

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیارگران تهران

(راهنمای جامع)

ANSYS FLUENT

(مقدمائی)

مؤلفان

دکتر امیر توحیدی

مهندس هادی غفاری قهرودی

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.

راهنمای جامع ANSYS FLUENT (مقدماتی)

مؤلفان: دکتر امیر توحیدی - مهندس هادی غفاری قهرودی

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: ادیبان ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: آبان ماه ۱۳۹۲

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت با CD همراه: ۲۳۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۴-۶

ISBN: 978-600-124-294-6

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۶-۰

ISBN: 978-600-124-296-0 (VOL.SET)

برشنامه: توحیدی، امیر، ۱۳۶۱-
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای جامع ANSYS FLUENT (مقدماتی)
مؤلفان: امیر توحیدی، هادی غفاری قهرودی.
مشخصات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری: ج. ۲، تصویر + یک لوح فشرده.
شابک: 978-600-124-294-6
شابک دوره: 978-600-124-296-0
وضعیت فهرست نویسی: فیا
مندرجات: ج. ۱، مقدماتی ج. ۲، پیوسته.
موضوع: نرم افزار انسیس
موضوع: نرم افزار فلوئنت
موضوع: سیالات -- دینامیک
موضوع: مهندسی -- داده پردازی
شماره افزوده: غفاری قهرودی، هادی، ۱۳۶۰-
رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ت ۹۸۵/الف ۸۵/ت ۸۴۴۵/۵
رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی: ۳۲۸۱۸۹۴

نشانی دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه روی خ علامه، پلاک ۴۹

صندوق پستی: ۱۴۳۳۵/۹۴۳

وب سایت: dibagan.mft.info

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب، خ کارگر جنوبی، قبل از چهارراه لبافی نژاد، پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۱۲

کد پستی: ۱۳۱۴۹۸۳۱۸۵

فروش اینترنتی: www.mftshop.com

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com

فهرست مطالب

۷.....	مقدمه ناشر.....
۸.....	مقدمه مؤلفان.....

فصل اول: معرفی CFD

۱۱.....	۱-۱ دینامیک سیالات محاسباتی.....
۱۳.....	۱-۲ نمای کلی حل مسائل با CFD.....

فصل دوم: اصول حلگر

۳۱.....	۲-۱ شروع ANSYS FLUENT در محیط Workbench.....
۳۲.....	۲-۲ اجرای ANSYS FLUENT روی سیستم ویندوز.....
۳۳.....	۲-۳ پردازش موازی.....
۳۳.....	۲-۴ محیط گرافیکی ANSYS FLUENT.....
۳۶.....	۲-۵ کاربری ماوس.....
۳۶.....	۲-۶ وارد کردن مش.....
۳۸.....	۲-۷ تبدیل مش Polyhedral.....
۳۰.....	۲-۸ کیفیت مش بندی.....
۳۱.....	۲-۹ بازخوانی و اصلاح مش.....
۳۲.....	۲-۱۰ خواص مواد.....
۳۶.....	۲-۱۱ شرایط عملکردی.....
۳۶.....	۲-۱۲ پروفایل ها و داده های حل.....
۳۸.....	۲-۱۳ جریان های پرئودیک.....
۳۹.....	۲-۱۴ جریان های گردابی و چرخشی.....
۴۰.....	۲-۱۵ جریان های تراکم پذیر.....
۴۲.....	۲-۱۶ جریان های غیر لزج.....

فصل سوم: نواحی سلول و شرایط مرزی

۴۳.....	۳-۱ تعیین نواحی سلولی و شرایط مرزی.....
۴۶.....	۳-۲ شرایط مرزی.....

۶۱	شرایط مرزی حرارتی
۶۳	Symmetry & Axis شرط مرزی
۶۵	Internal Faces شرط مرزی
۶۵	Pressure Far - Field شرط مرزی
۶۷	Exhaust Fan و Outlet Vent شرط مرزی
۶۸	Outflow شرط مرزی

فصل چهارم: تنظیمات حلگر

۶۹	۴-۱ حلگرهای ANSYS FLUENT
۷۰	۴-۲ انتخاب حلگر
۷۱	۴-۳ روش‌های درونیابی
۷۳	۴-۴ گرادیان‌ها
۷۴	۴-۵ روش‌های درونیابی برای فشار
۷۴	۴-۶ کوپلینگ فشار- سرعت
۷۸	۴-۷ مقداردهی اولیه
۸۰	۴-۸ شروع از یک مسأله حل شده
۸۲	۴-۹ چک کردن مسأله
۸۲	۴-۱۰ مانیتورهای همگرایی - باقیمانده‌ها
۹۰	۴-۱۱ دقت حل
۹۱	۴-۱۲ استقلال از مش
۹۲	۴-۱۳ سازگاری مش

فصل پنجم: مدل‌سازی توربولانس

۹۵	۵-۱ جریان توربولانس
۹۸	۵-۲ شدت توربولانس
۹۹	۵-۳ سرعت مقیاس توربولانس
۹۹	۵-۴ طول مقیاس توربولانس
۹۹	۵-۵ زمان مقیاس توربولانس
۹۹	۵-۶ عدد رینولدز توربولانس
۱۰۰	۵-۷ توربولانس هموژن
۱۰۰	۵-۸ روش‌های مدل‌سازی توربولانس

