



انتشارات آراه نوین

دینامیک خودرو

تالیف :

مهندس محمد محمدی بوساری

استاد دانشگاه شهید رجایی

(مؤلف برگزیده هفتمین جشنواره کتاب های آموزشی رشد)

ویراستار علمی:

اعظم محمدی بوساری

سرشناسه : محمدی بوساری، محمد، ۱۳۲۲-
 عنوان و پدید آور : دینامیک خودرو/ تألیف محمد محمدی بوساری؛
 ویراستار علمی: اعظم محمدی بوساری
 مشخصات نشر : تهران: راه نوین: ۱۳۹۲ مشخصات ظاهری: ۴۰۶ ص
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۷۲-۵۳-۳
 موضوع : دینامیک خودرو
 شناسه افزوده : محمدی بوساری اعظم، ویراستار
 رده بندی دیویی: ۶۲۹/۲ رده بندی کنگره: ۹۱۳۹۲/م/۳/۴۲۴۳ TL
 شماره کتابشناسی ملی: ۳۱۸۰۵۶۷



انتشارات راه نوین

دینامیک خودرو

مهندس محمد محمدی بوساری

ویراستار علمی:

اعظم محمدی بوساری

چاپ و صحافی: پژمان

چاپ یکم ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۷۲-۵۳-۳

قیمت: ۱۸۰/۰۰۰ ریال

نشانی: تهران، میدان انقلاب اسلامی، ابتدای خیابان کارگر جنوبی، کوچه

رشتچی، شماره ۳۸، طبقه ۲، واحد ۵

تلفن: ۶- ۶۶۵۷۴۱۱۵ - ۶۶۹۱۳۸۲۳ - ۶۶۹۱۳۹۸۸

حمد و ستایش مخصوص خداوندی است که سیطره‌اش بر جهان گسترده شده و فرمانش نافذ و حکیمانه و قدرتش چنان است که وقتی می‌گوید کن (باش) پس می‌شود (فیکون).

با این ظرف کوچک و درک محدود چگونه توان دریافت و فهم بینهایت بزرگ را می‌توان داشت و لذا سبحان! ... گفتن تنها ذکر شایسته و بایسته در این عرصه لایتناهی است.

پس از اظهار عبودیت به پیشگاه آن بزرگ که رحمتش بر غضبش پیشی دارد و با رجاء واثق که بر ما ببخشد و با فضل خویش بر ما داوری می‌کند (ان شاء الله)، کتاب دینامیک خودرو را جهت تألیف و انتشار با این هدف برگزیدیم که خلاء در این حوزه را احساس کردم و نیاز علاقمندان به خودرو را در زمینه مورد بحث تشخیص دادم.

دامنه دینامیک خودرو بسیار گسترده است و بازه آن از لحظه شروع حرکت خودرو تا حرکت در جاده‌های متفاوت از نظر ضریب اصطکاک، شیب و با آتمسفر ساکن و متحرک تا لحظه توقف می‌باشد. بنابراین برای شناخت رفتار خودرو و در مواجهه با پدیده‌های مختلف مسیر حرکت نیاز به تجزیه و تحلیل نیروهای عمل‌کننده به عنوان ورودی‌های سیستم و نیروی‌های عکس‌العمل خودرو برای جذب و آرام‌سازی نیروها به عنوان خروجی سیستم می‌باشد.

سپس بر اساس قاعده هزینه و فایده، باید خروجی‌های سیستم با ورودی‌های سیستم مقایسه شود، تا دستاورد سیستم قابل احصا و شمارش باشد.

به این دلیل رفتار تایر، رفتار بدنه، موتور، سیستم انتقال قدرت به صورت علمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این رهگذر از تجهیزات آزمایشی دقیق استفاده شده و تجربه دیگران را که در این زمینه سابقه طولانی‌تری دارند به کمک گرفته‌ام. برای درک بهتر مطالب پس از طرح هر مطلب علمی و تجربی مثال‌های کاربردی و کمی در روی اجزای خودرو مطرح گردیده و حل شده است تا علاقمندان روش کمی روابط علمی را فراگیرند.

برای مثال اصول طراحی جعبه دنده و دیفرانسیل و نسبت‌های مختلف تبدیل گشتاور در خط انتقال قدرت با توجه به ظرفیت موتور مورد بحث واقع شده و اصول علمی در این زمینه مطرح و مثالهایی برای داشتن معیارهای کاربردی عرضه شده است.

