

به نام خدا

# آموزش تخصصی تحلیل المان محدود در

## نرم افزار

### *MSC. Super Form*

مؤلف:

فرهاد عظیمی فر

دکترای مهندسی پزشکی - بیومکانیک و عضو هیأت علمی دانشنامه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی

مجید صالحی

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

وحید نورمحمدی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - دانشگاه صنعتی اصفهان

محمد جواد قاسمی سیجانی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی

عنوان و نام پدیدآور : آموزش تخصصی المان محدود در نرم افزار MSC.Super Form / مولفین فرهاد عظیمی فر... (و دیگران).

مشخصات نشر : اصفهان: دستخط، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری : ۳۶۰ ص.: مصور.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۹۳-۳۱-۴

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت : مولفین فرهاد عظیمی فر، مجید صالحی، وحید نور محمدی، محمدجواد قاسمی سیپانی.

موضوع : نرم افزار سوپر فرم

موضوع : (Computer software-SuperForm)

موضوع : روش المان های محدود -- نرم افزار

موضوع : Finite elements method-- Software

موضوع : تولید-- فرایندها-- نرم افزار

موضوع : Manufacturing processes -- Software

شناسه افزوده : عظیمی فر، فرهاد، ۱۳۶۲ -

شناسه افزوده : FarhadAzimifar,

رده بندی کنگره : ۱۳۹۶ ۹۴۸/س/۵/۳۴۵ TA

رده بندی دیویی : ۵۳ / ۰۰۲ / ۶۲۰

شماره کتابشناسی ملی : ۵۰۵۷۸۱



## آموزش تخصصی المان محدود نرم افزار

**MCS. Super From**

تألیف: فرهاد عظیمی فر، مجید صالحی، وحید نور محمدی، محمدجواد قاسمی سیپانی

ناشر: دستخط

مدیر تولید: مسعود گدیری

صفحه آرای: نشر سیندخت

طرح جلد: مجتمع طراحی کیوانفر

امور چاپ و صحافی: گاندی

نوبت چاپ: یکم / زمستان ۱۳۹۶

قطع: وزیری / ۳۶۰ صفحه

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۰۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۹۳-۳۱-۴

## ❖ پیشگفتار مولفان:

امروزه با پیشرفت روزافزون صنعت و نیاز به تولید قطعات پیچیده با ابعاد کوچک و دقیق، استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌های شکل‌دهی و ماشین‌کاری جدید صد چندان شده است. بدین منظور لازم است بهینه‌ترین شرایط برای ساخت یک محصول مشخص گردیده و بتوان با آنالیزهای مهندسی و تحلیل‌های دقیق به تولید این قطعات پرداخت. در این راستا استفاده‌ی صحیح از نرم‌افزارهای CAE موجب کاهش ضایعات تولید و بهبود دقت و کیفیت قطعات می‌گردد. بسته‌ی نرم‌افزاری Msc. Super Form یک نرم‌افزار بسیار قدرتمند است که قادر به تحلیل فرآیندهای مختلف شکل‌دهی و ماشین‌کاری به روش المان محدود (FEM) می‌باشد. از مزایای این نرم‌افزار وجود یک کتابخانه‌ی بسیار بزرگ از مواد مختلف (شامل سوپر آلیاژها) می‌باشد که به راحتی می‌توان با انتخاب جنس ماده، کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی آن را برای نرم‌افزار تعیین نمود. از طراحی امکان تحلیل امان محدود برای فرآیندهای مختلف به صورت دوبعدی و سه بعدی وجود دارد.

