

طراحی و شبیه‌سازی پروژه‌های پزشکی و مهندسی پزشکی با

COMSOL

مهندسی‌ار

مؤلفان

بهروز باقری
پیمان عمرانی
ناهید قنبریان



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
فروست
موضوع
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
رده بندی کنگره
رده بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

باقری، بهروز، ۱۳۶۳.
طراحی و شبیه سازی پروژه های پزشکی و مهندسی پزشکی / COMSOL
مولفان بهروز باقری، پیمان عمرانی، ناهید قنبریان.
تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۵.
۵۴۳ ص.: مصور، جدول.
۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۳۷-۷
فیفا.
مهندس یار.
مهندسی پزشکی -- داده پردازی.
نرم افزار کامسول مالی فیزیکس.
عمرانی، پیمان، ۱۳۶۲.
قنبریان، ناهید، ۱۳۶۲.
۱۳۹۵ ۲۵۲ پ/ب/۸۵۶ R.
۶۱۰/۲۸
۳۲۱۷۹۲۶



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication

انتشارات دانشگاهی کیان

نام کتاب : طراحی و شبیه سازی پروژه های پزشکی و مهندسی پزشکی با COMSOL
مولفان : بهروز باقری - پیمان عمرانی - ناهید قنبریان
ویراستاران : حمیده محمدعلیها - لیا رفیعی
ویراستار علمی : سجاد فراشی
صفحه ارا : مرصیه امانت
طراح جلد : شیلان هوشیاری
چاپ اول : ۱۳۹۶
تیراژ : ۵۰۰
چاپ : ستاره سبز
صحافی : نمونه
قیمت : ۴۷۵۰۰ تومان (به همراه DVD هدیه)
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۳۷-۷
ISBN : 978-600-307-137-7



خرید اینترنتی آسان تر:

www.kianpub.com

بر اساس قانون حقوق مولفان و مصنفان، کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب به طور انحصاری به نشر دانشگاهی کیان تعلق دارد و هرگونه استفاده و برداشت از محتوای این اثر به هر شکلی اعم از چاپ، کپی، اسکن، لوح فشرده، نشر الکترونیک و اینترنتی یا به صورت هرگونه فایل رایانه ای، بدون مجوز رسمی ناشر ممنوع و حرام شرعی است و پیگرد قانونی دارد.



kianpublication

برای دریافت اخبار و اطلاعات
مفید و شرکت در قرعه کشی، ما
را در این شبکه ها دنبال کنید.

بشر قرن ۲۱ بی‌وقفه و به سرعت در تکاپوی توسعه‌ی همه‌جانبه‌ی مرزهای دانش در تمامی حوزه‌هاست و در این مسیر از تلاش باز نمی‌ایستد؛ چرا که اثرگذارترین ابزار برتری‌جویی در فضای رقابتی امروز را دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، علوم نوین و گسترش صنایع پیشرفته، کارآمد و منحصربه‌فرد یافته است. براساس چنین نگرشی است که رشد سریع علوم و فنون کاربرد در گستره‌ی عظیمی از زمینه‌های تحقیقاتی در دستورکار بازی‌گردانان نظام جهان قرار گرفته است.

در شرایط ویژه پیچیده‌ای که کشور ما با آن روبه‌روست، گام برداشتن در مسیر پیشرفت و رشد و توسعه‌ی داخلی و نیز کسب جایگاه درخور و تاثیرگذار در عرصه‌ی بین‌المللی منوط به اصلاح دید کارشناسی به توسعه‌ی علمی و پژوهشی با هدف ارتقای شاخص‌های پیشرفت و توسعه‌ی کشور است و این جزا حمایت ویژه و مستمر از بخش‌های دانشگاهی و پژوهشی امکان‌پذیر نخواهد بود.

انتشارات دانشگاهی کیان به عنوان یکی از بسترهای مستعد تحقق بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته (Innovation Technology) قصد دارد با استفاده از همت بلند متخصصان صنعتی و دانشگاهی کشور و با استفاده از تجارب وارد در زمینه چاپ و نشر بیش از سیصد عنوان کتاب‌های فنی و مهندسی، بخشی هرچند کوچک از این وظیفه‌ی خطیر را به انجام برساند.

