

سر شناسه: جمشیدی، نیما، ۱۳۵۴
عنوان و پدیدآور: راهنمای کاربردی I. Solid Works 2007

نیما جمشیدی، علی ابوئی مهریزی، ندا حسن زاده

مشخصات نشر: تهران، عابد، ۱۳۸۶، مهرچرد

مشخصات ظاهری: ۶-۵ص، مصور

شابک: 978-964-364-782-7

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: نرم افزار Solid Works

موضوع: گرافیک کامپیوتری

موضوع: طراحی به کمک کامپیوتر

موضوع: الگوهای مهندسی

شناسه افزوده: ابوئی مهریزی، علی، ۱۳۶۰

شناسه افزوده: حسن زاده، ندا، ۱۳۶۲

رده بندی کنگره: ۲/۸۳ج/۲۳۸۵

رده بندی دیویی: ۶۳۰/۰۰۴۲۰۲۸۵۵۳۶

شماره کتابخانه ملی: ۴۶۸۹۴-۸۵



انتشارات عابد

راهنمای کاربردی

SolidWorks 2007

گروه مؤلفین:

مهندس نیما جمشیدی

مهندس علی ابوئی مهریزی

مهندس ندا حسن زاده

طرح جلد: مهندس امید باوی

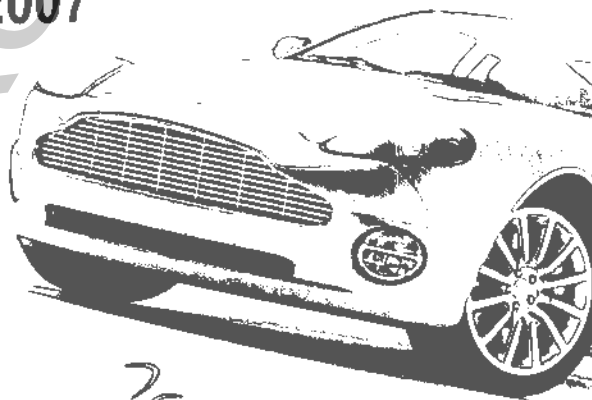
ناشر: عابد

چاپ و صحافی: رفاه

شمارگان: ۳۱۰۰

نوبت چاپ: اول-۱۳۸۶

قیمت: ۵۵۰۰ تومان



DS

مراکز پخش:

انتشارات عابد: خیابان ستارخان، خیابان شهید حبیب الهی، نبش کوچه شهید جعفریان صادق، پلاک ۳۲، تلفن:

۶۶۵۱۵۲۴۹-۶۶۵۱۳۳۲۱

پخش مهرگان: خیابان انقلاب، خیابان وحید نظری، بین فخر رازی و دانشگاه، کوچه آشتیانی، پلاک ۲۴، واحد ۳،

تلفن: ۶۶۹۶۰۷۶۳-۶۶۹۵۸۵۵۸

معرفی نویسندگان کتاب

نیما جمشیدی

رتبه اول در امتحان ورودی دکتری دانشگاه صنعتی امیرکبیر
رتبه اول دانشکده در کارشناسی ارشد در بین ورودی‌های ۸۰ دانشگاه صنعتی امیرکبیر
جزو ۵ معدل برتر دانشگاه صنعتی امیرکبیر در کارشناسی ارشد
رتبه دوم گرایش مکانیک سیالات دانشگاه صنعتی اصفهان
عضو بین‌المللی International Association of Science and Technology for Development
عضو بین‌المللی MathWorks Authors and Developers
مشاور شرکت ملی نفت ایران
برگزاری دوره‌های CAD شرکت سایکو (پروژ تولید موتور ملی خودرو)
برگزاری دوره‌های CAD/CAE شرکت دیزل سنگین ایران (پروژ تولید موتور ملی دیزل سنگین)
داور جشنواره کتاب سال دانشجویی
مدرس شرکت طراحی مهندسی و تامین قطعات ایران خودرو (سایکو)
ریاست مرکز تحقیقاتی CAD/CAE/CAM وابسته به مجموعه چکاد شبیه‌ساز البرز
بیش از ۵۰۰۰ ساعت سابقه تدریس
نویسنده ۱۰ عنوان کتاب در زمینه فنی مهندسی

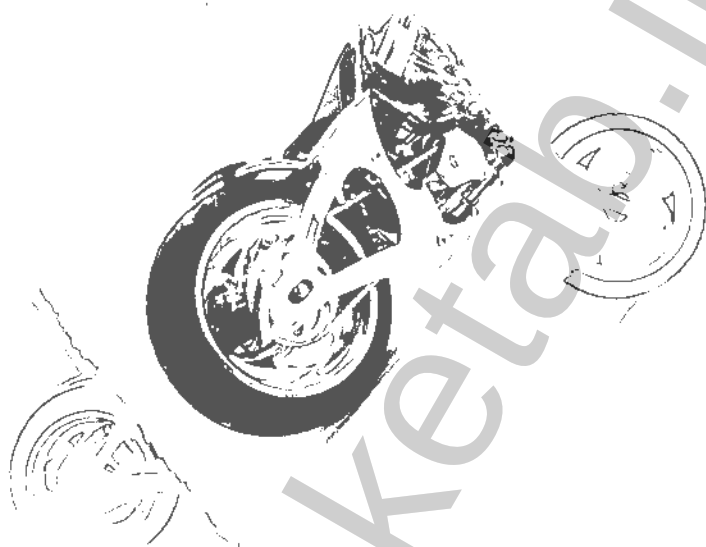
علی ابویی مهریزی

رتبه اول امتحان ورودی دکتری دانشگاه صنعتی امیرکبیر
رتبه اول دانشکده در کارشناسی ارشد در بین ورودی‌های ۸۲ دانشگاه صنعتی امیرکبیر
معاونت مرکز تحقیقاتی CAD/CAE/CAM وابسته به مجموعه چکاد شبیه‌ساز البرز
نویسنده ۴ عنوان کتاب در زمینه فنی مهندسی
ویراستاری ۶ عنوان کتاب در زمینه فنی مهندسی

