

۱۲۹۸۶۰۶

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباکراان تهران

آموزش کاربردی

ANSYS Workbench

مؤلف

دکتر امیر توحیدی

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی
ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق
مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

آموزش کاربردی ANSYS Workbench

مؤلف: دکتر امیر توحیدی

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: نگین

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: اسفند ماه ۱۳۹۴

تیراژ: ۳۰۰ نسخه

قیمت با CD همراه: ۴۴۰۰۰ ریال

بر شناسه: توحیدی، امیر، ۱۳۶۱-

عنوان: مبنای پدیدآور: آموزش کاربردی ANSYS Workbench

مؤلف: امیر توحیدی

شخصیات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۹۴.

مشخصات نشر: ۴۴ ص: مصور + یک لوح فشرده.

شابک: 978-600-24-425-4

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: انسیس (سیستم کامپیوتری)

موضوع: مهندسی -- داده پردازی

رده بندی کنگره: ۱۳۹۴ ت ۹۸/الف ۱/۳۴۵

رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳۶

شماره کتابشناسی ملی: ۴۱۶۵۴۹۰

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۴۲۵-۴

ISBN: 978-600-124-425-4

نشانی دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه روی خ - زمه پلاک ۴۹

وب سایت: dibakaran.mftt.info

صندوق پستی: ۱۴۳۳۵/۹۴۳

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب، خ کارگر جنوبی، قبل از چهارراه لبافی نژاد، پلاک ۱۲۵۱

کد پستی: ۱۳۱۴۹۸۳۱۸۵

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۱۲

فروش اینترنتی: www.mfttshop.com

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com

فهرست مطالب

۶	مقدمه ناشر.....
۷	مقدمه مؤلف.....
	فصل اول: معرفی نرم افزار
۹	ANSYS Workbench ۱-۱
۱۰	۱-۲ تحلیل المان محدود.....
۱۱	۱-۳ محیط نرم افزار Mechanical
۱۵	۱-۴ بارگذاری و قیدگذاری.....
۱۵	Engineering Data ۱-۵
	فصل دوم: تحلیل استاتیک
۱۷	۲-۱ هندسه.....
۱۸	۲-۲ Named Selection.....
۱۸	۲-۳ Object Generator.....
۱۹	۲-۴ تماس (Contact).....
۲۱	۲-۵ Joint.....
۲۲	۲-۶ Spring و Beam.....
۲۳	۲-۷ شرط مرزی Remote Boundary.....
۲۳	۲-۸ Constraint Equation.....
۲۳	۲-۹ تحلیل چند مرحله‌ای.....
۲۴	۲-۱۰ مشاهده نتایج.....
۲۴	۲-۱۱ روش Submodeling.....
	فصل سوم: تحلیل مودال
۱۳۳	۳-۱ مقدمه.....
۱۳۳	۳-۲ تئوری.....
۱۳۷	۳-۳ ارتعاش آزاد همراه با پیش تنش.....
	فصل چهارم: تحلیل خستگی
۱۶۱	۴-۱ مقدمه.....
۱۶۱	۴-۲ تصمیمات تحلیل.....
۱۶۲	۴-۳ عمر تنش یا عمر کرنش.....
۱۶۴	۴-۴ انواع بارگذاری‌های سیکلی.....
۱۶۶	۴-۵ اصلاح تنش متوسط.....

۱۶۷	۴-۶ اصلاح تنش متوسط برای عمر تنش
۱۶۹	۴-۷ اصلاحات تنش متوسط برای عمر کرنش
۱۷۱	۴-۸ فاکتورهای اصلاح تنش چند محوره
۱۷۱	۴-۹ اصطلاحات خستگی
۱۷۳	۴-۱۰ میان یابی عمر تنش

فصل پنجم: تحلیل شکست

۱۹۵	۵-۱ مقدمه
۱۹۵	۵-۲ انواع شکست
۱۹۶	۵-۳ پارامترهای مکانیک شکست
۱۹۷	۵-۴ روش‌های شبیه‌سازی رشد ترک
۱۹۷	۵-۵ نحوه شبیه‌سازی شکست در Workbench