مجموعه کتاب‌های مهندسیار، با هدف دسترسی دانشجویان، اساتید، پژوهشگران و علاقمندان به دانش فنی و تخصص روز دنیا در حوزه‌ی فنی و مهندسی با نگاه ویژه‌ای تدوین شده است. در این آثار سعی شده است تا تجارب دستاوردهای علمی و پژوهشی مولفان به نام و فرهیخته‌ی کشور، به شیوه‌ای آموزشی و استاندارد و بالاترین کیفیت فنی و محتوایی، به مخاطبان علاقمند انتقال یابد. این مجموعه، گستره‌ی وسیعی از علوم فنی و مهندسی را دربر می‌گیرد و تلاش بر آن است تا در آینده‌ی نزدیک در سبزه‌ی الطاف الهی و با تکیه بر دانش و تخصص بومی، عناوین کاملی از کتاب‌های کاربردی و ارزشمند در این مجموعه پوشش داده شود.

انتشارات دانشگاهی کیان در این مسیر دست‌یکایک اساتید و پژوهشگران حوزه‌ی فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و از پیشنهادهای ارزنده‌ی تالیف و ترجمه در این چارچوب استقبال می‌کند و از مخاطبان این مجموعه خواهشمند است نقدها و نظرات سازنده‌ی خود را از طریق پل‌های ارتباطی موجود در جهت ارتقای محتوایی و کیفی آثار مطرح نمایند.

نشر دانشگاهی کیان

www.kianpub.com

info@kianpub.com

چرا کامسول؟

استفاده از نرم‌افزار قدرتمند COMSOL، به شکل چشمگیری میان دانشجویان، علاقه‌مندان و متخصصان شبیه‌سازی رو به افزایش است. این شبیه‌ساز که قادر به تحلیل مسایل متنوع حوزه‌های مختلفی از فنی و مهندسی گرفته تا علوم پایه و محض است، علاوه بر امکانات رایج سایر نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بر پایه المان محدود، مانند کاربری آسان، امکانات درون‌برنامه‌ریزی و گرافیک قدرتمند، پشتیبانی از فایل‌های مدل متنوع ورودی و نیز امکان مدل‌سازی به تحلیل‌های ترکیبی و سه بعد در شرایط پایدار و حتی تحلیل دینامیک (وابسته به زمان)، مزایای بسیار ارزشمند و ویژه‌ای نیز در دسترس کاربر قرار می‌دهد:

❖ **کامسول یک نرم‌افزار تخصصی میان‌رشته‌ای است.** بسیاری از مسایل و مدل‌های مورد مطالعه تنها به یک حوزه محدود و مربوط نمی‌شوند و تجزیه و تحلیل آنها نیازمند بررسی ابعاد مختلف آن است. به طور مثال در شبیه‌سازی یک سیستم مکانیکی که از الکترونیک به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کند، هر دو حوزه مکانیک و برق در حل مساله و درک شرایط آن درگیر هستند و باید به نحو مطلوب در تجزیه و تحلیل منظور شوند. کامسول از ماژول‌های بسیار متنوعی شامل حوزه‌های برق، فیزیک، شیمی، مکانیک، عمران، پزشکی و زیرمجموعه‌های آنها، برای تحلیل انواع مسایل بهره می‌گیرد که ابتدا مساله بر مبنای این ماژول‌ها تعریف و مدل می‌شود و سپس با برقراری ارتباط صحیح میان این ماژول‌ها و اعمال شرایط مرزی و اولیه مناسب، تحلیل جامع و دقیقی از مساله انجام می‌شود.

❖ **کامسول، چندفیزیکی است.** همان‌طور که گفته شد، این نرم‌افزار قادر به تحلیل مساله براساس تعریف ماژول‌های مختلف است. این ویژگی موجب می‌شود که بتوان فیزیک‌های مختلف را با استفاده از رابط‌های فیزیکی در یک مدل کامسول تعریف کرد؛ به طور مثال می‌توان برای یک مساله، به طور همزمان شرایط انتقال حرارت، الکترونیک و سیالات را با استفاده از رابط‌های فیزیکی مربوطه، تعریف کرد. با استفاده از این خاصیت چندفیزیکی (Multiphysics) این نرم‌افزار قادر به درک دقیق مساله و تولید تحلیل مناسب برای آن خواهد بود. بسیاری از نرم‌افزارهای موجود از این امکان ارزشمند بی‌بهره‌اند و درکی از مساله ندارند، اما کامسول مدل را می‌فهمد.