ندا حسن‌زاده

مدرک کارشناسی از دانشگاه تهران
کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان
کارشناس مجموعه چکاد شبیه‌ساز البرز در زمینه طراحی مهندسی

فهرست Content



فصل اول: مقدمه ۱۱

فصل دوم: ترسیمات دو بعدی ۲۲

- ۱-۲. ترسیمات دو بعدی و معرفی قیود (۱) ۲۴
- ۲-۲. ترسیمات دو بعدی و معرفی قیود (۲) ۴۰
- ۳-۲. ترسیمات دو بعدی و معرفی قیود (۳) ۵۱
- ۴-۲. ترسیمات دو بعدی و معرفی قیود (۴) ۶۱

فصل سوم: مدل سازی ۶۷

- ۱-۳. مدل سازی اولیه (۱) ۶۹
- ۲-۳. مدل سازی اولیه (۲) ۷۹
- ۳-۳. مدل سازی اولیه (۳) ۸۸
- ۴-۳. ایجاد مدل جایخی ۹۶

- ۵-۳. مدل سازی چراغ ۱۰۳
- ۶-۳. مدل سازی لامپ ۱۱۳
- ۷-۳. طراحی قطعه ۱۲۰
- ۸-۳. اتصال چند ترسیم ۱۲۸
- ۹-۳. ایجاد مدل نازل ۱۳۴
- ۱۰-۳. ایجاد مدل چيزل ۱۳۹
- ۱۱-۳. ایجاد مدل تیوپ خمیر دندان ۱۴۵
- ۱۲-۳. ایجاد مدل فنر ۱۵۲
- ۱۳-۳. ایجاد مدل پیچ ۱۶۱
- ۱۴-۳. ایجاد پیچ با رزوه‌ی نمایشی ۱۷۰
- ۱۵-۳. مدل سازی تکمیلی (۱) ۱۷۳
- ۱۶-۳. مدل سازی تکمیلی (۲) ۱۸۵
- ۱۷-۳. ایجاد مدل با پوسته‌ی نازک ۱۹۳
- ۱۸-۳. انجام عملیات بولی بر روی بدنه‌ها ۱۹۸
- ۱۹-۳. مدل سازی باتری و سر باتری ۲۰۷

فصل چهارده: نمایش تریدازی ۲۲۲

- ۱-۴. تصویرپردازی قطعه ۲۲۵

فصل پنجم: فرمول نویسی ۲۲۳

- ۱-۵. نام گذاری اندازه‌ها ۲۳۲
- ۲-۵. ارتباط بین اندازه‌ها توسط فرمول ۲۳۶
- ۳-۵. مشترک کردن اندازه‌های برابر ۲۴۰
- ۴-۵. ایجاد ارتباط فرمولی بین اندازه‌های یک قطعه ۲۴۳



فصل ششم: جدول طراحی و پیکربندی ۳۴۸

- ۱-۶. ایجاد حالت‌های مختلف یک قطعه با استفاده از پیکربندی ۳۴۹
۲-۶. ایجاد حالت‌های مختلف یک قطعه با استفاده از جدول طراحی و پیکربندی (۱) ۳۵۵
۳-۶. ایجاد حالت‌های مختلف یک قطعه با استفاده از جدول طراحی و پیکربندی (۲) ۳۶۲

فصل هفتم: طراحی مستطیج ۳۷۳

- ۱-۷. طراحی مدل راکت تنیس ۳۷۵
۲-۷. طراحی گوشی تلفن ۳۸۶
۳-۷. طراحی مدل پارچ ۳۹۹

فصل هشتم: ورق‌کاری ۳۰۶

- ۱-۸. شاسی منبع تغذیه کامپیوتر ۳۰۸
۲-۸. شبکه کولر آبی ۳۲۹

فصل نهم: موتور ۳۴۵

- ۱-۹. ایجاد و مونتاژ یک موتور شعاعی ۳۴۷

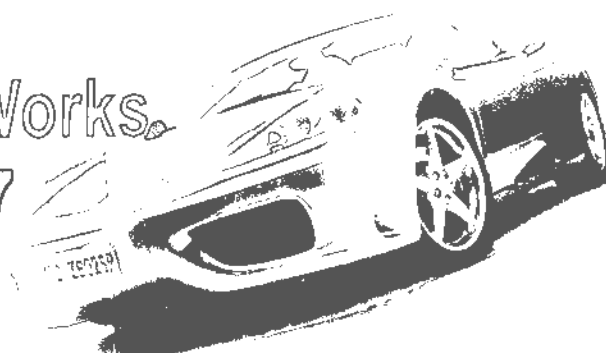
فصل دهم: مکانیزم و شبیه‌سازی ۴۱۳

- ۱-۱۰. طراحی و شبیه‌سازی حرکت مکانیزم چهارمیله‌ای ۴۱۴
۲-۱۰. مدل‌سازی، مونتاژ و شبیه‌سازی مکانیزم دورانی-لفزشی ۴۲۷

فصل یازدهم: تهیه نقشه ۴۲۸

- ۱-۱۱. تهیه نقشه‌ی دو بعدی از مدل پیستون ۴۴۹
۲-۱۱. تهیه نقشه‌ی دو بعدی از مدل شاتون ۴۶۵

