

مکانیک غیر خطی محیط‌های پیوسته برای تحلیل به روش اجزای محدود

(ویرایش دوم)

نویسنده

ریچارد وود
دانشگاه سوانزی

هاویر بونت
دانشگاه سوانزی

ترجمه

دکتر ایرج محمودزاده کنی
عضو هیأت علمی دانشکده عمران
پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران



شماره مسلسل ۱۰۵۳۶

شماره انتشار ۲۷۹۷

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	بونت، هاویر، ۱۹۶۱-م.	Bonet, Javier
عنوان و نام پدیدآور	مکانیک غیرخطی محیط‌های پیوسته برای تحلیل به روش اجزای محدود/ نوشته هاویر بونت، ریچارد وود؛ ترجمه ایرج محمودزاده کنی.	
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۹.	
مشخصات ظاهری	۳۶۹ص: مصور، جدول، نمودار.	
فروست	انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۲۷۹۷.	
شابک	978-964-03-0108-1	
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبیا	
یادداشت	عنوان اصلی: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, 2n ed., 2008.	
یادداشت	چاپ دوم.	
یادداشت	کتابنامه: ص. [۳۶۵]-۳۶۶.	
یادداشت	نمایه.	
موضوع	مواد--الگوهای ریاضی	
موضوع	Materials- - Mathematical Models	
موضوع	مکانیک پیوستار Continuum Mechanics	
موضوع	مکانیک غیرخطی Nonlinear Mechanics	
موضوع	روش المان‌های محدود Finit Element Method	
شناسه افزوده	وود، ریچارد، ۱۹۴۳-م	
شناسه افزوده	Wood, Richard	
شناسه افزوده	محمودزاده کنی، ایرج، ۱۳۳۴- مترجم	
شناسه افزوده	دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات. University of Tehran. Press	
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۹ ۱۳۴۰۵ TA	
رده‌بندی دیویی	۶۲۰/۱۱۰۱۵۱۱۸	
شماره کتابشناسی ملی	۷۳۵۹۵۴۵	

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.
(این کتاب با کاغذ حمایتی به چاپ رسیده است.)



عنوان: مکانیک غیرخطی محیط‌های پیوسته برای تحلیل به روش اجزای محدود
تألیف: هاویر بونت- ریچارد وود
ترجمه: دکتر ایرج محمودزاده کنی
نوبت چاپ: دوم (ویراست جدید)
تاریخ انتشار: ۱۳۹۹
شمارگان: ۲۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجم است»

بها: ۸۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش می‌مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



فهرست مطالب

فصل اول - مقدمه	۱
۱-۱- مکانیک محاسباتی غیرخطی	۱
۲-۱- مثال‌هایی ساده از رفتار سازه‌ای غیرخطی	۲
۱-۲-۱- تیر طره	۳
۲-۲-۱- ستون	۳
۳-۱- تعاریف کرنش غیرخطی	۴
۱-۳-۱- تعاریف کرنش یک بعدی	۵
۲-۳-۱- مثال خرپای غیرخطی	۶
۳-۳-۱- کمیت‌های کرنش در محیط پیوسته	۱۱
۴-۱- مشتق امتدادی ، خطی کردن و حل معادلات	۱۴
۱-۴-۱- مشتق امتدادی	۱۵
۲-۴-۱- خطی کردن و حل معادلات جبری غیرخطی	۱۸
فصل دوم - مباحث ریاضی	۲۵
۱-۲- مقدمه	۲۵
۲-۲- جبر برداری و تنسوری	۲۵
۱-۲-۲- بردارها	۲۶
۲-۲-۲- تنسورهای مرتبه دوم	۳۱
۱-۲-۲-۲- ضرب تنسورها	۳۳
۲-۲-۲-۲- کاهش درجه تنسور	۳۳
۳-۲-۲- نامتغیرهای بردارها و تنسورها	۴۱
۴-۲-۲- تنسورهای مرتبه بالاتر	۴۶
۳-۲- خطی سازی و مشتق امتدادی	۵۵
۱-۳-۲- مسائل یک درجه آزادی	۵۵
۲-۳-۲- حل کلی یک مسئله غیرخطی	۵۷

ث □ مکانیک غیرخطی محیط‌های پیوسته ...

