

به نام خدا

دانش و مدل سازی پیشرفته

در

CATIA

مهندس پیمان سرافرازی

مهندس محمد حسین مهربان



۱۳۹۲

سرناسه: سرافرازی، پیمان، ۱۳۶۳-

عنوان و نام پدیدآور: دانش و مدل سازی پیشرفته در CATIA پیمان سرافرازی.

مشخصات نشر: تهران: اندیشه سرا، ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری: ۴۴۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۰۷-۲۰-۴

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: نرم افزار کاتیا

موضوع: طراحی به کمک کامپیوتر

موضوع: مهندسی به کمک کامپیوتر

موضوع: قالب و قالب سازی

رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ۴۳ س ۴۲ ۵/۸۳۴۵

رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۴۲۰۲۸۵

شماره کتابشناسی ملی: ۳۱۲۶۴۷۹

خریدار محترم

آنچه خریداری می‌نمایید، یک "کتاب" است. در صورتی که "لوح فشرده‌ای" به همراه کتاب باشد، مؤلف یا یک شرکت مرتبط آن را به عنوان "هدیه" در اختیار خریداران گذاشته است. انتشارات اندیشه سرا، مؤلف و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی دیگر، مسؤولیتی در ارتباط با قابل استفاده بودن لوح‌های فشرده ندارد. کتابی را به خاطر لوح فشرده‌ی همراه آن خریداری نفرمایید.



انتشارات اندیشه سرا

دانش و مدل سازی پیشرفته در CATIA

نوشته‌ی: پیمان سرافرازی و محمد حسین مهربان

ویراسته‌ی: علی خانجانی، پیمان لاهه مطلق، بابک رحمتیان و محسن عرفانی

ویراستار ادبی: شیرین طالعی فرد

چاپ اول، ۱۳۹۲، شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه، بها: ۲۵۰۰۰ تومان

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۰۷-۲۰-۴ ISBN 978-964-8407-20-4

حق چاپ و نشر محفوظ و هرگونه استفاده از محتوای کتاب به هر شکل به اجازه‌ی کتبی نیازمند است.

اندیشه سرا از انتشار کتاب‌های ارزشمند حمایت می‌کند. ۹۱۲۳۱۶۱۶۸۷

مسؤولیت نوشته‌های کتاب با نویسنده است.

www.andishehsara.org

تقدیم به بزرگواری های جناب آقای

سراب احمدی اسلاملو

فهرست مطالب

۷	پیش گفتار مؤلف
۹	مقدمه‌ای بر طراحی نوین
۱۰	قابلیت‌های یک نرم‌افزار کامل طراحی
۱۰	شرکت DASSAULT SYSTEM
۱۱	معرفی نرم‌افزار Catia
۱۱	برخی از نرم‌افزارهای قابل نصب بر روی Catia
۱۲	نسخه‌های Catia
۱۲	حداقل سخت‌افزار مورد نیاز برای کار با Catia
۱۳	درباره‌ی کتاب و DVD همراه
	فصل اول- معرفی محیط Functional Molded Part
۱۵	نحوه‌ی ورود به محیط
۱۶	نوار ابزار Basic Features
۲۱	مثال ۱
۲۲	مثال ۲
۳۰	مثال ۳
۴۷	دستور Core Feature
۴۸	دستور Cutout

۴۹	زیرنوار ابزار Body Modifiers از نوار ابزار Basic Features
۵۱	مثال ۴
۶۴	مثال ۵
۷۸	دستور Grill
۸۰	نوار ابزار Functional Features
۸۰	زیرنوار ابزار Feature Modifiers از نوار ابزار Dress up & Modifiers
۸۷	زیرنوار ابزار Functional Fillets از نوار ابزار Dress up & Modifiers
۸۹	نوار ابزار Multi-Body Features
۱۰۸	مثال‌های پایانی
۱۰۸	مثال ۶
۱۱۵	مثال ۷
	فصل دوم - معرفی محیط Weld Design
۱۲۵	نحوه‌ی ورود به محیط
۱۲۶	مباحث کلی جوش‌کاری
۱۲۶	انواع اتصالات
۱۲۷	روش‌های اصلی جوش‌کاری
۱۲۷	علائم تکمیلی نشان‌دهنده‌ی سطح خارجی جوش
۱۲۸	علائم جوش‌کاری
۱۳۱	وضعیت‌های مختلف جوش‌کاری
۱۳۲	انتخاب نوع درز جوش در جوش‌کاری قوس الکتریکی
۱۳۶	نوار ابزار welds
۱۵۵	تهیه‌ی گزارش جوش
۱۷۰	نوار ابزار Joints
	فصل سوم - معرفی محیط Structure Design
۱۷۴	نحوه‌ی ورود به محیط
۱۷۶	مباحث کلی طراحی سازه‌های فلزی
۱۷۵	انواع پروفیل
۱۷۷	نمونه‌های ستون مرکب
۱۷۸	روش‌های اتصال ستون به بیس پلیت
۱۸۰	نوار ابزار Tools