SolidWorks
2007



۳-۱۱. تهیه نقشه‌ی دو بعدی از مجموعه‌ی مونتاژی ۴۷۰

فصل دوازدهم: تحلیل ۴۷۵

۱-۱۲. تحلیل تنش تیر در COSMOSXpress ۴۷۷

فصل سیزدهم: بهینه‌سازی ۴۸۶

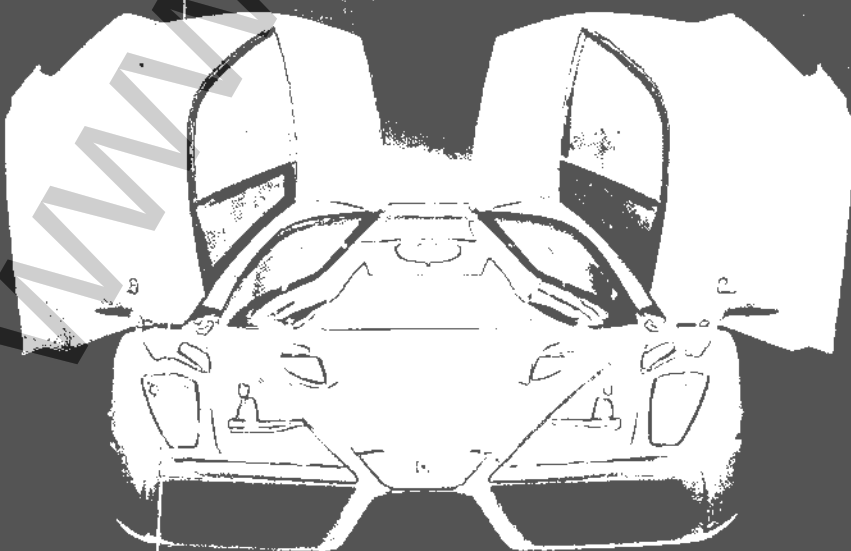
۱-۱۳. بهینه‌سازی مدل هندسی پایه نگهدارنده، تحت بارگذاری ۴۸۸

فصل چهاردهم: طراحی قالب تزریق پلاستیک ۴۸۸

۱-۱۴. تزریق پلاستیک ۵۰۰



SolidWorks 2007





در چند سال اخیر تحولات بسیار عمیقی در زمینه مهندسی مکانیک به وجود آمده است به طوری که سمت و سوی این تحولات به گونه‌ای بوده است که در صورت عدم آشنایی با نرم‌افزارهای مهندسی مکانیک، دانش مهندسی فرد از اعتبار کافی برخوردار نمی‌باشد. نرم‌افزارهای این رشته مهندسی در سه بخش CAD (ترسیم به کمک رایانه)، CAM (تولید به کمک رایانه) و CAE (مهندسی به کمک رایانه)، تحولات وسیعی را در زمینه طراحی محصول و تولید ایجاد نموده‌اند به گونه‌ای که استفاده از این نرم‌افزارها باعث کوتاه شدن زمان تولید محصول، بالا بردن کیفیت و کم کردن هزینه‌ها و اشتباهات ایجاد شده در صنعت می‌شود. در میان نرم‌افزارهای مختلفی که برای کارهای CAD، CAE و CAM استفاده می‌شود، نرم‌افزار SolidWorks به لحاظ فراگیر بودن توانسته است به خوبی جای خود را در میان این نرم‌افزارها باز نماید. لذا تلاش بر این بوده است که مجموعه‌ای در این راستا جهت معرفی و آشنایی دانشجویان، مهندسين و علاقمندان علوم ارائه گردد. در این کتاب با دیدگاه کاربردی مدل‌سازی قطعات و تهیه نقشه، فرمول‌نویسی، جداول طراحی، طراحی سطوح، ورق‌کاری، مونتاژ، تحلیل، طراحی مکانیزم، طراحی قالب پلاستیک و بهینه‌سازی شرح داده شده است. ویژگی منحصر بفرد کتاب حاضر، این است که در تالیف آن از ساعت‌ها سابقه تالیف، تدریس و آموزش این نرم‌افزار در مراکز مختلف آموزشی از جمله مرکز طراحی مهندسی و تامین قطعات ایران خودرو (SAPCO) کمک گرفته شده است و بسیاری از نقاط قوت این کتاب حاصل سوالات مهندسين و دانشجویان مستعدی بوده است که پروژه‌های این عزیزان در آدرس اینترنتی www.cae4u.com موجود است. خوانندگان گرامی جهت استفاده هرچه بهتر از قابلیت‌های این کتاب، آگاهی از منابع آموزشی جدید، دریافت فایل‌های به‌روزشده کتاب و ثبت‌نام در دوره‌های آموزشی، می‌توانند به آدرس‌های اینترنتی زیر مراجعه نمایند:

www.cae4u.com, www.chakadalborz.com

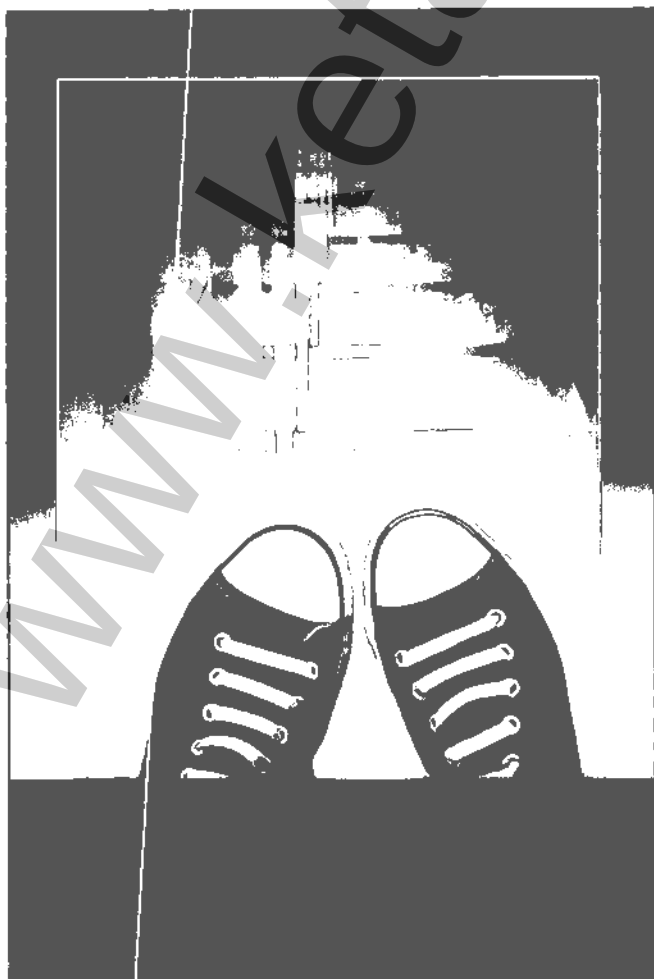
به منظور انجام پروژه‌های فنی و مهندسی می‌توانید از طریق پست الکترونیکی info@cae4u.com با ما تماس بگیرید.