نکته دیگر پرداختن به تغییرات و دستکاری در سیستم فنربندی، تعلیق، بدنه و لاستیک هایست که برخی از علاقمندان به خودرو در آن اعمال می‌کنند. این تغییرات اگر موافق اصول دینامیکی انجام شود، زیان‌های جبران‌ناپذیری به بار می‌آورد مانند تغییر ارتفاع تعلیق خودرو، تغییر برنامه ECU و یا استفاده از دستگاه‌های خارجی وارداتی مانند CHIP TUNE برای افزایش شتاب‌گیری و قدرت موتور.

باید دانست در فرآیند برنامه‌ریزی نقشه حافظه ECU شرکت‌های بزرگ خودروسازی در ماشینگاه‌های مجهز موتور، بدنه، انتقال قدرت و ... از انواع شبیه‌سازی‌های که در اختیار دارند استفاده و به نسبت به شرایط بازسازی محیطی و اقلیمی که خودرو در آن واقع می‌شود پارامترها را تعیین و پس ECU را با این پارامترها کالیبره می‌کنند. بنابراین اقدام به تغییر پارامترها، اگرچه بعضی‌ها ناخواسته

را تامین می‌کند (شتاب‌گیری خودرو)، اما در خیلی از پارامترها به عمر مفید قطعات موتور تأثیر منفی می‌گذارد.

مثلاً آوانس کردن زمان جرقه شمع یا سوخت و افزودن به مقدار سوخت ظاهراً قدرت و شتاب را بالا می‌برد. اما پیامدهای آن، از استاندارد خارج شدن فرآیند احتراق استوکیومتریک، افزایش درجه حرارت در پیستون، سوپاپ‌ها، سرسیلندر، مانیفولد دود و غیره است. مثال دیگر تغییر نقطه ثقل خودرو با کاستن طول فنر یا افزایش بار در روی تعلیق خودرو است. این مسئله اگر طبق اصول نباشد، محور غلتش خودرو را تغییر می‌دهد و پایداری خودرو در هنگام پیچیدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مسئله آرامش سرنشینان خودرو در یک سفر طولانی و این که ارتعاشات تا چه حدی شنیدنی و تا چه حدی غیرقابل شنیدن است و منابع تولید ارتعاشات در کجا قرار دارد و روش رفع آن چگونه است موضوع اصلی کیفیت هر خودرویی است همه این مثال‌ها و دیگر مطالب مربوط به دینامیک خودرو در این کتاب به قسمتی از این نیازها پرداخته‌ام و از تجربیاتی که از تدریس دینامیک خودرو در دانشگاه شهید رجایی داشته‌ام و درس را برای دانشجویان تربیت دبیر دوره کارشناسی ناپیوسته ارائه داشته‌ام استفاده کرده و نتیجه به صورت حاضر درآمده است. در خاتمه از علاقمندان و صاحب‌نظران استدعا دارم نظرات ارزشمند خود را اطلاع دهند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

Email: MMB_1051@yahoo.com

مؤلف محمد محمدی بوساری

تابستان ۹۲

سرگذشت مولف

محمد محمدی بوساری، سال ۱۳۲۲ شمسی در شهر تهران به دنیا آمد. تحصیلات ابتدایی و دبیرستان خود را با موفقیت پشت سر گذاشت و سپس برای ادامه تحصیل به دانشگاه علم و صنعت رفت و مدرک لیسانس خود را در رشته مکانیک از این دانشگاه دریافت کرد. وی ۱۵ سال به عنوان هنرآموز و سه سال به عنوان رئیس هنرستان فعالیت کرد و مدت ها نیز به تدریس در مراکز علمی و دانشگاه های دولتی و آزاد پرداخت. به خصوص در عرصه صنعت خودرو، به نشر مفاهیم علمی و تخصصی همت گماشت. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، در مدت بازگشایی دانشگاه ها، به عنوان گروه برنامه ریزی آموزشی آموزشکده های تربیت معلم و انستیتوهای تکنولوژی بود. علاوه بر آن عضویت در کمیته برنامه ریزی علمی - کاربردی دفتر امور مدارس عالی و کمیته برنامه ریزی دفتر تحقیقات وزارت آموزش و پرورش نیز در سوابق وی دیده می شود.