۱۹۴	نوار ابزار Physical Plates and Shapes
۲۳۱	نوار ابزار Miscellaneous
۲۳۱	مثال ۱
۲۶۵	مثال ۲

فصل چهارم - دانش در Catia (knowledge)

۲۷۱	بخش اول - فرمول نویسی (Formulate)
۲۷۲	مثال ۱
۲۸۱	مثال ۲
۲۸۵	بخش دوم - ساخت کاتالوگ (Power Copy)
۲۹۷	بخش سوم - جداول طراحی (Design Tables)
۲۹۸	طراحی قطعه و تخصص جدول به آن
۳۰۸	ایجاد جدول و سپس طراحی قطعه
۳۱۵	بخش چهارم - بهینه سازی (Optimization)
۳۱۵	مثال ۱
۳۲۵	مثال ۲
۳۳۲	مثال ۳

فصل پنجم - آشنایی با محیط Generative Structural Analysis

۳۴۳	ترسیم مدل هندسی
۳۴۷	اختصاص جنس به مدل
۳۴۷	مش بندی
۳۵۰	نوار ابزار Mesh Manager
۳۵۵	تعریف شرایط مرزی
۳۵۵	نوار ابزار Restraints
۳۵۶	تعریف نیروها
۳۵۷	نوار ابزار Load
۳۶۳	شروع تحلیل

فصل ششم - تحلیل دینامیکی

۳۸۳	محیط تحلیل سینماتیکی DMU Kinematics
۳۸۴	نوار ابزار DMU Kinematic
۴۰۰	شروع آنالیز مکانیزمها

۴۰۱	بخش اول: تحلیل مکانیزم به روش غیر مستقیم
۴۰۵	بخش دوم: تحلیل مکانیزم به روش مستقیم
۴۰۷	بخش سوم: آنالیز جابه‌جایی و تداخل
۴۱۲	بخش چهارم: آنالیز فضای جاروب‌شده Swept Volume
۴۱۴	بخش پنجم: آنالیز نقاط طی‌شده Trace
۴۱۵	بخش ششم: محاسبه‌ی سرعت و شتاب
	فصل هفتم - تمرین
۴۲۳	طراحی مدل سه‌بعدی یک گوشی تلفن

www.ketab.ir

پیشی گفتار

کتاب حاضر به صورت تخصصی به بخش‌هایی از نرم‌افزار Catia پرداخته است و اعتقاد نگارنده بر این بوده که یک اثر جدید باید حاوی مطالب جدید باشد.

در نوشتن این مطالب سعی شده است تا با ارائه تکنیک‌ها و روش‌های جدید طراحی به سطح اطلاعات افزوده شود. این کتاب صرفاً به آموزش دستورها و استفاده از آن‌ها اکتفا نکرده و با ارائه نکاتی ویژه در کنار دانش تئوری، سعی شده است تا مخاطب در حین مطالعه‌ی کتاب درگیر طراحی عملی شود.

با این‌که نوشته‌ی حاضر حاصل یک دهه تدریس و استفاده از نرم‌افزار مربوط در پروژه‌های صنعتی بوده و با وسواس خاصی نگاشته شده و حتی بسیاری از صفحات آن حین نگارش به جهت ادای بهتر مطالب بارها اصلاح شده است، خالی از نقص نیست. لذا از تمامی دوستانی که در تألیفات قبلی این‌جانب را از لطف خود بی‌بهره نساخه‌اند خواهشمندم یک‌بار دیگر با ارائه‌ی نظرات سازنده‌ی خود ما را یاری دهند.