۶۰	۳-۳-۲- خواص مشتق امتدادی.....
۶۱	۴-۳-۲- مثال‌های خطی‌سازی.....
۶۵	۴-۲- آنالیز تنسوری.....
۶۵	۱-۴-۲- اپراتورهای گرادیان و دیورژانس.....
۶۷	۲-۴-۲- قضایای انتگرال.....
۶۹	تمرین‌ها.....

فصل سوم - سینماتیک..... ۷۱

۷۱	۱-۳- مقدمه.....
۷۱	۲-۳- حرکت.....
۷۲	۳-۳- توصیف مادی و فضایی.....
۷۴	۴-۳- گرادیان تغییرشکل.....
۷۸	۵-۳- کرنش.....
۸۲	۶-۳- تجزیه قطبی.....
۸۸	۷-۳- تغییر حجم.....
۸۹	۸-۳- مؤلفه اعوجاجی گرادیان تغییرشکل.....
۹۲	۹-۳- تغییر سطح.....
۹۴	۱۰-۳- حرکت خطی شده.....
۹۴	۱-۱۰-۳- گرادیان تغییرشکل خطی شده.....
۹۵	۲-۱۰-۳- کرنش خطی شده.....
۹۶	۳-۱۰-۳- تغییر حجم خطی شده.....
۹۷	۱۱-۳- مشتق زمانی مادی و بردار سرعت.....
۹۷	۱-۱۱-۳- سرعت.....
۹۷	۲-۱۱-۳- مشتق زمانی مادی.....
۹۹	۳-۱۱-۳- رابطه بین مشتق امتدادی و زمانی.....
۱۰۰	۴-۱۱-۳- گرادیان سرعت.....
۱۰۱	۱۲-۳- سرعت (آهنگ) تغییرشکل.....
۱۰۵	۱۳-۳- تنسور گردش.....
۱۰۹	۱۴-۳- سرعت (آهنگ) تغییر حجم.....

فصل اول - مقدمه □ ج

- ۱۱۱-۳-۱۵- حرکات افزودهٔ جسم سخت و عینیت
تمرین‌ها ۱۱۴

فصل چهارم - تنش و تعادل ۱۱۷

- ۱-۴- مقدمه ۱۱۷
۲-۴- تنسور تنش کوشی ۱۱۷
۱-۲-۴- تعریف ۱۱۷
۲-۲-۴- عینیت تنسور تنش ۱۲۲
۳-۴- تعادل ۱۲۲
۱-۳-۴- تعادل انتقالی ۱۲۲
۲-۳-۴- تعادل دورانی ۱۲۵
۴-۴- قضیهٔ کار مجازی ۱۲۶
۵-۴- مفهوم همکاری (work conjugacy) و صور دیگر تنش ۱۲۸
۱-۵-۴- تنسور تنش کرکاف ۱۲۸
۲-۵-۴- تنسور تنش اول پیولا-کرکاف ۱۲۹
۳-۵-۴- تنسور تنش دوم پیولا-کرکاف ۱۳۲
۴-۵-۴- مؤلفه‌های فشاری و انحرافی (deviatoric) ۱۳۵
۶-۴- سرعت‌های تنش ۱۳۶
تمرین‌ها ۱۳۹

فصل پنجم - فرآالاستیسیته ۱۴۱

- ۱-۵- مقدمه ۱۴۱
۲-۵- فرآالاستیسیته ۱۴۱
۳-۵- تنسور الاستیسیته ۱۴۳
۱-۳-۵- تنسور الاستیسیته مادی یا لاگرانژی ۱۴۳
۲-۳-۵- تنسور الاستیسیتهٔ فضایی یا اویلری ۱۴۴
۴-۵- فرآالاستیسیتهٔ همسان ۱۴۵
۱-۴-۵- توصیف مادی ۱۴۵
۲-۴-۵- توصیف فضایی ۱۴۷