در پایان لازم است از زحمات جناب آقای مهندس جواد ممبینی، خانم مهندس هلیا جمشیدی، جناب آقای مهندس امید باوی و جناب آقای محسن حسن‌زاده که در این کتاب ما را یاری نمودند قدردانی گردد. همچنین از مدیر یت محترم انتشارات عابد که صمیمانه ما را در امر آماده‌سازی و چاپ کتاب یاری نمودند تشکر می‌گردد.

Chapter

1

مقدمه



عناصر اتوماسیون صنعتی

امروزه، فرایند ساخت با الگویی از کاهش هزینه و افزایش کیفیت در مفهوم یک رقابت جهانی همراه است. صنایع مختلف ماندگار نخواهند بود مگر اینکه محصولات خود را با کیفیتی بالاتر و قیمتی پایین‌تر، در زمانی کمتر روانه‌ی بازار نمایند و این امر رقابت جهانی را برای کاهش مشکلات تولید به وجود آورده است. با افزایش چشم‌گیر قدرت محاسبات و دسترسی به ابزارهای نرم‌افزاری به منظور طراحی و تولید، امروزه مهندسان از سیستم‌های طراحی به کمک رایانه (¹CAD)، مهندسی به کمک رایانه (²CAE) و ساخت به کمک رایانه (³CAM) برای مکانیزه کردن فرایند طراحی و تولید محصولات خود استفاده می‌کنند.

طراحی به کمک رایانه

منظور از طراحی به کمک رایانه، تکنولوژی مربوط با سیستم‌های رایانه‌ای در دستیابی به خلق، تغییر، تحلیل و بهینه‌سازی هندسه‌ی طراحی می‌باشد. هر برنامه رایانه‌ای که شامل گرافیک رایانه‌ای و یک برنامه کاربردی در جهت تسهیل توابع مهندسی در فرایند طراحی باشد، در این گروه طبقه‌بندی می‌شود و عنوان CAD را به خود اختصاص دهد.

مهندسی به کمک رایانه

تکنولوژی CAE توسط سیستم‌های رایانه‌ای به بررسی توابعی که در سیستم CAD به وجود آمده‌اند، می‌پردازد و به طراح این امکان را می‌دهد که مدل را به لحاظ رفتاری در شرایط کاری واقعی، شبیه‌سازی کند و در صورت لزوم طرح را بهینه کند. یکی از مطرح‌ترین تحلیل‌ها ⁴FEM یا تحلیل اجزای محدود می‌باشد. از این روش می‌توان برای محاسبه‌ی تنش، تغییر شکل، انتقال حرارت، جریان سیال و ... استفاده نمود.

ساخت به کمک رایانه

این تکنولوژی با استفاده از توصیف رایانه‌ای و رایانه‌های مرتبط با دستگاه‌های ساخت محصول، مسیر ساخت را طرح‌ریزی و کنترل کرده و به پیش می‌برد. یکی از مهم‌ترین سطوح ساخت به کمک رایانه، NC می‌باشد که توسط دستورات برنامه ریزی شده به کنترل کردن ماشین‌ابزار در برش، فرز، کوپیدن، پرچ کردن و ... می‌پردازد.

¹ Computer Aided Design

² Computer Aided Engineering

³ Computer Aided Manufacturing

⁴ Finite Element Method



تاریخچه طراحی

ریشه و اساس CAD/CAM امروزی به زمان شروع تمدن در ایران و مصر باستان و تشکیل گروه‌های ترسیم، توسط مهندسان آن زمان باز می‌گردد. نقشه برداری امروزی به سال ۱۸۰۰ میلادی باز می‌گردد. پیشرفت واقعی CAD/CAM از سال ۱۹۵۰ آغاز شد. در قرن گذشته تکنولوژی CAD/CAM چهار نسل را پشت سر گذاشته است. سال ۱۹۵۰ مبدأ آغاز گرافیک رایانه‌ای نام گرفته است. زیرا در آن سال، لابراتوار دانشگاه MIT یک روش عددی با نام NC^۱ برای یک سیستم ماشین‌کاری سه محوره را شرح داده و اثبات کرد. در همان سال ابزار آلات اتوماتیک برنامه‌ریزی شده APT^۲ شروع به گسترش نمود و شرکت جنرال موتورز^۳ برای اولین بار قدرت محیط گرافیک رایانه‌ای را به نمایش گذاشت. دهه ۱۹۶۰ بحرانی‌ترین دوره‌ی تحقیقات طراحی به شیوه گرافیک رایانه‌ای بود. در این دوره ایون شوترلند^۴ سیستم Sketchpad برای طراحی نقشه‌ها و جزئیات را در حالت فعال توسعه داد. این سیستم به وسیله یک لامپ نوری از جنس کاتد CRT^۵ می‌کرد. واژه CAD از زمان پیدایش کلمه‌ی Design با مفهومی بالاتر از نقشه‌های اولیه، بوجود آمد. در همان زمان شرکت جنرال موتورز از ساخت سیستم DAC-۱ و شرکت Bell از ساخت سیستم نمایش Graphic ۱ خبر دادند. در دهه ۱۹۷۰ تلاش‌های تحقیقاتی حاصل از دهه ۱۹۶۰ در مورد گرافیک رایانه‌ای به ثمر نشست و اهمیت گرافیک رایانه‌ای برای صنایع، دولت‌ها و دانشگاه‌ها آشکار گردید. دهه ۱۹۷۰ مبدأ آغاز طراحی رایانه‌ای به حساب می‌آید. انجمن NGCA^۶ تشکیل و استاندارد طراحی رایانه‌ای به نام IGES^۷ به وجود آمد. در دهه ۱۹۸۰ تئوری‌ها و الگوریتم‌های جدیدی جهت یکپارچگی عناصر مختلف از طراحی و ساخت توسعه یافتند. بیشترین تحقیق و تمرکز بر گسترش CAD/CAM در طراحی به شکل سه بعدی و افزایش توان کاربردهای مهندسی بوده است.

