

مرجع کاربردی نرم افزار Abaqus

(همراه با حل مسائل پلاستیسته و الاستیسته)

مؤلفان:

مهندس بهروز باقری

دکتر محمود عباسی

دکتر مصطفی کتابچی

(عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

کتابخانه

سرشناسه	: باقری، بهروز، 1363-
عنوان و نام پدید آور	: مرجع کاربردی نرم افزار <i>Abaqus</i> (همراه با حل مسائل پلاستیسیته و الاستیسیته) / مولفان
مشخصات نشر	: بهروز باقری، محمود عباسی، مصطفی کتابچی،
مشخصات طبعی	: تهران : کیان رایانه سبز، زانئیس : خلیج فارس، 1390.
شابک	: 712 ص: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	: 1 - 62 - 6021 - 600 - 978
یادداشت	: فیبا
موضوع	: کتابنامه: ص 710.
موضوع	: آباکوس
موضوع	: روش امان های محدود - نرم افزار
موضوع	: ساز، تجزیه و تحلیل - نرم افزار
موضوع	: تحلیل عددی - برنامه های کامپیوتری
شناسه افزوده	: کتابچی، مصطفی، 1340-
شناسه افزوده	: عباسی، محمود، 1360-
رده بندی کنگره	: 62-1390/978
رده بندی دیویی	: 620/001535
شماره کتابشناسی ملی	: 2551665



انتشارات کیان رایانه سبز

نام کتاب	: مرجع کاربردی نرم افزار <i>Abaqus</i> (همراه با حل مسائل پلاستیسیته و الاستیسیته)
ناشر	: انتشارات کیان رایانه سبز
ناشر همکار	: زانئیس - خلیج فارس
مؤلفان	: بهروز باقری - محمود عباسی - مصطفی کتابچی
ویراستار ادبی	: لیلی غلامرضایی
ویراستار فنی	: پیمان عیمرانی
چاپ اول	: 1391
تیراژ	: 1500 جلد
چاپ و صحافی	: کتج شایگان
قیمت	: 18000 تومان (به همراه DVD)
شابک	: 978-600-6021-62-1
ISBN	: 978-600-6021-62-1

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر به
صورت حرفه ای یا چاپ مجدد، چاپ
افست، فتوکپی و انواع دیگر چاپ معذور
است و پیگرد قانونی دارد.

مرکز پخش:

انتشارات کیان رایانه سبز: تهران - خ انقلاب - خ 12 فروردین - کوچه نوروز - پلاک 27 طبقه اول

تلفن: 66411715-66406834-66416446

خرید Online از طریق سایت www.kianpub.com

سخنی با خوانندگان

«سپس، به کاتبان و نویسندگان بنگر و بهترین آن‌ها را بر کارهای خود بگمار...
کاتبان و نویسندگانی برگزین که قدر خود را بشناسند، چون کسی که به قدر خود شناخت
ندارد، دیگران را هم نمی‌شناسد.»
«برگرفته از نامه‌ی ۵۳ نهج البلاغه به مالک اشتر»

اگرچه نوشتن و پرداختن زکات علم از توصیه‌های اکید بزرگان و گواه بر کرامت اهل دانش است، اما
امروزه پرداختن به انگیزه‌ها و اهداف نوشتن بیشتر جلوه می‌کند. بی‌شک این که چه کسی می‌نویسد
مهم نیست، اما این که چرا و به چه پشتوانه‌ای می‌نویسد، درخور تأمل است. ما معتقدیم که چاپ
روزافزون کتاب‌های به اصطلاح «زود» که خالی از هرگونه نوآوری و بی‌توجه به استانداردهای
چاپ کتاب و نیازهای مخاطبان است، حاصل تفکر بازاری مستولی بر جامعه‌ی نشر است. بی‌پرده
آن که عنوان پر زرق و برقی، دستاویز قرار دادن مضمون‌های نو با هدف فروش بالا و طولیل کردن
سیاهه‌ی سابقه‌ی علمی، نمی‌تواند دلیل محکمی برای چاپ و نشر کتابی باشد که خواننده‌ی مشتاق
با صرف هزینه‌های نه چندان کم آن را تهیه می‌کند؛ به امید آن که چیزی از آن بیاموزد.

باید پذیرفت که انگیزه‌ی نوشتن کم از محتوای نوشته نیست و بین این دو رابطه‌ای مستقیم
برقرار است. اگر انگیزه از نوشتن، تولید دانش باشد بی‌شک نویسنده از قلم بی‌محتوا و کم‌عمق
پرهیز می‌کند و اگر دغدغه‌ی دانش و فرهنگ زخم خورده در میان باشد، ناشر تنها به عنوان
پرطمطراق بسنده نمی‌کند.

و چقدر امروزه، فرهنگ و دانش این مرز بوم که گرفتار آفت بی‌انگیزگی و زخم هوس است،
نیازمند ناشران و نویسندگانی است که نیت‌شان کمک به رشد دانش و ارتقای فرهنگ جامعه است و
به راستی که التیامی بر این درد نیست مگر نویسندگانی که قدر خود و دیگران را می‌دانند و خوب
می‌فهمند که کتاب، ابزار سودجویی‌های مفرضانه نیست و می‌کوشند تا خود را از هرگونه شهوت
نام و رسم و ثروت تهی کنند.

