

روش‌های اجزای محدود

(جلد اول)

تألیف:

Klaus-Jürgen Bathe

*(Professor of Mechanical Engineering
Massachusetts Institute of technology)*

ترجمه و تدوین:

ساسان محاسب

(استاد دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران)

و

آرش نیری

(دکترای مهندسی عمران - ژئوتکنیک)



سرشناسه	باته، کلاوس - یورگن
عنوان و نام پدیدآورنده	Bathe, Klaus-Jürgen روش‌های اجزای محدود / کلاوس - یورگن باته: ترجمه و تدوین ساسان محاسب، آرش نیری.
مشخصات نشر	تهران: ماه‌نویسان، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	ج۲: مصور، جدول، نمودار.
شابک	دوره: ۱ - ۴ - ۹۴۹۰۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸ - ج۲: ۴ - ۳ - ۹۴۹۰۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸ ج۱: ۷ - ۲ - ۹۴۹۰۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Finite element procedures, c1996.
یادداشت	چاپ قبلی: دانشگاه صنعتی سهند، ۱۳۷۷.
موضوع	روش المان‌های محدود
موضوع	ریاضیات مهندسی
شناسه افزوده	محاسب، ساسان، ۱۳۳۵ - مترجم
شناسه افزوده	نیری، آرش، ۱۳۵۵ - مترجم
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۳ ب ۲ ۹ / TA ۳۴۷
رده‌بندی دیویی	۶۲۰/۰۰۱۵۱۵۳۵
شماره کتاب‌شناسی ملی	۳۵۹۹۱۶۱



ناشر: ماه‌نویسان

روش‌های اجزای محدود (جلد اول)

تألیف: Klaus-Jürgen Bathe

ترجمه و تدوین:

ساسان محاسب - آرش نیری

امور فنی و هنری: مهناز عزب‌دفتری

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: بهار ۱۳۹۴

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۷ - ۲ - ۹۴۹۰۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸

قیمت: ۵۲۰۰۰ تومان

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

تلفن تماس: ۰۹۱۲۳۱۹۱۱۵۲ - ۰۹۳۹۳۱۹۱۱۵۲

فهرست مطالب

مقدمه مترجم	ز
مقدمه مؤلف	ش
فصل ۱. مقدمه‌ای بر کاربرد روش‌های اجزای محدود	
۱ - ۱ مقدمه	۱
۲ - ۱ مسائل فیزیکی، مدل‌های ریاضی و روش حل اجزای محدود	۳
۳ - ۱ تحلیل اجزای محدود، مکمل طراحی مهندسی توسط رایانه	۱۵
۴ - ۱ برخی تحقیقات انجام‌شده جدید	۱۹
فصل ۲. بردارها، ماتریس‌ها و تانسورها	
۱ - ۲ مقدمه	۲۵
۲ - ۲ مقدمه‌ای بر ماتریس‌ها	۲۶
۳ - ۲ فضاهای برداری	۵۱
۴ - ۲ تعریف تانسورها	۶۲
۵ - ۲ مسئله ویژه متقارن $Av = \lambda v$	۸۰
۶ - ۲ خارج قسمت ریلی و مشخص‌سازی مینی‌ماکس مقادیر ویژه	۹۵
۷ - ۲ نرم‌های برداری و ماتریسی	۱۰۵
۸ - ۲ تمرین‌ها	۱۱۵
فصل ۳. برخی مفاهیم پایه تحلیل مهندسی و مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود	
۱ - ۳ مقدمه	۱۲۳
۲ - ۳ حل مدل‌های ریاضی «گسسته سیستم»	۱۲۴