^۱ Numerical Control

^۲ Automatically Programmed Tools

^۳ General Motors

^۴ Ivan Shuterland

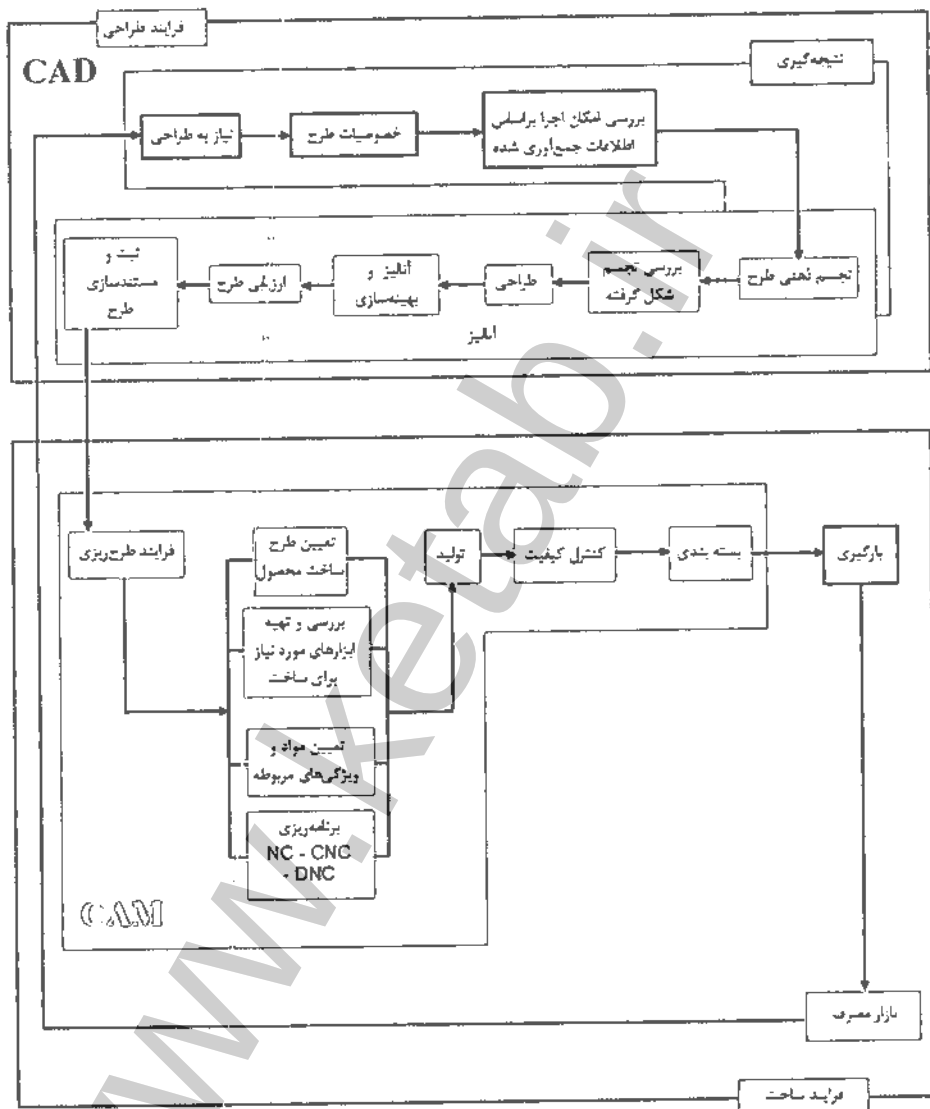
^۵ Cathode Ray Tube

^۶ National Computer Graphic Association

^۷ Initial Graphics Exchange Specification

تولید محصول

امروزه CAD/CAM بر مبنای بهره‌وری و سرعت و یکپارچگی عناصر مختلف طراحی و ساخت، در راستای توسعه‌ی الگوریتم‌های جدید می‌باشد. در حال حاضر تعداد بسیار زیادی از سیستم‌های تجاری CAD/CAM برای استفاده در دسترس می‌باشند که در عین حرفه‌ای بودن، به سادگی برای کاربر قابل استفاده هستند. ادامه توضیحی مختصر در مورد نحوه‌ی استفاده CAM/CAE/CAD برای تولید محصول آورده شده است. فرآیند تولید یک محصول به دو بخش طراحی و ساخت تقسیم می‌گردد. فرآیند طراحی از زمان احساس نیاز به وجود یک محصول جدید آغاز می‌شود. این نیاز حاصل دریافت اطلاعات بازار مصرف و مشتریان توسط کارکنان می‌باشد. زمانی که اطلاعات مربوط به محصول جمع‌آوری شد، خصوصیات طرح مشخص می‌شوند و از لحاظ اجرایی امکان‌سنجی طرح بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده انجام خواهد شد. سپس جزئیات طرح مشخص می‌شوند. جزئیات طرح شامل تصور و تجسم از طرح، آینده‌ی محصول، نقشه‌های دو بعدی و تهیه مدل هندسی سه‌بعدی از طرح مورد نظر می‌باشند. تحلیل‌ها شامل تحلیل تنش، تحلیل تناسب شکل هندسی، تحلیل سینماتیکی، محاسبات جرم، آنالیز تلورانس و در نهایت بهینه‌سازی هندسی مدل می‌باشند. کیفیت نتایج مستقیماً وابسته به کیفیت انجام تحلیل‌ها می‌باشد. فرآیند ساخت بر اساس نقشه‌های بدست آمده از مرحله طراحی با فعالیت‌های کارگاهی آغاز می‌گردد و با تولید محصول پایان خواهد یافت. فرآیند ساخت شامل طرح‌ریزی فرآیند، انتخاب مواد، انتخاب و ساخت ابزار، برنامه‌ریزی ماشین و تست کیفیت در مراحل مختلف تولید می‌باشد. بعد از تست کیفیت نهایی، قطعات، مونتاژ و بسته‌بندی شده، به آنها شناسه‌ای تعلق گرفته و راهی بازار مصرف خواهند شد.



Source: Delli, P., Leu, M., "UNIGRAPHICS-NX3 FOR ENGINEERING DESIGN", Department of Mechanical and Aerospace Engineering University of Missouri, P8.

PLM چیست؟

PLM دانش بررسی کلیه مراحل تولید یک محصول از زمان احساس نیاز به محصول تا رسیدن بدست مشتری و یافتن نتیجه نهایی، است. سیکل PLM معتبر جهانی که حاصل تلاش آقای ابراهیم زید^{۱۲} می‌باشد در شکل بالا مشاهده می‌شود.