بوساری به دلیل فعالیت های گسترده علمی خود بر اساس رای مورخ ۱۳۷۳ کمیته تشخیص کارکنان خلاق (دفتر آموزشی ارزشیابی و بورس های سازمان امور استخدامی کشور) حائز مدرک فوق لیسانس شده. وی که از پرکارترین مولفان کتاب های درسی کشور به شمار می رود، با بیش از ۳۵ سال سابقه همکاری در این زمینه، بیش از ۳۰ کتاب تالیف کرده و به عرصه علم و صنعت تقدیم داشته است. در همین رابطه در سال ۱۳۸۴ در مراسم تقدیر از مولفان برتر و قلم های ماندگار مورد تشویق و قدردانی قرار گرفت.

مولف سال ها در مراکز تربیت معلم و تربیت دبیر فنی به تدریس اشتغال داشته و مدیر گروه رشته مکانیک خودرو در دانشگاه شهید رجایی بوده است.

بوساری در کنار فعالیت های خود در آموزش و پرورش، در مراکز دانشگاهی نیز حضور چشم گیری داشته است که نزدیک به دو دهه سابقه تدریس در این مراکز مؤید آن است. وی جزوات گوناگونی نیز برای تدریس در دانشگاه رجایی درباره جعبه دنده های اتومکانیک، استاتیک، دستگاههای الکتریکی خودروها، تئوری حرکت و دینامیک خودروها، تکنولوژی پیشرفته و کاربرد آن در خودروها، تالیف کرده است.

مقالات متعددی نیز در این زمینه موضوعات تخصصی مورد فعالیت خود به خصوص صنعت خودرو تالیف کرده است و در همایش های داخلی ارائه داده است. از جمله این مقالات می توان به این

موارد اشاره کرد:

آنرودینامیک خودرو، همایش بهبود کیفیت خودرو (۱۳۷۶)، محیط زیست و خودرو (۱۳۸۲)، خدمات پس از فروش (۱۳۸۲)، سوخت رسانی کاربراتوری Clc (۱۳۸۲)، سوخت رسانی انژکتوری ساژم وزیمنس (۱۳۸۲) و خدمات پس از فروش خودرو (۱۳۸۳).

گذراندن دوره های تخصصی آموزشی گوناگون در داخل کشور و دوره تخصصی آموزشی در کشور فرانسه، کارنامه پربار اجرایی و کارشناسی بوساری به چشم می خورد.

وی که بیش تر فعالیت خود را صرف تحقیق و پژوهش و آموزش در صنعت خودرو و خدمات جانبی آن کرده است، در گروه خودروسازی سایپا به مدت ۱۰ سال فعالیت داشته و رییس برنامه ریزی آموزش بوده است.

مؤلف سال هاست تالیفات خود را با همکاری انتشارات راه نوین به چاپ رسانیده که مورد استفاده آموزشگاه ها، دانشگاه ها، اساتید، دانشجویان، هنرجویان، تعمیرکاران و علاقمندان به تکنیک خودرو بوده است.

کتاب هایی که تاکنون منتشر شده است :

- ۱- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری خودروهای پراید و رنو (برنده جایزه و لوح تقدیر از هفتمین جشنواره کتاب های آموزشی رشد) (چاپ پنجم ۱۳۹۱)
- ۲- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری خودروی پراید (چاپ پنجم ۱۳۹۱)
- ۳- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری سیستم های مختلف پژو ۲۰۶ (چاپ دوم ۱۳۹۲)
- ۴- اصول و مبانی تعمیر سیستم های سوخت رسانی موتور های دیزل جدید (چاپ دوم ۱۳۹۲)
- ۵- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری خودرو سهند (چاپ دوم ۱۳۹۱)
- ۶- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری برق خودرو سهند (چاپ دوم ۱۳۹۱)
- ۷- اصول و مبانی، عیب یابی و تعمیرات سیستم برق خودرو درجه او ۲ (چاپ یکم ۱۳۹۲)
- ۸- اصول و مبانی مکانیک خودرو به زبان ساده (چاپ یکم ۱۳۹۱)
- ۹- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری خودروی ال ۹۰ (چاپ یکم ۱۳۹۱)
- ۱۰- الکترونیک خودروهای سواری و تجاری (سبک و سنگین) (چاپ یکم ۱۳۹۱)
- ۱۱- دینامیک خودرو (چاپ اول ۱۳۹۲)
- ۱۲- اصول و مبانی تعمیر و نگهداری خودروی رنو (چاپ یکم ۱۳۹۲)