انتشارات کیان رایانه‌ی سبز خود را بری از عیب و خطا نمی‌داند، اما همواره بیش از پیش
می‌کوشیم تا در راستای تولید علم و نشر کتاب‌های پرمحتوا، دست نویسندگانی که انگیزه‌ی پاک
دارند را فشرده و در کنارشان باشیم و از خداوند متعال می‌خواهیم که در این مسیر صعب و پرخطر
در سایه‌ی لطف و عنایت خود از آن چه به عهده‌ی ما نهاده شده، سربلند و پیروز برآییم.

انتشارات کیان رایانه‌ی سبز

فهرست مطالب

بخش اول: نرم افزار Abaqus

فصل اول - معرفی نرم افزار Abaqus

- ۱-۱ آشنایی با محصولات های Abaqus ۳۰
- ۲-۱ شروع کار با Abaqus ۳۱
- ۳-۱ آشنایی با محیط Abaqus/CAE ۳۲
- ۴-۱ انواع فایل ها در Abaqus ۳۴
- ۵-۱ بررسی محصولات های نصب شده ۳۵
- ۶-۱ یکای مشخصات مصالح در برنامه ی Abaqus ۳۶

فصل دوم - ماژول Sketch

- ۱-۲ ترسیم های ساده در صفحه ی اولیه ۴۱
- ۱-۱-۲ ترسیم نقطه ۴۱
- ۲-۱-۲ ترسیم خط ۴۱
- ۳-۱-۲ ترسیم دایره ۴۲
- ۴-۱-۲ ترسیم مستطیل ۴۲
- ۵-۱-۲ ترسیم بیضی ۴۲
- ۶-۱-۲ ترسیم کمان ۴۲
- ۷-۱-۲ ترسیم منحنی Spline ۴۳
- ۸-۱-۲ هموار کردن گوشه ها ۴۴
- ۲-۲ ترسیم خطوط ساختار ۴۴
- ۳-۲ اندازه گذاری ۴۶
- ۴-۲ ویرایش ترسیم ها ۴۷

۴۷	۱-۴-۲ لغو یک عملیات
۴۷	۲-۴-۲ حذف یک شکل
۴۷	۳-۴-۲ ویرایش رأس یک شکل
۴۸	۴-۴-۲ ویرایش اندازه‌ها
۴۸	۵-۴-۲ بریدن قسمت‌های اضافی شکل
۴۹	۶-۴-۲ شکستن دو خط متقاطع
۴۹	۷-۴-۲ امتداددهی یک خط
۵۱	۵-۲ ایجاد اشکال موازی
۵۱	۶-۲ ایجاد یک آرایه از شکل‌ها
۵۴	۷-۲ ذخیره‌سازی و بازگشایی طرح اولیه
۵۵	۸-۲ تنظیم‌های صفحه‌ی طرح ابتدایی

فصل سوم - ماژول Part

۶۰	۱-۲ ایجاد مدل هندسی یک قطعه‌ی جدید
۶۲	۱-۱-۲ فضای مدل‌سازی
۶۲	۲-۱-۲ انواع قطعه از نظر تغییر شکل‌پذیری
۶۲	۳-۱-۲ شکل و نوع عملیات ترسیم قطعه
۶۳	۱-۳-۱-۲ شکل Solid
۷۱	۲-۳-۱-۲ شکل Shell
۷۲	۳-۳-۱-۲ شکل‌های نوع Wire
۷۳	۴-۳-۱-۲ شکل نوع Point
۷۳	۲-۳ افزودن شکل به مدل هندسی قطعه‌ی پایه
۷۴	۱-۲-۲ افزودن شکل نوع Solid
۸۳	۲-۲-۲ افزودن شکل نوع Shell
۸۶	۳-۲-۲ افزودن شکل نوع Wire
۸۷	۳-۲ برش دادن یک شکل از مدل هندسی پایه

۸۷	۱-۳-۲ Extrusion برش روی
۸۹	۲-۳-۲ Revolve برش به روش
۹۰	۳-۳-۲ Sweep برش به روش
۹۱	۴-۳-۲ Loft برش به روش
۹۳	۵-۳-۲ ایجاد یک سوراخ دایره‌ای
۹۴	۴-۳-۲ هموارسازی گوشه‌ها
۹۵	۵-۳-۲ ویرایش مدل مهندسی قطعه
۹۷	۱-۵-۲ ویرایش یک مرحله از ترسیم قطعه
۹۷	۲-۵-۲ حذف یا افزودن یک مرحله از ترسیم قطعه
۹۸	۶-۳ مدیریت ماژول Part
۹۸	۱-۶-۲ ایجاد یک قطعه جدید
۹۸	۲-۶-۲ کپی گرفتن از یک قطعه
۱۰۰	۳-۶-۲ تغییر نام یک قطعه
۱۰۰	۴-۶-۲ حذف یک قطعه
۱۰۰	۵-۶-۲ قفل کردن یک قطعه
۱۰۰	۷-۳ نکات مربوط به Part

