

۲۰۷۵۹۴۷

۹۷۱۰۳



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیبگران تهران

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیبگران تهران

# آموزش دینامیک سیالات محاسباتی با نرم افزار

## STAR-CCM

جهت دریافت دیسک همراه این کتاب از لینک زیر استفاده نمایید:

[dl.dibagaran-tehran.ir/CDDIBA/starccm.rar](http://dl.dibagaran-tehran.ir/CDDIBA/starccm.rar)

مؤلفان:

مهندس مهدی یادگاری

مهندس سیده سمیرا کیا

مهندس شاهین تیمورپور

مهندس حمیدرضا جهانگیری



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.

◀ عنوان کتاب: آموزش دینامیک سیالات محاسباتی با نرم افزار

STAR-CCM

◀ مولفان: مهندس مهدی یادگاری-مهندس سیده سمیراکیا

مهندس شایان ده رپور-مهندس حمیدرضا جهانگیری

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ صفحه آرایی: فرنوش عبدلی

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸

◀ چاپ و صحافی: درج عقیق

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۹۵۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۲۲۵-۰

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خیابان کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱ تلفن: ۶۶۴۱۰۰۴۶-۰۸۵۱۱۱۱۱۲۲۰

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

[WWW.MFTBOOK.IR](http://WWW.MFTBOOK.IR)

[www.dibbook.ir](http://www.dibbook.ir)

[www.dibagarantehran.com](http://www.dibagarantehran.com)

نشانی تلگرام: @mftbook

نشانی اینستاگرام دیبا [dibagaran\\_publishing](https://www.instagram.com/dibagaran_publishing)

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید شغلی.

هرگوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای و اپ دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

عنوان و نام پدیدآور: آموزش دینامیک سیالات

محاسباتی با نرم افزار STAR-CCM / مولفان: مهدی

یادگاری و.....دیگران

مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۳۹۸

مشخصات ظاهری: ۳۶۴ ص: مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۲۲۵-۰

وضعیت نشر: تیراژ: ۱۰۰ جلد

یادداشت: متن: مهدی یادگاری، سیده سمیراکیا،

شاهین تیمورپور، حمیدرضا جهانگیری.

موضوع: نرم افزار STAR-CCM + (computer software)

موضوع: (computer software) STAR-CCM +

موضوع: سیالات-مکانیک-نرم افزار

موضوع: fluid mechanics-software

موضوع: سیالات-مکانیک-شبیه سازی کامپیوتری

موضوع: fluid mechanics-computer simulation

شناسه افزوده: یادگاری، مهدی، ۱۳۶۹-

رده بندی کنگره: ۳۴۵/۵ TA

رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳

شماره کتابشناسی ملی: ۵۹۶۱۸۵۰

# فهرست مطالب

## ❖ فصل ۱: آشنایی با دینامیک سیالات محاسباتی و توانایی های نرم افزار STAR CCM+..... ۱۳

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| ۱۴ | دینامیک سیالات محاسباتی چیست؟.....                |
| ۱۴ | تاریخچه دینامیک سیالات محاسباتی.....              |
| ۱۶ | روند یک مدل CFD.....                              |
| ۱۷ | اساس CFD و معادلات حاکم در آن.....                |
| ۲۷ | کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی.....               |
| ۳۱ | مقایسه ابزارهای مختلف انجام یک شبیه سازی CFD..... |
| ۳۳ | قابلیت ها و توانایی های نرم افزار STAR CCM+.....  |

## ❖ فصل ۲: آموزش سیمدهانی..... ۴۰

|    |                                                    |
|----|----------------------------------------------------|
| ۴۱ | شروع شبیه سازی در STAR-CCM+.....                   |
| ۴۲ | ایجاد یک شبیه سازی.....                            |
| ۴۴ | کار کردن با درخت شبیه سازی.....                    |
| ۴۵ | ذخیره سازی و نامگذاری یک شبیه سازی.....            |
| ۴۶ | وارد کردن هندسه.....                               |
| ۴۷ | نمایش هندسه ی وارد شده.....                        |
| ۴۸ | حرکت در صفحه، بزرگنمایی و چرخاندن نما (SCENE)..... |
| ۴۹ | تعریف سطوح مرزی.....                               |
| ۵۳ | تغییر نام سطوح و پارت.....                         |
| ۵۵ | اختصاص پارت (PART) به ناحیه محاسباتی (REGION)..... |
| ۵۶ | تنظیمات شرایط مرزی.....                            |
| ۵۷ | انتخاب جزءها.....                                  |
| ۵۸ | افزودن و حذف کردن پارت ها از یک نما.....           |
| ۶۱ | ایجاد مش.....                                      |
| ۶۱ | انتخاب MESH ها.....                                |
| ۶۳ | تعیین تنظیمات مش.....                              |
| ۶۳ | تولید مش حجمی.....                                 |
| ۶۴ | نمایش مش حجمی.....                                 |
| ۶۵ | سفارشی کردن (CUSTOMIZING) مش.....                  |