❖ **با نرم‌افزار قدرتمند MATLAB ارتباط مستقیم دارد.** در تمامی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز قدرتمند به نحوی قابلیت کدنویسی، پیش‌بینی شده است؛ زیرا امکان پوشش تمامی شرایط و قواعد خاص حاکم بر مسایل، وجود ندارد. کدنویسی در نرم‌افزارهای شبیه‌ساز، اغلب کار سختی است، اما نه در کامسول! مطلب، به عنوان

یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارهای ریاضی، امروزه در دسترس کاربران بیش از ۱۳ رشته تحصیلی و زمینه پژوهشی، قرار دارد. بسیار ارزشمند است که نرم‌افزار نام‌آشنای متلب، مدل‌های کامسول را پشتیبانی می‌کند و قابلیت استفاده از موتور محاسباتی خود را کاملاً در اختیار کامسول قرار می‌دهد.

نحوه مطالعه کتاب

این کتاب به دو بخش اساسی تقسیم شده که در بخش اول، نرم‌افزار کامسول و قابلیت‌های آن به طور کامل معرفی شده است. در این بخش در فصل ابتدایی، مبانی نرم‌افزار شامل ماژول‌های مهم و کاربردی به همراه رابط‌های فیزیکی مورد استفاده و نیز معادلات پایه‌ای موجود در آنها ارائه شده است. همان‌طور که گفته شد، قابلیت ویژه و کاربردی این نرم‌افزار، چندفیزیکی بودن آن است و بسیاری از مسایل و مدل‌ها با بیش از یک فیزیک قابل بیان و تحلیل می‌باشند. اگر ماژول‌هایی را می‌بینید که با رشته یا تخصص شما سازگار نیستند، تعجب نکنید. آنها را حداقل به طور سطحی مطالعه کنید؛ زیرا ممکن است لازم باشد در مدل‌های خود از آنها به نحو استفاده نمایید.

در فصل دوم، زمینه‌های، امکانات و ابزارهای مختلف نرم‌افزار برای تولید و تعریف مدل با استفاده از رابط‌های فیزیکی موردنظر و نیز نحوه اختصاص ماده مدل و اعمال شرایط مرزی (و شاید اولیه) با استفاده از محیط محاسبات و گرفتن نتایج و خروجی‌های گرافیکی مطلوب، به طور کامل مطرح شده‌اند. این فصل را با دقت بخوانید تا در تولید و تعریف مدل خود و نیز تحلیل آن به مشکل روبه‌رو نشوید. در فصل سوم از این بخش نیز نحوه ارتباط این نرم‌افزار با MATLAB به طور دقیق و کامل مطرح شده است. توجه داشته باشید که این سه فصل را باید بر اساس ترتیب ارائه آنها مطالعه کنید.

بخش دوم این کتاب، شامل تمرین‌ها و پروژه‌های کاربردی متنوع است که متناسب با رشته تحصیلی یا پژوهشی شما انتخاب شده است. در ابتدای هر یک از این تمرین‌ها، صورت مساله مطرح شده و پس از آن نحوه‌ی پیاده‌سازی مساله در گام‌های تجزیه و تحلیل آن به صورت مرحله به مرحله و کامل ارائه گردیده است. از آنجایی که هر یک از تمرین‌ها به صورت مستقل مطرح شده و مورد تحلیل قرار گرفته، نیازی به مراجعه به سیستم این بخش نخواهید داشت و می‌توانید تنها به سراغ تمرین‌های مورد نظر خود که با مورد مطالعاتی شما سازگار است، بروید؛ اما به خاطر داشته باشید که باید پیش از مراجعه به این بخش و استفاده از تمرین‌ها، سه فصل بخش اول را خوب مطالعه کرده باشید. در ضمن، تمامی فایل‌های مورد نیاز این بخش، در DVD همراه کتاب موجود است.