۱۴۸	۳-۴-۵- مصالح نئوهوکین (Neo-Hookean) تراکم‌پذیر.....
۱۵۱	۵-۵- مصالح تراکم‌ناپذیر و مصالح تقریباً تراکم‌ناپذیر.....
۱۵۱	۱-۵-۵- الاستیسیته تراکم‌ناپذیر.....
۱۵۵	۲-۵-۵- مصالح نئوهوکین تراکم‌ناپذیر.....
۱۵۷	۳-۵-۵- مصالح فرا الاستیک تقریباً تراکم‌ناپذیر.....
۱۶۰	۶-۵-۵- الاستیسیته همسان در امتدادهای اصلی.....
۱۶۰	۱-۶-۵- توصیف مادی.....
۱۶۲	۲-۶-۵- توصیف فضایی.....
۱۶۲	۳-۶-۵- تنسور الاستیسیته مادی.....
۱۶۴	۴-۶-۵- تنسور الاستیسیته فضایی.....
۱۶۵	۵-۶-۵- مثالی از یک مصالح فرا الاستیک با تابع انرژی تعریف شده برحسب کشیدگی‌های اصلی.....
۱۶۶	۶-۶-۵- مصالح تقریباً تراکم‌ناپذیر در امتدادهای اصلی.....
۱۶۹	۷-۶-۵- حالت تنش مسطح و کرنش مسطح.....
۱۷۰	۸-۶-۵- حالت میله یک‌بعدی.....
۱۷۱	مسائل حل‌شده فصل پنجم.....

فصل ششم - معادلات تعادل خطی شده..... ۱۷۹

۱۷۹	۱-۶- مقدمه.....
۱۷۹	۲-۶- خطی کردن و فرایند نیوتن-رفسان.....
۱۸۰	۳-۶- کارمجازی داخلی خطی شده در توصیف مادی یا لاگرانژی.....
۱۸۱	۴-۶- کار مجازی داخلی خطی شده در توصیف فضایی یا اویلری.....
۱۸۳	۵-۶- کار مجازی خارجی خطی شده.....
۱۸۳	۱-۵-۶- نیروهای حجمی.....
۱۸۳	۲-۵-۶- نیروهای سطحی.....
۱۸۶	۶-۶- روش‌های تغییرایی و تراکم‌ناپذیری.....
۱۸۶	۱-۶-۶- انرژی پتانسیل کل و تعادل.....
۱۸۷	۲-۶-۶- روش ضرایب لاگرانژ برای احتساب تراکم‌ناپذیری.....
۱۸۹	۳-۶-۶- روش‌های پنالته برای تراکم‌ناپذیری.....
۱۹۰	۴-۶-۶- اصل تغییراتی هو-واشیزو (Hu-Washizu) برای تراکم‌ناپذیری.....

فصل اول - مقدمه □ خ

۱۹۳ ۵-۶-۶- روش اتساع متوسط
۱۹۶ تمرین‌ها

فصل هفتم - انفصال و حل مسئله ۱۹۹

۱۹۹ ۱-۷- مقدمه
۱۹۹ ۲-۷- روابط حرکتی منفصل شده
۲۰۴ ۳-۷- معادلات تعادل منفصل شده
۲۰۴ ۱-۳-۷- روند کلی
۲۰۶ ۲-۳-۷- شکل ماتریسی روابط
۲۰۷ ۴-۷- انفصال معادلات تعادل خطی شده
۲۰۸ ۱-۴-۷- مؤلفه رفتاری ماتریس سختی مماسی
۲۱۰ ۲-۴-۷- فرم ماتریسی مؤلفه رفتاری ماتریس سختی مماسی
۲۱۱ ۳-۴-۷- مؤلفه تنش اولیه
۲۱۲ ۴-۴-۷- مؤلفه نیروی خارجی
۲۱۴ ۵-۴-۷- ماتریس مماسی
۲۱۶ ۵-۷- روش اتساع متوسط برای تراکم ناپذیری
۲۱۶ ۱-۵-۷- پیاده‌سازی روش اتساع متوسط
۲۱۸ ۶-۷- حل تکراری معادلات به کمک روش نیوتن-رفسان
۲۱۸ ۱-۶-۷- روش حل نیوتن-رفسان
۲۱۹ ۲-۶-۷- روش جست و جوی خطی
۲۲۱ ۳-۶-۷- روش طول کمان
۲۲۴ تمرین‌ها

فصل هشتم - تحلیل سازه‌های سه بعدی خرپایی ۲۲۷

۲۲۷ ۱-۸- مقدمه
۲۲۹ ۲-۸- حرکت
۲۳۲ ۱-۲-۸- خطی سازی کمیت‌های هندسی
۲۳۳ ۳-۸- نیروهای داخلی و معادلات رفتاری فراالاستیک
۲۳۵ ۴-۸- معادلات تعادل غیرخطی و روش نیوتن-رفسان