|          |                                                   |
|----------|---------------------------------------------------|
| ۶۷.....  | انتخاب مدل های فیزیکی (PHYSICS MODELS)            |
| ۷۶.....  | تنظیم شرایط اولیه (INITIAL CONDITIONS)            |
| ۷۶.....  | تعیین شرایط اولیه برای شبیه سازی                  |
| ۷۶.....  | تعریف CONTINUUM مربوط به ناحیه محاسباتی (REGION)  |
| ۷۷.....  | تنظیمات شرایط و مقادیر مرزی (BOUNDARY CONDITIONS) |
| ۸۰.....  | تنظیمات شرایط و مقادیر ورودی                      |
| ۸۲.....  | تنظیمات شرایط SLIP WALL                           |
| ۸۳.....  | تنظیمات پارامترهای حل کننده و STOPPING CRITERIA   |
| ۸۴.....  | مشاهده نتایج                                      |
| ۸۸.....  | مشاهده روند حل                                    |
| ۹۰.....  | تنظیمات یک REPORT                                 |
| ۹۱.....  | تنظیمات مانیتور (MONITOR) و نمودار (PLOT)         |
| ۹۳.....  | راه اندازی شبیه سازی                              |
| ۹۴.....  | تنظیم پارامترهای حل کننده و CONTINUUM             |
| ۹۵.....  | اتمام حل (COMPLETING THE RUN)                     |
| ۹۵.....  | نمایش نتایج (VISUALIZING THE RESULTS)             |
| ۹۶.....  | بررسی اسکالرها                                    |
| ۹۹.....  | بررسی بردارها                                     |
| ۱۰۳..... | ترسیم داده ها روی یک سطح                          |
| ۱۰۴..... | ایجاد یک DERIVED PART                             |
| ۱۰۷..... | ترسیم داده های شبیه سازی                          |
| ۱۱۰..... | اضافه کردن خطوط جریان (STREAMLINE)                |
| ۱۱۶..... | بستن و باز کردن مجدد شبیه سازی                    |
| ۱۱۸..... | ❖ فصل ۳ : آموزش های پایه ای مدلسازی هندسه         |
| ۱۱۹..... | ایجاد یک SKETCH با قیدها (CONSTRAINTS) و ابعاد    |
| ۱۲۴..... | ایجاد یک حجم بوسیله ی دوران SKETCH                |
| ۱۲۶..... | اضافه کردن پره ها به صورت الگویی از اجسام         |
| ۱۳۶..... | طراحی یک پروفیل با منحنی ها و چند جمله ای ها      |
| ۱۴۲..... | ایجاد پوسته ی صلب محفظه                           |
| ۱۴۶..... | تعریف محدوده سیال و حذف تیغه ها از آن             |
| ۱۵۱..... | ایجاد حجم سیال اصلی و کم کردن محفظه و فن از آن    |
| ۱۵۵..... | تنظیم دامنه ی شبیه سازی و انتخاب MESHER ها        |
| ۱۶۱..... | بررسی کیفیت مش                                    |