فصل ششم: تحلیل دینامیک روتور

۲۳۷	۶-۱ مقدمه
۲۳۷	۶-۲ تحلیل مؤلفه‌های چرخشی
۲۳۸	۶-۳ تئوری
۲۳۸	۶-۴ چهارچوب مرجع
۲۳۹	۶-۵ المان‌ها
۲۳۹	۶-۶ حل گر‌ها
۲۴۰	۶-۷ المان یاتاقان
۲۴۰	۶-۸ تحلیل مودال
۲۴۴	۶-۹ معادله حرکت یک روتور ساده
۲۴۴	۶-۱۰ حرکت چرخشی روتور (Rotor whirl motion)
۲۴۵	۶-۱۱ Campbell نمودار
۲۴۵	۶-۱۲ سرعت بحرانی
۲۴۶	۶-۱۳ مدل‌سازی یاتاقان
۲۴۶	۶-۱۴ نمودار سرعت بحرانی
۲۴۶	۶-۱۵ پایداری
۲۴۸	۶-۱۶ کاهش لگاریتمی
۲۴۹	۶-۱۷ تحلیل هارمونیک

فصل هفتم: تحلیل دینامیک صریح

۳۰۱	۷-۱ مقدمه
۳۰۲	۷-۲ تئوری
۳۰۴	۷-۳ گام زمانی پایدار
۳۰۵	۷-۴ انتشار امواج

۳۰۷	۷-۵ برخورد اجسام
۳۱۱	۷-۶ انواع برخورد
۳۱۲	۷-۷ تنظیمات تحلیل
۳۱۴	۷-۸ حل مدل‌های بزرگ در پردازشگرهای چند هسته‌ای
	فصل هشتم: بهینه‌سازی
۳۹۹	۸-۱ مقدمه
۴۰۱	۸-۲ سطح پاسخ
۴۰۲	۸-۳ Coal Driven Optimization (GDO)
۴۰۳	۸-۴ شناسی سیگما

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب الکترونیک

خواره‌تایی به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع موانع و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "جناب آقای دکتر میر توحیدی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستار: مینا ضرابی - شیوا غمگسار

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: معصومه گنجی‌پور

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش - راضیه گودرزی

طراح جلد: مریم فرجیان

ناظر چاپ: منصور عزیزی

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید، در مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید. امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

مقدمه مؤلف

زمانی که کمپانی ANSYS هنوز محیط Workbench را ایجاد نکرده بود نرم افزار ANSYS دارای محیطی غیر جذاب بود که کار با آن به خصوص در قسمت مدل سازی و مش بندی کار راحتی نبود ولی کاربرد نسبتاً وسیعی در بین مهندسين مکانیک داشت. این محیط غیر جذاب اکنون Mechanical APDL نام دارد. سختی کار با ANSYS آنجا بیشتر شد که باید برای هر تحلیلی، المان مخصوص به آن تحلیل را انتخاب کرد. ANSYS برای تمامی تحلیل ها بیش از ۱۲۰ المان ایجاد کرده است که انتخاب المان مناسب برای یک تحلیل از تجارت یک متخصص کار با ANSYS به شمار می رفت. همچنین در این نرم افزار هیچ بانکی از داده های مهندسی وجود نداشت و داده های خواص مواد باید به صورت دستی وارد می شد.

