

**دانشگاه علم و صنعت ايران**

**واحد اراک**

**موضوع:**

**طراحي و عملکرد سيستم ترمز و انواع ترمز**

**استاد راهنما:**

**دانشجو:**

[**مقدمه** 4](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097747)

[**انواع ترمزها** 5](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097748)

[**ترمز ديسکي** 6](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097749)

[**کاليپر چهار پيستوني** 7](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097750)

[**ترمز کاسه اي** 8](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097751)

[**استقرار ترمز کاسه اي** 9](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097752)

[**انواع ترمز کاسه اي** 10](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097753)

[**ترمز کاسه اي خود تنظيم** 11](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097754)

[**فواصل ايمني ترمز** 12](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097755)

[**انتقال وزن** 13](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097756)

[**ضعيف شدن ترمز** 14](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097757)

[**کاهش سرعت و توقف اتومبيل** 15](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097758)

[**هيدروليک در ترمز** 15](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097759)

[**لنت ترمز** 17](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097760)

[**اثر فاكتورهاي مختلف بر خواص سايشي لنت ترمز :** 18](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097761)

[**1- اثر سرعت :** 18](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097762)

[**2- اثر بار :** 19](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097763)

[**3- اثر دما :** 20](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097764)

[**4- اثر اندازه ذرات سايشي :** 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097765)

[**تأثير اندازه ذرات سايشي بر نرخ فرسايش ويژه** 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097766)

[**طراحي ترمز** 22](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097767)

[**ترمزهاي ديسکي** 25](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097768)

[**ترمزهاي کاسه اي** 28](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097769)

[**ترمزهاي کاسه اي ( استوانه اي ) با کفشک کوتاه خارجي** 29](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097770)

[**عملکرد ترمز خود قفل کن** 30](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097771)

[**ترمز کاسه اي با کفشک بلند خارجي** 31](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097772)

[**ترمز هاي کاسه اي با کفشک بلند داخلي** 35](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097773)

[**ترمز هاي لقمه اي ( نواري)** 36](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097774)

[**عملكرد سيستم ترمز** 41](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097775)

[**شتاب کند شونده:** 41](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097776)

[**انرژي / توان** 42](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097777)

[**نيروهاي ترمز کننده:** 43](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097778)

[**مقاومت غلتشي** 43](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097779)

[**نيروي مقاوم آيروديناميک** 45](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097780)

[**نيروي مقاومت انتقال قدرت** 46](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097781)

[شيب 46](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097782)

[**ترمزها** 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097783)

[**ضريب ترمز** 47](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097784)

[**اصطکاک چرخ – جاده** 51](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097785)

[**ارتباط با عملکرد خودرو** 55](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097786)

[**سرعت** 55](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097787)

[**فشار باد** 56](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097788)

[**بار عمودي** 56](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097789)

[**انتظارات ملي براي عملکرد ترمز** 57](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097790)

[**تناسب ترمز** 59](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097791)

[سيستمهاي ترمز ضد قفلABS 66](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097792)

[**راندمان ترمز** 68](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097793)

[**محاسبه عملکرد ترمز(مسافت توقف) خودروي پژو آردي** 70](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097794)

[**نتيجه گيري :** 72](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097795)

[**پيشنهادات** 72](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097796)

[**ضمائم** 74](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097797)

[**مراجع** 77](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز\طراحي%20و%20عملکرد%20سيستم%20ترمز.doc#_Toc125097798)

**بخش اول**

**طراحي سيستم ترمز**

**چکيده :**

اين پروژه شامل دو بخش مي باشد که در بخش اول توضيحات کلي در مورد ترمز و همچنين انواع ترمزها شامل ترمزهاي ديسکي و کاسه اي و چگونگي کارکرد آنها مورد بررسي قرار مي گيرد ، در ادامه به توضيح مباحثي همچون فواصل ايمني ترمز ، انتقال وزن ، ضعيف شدن ترمز ، کاهش سرعت و توقف اتومبيل وهيدروليک ترمز مي پردازيم . بعد از آن يکي از مهمترين پارامترهاي ترمز يعني لنت ترمز مورد بررسي قرار مي گيرد . عوامل مژثر در آن بطور مفصل بحث شده است . در آخر اين بخش مراحل طراحي ترمز هاي ديسکي و کاسه اي ( کفشک بلند خارجي ، کفشک کوتاه خارجي ، کفشک بلند داخلي و ترمزهاي نواري ) گفته مي شود .