در این جا لازم است از زحمات جناب آقای مهندس محمد حسین مهربان که در تحقیق و پژوهش این اثر تلاش شایانی نموده‌اند کمال قدردانی را بنمایم.

مهندس پیمان سرافرازی

www.3dmechanic.ir

peymansarafrazi@yahoo.com

مقدمه‌ای بر طراحی نوین

برای طراحی یک محصول نیاز به ابزارهایی است که طراح با آن بتواند آنچه را که در ذهن دارد مستند سازد. در ابتدا این ابزارها بسیار ساده و ابتدایی بوده و به مرور زمان به تکامل رسیده‌اند. لئوناردو داوینچی اولین طراحی بود که آنچه را در ذهن داشت روی کاغذ به شکلی که ما امروزه آن را نقشه مهندسی می‌نامیم تصویر کرد. حتی خود او هم می‌دانست که برای طراحی یک محصول بجز نقشه احتیاج به مستندات بیشتری است که آوردن آن روی کاغذ ممکن نیست. با گسترش علوم کامپیوتری و بروز توان‌مندی‌های آن، به مرور نقشه‌کشی سنتی و دستی جای خود را به طراحی به کمک کامپیوتر سپرد که حاصل تکامل آن، نرم‌افزارهای موجود در زمینه طراحی و مهندسی می‌باشد. نرم‌افزارهای نسل اول فقط قادر به ترسیم دوبعدی نقشه‌ها توسط طراح بودند. در بسیاری از موارد یک نقشه دوبعدی به تنهایی قادر به تأمین برآوردن نیازها و پیاده‌سازی طراحی یک محصول نبود، چرا که برای طراحی کامل نیاز به یک مدل سه‌بعدی و پویا می‌باشد. به همین منظور نسل دوم نرم‌افزارها معرفی شدند که توسط آن‌ها مدل‌های سه‌بعدی را به صورت سیمی یا به اصطلاح Wire Frame مدل می‌کردند. هنوز با طراحی کامل محصول فاصله زیاد بود، چرا که مدل‌های سیمی با این که سه‌بعدی بودند و تا حد بسیاری بیان‌گر فرم اصلی بودند اما دارای معایبی از جمله تفسیر اشتباه از مدل سیمی بودند که با آنچه در ذهن بود متفاوت به نظر می‌رسید و در محاسبات هم کارآمد نبود. مثلاً طراح قادر به محاسبه وزن مدل نبود. به همین جهت در نسل سوم نرم‌افزارها تا حد بسیاری این معایب رفع شده‌اند و مدل‌های صلب یا به اصطلاح Solid را به کمک نرم‌افزار طراحی نموده‌اند.

مدل‌های Solid تا حد بسیاری احتیاجات طراحی در فاز مدل‌سازی را مرتفع کرد و یک سند کامل از آنچه در ذهن بود ارائه نمود. حال احتیاج به ابزارهایی بود که فرآیندهای بعدی را به صورت پارامتریک آغاز کند. مواردی از جمله تحلیل دوام مدل، نحوه حرکت، نحوه ساخت، زمان ساخت و مانند آن در نرم‌افزارهای نسل پنجم این فرآیند به صورت یک پارچه درآمد و هم‌زمان با ترسیم محصول می‌توان تأثیر پارامترهای مختلف طراحی و نحوه تغییر آن‌ها را بررسی نمود. فرض کنید قصد طراحی درب یک خودرو را دارید. با تغییر ضخامت درب، در مرحله اول مدل حجمی قطعه تغییر می‌کند و در مرحله بعد نحوه توزیع بارهای استاتیکی و دینامیکی و به تبع آن نتایج جدیدی از استحکام قطعه تغییر می‌کند. تنش‌های وارده و پاسخ دینامیکی از مدل به دست می‌آید. هم‌چنین در فاز ساخت با تغییر یک پارامتر مانند ضخامت درب، داده‌های جدیدی از برنامه‌ی ماشین‌کاری و زمان ساخت آن به دست می‌آید. در مراحل بعدی نیز تغییرات هم‌چنان با همین وابستگی ادامه می‌یابد. در این حالت شما برنامه‌ای در اختیار دارید که ورودی آن تغییر ضخامت درب است و خروجی آن یک درب با انجام تمامی مراحل طراحی تحلیل و ساخت است. این کار با سرعتی انجام می‌گیرد که اگر طراح قصد انجام هریک از این مراحل را در نرم‌افزارهای مختلف داشت، باید ساعت‌ها صرف انتقال داده از یک نرم‌افزار به یک نرم‌افزار دیگر می‌نمود، به سبب همین نیاز، نرم‌افزارهای جامع CAD/CAE/CAM به وجود آمدند.

