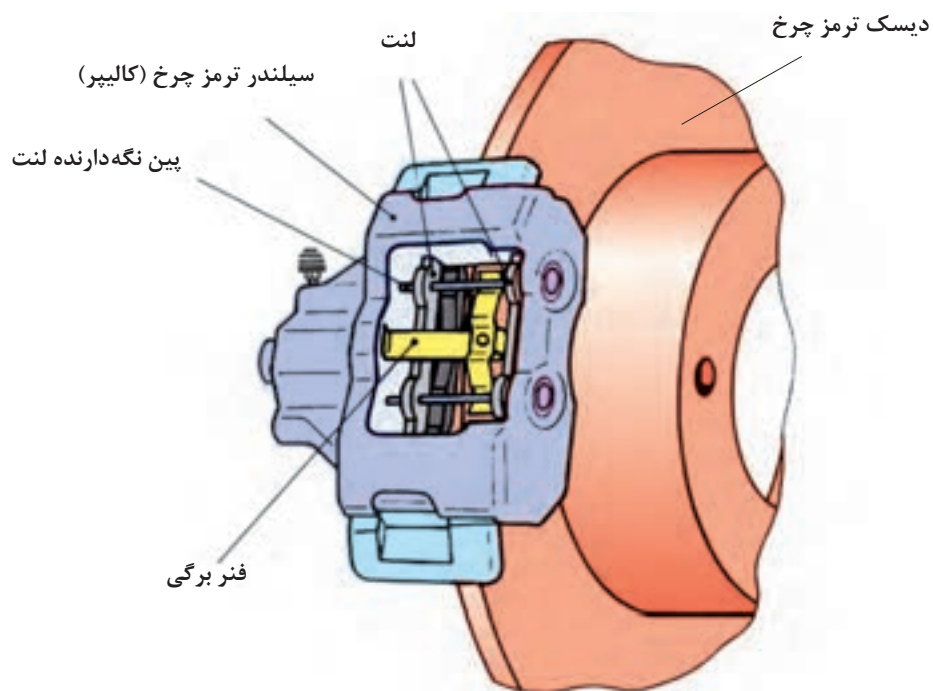
با جستجو در منابع کتابخانه ای و اینترنت و فیلم نمایش داده شده سایر مشخصات و نقاط قوت و ضعف هر نوع ترمز کفشکی را ارایه کنید.



## سیستم ترمز دیسکی

سیستم ترمز دیسکی از سال ۱۹۷۰ بر روی چرخ های جلو و عقب خودروها نصب گردیده است. مکانیزم ترمز دیسکی با توجه به شکل ۱۰ از این قطعات تشکیل شده است:





شکل ۱۰- سیستم ترمز دیسکی

## انواع مکانیزم‌های سیستم ترمز دیسکی

عملکرد سیستم ترمز دیسکی

فیلم آموزشی



کار کلاسی



پس از مشاهده فیلم نحوه عملکرد ترمز دیسکی شکل ۱۱ و ۱۲ را با کمک هنرآموز محترم کامل کنید.

مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر ثابت (دو پیستونه)	مکانیزم ترمز دیسکی با کالیپر شناور (تک پیستونه)
نحوه عملکرد:	نحوه عملکرد:
شکل ۱۱	شکل ۱۲

۱- با استفاده از راهنمای تعمیراتی، نوع سیستم ترمز خودروهای زیر را بیابید.



مکانیزم ترمز چرخ عقب					مکانیزم ترمز چرخ جلو		نام خودرو	ردیف
کفشکی سرو	کفشکی دوپلکس	کفشکی سیمپلکس	دیسکی کالیپر شناور	دیسکی کالیپر ثابت	کالیپر شناور	کالیپر ثابت		
							پراید	۱
							سمند	۲
							وانت آریسان	۳
							وانت نیسان	۴
							زانتیا	۵

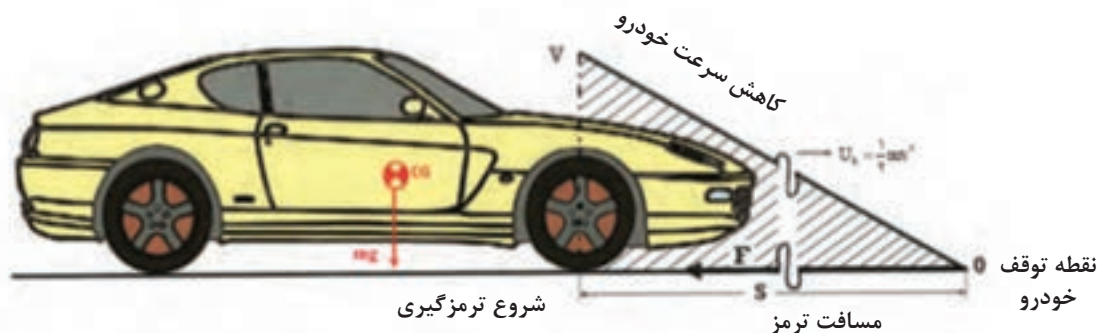


با توجه به فیلم آموزشی و شکل‌های ۱۱ و ۱۲ به نظر شما معایب و مزایای هر یک از مکانیزم‌ها ترمز دیسکی و کفشکی چیست. با کمک هنرآموز جدول زیر را کامل کنید.

مکانیزم	معایب	مزایا
ترمز کفشکی		خاصیت قلاب‌کنندگی
ترمز دیسکی	قیمت بالا	انتقال حرارت بهتر

## نیروی ترمزی

خودروی در حال حرکت دارای انرژی جنبشی می‌باشد. برای خودروی شکل ۱۳ انرژی جنبشی از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:



شکل ۱۳- نحوه عملکرد سیستم ترمز

$U_k$ : انرژی جنبشی خودروی در حال حرکت (ج)

$m$ : جرم خودرو (Kg)

$v$ : سرعت خودرو (m/s) در زمان شروع ترمزگیری

زمانی که ترمزگیری صورت می‌گیرد و خودرو متوقف می‌شود، کار انجام شده توسط سیستم ترمز، که از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد، با انرژی جنبشی خودرو برابر است.

$$\textcircled{۱} U_m = F.S$$

$$\textcircled{۲} U_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$U_m$ : انرژی جنبشی خودرو یا کار ترمزی (j)

F: نیروی ترمزی (N)

S: مسافت ترمزی از لحظه شروع ترمزگیری تا متوقف شدن خودرو (m)

با توجه به رابطه ۱ و ۲ داریم:

$$U_m = U_k \rightarrow F.S = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow F = \frac{mv^2}{2S}$$

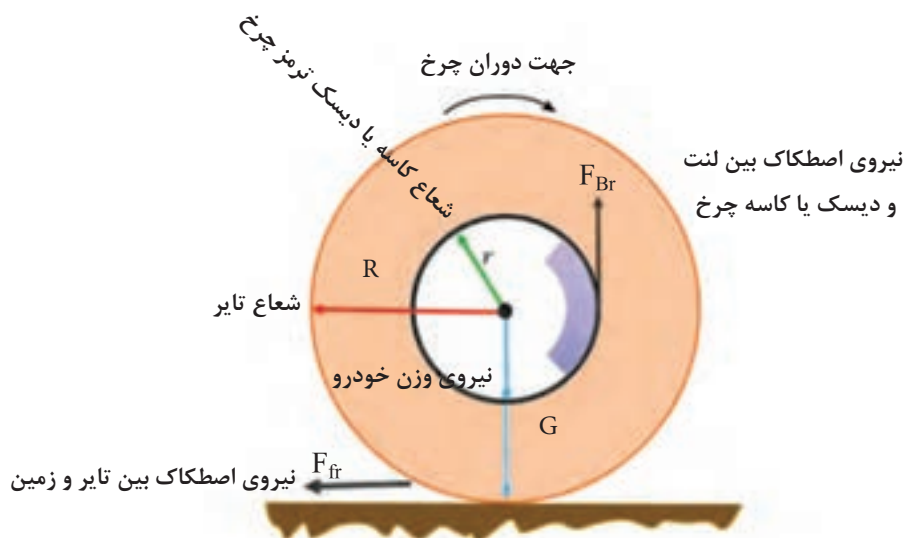
بحث کلاسی



برای دو خودروی متفاوت با وزن و سرعت‌های متفاوت نیروی ترمزی را به دست آورید.