۵-۹	مدل‌های توربولانس موجود در ANSYS FLUENT	۱۰۴
۵-۱۰	توربولانس نزدیک دیوار	۱۱۳
۵-۱۱	شرایط مرزی ورودی	۱۱۶
۵-۱۲	شبیه‌سازی گردابه بزرگ (LES)	۱۲۰
۵-۱۳	مدل توربولانس v^2f	۱۲۱

فصل ششم: مدل‌سازی انتقال حرارت

۶-۱	معادله انرژی	۱۲۴
۶-۲	شرایط مرزی دیوار	۱۲۶
۶-۳	انتقال حرارت همزمان هدایت-جابجایی	۱۲۶
۶-۴	مدل‌سازی دیواره نازک	۱۲۸
۶-۵	مراحل حل مسایل انتقال حرارت	۱۲۹
۶-۶	جابجایی طبیعی و جریان‌های شناوری	۱۳۰
۶-۷	تشعشع	۱۳۴
۶-۸	شبیه‌سازی کوپل سازه‌ای-حرارتی FSI	۱۴۵

فصل هفتم: توابع تعریف شده توسط کاربر UDF

۷-۱	مقدمه	۱۴۷
۷-۲	ساختار داده‌های UDF در ANSYS FLUENT	۱۴۸
۷-۳	ماکروهای حلقه‌ای در UDF	۱۴۹
۷-۴	مقایسه کد خوانده شده با کد ترجمه شده	۱۵۱
۷-۵	ماکروهای DEFINE	۱۵۴

فصل هشتم: مدل‌سازی جریان چندفازی

۸-۱	مقدمه	۱۵۷
۸-۲	مدل‌سازی اغتشاش در جریان‌های چندفازی	۱۵۹
۸-۳	رویکرد اوپلری- لاگرانژی	۱۶۰
۸-۴	تئوری حرکت ذرات	۱۶۰
۸-۵	کوپل یک طرفه و دو طرفه	۱۶۴
۸-۶	مراحل تنظیمات مدل‌های فاز مجزا (Discrete Phase)	۱۶۴
۸-۷	گزینه‌های مدل‌سازی اسپری	۱۶۸

۱۷۵	۸-۸ رویکرد اویلری- اویلری
۱۹۲	۸-۹ اثرات انتقال حرارت

فصل نهم: مش دینامیک

۱۹۵	۹-۱ مقدمه
۱۹۶	۹-۲ مراحل تنظیمات چارچوب مرجع متحرک
۱۹۷	۹-۳ مدل سازی (SRF) Single Reference Frame
۲۰۱	۹-۴ سطوح واسط
۲۰۲	۹-۵ مدل سازی (MRF) Multiple Reference Frame
۲۰۴	۹-۶ مدل (MPM) The Mixing Plane Model
۲۰۶	۹-۷ مدل مش لغزان (SMM) The Sliding Mesh Model
۲۰۸	۹-۸ مدل مش دینامیک

فصل دهم: مدل سازی جریان گذرا

۲۱۱	۱۰-۱ مقدمه
۲۱۴	۱۰-۲ رفتار همگرایی
۲۱۵	۱۰-۳ نکاتی برای موفقیت در مدل سازی جریان گذرا

فصل یازدهم: پروژه

۲۱۷	۱۱-۱ جریان سیال و انتقال حرارت در یک سه راهی اختلاطی
۲۴۳	۱۱-۲ جریان ترانسونیک روی یک ایرفویل NACA 0012
۲۸۳	۱۱-۳ مدل سازی تهویه پارکینگ خودرو
۳۲۴	۱۱-۴ خنک کاری قطعه الکترونیکی با جابه جایی طبیعی و تشعشع
۳۴۹	۱۱-۵ شبیه سازی توربین بادی محور قائم
۳۷۳	۱۱-۶ شبیه سازی گاز و قطرات مایع به درون راکتور با استفاده از مدل (DPM)
۳۹۴	۱۱-۷ فلاش تانک
۴۱۴	۱۱-۸ ایجاد گردابه حول یک استوانه

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی-دییباگران تهران در عرضه کتاب ملی است که بتواند

خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، 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 دستیابی 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 پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "آقایان دکتر امیر توحیدی و مهندس هادی غفاری قهرودی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: مهسا کوراوی

ویراستار: پریسا اخگری

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش و راضیه گودرزی

طراح جلد: مینا دیده‌بان

ناظر چاپ: کریم براغ

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس 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

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

مقدمه مؤلفان

دینامیک سیالات محاسباتی یکی از شاخه‌های مهندسی مکانیک است که در زمینه مباحث مربوط به تجزیه، تحلیل و طراحی سیستم‌هایی در مهندسی مکانیک و دیگر رشته‌ها تحول ایجاد نموده است. امروزه با پیشرفت کامپیوتر امکان حل معادلات پیچیده و غیرخطی حاکم بر رفتار و جریان سیالات مختلف در شرایط گوناگون با دانش دینامیک سیالات محاسباتی و کامپیوتر امکان‌پذیر شده است.