۱۲۵	۱-۲-۳ مسائل حالت پایا	
۱۴۰	۲-۲-۳ مسائل انتشار	
۱۴۴	۳-۲-۳ مسائل مقدار ویژه	
۱۵۳	۴-۲-۳ بحث در مورد طبیعت جواب‌ها	
۱۶۰	۵-۲-۳ تمرین‌ها	
۱۶۴	حل مدل‌های ریاضی «پیوسته سیستم»	۳-۳
۱۶۴	۱-۳-۳ رابطه‌سازی دیفرانسیلی	
۱۷۲	۲-۳-۳ رابطه‌سازی تفسیرانی	
۱۸۳	۳-۳-۳ روش باقیمانده وزن‌دار؛ روش ریتز	
۱۹۴	۴-۳-۳ مرور کلی: رابطه‌سازی دیفرانسیلی و گالرکین	
۲۰۲	۵-۳-۳ روش دیفرانسیلی تفاضل محدود و روش انرژی	
۲۱۵	۶-۳-۳ تمرین‌ها	
۲۲۱	اعمال قیدها	۴-۳
۲۲۲	۱-۴-۳ مقدمه‌ای بر روش‌های ضریب لانگرانژ و پنالتی	
۲۲۷	۲-۴-۳ تمرین‌ها	
۲۲۹	فصل ۴. روابط روش اجزای محدود - تحلیل خطی در مکانیک جامدات و ...	
۲۲۹	مقدمه	۱-۴
۲۳۰	۲-۴ روابط روش اجزای محدود مبتنی بر تغییر مکان	
۲۳۷	۱-۲-۴ روش عمومی تشکیل معادلات تعادل اجزای محدود	
۲۸۶	۲-۲-۴ اعمال شرایط مرزی تغییر مکانی	
۲۹۵	۳-۲-۴ مدل‌های مختصات تعمیم‌یافته برای مسائل خاص	
۳۲۵	۴-۲-۴ تمرکز خواص سازه‌ای و بارها	
۳۲۹	۵-۲-۴ تمرین‌ها	
۳۴۴	همگرایی نتایج تحلیل	۳-۴
۳۴۴	۱-۳-۴ مسئله مدل و تعریف همگرایی	
۳۴۹	۲-۳-۴ معیارهای همگرایی یکنوا	
۳۵۶	۳-۳-۴ حل اجزای محدود همگرایی یکنوا: روش حل ریتز	
۳۵۹	۴-۳-۴ خواص جواب‌های اجزای محدود	
۳۷۲	۵-۳-۴ نرخ همگرایی	
۳۸۷	۶-۳-۴ محاسبه تنش‌ها و ارزیابی خطا	
۳۹۵	تمرین‌ها	۷-۳-۴

۴-۴	مدل‌های اجزای محدود ناسازگار و آمیخته	۳۹۹
۴-۴-۱	مدل‌های ناسازگار مبتنی بر تغییر مکان	۴۰۰
۴-۴-۲	رابطه‌سازی آمیخته	۴۱۰
۴-۴-۳	درون‌یابی آمیخته، روابط تغییر مکان / فشار در تحلیل محیط تراکم‌ناپذیر	۴۲۲
۴-۴-۴	تمرین‌ها	۴۵۲
۵-۴	شرط $\inf\text{-sup}$ برای تحلیل محیط تراکم‌ناپذیر و مسائل سازه‌ای	۴۵۸
۴-۵-۱	شرط $\inf\text{-sup}$ برپایه از ملاحظات همگرایی	۴۵۹
۴-۵-۲	شرط $\inf\text{-sup}$ حاصل از معادلات ماتریسی	۴۷۸
۴-۵-۳	مد فشار (فیزیکی) ثابت	۴۸۳
۴-۵-۴	مد فشار غیرواقعی، حالت تراکم‌ناپذیری کامل	۴۸۵
۴-۵-۵	مدهای فشار غیرواقعی - حالت نیمه تراکم‌ناپذیری	۴۸۸
۴-۵-۶	آزمون Inf-Sup	۴۹۵
۴-۵-۷	اعمال شرط Inf-Sup به اجزای سازه‌ای	۵۰۶
۴-۵-۸	تمرین‌ها	۵۱۳
۵	فصل ۵. فرمول‌بندی و محاسبه ماتریس‌های اجزای محدود تک پارامتری	۵۱۹
۵-۱	مقدمه	۵۱۹
۵-۲	استخراج ماتریس سختی هم‌عامل اجزای میله‌ای	۵۲۰
۵-۳	رابطه‌سازی اجزای محیط پیوسته	۵۲۳
۵-۳-۱	اجزای چهارضلعی	۵۲۵
۵-۳-۲	اجزای مثلثی	۵۵۷
۵-۳-۳	ملاحظات همگرایی	۵۷۶
۵-۳-۴	ماتریس‌های اجزا در دستگاه مختصات کلی	۵۹۱
۵-۳-۵	اجزای مبتنی بر تغییر مکان / فشار در محیط تراکم‌ناپذیر	۵۹۴
۵-۳-۶	تمرین‌ها	۵۹۵
۴-۵	رابطه‌سازی اجزای سازه‌ای	۶۰۷
۴-۵-۱	اجزای تیری و پوسته متقارن محوری	۶۰۸
۴-۵-۲	اجزای صفحه‌ای و پوسته‌ای عمومی	۶۴۲
۴-۵-۳	تمرین‌ها	۶۸۶
۵-۵	انتگرال‌گیری عددی	۶۹۳
۵-۵-۱	درون‌یابی با استفاده از چندجمله‌ای	۶۹۵