اگرچه ANSYS قابلیت تحلیل در زمینه های جامداتی، سیالاتی و الکترومغناطیس را دارا است ولی تمرکز آن روی تحلیل سازه ای (جامداتی) بود. علاوه بر این کمپانی ANSYS شروع به خریدن بسیاری از نرم افزارهای معروف و مشهور در زمینه شبیه سازی پدیده های سیالاتی و الکترومغناطیسی از جمله Fluent، Polyflow، H-RSS، Jeeppack و ... کرد لذا ANSYS در هر به روزرسانی روی تحلیل سازه ای متمرکزتر می شد تا جایی که المان های تحلیل سازه ای در نسخه های جدید حذف شدند. کمپانی ANSYS برای رفع نقاط ضعف موجود (از جمله مدل سازی، مش بندی، عدم وجود بانک داده های مهندسی) و همچنین مدیریت و بهینه سازی پروژه های مهندسی که توسط مجموعه نرم افزارهای خود انجام می شود محیطی به نام Workbench را ایجاد کرد. در این محیط می توان داده های تحلیل های مختلف را با یکدیگر به اشتراک گذاشت و از نتایج یک تحلیل در تحلیل دیگر بهره برد. برای انجام یک تحلیل در ANSYS Workbench دیگر نیازی به انتخاب المان مربوطه نیست و به جای آن نوع تحلیل (استاتیک، دینامیک، ...) جایگزین شده است.

از نقاط قوت ANSYS Workbench می توان به نرم افزار DesignModeler و Meshing موجود در این محیط اشاره کرد که به ترتیب برای مدل سازی و مش بندی استفاده می شوند. بانک داده های مهندسی Engineering Data یکی دیگر از نقاط قوت این نرم افزار است که کاربر را از وارد کردن خواص مواد مختلف بی نیاز کرده است و بانک قوی از داده های خواص مواد را در اختیار کاربر قرار می دهد. تحلیل های سازه ای در محیط Workbench توسط نرم افزار Mechanical انجام می پذیرد که بانک تحلیل های گسترده خطی، غیر خطی، خستگی، شکست، برخورد، لاستیک، پلاستیک، هایپر الاستیک و ... را دارا است.

در کتاب حاضر که در هشت فصل و بر اساس مطالب آموزشی ارائه شده توسط کمپانی ANSYS با عنوان ANSYS Training Manual تهیه شده است سعی گردید به تحلیل های کاربردی در مهندسی مکانیک پرداخته شود. در فصل اول محیط Workbench و نرم افزار Mechanical معرفی شده اند. در فصل دوم و سوم تحلیل استاتیک و تحلیل مودال بر اساس آخرین قابلیت های به روز شده نرم افزار آموزش داده شده است. در فصل چهارم و پنجم دو تحلیل از تحلیل های کاربردی مهندسی مکانیک یعنی خستگی و شکست و در فصل ششم تئوری دینامیک روتور همراه با تمرین مربوطه بیان شده است. در فصل هفتم به تحلیل دینامیک صریح که شامل مسائل برخورد و تست سقوط می شود پرداخته شده است و در فصل هشتم نیز نحوه بهینه سازی یک طراحی بیان شده است.

لازم به ذکر است کتابی با عنوان "راهنمای جامع ANSYS Workbench" از همین مؤلف و از طریق انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری به چاپ رسیده است که در آن به آموزش جامع مدل سازی در ANSYS DesignModeler، مش بندی در ANSYS Meshing، تحلیل خطی و غیر خطی، تماس و تحلیل حرارتی در محیط ANSYS Workbench پرداخته شده است. لذا در کتاب حاضر که با هدف آموزش کاربردی ANSYS Workbench تألیف شده است از تکرار مطالب کتاب راهنمای جامع ANSYS Workbench پرهیز شده و سعی شده است تا مطالب جدیدی در قالب تمرین کاربردی عنوان شود. تنها قسمت های مشترک بین این دو کتاب، تحلیل استاتیک و مودال است که در کتاب حاضر سعی شده است تحلیل ها و تمرین کاربردی متفاوتی (از جمله این موارد می توان به تحلیل پارامتری، تحلیل Submodeling و قیدگذاری به صورت معادله اشاره کرد) در این دو فصل آموزش داده شود.

هرچند برای چاپ این کتاب زحمات بسیار کشیده شده است ولی هیچ اثری خالی از عیب و نقص نیست لذا خواهشمندم کایه انتقادات و پیشنهادات خود را جهت افزایش کیفیت بیشتر این کتاب به آدرس اینترنتی tohidiamir@yahoo.com ارسال فرمایید. امیدوارم این کتاب در راستای ارتقای علمی ایران اسلامی و جامعه دانشگاهی قدم کوچکی بگذارد.

امیر توحیدی