

مدلسازی در مهندسی:

آموزش جامع نرم افزار

المان محدود Abaqus:

ماژول ها

(جلد اول)

مؤلفین:

سید علی سجادی (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک دانشگاه کاشان)

محمد لطفی (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک دانشگاه کاشان)

محمد حاج احمدی (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

حسین نوری (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک دانشگاه پلی تکنیک میلان)

دکتر خلیل خلیلی (استاد تمام گروه مهندسی مکانیک دانشگاه بیرجند)

عنوان و نام پدیدآور	مدلسازی در مهندسی: آموزش جامع نرم افزار المان محدود Abaqus: مازول ها / مؤلفان سیدعلی سجادی... [و دیگران].
مشخصات نشر	اصفهان: انتشارات ارکان دانش، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۶۴۸ ص: مصور، جدول.
شابک	978-600-287-102-2
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	مؤلفان: سیدعلی سجادی، محمد لطفی، محمد حاج احمدی، حسین نوری، خلیل خلیلی
موضوع	آباکوس
موضوع	Abaqus (Electronic resource)
موضوع	روش المان های محدود - نرم افزار
موضوع	Finite elements method—software
موضوع	تحلیل سازه - - نرم افزار
موضوع	Structural analysis (Engineering)—Software
موضوع	تحلیل سازه - - روش های ماتریسی - - داده پردازی
موضوع	Structural analysis (Engineering)—Matrix methods—Data Processing
شناسه افزود	سیدعلی، سیدعلی - ۱۳۶۷-
رده بندی کنگره	TA ۳۴۷/۹ آ ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	۶۲۰/۰۰۱۸
شماره کتابشناسی ملی	۵۰۱۷/۱۴



انتشارات ارکان دانش

سایت خرید: www.Arkan-danesh.com

نام کتاب	مدلسازی در مهندسی: آموزش جامع نرم افزار المان محدود Abaqus: مازول ها
مؤلفین	سید علی سجادی، محمد لطفی، محمد حاج احمدی، حسین نوری، دکتر خلیل خلیلی
ناشر	انتشارات ارکان دانش
چاپ اول	تابستان ۱۳۹۷
شمارگان	جلد ۱۱۴
مدیر تولید	نسرین مختاری
تنظیم و صفحه آرایی	انتشارات ارکان دانش
طراحی جلد	کانون آگهی و تبلیغات نقشینه
قطع و شمارش صفحات	وزیری، ۶۴۸ صفحه
قیمت به همراه DVD	۴۸۰/۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-287-102-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۸۷-۱۰۲-۲

اصفهان: خیابان شیخ بهایی، چهارراه سرتیپ، کوی شهید مهرداد اتصاری (سرتیپ)، نرسیده به طالقانی، پلاک ۹۲.
تلفن: ۳۲۳۴۱۳۳۹، ۳۲۳۵۶۸۵۹، ۳۲۳۵۶۸۵۸، ۳۲۳۴۱۳۳۹، کدپستی: ۸۱۳۵۸-۶۵۶۳۱

مرکز پخش: ۰۹۱۳۱۰۷۸۷۲۶

مقدمه مؤلفان:

تقریباً تمامی پدیده‌های موجود در نظام هستی، شامل علوم مکانیک، زمین‌شناسی، اخترشناسی، زیست‌شناسی و غیره را می‌توان به کمک قوانین فیزیک و توسط معادلات جبری، دیفرانسیلی و یا انتگرالی توصیف نمود. برای مثال در زمینه‌ی مهندسی مسائلی نظیر تحلیل کماتش پوسته‌های کامپوزیتی، تحلیل توزیع تنش و کرنش در یک صفحه سوراخدار، تحلیل فرکانس‌های طبیعی بال هواپیما، تحلیل ترک و رشد آن در مخازن استوانه‌ای و محاسبه پارامترهای مکانیک شکست، تحلیل خمش یک لوله، تحلیل انواع جریان‌های سیال، تحلیل انتقال حرارت یک جسم تحت تأثیر سه حالت انتقال حرارت هدایتی، همرفتی و تشعشع، تحلیل فرآیندهایی نظیر ماشینکاری، جوشکاری، شکل‌دهی، خمش، پیچش، برش و غیره، نمونه‌ی کوچکی از مسائل کاربردی در زمینه‌ی مهندسی هستند که همگی به کمک قوانین فیزیک قابل بیان هستند. برای حل مسائل مهندسی سه روش وجود دارد:

۱- روش تحلیلی

در روش تحلیلی به حل مستقیم و دقیق معادلات حاکم بر مسائل پرداخته می‌شود و معمولاً نتایج برحسب توابع ریاضی بیان می‌شوند. به همین دلیل در این روش پاسخ مسأله در تمام نقاط دامنه‌ی تحلیل بدست می‌آید. اما این روش به ده دلیل برای حل بیشتر مسائل مهندسی قابل استفاده نیست:

الف- اگر چه در بسیاری از موارد استخراج معادلات حاکم بر مسائل چندان دشوار نیست؛ اما حل این معادلات به وسیله روش التحلیلی دقیق، بسیار دشوار است.

ب- در بسیاری از مسائل مهندسی به دلیل پیچیده بودن هندسه مسأله و شرایط بارگذاری، هیچ حل تحلیلی برای مسأله وجود ندارد.

۲- روش تجربی

نتایج در این روش از طریق آزمایش‌های تجربی بدست می‌آید اما این روش نیز به دلیل زمان و هزینه زیاد انجام آزمایش‌ها برای تمامی نمونه‌ها، در بسیاری از موارد کارآمد نیست.