مقدمه.....	۲
------------	---

بخش اول:

فصل اول: شناخت نیروهای مؤثر بر خودرو

۱-۱ شناخت محورهای حرکتی خودرو.....	۱۶
۱-۲ شناخت متغیرهای حرکتی خودرو.....	۱۶
۱-۳ محورهای حرکتی خودرو در سطح زمین.....	۱۷
۱-۴ نیروها و گشتاورهای وارد بر خودرو.....	۱۷
۱-۵ نیروی خالص برای شتاب‌گیری خودرو.....	۱۸
۱-۶ روش اندازه‌گیری قدرت تلف شده در خط انتقال قدرت.....	۱۸
۱-۷ راندمان خط انتقال قدرت.....	۲۰
۱-۸ نیروی تلف شده در سیستم انتقال قدرت.....	۲۱
۱-۹ شرح نیروهای مقاوم مکانیکی در خط انتقال قدرت.....	۲۳
۱-۱۰ نیروی مقاوم خارجی در مقابل حرکت خودرو.....	۲۵
۱-۱۱ نیروی سطح شیب‌دار.....	۳۱
۱-۱۲ نیروی مقاوم هوا.....	۳۲
۱-۱۳ نیروی شتاب‌دهنده خودرو.....	۴۳

فصل دوم: روش تعیین عوامل مؤثر بر ضریب مقاومت هوا

۲- روش تحلیلی.....	۴۸
۲- انتخاب دیمانسیون پایه.....	۴۹
۲- روش تعیین ضریب مقاومت هوا در تونل باد.....	۵۳
۲- بهینه‌سازی خواص آئرودینامیکی خودرو.....	۵۶

فصل سوم: دینامیک موتور خودرو

- ۱-۳ منحنی مشخصه موتور و سیستم انتقال قدرت..... ۸۸
- ۲-۳ انواع دینامومتر موتور..... ۹۰
- ۳-۳ محاسبات..... ۹۱
- ۴-۳ تحلیل منحنی مشخصه موتور..... ۹۲
- ۵-۳ دینامومتر خودرو و روش اندازه‌گیری نیروی کششی یا گشتاور چرخ‌ها..... ۹۲
- ۶-۳ منحنی مشخصه موتور دیزل و بنزینی..... ۹۳
- ۷-۳ محاسبات نیروی کششی و سرعت..... ۹۴
- ۸-۳ طرح مثال برای درک مباحث فوق..... ۹۵
- ۹-۳ تعادل نیروها..... ۹۷
- ۱۰-۳ محاسبه شتاب حرکت..... ۹۹
- ۱۱-۳ منحنی نرمال حرکت..... ۹۹
- ۱۲-۳ طراحی جعبه‌دنده برای طی نمودن شیب جاده..... ۱۰۱
- ۱۳-۳ مثال برای درک روابط گفته شده..... ۱۰۲
- ۱۴-۳ تعادل قدرت و توان ذخیره برای شتاب‌گیری..... ۱۰۴
- ۱۵-۳ محاسبه شیب قابل پیمایش..... ۱۰۹
- ۱۶-۳ درصد توان مورد استفاده خودرو..... ۱۱۰
- ۱۷-۳ محاسبه شتاب حرکت خودرو..... ۱۱۰
- ۱۸-۳ روش عملی اندازه‌گیری شتاب خودرو..... ۱۱۲

فصل چهارم: دینامیک محورهای خودرو

- ۱-۴ محاسبه وزن تعلیق‌ها..... ۱۶
- ۲-۴ محاسبه موقعیت مرکز ثقل خودرو..... ۱۷
- ۳-۴ نیروهای دینامیکی وارد بر محورها (خودرو ساکن)..... ۱۸
- ۴-۴ محاسبه نیروهای دینامیکی وارد بر محورها در حال حرکت..... ۱۹
- ۵-۴ حد زاویه واژگونی..... ۲۱
- ۶-۴ ضریب اطمینان حرکت در شیب..... ۲۲

- ۷-۴ محاسبه حداکثر سرعت قابل پیمایش با خودروی محرک جلو..... ۱۲۲
- ۸-۴ محاسبه حداکثر سرعت قابل پیمایش با خودروی محرک عقب..... ۱۲۳
- ۹-۴ مثالی جهت درک کاربرد فرمول‌ها..... ۱۲۳
- ۱۰-۴ محاسبه حداکثر سرعت خودرو..... ۱۲۵