در کتاب حاضر به آموزش گام به گام نرم‌افزار MSC. Super Form پرداخته شده است. ابتدا به معرفی محیط نرم‌افزار و اصول تعریف یک فرآیند شکل‌دهی یا ماشین‌کاری از ابتدا تا انتها پرداخته شده است. سپس مثال‌های کاربردی از فرآیندهایی نظیر فرآیند آهنگری سرد، آهنگری گرم، تراشکاری، هیدروفورمینگ، فرم‌گرم با فلش به صورت مرحله به مرحله بیان شده است. این کتاب می‌تواند به عنوان مرجعی برای دانشجویان کارشناسی در درس طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر (CAD/CAM) و همچنین درس روش‌های اجزاء محدود (به عنوان منبع تکمیلی) و برای دانشجویان ارشد در پایان‌نامه‌های شکل‌دهی و ماشین‌کاری مورد استفاده قرار گیرد. امید است این اثر بتواند نقش کوچکی در پیشرفت دانشجویان و علاقه‌مندان ایفا کند.

## فهرست مطالب

---

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| آموزش نصب نرم افزار super form .....              | ۱۴ |
| ۱-۱- مقدمه .....                                  | ۲۷ |
| ۲-۱- فرایندهای مدل کردن .....                     | ۲۷ |
| فصل دوم: آشنایی با محیط نرم افزار .....           | ۳۳ |
| ۱-۲- مقدمه .....                                  | ۳۳ |
| ۲-۲- محیط نرم افزار .....                         | ۳۳ |
| ۳-۲- نحوه ارتباط با نرم افزار .....               | ۳۵ |
| ۴-۲- ویرایش خطوط یا فرمان های ورودی .....         | ۳۷ |
| ۵-۲- سیستم منو .....                              | ۳۸ |
| ۶-۲- اجزای منو .....                              | ۴۱ |
| فصل سوم: اطلاعات مورد نیاز کار با نرم افزار ..... | ۴۵ |
| ۱-۳- مقدمه .....                                  | ۴۵ |
| ۲-۳- انواع Job .....                              | ۴۵ |
| ۳-۳- آنالیز مقارن محوری .....                     | ۴۶ |
| ۴-۳- آنالیز ۲ بعدی .....                          | ۴۷ |
| ۵-۳- آنالیز ۳ بعدی .....                          | ۴۸ |

- ۵۰..... Wizards -۶-۳
- ۵۰..... WIZARD قطعه کار: ایجاد شکل دهی قطعه کار..... -۷-۳
- ۵۱..... ابزارهای WIZARD: ایجاد ابزارهای شکل دهی یا قالب ها..... -۸-۳
- ۵۱..... WIZARD های کاربردی..... -۹-۳
- ۵۲..... CAD در نرم افزار..... -۱۰-۳
- ۵۳..... ایجاد مش..... -۱۱-۳
- ۵۳..... راه کارهای مش بندی..... -۱۱-۳
- ۵۶..... دما ی اولی و شرایط مرزی..... -۱۳-۳
- ۵۸..... (HOLD NONE) گرهِ نگهدارنده..... -۱۴-۳
- ۵۹..... SPRINGS (LINK) فنرها (اتصالات)..... -۱۵-۳
- ۵۹..... تماس / برخورد (contact)..... -۱۶-۳
- ۵۹..... تماس اجسام..... -۱۷-۳
- ۶۰..... ابزار تغییر شکل پذیر..... -۱۸-۳
- ۶۱..... ابزار صلب با انتقال گرما (فقط در تحلیل کوپا)..... -۱۹-۳
- ۶۱..... ابزار صلب (سرعت کنترل شده)..... -۲۰-۳
- ۶۱..... ابزار صلب (فتر کنترل شده)..... -۲۱-۳
- ۶۱..... ابزار صلب (بار کنترل شده)..... -۲۲-۳
- ۶۳..... معیار مش بندی مجدد..... -۲۳-۳
- ۶۶..... مش بندی سه بعدی..... -۲۴-۳
- ۶۹..... مش بندی مجدد به صورت خودکار..... -۲۵-۳