۳- روش عددی

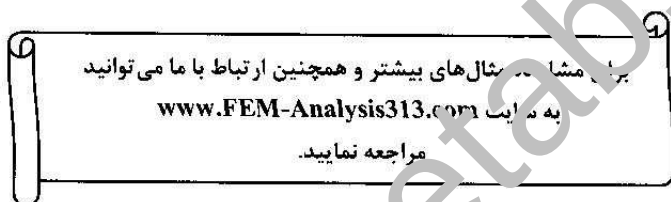
در مواردی که حل تحلیلی برای مسائل وجود نداشته و یا در صورت وجود بسیار پیچیده می‌باشد؛ از روش‌های حل تقریبی (روش‌های عددی)، استفاده می‌شود. امروزه روش‌های عددی به صورت گسترده‌ای در تحلیل‌های مهندسی مورد استفاده قرار گرفته و توانایی خود را در حل مسائل فنی با دقت بالا به اثبات رسانیده‌اند. روش‌های عددی نیازمند یک سری اعمال حسابی تکراری و خسته کننده هستند. اگر این اعمال به صورت دستی انجام شود؛ از آنجایی که بشر بسیار دچار اشتباه می‌شود؛ نتایج قابل اعتماد نخواهند بود؛ ضمن آنکه انجام این اعمال به صورت دستی، نیازمند زمان بسیار زیادی است. بنابراین این روش‌ها باید در رایانه پیاده‌سازی و اجرا گردند.

امروزه یکی از نرم‌افزارهایی که در تحلیل المان محدود مسائل مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ نرم‌افزار آباکوس می‌باشد که به طور چشمگیری مورد استقبال کاربران قرار گرفته است. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان طیف گسترده‌ای از مسائل خطی و غیرخطی شامل پاسخ‌های استاتیکی، دینامیکی، حرارتی، الکتریکی و غیره را تحلیل نمود.

در جلد اول این کتاب سعی شده است تا ضمن آشنایی خواننده با روند مدل‌سازی در نرم‌افزار آباکوس، تمامی دستورهای موجود در ماژول‌های مختلف این نرم‌افزار، به صورت ساده و با جزئیات کامل توضیح داده شود.

سپس در جلد دوم، با پیاده‌سازی چندین مثال گوناگون، انواع روش‌ها و تکنیک‌های مدل‌سازی در نرم‌افزار آباکوس توضیح داده شده است تا خواننده توانایی لازم برای پیاده‌سازی انواع تحلیل‌های المان محدود در زمینه‌های مختلف را کسب نماید.

در پایان پس از سپاس از خواهر عزیزم که در بازخوانی کتاب مرا یاری نمودند؛ لازم است تا از مسئولان مؤسسه انتشارات ارکان دانش اصفهان بویژه مدیریت نشر جناب آقای مهندس محمد ترابیان، مدیر داخلی سرکار خانم مرین مختاری، صفحه‌آرا سرکار خانم فاطمه چلمغانی و طراح جلد سرکار خانم حمیده ختمی‌پنا بی‌شکر و قدردانی نمایم.



فصل اول: آشنایی با نرم افزار ABAQUS و محصولات آن

۱-۱- آشنایی با نرم افزار ABAQUS	۱
۲-۱- محصولات نرم افزار ABAQUS	۱
۱-۲-۱- Abaqus/Standard	۱
۲-۲-۱- Abaqus/Explicit	۲
۳-۲-۱- Abaqus/CFD	۲
۴-۲-۱- Abaqus/CAE	۲
۵-۲-۱- Abaqus/View	۲
۳-۱- برنامه های ورودی به نرم افزار ABAQUS	۳
۴-۱- کدها، افزودنی به نرم افزار ABAQUS	۳
۵-۱- بررسی وضعیت نصب محصولات در نرم افزار ABAQUS	۴

فصل دوم: آشنایی کلی با محیط نرم افزار Abaqus/CAE

۱-۲- محیط نرم افزار Abaqus/CAE	۵
۱-۱-۲- نوار عنوان (Title bar)	۸
۲-۱-۲- نوار ابزار اصلی (Menu bar)	۸
۱-۲-۱-۲- منوی File	۸
۲-۲-۱-۲- منوی Model	۱۱
۳-۲-۱-۲- منوی Viewport	۱۵
۴-۲-۱-۲- منوی View	۱۷
۵-۲-۱-۲- منوی Tools	۲۹
• مجموعه ابزاری Query	۲۹
• مجموعه ابزاری Reference Point	۳۲
• مجموعه ابزاری Attachment	۳۲
• مجموعه ابزاری Set	۳۹
• مجموعه ابزاری Surface	۴۰
• مجموعه ابزاری Datum	۴۲
• مجموعه ابزاری Partition	۴۷
• مجموعه ابزاری Display Group	۵۴
• مجموعه ابزاری View Cut	۵۶
• مجموعه ابزاری Customize	۵۶
• مجموعه ابزاری Options	۵۶

۵۸	۳-۱-۲- نوار ابزارهای فوقانی (Toolbars)
۵۸	۱-۳-۱-۲- نوار ابزار File
۵۸	۲-۳-۱-۲- نوار ابزار Render Style
۵۸	۳-۳-۱-۲- نوار ابزار Selection
۵۹	۴-۳-۱-۲- نوار ابزار Viewport
۶۰	۵-۳-۱-۲- نوار ابزار Query
۶۰	۶-۳-۱-۲- نوار ابزار View Manipulation
۶۰	۷-۳-۱-۲- نوار ابزار Views
۶۰	۸-۳-۱-۲- نوار ابزار Display Group
۶۱	۹-۳-۱-۲- نوار ابزار View Cut
۶۱	۱۰-۳-۱-۲- نوار ابزار Color Code
۶۲	۴-۱-۲- نوار زمینه (Content pane)
۶۲	۵-۱-۲- نمودار درختی مدل (Model Tree)
۶۳	۶-۱-۲- نمودار درختی نتایج (Result Tree)
۶۴	۷-۱-۲- نوار ابزار جانبی (Toolbox area)
۶۴	۸-۱-۲- ناحیه بوم (Canvas and Drawing area)
۶۴	۹-۱-۲- نماهای گرافیکی (Viewports)
۶۴	۱۰-۱-۲- ناحیه اعلان (Prompt area)
۶۴	۱۱-۱-۲- ناحیه پیام (Message area)
۶۴	۱۲-۱-۲- ناحیه کد نویسی (Command line interface)

فصل سوم: ماژول‌ها، واحدها و انواع فایل‌ها در نرم‌افزار Abaqus/CAE

۶۵	۱-۳- ماژول‌های نرم‌افزار Abaqus/CAE
۶۶	۲-۳- واحدها در نرم‌افزار Abaqus/CAE
۶۶	۳-۳- انواع فایل‌ها در نرم‌افزار Abaqus/CAE