۲۳۵	۱-۴-۸ - معادلات تعادل.....
۲۳۶	۲-۴-۸ - روش نیوتن - رفسان.....
۲۳۷	۳-۴-۸ - ماتریس سختی الاستیک مماسی.....
۲۳۹	۵-۸ - رفتار الاستوپلاستیک.....
۲۴۰	۱-۵-۸ - تجزیه مضرپی نسبت کشیدگی.....
۲۴۱	۲-۵-۸ - رفتار پلاستیک مستقل از سرعت بارگذاری.....
۲۴۶	۳-۵-۸ - حرکت گام به گام.....
۲۴۸	۴-۵-۸ - انتگرال گیری زمانی.....
۲۴۹	۵-۵-۸ - بهنگام سازی تنش و نگاهت بازگشتی.....
۲۵۳	۶-۵-۸ - مدول مماسی الگوریتمیک.....
۲۵۴	۷-۵-۸ - بازنگری روند نیوتن - رفسان.....
۲۵۵	۶-۸ - مثال‌ها.....
۲۵۵	۱-۶-۸ - میله محوری مایل.....
۲۵۷	۲-۶-۸ - قاب متشکل از المان‌های خرپا.....
۲۵۹	تمرین‌ها.....

فصل نهم - تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک..... ۲۶۳

۲۶۳	۱-۹ - مقدمه.....
۲۶۳	۱-۱-۹ - مبانی تئوری پلاستیسیته در محدوده کرنش‌های کوچک.....
۲۶۷	رابطه تنش و کرنش برای حالت پس از تسلیم:.....
۲۶۹	گسترش روابط رفتاری پس از تسلیم:.....
۲۶۹	قوانین جریان پلاستیک:.....
۲۷۰	۲-۹ - تجزیه مضرپی.....
۲۷۵	۳-۹ - روابط حرکت نرخی.....
۲۸۰	۴-۹ - رفتار خمیری مستقل از سرعت.....
۲۸۲	۵-۹ - امتدادهای اصلی.....
۲۸۷	۶-۹ - حرکت افزایشی یا گام به گام.....
۲۹۰	۱-۶-۹ - نگاهت بازگشتی شعاعی.....
۲۹۲	۲-۶-۹ - مدول مماسی.....

۲۹۴ ۷-۹- حالات دو بعدی
۲۹۸ تمرین‌ها

فصل دهم - برنامه رایانه‌ای ۳۰۱

۳۰۱ ۱-۱۰- مقدمه
۳۰۲ ۲-۱۰- راهنمایی‌های لازم برای کاربران
۳۰۸ ۳-۱۰- شرح پرونده خروجی
۳۱۱ ۴-۱۰- انواع المان‌ها
۳۱۲ ۵-۱۰- جزئیات حل گر
۳۱۳ ۶-۱۰- خلاصه معادلات رفتاری
۳۲۰ ۷-۱۰- ساختار برنامه
۳۲۱ ۸-۱۰- روال اصلی برنامه
۳۳۰ ۹-۱۰- روال elemtk
۳۳۸ ۱۰-۱۰- زیربرنامه radialrtn
۳۳۹ ۱۱-۱۰- زیربرنامه ksigma
۳۴۰ ۱۲-۱۰- زیربرنامه bpress
۳۴۱ ۱۳-۱۰- مثال‌ها
۳۴۲ ۱-۱۳-۱۰- آزمون ساده گروه المان (simple patch test)
۳۴۲ ۲-۱۳-۱۰- خرابی غیرخطی
۳۴۴ ۳-۱۳-۱۰- نوار سوراخ‌دار
۳۴۵ ۴-۱۳-۱۰- نوار کرنش مسطح دارای مصالح تقریباً تراکم‌ناپذیر
۳۴۶ ۵-۱۳-۱۰- تیر طره الاستوپلاستیک
۳۴۹ ۱۴-۱۰- پیوست: واژه نامه متغیرهای اصلی برنامه