|          |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| ۱۶۵..... | گسترش محدوده ی شبیه سازی با MESH EXTRUDER       |
| ۱۶۸..... | اصلاح مش                                        |
| ۱۷۵..... | ❖ فصل ۴: شبیه سازی سیکلون جداساز.....           |
| ۱۷۷..... | طراحی پروفیل سیکلون                             |
| ۱۸۳..... | اضافه کردن قیدها و ابعاد                        |
| ۱۸۷..... | اضافه کردن خط ساختاری                           |
| ۱۸۹..... | ایجاد حجم با دوران پروفیل سیکلون                |
| ۱۹۲..... | ایجاد لوله خروجی                                |
| ۱۹۶..... | ایجاد کانال ورودی                               |
| ۱۹۸..... | ایجاد یک تراستر طراحی                           |
| ۲۰۲..... | مشخص کردن سطوح ورودی و خروجی                    |
| ۲۰۴..... | ایجاد یک پارت هندسی (GEOMETRY PART)             |
| ۲۰۵..... | تخصیص یک پارت (PART) به ناحیه محاسباتی (REGION) |
| ۲۰۵..... | انتخاب مدل های فیزیکی                           |
| ۲۰۷..... | مشخص کردن شرایط مرزی                            |
| ۲۰۸..... | تولید مش حجمی                                   |
| ۲۰۹..... | آماده سازی نمای اسکالر                          |
| ۲۱۰..... | اجرای شبیه سازی                                 |
| ۲۱۱..... | ایجاد یک نمای خط جریان                          |
| ۲۱۳..... | نمایش خطوط جریان (به شکل فیلم)                  |
| ۲۱۴..... | اصلاح هندسه و اجرای دوباره شبیه سازی            |
| ۲۱۸..... | ❖ فصل ۵: مونتاژ پارت های صنعتی.....             |
| ۲۱۹..... | وارد کردن مش سطحی                               |
| ۲۲۰..... | سازماندهی مجدد پارت مونتاژی                     |
| ۲۲۱..... | اصلاح مش سطح                                    |
| ۲۲۴..... | اصلاح سطح پارت                                  |
| ۲۲۷..... | جداسازی و ترکیب سطوح پارت                       |
| ۲۲۹..... | ایجاد یک پارت از سطوح پارت (PART SURFACES)      |
| ۲۳۰..... | ایجاد یک تگ (TAG)                               |
| ۲۳۱..... | اعمال یک تگ به یک پارت (PART)                   |
| ۲۳۲..... | تنظیم متادیتای (METADATA) پارت                  |
| ۲۳۲..... | تنظیم فیلترها                                   |
| ۲۳۴..... | اختصاص دادن پارت به نواحی حل سیال (REGIONS)     |

|     |                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۳۶ | تعریف سطوح پارت به عنوان مرزهای ناحیه حل سیال                                  |
| ۲۳۸ | ایجاد عملیات مش خودکار                                                         |
| ۲۳۹ | تنظیم خصوصیات عمومی مش                                                         |
| ۲۴۰ | ایجاد شکل های حجمی                                                             |
| ۲۴۱ | ایجاد یک کنترل حجمی                                                            |
| ۲۴۳ | تنظیم پوشش حجم مورد توجه (WRAPPER VOLUME OF INTEREST)                          |
| ۲۴۳ | تعیین شرایط جلوگیری از تماس (CONTACT PREVENTION CONDITION)                     |
| ۲۴۵ | تنظیمات EXTRUSIONS                                                             |
| ۲۴۷ | حذف منحنی های FEATURE موجود                                                    |
| ۲۴۷ | مقدار دهی اول در مش (INITIALIZING THE MESH)                                    |
| ۲۴۸ | تولید مش سطح (SURFACE MESH)                                                    |
| ۲۵۰ | تولید مش حجمی                                                                  |
| ۲۵۳ | ❖ فصل ۶: ابزار پوشش سطح (SURFACE WRAPPER)                                      |
| ۲۵۵ | وارد کردن مش سطحی                                                              |
| ۲۵۶ | شناسایی مرزهای مهم                                                             |
| ۲۵۷ | فعالسازی مدل WRAPPER                                                           |
| ۲۵۷ | تنظیمات مقادیر ورودی اصلی                                                      |
| ۲۵۹ | بستن هندسه (CAPPING THE GEOMETRY)                                              |
| ۲۶۴ | کاربرد LEAK DETECTOR                                                           |
| ۲۶۵ | تولید یک BASIC WRAP                                                            |
| ۲۶۸ | بهبود FIDELITY و CURVATURE در بدنه ی مانیفولد                                  |
| ۲۶۹ | بهبود کیفیت سطوح در پارت سنسور                                                 |
| ۲۷۲ | بهبود کیفیت سطوح در کانال ها                                                   |
| ۲۷۴ | بهبود کیفیت سطوح در فلنج                                                       |
| ۲۷۶ | بهبود کیفیت سطوح در دریچه                                                      |
| ۲۷۸ | بهبود کیفیت سطوح در بافل                                                       |
| ۲۷۹ | ایجاد یک TRUE BAFFLE                                                           |
| ۲۸۴ | استفاده از ابزار THE OFFSET FACES/EDGES برای انجام دستی تنظیمات INFLATE بافلها |
| ۲۸۹ | ❖ فصل ۷: ابزارهای اصلاح سطح (SURFACE REPAIR)                                   |
| ۲۹۱ | ذخیره ی نما (SCENE)                                                            |
| ۲۹۲ | استفاده از ابزارهای اصلاح سطح (SURFACE REPAIR)                                 |
| ۲۹۳ | حل مشکل FACE PROXIMITY: حذف المان های تکراری                                   |
| ۲۹۵ | حذف لبه های آزاد (FREE EDGES): حجم دادن به سطوح لاغر                           |