قابلیت‌های یک نرم‌افزار کامل طراحی

به طور کلی در حیطه‌ی مهندسی مکانیک به دنبال سه قابلیت CAM، CAE و CAD از یک نرم‌افزار هستیم. در قسمت^۱ CAD به دنبال یک نرم‌افزار مناسب برای ترسیم انواع قطعات حجمی و سطحی با هر نوع هندسه‌ی ساده و پیچیده هستیم.

در قسمت^۲ CAE مدل ترسیم‌شده در مرحله‌ی قبلی را از لحاظ قابلیت‌های مهندسی محصول مانند حد دوام و نحوه‌ی حرکت با آنالیزهای استاتیکی-دینامیکی بررسی می‌نماییم تا پیش از ساخت به کفایت طراحی پی ببریم.

در قسمت^۳ CAM با لینک کردن ماشین‌های ساخت مسیر ماشین‌کاری را روی هندسه‌ی قطعه تعریف کرده و در نهایت به ساخت محصول دست می‌یابیم. نرم‌افزارهای طراحی موجود، هریک قسمتی از قابلیت‌های بالا را در اختیار کاربر قرار می‌دهند اما برخی از آن‌ها هر سه قابلیت را در خود جای داده‌اند که از قوی‌ترین آن‌ها می‌توان به Catia، NX و PRO/E اشاره نمود.

معرفی سیستم مدیریت چرخه‌ی حیات محصول PLM:

در استفاده از قابلیت‌های CAD، CAE، CAM فقط طراحان و مهندسين به تبادل داده می‌پردازند، ولی باید توجه داشت که در به وجود آمدن یک محصول عوامل زیادی از قبیل نحوه‌ی پرداخت، نحوه‌ی فروش، انبارداری، قیمت مواد و بازیافت مؤثر هستند، چرا که در به وجود آوردن یک محصول نباید فقط ساختن آن را مد نظر داشت، بلکه در یک طراحی کامل از زمانی که ایده به ذهن طراح می‌رسد تا جمع‌آوری اطلاعات و نیازمندی‌ها و استفاده از ابزارهای مختلفی همچون CAM، CAE، CAD، ساخت، بسته‌بندی، انبارداری، فروش و حتی بازیافت محصول را باید مدیریت کرد. از این رو مؤلفه‌های مختلفی بجز CAD، CAE، CAM را در حین طراحی و مراحل مختلف باید مدیریت نمود که در اصطلاح به آن سیستم جامع مدیریت چرخه‌ی حیات محصول یا Product Lifecycle Manegment اطلاق می‌گردد.

شرکت DASSAULT SYSTEM

این شرکت در سال ۱۹۸۸ با هدف طراحی مدل‌های سه‌بعدی در صنعت کشور فرانسه تأسیس شد که با اتصال شرکت‌های بزرگی همچون IBM و BOEING طی چند سال گذشته به یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های نرم‌افزاری و طراحی تبدیل شده است.

این شرکت نرم‌افزارهای مختلفی را با توجه به حجم کار صنایع و تفاوت در نوع طراحی‌ها ارائه نموده است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به DELMIA، ENOVIA، SIMULIA، CATIA اشاره نمود. همچنین این شرکت نرم‌افزار قدرتمند SOLID WORKS را نیز در جهت معرفی به صنایع متوسط خریداری نموده است.