نام خودرو	جرم (kg)	درصد بار روی چرخ‌ها	سرعت (Km/h)	مسافت ترمزی (m)	نیروی ترمزی (N)
خودروی شماره ۱	۷۰۰	۶۰ درصد چرخ‌های جلو	۱۱۰	۲۰	
		۴۰ درصد چرخ‌های عقب	۱۱۰	۲۰	
خودروی شماره ۲	۱۳۰۰	۶۰ درصد چرخ‌های جلو	۶۰	۲۰	
		۴۰ درصد چرخ‌های عقب	۶۰	۲۰	

## گشتاور ترمزی



شکل ۱۴- چرخ خودرو در حال ترمزگیری

با توجه به شکل ۱۳، گشتاور اصطکاکی ترمز بین تایر و زمین عبارت است از:

$$M_{Fr} = \mu GR$$

از طرفی گشتاور اصطکاکی ترمز بین لنت و دیسک یا کاسه چرخ به وجود می‌آید که از رابطه زیر بدست می‌آید.

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

به منظور دستیابی به کمترین مسافت ترمزی باید گشتاور اصطکاکی ترمز ( $M_{Br}$ ) با گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین برابر باشند. بنابراین می‌توان نیروی ترمزی مورد نیاز، که بین لنت و دیسک یا کاسه چرخ ایجاد می‌شود، را بدست آورد:

$$M_{Fr} = M_{Br} \rightarrow \mu GR = F_{Br} = \frac{\mu GR}{2}$$

فکر کنید



اگر گشتاور اصطکاکی ترمز ( $M_{Br}$ ) از گشتاور اصطکاکی بین تایر و زمین بزرگ تر باشد چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

پژوهش کنید



با استفاده از اطلاعات مبحث سرویس چرخ و منابع موجود ضریب اصطکاک بین تایر و جاده به چه عواملی وابسته می‌باشد؟

فیلم آموزشی



فیلم قفل شدن چرخ‌ها در هنگام ترمز گیری و عدم فرمان پذیری خودرو در این شرایط، ترکیدن لاستیک خودرو

پس از مشاهده فیلم آموزشی، ارتباط سیستم ترمز با سایر سیستم‌های خودرو، در جدول زیر را کامل کنید.

اثر	عیب	
ساییدگی نامناسب تایرها		مجموعه چرخ
		سیستم فرمان

## بررسی سیستم اصطکاکی ترمز در حالت ایستایی و حرکتی

علل سایش، لرزش و صدای غیرعادی اجزای اصطکاکی سیستم ترمز عبارت‌اند از:

- ۱- جنس نامناسب لنت ترمز
- ۲- شل شدن قطعات مکانیزم ترمز چرخ‌ها
- ۳- ساییدگی و تاب یا دو پهنی کاسه چرخ و یا دیسک ترمز
- ۴- فرسودگی و یا داشتن لقی بیش از اندازه بلبرینگ‌های چرخ
- ۵- استفاده بی‌مورد و مداوم از ترمز
- ۶- آغشته شدن لنت‌ها به مایع ترمز

### بررسی پدال ترمز

یکی از پارامترهای صحت عملکرد ترمز، مقدار خلاصی و کورس حرکتی پدال ترمز می‌باشد. اگر کورس پدال ترمز از حد استاندارد خود خارج گردد نشان از عیوبی همچون وجود هوا در سیستم ترمز، کاهش سطح مایع هیدرولیک ترمز در مخزن، تنظیم نبودن مقدار کورس حرکتی پدال و... می‌باشد.

**توجه:** برای بررسی و بازدید هر مجموعه باید به راهنمای تعمیراتی آن خودرو مراجعه کرد. آنچه در اینجا می‌آید نکات عمومی مربوط به این روش‌ها است.

#### ۱- بازدید خلاصی پدال ترمز

۱-۱- قبل از انجام کار لازم است مدار ترمز هواگیری شود. (به کتاب سرویس و نگهداری خودرو سال دهم مراجعه شود)

۱-۲- پدال را به آرامی و با دست فشار داده تا میزان خلاصی آن مشخص گردد. (زمانی که زیر دست مقاومت احساس شود). براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز مقدار مجاز را استخراج کرده و با عدد به دست آمده مقایسه گردد. در صورت اختلاف مقدار خلاصی را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات تنظیم نمایید. (شکل ۱۵)



شکل ۱۶- بازدید فاصله پدال ترمز تا کف

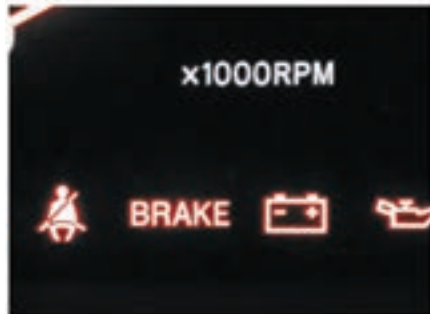


شکل ۱۵- بازدید خلاصی پدال ترمز

۱-۳- بازدید فاصله پدال تا کف خودرو پدال را با نیرویی معادل ۶۰ کیلوگرم (یا هر عددی که در کتاب راهنمای تعمیرات ذکر شده) فشار داده و در همین حال فاصله مرکزی سطح بالایی کفشک پدال تا سینی جلو باید در حد استاندارد باشد (شکل ۱۶) در صورت مشاهده وجود اختلاف، باید بر اساس دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، نسبت به رفع عیب اقدام کرد.