فصل چهارم - ماژول Property

۱۰۸	۱-۴ تعیین خواص مواد
۱۰۸	۱-۱-۴ ویژگی‌های الاستیک مواد مختلف
۱۰۸	۱-۱-۱-۴ مواد ایزوتروپیک
۱۰۸	۲-۱-۱-۴ مواد ارتوتروپیک
۱۰۹	۳-۱-۱-۴ مواد ایزوتروپیک جانبی
۱۰۹	۴-۱-۱-۴ مواد غیرایزوتروپیک
۱۰۹	۲-۱-۴ تعریف یک ماده‌ی جدید
۱۱۰	۳-۱-۴ تعیین چگالی یک ماده
۱۱۱	۴-۱-۴ تعیین ویژگی‌های الاستیک ماده

- ۱-۴-۵ تعیین ویژگی های پلاستیک ماده ۱۱۲
- ۱-۴-۶ محاسبه ی رفتار هیپرالاستیک ۱۱۲
- ۱-۴-۷ نشان دادن نمودارهای $x-y$ از رفتار یک ماده ی هیپرالاستیک ۱۱۳
- ۱-۴-۸ ویرایش ویژگی های مواد ۱۱۵
- ۲-۴ تعیین خواص یک ناحیه Section ۱۱۷
- ۱-۲-۱ تعریف یک Section ۱۱۷
- ۲-۲-۲ ایجاد یک Section ۱۱۷
- ۲-۲-۳ ایجاد سطح مقطع یک تیر ۱۲۸
- ۲-۴ ویرایش یک Section ۱۳۶
- ۱-۲-۴ سیستم دادن یک Section به یک ناحیه از قطعه ۱۳۶

فصل پنجم - مازول Assembly

- ۱-۵ نمونه ی وابسته و نمونه ی مستقل ۱۴۲
- ۲-۵ موارد استفاده از مدل های وابسته و مستقل ۱۴۶
- ۳-۵ کاربرد منوی Instance ۱۴۶
- ۴-۵ ایجاد یک آرایه ی خطی از نمونه ها ۱۴۶
- ۵-۵ ایجاد یک آرایه ی شعاعی از نمونه ها ۱۴۸
- ۶-۵ مقید کردن نمونه ها ۱۵۲
- ۱-۶-۵ مقید کردن دو نمونه با صفحات مسطح موازی ۱۵۲
- ۲-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part اضلاع صفحه ای موازی مجزا ۱۵۴
- ۳-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part با لبه های موازی ۱۵۵
- ۴-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part با لبه های موازی مجزا با فاصلای معین ۱۵۷
- ۵-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part با اضلاع هم محور ۱۵۸
- ۶-۶-۵ محدود کردن دو نمونه Part با نقاط منطبق ۱۶۰
- ۷-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part با سیستم های مختصات موازی ۱۶۰
- ۸-۶-۵ محدود کردن دو نمونه ی Part با تماس مابین دو ضلع مجزا ۱۶۱
- ۹-۶-۵ ترکیب و برش دادن نمونه های Part ۱۶۲
- ۱۰-۶-۵ ادغام مش بندی نمونه های Part ۱۶۵

فصل ششم - مازول Step

۱۷۱	۱-۶ فرآیندهای خطی و غیرخطی
۱۷۴	۲-۶ تحلیل‌های عمومی
۱۷۴	۲-۶ تحلیل‌های خطی
۱۷۴	۴-۶ کادر گفتگوی Step Edit
۱۷۷	۵-۶ مفهوم مش‌بندی سازگار
۱۷۹	۶-۶ تعیین نتایج خروجی
۱۷۹	۱-۶-۶ تفاوت مابین خروجی‌های Field و History
۱۸۲	۲-۶-۶ گسترش خروجی‌های درخواستی

فصل هفتم - مازول Interaction

۱۸۶	۱-۷ مفهوم Interaction
۱۹۷	۲-۷ مفهوم Interaction Property
۱۹۸	۱-۲-۷ تعیین خواص برهمکنش
۲۰۰	۳-۷ مفهوم قیود
۲۰۹	۴-۷ مفهوم رابط‌ها
۲۱۳	۵-۷ تعریف اصطکاک در اتصال‌ها
۲۱۴	۱-۵-۷ پیکربندی رفتار مماسی برای اصطکاک اتصال‌ها

فصل هشتم - مازول Load

۲۱۸	۱-۸ اعمال بارگذاری
۲۲۰	۱-۱-۸ اعمال یک بار فشاری
۲۲۳	۲-۱-۸ اعمال یک نیروی متمرکز
۲۲۵	۳-۱-۸ تعریف یک لنگر یا گشتاور
۲۲۶	۴-۱-۸ اعمال بار فشاری در لوله‌ها
۲۲۶	۵-۱-۸ اعمال نیروی حجمی
۲۲۷	۶-۱-۸ اعمال نیروی خطی
۲۲۸	۷-۱-۸ اعمال نیروی وزنی

