

با نام و یاد او که هرچه هست از اوست

مهندسی تکنولوژی خودرو

(جلد ششم)

تئوری حرکت خودرو

(کارشناسی)

تألیف:

مهندس مهدی خرازان



سرشناسه :	خرازان، مهدی، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور :	تکنولوژی خودرو / تألیف مهدی خرازان.
مشخصات نشر :	مشهد: نشر نما: جهان فردا، ۱۳۹۰ -
مشخصات ظاهری :	ج. : مصور، جدول، نمودار.
شابک :	۳۰۰۰۰ ریال: ج. ۱: 978-600-5068-01-6؛ ۳۰۰۰۰ ریال: ج. ۲: 978-600-5068-10-8؛ ۳۰۰۰۰ ریال: ج. ۴: 978-600-31-3؛ ۳۵۰۰۰ ریال: ج. ۵: 978-600-5068-15-3؛ ۴۵۰۰۰ ریال: ج. ۶: 978-600-217-011-8
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت :	کتاب حاضر از جلد ششم به بعد تحت عنوان "مهندسی تکنولوژی خودرو" در مقطع کارشناسی منتشر خواهد شد.
یادداشت :	ج. ۶ (چاپ اول: ۱۳۹۰) (فیا).
یادداشت :	واژه نامه.
مندرجات :	ج. ۱. شاسی و بدنه خودرو، ج. ۲. مولد قدرت خودرو، ج. ۳. انتقال قدرت خودرو، ج. ۴. دستگاههای الکتریکی خودرو، ج. ۵. تئوری حرکت خودرو (کارشناسی)
عنوان دیگر :	مهندسی تکنولوژی خودرو.
موضوع :	اتومبیل، مکانیک
موضوع :	اتومبیل ها - محورها، انتقال قدرت
رده بندی کنگره :	۱۲۹۰ - ۶۲۴/۵ - TL۱۰۵
رده بندی دیویی :	۶۲۹/۲۸۷
شماره کتابشناسی ملی :	۱۵۰۶۹۰۶



نشر جهان فردا



انتشارات نما

انتشارات نما، مشهد، تلفن ۸۴۰۷۹۹۵ - تهران، تلفن ۶۶۴۶۴۵۹۳
http://www.namapub.ir E-mail: info@namapub.ir

نام کتاب: تئوری حرکت خودرو (جلد ششم)

نویسنده: مهندس مهدی خرازان

ویراستار: دکتر ناصر صابری - دکتر نیما راسخ صالح

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۰ - ۲۱۶ صفحه وزیری

صفحه آرایشی: واژگان خرد، لیتوگرافی: مشهد اسکنر

چاپ و صحافی: دانشگاه فردوسی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۷-۰۱۱-۸

قیمت: ۴۵۰۰ تومان

حق چاپ محفوظ است

مرکز بخش: تهران - انقلاب، خیابان اردیبهشت - کوچه وحید شماره ۵ تلفاکس ۶۶۴۶۴۵۹۳

مرکز بخش: مشهد: قاسم آباد - استاد یوسفی ۱۷ - کتاب جهان نما تلفاکس ۶۶۲۸۲۲۵

فهرست

عنوان

صفحه

پیشگفتار.....	۷
مقدمه.....	۹
فصل اول: مشخصات خودرو	۱۱
۱-۱- مقدمه.....	۱۱
۲-۱- انواع وسایل نقلیه.....	۱۱
۳-۱- انواع خودروهای سواری.....	۱۲
۴-۱- انواع خودروهای مسافری.....	۱۷
۵-۱- انواع خودروهای تجاری.....	۲۰
۶-۱- انواع خودرو براساس مسیر حرکت.....	۲۳
۷-۱- اجزای اصلی خودرو.....	۲۵
۸-۱- مشخصات فنی خودرو.....	۳۰
۹-۱- فاصله محوری.....	۳۰
۱۰-۱- فاصله بین چرخ‌های یک محور.....	۳۱
۱۱-۱- فاصله معلق جلو.....	۳۲
۱۲-۱- فاصله معلق عقب.....	۳۲
۱۳-۱- لقی زمینی.....	۳۳
۱۴-۱- زاویه شیب.....	۳۴
۱۵-۱- زاویه نزدیک شدن.....	۳۴
۱۶-۱- زاویه دور شدن.....	۳۵
۱۷-۱- قطر دایره گردش.....	۳۵
۱۸-۱- ظرفیت مجاز محور.....	۳۶
۱۹-۱- وزن خالص خودرو.....	۳۶

- ۲۰-۱- وزن ناخالص خودرو ۳۶
- ۲۱-۱- وزن ناخالص ترکیبی ۳۶
- ۲۲-۱- تقسیم‌بندی جرم خودرو براساس سیستم تعلیق ۳۶