یکی دیگر از اجزای مهم مصرفی و حساس سیستم ترمز، لنت و کفشک‌ها هستند که می‌بایست در بازدیدهای ادواری نسبت به کنترل و بررسی آن دقت لازم را به عمل آورد. به محض روشن شدن چراغ اخطار اتمام لنت ترمز، باید نسبت به تعویض آن، اقدام لازم را انجام داد. (شکل ۱۷)



شکل ۱۷- چراغ اخطار اتمام لنت ترمز

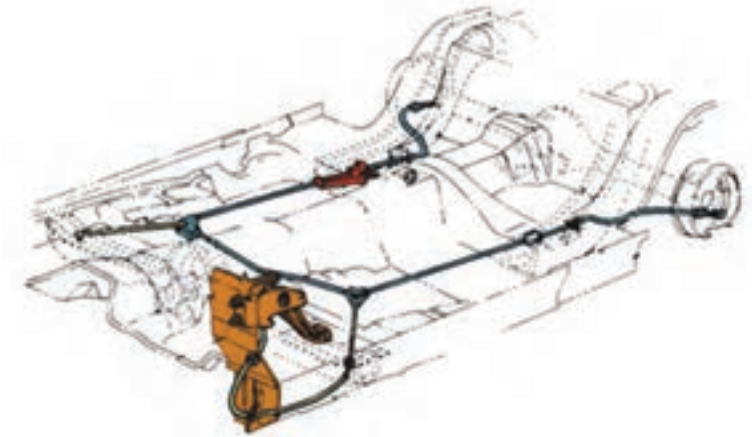


با استفاده از اطلاعات مبحث سرویس چرخ و منابع موجود، ضریب اصطکاک بین تایر و جاده به چه عواملی وابسته می‌باشد؟

### ترمز پارک (ترمز دستی)<sup>۱</sup>

از ترمز دستی خودرو در شرایط زیر استفاده می‌شود:

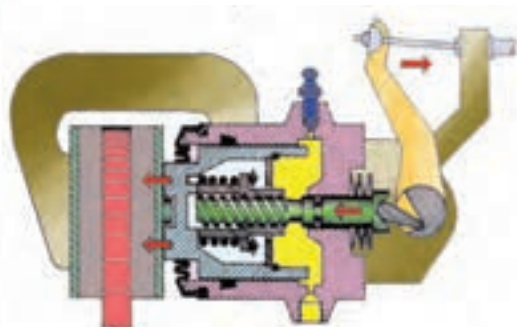
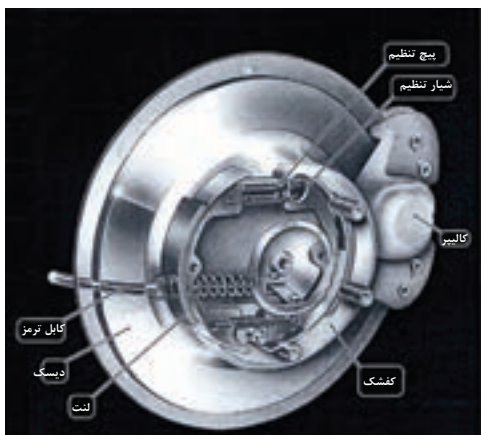
- ۱- در شرایط جاده شیب‌دار، که به ساکن نگه داشتن خودرو نیاز است، ترمز پارک باید قادر باشد تا شیب ۱۸٪ خودرو را در حالت سکون حفظ نماید.
- ۲- در شرایط اضطراری که ترمز اصلی خودرو دچار مشکل شده است، به منظور کاهش سرعت خودرو یا متوقف نمودن آن با راندمان کمتری نسبت به ترمز اصلی از ترمز پارک استفاده می‌شود.



شکل ۱۸- مکانیزم ترمز دستی از نوع پدالی

۱- Parking brake

مکانیزم ترمز پارک معمولاً بر روی چرخ‌های عقب و در بعضی موارد بر روی چرخ‌های جلو و میل‌گاردان نصب می‌گردد. امروزه به دلیل استفاده از ترمزهای دیسکی در چرخ‌های عقب خودرو، مکانیزم ترمز پارک روی ترمز دیسکی چرخ‌های عقب نصب گردیده است. در شکل ۱۹ یک نوع متداول از ترمز پارک که روی ترمز دیسکی نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود.



شکل ۱۹- مکانیزم ترمز پارک نصب شده بر روی مکانیزم ترمز دیسکی و چرخ عقب

معمولاً مکانیزم ترمز پارک توسط کابل فعال می‌گردد. مکانیزم‌های ترمز پارک از نظر راه‌اندازی عبارت‌اند از:

- ۱- ترمز پارک اهرمی
- ۲- ترمز پارک پدالی
- ۳- ترمز پارک الکتریکی

### انواع مکانیزم‌های ترمز پارک

فیلم آموزشی

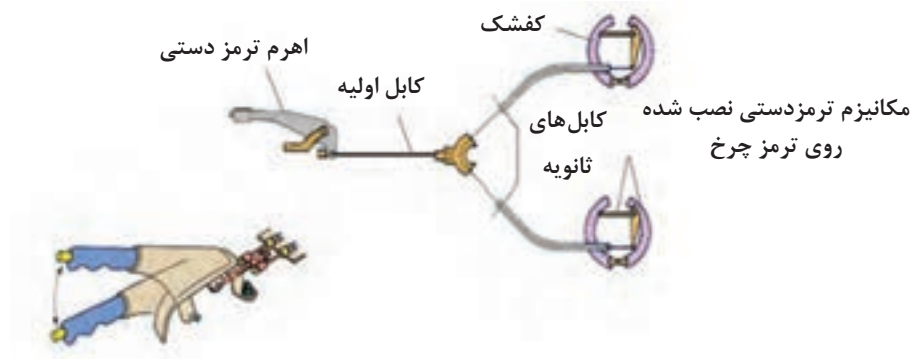


### روش آزمایش عملکرد ترمز پارک

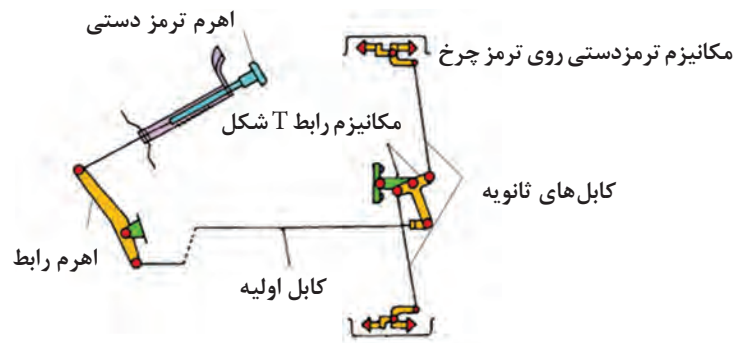
ترمز پارک خودرو زمانی به‌طور صحیح تنظیم می‌باشد که اگر اهرم ترمز پارک به تعداد ۶ تا ۸ دنده به بالا کشیده شود، چرخ‌های عقب کاملاً قفل شوند.

ترمز پارک نوع اهرمی دارای دو مکانیزم کابلی دو شاخه‌ای و با واسط  $T$  شکل می‌باشد که در شکل‌های ۲۰ و ۲۱ نشان داده شده‌اند. با توجه به شکل ۲۰ با فعال شدن ترمز پارک کابل اولیه کشیده می‌شود. این امر باعث کشیده شدن کابل ثانویه می‌گردد. کشیده شدن کابل ثانویه باعث فعال شدن مکانیزم ترمز پارک نصب شده بر روی مکانیزم ترمز چرخ می‌گردد و باعث درگیری لنت با کاسه چرخ و یا دیسک ترمز می‌شود و در نهایت باعث توقف خودرو و همین‌طور ساکن یا کم سرعت شدن خودروی در حال حرکت می‌گردد.





شکل ۲۰- مکانیزم ترمز پارک کابلی دو شاخه‌ای



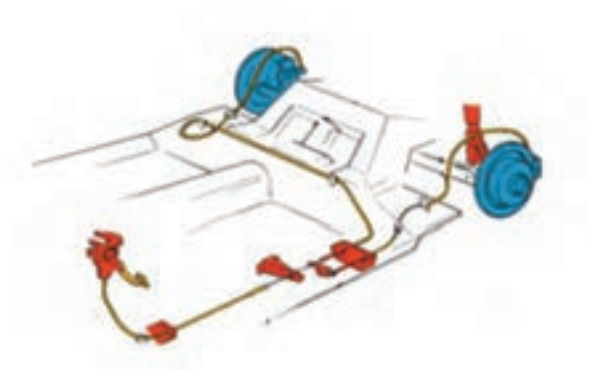
شکل ۲۱- مکانیزم ترمز پارک کابلی با واسط T شکل

با توجه به شکل‌های ۲۰ و ۲۱ روش کارکرد و مزایا و معایب هریک از مکانیزم‌های ترمز دستی نوع اهرمی را با دوستان خود به بحث بگذارید.