فصل چهارم: ماژول Sketch

۶۹	۱-۴- کاربرد ماژول Sketch
۷۰	۱-۱-۴- نوار ابزار جانبی ماژول Sketch
۷۰	۱-۱-۴- دستورهای طراحی یک ترسیم دو بعدی
۷۶	۲-۱-۴- دستورهای ویرایش و ایجاد آرایه از ترسیم‌ها
۸۰	۳-۱-۴- اندازه‌گذاری و قیدگذاری ترسیم‌ها
۸۳	۴-۱-۴- دستورهای انتخاب و پاک کردن اجزای هندسی و لغو عملیات‌های اخیر
۸۴	۵-۱-۴- دستورهای ذخیره کردن و باز کردن یک Sketch

- ۸۴..... Sketch ۴-۱-۱-۶- دستوره‌ای تنظیم نمای گرافیکی و صفحه
- ۸۷..... Sketch ۴-۱-۲- خروج از محیط

فصل پنجم: ماژول Part

- ۸۹..... ۱-۵- کاربرد ماژول Part
- ۹۰..... ۱-۱-۵- ایجاد و ویرایش هندسی قطعات
- ۹۰..... ۱-۱-۱-۵- Create part دستور
- ۹۰..... (I) فضای مدل سازی
- ۹۳..... (II) نوع قطعه
- ۹۸..... (III) شکل و نوع ایجاد قطعه
- ۱۰۴..... ۱-۵- ۲- دستور Part manager
- ۱۰۵..... ۱-۱-۱-۵- ۱- جعبه ابزار افزودن یک قطعه Solid به مدل موجود
- ۱۱۱..... ۱-۱-۴- ۱-۵- جعبه ابزار افزودن یک قطعه پوسته‌ای به مدل موجود
- ۱۱۲..... ۱-۱-۵- ۵- جعبه ابزار افزودن یک قطعه سیمی به مدل موجود
- ۱۱۴..... ۱-۱-۶- ۱-۵- جعبه ابزار کش یک قسمت از مدل موجود
- ۱۱۵..... ۱-۱-۷- ۱-۵- جعبه ابزار ایجاد فیل و پخ در گوشه‌ها
- ۱۱۶..... ۱-۱-۸- ۱-۵- دستور Create Mirror
- ۱۱۶..... ۱-۵- ۲- ویرایش، بازتولید و پاک کردن ویژگی‌های قطعات
- ۱۱۶..... ۱-۵- ۱-۲- ۱- جعبه ابزار ویرایش و بازتولید ویژگی‌های قطعات
- ۱۱۸..... ۱-۵- ۲-۲- ۱- جعبه ابزار فعال و غیر فعال کردن عملیات‌های انجام شده بر روی یک قطعه
- ۱۱۸..... ۱-۵- ۳-۲- ۱- دستور پاک کردن عملیات اعمالی بر روی قطعه
- ۱۱۸..... ۱-۵- ۳-۱- ۱- ابزارهای پارتیشن‌بندی
- ۱۱۹..... ۱-۵- ۴-۱- ۱- ابزارهای ایجاد هندسه‌های مجازی (Datum)
- ۱۱۹..... ۱-۵- ۵-۱- ۱- ویرایش هندسی قطعات
- ۱۱۹..... ۱-۵- ۱-۵- ۱- جعبه ابزار ویرایش لبه‌ها
- ۱۲۲..... ۱-۵- ۲-۵- ۱- جعبه ابزار ویرایش سطوح
- ۱۲۹..... ۱-۵- ۳-۵- ۱- جعبه ابزار ویرایش کلی قطعات
- ۱۳۱..... ۱-۵- ۶-۱- ۱- تکنیک مدل‌سازی صفحه میانی (Midsurface)
- ۱۳۱..... ۱-۵- ۱-۶- ۱- دستور Assign Midsurfaces Region

فصل ششم: ماژول Property

- ۱۳۶..... ۱-۶- ۱- ویژگی‌های مواد
- ۱۳۶..... ۱-۶- ۱- رفتار الاستیک مواد
- ۱۳۷..... ۱-۶- ۱-۱- ۱- مواد ایزوتروپیک
- ۱۳۸..... ۱-۶- ۱-۲- ۱- مواد ارتوتروپیک

۱۳۹	۳-۱-۱-۶- مواد ایزوتروپیک جانبی
۱۴۰	۴-۱-۱-۶- مواد کاملاً غیر ایزوتروپیک
۱۴۰	۵-۱-۱-۶- تعریف رفتار الاستیک خطی به صورت مدل کشش-جدایش برای المان‌های چسبنده
۱۴۱	۶-۱-۱-۶- تعریف رفتار اعوجاج برای معادلات حالت
۱۴۲	۲-۶- مراحل تعریف یک ماده و اختصاص دادن آن به یک قطعه
۱۴۲	۱-۲-۶- تعریف یک ماده
۱۴۳	۱-۱-۲-۶- ویژگی‌های عمومی (General)
۱۴۴	۲-۱-۲-۶- ویژگی‌های مکانیکی (Mechanical)
۱۴۸	۳-۱-۲-۶- ویژگی‌های حرارتی (Thermal)
۱۴۸	۴-۲-۶- ویژگی‌های الکتریکی-مغناطیسی (Electrical/Magnetic)
۱۴۹	۱-۱-۲-۶- سایر ویژگی‌ها (Other)
۱۴۹	۶-۱-۲-۶- ویرایش، خواص مواد
۱۵۶	۷-۱-۲-۶- استفاده از کتابخانه مواد
۱۵۷	۲-۲-۶- ایجاد یک Section
۱۵۸	۱-۲-۲-۶- Solid Sections
۱۵۸	۱-۱-۲-۲-۶- Homogeneous Solid Section
۱۵۹	۲-۱-۲-۲-۶- Generalized Plane Strain Sections (کرنش صفحه‌ای تعمیم یافته)
۱۶۰	۳-۱-۲-۲-۶- Human Sections
۱۶۲	۴-۱-۲-۲-۶- Composite Solid Sections
۱۶۳	۲-۲-۲-۶- Shell Section
۱۶۴	۱-۲-۲-۲-۶- Homogeneous Shell Sections
۱۶۸	۲-۲-۲-۲-۶- Composite Shell Section
۱۶۹	۳-۲-۲-۲-۶- Membrane Sections
۱۷۰	۴-۲-۲-۲-۶- Surface Section
۱۷۱	۵-۲-۲-۲-۶- General Shell Stiffness Section
۱۷۱	۳-۲-۲-۶- Beam Section
۱۷۲	۱-۳-۲-۲-۶- Beam Section
۱۷۴	۲-۳-۲-۲-۶- Truss Sections
۱۷۵	۴-۲-۲-۶- Fluid Section
۱۷۵	۱-۴-۲-۲-۶- Homogeneous Fluid Section
۱۷۵	۵-۲-۲-۶- Other Sections
۱۷۵	۱-۵-۲-۲-۶- Gasket Sections
۱۷۵	۲-۵-۲-۲-۶- Cohesive Section
۱۷۸	۳-۵-۲-۲-۶- Acoustic Infinite Sections