فصل دوم: دینامیک چرخ ۳۹

- ۱-۲- مقدمه ۳۹
- ۲-۲- وظایف چرخ ۴۰
- ۳-۲- زوایای چرخ ۴۱
- ۴-۲- هندسه آکومن ۴۷
- ۵-۲- دینامیک چرخ ۵۲
- ۶-۲- ارتباط بین نیروی ترمزی و نیروی جانبی (دایره اصطکاک) ۶۶
- ۷-۲- ارتباط بین نیروها و گشتاورهای وارد بر تایر ۶۷
- ۸-۲- سرعت تئوری و سرعت واقعی چرخ ۶۹
- ۹-۲- لغزش طولی ۷۰
- ۱۰-۲- مدل سازی تایر ۷۰

فصل سوم: دینامیک خودرو ۷۵

- ۱-۳- مقدمه ۷۵
- ۲-۳- آنالیز حرکتی خودرو ۷۵
- ۳-۳- تحلیل دینامیکی خودرو ۷۷
- ۴-۳- نیروهای وارد بر خودرو ۷۸
- ۵-۳- معادلات دینامیکی خودرو ۸۲
- ۶-۳- انتقال وزن در هنگام ترمزگیری و شتاب‌گیری ۹۰
- ۷-۳- محاسبه حداکثر سرعت خودرو در پیچ جاده ۹۳
- ۸-۳- انتقال وزن در هنگام گردش خودرو ۹۸
- ۹-۳- شتاب لغزش جانبی ۱۰۵
- ۱۰-۳- سرعت واژگونی خودرو ۱۰۹

فصل چهارم: سینماتیک خودرو ۱۱۳

- ۱-۴- مقدمه ۱۱۳

- ۲-۴- ارتباط پارامترهای سینماتیکی ۱۱۳
- ۳-۴- حرکت مستقیم شتاب‌دار با شتاب ثابت ۱۱۵
- ۴-۴- حرکت مستقیم با سرعت ثابت ۱۱۸
- ۵-۴- حرکت دایره‌ای شتاب‌دار با شتاب ثابت ۱۱۹
- ۶-۴- حرکت دایره‌ای با سرعت ثابت ۱۲۳
- ۷-۴- محاسبه خط ترمز ۱۲۳
- ۸-۴- کار انجام شده توسط ترمز ۱۲۶
- ۹-۴- توان ترمز (قدرت ترمز) ۱۲۶

فصل پنجم: تحلیل قدرت خودرو ۱۲۹

- ۱-۵- سیستم انتقال قدرت ۱۲۹
- ۲-۵- انواع سیستم‌های محرک خودرو ۱۳۰
- ۳-۵- منحنی مشخصه موتور ۱۳۲
- ۴-۵- تبدیل دور و گشتاور در گیربکس و دیفرانسیل ۱۳۳
- ۵-۵- محاسبه سرعت خودرو ۱۳۷
- ۶-۵- محاسبه نیروی محرک چرخ‌ها (نیروی پیشران) ۱۳۷
- ۷-۵- منحنی نیروی پیشران بر حسب سرعت خودرو ۱۴۴
- ۸-۵- شیب جاده ۱۴۴
- ۹-۵- نیروی ۱۴۶

فصل ششم: تحلیل ارتعاشی خودرو ۱۴۹

- ۱-۶- مقدمه ۱۴۹
- ۲-۶- مدل‌سازی ارتعاشی خودرو ۱۴۹
- ۳-۶- سیستم ارتعاشی ۱۵۱
- ۴-۶- مدل ارتعاشی ربع خودرو با دو درجه آزادی ۱۵۳

فصل هفتم: تحلیل فرمان‌پذیری خودرو ۱۵۷

- ۱-۷- فرمان‌پذیری ۱۵۷
- ۲-۷- عوامل مؤثر در فرمان‌پذیری خودرو ۱۵۹
- ۳-۷- گرادبان کم‌فرمانی ۱۶۰

- ۱۶۲ ۴-۷- مقایسه خودروهای کم فرمان و بیش فرمان
- ۱۶۳ ۵-۷- سرعت مشخصه
- ۱۶۴ ۶-۷- سرعت بحرانی
- ۱۶۵ ۷-۷- مدل سازی خودرو با استفاده از مدل دوچرخه
- ۱۶۶ ۸-۷- مدل کامل خودرو برای تحلیل فرمان پذیری

فصل هشتم: تحلیل پایداری خودرو ۱۷۳

- ۱۷۳ ۱-۸- پایداری خودرو
- ۱۷۳ ۲-۸- انواع ناپایداری خودرو
- ۱۷۵ ۳-۸- عوامل مؤثر در پایداری خودرو
- ۱۷۶ ۴-۸- مدل دوچرخه (مدل نصف خودرو)
- ۱۸۲ ۵-۸- مدل کامل خودرو برای تحلیل پایداری

فصل نهم: تحلیل سواری خودرو ۱۸۵

- ۱۸۵ ۱-۹- راحتی سفر (سواری)
- ۱۸۵ ۲-۹- عوامل مؤثر بر کیفیت سواری خودرو
- ۱۸۷ ۳-۹- شبیه سازی رفتار ارتعاشی بدن انسان
- ۱۸۸ ۴-۹- مرزهای راحتی سرنشینان
- ۱۹۰ ۵-۹- مدل نصف خودرو با دو درجه آزادی
- ۱۹۶ ۶-۹- مدل نصف خودرو با چهار درجه آزادی
- ۱۹۸ ۷-۹- مدل کامل خودرو با چشت درجه آزادی