### ترمز پارک نوع پدالی

ترمز پارک بسیاری از خودروهای جدید از نوع پدالی می‌باشد. در این نوع مکانیزم در شکل ۲۲ نشان داده شده است، عامل راه اندازی سیستم ترمز پارک پدال می‌باشد.



شکل ۲۲- مکانیزم ترمز پارک نوع پدالی



در مورد سیستم‌های ترمز پارک با راه انداز الکتریکی، با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی پژوهش کنید.

## روش رفع عیوب بدون باز کردن اجزای اصطکاکی سیستم ترمز

اولین گام در شناسایی عیوب سیستم ترمز توجه به نشانه‌های آن می‌باشد. ایجاد صدای ناهنجار، عمل نکردن ترمز پارک، عمل نکردن میکروسوییچ چراغ ترمز، تنظیم نبودن پدال و... از نشانه‌های بروز عیب در سیستم ترمز خودرو می‌باشد که در بسیاری موارد برای شناسایی عیب نیازی به باز کردن اجزای اصطکاکی نمی‌باشد. نمودار شکل ۲۳ عیوب اجزای اصطکاکی و علت آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳- عیوب اجزای اصطکاکی



با توجه به شکل ۲۴ کدام یک از عیوب را می توان بدون نیاز به بازکردن اجزای اصطکاکی رفع نمود.

### لنت ترمز

لنت قطعه‌ای است که هنگام ترمزگیری با ایجاد اصطکاک در چرخ، انرژی جنبشی خودرو را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند تا به این طریق عمل ترمزگیری انجام شود و سرعت خودرو کاهش یابد. شکل ۲۴ نشان دهنده انواع لنت‌های به کار رفته در خودروها می‌باشد. هنگام تولید لنت، آزمایش‌های مختلفی براساس استانداردهای ملی ایران (ISIRI NO 2798) و استاندارد بین‌المللی (SAE661/JISO-4411) بر روی آن انجام می‌گردد.



شکل ۲۴- انواع لنت خودرو

با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی، آزمایش‌های انجام شده بر روی لنت‌ها براساس استانداردهای بالا را یافته و به کلاس ارائه نمایید.



با استفاده از کتاب راهنمای تعمیراتی خودروها، پارامترهای خواسته شده در جدول زیر را تکمیل نمایید.



نام خودرو	کاسه چرخ قطر داخلی	چرخ مجاز کاسه حداکثر قطر	ترمز لنت کفشک ضخامت مجاز	نوع دیسک	قطر دیسک	ضخامت دیسک	حداقل ضخامت دیسک	ترمز ضخامت لنت	حداقل ضخامت لنت
پراید									
سمند									
دنا									

فکر کنید



در جاده‌های برفی و یخ زده چگونه می‌توان سرعت خودرو را کنترل نمود؟

## بررسی سیستم ترمز اصطکاکی در حالت ایستایی و حرکتی

فعالیت  
کارگاهی



### ابزار و تجهیزات:

- ۱- تنظیم میکروسوییچ پدال ترمز را مطابق با دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو انجام دهید.
- ۲- علل به وجود آمدن صدای ناهنجار در سیستم ترمز را بررسی و چک لیست مربوطه را تکمیل نمایید.
- ۳- پدال ترمز را مطابق با دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تنظیم کنید.
- ۴- مدار الکتریکی تجهیزات اخطار دهنده ترمز را بررسی نمایید.
- ۵- کلید چراغ نشانگر ترمز دستی را تنظیم نمایید.
- ۶- کشش کابل ترمز پارک را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، تنظیم کنید. (تنظیم کورس اهرم ترمز دستی)
- ۷- پس از انجام تعمیرات سیستم ترمز، چند بار پدال ترمز را فشار دهید تا پدال زیر پا سفت شود.
- ۸- چک لیست تعمیرات را تکمیل نمایید.

نکات ایمنی



استفاده از لوازم ایمنی فردی و کارگاهی در محیط کارگاهی الزامی می‌باشد.  
هرگز از آچار بکس پنیوماتیک (بادی) برای آچار کشی استفاده نشود.

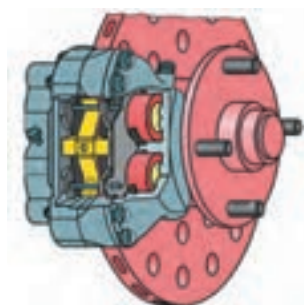
نکات

زیست محیطی



در حین و پس از انجام کار، به مسائل زیست محیطی (آلاینده‌گی محیط کار) و آراستگی (5S) محیط کار توجه کنید.

مزایا و معایب مکانیزم ترمز دیسکی که در شکل ۲۵ نشان داده شده است عبارت‌اند از:



شکل ۲۵- مکانیزم ترمز دیسکی

### مزایا:

- تأخیر کمتر در شروع فرایند ترمزگیری به دلیل فاصله کم لنت تا دیسک
- انتقال حرارت بالا و عملکرد بهتر در ترمزهای طولانی و پی در پی به دلیل اینکه دیسک با هوا در ارتباط است.
- نداشتن خاصیت قلاب شونده، که باعث می‌شود با رها کردن پدال ترمز، عمل ترمزگیری به صورت آنی خاتمه یابد.

- ایجاد صدای کمتر در حین عملکرد، نسبت به ترمز کاسه‌ای
- حساسیت کمتر در مقابل ساییدگی لنت به دلیل نیاز نداشتن به رگلاژ
- حساسیت پایین ترمز در مقابل رطوبت، گرد و غبار و غیره

### معایب:

- نیاز داشتن به نیروی بیشتر برای ترمزگیری به دلیل پایین بودن ضریب افزایش نیرو و نبود خاصیت قلاب‌کنندگی
- پیچیدگی در طراحی و ساخت سیستم ترمز پارک
- بالا بودن قیمت تمام شده

## روش عیب‌یابی، تعمیر و تعویض اجزای معیوب در مکانیزم ترمز دیسکی

نمایش فیلم باز کردن و بستن مکانیزم ترمز دیسکی

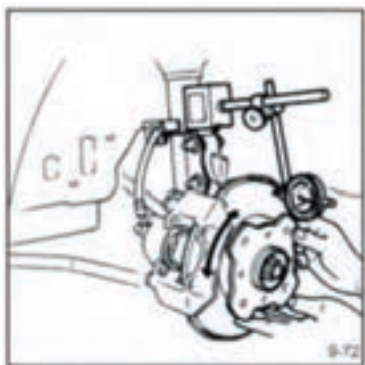
فیلم آموزشی



عیب‌یابی و تعمیرات مکانیزم ترمز دیسکی عبارت‌اند از:

### تاب برداشتن دیسک

- با توجه به شکل ۲۶ و با استفاده از ساعت اندازه‌گیری می‌توان مقدار تابیدگی دیسک ترمز را اندازه‌گیری نمود.
- توجه: برای اندازه‌گیری مقدار تاب دیسک ترمز
- ۱- بلبرینگ چرخ نباید لنگی داشته باشد.
  - ۲- نقطه اندازه‌گیری، عبارت از دورترین نقطه‌ای خارجی بر روی سطح تماس لنت و دیسک می‌باشد. (بزرگترین قطر دیسک)