منابع ۳۵۳

نمایه ۳۵۵

مقدمه مترجم

این کتاب به عنوان کتاب درسی چندین سال است که در درس "تغییرشکل‌های بزرگ" در دوره دکتری گرایش سازه دانشکده مهندسی عمران پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران تدریس می‌شود. تجربه بیست و پنج ساله مترجم در ارتباط با پژوهش و تدریس در زمینه روش اجزای محدود، وی را با مراجع مختلفی آشنا ساخته است، اما به جرأت می‌توان گفت که این کتاب یکی از بهترین مراجع موجود در آنالیز غیرخطی محیط‌های پیوسته به کمک روش اجزای محدود به‌شمار می‌رود، به طوری که درک مطالب پیچیده تحلیل غیرخطی را با بیانی ساده و سلیس برای دانشجویان، محققان و مهندسان میسر می‌کند. برای استحکام بیشتر کتاب از نظر تئوریک، مترجم دو قسمت، یکی در زمینه معرفی تنسورهای مرتبه دوم در بخش ۲-۲-۲ و دیگری در زمینه مقدمات رفتار الاستوپلاستیک در فصل ۹ به متن اصلی کتاب اضافه کرده است. بر خود لازم می‌دانم که از زحمات کلیه دانشجویان دکتری گرایش سازه دانشکده که در ترجمه و تدوین کتاب به اینجانب یاری کرده‌اند، بویژه از آقایان مهندس محمد فقیهی و مهندس سامان راستگو مقدم فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی عمران دانشکده که در ویرایش کامپیوتری روابط و آماده‌سازی کتاب برای چاپ زحمات‌های بسیاری کشیده‌اند، صمیمانه قدردانی کنم.

ویرایش اول این کتاب با تمرکز بر الاستیسیته جلو رفت و آثار غیرالاستیک محدود به یک ضمیمه شده بود. پس از گذشت ده سال، مبحث کرنش‌های بزرگ الاستوپلاستیک مستحکم‌تر گردیده است. لذا وقت آن بود که الاستوپلاستیسیته در بدنه اصلی کتاب گنجانیده شود. علاوه بر این بدلیل پیچیدگی‌های موجود، این احساس وجود داشت که بررسی تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک خرابها، مقدمه ارزشمندی را برای درک رفتار هم‌زمان کرنش‌های بزرگ و الاستوپلاستیسیته فراهم میکند. بنابراین دو فصل هشتم و نهم برای تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک به ویرایش دوم کتاب اضافه شده است. امید می‌رود ویرایش دوم کتاب شالوده قابل اتکایی را برای معرفی اصول تغییرشکل‌های بزرگ جامدات به خوانندگان تقدیم نماید. جهت رفع هرگونه ابهام در ترجمه عبارات فنی، نسخه انگلیسی ویرایش دوم کتاب اصلی در CD همراه کتاب موجود است که در آن معرفی کاملی از نویسندگان کتاب در دیباچه آمده است. جهت کمک به دانشجویان در درک مطالب فنی و حل

س □ مکانیک غیرخطی محیط‌های پیوسته ...

تمرینات کتاب، یک کتاب کمکی به زبان اصلی نیز که توسط تیمی شامل نویسندگان اصلی کتاب تهیه شده، در CD همراه کتاب در اختیار قرار گرفته است. همچنین نرم‌افزار کامل مرتبط با کتاب برای استفاده مستقیم دانشجویان، مهندسیین و محققین بصورت کُد اصلی و کامپایل شده در این CD وجود دارد.

دکتر ایرج محمودزاده‌کنی
عضو هیأت علمی دانشکده عمران
پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
تابستان ۱۳۹۹

پیشگفتار

یکی از وظایف اساسی حرفه مهندسی، طراحی محصولات صنعتی است، به طوری که بیشترین استفاده از مصالح به کار رفته را در ارتباط با عملکرد محصول در شرایط بهره‌برداری ببریم و در عین حال بالاترین راندمان را در تولید داشته باشیم. لازمه چنین فعالیتی درک بیش از پیش رفتار قطعات تحت شرایط بهره‌برداری همراه با آگاهی از فرآیندهای مکانیکی دخیل در تولید محصول است. به منظور حصول این اهداف لازم است مهندس طراح، مشخصه‌های غیرخطی مرتبط با رفتار قطعات تحت بارهای وارده و فرایندهای تولید محصول را در نظر بگیرد. در حال حاضر، تحلیل رفتار یک قطعه یا سازه با شبیه‌سازی کامپیوتری به نوعی در ارتباط است. با فراهم شدن نرم‌افزارهای تجاری اجزای محدود، امکان چنین تحلیل‌های غیرخطی به طور روزافزونی تقویت شده است.

چنین وضعیتی به سرعت مسائل آموزشی مربوط را مطرح می‌کند، زیرا برای استفاده درست از این برنامه‌های کامپیوتری و به منظور تفسیر صحیح نتایج، لازم است کاربران این برنامه‌ها تا اندازه‌ای با اصول مکانیک پیوسته غیرخطی، رابطه‌سازی غیرخطی روش اجزای محدود، و روش‌های حل به کار رفته در نرم‌افزارها آشنایی داشته باشند. در این کتاب تلاش شده است که با روشی یکپارچه به این سه مبحث پرداخته شود.

این کتاب برای دوره کارشناسی ارشد و دکتری و کارشناسانی که در زمینه مهندسی و ریاضیات کاربردی فارغ‌التحصیل شده‌اند و در صنعت مشغول به کارند، تدوین شده است. آشنایی با استاتیک، تحلیل سازه و روش اجزای محدود برای درک مفاهیم کتاب ضروری است. با وجود این، سعی شده که کتاب به عنوان مرجعی خود-کامل، بویژه در فصول مربوط به مکانیک پیوسته غیرخطی در آید که بخش بزرگی از آن را تشکیل می‌دهد. برای پژوهش‌های عددی مطالب ذکر شده و کارهای پژوهشی، برنامه کامپیوتری نیز مورد بحث قرار می‌گیرد که قابلیت تحلیل اجزای محدود در رژیم تغییرشکل‌های بزرگ محیط‌های جامد دوبعدی و سه‌بعدی را دارد.

در فصل اول در قالب مقدمه، طبیعت مکانیک محاسباتی غیرخطی با یک سری مثال‌های ساده بحث می‌شود. در فصل دوم مباحث ریاضی مورد نیاز برای درک مفاهیم کتاب ارائه شده‌اند. مطالب لازم در جبر تنسوری و مشتق امتدادی در این فصل بحث می‌شوند. فصل سوم به روابط حرکت در رژیم تغییرشکل‌های بزرگ می‌پردازد و توصیف‌های مادی و فضایی را ارائه می‌کند. قضیه کار مجازی در قالبی جدید و کمیت‌های مختلف تنش که در تحلیل غیرخطی در قالب روش اجزای محدود، کاربرد دارند موضوع فصل چهارم است که تحت عنوان تنش و تعادل ارائه می‌شود. در فصل پنجم معادلات

رفتاری محیطی ایده‌آل تحت عنوان فرالاستیسیته بحث می‌شود، فرالاستیسیته همسان هم در توصیف مادی و هم در توصیف فضایی در این فصل ارائه می‌شود. این معادلات رفتاری به‌عنوان مبنا در فصول هشتم و نهم برای بررسی رفتار الاستوپلاستیک استفاده می‌شوند. برای پایه‌ریزی روند حل نیوتن-رفسان، روابط کار مجازی در فصل ششم، خطی می‌شوند. بارگذاری فشاری تابع تغییرشکل نیز در این فصل بررسی می‌شود. گسسته‌سازی معادلات تعادل موضوع فصل هفتم است. ماتریس سختی مماسی و کنترل تعادل در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرند. روش‌های مختلف عبور از نقاط بحرانی نیز در این فصل ارائه می‌شوند. در فصل هشتم تحلیل سازه‌های سه‌بعدی خرابایی با تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک مطرح شده است. با این مقدمه، موضوع فصل نهم، بررسی تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک در جامدات سه‌بعدی است. در فصل دهم، پیاده‌سازی کامپیوتری مطالب مورد بحث در کتاب در قالب برنامه کامپیوتری غیرخطی در رژیم تغییرشکل‌های بزرگ الاستوپلاستیک، به‌طور کامل بررسی و با حل مثال‌هایی، عملکرد برنامه ارزیابی می‌شود. کپی کامل برنامه در CD همراه کتاب قابل دستیابی است. بالاخره مجموعه‌ای از مراجع عمومی قابل استفاده برای پژوهش بیشتر و مقالات و کتبی که در تدوین این کتاب مورد استفاده قرار گرفته‌اند و شامل مطالب عمیق‌تری هستند، در انتهای کتاب آورده شده است.