در بخش دوم عملکردسيستم ترمز را بررسي مي کنيم معادلات كلي در راستاي X را براي عملكرد ترمز مي توان از قانون دوم نيوتن به دست اورد. به طور كلي نيروهاي وارد بر خودرو را مي توان مطابق زير نشان داد بنابر اين داريم :



كه در ان:

=wوزن وسيله نقليه

=gشتاب جاذبه زمين

Dx=-ax=شتاب کند شونده خطي

=Fxfنيروي ناشي از ترمز- وارد شده بر اکسل جلو

=Fxrنيروي ناشي از ترمز- وارد شده بر اکسل عقب

=DAنيروي آيروديناميک

=زاويه شيب يا سر بالايي

هستند.

نيروهاي ترمز چرخهاي عقب و جلو از گشتاور ترمزها ناشي مي شود و با نيروي مقاوم غلتشي و اصطکاک لغزشي ساچمه ها در بلبرينگ و نيروي مقاوم حاصله از شيب مسير حرکت و نيروي مقاوم آيروديناميک همراه هستند.

# 

# **مقدمه**

اكثر كساني كه با كار وسايل نقليه آشنا هستند و يا براي مدتي رانندگي كرده‌اند بر اين اعتقادند كه متوقف كردن اتومبيل مهمتر از به حركت در آوردن آن مي‌باشد. اتومبيلي كه روشن نمي‌شود ممكن است باعث عصبانيت راننده‌اش گردد ولي هيچ‌گونه خطري براي راننده، عابرين و حتي خود اتومبيل نخواهد داشت. در حاليكه اگر ترمزهاي اتومبيلي درست كار نكند مي‌تواند يك تله مرگ باشد. ترمز مكانيزمي براي كاستن سرعت اتومبيل و يا بازداشتن آن از حركت كامل است. دراين فرآيندها، انرژي جنبشي ماشين توسط كار سايشي به حرارت تبديل مي‌شود .

امروزه سيستم ترمز اتومبيل به سه قسمت اصلي تقسيم مي‌شود :

**1- ديسك :** كه به همراه چرخها مي‌چرخد، اولين قسمت كوپل سايشي مي‌باشد . نوع ديسك تأثير زيادي روي مقدار فرسايش ويژه مي‌گذارد . ديسك معمولاً از جنس چدن خاكستري ساخته مي‌شود. زيرا در مقايسه با چدنهاي ديگر داراي هدايت حرارتي بالاتري هستند كه اين به دليل ساختار صفحه‌اي آن مي‌باشد. در سالهاي اخير از مواد ديگري نظير آلومينيم تقويت شده با sic، كامپوزيت sic/c و كربن زينتر شده نيز استفاده مي شود .

**2- لنت ترمز :** دومين قسمت كوپل سايشي مي‌باشد. در هنگام ترمز، لنت به ديسك توسط پيستون هيدروليكي فشار وارد مي‌كند. نيروي سايشي بين لنت و ديسك چرخان، انرژي جنبشي وسايل نقليه را به حرارت تبديل مي‌كند .

**3- سيستم هيدروليكي :** نيروي ترمز را از پدال به پيستون هيدروليكي انتقال مي‌دهد و پيستون نيز لنت را به ديسك فشار مي‌آورد .

امروزه دو نوع ترمز وجود دارد : ترمزهاي ديسكي و ترمزدهاي درام .

ترمزهاي درام زودتر طراحي شده‌اند و تا سال 1960 نيز در همه ماشينها از اين نوع استفاده مي‌شده است. امروزه اين نوع ترمز در اتوبوسها و كاميونها استفاده مي‌شوند. اخيراً ترمزهاي ديسكي براي ماشينهاي سنگين پيشنهاد شده‌اند .

مهم‌ترين اختلاف بين اين دو نوع ترمز طراحي لنت و ديسك مي‌باشد. ولي سيستم هيدروليكي آنها يكسان مي‌باشد . طراحي ترمزها بر جريان حرارت، خواص صدايي و راحتي تعويض تاثير مي‌گذارد . شكل 1 شماتيكي از سيستم ترمز به همراه درام و ديسك را نشان مي‌دهد .

ترمزهاي ديسكي شامل دو لنت هستند كه دو طرف ديسك قرار دارند و از دو طرف ديسك را نگه مي‌دارند . در اين نوع ترمزها نيروي سايشي بين لنت و ديسك عمود بر نيروي عمود بر صفحه لنت مي‌باشد و بر آن تأثير نمي‌گذارد . بنابراين نيروي ترمز با نيروي عمودي رابطه خطي دارد. در نتيجه در ترمزهاي ديسكي نيروي پدال بالاتري در مقايسه با ترمزهاي درام ايجاد مي‌شود و بهتر ترمز مي‌گيرند. در ترمزهاي ديسكي لنت 7 تا 25 درصد سطح ديسك را مي‌پوشاند .