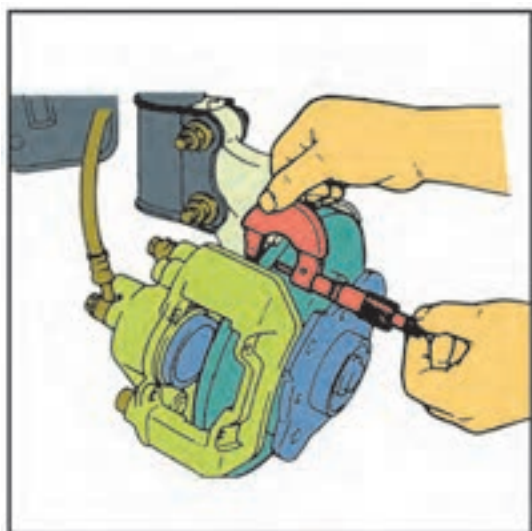
شکل ۲۶- آزمایش تاب دیسک ترمز

### ساییدگی و یا آسیب دیدگی دیسک

ضخامت دیسک ترمز را با استفاده از یک میکرومتر اندازه‌گیری و با مقدار مجاز در دستورالعمل راهنمای تعمیرات خودرو مطابقت دهید. (شکل‌های ۲۶ و ۲۷)

## عیوب لنت

- ۱- وجود هرگونه روغن یا گریس روی سطوح لنت
- ۲- ساییدگی غیر عادی و یا ترک خوردگی سطح لنت
- ۳- آسیب دیدگی و یا خمیدگی بر اثر گرمای زیاد
- ۴- حداقل ضخامت لنت



شکل ۲۷- آزمایش ضخامت دیسک ترمز

نوع کنترل	ابزار و روش کنترل	اقدام تعمیراتی
پدال ترمز	چشمی - کولیس - خط کش فلزی ۱- بررسی کورس حرکتی پدال ۲- بررسی لقی در اهرم‌بندی پدال ترمز ۳- اندازه گیری خلاصی پدال ترمز	تنظیم کورس حرکتی پدال و رفع عیب آن در صورت وجود لقی بیش از اندازه در اهرم‌بندی پدال ترمز نسبت به تعویض یا اصلاح اهرم بندی اقدام نمایید. مقدار خلاصی پدال ترمز را براساس راهنمای تعمیراتی اندازه گیری نموده و در صورت اختلاف نسبت به رفع عیب آن اقدام نمایید.
لنت‌ها	چشمی - کولیس - خط کش فلزی ضخامت لنت‌ها آینه ای شدن لنت‌ها سایش غیر یکنواخت لنت‌ها	
دیسک ترمز	چشمی - میکرومتر- ساعت اندازه گیر سایش غیریکنواخت و خط‌های عمیق برروی دیسک ضخامت دیسک تاب برداشتن دیسک	کنترل ضخامت دیسک با میکرومتر و تاب دیسک توسط ساعت اندازه‌گیر پایه مغناطیسی در صورت تاب و یا داشتن حداقل ضخامت تعویض گردد.



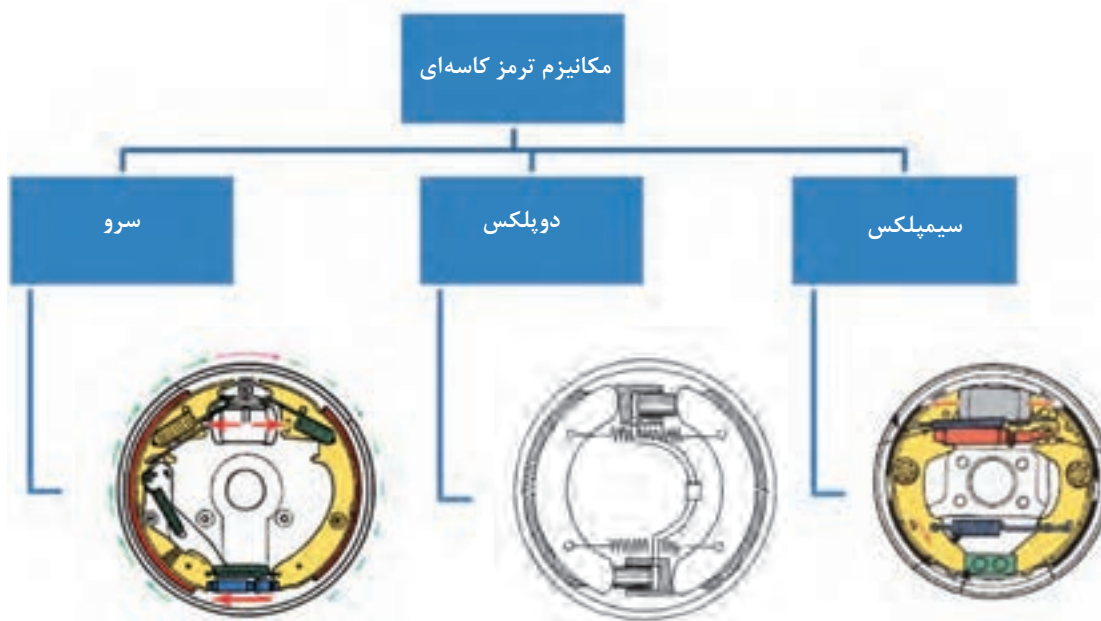
- ابزار و تجهیزات :** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی و....
- ۱- بررسی و تعیین مقدار سایش لنت‌ها را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز انجام دهید.
  - ۲- علت لرزش و صدای اجزای اصطکاکی را بررسی و چک لیست مربوطه را تکمیل نمایید.
  - ۳- لنت‌های ترمز را مطابق کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۴- مقدار ضخامت دیسک ترمز را با استفاده از میکرومتر اندازه‌گیری کرده و با مقدار استاندارد مطابقت دهید.
  - ۵- مقدار تاب دیسک ترمز را با استفاده از ساعت اندازه‌گیر پایه مغناطیسی تعیین و با مقدار مجاز مطابق کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مطابقت دهید.
  - ۶- دیسک چرخ را بر اساس کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۷- کنترل‌های لازم سیستم ترمز را انجام داده و چک لیست تعمیراتی را تکمیل کنید.



استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی و کارگاهی، محیط کارگاه الزامی است.  
برای تمیز کردن مجموعه ترمز چرخ از کمپرسور باد استفاده نکنید.

## روش عیب‌یابی، تعمیر و تعویض سیستم ترمز کشکی

نحوه عملکرد سیستم ترمز کشکی



شکل ۲۸- انواع ترمز کاسه‌ای

پس از دیدن فیلم آموزشی، عملکرد انواع سیستم‌های ترمز کفشکی جدول زیر را تکمیل نمایید.