فصل پنجم: طراحی گیربکس و دیفرانسیل

- ۱-۵ روش محاسبه نسبت تبدیل دیفرانسیل..... ۱۲۸
- ۲-۵ روش محاسبه نسبت تبدیل دنده‌های گیربکس..... ۱۳۰

فصل ششم: ارتعاشات سیستم تعلیق

- ۱-۶ اصطلاحات در حوزه ارتعاشات خودرو..... ۱۳۸
- ۲-۶ فرکانس طبیعی در خودروها..... ۱۳۹
- ۳-۶ سرعت نوسان جسم ارتعاش کننده..... ۱۴۲
- ۴-۶ شتاب ارتعاشات..... ۱۴۲
- ۵-۶ ارتعاشات خودرو..... ۱۴۳
- ۶-۶ درجه آزادی ارتعاش خودرو..... ۱۴۴
- ۷-۶ تعریف سختی عمودی تعلیق یا درجه چرخ..... ۱۴۹
- ۸-۶ روش اندازه‌گیری سختی تعلیق..... ۱۴۹
- ۹-۶ راندمان تعلیق..... ۱۵۰
- ۱۰-۶ روش اندازه‌گیری تغییر مکان فنر..... ۱۵۱
- ۱۱-۶ روش تجربی اندازه‌گیری فرکانس طبیعی تعلیق..... ۱۵۱
- ۱۲-۶ روش اندازه‌گیری فرکانس طبیعی تعلیق از روی دیاگرام..... ۱۵۲
- ۱۳-۶ روش کاهش گشتاور کله‌زنی خودرو..... ۱۵۴
- ۱۴-۶ تغییر نقطه ثقل خودرو..... ۱۵۵
- ۱۵-۶ روش کوتاه کردن ارتفاع نقطه ثقل خودروهایی که فنر لوله‌ای دارند..... ۱۶۱
- ۱۶-۶ اندازه‌گیری سختی فنر..... ۱۶۲
- ۱۷-۶ محاسبه مقدار جابه‌جایی فنر لوله‌ای یا مارپیچ..... ۱۶۳

فصل هفتم: حرکت در پیچ

- ۱- ۷ حرکت آهسته در پیچ..... ۱۶۸
- ۲- ۷ حرکت سریع در پیچ..... ۱۶۹
- ۳- ۷ تأثیر نیروی پیچ در تایلر..... ۱۶۹
- ۴- ۷ معادلات پی..... ۱۷۲
- ۵- ۷ گرادیان خودپیچشی فرمان..... ۱۷۵
- ۶- ۷ سرعت مشخصه..... ۱۷۸
- ۷- ۷ سرعت بحرانی..... ۱۷۹
- ۸- ۷ عوامل سرعت بحرانی و تأثیر آن بر رفتار خودرو..... ۱۷۹
- ۹- ۷ محاسبه شتاب جانبی در سرعت بحرانی..... ۱۷۹
- ۱۰- ۷ تغییر گرادیان فرمان پذیری..... ۱۸۰
- ۱۱- ۷ انحراف خودرو..... ۱۸۱
- ۱۲- ۷ زاویه لغزش جانبی..... ۱۸۲
- ۱۳- ۷ حاشیه استاتیکی..... ۱۸۴
- ۱۴- ۷ پایداری حرکت خودرو در پیچ..... ۱۸۴
- ۱۵- ۷ مثال برای درک کاربرد فرمول ها..... ۱۸۸
- ۱۶- ۷ آزمایش واژگونی..... ۱۹۲
- ۱۷- ۷ حرکت در جاده‌ای با شیب عرضی..... ۱۹۳
- ۱۸- ۷ تعادل حرکت خودرو در پیچ با ارتفاع خاکریز عرضی جاده..... ۱۹۴

فصل هشتم: تعادل خودرو در هنگام پیچیدن

- تعادل خودرو در هنگام پیچیدن..... ۱۹۸
- ۱- ۸ روش پیدا کردن مرکز غلتش و محور غلتش در تعلیق‌های ثابت..... ۲۰۰
- ۲- ۸ روش پیدا کردن مرکز غلتش و محور غلتش در تعلیق‌های مستقل..... ۲۰۴
- ۳- ۸ میله ضد غلتش..... ۲۱۳
- ۴- ۸ میله پانارد..... ۲۱۶
- ۵- ۸ تغییر موقعیت نقطه ثقل (CG)..... ۲۱۷