۱۸۰	Acoustic Interface Section - ۴-۵-۲-۲-۶
۱۸۰	Section یک ویرایش - ۶-۲-۲-۶
۱۸۰	اختصاص دادن یک Section به یک ناحیه از قطعه - ۳-۲-۶
۱۸۱	تعیین جهت‌های مورد نیاز یک Section - ۴-۲-۶
۱۸۲	Assign Material Orientation دستور - ۱-۴-۲-۶
۱۸۲	Solid یک قطعه کامپوزیتی مثال: مدل‌سازی یک قطعه کامپوزیتی - ۱-۱-۴-۲-۶
۱۸۵	Assign Shell/Membrane Normal دستور - ۲-۴-۲-۶
۱۸۵	Assign Rebar Reference Orientation دستور - ۳-۴-۲-۶
۱۸۵	مدل‌سازی یک پوسته کامپوزیتی مثال: - ۱-۳-۴-۲-۶
۱۸۹	Assign Beam/Truss Tangent دستور - ۴-۴-۲-۶
۱۸۹	Assign Beam Orientation دستور - ۵-۲-۶
۱۸۹	Wire یک تیر با استفاده از حالت مثال: مدل‌سازی یک تیر با استفاده از حالت - ۱-۵-۴-۲-۶
۱۹۱	Create Composite Layup دستور - ۳-۶
	۱-۳-۶ مقایسه لمان‌های پوسته‌ای معمولی (Conventional Shell) با لمان‌های پوسته‌ای کانتینم (Continuum Shell)
۱۹۱	Conventional Shell لمان‌های در لمان‌های - ۲-۳-۶
۱۹۲	Continuum shell لمان‌های در لمان‌های - ۳-۳-۶
۱۹۴	Create Composite Layup دستور استفاده از Solid - ۴-۳-۶
۱۹۷	Create Skin دستور - ۴-۶
۱۹۸	Create Stringer دستور - ۵-۶
۱۹۹	مدل‌سازی میله‌های تقویتی فولادی در یک تیر - ۱-۵-۶
۲۰۱	Create Inertia دستور - ۶-۶
۲۰۲	Create Springs/Dashpot دستور - ۷-۶
۲۰۳	Calibration دستور - ۸-۶

فصل هفتم: مازول Assembly

۲۰۸	Create Instance دستور - ۱-۷
۲۱۱	ایجاد آرایه از نمونه‌ها - ۲-۷
۲۱۱	Linear Pattern دستور - ۱-۲-۷
۲۱۲	Radial Pattern دستور - ۲-۲-۷
۲۱۲	Replace دستور - ۳-۲-۷
۲۱۳	دستورهای موقعیت‌دهی نمونه‌ها - ۳-۷
۲۱۳	Translate دستور - ۱-۳-۷
۲۱۳	Translate To دستور - ۲-۳-۷
۲۱۴	Rotate دستور - ۳-۳-۷

۲۱۴	۴-۷- اعمال قیود مورد نیاز برای موقعیت‌دهی نمونه‌ها
۲۱۴	۷-۴-۱- قید موازی کردن دو سطح
۲۱۵	۷-۴-۲- قید موازی کردن دو سطح و تعیین فاصله بین آن‌ها
۲۱۶	۷-۴-۳- قید موازی کردن دو لبه
۲۱۷	۷-۴-۴- قید موازی کردن دو لبه و تعیین فاصله بین آن‌ها
۲۱۷	۷-۴-۵- قید هم محوری
۲۱۸	۷-۴-۶- قید انطباق نقاط
۲۱۸	۷-۴-۷- قید توازی دستگاه‌های مختصات
۲۱۹	۷-۵- یکپارچه سازی / برش نمونه‌ها

فصل هشتم: ماژول Step

۲۲۶	۸-۱- اصول اولیه روش المان محدود
۲۲۶	۸-۱-۱- روش حاشه‌ای
۲۲۶	۸-۱-۱-۱- به دست آوردن جابه‌جایی گره‌ها با استفاده از روش‌های ضمنی در
۲۲۹	۸-۱-۲- روش حل صریح
۲۲۹	۸-۱-۲-۱- بررسی انتشار موج در یک سازه با استفاده از روش صریح
۲۳۰	۸-۱-۲-۲- انتگرال‌گیری در روش صریح
۲۳۲	۸-۱-۳- مقایسه روش‌های حل ضمنی و صریح در انتگرال‌گیری بر روی زمان
۲۳۴	۸-۱-۴- تصمیم‌گیری در مورد انتخاب نوع روش (حاشه‌ای یا صریح)
۲۳۶	۸-۲- تحلیل خطی و غیرخطی
۲۳۶	۸-۲-۱- تحلیل خطی
۲۳۶	۸-۲-۲- تحلیل غیرخطی
۲۳۹	۸-۳- تعیین نوع تحلیل (Step)
۲۴۴	۸-۴- ویرایش Step‌های تعریف شده
۲۴۵	۸-۵- تعیین خواسته‌های خروجی تحلیل
۲۴۵	۸-۵-۱- Field output
۲۴۷	۸-۵-۲- History output
۲۴۸	۸-۶- مش‌بندی تطابقی (ALE)
۲۴۹	۸-۶-۱- مثال: شبیه‌سازی فرآیند شکل‌دهی یک قطعه

فصل نهم: ماژول Interaction

۲۵۳	۹-۱- کاربردهای ماژول Interaction
۲۵۵	۹-۲- تعریف برهم‌کنش توسط دستور Create interaction
۲۵۶	۹-۲-۱- General contact
۲۵۷	۹-۲-۲- Surface to surface contact
۲۶۱	۹-۲-۳- Self contact
۲۶۲	۹-۲-۴- Pressure penetration

۲۶۲	Fluid cavity - ۵-۲-۹
۲۶۳	Fluid exchange - ۶-۲-۹
۲۶۴	XFEM crack growth - ۷-۲-۹
۲۶۴	Model change - ۸-۲-۹
۲۶۴	Cyclic symmetry - ۹-۲-۹
۲۶۶	Elastic foundation - ۱۰-۲-۹
۲۶۷	تشعشع حفره (منبع تشعشع) (Cavity radiation) - ۱۱-۲-۹
۲۷۰	Surface film conditions - ۱۲-۲-۹
۲۷۱	Concentrated film conditions - ۱۳-۲-۹
۲۷۲	تشعشع (Radiation) - ۱۴-۲-۹
۲۷۳	همسازی شبیه‌سازی (Standard /Explicit co-simulation) - ۱۵-۲-۹
۱۶-۲-۹	بره کنش Fluid-structure co-simulation (between Abaqus/CFD and Abaqus/Standard)
۲۷۴	Abaqus/Explicit) or
۲۷۵	اوج تابی (Incident wave) - ۱۷-۲-۹
۲۷۶	امپدانس آکوستیک (Acoustic impedance) - ۱۸-۲-۹
۲۷۷	برهم‌کنش Actuator/sensor - ۱۹-۲-۹
۲۷۸	تعریف خواص برهم‌کنش از طریق Create interaction properties - ۳-۹
۲۷۸	تماس (Contact) - ۱-۳-۹
۲۷۹	رفتار مماسی (Tangential Behavior) - ۱-۱-۳-۹
۲۸۶	Normal Behavior - ۲-۱-۳-۹
۲۹۰	میرایی (Damping) - ۳-۱-۳-۹
۲۹۱	هدایت حرارتی (Thermal Conductance) - ۴-۱-۳-۹
۲۹۳	تولید گرما (Heat Generation) - ۵-۱-۳-۹
۲۹۴	انتقال حرارت تابشی (Radiation) - ۶-۱-۳-۹
۲۹۵	هدایت و رسانایی الکتریکی (Electrical Conductance) - ۷-۱-۳-۹
۲۹۶	شرایط غشا همرفتی (Film condition) - ۲-۳-۹
۲۹۶	تشعشع حفره (منبع تشعشع) (Cavity radiation) - ۳-۳-۹
۲۹۷	حفره سیال (Fluid cavity) - ۴-۳-۹
۳۰۰	تبادل سیال (Fluid exchange) - ۵-۳-۹
۳۰۱	مقاومت آکوستیک (Acoustic impedance) - ۶-۳-۹
۳۰۲	امواج تابشی (Incident waves) - ۷-۳-۹
۳۰۴	تعریف قیود با استفاده از دستور Create Constraint - ۴-۹
۳۰۵	قید Tie - ۱-۴-۹
۳۰۶	قید قطعه صلب (Rigid body) - ۲-۴-۹
۳۰۷	قید نمایش جسم (Display body) - ۳-۴-۹
۳۰۸	قید کوپلینگ (Coupling) - ۴-۴-۹

۳۱۰	 قید نقاط تنظیم (Adjust points) ۵-۴-۹
۳۱۰	 قید چند نقطه‌ای (MPC) ۶-۴-۹
۳۱۱	 قید کوپلینگ یک پوسته به جسم توپر سه‌بعدی (Shell-to-solid coupling) ۷-۴-۹
۳۱۲	 Embedded region قید ۸-۴-۹
۳۱۳	 (Equation) قید معادله ۹-۴-۹
۳۱۴	 (Find Contact Pairs) یافتن جفت‌های تماس ۵-۹
۳۱۶	 (Connectors) رابط‌ها ۶-۹
۳۱۶	 ۱-۶-۹ انواع رابط‌ها
۳۱۷	 Align ۲-۶-۹
۳۱۸	 Axial ۳-۶-۹
۳۱۹	 Beam ۴-۶-۹
۳۲۰	 Bushing ۵-۶-۹
۳۲۱	 Cardan ۶-۶-۹
۳۲۲	 Cartesian ۷-۶-۹
۳۲۲	 Constant velocity ۸-۶-۹
۳۲۳	 CV Joint ۹-۶-۹
۳۲۴	 Cylindrical ۱۰-۶-۹
۳۲۵	 Euler ۱۱-۶-۹
۳۲۵	 Hing ۱۲-۶-۹
۳۲۷	 Join ۱۳-۶-۹
۳۲۷	 Link ۱۴-۶-۹
۳۲۸	 Planar ۱۵-۶-۹
۳۲۹	 Radial-Thrust ۱۶-۶-۹
۳۲۹	 Retractor ۱۷-۶-۹
۳۳۰	 Revolute ۱۸-۶-۹
۳۳۱	 Rotation ۱۹-۶-۹
۳۳۲	 Rotation-Accelerometer ۲۰-۶-۹
۳۳۲	 SlipRing ۲۱-۶-۹
۳۳۳	 Slot ۲۲-۶-۹
۳۳۴	 Translator ۲۳-۶-۹
۳۳۵	 Ujoint ۲۴-۶-۹
۳۳۵	 Universal ۲۵-۶-۹
۳۳۶	 Weld ۲۶-۶-۹
۳۳۶	 Connector Builder دستور ۷-۹
۳۳۸	 (Wire Feature) ایجاد یک ویژگی سیمی ۸-۹