ردیف	خصوصیت	سیمپلکس	دوپلکس	سرو
۱	تعداد کفشک			
۲	تعداد سیلندر ترمز			
۳	تعداد تکیه گاه لنت‌ها			
۴	نوع تکیه گاه لنت‌ها			

با توجه به شکل مکانیزم ترمز سیمپلکس، اعمال نیروی عکس‌العملی به کفشک سمت راست باعث می‌شود که این کفشک به سمت کاسه چرخ فشرده شود و تمایل دارد که همراه کاسه چرخ حرکت نماید. این نیرو به نیروی هیدرولیک پیستون‌ها کمک می‌کند و در نتیجه نیروی فشاری لنت به کاسه افزایش می‌یابد. این افزایش نیرو را نیروی خودزایی یا قلاب‌کنندگی گویند. از این‌رو این کفشک (کفشک سمت راست) فشاری یا محرک نامیده می‌شود.

نکته



مزایا و معایب مکانیزم‌های ترمز کاسه‌ای عبارت‌اند از:

**مزایا:**

- ۱- خاصیت قلاب‌کنندگی، که باعث افزایش نیروی ترمزی می‌شود.
- ۲- ساده‌تر و کم‌هزینه بودن طراحی و ساخت مکانیزم ترمز پارک.

**معایب:**

- ۱- ثابت بودن نیروی ترمزی در اثر نیروی کنترل نشده (قلاب‌کنندگی) کاهش می‌یابد، همچنین آزاد شدن چرخ‌ها پس از رها کردن پدال ترمز، به دلیل خاصیت قلاب‌کنندگی به تأخیر می‌افتد.
- ۲- انتقال حرارت، به دلیل تماس مستقیم نداشتن لنت‌ها با جریان هوا ضعیف صورت می‌گیرد و اثر نیروی ترمزی در ترمز گیری‌های طولانی و پی در پی کاهش می‌یابد.
- ۳- نیاز به تنظیم مستمر فاصله بین لنت و کاسه چرخ (رگلاژ چرخ ترمز) می‌باشد.

با توجه به شکل ۲۸ در مورد مکانیزم ترمزهای دو پلکس و سرو پژوهش کرده، مزایا و معایب هر یک را ذکر کنید.

تحقیق و پژوهش



فیلم آموزشی



نمایش فیلم آموزشی بازکردن و بستن مکانیزم ترمز کفشکی



## روش باز کردن و بستن مکانیزم ترمز کفشکی چرخ

پس از تحلیل نتایج آزمایش‌ها و اطمینان از نیاز به بازکردن مکانیزم ترمز کفشکی (کاسه‌ای)، جهت رفع اشکالات و انجام تعمیرات، اقدام به بازکردن این مکانیزم می‌شود.

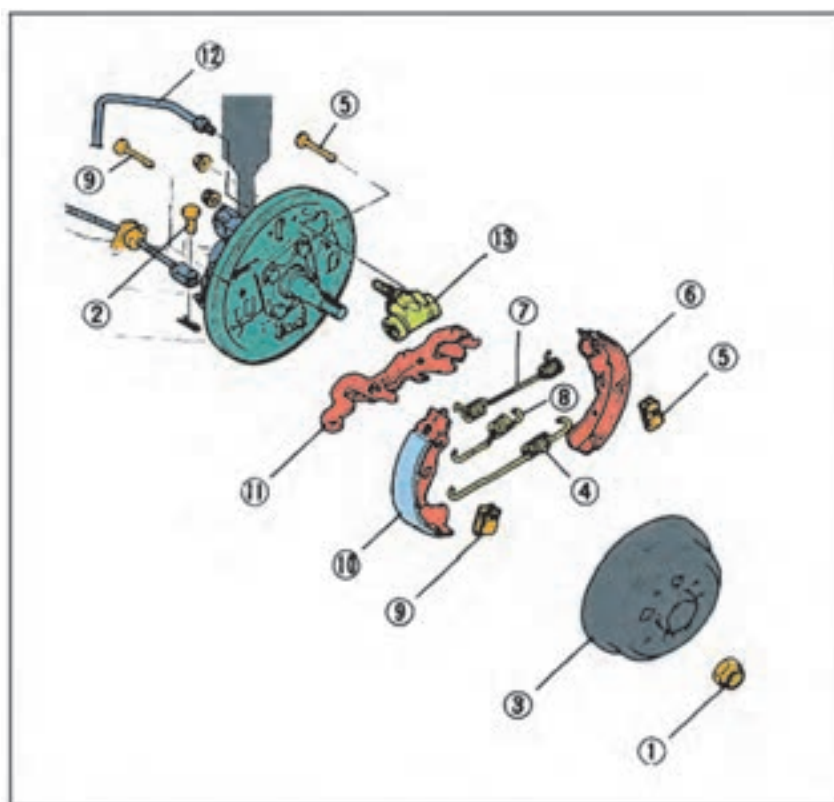
جهت پیاده‌سازی مکانیزم ترمز کاسه‌ای از روی خودرو می‌بایست تجهیزات جانبی آن مطابق دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات، ابتدا باز و بررسی‌های مربوطه انجام شود. به‌طور کلی این اقدامات عبارتند از:

- ۱- قسمت عقب خودرو را جک زده و زیر آن پایه تثبیت کننده (خرک) بگذارید.
- ۲- چرخ‌های عقب خودرو را باز کنید.
- ۳- کاسه چرخ و سایر متعلقات مکانیزم ترمز کفشکی را به ترتیب مشخص شده در کتاب تعمیرات باز کنید.

بحث کلاسی



چگونه می‌توان مقدار دو پهنی کاسه چرخ را اندازه‌گیری کرد.



- ۱- مهره قفلی
- ۲- پین سوراخ‌دار
- ۳- کاسه چرخ
- ۴- فنر برگشت (پایینی)
- ۵- پین و فنر نگهدارنده
- ۶- کفشک
- ۷- فنر برگشت
- ۸- فنر لقی‌گیر
- ۹- پین و فنر نگهدارنده
- ۱۰- کفشک
- ۱۱- قطعه رگلاژ اتوماتیک
- ۱۲- لوله ترمز
- ۱۳- سیلندر چرخ

شکل ۲۹- روش پیاده و سوار کردن مکانیزم ترمز کاسه‌ای

در خودروهایی که کاسه چرخ و تویی یکپارچه است، موقع بستن جهت تنظیم پیش بار به نکات مربوطه توجه شود.

نکته

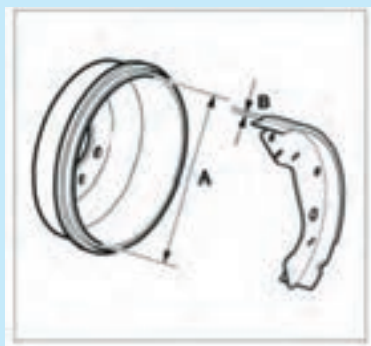


## عیب‌یابی و تعمیرات مکانیزم ترمز کفشکی

موارد زیر را در هنگام باز کردن مکانیزم ترمز کفشکی (کاسه‌ای) بازدید کرده و در صورت لزوم قطعات مربوطه را تعویض و یا تعمیر کنید.

۱- در صورت خراشیدگی و ساییدگی غیر عادی کاسه چرخ، با توجه به دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات، کاسه چرخ را تعویض کنید.

در صورت وجود اشکال جزئی در سطح داخلی کاسه چرخ، عیب موجود را با کاغذ سنباده برطرف کنید.