- ۸-۱-۸ اعمال یک بار تنش صفحه‌ای..... ۲۲۹
- ۸-۱-۹ اعمال نیروی حجمی دورانی..... ۲۳۰
- ۸-۱-۱۰ اعمال یک بار اتصالی..... ۲۳۱
- ۸-۱-۱۱ اعمال یک لنگر اتصالی..... ۲۳۲
- ۸-۱-۱۲ اعمال یک بار کمکی اینرسی..... ۲۳۲
- ۸-۲-۱ شرایط مرزی دما..... ۲۳۳
- ۸-۲-۱-۱ ایجاد یک فلاکس گرمایی سطحی..... ۲۳۳
- ۸-۲-۲-۱ اعمال یک فلاکس گرمایی حجمی..... ۲۳۴
- ۸-۲-۲-۲ اعمال یک فلاکس گرمایی متمرکز..... ۲۳۵
- ۸-۳ اعمال شتاب..... ۲۳۶
- ۸-۳-۱ اعمال یک شتاب ظرفیت داخلی..... ۲۳۶
- ۸-۴ اعمال جریان آبی روزنه‌ای متمرکز..... ۲۳۷
- ۸-۵ ایجاد جریان الکتریکی..... ۲۳۷
- ۸-۵-۱ اعمال جریان متمرکز..... ۲۳۷
- ۸-۵-۲ اعمال جریان سطحی..... ۲۳۷
- ۸-۵-۳ اعمال جریان حجمی..... ۲۳۸
- ۸-۵-۴ اعمال یک charge متمرکز..... ۲۳۸
- ۸-۵-۵ اعمال یک charge سطحی..... ۲۳۸
- ۸-۵-۶ اعمال یک charge حجمی..... ۲۳۹
- ۸-۶ تعریف نفوذ جرمی..... ۲۳۹
- ۸-۶-۱ اعمال شدت یک فلاکس متمرکز..... ۲۳۹
- ۸-۶-۲ اعمال یک فلاکس متمرکز سطحی..... ۲۴۰
- ۸-۶-۳ اعمال یک فلاکس متمرکز حجمی..... ۲۴۰
- ۸-۷ ایجاد شرایط مرزی در نمونه..... ۲۴۰
- ۸-۷-۱ تعریف شرایط مرزی متقارن و غیرمتقارن..... ۲۴۱
- ۸-۷-۲ اعمال شرایط مرزی جابه‌جایی / دورانی..... ۲۴۲
- ۸-۷-۳ اعمال یک شرط مرزی سرعت / سرعت زاویه‌ای..... ۲۴۴

۲۴۵	۴-۷-۸ اعمال یک شرط مرزی شتاب/ شتاب زاویه‌ای
۲۴۶	۵-۷-۸ اعمال یک شرط مرزی تغییر مکانی اتصالی
۲۴۷	۶-۷-۸ اعمال یک شرط مرزی سرعت اتصالی
۲۴۷	۷-۷-۸ اعمال یک مرز فشاری روزنه‌ای
۲۴۸	۴-۷-۸ اعمال شرط مرزی پتانسیل الکتریکی
۲۴۸	۹-۷-۸ اعمال میدان
۲۴۹	۱-۹-۷-۸ ایجاد میدان سرعت اولیه
۲۵۱	۲-۹-۷-۸ تعریف میدان دما

فصل نهم - ماژول Mesh

۲۵۲	۱-۹ دانه بندی چیست
۲۵۵	۲-۹ چگونگی پارتیشن بندی
۲۵۸	۳-۹ روش های مختلف مش بندی
۲۵۸	۱-۳-۹ مش بندی منظم
۲۶۶	۲-۳-۹ مش بندی آزاد
۲۶۹	۳-۳-۹ Sweep مش بندی
۲۷۲	۴-۳-۹ مش بندی اجسام سه بعدی چندگانه
۲۷۴	۴-۹ دانه بندی یک مدل
۲۷۴	۱-۴-۹ تعریف چگالی دانه ها برای یک نمونه
۲۷۶	۲-۴-۹ دانه بندی یک لبه با استفاده از تعیین المان ها
۲۷۶	۴-۴-۹ دانه بندی لبه های مدل با استفاده از اندازه ی المان ها
۲۷۶	۴-۴-۹ دانه بندی جهت دار یک لبه
۲۷۷	۵-۹ کنترل مشخصات و ویژگی های مش
۲۷۷	۱-۵-۹ انتخاب قالب یک المان
۲۷۹	۲-۵-۹ تنظیم گزینه ی گذرا در مش بندی
۲۸۰	۳-۵-۹ تنظیم الگوریتم مش بندی
۲۸۱	۶-۹ انتخاب نوع المان برای مش بندی

۲۸۲.....	۷-۹ عملیات مش بندی.....
۲۸۲.....	۸-۹ به دست آوردن اطلاعات در مورد المان های یک مش.....
۲۸۵.....	۹-۹ به دست آوردن اطلاعات مش.....
۲۸۶.....	۹-۹-۱ جزئیات دستورهای به دست آوردن اطلاعات مش.....