واژه نامه ۲۰۵

به نام آفریدگار هستی بخش

پیشگفتار

با سپاسی فراوان تر از گذشته بر خداوندی که آفریننده ی من، روزی دهنده من، هدایت گر من و یاری دهنده من در تمامی امور است. هیچ کاری میسر نگردید، مگر آنکه او هدایت گر و یاری دهنده بود. به فضل الهی در ادامه پنج جلدی که در مبحث «تکنولوژی خودرو» نگاشته شده و به تشریح سیستم های مختلف خودرو پرداخته بود، کتاب های دیگری با عنوان «مهندسی تکنولوژی خودرو» به رشته تحریر در آمده است. سری جدید کتاب ها که از جلد ۶ به بعد است، از سطح بالاتری برخوردار بوده و به اصول طراحی و مبانی تحلیلی پرداخته است. به طوری که مناسب دانشجویان مقطع کارشناسی مهندسی خودرو بوده و بر اساس سرفصل دروس مربوطه طراحی شده است.

این مجموعه کتاب که چکیده سال ها مطالعه، تحقیق، تدریس و تجربه صنعتی است، تحفه ناچیز دیگری است که به دانش پژوهان، طراحان، صنعت گران، دانشجویان و اساتید رشته مهندسی خودرو و محققان علوم خودرویی تقدیم می گردد. امید است که تلاش های ناچیز این حقیر مقبول افتد.

این کار عظیم از من حقیر حاصل نشد، مگر با لطف و عنایت الهی و همراهی های همسری مهربان و دلسوز که همواره مشوق من بوده است. بر خود واجب می دانم که قدردانی خود را از بابت تمام همدلی ها و همراهی هایش ابراز دارم. باشد که سپاسگزار خداوند مهربان و تمامی آنانی که مزا یاری نموده اند، باشم.

همچون همیشه مایه سرافرازی است اگر اساتید و دانشجویان مرا از نظرات و پیشنهادات خود بهره مند سازند.

مهدی خرازان

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

مقدمه

در کتاب تئوری حرکت خودرو، توجه خاصی به دینامیک خودرو و تحلیل رفتارهای حرکتی خودرو شده است. این مبحث یکی از علوم زیربنایی، طراحی خودرو و بهبود عملکرد آن می باشد. بخش عمده ای از پیشرفت های امروزی در قابلیت های خودرو همچون توانایی های حرکتی، قابلیت مانوردهی، بهبود پایداری، راحتی سرنشینان، قدرت، سرعت و کنترل دقیق سیستم های تعلیق و ترمز بر مبنای مفاهیم همین علم پایه گذاری شده است.

امروزه اهمیت علم دینامیک خودرو و تحلیل های رفتاری حرکت خودرو، در مراکز تحقیقاتی خودرو و مؤسسات و شرکت هایی که در زمینه طراحی خودرو و امور تحقیقاتی فعالیت دارند، برکسی پوشیده نیست. بنابراین ضرورت دارد که متخصصان خودرو و دانش پژوهان آن از دانش و تجربه کافی در این زمینه برخوردار باشند.

خودرو یک وسیله نقلیه متحرک است که برای طراحی آن لازم است درک عمیقی از حرکت خودرو و عوامل تأثیر گذار بر آن داشته باشیم. با همین هدف، در اولین فصل کتاب، اصطلاحات و واژه های فنی خودرو تعریف شده و سپس در فصل های ۲، ۳ و ۴ به مباحث دینامیک چرخ، دینامیک خودرو و سینماتیک خودرو پرداخته شده است. در پنجمین فصل کتاب نیز اصول محاسبات قدرت و سرعت خودرو بیان گردیده و توانایی خودرو در بالا رفتن از شیب های جاده محاسبه شده است. در فصل ششم، مفاهیم ارتعاشات و نحوه تحلیل های ارتعاشی بیان گردیده و نهایتاً در سه فصل آخر (فصل های ۷، ۸ و ۹) به بررسی مهمترین رفتارهای حرکتی خودرو یعنی قابلیت فرمان پذیری (Handling)، میزان پایداری خودرو (Stability) و کیفیت سواری خودرو و راحتی سرنشینان (Ride) پرداخته شده است.

در انتها یادآور می شوم که این کتاب نه تنها مطابق سر فصل درس تئوری حرکت خودرو برای رشته مهندسی خودرو طراحی گردیده است، بلکه می تواند مورد استفاده طراحان و محققان علوم خودرو نیز قرار گیرد. البته اگر اساتید محترم احساس نمودند که مدل سازی های ارتعاشی فصل های آخر کتاب، فراتر از حد دانشجویان کارشناسی است، می توانند آن مباحث را به صورت مطالعه آزاد قرار دهند.

مهدی خرازان

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک