



تحليل اجزاء محدود با استفاده از

ABAQUS

13-08-1612:44:49 E.U

تالیف:

دکتر حمیدرضا خوشنود

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد لنگرود



انتشارات حق شناس
HAGHSHE NASS
PUBLICATION

۱۳۹۵



سرشناسه	: خوشنود، حمید رضا، ۱۳۴۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل اجزاء محدود با استفاده از ABAQUS / تالیف حمیدرضا خشنود.
مشخصات نشر	: رشت: حق شناس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۹۱ ص: مصور.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰ ریال : 978-600-7304-44-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: آباکوس
موضوع	: روش المان‌های محدود -- داده‌پردازی
موضوع	: تحلیل سازه -- داده‌پردازی
رده بندی کنگره	: ۳۴۷.۱۱ ۱۳۹۵ ۹ خ ۹ / ر
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۰۰۵. ۲۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۲ ۲۹۹۱

13-08-161244:49 E.U

نام کتاب	: تحلیل اجزاء محدود با استفاده از ABAQUS
تألیف	: دکتر حمیدرضا خشنود
ناشر	: نشر حق شناس
چاپ اول	: ۱۳۹۵
چاپخانه و صحافی	: طرفه
لیتوگرافی	: همراهان
قیمت	: ۱۲۰۰۰۰ ریال
شمارگان	: ۵۰۰
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۰۴-۴۴-۰ : 600-7304-44-0

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

مرکز نشر و پخش: رشت - سبزه میدان - نبش بیستون - مرکز تجاری سبز
تلفن: ۳۳۲۴۴۴۱۴ نمابر: ۳۳۲۴۶۷۶۹ همراه: ۰۹۱۱۶۳۴۷۸۲۰

E-mail: Haghshe Nass_publication@yahoo.com
www.Haghshe Nass.com

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۷ مقدمه

پروژه ۱- تیر طره با استفاده از المان خطی تیر

۱۰ (۱-۱) مازول Part

۱۱ (۲-۱) مازول Sketch

۱۱ (۳-۱) مازول Property

۱۴ (۴-۱) مازول Assembly

۱۵ (۵-۱) مازول Step جهت معرفی گره اتصال

۱۶ (۶-۱) مازول Load

۱۸ (۷-۱) مازول Mesh

۲۰ (۸-۱) مازول Job

۲۱ (۹-۱) مازول Visualization

پروژه ۲- تیر طره فلزی با استفاده از المان حجمی

۲۶ (۱-۲) مازول Part

۲۷ (۲-۲) مازول Sketch

۲۹ (۳-۲) مازول Property

۳۱ (۴-۲) مازول Assembly

۳۲ (۵-۲) مازول Step

۳۳ (۶-۲) مازول Load

۳۶ (۷-۲) مازول Mesh

۳۷ (۸-۲) مازول Job

۳۹ (۹-۲) مازول Visualization

۴۱ (۱۰-۲) اصلاح شبکه بندی با المانهای اوجاج یافته

۴۷ (۱۱-۲) تعیین برش تکیه گاهی

پروژه ۳- تحلیل غیر خطی تیر طره فلزی با استفاده از المان حجمی

- ۵۲..... (۱-۳) منحنی تنش کرنش فولاد سازه ای
- ۵۵..... (۲-۳) Property مازول
- ۵۷..... (۳-۳) Load مازول
- ۵۷..... (۴-۳) Job مازول
- ۵۸..... (۵-۳) Visualization مازول
- ۵۹..... (۶-۳) کنترل تغییر مکان قائم تیر و بار اعمالی
- ۶۰..... (۷-۳) نمودار نیرومکان قائم انتهایی تیر با برش تکیه گاهی
- ۶۲..... (۸-۳) تیر در تسلیم مصالح تیر
- ۶۵..... (۹-۳) اعمال بارگذاری افقی و عمودی (چرخه ای)
- ۶۵..... (۱۰-۳) معرفی دامنه تغییرات
- ۶۷..... (۱۱-۳) تحلیل تیر طره با بارگذاری اسکالر

13-08-16 12:44:49 E.U

- ۶۷..... (۱۱-۳) تحلیل تیر طره با بارگذاری اسکالر
- ۷۱..... (۲-۴) Sketch مازول
- ۷۲..... (۳-۴) ایجاد قطعه جوش
- ۷۳..... (۴-۴) منحنی تنش کرنش جوش
- ۷۵..... (۵-۴) Property مازول
- ۷۷..... (۶-۴) Assembly مازول
- ۷۹..... (۷-۴) اضافه کردن نبشی ها به مدل
- ۸۱..... (۸-۴) اضافه کردن نبشی تحتانی به مدل
- ۸۲..... (۹-۴) انتقال تیر به موقعیت اجرایی
- ۸۳..... (۱۰-۴) افزودن خطوط جوش به مدل
- ۸۴..... (۱۱-۴) کپی خط جوش برای لبه بالایی نبشی
- ۸۵..... (۱۲-۴) ایجاد خطوط جوش برای نبشی تحتانی
- ۸۷..... (۱۳-۴) ادغام جوش ها به تیر و ستون مربوطه
- ۸۷..... (۱۴-۴) Step مازول
- ۸۸..... (۱۵-۴) Interaction مازول
- ۸۸..... (۱۶-۴) ایجاد مشخصات اندرکنش سطوح

۸۹	۱۷-۴ تشخیص و معرفی اندرکنش سطوح
۹۱	۱۸-۴ معرفی جوش بین قطعات
۹۳	۱۹-۴ مازول Load
۹۴	۲۰-۴ تغییر شرایط تکیه گاهی
۹۵	۲۱-۴ مازول Mesh
۹۶	۲۲-۴ ایجاد تقسیم بندی بروی قطعات تیر و ستون
۹۷	۲۳-۴ مش بندی قطعات
۹۹	۲۴-۴ مازول Job
۱۰۰	۲۵-۴ تعریف راعده ای و تحلیل مجدد
۱۰۱	۲۶-۴ تحلیل هند و بررسی نتایج

پروژه ۵- مدل سازی سه بعدی تیر با تکیه گاههای ساده

۱۰۴	۱-۵ مازول Part
۱۰۵	۲-۵ مازول Sketch
۱۰۹	۳-۵ مازول Property
۱۱۱	۴-۵ مازول Assembly
۱۱۴	۵-۵ ایجاد آرماتورهای طولی
۱۱۵	۶-۵ ایجاد آرماتورهای عرضی
۱۱۶	۷-۵ انتقال آرماتورهای اصلی به داخل تیر بتنی
۱۱۷	۸-۵ انتقال آرماتورهای فرعی به داخل تیر بتنی
۱۱۸	۹-۵ مازول Step
۱۱۹	۱۰-۵ مازول Interaction
۱۲۰	۱۱-۵ مازول Load
۱۲۰	۱۲-۵ معرفی سطوح بار و سطوح تکیه گاهی
۱۲۳	۱۳-۵ معرفی بارها
۱۲۴	۱۴-۵ معرفی تکیه گاهها
۱۲۶	۱۵-۵ مازول Mesh
۱۲۸	۱۶-۵ مازول Job
۱۲۹	۱۷-۵ مازول Visualization
۱۳۰	۱۸-۵ معرفی رفتار غیرخطی مصالح

۱۳۱	۱۹-۵) منحنی تنش کرنش بتن محصور نشده Mander
۱۳۵	۱۹-۵) معرفی رفتار غیر خطی آرماتورها
۱۳۸	۲۰-۵) افزایش بارگذاری مدل
۱۳۹	۲۱-۵) بررسی نتایج مدل
۱۴۰	۲۲-۵) تسلیم آرماتورهای کششی
۱۴۳	۲۲-۵) تعیین ظرفیت خمشی مقطع تیر

پروژه ۶- تقویت خمشی تیر بتنی با ورقهای FRP

۱۵۰	۱-۶) معرفی نحوه ورق FRP در مازول Part
۱۵۱	۲-۶) مازول Sketch
۱۵۱	۳-۶) مازول Property
۱۵۳	۴-۶) مازول Assembly
۱۵۵	۵-۶) مازول Interaction
۱۵۶	۶-۶) قید Tie
۱۵۹	۷-۶) مازول Mesh
۱۶۰	۸-۶) مازول Job
۱۶۰	۹-۶) بررسی نتایج مدل
۱۶۱	۱۰-۶) تسلیم آرماتورهای کششی
۱۶۴	۱۱-۶) تعیین ظرفیت خمشی مقطع تیر
۱۶۴	۱۲-۶) محاسبات دستی تعیین ظرفیت خمشی تیر تقویت شده

پروژه ۷- بررسی مدل‌های غیرخطی بتن در ABAQUS

۱۷۰	۱-۷) مدل ترک ریزپخش بتن
۱۷۲	۲-۷) مدل پلاستیک آسیب دیده بتنی
۱۷۶	۳-۷) مدل دراگر-براگر (Drucker-Prager) برای بتن

روشهای حل عددی یکی از بخش های بسیار با اهمیت علوم مهندسی است و روش اجزاء محدود بی شک یکی از قدرتمندترین روشهای شناخته شده و کاربردی در این حوزه محسوب می شود. امروزه نرم افزارهای تحلیل بسیاری بر مبنای روشهای اجزاء محدود توسعه یافته است و در این میان نرم افزار ABAQUS یکی از قوی ترین این نرم افزارها است. مروری اجمالی بر تعداد و کیفیت مقالات ارائه شده با استفاده از این نرم افزار نشان از دقت، گستره متنوع کاربرد، کیفیت بالا و قابلیت اطمینان این نرم افزار دارد. تخصصی بودن استفاده از این نرم افزار در قیاس با نرم افزارهای رایج تحلیل و طراحی ساختمان از یک طرف و کمبود منابع آموزشی و پژوهشی از سوی دیگر دلایلی بودند که نیاز به تدوین این کتاب را بوجود آورده اند. رویکرد کلی این کتاب استفاده از این نرم افزار در حل مسائل حوزه عمران و خصوصا سازه است که در قالب تحلیل پروژه های کاربردی ساده ارائه شده اند. کتاب شامل هفت فصل است؛ در فصل اول تیرهای با استفاده از المانهای مدل و تیرهای با استفاده از المانهای شتابی با فضای برنامه در قالب حل یکی از ساده ترین مسائل در دسترس است که نیازی به دانش تئوری بالایی نداشته و تمرکز خواننده را بر روی روند چگونگی مدل سازی و حل یک مسئله ساده قرار می دهد. این فصل در واقع بعنوان یک مقدمه و پیش درجه جهت آشنایی با نرم افزار می باشد. فصل دوم تکرار همان پروژه فصل قبل است منتها با استفاده از المانهای تجمعی سه بعدی و در واقع این فصل ورود به روش تحلیل اجزاء محدود را دنبال می کند. فصل سوم توسعه فصل دوم در حوزه تحلیل غیرخطی است که اکثر پروژه های کاربردی نیاز به انجام آن دارند. فصل چهارم به چگونگی مدل سازی یک اتصال ساده فلزی می پردازد. در این فصل چگونگی استفاده از قطعات مختلف سازه ای از جمله تیر، ستون، نبشی نشیمن، خط جوش و غیره و تجمیع آنها با هم در مدل سازی یک اتصال فلزی تشریح می شود. در عین حال بارگذاری یک طرفه و چرخه ای در این پروژه ارائه می شود. فصل پنجم به مدل سازی یک تیر ساده بتنی اختصاص یافته است. روش مدل کردن رفتار غیر خطی بتن و میلگرد؛ مدل سازی آرماتورهای داخل بتن در قالب یک مثال ساده از جمله اهداف ارائه این پروژه بوده است. فصل ششم تقویت تیر بتنی فصل پنجم با استفاده از ورق FRP را بیان می کند. مدل سازی ورق های FRP و اندرکنش آن

با بتن از جمله اهداف این فصل می باشد. در تمامی پروژه های ارائه شده در فصول یک الی شش نتایج بدست آمده از نرم افزار با تحلیل دستی کنترل شده تا ضرورت صحت سنجی مدل ایجاد شده در نرم افزار بعنوان بخش جدا نشدنی از روند ارزیابی نتایج یادآوری شود. فصل هفتم کتاب به تشریح مختصر تئوری های بکار رفته در انواع مدل سازی بتن ارائه شده است. اشراف و درک چنین مدل های می تواند در استفاده صحیح از آنها به کاربر کمک نماید. هر چند روند تهیه این کتاب دوره چند ساله ای را پشت سر گذاشته تا به تهیه این مجموعه انجامیده است لیکن بخش های زیادی همچنان باید به این مجموعه افزوده شود تا بتواند بطور موثری توسط کاربران عاقل استفاده باشد. نگارنده از سرکار خانم مهندس صدیقه شیعه نژاد که زحمت بازخوانی متن را برعهده داشته اند کمال تشکر را دارد. همچنین از کلیه همکاران محترم انتشارات حق شناس که زحمات زیادی در نهایی کردن چاپ این کتاب داشته اند و خصوصا استاد فرهیخته آقای دکتر مناب به هدایت این مجموعه را برعهده داشته اند بسیار سپاسگزارم.

در پایان امید است خوانندگان گرامی با ارائه نقطه نظرات مختلف خود زمینه رفع کاستی های کتاب حاضر و تقویت جنبه های مثبت آن را فراهم نمایند.

حمیدرضا خوشنود

۱۳۹۵- ۱۳۹۲

hrkhoshnoud@yahoo.com