- ۵-۵-۲ رابطه نیوتن - کوز (انتگرال گیری یک بعدی) ۶۹۷
- ۵-۵-۳ روابط گوس (انتگرال گیری یک بعدی) ۷۰۳
- ۵-۵-۴ انتگرال گیری دوبعدی و سه بعدی ۷۰۹
- ۵-۵-۵ مرتبه مناسب انتگرال گیری عددی ۷۱۲
- ۵-۵-۶ انتگرال گیری کاهش یافته و گزینشی ۷۲۷
- ۵-۵-۷ تمرین ها ۷۳۲
- ۵-۶ پیاده سازی اجزای محدود هم عامل در رایانه ۷۳۴
- واژه نامه فارسی به انگلیسی ۷۳۹
- واژه نامه انگلیسی به فارسی ۷۴۷
- منابع و مآخذ ۷۵۵
- فهرست موضوعی ۷۷۹

مقدمه مترجم

تحلیل اجزای محدود در ابتدا به عنوان یک روش تحلیل عددی توسعه یافت، اما امروزه در قالب روشی جامع و عمومی در حل بسیاری از مسائل در حوزه های مختلف و پیچیده مهندسی مورد استفاده و اقبال است. امروزه استفاده از نتایج نرم افزارهای تحلیلی بدون تسلط بر مفاهیم پایه اجزای محدود، می تواند به تفسیرهای نگران کننده ای از جانب کاربران منجر گردد. به همین دلیل است که تدریس درس اجزای محدود همواره به عنوان یکی از دروس پایه و مهم دانشگاهی در رشته های مهندسی در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد، و مباحث پیشرفته آن در دوره دکتری برنامه ریزی شده است. در این راستا بهره مندی اساتید محترم دانشگاهی، دانشجویان، مهندسين و محققين از یک کتاب آموزشی مفید در موضوع اجزای محدود، یک نیاز اساسی محسوب می گردد.

کتاب روش های اجزای محدود، تألیف پروفیسور Bathe، عضو هیأت علمی دانشگاه M.I.T، از جمله مراجع ارزشمند در این موضوع می باشد که از دهه ۸۰ میلادی و از ابتدای تألیف آن، در بسیاری از دانشگاه های معتبر سراسر دنیا و همچنین برای مهندسين و محققين به عنوان مرجع اصلی علم اجزای محدود مورد استفاده و استناد بوده است. اینجانب با توجه به همکاری با آقای پروفیسور Bathe و با هماهنگی و مجوز از ایشان، تصمیم به ترجمه آخرین ویرایش این کتاب را گرفتم. نسخه ترجمه شده حاوی به روز رسانی برخی مطالب و اعمال اصلاحاتی از جانب مؤلف در سال ۲۰۱۴ می باشد که کلیه آنها در متن ترجمه منعکس شده است.

شیوه ارائه مطالب و موضوعات پایه روش های اجزای محدود، روش های مورد استفاده در تحلیل اجزاء، مصالح و سازه های مختلف، مباحث پیشرفته در مدل سازی و فلسفه منحصر به فرد پروفیسور Bathe در پایه ریزی بنیادهای فیزیکی و ریاضی موضوعات و ارائه روش های حل، این کتاب را به طور ویژه نسبت به عناوین مشابه آن، برجسته و کاربردی

می‌سازد. امیدوار هستم ارائه ترجمه این کتاب راهگشای دانشجویان و اساتید محترم دانشگاه و کلیه مهندسان حرفه‌ای در زمینه تحلیل و طراحی سازه‌ها باشد.

در انتها از زحمات خانم مهناز عزب‌دفتری و همکاران ایشان در سازمان پژوهش که کار آماده‌سازی متن کتاب و امور فنی و هنری را با دقت و ظرافت همیشگی به‌انجام رسانیدند تشکر می‌نمایم؛ و همچنین از انتشارات ماه‌نویسان که مسئولیت چاپ کتاب را به‌عهده گرفتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

خواهشمند است نظرات تکمیلی خود را پیرامون محتوی کتاب و ایرادات احتمالی آن به آدرس ایمیل به‌شرح زیر، اعلام فرمایید.

ساسان محاسب

(دکترای مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی ETH زوریخ)

(استاد دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران)

smteam@gmx.ch

آرش نیری

(دکترای مهندسی عمران - ژنوتکنیک)

دیماه ۱۳۹۳، تهران