^{۱۲}Ibrahim zaid

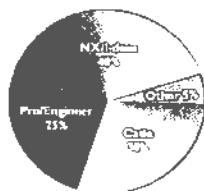
(Programming Database Management) PDM

در ابعاد بزرگ صنعتی با توجه به تعداد قطعات، نیاز به یک مدیریت در جهت منظم‌سازی و اداره‌ی اطلاعات و محصولات نرم‌افزاری می‌باشد. به عنوان مثال برای تغییر نام فایل‌ها، انتقال آن‌ها، ویرایش یک فایل خاص از میان کل منابع موجود و بررسی گروهی اطلاعات از طریق اینترنت در صنایع از این مبحث استفاده می‌شود. در SolidWorks نیز یک بخش مجزا به نام PDMWorks در نظر گرفته شده است. در اینجا تعدادی این نرم‌افزارهای تجاری که در بازار موجود هستند معرفی می‌گردند:

نرم‌افزار	قابلیت انجام عملیات طراحی به کمک کامپیوتر (CAD)	قابلیت انجام عملیات شبیه‌سازی به کمک کامپیوتر (CAE)	قابلیت انجام عملیات تولید به کمک کامپیوتر (CAM)	آدرس اینترنتی
Autocad	بسیار ضعیف	ندارد	ندارد	www.autodesk.com
Inventor	متوسط	متوسط	ضعیف	www.autodesk.com
Mechanical Desktop	متوسط	ندارد	ندارد	www.autodesk.com
SolidWorks	قوی	متوسط	متوسط	www.solidworks.com
Solid Edge	متوسط	متوسط	ضعیف	www.eds.com
سیستم پادگیری CATIA	بسیار قوی	قوی	بسیار قوی	www.eds.com پیش نیاز یادگیری: SolidWorks یا CATIA
سیستم پادگیری Autocad	بسیار قوی	متوسط	بسیار قوی	www.3dplm.com پیش نیاز یادگیری: Autocad
سیستم پادگیری CATIA & SolidWorks	بسیار قوی	بسیار قوی	بسیار قوی	www.3dplm.com پیش نیاز یادگیری: CATIA & SolidWorks
ANSYS	متوسط به کمک Workbench	بسیار قوی	ندارد	www.ansys.com
ADAMS	ندارد	بسیار قوی در زمینه دینامیک سیستم	ندارد	www.mscsoftware.com
ABAQUS	ندارد	قوی	ندارد	www.abaqus.com
Fluent	ندارد	قوی در زمینه دینامیک سیالات	ندارد	www.fluent.com
CFX	ندارد	قوی در زمینه دینامیک سیالات	ندارد	www.ansys.com
NISA	ضعیف	متوسط	ندارد	www.emre.com
Nastran/ Patran/ Dytan	متوسط	قوی	ندارد	www.mscsoftware.com
COSMOS	ندارد	قوی	ندارد	www.mscsoftware.com
Autoform	متوسط	ندارد	قوی در زمینه	www.autoform.com

			شکل دهی	
Moldflow	ضعیف	قوی در زمینه تزریق پلاستیک	ندارد	www.moldflow.com
EdgeCam	متوسط	ندارد	متوسط	www.edgcam.com
SurfCam	متوسط	ندارد	متوسط	www.surfware.com
PowerMill	ندارد	ندارد	قوی	www.powermill.com