۳۳۹	۹-۹- ایجاد Section رابط (Connector Section)
۳۴۲	۱۰-۹- انتصاب Section ساخته شده به ویژگی سیمی (Connector Assignment)
۳۴۲	۱۱-۹- مجموعه ابزاری Attachment
۳۴۳	۱-۱۱-۹- دستور ایجاد نقطه ضمیمه با انتخاب یک نقطه
۳۴۳	۲-۱۱-۹- دستور ایجاد نقاط ضمیمه در طول یک مسیر
۳۴۵	۳-۱۱-۹- دستور ایجاد نقاط ضمیمه با یک الگوی خاص
۳۴۶	۴-۱۱-۹- دستور ایجاد خطوط ضمیمه از طریق تصویر کردن نقاط بر روی یک سطح
۳۴۶	۱۲-۹- دستور Create Fasteners
۳۴۷	۱-۱۲-۹- گزینه Point-based
۳۵۰	۲-۱۲-۹- گزینه Discrete
۳۵۲	۳-۱۲-۹- گزینه Assembled
۳۵۴	۱۳-۹- تعریف اینرسی
۳۵۴	۱-۱۳-۹- گزینه Point mass/inertia
۳۵۵	۲-۱۳-۹- گزینه Nonstructural mass
۳۵۶	۳-۱۳-۹- گزینه Heat capacitance
۳۵۷	۱۴-۹- ایجاد ترک (Crack)
۳۵۷	۱-۱۴-۹- دستور Contour integral (گرال مسیری)
۳۵۹	۲-۱۴-۹- دستور XFEM
۳۶۰	۳-۱۴-۹- دستور VCCT
۳۶۳	۱۵-۹- ایجاد فنر و میراگر
۳۶۴	۱-۱۵-۹- گزینه Connect two points
۳۶۵	۲-۱۵-۹- گزینه Connect points to ground

فصل دهم: مازول Load

۳۶۸	۱-۱۰- اعمال بارگذاری
۳۷۰	۱-۱-۱۰- نیروهای متمرکز
۳۷۴	۲-۱-۱۰- گشتاور
۳۷۵	۳-۱-۱۰- فشار
۳۷۷	۴-۱-۱۰- تعریف بار گسترده بر روی لبه‌های یک قطعه پوسته‌ای
۳۷۸	۵-۱-۱۰- تعریف بار گسترده بر روی سطح
۳۷۹	۶-۱-۱۰- تعریف بار گسترده بر روی یک تیر
۳۸۰	۷-۱-۱۰- نیروی حجمی
۳۸۰	۸-۱-۱۰- نیروی حجمی چرخشی
۳۸۱	۹-۱-۱۰- شار حرارتی متمرکز
۳۸۲	۱۰-۱-۱۰- شار حرارتی سطحی
۳۸۲	۱۱-۱-۱۰- شار حرارتی حجمی

- ۳۸۲..... ۲-۱۰- ویرایش بارهای اعمالی
- ۳۸۳..... ۳-۱۰- تعریف شرایط مرزی
- ۳۸۴..... ۱-۳-۱۰- شرایط مرزی جابه‌جایی/چرخش
- ۳۸۶..... ۲-۳-۱۰- شرایط مرزی تقارن/باد تقارن/گیردار (کاملاً بسته)
- ۳۸۷..... ۳-۳-۱۰- شرایط مرزی سرعت انتقالی/سرعت زاویه‌ای
- ۳۸۸..... ۴-۳-۱۰- شرایط مرزی شتاب انتقالی/شتاب زاویه‌ای
- ۳۸۹..... ۵-۳-۱۰- شرایط مرزی دمایی
- ۳۹۰..... ۴-۱۰- تعریف شرایط اولیه
- ۳۹۱..... ۱-۴-۱۰- سرعت اولیه
- ۳۹۳..... ۲-۴-۱۰- تنش اولیه
- ۳۹۳..... ۴-۱۰- دبی اولیه
- ۳۹۸..... ۵-۱۰- ایجاد Load Case
- ۴۰۱..... ۱-۵-۱۰- مثال سناریی نحوه استفاده از Load Case

فصل یازدهم: ماژول Mesh

- ۴۰۶..... ۱-۱۱- انواع المان‌ها در نرم‌افزار آباکوس
- ۴۰۶..... ۱-۱-۱۱- خانواده
- ۴۰۷..... ۲-۱-۱۱- درجات آزادی
- ۴۰۸..... ۳-۱-۱۱- تعداد گره‌ها (مرتب میانی، مرتبه تابع ترتیب)
- ۴۰۸..... ۴-۱-۱۱- فرمولاسیون
- ۴۰۹..... ۵-۱-۱۱- روش انتگرال‌گیری
- ۴۱۰..... ۱-۵-۱-۱۱- مثال: تحلیل استاتیکی یک تیر یک سر گیردار تحت بار متمرکز P
- ۴۱۸..... ۲-۱۱- نام‌گذاری قراردادی المان‌ها در نرم‌افزار آباکوس
- ۴۱۸..... ۱-۲-۱۱- خانواده Continuum
- ۴۱۹..... ۲-۲-۱۱- خانواده Shell
- ۴۲۰..... ۳-۲-۱۱- خانواده Beam (المان‌های تیر)
- ۴۲۱..... ۴-۲-۱۱- خانواده Truss (المان‌های خرپا)
- ۴۲۱..... ۵-۲-۱۱- خانواده Membrane (المان‌های غشایی)
- ۴۲۲..... ۳-۱۱- دانه‌بندی و قیود آن
- ۴۲۵..... ۱-۳-۱۱- قیود دانه‌بندی
- ۴۲۸..... ۴-۱۱- کنترل مش
- ۴۲۸..... ۱-۴-۱۱- شکل المان‌ها
- ۴۳۱..... ۲-۴-۱۱- تکنیک‌های مش‌بندی
- ۴۳۱..... ۱-۲-۴-۱۱- روش مش‌بندی منظم (Structured)
- ۴۳۶..... ۲-۲-۴-۱۱- روش مش‌بندی جارویی (Sweep)
- ۴۴۰..... ۳-۲-۴-۱۱- روش مش‌بندی آزاد (Free)