۲۲۰	۸-۶ ارتفاع بدنه خودرو.....
۲۲۲	۸-۷ تغییر اندازه تایر و مشکلات تولید شده.....
۲۲۳	۸-۸ روش تنظیم ارتفاع بدنه خودرو.....
۲۲۷	۸-۹ توزیع نیرو در محورهای جلو و عقب.....
۲۳۵	۸-۱۰ تأثیر زوایای چرخ بر دینامیک حرکت.....
۲۳۵	۸-۱۱ زوایای چرخ.....
۲۳۵	۸-۱۲ کستر CASTER.....
۲۳۷	۸-۱۳ خواص کستر مثبت و منفی.....
۲۳۸	۸-۱۴ زاویه کمبر Camber.....
۲۴۰	۸-۱۵ زاویه محور چرخش جلو (کینگ پین).....
۲۴۱	۸-۱۶ زاویه کلی.....
۲۴۱	۸-۱۷ شعاع فرمان یا شعاع کشیده شدن چرخ روی زمین هنگام پیچیدن.....
۲۴۴	۸-۱۸ توانین و تواوت در چرخهای جلو.....
۲۴۵	۸-۱۹ دلایل ایجاد توانین در چرخهای جلو.....
۲۴۶	۸-۲۰ تواوت در پیچ.....
۲۴۶	۸-۲۱ اصل آکرمان.....
۲۴۷	۸-۲۲ تواوت در پیچ.....
۲۴۷	۸-۲۳ هندسه فرمان (ژئومتری فرمان).....
۲۴۸	۸-۲۴ رفتار هندسه فرمان در حرکت مستقیم و در پیچ.....
۲۴۸	۸-۲۵ تأثیر زاویه کستر.....
۲۵۲	۸-۲۶ تأثیر تواوت چرخ.....
۲۵۳	۸-۲۷ تأثیر توانین چرخها.....
۲۵۵	۸-۲۸ تأثیر زاویه کمبر چرخها.....
۲۵۷	۸-۲۹ تأثیر فشار ناشی از کمبر به چرخ در حرکت.....
۲۵۸	۸-۳۰ روش تنظیم زاویه کمبر چرخ.....

فصل اول: دستگاه ترمز خودرو

- ۲۶۲..... ۱- ۱ کارایی سیستم ترمز.....
- ۲۶۳..... ۲- ۱ شتاب منفی ثابت نیروی ترمز.....
- ۲۶۴..... ۳- ۱ انرژی و قدرت سیستم ترمز.....
- ۲۶۴..... ۴- ۱ عوامل مؤثر در محاسبات ترمز.....
- ۲۶۶..... ۵- ۱ آزمایشات ترمز.....
- ۲۷۰..... ۶- ۱ توزیع نیروی ترمز در محورهای خودرو.....

فصل دوم: ارتعاش گیر

- ۲۷۸..... ۱- ۲ خاصیت جداسازی.....
- ۲۸۲..... ۲- ۲ انواع سیستم ارتعاش کننده.....
- ۲۸۳..... ۳- ۲ معادلات حرکت در حالت‌های مختلف.....
- ۲۸۵..... ۴- ۲ تحلیل حرکت نوسانی یا ارتعاشی.....
- ۲۸۷..... ۵- ۲ نمایش معادله حرکت.....
- ۲۸۸..... ۶- ۲ معادله عمومی برای نوع ارتعاش اجباری مستهلک شونده.....
- ۲۹۵..... ۷- ۲ لزوم کاربرد ارتعاش گیر در خودرو.....
- ۲۹۶..... ۸- ۲ اساس کار ارتعاش گیر.....
- ۲۹۷..... ۹- ۲ ساختمان و طرز کار ارتعاش گیر.....
- ۳۰۰..... ۱۰- ۲ شناسایی قطعات ارتعاش گیر.....
- ۳۰۱..... ۱۱- ۲ ارتعاش گیرهای قابل تنظیم.....
- ۳۰۳..... ۱۲- ۲ ارتعاش گیر گازی.....
- ۳۰۷..... ۱۳- ۲ خرابی‌های ارتعاش گیر.....
- ۳۱۰..... ۱۴- ۲ انتخاب ارتعاش گیر برای خودرو.....
- ۳۱۱..... ۱۵- ۲ نصب ارتعاش گیر در تعلیق.....