فصل دهم - ماژول Job

۲۸۹.....	۱-۱۰ مراحل اصلی در تحلیل یک مدل.....
۲۸۹.....	۱-۱۰-۱ ایجاد و بکربندی Job برای یک تحلیل.....
۲۹۰.....	۲-۱۰ ویرایشگر Job.....
۲۹۱.....	۱-۲-۱۰ زبانه General.....
۲۹۲.....	۲-۲-۱۰ زبانه Memory.....
۲۹۲.....	۳-۲-۱۰ زبانه Parallelization.....
۲۹۲.....	۴-۲-۱۰ زبانه Precision.....
۲۹۲.....	۳-۱۰ مدیریت Job.....

بخش دوم: حل مسائل الاستیسیته و پلاستیسیته با نرم افزار Abaqus

تمرین اول - تحلیل سه بعدی تیر

۲۹۷.....	۱-۱ ایجاد عضو یا طرح اولیه.....
۳۰۰.....	۲-۱ مرحله ی ایجاد خواص برای قطعه.....
۳۰۲.....	۳-۱ مونتاژ کردن قطعه.....
۳۰۲.....	۴-۱ ایجاد مراحل تحلیل.....
۳۰۴.....	۵-۱ مرحله ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی.....
۳۰۶.....	۶-۱ مرحله ی ایجاد شرط مرزی.....
۳۰۸.....	۷-۱ مرحله ی مش بندی.....
۳۱۰.....	۸-۱ انجام تحلیل.....
۳۱۱.....	۹-۱ نمایش خروجی به صورت انیمیشن.....

تمرین دوم - تحلیل ستون تحت بار در حالت دوی بعدی

۳۱۶	۱-۲ ایجاد عضو یا طرح اولیه
۳۱۸	۲-۲ مرحله‌ی ایجاد خواص قطعه
۳۲۲	۲-۲ مرحله‌ی مونتاژ قطعه
۳۲۲	۴-۲ مرحله‌ی ایجاد گام‌های تحلیل
۳۲۲	۵-۲ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۳۲۶	۶-۲ مرحله‌ی مش بندی
۳۲۸	۷-۲ مرحله‌ی تحلیل

تمرین سوم - تحلیل میله‌ی تحت کشش در حالت غیرخطی

۳۳۰	۱-۳ ایجاد عضو
۳۳۱	۲-۳ مرحله‌ی ایجاد خواص برای قطعه
۳۳۲	۳-۳ مونتاژ کردن قطعه
۳۳۳	۴-۳ ایجاد مراحل تحلیل
۳۳۴	۵-۳ مرحله‌ی بارگذاری و شرایط مرزی
۳۳۷	۶-۳ انجام تحلیل
۳۳۸	۷-۳ به دست آوردن منحنی تنش- کرنش

تمرین چهارم - تحلیل ورق حاوی ترک

۳۴۴	۱-۴ ایجاد عضو
۳۴۶	۲-۴ خواص قطعه
۳۴۷	۳-۴ مرحله‌ی مش بندی
۳۴۸	۴-۴ مرحله‌ی مونتاژ قطعه
۳۴۹	۵-۴ مرحله‌ی ایجاد گام‌های تحلیل
۳۵۱	۶-۴ مرحله‌ی برهمکنشی
۳۵۳	۷-۴ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۳۵۵	۸-۴ مرحله‌ی تحلیل

تمرین پنجم - تحلیل خرپا

۳۵۸	۱-۵ ایجاد عضو
۳۶۰	۲-۵ تعریف مصالح برای عضو مورد نظر
۳۶۳	۳-۵ مونتاژ کردن مدل
۳۶۳	۴-۵ تعریف گام های تحلیل
۳۶۴	۵-۵ تعریف بارگذاری و شرایط مرزی
۳۶۵	۶-۵ ایجاد شرایط مرزی
۳۶۷	۷-۵ مش بندی
۳۶۸	۸-۵ انجام تحلیل

تمرین ششم - تغییر شکل در یک حلقه ی لاستیکی در حالت تقارن محوری

۳۷۰	۱-۶ ایجاد عضو
۳۷۲	۲-۶ خواص قطعه
۳۷۴	۳-۶ مونتاژ قطعه
۳۷۴	۴-۶ تعریف گام های تحلیل
۳۷۷	۵-۶ مرحله ی برهم کنش
۳۸۰	۶-۶ مرحله ی بارگذاری
۳۸۲	۷-۶ تعریف شرایط مرزی
۳۸۴	۸-۶ ایجاد مش روی قطعه
۳۸۷	۹-۶ مرحله ی تحلیل

تمرین هفتم - آنالیز یک بریکت آلومینیومی

۳۹۰	۱-۷ ایجاد عضو
۳۹۲	۲-۷ خواص قطعه
۳۹۳	۳-۷ مونتاژ کردن مدل
۳۹۴	۴-۷ تعریف گام های تحلیل
۳۹۸	۵-۷ مرحله ی مش بندی
۴۰۱	۶-۷ مرحله ی تحلیل