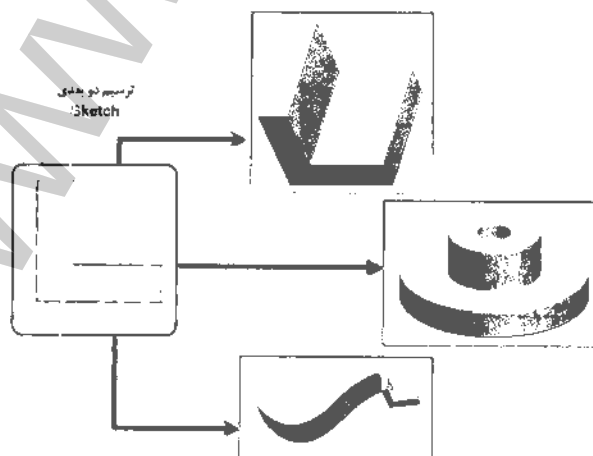
در میان نرم‌افزارهای مکانیکی سه نرم‌افزار NX (Unigraphics)، PRO/Engineer و CATIA به دلیل دارا بودن مجموعه‌ای از برنامه‌های کاربردی صنعتی، بسیار قدرتمند می‌باشند. با بررسی سوابق شرکت‌های



صنعتی در پنج دهه گذشته، ردپای یکی از سه نرم‌افزار NX (Unigraphics)، PRO/Engineer و CATIA را خواهیم دید. نمودار زیر به صورت مستند گستره استفاده از نرم‌افزارهای مکانیکی در شبیه‌سازی قطعات توسط کاربران صنایع مکانیک در سطح جهان، در سال ۲۰۰۶ را نشان می‌دهد. متأسفانه در کشور عزیزمان ایران تنها نرم‌افزار CATIA در ابعاد واقعی آن شناخته شده است و نرم‌افزارهای قدرتمند NX (Unigraphics) و PRO/Engineer کاملاً ناشناخته باقی مانده‌اند.

معرفی قواعد مربوط به ترسیمات دو بعدی

همانطور که در شکل زیر دیده می‌شود ابتدا ترسیمات دو بعدی^{۱۳} در صفحاتی که به آنها Plane گفته می‌شود با رعایت قواعد خاصی رسم و سپس به کمک دستورات نرم‌افزار به اشکال سه بعدی تبدیل می‌شوند.

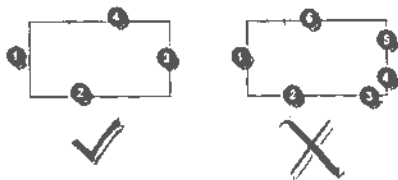


^{۱۳} Sketch

قواعد لازم برای ترسیم دو بعدی قابل تبدیل به شکل سه بعدی

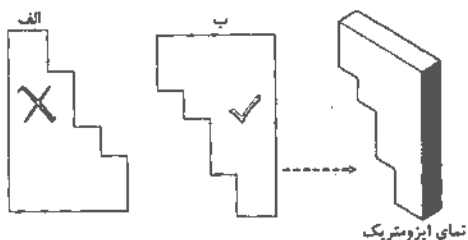
برای سیستم دوبعدی هدف (شکل نهایی) ابتدا یک ترسیم دو بعدی اولیه با رعایت قواعد زیر ترسیم می‌گردد که چند نمونه از این قواعد که مانع ایجاد این اشکالات می‌شوند در زیر آورده شده است.

قاعده اول:



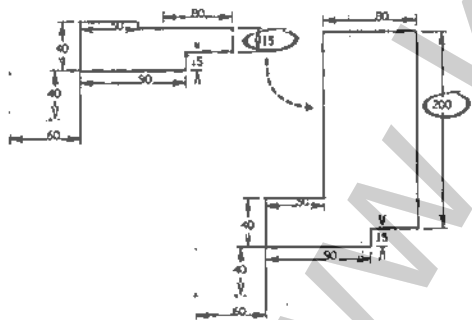
ترسیم اولیه باید دارای کمترین تعداد اجزا باشد. به طور مثال اگر مربع را بتوان با ۴ ضلع رسم نمود به کار بردن ۵ ضلع در ترسیم اولیه خطا می‌باشد.

قاعده دوم:



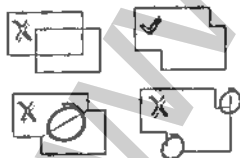
ترسیم اولیه باید به گونه‌ای باشد که از دستورات چرخاندن مدل و جابجا نمودن آن کمتر استفاده گردد. همانطور که در شکل دیده می‌شود از هر دو ترسیم دوبعدی 'الف' و 'ب' می‌توان استفاده نمود. ترسیم دوبعدی 'الف' نیاز به چرخش دارد اما ترسیم 'ب' نیازی به چرخش ندارد بنابراین شکل 'ب' صحیح‌تر است.

قاعده سوم:



باید طول اضلاع، کمان‌ها و زوایا در ترسیم اولیه در محدوده‌ی ابعاد ترسیم نهایی باشند. به طور مثال اگر طول ضلعی در ترسیم نهایی برابر با ۲۰۰ باشد در ترسیم اولیه نمی‌توان طول آن ضلع را ۱۵ در نظر گرفت. بهتر است تغییرات در محدوده ۱۰ درصد باشند. این کار رساندن اندازه‌ها به اندازه نهایی را ساده‌تر خواهد نمود و مدل به هم ریختگی کمتری خواهد داشت.

قاعده چهارم:



در ترسیمات دو بعدی برای ایجاد قطعات باید سعی نمود از یک و تنها یک منحنی بسته استفاده نمود.

قاعده پنجم:



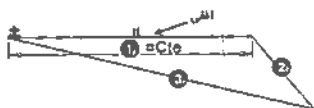
در دستوراتی که نیاز به استفاده از منحنی باز وجود دارد باید منحنی‌های به گونه‌ای ترسیم شوند که یکدیگر را قطع نکنند.