^۱ Computer Aided Design

^۲ Computer Aided Engineering

^۳ Computer Aided Manufacturing

با تلفیق این نرم‌افزارها می‌توان به کامل‌ترین سیستم مدیریت محصول یا PLM دست یافت. از جمله شرکت‌هایی که از خدمات شرکت DS استفاده می‌کنند می‌توان به TOYOTA, PEUGEOT, NISSAN و BOEING اشاره نمود. از بین محصولات این شرکت در دهه‌های گذشته نرم‌افزار Catia توسط شرکت‌های خودروسازی وارد ایران شد که هم‌اکنون طیف وسیعی از پروژه‌های صنعتی در کشور با این نرم‌افزار انجام می‌گیرد.

معرفی نرم‌افزار Catia

در بین محصولات شرکت DS نرم‌افزار Catia قابلیت‌های CAD, CAE, CAM را به صورت بسیار خوبی دارا است. این نرم‌افزار با بیش از ۱۲۰ محیط کاری در زمینه‌های مختلف هم‌چون مدل‌سازی قطعات پیچیده، قالب‌سازی، مهندسی معکوس، ابرنقاط، طراحی مدارات الکترونیکی ماشین‌کاری و آنالیزهای مهندسی در صنایع مختلفی هم‌چون خودروسازی، کشتی‌سازی و صنعت ساختمان مورد استفاده‌ی کاربران رشته‌های مکانیک، عمران، برق، معماری و هنر می‌باشد. این نرم‌افزار در قسمت مدل‌سازی یا همان CAD با دربر داشتن محیط‌های مختلف طراحی در بین نرم‌افزارهای دیگر بی‌رقیب بوده و از هر لحاظ کامل می‌باشد. در قسمت CAM نیز Catia با داشتن انواع محیط‌های ماشین‌کاری چندمحوره، تراش و فرز با داشتن قابلیت‌های بسیار زیادی در ارتباط بین CAD, CAM و کنترل عددی به کمک کامپیوتر در بین نرم‌افزارهای ساخت و تولید بی‌رقیب است. در قسمت CAE با توجه به قابلیت‌های بسیار Catia در تحلیل‌های استاتیکی، دینامیکی و سینماتیکی، طیف گسترده‌ای از آنالیزهای مهندسی را به بهترین شکل انجام می‌دهد، ولی در این حیطه نمی‌توان Catia را با نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل مانند Ansys, Abaqus, Fluent و Adams مقایسه نمود، چرا که به مراتب تحلیل در Catia ضعیف‌تر از نرم‌افزارهای فوق می‌باشد. با توجه به این نقص شرکت DS اقدام به طراحی و خرید مازول‌های مختلفی نموده که با نصب آن روی Catia در جهت هرچه کامل‌تر شدن نرم‌افزار نواقص موجود در آنالیز مرتفع شده‌اند.

برخی از نرم‌افزارهای قابل نصب بر روی Catia:

Sim Designer for- Catia: این نرم‌افزار توسط شرکت MSC خالق نرم‌افزار قدرتمند Adams ارائه شده است که به Catia قابلیت آنالیزهای پیچیده دینامیکی، سینتیکی و برخورد را با همان قدرت Adams اضافه کرده است. با نصب این نرم‌افزار در واقع شما به Adams for Catia دسترسی خواهید داشت.

Abaqus for Catia: نرم‌افزار Catia دارای تحلیل‌های استاتیکی می‌باشد. با نصب Abaqus، قدرت تحلیل‌ها از حالت خطی به حالت غیر خطی و دینامیکی و حتی قوی‌تر از آن ارتقا پیدا می‌کند.

Fluent for Catia: با نصب این نرم‌افزار قابلیت‌های CFD و تحلیل‌های سیالاتی با به کارگیری نرم‌افزار قدرتمند Fluent در Catia ایجاد خواهد شد. شما با تلفیق مازول‌های مختلف روی Catia می‌توانید به کامل‌ترین نرم‌افزار طراحی مهندسی دست یابید اما این مقوله کمتر توسط کاربران در ایران

صورت می‌گیرد چرا که هنوز بعد از گذشت سال‌ها استفاده از Catia در صنعت کشور این نرم‌افزار تنها به عنوان یک ابزار ترسیمی و گاه ماشین‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این دیدگاه هیچ‌گاه قادر به استفاده‌ی اصولی از این نرم‌افزار قدرتمند نخواهیم بود، چه برسد به این که ماژول‌های مختلفی روی آن نصب کنیم و آن را ارتقا بخشیم. اما کاربران و طراحان خاصی در کشور وجود دارند که از تمامی این قابلیت‌ها و حتی بیشتر از آن به بهترین شکل ممکن استفاده می‌کنند.