تمرین هشتم - آنالیز ارتعاش در بال هواپیما

۴۰۶	۱-۸ ایجاد عضو
۴۰۸	۲-۸ خواص قطعه
۴۱۰	۳-۸ مونتاژ قطعه
۴۱۰	۴-۸ گام‌های تحلیل
۴۱۱	۵-۸ تعریف شرایط مرزی
۴۱۳	۶-۸ مرحله‌ی مش‌بندی
۴۱۴	۷-۸ مرحله‌ی تحلیل

تمرین نهم - تحلیل ورق تحت کشش

۴۱۹	۱-۹ ایجاد عضو
۴۲۰	۲-۹ تعریف مصالح برای عضو مورد نظر
۴۲۲	۳-۹ مونتاژ کردن مدل
۴۲۳	۴-۹ تعریف گام‌های تحلیل
۴۲۴	۵-۹ تعریف بارگذاری و شرایط مرزی
۴۲۴	۶-۹ ایجاد شرایط مرزی
۴۲۸	۷-۹ مرحله‌ی مش‌بندی
۴۳۱	۸-۹ انجام تحلیل

تمرین دهم - تحلیل ورق سوراخ دار تحت کشش

۴۳۳	۱-۱۰ ایجاد عضو
۴۳۵	۲-۱۰ تعریف مصالح برای عضو مورد نظر
۴۳۸	۳-۱۰ مونتاژ کردن مدل
۴۳۸	۴-۱۰ تعریف گام‌های تحلیل
۴۳۹	۵-۱۰ تعریف شرایط مرزی و بارگذاری
۴۴۴	۶-۱۰ مش‌بندی
۴۴۷	۷-۱۰ انجام تحلیل

تمرین یازدهم - تحلیل ورق دوسرگیر تحت بار

۴۵۲.....	۱-۱۱ ایجاد عضو
۴۵۲.....	۲-۱۱ خواص قطعه
۴۵۵.....	۳-۱۱ مرحله‌ی مونتاژ
۴۵۶.....	۴-۱۱ مرحله‌ی ایجاد گام‌های تحلیل
۴۵۶.....	۵-۱۱ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۴۵۹.....	۶-۱۱ مرحله‌ی مش‌بندی
۴۶۰.....	۷-۱۱ مرحله‌ی تحلیل

تمرین دوازدهم - آنالیز خمش تیر صفحه‌ای

۴۶۳.....	۱-۱۲ ایجاد عضو
۴۶۴.....	۲-۱۲ خواص قطعه
۴۶۶.....	۳-۱۲ مونتاژ قطعه
۴۶۷.....	۴-۱۲ مراحل تحلیل
۴۶۹.....	۵-۱۲ مرحله‌ی بارگذاری
۴۷۱.....	۶-۱۲ تعریف شرایط مرزی
۴۷۲.....	۷-۱۲ مش‌بندی قطعه
۴۷۲.....	۸-۱۲ مرحله‌ی تحلیل

تمرین سیزدهم - کمانش خطی در صفحه

۴۸۰.....	۱-۱۳ ایجاد عضو
۴۸۱.....	۲-۱۳ مرحله‌ای ایجاد خواص ماده
۴۸۲.....	۳-۱۳ مرحله‌ی مونتاژ
۴۸۳.....	۴-۱۳ تعریف گام‌های تحلیل
۴۸۵.....	۵-۱۳ مرحله بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۴۸۹.....	۶-۱۳ مرحله‌ی مش‌بندی
۴۹۰.....	۷-۱۳ مرحله‌ی تحلیل

تمرین چهاردهم - تحلیل یک لوله‌ی جدار نازک توخالی

۴۹۴	۱-۱۴ ایجاد عضو.....
۴۹۵	۲-۱۴ خواص قطعه.....
۴۹۶	۳-۱۴ مونتاژ قطعه.....
۴۹۶	۴-۱۴ تعریف مراحل تحلیل.....
۴۹۸	۵-۱۴ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی.....
۴۹۹	۶-۱۴ مرحله‌ی مش‌بندی.....
۵۰۰	۷-۱۴ مرحله‌ی تحلیل.....
۵۰۶	۸-۱۴ پردازش داده‌های خروجی.....

تمرین پانزدهم - تحلیل آچار آرنی با مقطع دایره‌ای

۵۱۴	۱-۱۵ ایجاد عضو.....
۵۱۵	۲-۱۵ مرحله‌ی خواص قطعه.....
۵۱۶	۳-۱۵ مرحله‌ی مونتاژ.....
۵۱۷	۴-۱۵ مرحله‌ی گام‌های تحلیل.....
۵۱۷	۵-۱۵ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی.....
۵۲۰	۶-۱۵ مرحله‌ی مش‌بندی.....
۵۲۴	۷-۱۵ مرحله‌ی تحلیل.....

تمرین شانزدهم - تحلیل خربای تحت ارتعاش

۵۲۶	۱-۱۶ ایجاد عضو.....
۵۲۷	۲-۱۶ مرحله‌ی خواص قطعه.....
۵۳۰	۳-۱۶ مرحله‌ی مونتاژ.....
۵۳۱	۴-۱۶ مرحله‌ی گام‌های تحلیل.....
۵۳۲	۵-۱۶ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی.....
۵۳۳	۶-۱۶ مرحله‌ی مش‌بندی.....
۵۳۷	۷-۱۶ مرحله‌ی تحلیل.....