۴۴۴	۴-۲-۴-۱۱- روش‌های مش‌بندی پیشرفته
۴۴۸	۳-۴-۱۱- الگوریتم‌های مش‌بندی
۴۵۱	۵-۱۱- مراحل عملیات مش‌بندی
۴۵۲	۱-۵-۱۱- دانه‌بندی
۴۵۴	۲-۵-۱۱- کنترل مش
۴۵۵	۳-۵-۱۱- انتخاب نوع المان
۴۵۶	۴-۵-۱۱- مش‌بندی مدل
۴۵۷	۵-۵-۱۱- بررسی کیفیت مش
۴۶۲	۶-۱۱- مش‌بندی مجدد تطابقی
۴۶۵	۱-۶-۱۱- روش‌های محاسبه اندازه المان‌های جدید در فرآیند مش‌بندی مجدد
۴۶۷	۲-۶-۱۱- مثال: مش‌بندی مجدد یک صفحه با تمرکز تنش دایره‌ای
۴۶۹	۳-۶-۱۱- تعریف قید در عملیات مش‌بندی مجدد
۴۶۹	۱-۳-۶-۱۱- اندازه المان‌ها
۴۶۹	۲-۳-۶-۱۱- قید تعداد المان‌ها
۴۶۹	۳-۳-۶-۱۱- قید، کنترل سرعت ریز شدن و یا درشت شدن المان‌ها
۴۷۰	۴-۶-۱۱- محدودیت‌های استفاده از فرآیند مش‌بندی مجدد
۴۷۰	۵-۶-۱۱- پیاده‌سازی فرآیند مش‌بندی مجدد

فصل دوازدهم: مازول Optimization

۴۷۳	۱-۱۲- کاربردهای مازول بهینه‌سازی
۴۷۴	۲-۱۲- فرآیند بهینه‌سازی
۴۷۵	۳-۱۲- درک اهمیت و نقش مازول بهینه‌سازی
۴۷۵	۱-۳-۱۲- ناحیه طراحی
۴۷۶	۲-۳-۱۲- متغیرهای طراحی
۴۷۶	۳-۳-۱۲- سیکل طراحی
۴۷۷	۱-۳-۱۲- درک مفهوم بهینه‌سازی
۴۷۸	۴-۳-۱۲- وظیفه بهینه‌سازی
۴۷۸	۵-۳-۱۲- پاسخ‌های طراحی
۴۷۸	۶-۳-۱۲- توابع هدف
۴۷۸	۷-۳-۱۲- قیدها
۴۷۹	۸-۳-۱۲- محدودیت‌های هندسی
۴۷۹	۹-۳-۱۲- شرایط توقف فرآیند بهینه‌سازی
۴۸۱	۴-۱۲- بررسی و رفع عیب از یک فرآیند بهینه‌سازی
۴۸۱	۵-۱۲- تعریف، ایجاد و سازمان‌دهی یک وظیفه بهینه‌سازی
۴۸۱	۱-۵-۱۲- تعریف یک وظیفه بهینه‌سازی

- ۴۸۲.....۱۲-۵-۱-۱- ایجاد یک وظیفه بهینه‌سازی از نوع توپولوژی
- ۴۸۳.....۱۲-۵-۱-۱-الف. ایجاد و سازماندهی یک وظیفه بهینه‌سازی از نوع توپولوژی عام
- ۴۸۸.....۱۲-۵-۱-۱-ب. ایجاد و سازماندهی یک وظیفه بهینه‌سازی از نوع توپولوژی بر مبنای سختی
- ۴۹۱.....۱۲-۵-۱-۲- ایجاد و سازماندهی یک وظیفه بهینه‌سازی از نوع شکل
- ۴۹۹.....۱۲-۵-۱-۳- ویرایش فرآیندهای بهینه‌سازی تعریف شده
- ۵۰۰.....۱۲-۶-۱- ایجاد و سازماندهی پاسخ‌های طراحی
- ۵۰۰.....۱۲-۶-۱- ایجاد و ویرایش یک پاسخ طراحی
- ۵۰۵.....۱۲-۶-۲- ترکیب پاسخ‌های طراحی
- ۵۰۷.....۱۲-۷-۱- تعریف توابع هدف
- ۵۰۹.....۱۲-۸-۱- تعریف قیودها، فرآیند بهینه‌سازی
- ۵۱۱.....۱۲-۹-۱- آرد محدودیت‌های هندسی
- ۵۱۲.....۱۲-۹-۱-۱- ایجاد یک محدودیت هندسی برای فرآیند بهینه‌سازی توپولوژی
- ۵۱۲.....۱۲-۹-۱-۱-۱- ایجاد یک محدودیت هندسی ناحیه ثابت
- ۵۱۳.....۱۲-۹-۱-۲- آرد محدودیت در اندازه ناحیه
- ۵۱۴.....۱۲-۹-۱-۳- ایجاد محدودیت‌های تقارن متناوب
- ۵۱۶.....۱۲-۹-۱-۴- ایجاد محدودیت‌های تقارن صفحه‌ای
- ۵۱۷.....۱۲-۹-۱-۵- ایجاد محدودیت‌های تقارن چرخشی
- ۵۱۸.....۱۲-۹-۱-۶- ایجاد محدودیت‌های تقارن نقطه‌ای
- ۵۱۹.....۱۲-۹-۱-۷- ایجاد محدودیت‌های قلم‌رادی
- ۵۲۱.....۱۲-۹-۲-۱- ایجاد یک محدودیت هندسی برای فرآیند بهینه‌سازی شکل
- ۵۲۲.....۱۲-۹-۲-۱-۱- ایجاد محدودیت هندسی در اندازه ناحیه
- ۵۲۴.....۱۲-۹-۲-۲- ایجاد محدودیت‌های تقارن صفحه‌ای
- ۵۲۵.....۱۲-۹-۲-۳- ایجاد محدودیت‌های تقارن چرخشی
- ۵۲۷.....۱۲-۹-۲-۴- ایجاد محدودیت‌های تقارن نقطه‌ای
- ۵۲۹.....۱۲-۹-۲-۵- ایجاد محدودیت‌های کنترل استامپ
- ۵۳۰.....۱۲-۹-۲-۶- ایجاد محدودیت‌های کنترل چرخش
- ۵۳۲.....۱۲-۹-۲-۷- تعریف محدودیت کنترل ایجاد حفره
- ۵۳۴.....۱۲-۹-۲-۸- ایجاد محدودیت بررسی نفوذ
- ۵۳۴.....۱۲-۹-۲-۹- ایجاد محدودیت هندسی ناحیه ثابت
- ۵۳۵.....۱۲-۹-۲-۱۰- ایجاد محدودیت هندسی رشد
- ۵۳۷.....۱۲-۹-۲-۱۱- ایجاد محدودیت هندسی جهت طراحی
- ۵۳۸.....۱۲-۹-۲-۱۲- ایجاد محدودیت کنترل ناحیه تحت شرایط لغزشی
- ۵۴۰.....۱۲-۱۰-۱- تعریف شرایط توقف موضعی