شکل ۳۰

- ۲- قطر داخلی کاسه چرخ را اندازه‌گیری و با مقادیر مجاز در کتاب راهنمای تعمیراتی مقایسه کنید. در صورت سایش بیش از اندازه مجاز نسبت به تعویض کاسه چرخ اقدام کنید.
- ۳- پوسته شدن، ترک خوردگی و یا سائیدگی غیرعادی لنت را کنترل و در صورت بروز هر یک از موارد فوق هر دو لنت را تعویض کنید.
- ۴- فنرهای شکسته و معیوب، عملکرد مکانیزم ترمز را با اختلال مواجه می‌کند لذا در صورت مشاهده، فنرهای شکسته و معیوب را تعویض نمایید.
- ۵- لنگی کاسه چرخ با کمک ساعت اندازه‌گیری بررسی و در صورت لنگی بیش از حد تعویض شود.

## تعمیرات سیستم ترمز پارک

ترتیب پیاده و سوار کردن اهرم ترمز پارک را مشاهده نمایید.

پس از باز کردن مجموعه اهرم ترمز دستی بر طبق شکل ۳۱ موارد زیر را بررسی و در صورت لزوم تعویض نمایید.

- ۱- سائیدگی و یا آسیب دیدگی دندان جفجه
- ۲- شکستگی و یا ضعیف بودن فنر

توجه

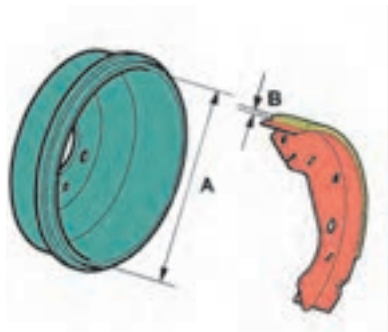


فیلم آموزشی



توجه



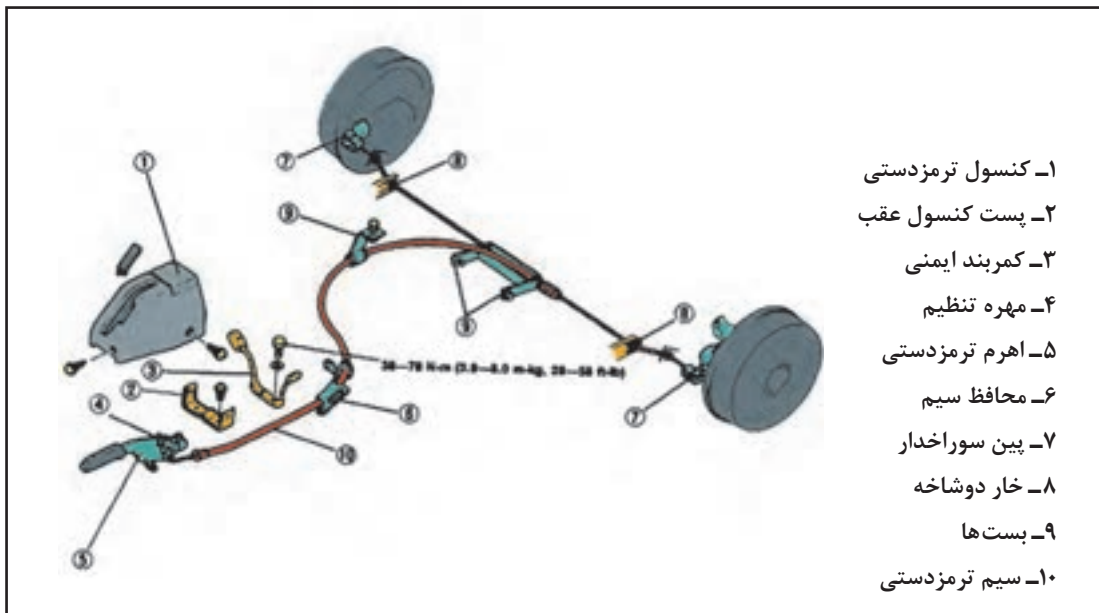


شکل ۳۱

## روش تعویض و تنظیم کلید نشانگر ترمز دستی

### ترتیب تعویض و تنظیم کابل ترمز دستی

- ۱- خودرو را به وسیله جک بالا برده و زیر آن خرک بگذارید.
- ۲- قطعات را به ترتیبی عددی که در شکل نشان داده شده است باز کنید.
- ۳- روش بستن قطعات عکس روش باز کردن آنها می باشد.



شکل ۳۲- روش پیاده و سوار کردن مکانیزم ترمز دستی (منبع کتاب تعمیرات ترمز پراید)



با استفاده از کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، ابزارهای مخصوص جهت بازکردن مکانیزم ترمز کاسه‌ای را یافته و دلیل استفاده از ابزار مخصوص را توضیح دهید.



- ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، جعبه ابزار مکانیکی و....
- ۱- بررسی و تعیین مقدار سایش اجزای اصطکاکی ترمز را مطابق دستورالعمل کتاب راهنمای تعمیرات سیستم ترمز، انجام دهید.
  - ۲- علت لرزش و صدای اجزای اصطکاکی را بررسی و چک لیست مربوط را تکمیل نمایید.
  - ۳- عملکرد اجزای مکانیکی مکانیزم ترمز پارک را آزمایش نموده و چک لیست مربوط را تکمیل نمایید.
  - ۴- لنت‌های ترمز کاسه‌ای را مطابق دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۵- مقدار قطر داخلی کاسه ترمز را با استفاده از کولیس داخل سنج اندازه‌گیری کرده و با مقدار استاندارد مطابقت دهید.
  - ۶- مقدار دوپه‌نی کاسه ترمز را با استفاده از کولیس داخل سنج تعیین و با مقدار مجاز در کتاب راهنمای تعمیرات، مطابقت دهید.
  - ۷- طبق لنت‌های کفشکی را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۸- کلید چراغ نشانگر ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۹- کابل ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۱۰- اهرم‌بندی ترمز پارک را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیرات سیستم ترمز تعویض و تنظیم کنید.
  - ۱۱- کنترل‌های لازم و آماده‌سازی و بهره‌برداری سیستم ترمز را انجام دهد.

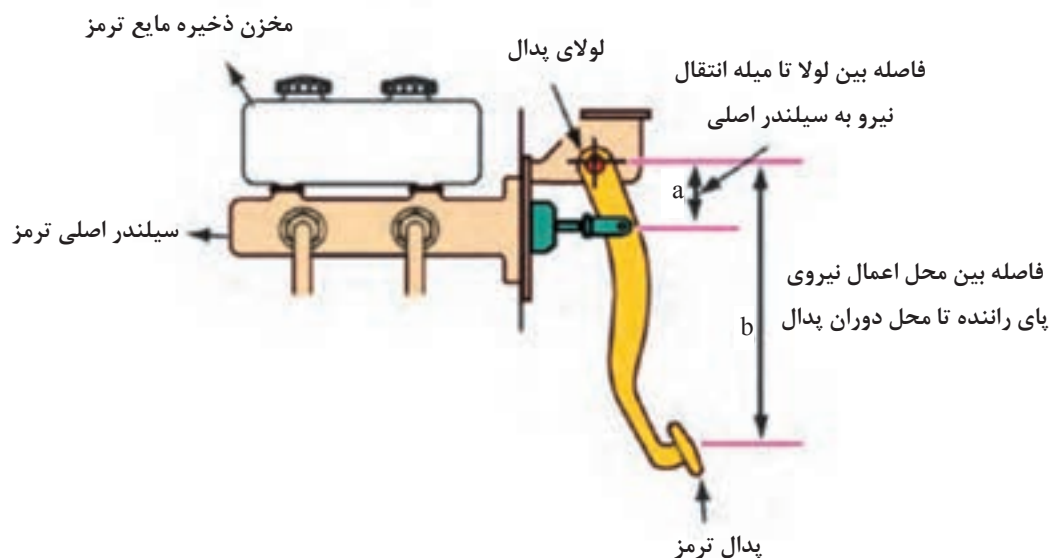


استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی و کارگاهی محیط کارگاه الزامی است. به محل قرارگیری آچار بر آچارخور پیچ و مهره توجه کنید زیرا بی دقتی سبب آسیب دیدن دست، پیچ یا مهره می‌شود.