تمرین هفدهم - خمش یک تیر کوتاه یک سر در گیر

۵۴۴	۱-۱۷ ایجاد عضو
۵۴۵	۲-۱۷ مرحله ی خواص قطعه
۵۴۶	۳-۱۷ مرحله ی مونتاژ
۵۴۷	۴-۱۷ مرحله ی گام های تحلیل
۵۴۷	۵-۱۷ مرحله ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۵۵۰	۶-۱۷ مرحله ی مش بندی
۵۵۳	۷-۱۷ مرحله ی تحلیل

تمرین هجدهم - خمش عمیق در حالت دوبعدی

۵۵۷	۱-۱۸ خواص قطعه
۵۶۰	۲-۱۸ مونتاژ قطعه
۵۶۱	۳-۱۸ تعریف مراحل تحلیل
۵۶۲	۴-۱۸ مرحله ی برهم کنش
۵۶۵	۵-۱۸ مرحله ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۵۶۸	۶-۱۸ مرحله ی مش بندی
۵۶۹	۷-۱۸ مرحله ی تحلیل

تمرین نوزدهم - نورد

۵۷۲	۱-۱۹ ایجاد عضو
۵۷۵	۲-۱۹ خواص قطعه
۵۷۶	۳-۱۹ مونتاژ قطعه
۵۷۶	۴-۱۹ گام های تحلیل
۵۷۷	۵-۱۹ مرحله ی برهم کنش
۵۸۰	۶-۱۹ مرحله ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۵۸۱	۷-۱۹ مرحله ی مش بندی
۵۸۲	۸-۱۹ مرحله ی تحلیل

تمرین بیستم - تحلیل کمانش صفحه‌ی ضخیم دوسرگیر تحت گشتاور

۵۸۵	۱-۲۰ ایجاد عضو
۵۸۹	۲-۲۰ مرحله‌ی Property
۵۹۱	۳-۲۰ مونتاژ قطعه
۵۹۱	۴-۲۰ تعریف گام‌های تحلیل
۵۹۳	۵-۲۰ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۵۹۶	۶-۲۰ مرحله‌ی مش‌بندی
۵۹۸	۷-۲۰ مرحله‌ی تحلیل

تمرین بیست و یکم - فورج سرد یک شمش

۶۰۱	۱-۲۱ ایجاد عضو
۶۰۴	۲-۲۱ خواص قطعه
۶۰۵	۳-۲۱ مرحله‌ی مونتاژ قطعه
۶۰۶	۴-۲۱ مرحله‌ی گام‌های تحلیل
۶۰۷	۵-۲۱ مرحله‌ی برهمکنش
۶۰۹	۶-۲۱ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی
۶۱۰	۷-۲۱ مرحله‌ی مش‌بندی
۶۱۲	۸-۲۱ مرحله‌ی تحلیل

تمرین بیست و دوم - کشش عمیق در حالت سه‌بعدی

۶۱۵	۱-۲۲ ایجاد عضو
۶۲۳	۲-۲۲ خواص قطعه
۶۲۴	۳-۲۲ مرحله‌ی مونتاژ قطعه
۶۲۴	۴-۲۲ مرحله‌ی گام‌های تحلیل
۶۲۷	۵-۲۲ مرحله‌ی برهمکنش
۶۲۸	۶-۲۲ مرحله‌ی بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی

پیش‌گفتار مؤلف

روش اجزای محدود، یک روش عددی است که می‌توان آن را برای حل مسائل متعدد و متنوع مهندسی در حالت‌های مختلف پایدار، گذرا، خطی یا غیرخطی مانند تحلیل تنش، انتقال حرارت و جریان سیال به کار گرفت. این روش که ریشه‌های آن به سال‌های ۱۹۰۰ میلادی برمی‌گردد، عملاً در دهه‌ی ۶۰ میلادی به صورت کلاسیک مدون، داخل مباحث مهندسی به خصوص مهندسی مکانیک و عمران شد و در دو دهه‌ی پایانی هزاره‌ی دوم به طور شگفت‌آوری در مراکز علمی و صنعتی جهان رسوخ نمود.