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| ۷۳  | ۲۶-۳- بررسی نتایج                                      |
| ۷۶  | ۲۷-۳- نکاتی پیرامون نرم افزار                          |
| ۷۶  | ۲۸-۳- تعریف مش                                         |
| ۷۸  | ۲۹-۳- مش بندی مجدد                                     |
| ۸۲  | ۳۰-۳- المان داخلی- خارجی (inside-out) - مش بندی خودکار |
| ۸۲  | ۳۱-۳- کنترل مش بندی مجدد                               |
| ۸۵  | ۳۲-۳- مدل سازی قالب                                    |
| ۸۶  | ۳۳-۳- قسم ها، دوچرخه خط یا سطوح                        |
| ۸۶  | ۳۴-۳- یکنواختی سطح قالب                                |
| ۸۹  | ۳۵-۳- خواص ماده                                        |
| ۹۱  | ۳۶-۳- همگرایی (convergence)                            |
| ۹۴  | ۳۷-۳- انتخاب المان                                     |
| ۹۴  | ۳۸-۳- حل کننده نرم افزار                               |
| ۹۵  | ۳۹-۳- حافظه مورد استفاده                               |
| ۹۶  | ۴۰-۳- تجزیه تماس (Contact Decoupling)                  |
| ۹۷  | فصل چهارم: شروع کار با نرم افزار                       |
| ۹۷  | ۱-۴- مقدمه                                             |
| ۱۲۲ | ۲-۴- شبیه سازی یک Ring                                 |
| ۱۲۳ | ۳-۴- توضیحات مثال                                      |
| ۱۲۴ | ۴-۴- مراحل اجرای آنالیز و بررسی نتایج                  |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| فصل پنجم: فشرده سازی یک سیلندر.....             | ۱۳۹ |
| ۱-۵- مقدمه .....                                | ۱۳۹ |
| ۲-۵- بهینه کردن فرآیند.....                     | ۱۴۰ |
| ۳-۵- توضیح فرآیند .....                         | ۱۴۱ |
| ۴-۵- مراحل توضیح جزئیات.....                    | ۱۴۲ |
| فصل ششم: فرآیند فورج سرد دو مرحله‌ای .....      | ۱۷۳ |
| ۱-۶- مقدمه .....                                | ۱۷۳ |
| ۲-۶- بهینه سازی .....                           | ۱۷۴ |
| توصیف مراحل .....                               | ۱۷۵ |
| فصل هفتم: شبیه سازی شیاردار .....               | ۲۰۹ |
| ۱-۷- مقدمه .....                                | ۲۰۹ |
| ۲-۷- داده‌های پیش فرض .....                     | ۲۱۰ |
| ۳-۷- نتایج شبیه‌سازی .....                      | ۲۱۵ |
| فصل هشتم: شبیه سازی فرآیند فورج چرخنده .....    | ۲۱۹ |
| ۱-۸- مقدمه .....                                | ۲۱۹ |
| فصل نهم: شبیه‌سازی فرآیند هیدروفرمینگ لوله..... | ۲۴۷ |
| ۱-۹- مقدمه .....                                | ۲۴۷ |
| فصل دهم: فورج پره توربین .....                  | ۲۵۹ |
| ۱-۱۰- مقدمه .....                               | ۲۵۹ |
| ۲-۱۰- توصیف فرآیند.....                         | ۲۶۰ |

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۲۶۰ | ۱۰-۳- توضیح مراحل                      |
| ۲۶۱ | ۱۰-۴- توضیح جزئیات مراحل               |
| ۲۸۷ | فصل یازدهم: پرچ کاری سه بعدی یک مکعب   |
| ۲۸۷ | ۱۱-۱- مقدمه                            |
| ۲۸۸ | ۱۱-۲- توضیح فرآیند                     |
| ۲۸۸ | ۱۱-۳- بهینه ازی فرآیند                 |
| ۳۱۱ | فصل دوازدهم: فرآیند فورمینگ گرم با فلش |
| ۳۱۱ | ۱۲-۱- مقدمه                            |
| ۳۱۲ | ۱۲-۲- توضیح فرآیند                     |
| ۳۱۲ | ۱۲-۳- بهینه سازی فرآیند                |
| ۳۱۳ | ۱۲-۴- توصیف مراحل                      |
| ۳۱۴ | ۱۲-۵- مراحل                            |
| ۳۱۴ | ۱۲-۶- توضیح جزئیات مراحل               |