برای تمیزکردن مجموعه ترمز چرخ، از کمپرسور باد استفاده نکنید جهت جلوگیری از تنفس گرد ساییده شده لنت‌ها، از ماسک محافظ استفاده نمایید.

## پدال ترمز

اولین قسمت سیستم ترمز، پدال ترمز است که برای فعال‌سازی سیستم ترمز توسط راننده به کار می‌رود. مکانیزم پدال باعث افزایش نیروی پای راننده می‌شود تا نیروی اعمالی به پیستون سیلندر اصلی افزایش یابد. شکل ۳۳ مکانیزم پدال ترمز و چگونگی افزایش نیرو توسط پدال را نشان می‌دهد. این مقدار افزایش نیرو که از قانون اهرم‌ها پیروی می‌کند، برابر با  $b/a$  است.



شکل ۳۳- مکانیزم اهرم پدال ترمز

فیلم پیاده‌سازی، تعمیر، تعویض، نصب و تنظیم اجزای مجموعه پدال ترمز

فیلم آموزشی



با استفاده از منابع موجود، انواع مکانیزم‌های پدال ترمز نصب شده بر روی خودروها را بیابید و در گزارشی مزایا و معایب هریک را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش کنید



## بازدیدهای پدال ترمز

در هنگام باز کردن پدال ترمز، موارد زیر را بازدید و در صورت لزوم تعویض نمایید.

- ۱- ساییدگی بوش‌ها
- ۲- خمیدگی پدال
- ۳- ساییدگی و یا خرابی لاستیک روی پدال
- ۴- خمیدگی پیچ
- ۵- خرابی و یا ضعیف بودن فنر برگشت



- ابزار و تجهیزات:** خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، ابزار مخصوص، جعبه ابزار مکانیکی، جک بالابر، پایه تثبیت کننده (خرک)، کولیس، روان ساز و ....
- ۱- پدال ترمز را براساس دستورالعمل راهنمای تعمیراتی سیستم ترمز تعویض نمایید.
  - ۲- ارتفاع و خلاصی پدال ترمز را تنظیم نمایید.
  - ۳- میکروسوییچ پدال را تعویض و تنظیم نمایید.
  - ۴- کنترل نهایی سیستم ترمز را انجام دهید.

## ارزشیابی شایستگی تعمیر اجزای اصطکاکای ترمز

### شرح کار

مشاهده و بررسی سطوح اتکای جک زیر خودرو - کنترل میزان سایش لنت‌های دیسکی مطابق شاخص سایش - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکای مطابق دستورالعمل - آزمون‌های ایستایی و حرکتی - کنترل لقی و گریپاژ پدال ترمز - آزمایش عملکرد اجزای مکانیکی سیستم ترمز پارک (خوردگی اتصالات، گریپاژ کابل در غلاف، عملکرد تاج خروسی و...) - مشاهده روش بررسی مدارهای الکتریکی (کلید ترمز دستی، سنسور پدال ترمز و مدار اتمام لنت) - مشاهده چک لیست تکمیل شده - بررسی روش تعویض لنت ترمزهای دیسکی مطابق دستورالعمل - کنترل ابعادی دیسک - بررسی روش تعویض لنت ترمز کفشکی مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض کاسه چرخ مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض صفحه لنت‌های کفشکی مطابق دستورالعمل - بررسی روش تعویض پدال ترمز مطابق دستورالعمل

تطابق ارتفاع و خلاصی پدال ترمز با دستورالعمل تعمیرات - بررسی صحت عملکرد چراغ اخطار ترمز - بررسی عملکرد اهرم ترمز پارک

کنترل عملکرد کلید چراغ نشانگر ترمز پارک - کنترل عملکرد ترمز پارک - کنترل کشش کابل ترمز پارک مطابق دستورالعمل

بررسی عملکرد اجزای اصطکاکای سیستم ترمز پس از تعمیر

**استاندارد عملکرد:** با استفاده از تجهیزات لازم و دستورالعمل‌های تعمیرات موتور، ضمن بررسی و آزمایش‌ها اجزای اصطکاکای ترمز، تعمیرات لازم روی خودروهای سواری موجود را انجام دهد

### شاخص‌ها

رفع عیوب بدون باز کردن اجزای اصطکاکای سیستم ترمز (ایجاد صدای ناهنجار، تنظیم نمودن میکرو سوئیچ ترمز، تنظیم نبودن پدال، آزمایش مدار الکتریکی تجهیزات اخطار دهنده ترمز، تنظیم نبودن کلید چراغ نشانگر ترمز پارک در محل نصب، تنظیم نبودن کشش کابل ترمز پارک، بررسی سیستم اصطکاکای ترمز در حالت ایستایی و حرکتی، تکمیل چک لیست اطلاعات تعمیر - کنترل میزان سایش لنت‌های ترمز دیسکی - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکای - تعویض لنت ترمز دیسکی تعیین میزان تاب داشتن دیسک - تعیین ضخامت دیسک - تعویض دیسک چرخ - کنترل و آماده سازی سیستم ترمز - تعیین لرزش و صدای اجزای اصطکاکای آزمایش عملکرد اجزای مکانیکی سیستم ترمز پارک - تعیین لنگی کاسه ترمز تعیین ضخامت کاسه ترمز - تعویض لنت ترمز کفشکی - تعویض کاسه چرخ - تعویض طبق لنت‌های کفشکی - تعویض اهرم دستی ترمز پارک - تعویض و تنظیم کلید چراغ نشانگر ترمز پارک - تعویض و تنظیم کابل ترمز پارک - تعویض اهرم بندی ترمز پارک - تنظیم و کنترل نهایی مکانیزم ترمز پارک - کنترل و آماده سازی سیستم ترمز - تعویض پدال ترمز - تنظیم ارتفاع و خلاصی پدال ترمز - نصب و تنظیم کلید ترمز - کنترل نهایی سیستم ترمز

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

ابزار مخصوص، جعبه ابزار مکانیکی، جک بالابر، پدال ترمز، لنت ترمز دیسکی، لنت ترمز کفشکی، خودرو، کتاب راهنمای تعمیرات خودرو، دیسک چرخ، کاسه چرخ، کلید ترمز، خرمک، میکرومتر، ساعت اندازه گیر، کولیس، روانساز، کابل‌های ترمز پارک، اهرم ترمز پارک (داخل اتاق)، کلید ترمز پارک، مجموعه اهرم بندی کابل ترمز، تورک متر، آوامتر

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رفع عیب بدون باز کردن اجزای اصطکاکای از روی خودرو	۲	
۲	تعمیر اجزای اصطکاکای ترمز دیسکی	۲	
۳	تعمیر اجزای اصطکاکای ترمز کفشکی	۲	
۴	تعویض پدال ترمز	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و رعایت نکات زیست محیطی و با در نظر گرفتن خطرات در فرایند انجام کار، اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب کلیه مکانیزم‌ها و اجزاء مکانیکی ترمز اصطکاکای		۲
	<b>میانگین نمرات</b>		

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.