با توجه به وجود هندسه‌ها و معادلات پیچیده و غیرخطی حاکم بر رفتار و جریان سیال وجود نرم‌افزارهای مبتنی بر دینامیک سیالات محاسباتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. نرم‌افزارهای مختلفی در این زمینه طراحی و تولید شده است. یکی از این نرم‌افزارها FLUENT می‌باشد که در سالیان اخیر کمپانی ANSYS این نرم‌افزار را خریداری نموده و در زیر شاخه نرم‌افزار ANSYS نصب می‌شود.

کمپانی ANSYS چندین سال است که روی قابلیت‌های Workbench تمرکز کرده و به شدت از این پلتفرم حمایت می‌کند و قصد دارد یک محصول جامع ارائه دهد که تمامی مراحل پروژه از نقطه صفر طراحی تا مشاهده نتایج، در آن قابل دسترسی باشد. در Workbench تحلیل‌های پیچیده فیزیکی با فرایند کشیدن و رها کردن ساده‌سازی شده است. همچنین دارای مکانیزمی برای به روز کردن مراحل مختلف پروژه، مدیریت پارامترها و ابزارهای بهینه‌سازی می‌باشد.

در این کتاب سعی شده تا در فصول ابتدایی، مقدماتی در خصوص دینامیک سیالات با دید مراحل مختلف نرم‌افزار ANSYS FLUENT ارائه گردد. استفاده بهینه و نتایج دقیق و درست از هر نرم‌افزاری، وابسته به تنظیمات مسأله می‌باشد و بدون آگاهی از علوم و معادلات حاکم بر این موضوع امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین در فصول اول تا ششم به ترتیب به مباحث دینامیک سیالات محاسباتی، اصول حلگر، نواحی و شرایط مرزی، تنظیمات حلگر، مدل‌سازی توربولانس و مدل‌سازی انتقال حرارت پرداخته شده است. فصل هفتم توضیح مختصری در خصوص توابع تعریف شده توسط کاربر UDF داده شده است. با توجه به وجود کتب متعدد در این زمینه سعی شد تا عیوب آن‌ها در این کتاب پوشش داده شود. بنابراین از حل مسائل و مدل‌سازی‌های ساده پرهیز شده و سعی کردیم مباحث پیشرفته و مورد نیاز جامعه دانشگاهی در رشته‌های مختلف پوشش داده شود. بنابراین در فصول ۸ تا ۱۰ سه مدل‌سازی جریان چند فاز، مش متحرک و تغییر شکل‌دهنده و جریان گذرا ارائه شده است. در انتها سعی شده متناسب با فصول دهگانه کتاب مسائل و پروژه‌های متعدد با استفاده از قابلیت ANSYS Workbench ابتدا تا انتها حل شود. علاوه بر این، قابلیت‌های نرم‌افزار CFD-Post به عنوان یک نرم‌افزار پس پردازش آورده شده است.

این کتاب در دو جلد مقدماتی و پیشرفته تألیف شده است. در جلد اول مطالب تئوری و تنظیمات نرم‌افزار به صورت جامع توضیح داده شده است. در جلد دوم کتاب سعی شده است بر اساس تمرین‌های متعدد و کاربردی به مباحث مدل‌سازی، مش‌بندی، تحلیل پارامتری در ANSYS Workbench و

مباحث پیشرفته در جریان و انتقال حرارت سیالات پرداخته شود. برای آموزش کامل مدل سازی و مش بندی می توانید به کتاب "راهنمای ANSYS Workbench" تألیف امیر توحیدی رجوع کنید.

بسیاری از تمرین های این کتاب و تمرین های بسیار دیگری در زمینه های مدل سازی، مش بندی، تحلیل های سازه ای و تحلیل های سیالاتی (ANSYS Fluent) در محیط ANSYS Workbench به صورت آموزش ویدیویی همراه با توضیحات کامل توسط امیر توحیدی در سایت خانه ANSYS به نشانی اینترنتی www.ansysstraining.net در دسترس قرار گرفته است. CD همراه کتاب شامل فایل تمرین های انجام داده در این کتاب و دموی فیلم های آموزشی موجود در سایت خانه ANSYS است.

در انتها جا دارد از سرکار خانم قزلباش مسئول واحد تألیف، سرکار خانم گودرزی کارشناس تألیف و مدیریت محترم انتشارات دیباگران تهران جناب آقای مهندس نوابخش کمال تشکر را بنماییم. این کتاب حاصل سال ها تجربه و کار تحقیقاتی توسط مؤلفان با این نرم افزار می باشد و سعی شده قدم کوچکی در راه آموزش و اعتلای علمی و دانشگاهی ایران اسلامی برداشته شود. ولی همان طور که هیچ اثری خالی از عیب و نقص نیست لذا کلیه انتقادات و پیشنهادات خود را برای افزایش کیفیت بیشتر کتاب به آدرس CFD_ANSYSFLUENT@yahoo.com ارسال نمایید.

امیر توحیدی
هادی غفاری قهرودی