فصل سوم: سیستم فرمان

۳۱۶.....	۱-۳-۱ اهرم‌بندی سیستم فرمان
۳۲۰.....	۲-۳-۲ رفتار هندسه فرمان
۳۲۱.....	۳-۳-۳ خطای هندسه فرمان
۳۲۱.....	۴-۳-۴ هندسه چرخ‌های جلو
۳۲۲.....	۵-۳-۵ نیروها و گشتاورهای ایجاد شده در سیستم فرمان
۳۳۱.....	۶-۳-۶ کیفیت سیستم فرمان

فصل چهارم: کیفیت سواری خودرو

۳۴۰.....	کیفیت سواری خودرو
۳۴۱.....	۱-۴-۱ منابع تولید ارتعاش
۳۴۱.....	۲-۴-۲ جاده
۳۴۲.....	۳-۴-۳ تأثیر مجموعه چرخ و تایر
۳۴۵.....	۴-۴-۴ نیروی کشنده
۳۴۶.....	۵-۴-۵ ارتعاشات خط انتقال قدرت
۳۴۶.....	۶-۴-۶ بالانس نبودن میل کاردان در اثر عدم توزیع وزنی
۳۴۷.....	۷-۴-۷ گشتاور ثانویه
۳۵۰.....	۸-۴-۸ انواع کوپلینگ سرعت ثابت
۳۵۲.....	۹-۴-۹ دینامیک موتور

فصل پنجم: دینامیک تایر

۳۶۸.....	۱-۵-۱ وظایف کلی
۳۶۹.....	۲-۵-۲ ساختمان تایر
۳۷۹.....	۳-۵-۳ کارآیی تایر
۳۸۱.....	۴-۵-۴ نیروها و گشتاور وارد بر تایر
۳۸۲.....	۵-۵-۵ مکانیک نیروی تولید شده

- ۶- ۵ ویژگی‌های نیروی کششی..... ۳۸۳
- ۷- ۵ تأثیر بار تایلر بر نیروی اصطکاک..... ۳۸۵
- ۸- ۵ تأثیر باد تایلر در ضریب اصطکاک..... ۳۸۵
- ۹- ۵ تأثیر ضریب اصطکاک جاده..... ۳۸۵
- ۱۰- ۵ تأثیر سرعت خودرو بر ضریب اصطکاک..... ۳۸۶
- ۱۱- ۵ عوامل مرتبط به کارایی خودرو..... ۳۸۷
- ۱۲- ۵ ویژگی‌های پیچیدن خودرو..... ۳۸۸
- ۱۳- ۵ زاویه لغزش چرخ..... ۳۸۸
- ۱۴- ۵ تأثیر نوع تایلر در پیچیدن..... ۳۹۱
- ۱۵- ۵ تأثیر بار روی چرخ بر شاخص سختی پیچش تایلر ($C\alpha$)..... ۳۹۲
- ۱۶- ۵ تأثیر فشار باد تایلر..... ۳۹۲
- ۱۷- ۵ تأثیر اندازه و پهنای تایلر..... ۳۹۳
- ۱۸- ۵ تأثیر طرح آج تایلر..... ۳۹۳
- ۱۹- ۵ تأثیر زاویه کمبر..... ۳۹۵
- ۲۰- ۵ تأثیر زاویه پیچش چرخ..... ۳۹۶
- ۲۱- ۵ تأثیر زاویه کمبر بر گشتاور متعادل کننده..... ۳۹۷
- ۲۲- ۵ تأثیر انحنای جاده..... ۳۹۷
- ۲۳- ۵ ترکیب نیروی پیچ و ترمز..... ۳۹۸
- ۲۴- ۵ دایره اصطکاک..... ۳۹۹
- ۲۵- ۵ تأثیر مخروطی بودن و لایه گذاری غیرقرینه تایلر در تولید نیروی جانبی..... ۴۰۰
- ۲۶- ۵ نیروهای دائمی..... ۴۰۲
- ۲۷- ۵ ارتعاشات تایلر..... ۴۰۳
- ۲۸- ۵ معرفی علائم تایلر..... ۴۰۴
- ۲۹- ۵ تأثیر عمق آج تایلر بر مسافت خط ترمز..... ۴۰۶