|          |                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------|
| ۲۹۷..... | حذف لبه های آزاد: پر کردن حفره (HOLE)                     |
| ۲۹۹..... | اصلاح کردن FEATURES                                       |
| ۳۰۰..... | بسته شدن شکاف                                             |
| ۳۰۶..... | عملیات بولی                                               |
| ۳۰۹..... | ادغام کردن (MERGING) و IMPRINT پارت های مجاور             |
| ۳۱۲..... | مش زنی مجدد سطح                                           |
| ۳۱۴..... | بررسی کیفیت مش سطحی در حالت اصلاح دستی                    |
| ۳۱۷..... | ❖ فصل ۸: مش زنی PART-BASED در آیرودینامیک خارجی           |
| ۳۱۸..... | وارد کردن مش سطح                                          |
| ۳۱۹..... | ذخیره                                                     |
| ۳۱۹..... | آماده سازی سطح ورودی                                      |
| ۳۲۱..... | پر کردن شکاف (FILL) روی سطح خودرو                         |
| ۳۲۲..... | ایجاد یک مونتاژ ترکیبی (CREATING A COMPOSITE ASSEMBLY)    |
| ۳۲۲..... | ایجاد یک سطح پوشش داده شده (WRAPPED SURFACE)              |
| ۳۲۳..... | اصلاح مش روی منحنی های پارت                               |
| ۳۲۴..... | جلوگیری از تماس بین سطوح نزدیک                            |
| ۳۲۵..... | اجرای عملیات SURFACE WRAPPER                              |
| ۳۲۶..... | ایجاد محدوده سیال                                         |
| ۳۲۷..... | اختصاص محدوده سیال به یک ناحیه محاسباتی (REGION)          |
| ۳۲۷..... | تنظیمات نوع مرزها (BOUNDARY)                              |
| ۳۲۸..... | تولید مش حجمی                                             |
| ۳۲۹..... | اصلاح سطوح مونتاژ شده در خودرو                            |
| ۳۳۰..... | تولید و نمایش مش حجمی                                     |
| ۳۳۱..... | جایگزینی بال (WING)                                       |
| ۳۳۵..... | ❖ فصل ۹: عملیات مش (MESH OPERATION) بر روی قطعه شیر کنترل |
| ۳۳۶..... | استفاده از مش زنی چند وجهی                                |
| ۳۳۷..... | تغییر وضعیت شیر و تعریف حجم مایع                          |
| ۳۳۸..... | تعریف پیکره شبیه سازی (SIMULATION TOPOLOGY)               |
| ۳۳۹..... | تولید مش سطح                                              |
| ۳۴۰..... | ایجاد یک اصلاح کننده مش (MESH REFINEMENT)                 |
| ۳۴۲..... | تولید مش حجم                                              |
| ۳۴۳..... | بررسی آماری مش با نمودار هیستوگرام (HISTOGRAM PLOTS)      |
| ۳۴۷..... | استفاده از مش زنی شش وجهی (مکعبی)                         |

|                                                                      |                                           |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ۳۴۸.....                                                             | بررسی آماری مش مکعبی (TRIMMED CELL)       |
| ❖ فصل ۱۰: مش زنی مستقیم (DIRECTED MESHING) در ماشین الکتریکی ... ۳۵۰ |                                           |
| ۳۵۲.....                                                             | بررسی مناسب بودن مش زنی هدایت شونده       |
| ۳۵۳.....                                                             | تخصیص پارت ها به نواحی محاسباتی (REGIONS) |
| ۳۵۳.....                                                             | استفاده از PATCH MESHING                  |
| ۳۵۵.....                                                             | ایجاد یک PATCH TOPOLOGY                   |
| ۳۵۹.....                                                             | ایجاد یک PATCH MESH                       |
| ۳۶۰.....                                                             | تولید یک مش حجمی (VOLUME MESH)            |
| ۳۶۱.....                                                             | استفاده از مش های وجود                    |
| ❖ مراجع . ۳۶۴.....                                                   |                                           |

# خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد. هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی

حمد را سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی، فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و نرم‌اتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌ی علوم و توسعه روز افزون، 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 دسترسی 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 کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندسان مهدی بادگانی-سیده سمیراکیا-شاهین تیمورپور-حمیدرضا جهانگیری" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس [dibagaran.mft.info](mailto: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