مفهوم قیود و ترسیمات معین و نامعین (Under defined- Fully defined)

برای نشان دادن مفهوم ترسیمات، اگر گوشه‌های شکل زیر کشیده شود، در جدول زیر بعضی از حالات آن در صورتی که قیدگذاری معین نشده باشد، دیده می‌شود.

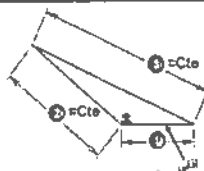


تغییرات شامل: تغییر اندازه ضلع ۳ قیود: افقی بودن ضلع ۱ و ثابت بودن موقعیت مثلث نسبت به مبدا مختصات: نسبت به مبدا مختصات و ثابت بودن طول اندازه‌های اضلاع ۱ و ۲	تغییرات شامل: تغییر موقعیت مثلث نسبت به مبدا قیود: افقی بودن ضلع ۱ و ثابت بودن طول اندازه‌های اضلاع ۱، ۲ و ۳
تغییرات شامل: حذف قید افقی بودن ضلع ۱ و تعریف عمودی بودن ضلع ۱ قیود: عمودی بودن ضلع ۱ و ثابت بودن موقعیت مثلث نسبت به مبدا مختصات و ثابت بودن طول اندازه‌های اضلاع ۱، ۲ و ۳	تغییرات شامل: حذف قید افقی بودن ضلع ۱ قیود: ثابت بودن موقعیت مثلث نسبت به مبدا مختصات و ثابت بودن طول اندازه‌های اضلاع ۱، ۲ و ۳



تغییرات شامل: تغییر اندازه ضلع ۲ و ۳

قیود: افقی بودن ضلع ۱ و ثابت بودن موقعیت مثلث نسبت به مبدا مختصات و ثابت بودن طول اندازه ضلع ۱



تغییرات شامل: تغییر اندازه ضلع ۱

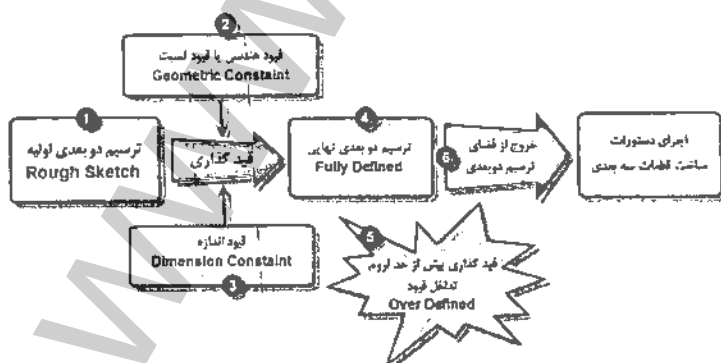
قیود: افقی بودن ضلع ۱ و ثابت بودن موقعیت مثلث نسبت به مبدا مختصات و ثابت بودن طول اندازه های

اضلاع ۲ و ۳

نوع رفتار ترسیم اولیه (Rough Sketch) کاملاً به نوع قیود تخصیص داده شده به آن وابسته است و همانطور که در مثال بالا ملاحظه گردید در حالت عادی نمی‌توان مشخص نمود که ترسیم اولیه در مقابل تغییرات اعمالی بر آن چگونه رفتار خواهد نمود. بنابراین قیدگذاری باید تا جایی ادامه یابد که بتوان رفتار مدل را در قبال تغییرات پیش‌بینی نموده و به این حالت، معین کردن ترسیمات^{۱۴} گفته می‌شود.

انواع قیود

با تعریف قیود هندسی و قیود اندازه می‌توان ترسیمات دو بعدی را از حالت نامعین به معین تبدیل نمود. ابتدا بهتر است قیود هندسی که شامل قیود افقی، عمودی، تقارن، هم‌راستایی، توازی، مماس، قیود عمود برهم، هم مرکزی کمان‌ها، انطباق و ... بر روی ترسیم دو بعدی قرار داده شود و سپس با تعریف اندازه‌ی زوایا، طول اضلاع و فاصله اجزا از هم و تعیین موقعیت آن‌ها نسبت به مبدا مختصات ترسیم را معین نمود.



در SolidWorks بعد از معین شدن ترسیمات دو بعدی رنگ آن‌ها از آبی به رنگ مشکی در می‌آید که نشانگر معین شدن ترسیم می‌باشد. چنانچه تعداد قیود اعمال شده روی یک ترسیم دو بعدی بیش از حد مورد نیاز

^{۱۴} Fully Defined Sketch

برای معین کردن آن باشد، به آن، ترسیم با قيود تداخل یافته یا Over Defined گفته می‌شود. در این حالت قيود اندازه اضافی به رنگ زرد و قيود هندسی و اجزاء ترسیم به رنگ قرمز در می‌آیند.

تذکر مهم: تا زمانی که ترسیم دو بعدی معین نشده باشد، نمی‌توان به کار در محیط‌های دیگر SolidWorks پرداخت.

خطای تبدیل ترسیمات دو بعدی به سه بعدی

هنگامی که در تبدیل ترسیمات دو بعدی به سه بعدی پیغام خطا ظاهر شود دو حالت وجود دارد:

۱. ترسیم دو بعدی براساس قواعد ذکر شده، ایجاد نشده است.
۲. قواعد مربوط به ایجاد ترسیم دو بعدی درست بوده و اشکال از تنظیمات option است که شامل موارد زیر باشد:

- ورودی‌های عددی درست یا مناسب نیستند.
- نوع دستور انتخابی یا ترسیم دو بعدی موردنظر همخوانی ندارد.
- اشیاء به نحوه صحیحی در محیط گرافیکی انتخاب نشده‌اند.
- ویژگی‌های هندسی برای دستور مناسب نیستند.
- اجرای دستور باعث ایجاد خطا در دستورهای قبلی می‌شود.