بدون شک روش اجزای محدود، انقلابی در صنعت جهان و نحوه‌ی نگرش به تحلیل و طراحی به وجود آورد. حل مسائلی که توسط روش معمول تحلیلی غیرممکن می‌نمود، قابلیت مدل‌سازی پروسه‌های واقعی صنعتی با کم‌ترین ساده‌سازی‌ها، توانمندی روش را در ارائه‌ی نتایج قابل اطمینان، کاهش هزینه‌های سنگین تست‌های عملی در پروسه‌های طراحی، سرعت بالای روش در حل مسائل و بالاخره افزایش قابلیت اطمینان و ایمنی در طراحی باعث گردید تا این روش به عنوان جزء لاینفک پیشرفت صنعتی درآید. از این رو به نظر می‌رسد دانشجویان رشته‌های مهندسی مکانیک، متالورژی و عمران در سطح کارشناسی، نه تنها با این روش آشنا شده، بلکه قابلیت مدل‌سازی و تحلیل یک پدیده‌ی مهندسی را داشته و حداقل یک نمونه‌ی کامل آن را تحلیل نمایند. در میان نرم‌افزارهایی که از روش المان محدود برای آنالیز مسائل مهندسی استفاده می‌نمایند، Abaqus با قابلیت‌های منحصر به فرد خود، به عنوان یک نرم‌افزار بسیار قوی و دقیق تحقیقاتی و کاربردی در صنعت و دانشگاه شناخته شده است. به گونه‌ای که از نظر دارا بودن مثال‌های معتبر علمی و کاربردی، قابل مقایسه با هیچ یک از نرم‌افزارهای المان محدودی که هم اکنون در کشور استفاده می‌شوند، نمی‌باشد. سهولت در دستیابی و فهم نحوه‌ی کارکرد زیربرنامه‌های این نرم‌افزار موجب گشته که جوامع دانشگاهی بین‌المللی، از آن بیش از نرم‌افزارهای دیگر در مقاله‌های علمی منتشر شده، استفاده کنند. دقت فراوان این نرم‌افزار در حل عددی و مقایسه‌ی آن با حل مثال‌های تحلیلی، موجب شد تا این نرم‌افزار به عنوان نرم‌افزار استاندارد دانشگاهی لندن و MIT انتخاب شود. تئوری کامل این نرم‌افزار که مبتنی بر تحلیل غیرخطی المان محدود پیشرفته با استفاده از جدیدترین روابط و روش نگارش ریاضی است، موجب شده تا کاربران بتوانند با سرعت بیشتری مراحل آموزشی مدل‌سازی و آنالیز با این نرم‌افزار را پشت سر گذاشته و به مراحل پیچیده‌ی تحلیل دست یابند.

از مزایای مهم این نرم افزار که آن را نسبت به دیگر نرم افزارهای مشابه موجود برتری می بخشد، موارد زیر قابل طرح است:

- ۱- انجام تحلیل در زمینه های گوناگون همچون مکانیک جامدات، دینامیک، مکانیک سیالات، انتقال حرارت، الکترومغناطیس، الکترواستاتیک، الکترونیک و غیره؛
- ۲- توانایی انجام تحلیل های هم زمان مانند آنالیز سیالاتی - جامداتی و یا جامداتی - حرارتی؛
- ۳- دارای بودن بانک جامع المان ها در حوزه های کاری مختلف؛
- ۴- دقت و سرعت قابل قبول در حل مسائل؛
- ۵- توانایی بهینه سازی مدل های طراحی شده؛
- ۶- قابلیت برنامه نویسی به کمک زبان برنامه نویسی نرم افزار؛
- ۷- قابلیت گزارش و خروجی های مختلف به صورت لیست، عکس، فیلم و غیره؛
- ۸- امکان برقراری ارتباط با نرم افزارهای دیگر مهندسی مثل SolidWorks، CATIA، Parsa Solid و غیره.

به طور کلی برای نگارش کتب آموزشی نرم افزارهای مهندسی دو شیوه را می توان در نظر گرفت:

- ۱- آموزش به شیوه ی کتاب مرجع: در این نوع آموزش، منوها، دستورها و سایر اجزای محیط نرم افزار به صورت مجزا معرفی شده و کاربر آن ها را در حل مسائل بیان می کند. به گونه ای که اساس آموزش بر معرفی جزء به جزء منوها و دستورها استوار بوده و در نهایت نیز با حل چند مسئله نمونه، روش ها و دستورها معرفی شده به کار گرفته می شوند.

- ۲- آموزش به شیوه ی کتاب کار: در این نوع آموزش، پس از معرفی کلیاتی از نرم افزار به صورت مختصر، منوها و دستورها و روش ها در قالب مسئله های حل شده توضیح داده می شود.

در این کتاب، شیوه ی اول آموزش انتخاب شده است. بر این اساس این کتاب به دو بخش مجزا تقسیم شده است. بخش اول آن به معرفی نرم افزار به طور نسبتاً کامل و در بخش دوم به حل مسئله های کاربردی و نحوه ی استفاده از منوهای مختلف نرم افزار پرداخته شده است.

امید آن می رود که این کتاب بتواند سهمی هرچند کوچک در گسترش علم، دانش و توانایی مهندسی دانشجویان، پژوهشگران و صنعتگران این مرزوبوم داشته باشد.

برخودمان لازم می‌دانیم که از همکاری‌های علمی و هم‌یاری‌های بی‌نظیر آقای مهندس رسول کیوانی هفشجانی و آقای مهندس حمید محمدی امیرآباد در طول مدت تدوین این کتاب، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

در پایان پذیرای هرگونه پیشنهاد و انتقاد اساتید ارجمند و دانشجویان و صنعتگران گرامی در اصلاح و تکمیل این کتاب بوده و صمیمانه از اعلام نظر این عزیزان استقبال می‌نمایم.

bagheri.behrutz@yahoo.com

www.ketab.ir