نسخه‌های Catia:

این نرم‌افزار مدام در حال به روز شدن می‌باشد و هم‌چنان قابلیت‌های جدیدی به آن افزوده می‌گردد، ولی این به آن معنی نیست که کاربران قدیمی نرم‌افزار قادر به کار با نسخه‌های جدید آن نباشند. بنابراین با اندکی تأمل در هر ویرایش جدید به راحتی می‌توان با آن ارتباط برقرار نمود. شایان توجه است وقتی که به عنوان مثال نسخه‌ی Catia V5R21 در اختیار شما قرار می‌گیرد، حرف V (Version) به همراه شماره‌ی بعد از آن بیان‌گر نسخه‌ی نرم‌افزار بوده و با توجه به استراتژی‌های روز طراحی تغییرات عمده را شامل می‌گردد. از سال ۲۰۱۰ تاکنون نسخه‌ی V6 در دسترس است که بسیاری از قابلیت‌ها از جمله طراحی گروهی به آن افزوده شده است، ولی با توجه به امکانات طراحی و عدم تطابق یک‌باره‌ی کاربران این نرم‌افزار با نسخه‌ی V6 شرکت DS هم‌چنان نسخه‌ی V5 را به روزرسانی می‌کند به طوری که زمانی که نسخه‌ی V5R18 وجود داشت V6R2010 به بازار آمد و تا به امروز به صورت V5R21, V6R2012 به روزرسانی شده‌اند و ممکن است تا چند سال آینده نیز به همین صورت هر دو نسخه با هم تکامل یابند.

نکته‌ی دیگر عبارت R و عدد آن است که بیان‌گر ویرایش نرم‌افزار در هر نسخه طی هر سال می‌باشد که با تغییر آن ممکن است کاربر محیط‌های جدیدی را مشاهده نماید. در کشور ما نیز نرم‌افزار Catia V5R21 به صورت کامل و قابل استفاده در صنایع مختلف هم‌اکنون مورد استفاده‌ی کاربران این نرم‌افزار می‌باشد و بعید است که حرکت به سمت V6 در طی ۱۰ سال آینده ضرورت داشته باشد.

حداقل سخت‌افزار مورد نیاز برای کار با Catia:

RAM: 256 MB یا بیشتر، CPU: Intel Pentium3 یا بیشتر، کارت گرافیک: 64 MB یا بیشتر
فضای مورد نیاز: حداقل فضای 4 GB که 2 GB آن جهت نصب مورد نیاز است. باید در نظر داشت که هنگام نصب Catia، Help آن نصب نمی‌گردد. در صورت نیاز، Help را باید جداگانه تهیه نمود، لذا از این جهت به فضای بیشتری جهت نصب کامل Catia و Help نیاز می‌باشد.

درباره‌ی کتاب

در این کتاب با محیط‌های زیر از نرم‌افزار Catia آشنا می‌شوید.

محیط Functional Molded Part: در این فصل با محیط طراحی قطعات پیچیده که بیشتر دستورات آن مانند محیط Part Design می‌باشد آشنا خواهیم شد، لذا بهتر است پیش از کار با این محیط، با محیط Part Design آشنا باشید.

محیط StructureDesign: در این فصل به همراه کسب دانش تئوری در مدل‌سازی سازه با طراحی سازه‌هایی فلزی آشنا خواهید شد.

محیط Weld Design: در این فصل به همراه کسب دانش تئوری با تهیه‌ی علائم جوش‌کاری و قرار دادن آن‌ها روی مدل سه‌بعدی و نقشه‌ی دوبعدی آشنا خواهید شد.

فصل ۱۶: در این قسمت با تکنیک‌های ویژه‌ای برای هوشمند نمودن طراحی‌ها آشنا خواهید شد.

www.ketab.ir