فصل سیزدهم: ماژول Job

۵۴۴	 Create Job	دستور ۱-۱۳
۵۵۰	 Create Adaptivity Process	دستور ۲-۱۳
۵۵۲	 Create Co-execution	دستور ۳-۱۳
۵۵۴	 Create Optimization Process	دستور ۴-۱۳

فصل چهاردهم: ماژول Visualization

۵۶۱	 Common Options	دستور ۱-۱۴
۵۶۴	 Superimpose Options	دستور ۲-۱۴
۵۶۵	 Result Options	دستور ۳-۱۴
۵۶۷	 Odb Display Option	دستور ۴-۱۴
۵۷۱	 Plot Undeformed Shape	دستور ۵-۱۴
۵۷۲	 Plot Deformed Shape	دستور ۶-۱۴
۵۷۲	 Plot Contours on Deformed Shape	دستور ۷-۱۴
۵۷۳	 Contours Options	دستور ۸-۱۴
۵۷۴	 Plot Symbols on Deformed Shape	دستور ۹-۱۴
۵۷۵	 Symbol Options	دستور ۱۰-۱۴
۵۷۵	 Plot Material Orientation on Deformed Shape	دستور ۱۱-۱۴
۵۷۶	 Material Orientation Options	دستور ۱۲-۱۴
۵۷۷	 Allow Multiple Plot States	دستور ۱۳-۱۴
۵۷۷	 Ply Stack Plot Options	دستور ۱۴-۱۴
۵۷۸	 Animate: Time History	دستور ۱۵-۱۴
۵۸۰	 Animate: Scale Factor	دستور ۱۶-۱۴
۵۸۰	 Animate: Harmonic	دستور ۱۷-۱۴
۵۸۰	 Animation Options	دستور ۱۸-۱۴
۵۸۱	 Create Coordinate System	دستور ۱۹-۱۴
۵۸۲	 Coordinate System Manager	دستور ۲۰-۱۴
۵۸۳	 Create XY Data	دستور ۲۱-۱۴
۵۸۹	 XY Data Manager	دستور ۲۲-۱۴
۵۹۰	 XY Axis Options	دستور ۲۳-۱۴
۵۹۱	 XY Curve Options	دستور ۲۴-۱۴
۵۹۲	 Create Field Output From Fields	دستور ۲۵-۱۴
۵۹۳	 Create Field Output From Frames	دستور ۲۶-۱۴
۵۹۵	 Activate/Deactivate View Cut	دستور ۲۷-۱۴

۵۹۶	۲۸-۱۴- دستور View Cut Manager
۵۹۶	۲۹-۱۴- دستور Create Free Body Cut
۵۹۷	۳۰-۱۴- دستور Create Free Body Cut Manager
۵۹۷	۳۱-۱۴- دستور Create Stream
۵۹۸	۳۲-۱۴- دستور Stream Manager
۵۹۹	۳۳-۱۴- دستور Switch Between Overlay and Single Plot State
۵۹۹	۳۴-۱۴- دستور Overlay Plot Layer Manager
۶۰۰	۳۵-۱۴- دستور Probe Values

فصل پانزدهم (پیوست) مقدمه‌ای بر روش‌های تحلیل عددی

۶۰۴	۱-۱۵- روش المان محدود
۶۰۵	۱-۱-۱۵- مفاهیم اولیه روش المان محدود
۶۰۵	۱-۱-۱۵- استخراج معادلات حاکم بر مسائل مهندسی
۶۰۵	۱-۱-۱-۱۵- استخراج معادله حاکم بر یک کابل تحت بار گسترده متغیر
۶۰۶	۱-۱-۱-۱۵-ب- استخراج معادله حاکم بر یک میله تحت بار محوری
۶۰۶	۱-۱-۱-۱۵-ج- استخراج معادله انتقال حرارت هدایتی یک استوانه طویل در حالت ناپایدار
۶۰۷	۱-۱-۱-۱۵-د- استخراج معادله دیفرانسیل حاکم بر فرآیند کشش عمیق
۶۰۸	۱-۱-۱-۱۵-ه- استخراج معادله دیفرانسیل خنک‌شدن یک تیر تحت خمش
۶۰۹	۱-۱-۱-۱۵-۲- حل تقریبی معادلات دیفرانسیل به وسیله روش‌های تغییرات تقریب
۶۰۹	۱-۱-۱-۱۵-۱-۲- لزوم انتگرال وزنی
۶۱۱	۱-۱-۱-۱۵-۲-۲- انواع مسائل برحسب شرایط مرزی
۶۱۱	۱-۱-۱-۱۵-۳-۲-۱- فرم ضعیف انتگرال وزنی
۶۱۳	۱-۱-۱-۱۵-۴-۲-۱- روش‌های تغییرات تقریب
۶۱۳	۱-۱-۱-۱۵-۴-۲-۱- الف- روش ریلی ریتز
۶۱۴	۱-۱-۱-۱۵-۴-۲-۱- ب- روش‌های باقیمانده‌ی وزنی
۶۱۶	۲-۱-۱۵- روش المان محدود
۶۱۶	۱-۲-۱-۱۵- مراحل اصلی روش المان محدود در حل یک مسئله
۶۲۴	۲-۱۵- روش المان مجزا (DEM)
۶۲۵	۱-۲-۱۵- الگوریتم روش المان مجزا
۶۲۶	۳-۱۵- مراجع