انتشارات دانشگاهی کیان علاقه‌مند است بازخوردهای ارزنده شما مخاطب گرامی را در مورد این اثر و سایر آثار خود دریافت کند. از آنجایی که هیچ کتابی خالی از اشکال نیست، خواهشمند است نظرها، پیشنهادهای و نیز نقدهای ارزشمند خود را از طریق آدرس‌های ارتباطی موجود به اطلاع نشر برسانید تا در نسخه‌های آتی مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرند.

بخش اول: آشنایی با نرم افزار COMSOL

فصل اول: آشنایی با نرم افزار COMSOL

۱-۱. مقدمه	۱۳
۲-۱. ماژول های نرم افزار	۱۶
فصل دوم: آشنایی با محیط نرم افزار COMSOL	
۱-۲. ابزارها و سرببرگ های مورد استفاده در نرم افزار	۶۶
۲-۲. شاخه ها و زیر شاخه ها: Model Builder	۷۱
۳-۲. معرفی ابزارهای مدل سازی	۷۴
۴-۲. معرفی کتابخانه مواد	۸۷
۵-۲. عملیات مش بندی	۱۱۱
۶-۲. مرحله تحلیل و بررسی نتایج	۱۲۶
۷-۲. خطاها و هشدارها	۱۳۵

فصل سوم: اتصال کامسول به MATLAB توسط Live Link

۱-۳. اقدامات اولیه برای برقراری اتصال Live Link for MATLAB	۱۴۰
۲-۳. به کارگیری از MATLAB در COMSOL	۱۴۱
۳-۳. فراخوانی یک تابع MATLAB به درون یک مدل COMSOL	۱۴۲
۴-۳. ایجاد مدل با کمک متلب	۱۵۴
۵-۳. کار با مدل کامسول در متلب	۱۸۱

بخش دوم: تمرین های کاربردی

تمرین ۱: آنالیز رفتار الکتروشمیایی تومور یا غده	۱۸۷
تمرین ۲: آنالیز حرارت میکروویو غده سرطان	۱۹۹
تمرین ۳: آنالیز قطع غده هیپاتیت	۲۱۹
تمرین ۴: آنالیز مسدود شدن کانال حلزونی گوش	۲۳۹
تمرین ۵: آنالیز تغییر شکل پلاستیکی در عملیات انقباض یک Stent پزشکی	۲۶۳

فهرست مطالب

تمرین ۶: آنالیز تجزیه DNA در پلاسما.....	۲۷۹
تمرین ۷: آنالیز رهاسازی دارو از یک زمینه بیومتریال.....	۲۸۹
تمرین ۸: آنالیز رگ آشورت در بدن.....	۳۱۱
تمرین ۹: آنالیز بیومکانیکی بدن انسان در حالت نشسته.....	۳۲۷
تمرین ۱۰: آنالیز الکتروود دستگاه تنظیم ضربان قلب.....	۳۴۳
تمرین ۱۱: آنالیز حرارت‌دهی متمرکز فراصوتی در بافت.....	۳۵۱
تمرین ۱۲: آنالیز استوانه توخالی.....	۳۸۳
تمرین ۱۳: آنالیز سیستم تحویل دارو در بدن انسان.....	۳۹۵
تمرین ۱۴: آنالیز انتشار سیال در میکروکانال ستاره‌ای شکل.....	۴۱۱
تمرین ۱۵: آنالیز فشار، الود و فوریته پلاکت‌های خون از گلبول‌های قرمز خون.....	۴۲۳
تمرین ۱۶: آنالیز میکروتون‌های است‌وجوگر.....	۴۴۵
تمرین ۱۷: آنالیز پمپاژ کرمی (Peristalsis).....	۴۶۳
تمرین ۱۸: آنالیز تورم یک بالون لاستیکی.....	۴۷۹
تمرین ۱۹: آنالیز موی پای مارمولک خانگ.....	۴۹۹
پیوست ۱: فهرستی از سطح مقطع‌های نرم‌افزار.....	۵۱۳
پیوست ۲: جزییات تکمیلی در مورد محیط کار نرم‌افزار CC^+SO	۵۲۱
پیوست ۳: آشنایی با نقش متغیرها، ثابت‌ها و عملگرهای نرم‌افزار.....	۵۳۵