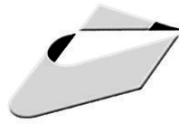


به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباقران تهران

راهنمای جامع

ANSYS FLUENT

(مقدماتی)

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 می‌گیرند.

راهنمای جامع ANSYS FLUENT (مقدماتی)

مؤلفان: دکتر امیر توحیدی - مهندس هادی غفاری قهرودی

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه‌آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: درج عقیق

نوبت چاپ: دوازدهم

تاریخ نشر: ۱۳۹۸

تیراژ: ۶۰ نسخه

قیمت با CD همراه: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۴-۶

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۴-۶

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۶-۰

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۶-۰ (VOL.SET)

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱ تلفن: ۰۴۶-۶۴۱۰۰۴۶-۲۲۰۸۵۱۱۱

فروشگاههای اینترنتی:

www.dibagaran-tehran.com

www.mftbook.ir

www.mftdibagaran.ir

نشانی تلگرام: @mftbook

نشانی اینستاگرام: Dibagaran_publishing

سرشناسه: 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: ج۲: مصور + یک لوح فشرده.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۴-۶
شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۲۹۶-۰
وضعیتهای فهرست نویسی: فیبا
مندرجات: ج. ۱. مقدماتی. ج. ۲. پیشرفته.
موضوع: نرم‌افزار انسیس
موضوع: نرم‌افزار فلونت
موضوع: سیالات -- دینامیک
موضوع: مهندسی -- داده‌پردازی
شناسه افزوده: غفاری قهرودی، هادی، ۱۳۶۰-
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۲ ت ۸ الف ۵ / TA۳۴۵
رده‌بندی دیویی: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی: ۳۲۸۱۸۹۴

فهرست مطالب

۷..... مقدمه ناشر

۸..... مقدمه مؤلفان

فصل اول: معرفی CFD

۱-۱ دینامیک سیالات محاسباتی ۱۲

۱-۲ نمای کلی حل مسائل با CFD ۱۳

فصل دوم: اصول حلگر

۲-۱ شروع ANSYS FLUENT در محیط Workbench ۲۱

۲-۲ اجرای ANSYS FLUENT روی سیستم ویندوز ۲۲

۲-۳ پردازش موازی ۲۳

۲-۴ محیط گرافیکی ANSYS FLUENT ۲۳

۲-۵ کاربری ماوس ۲۶

۲-۶ وارد کردن مش ۲۶

۲-۷ تبدیل مش Polyhedral ۲۸

۲-۸ کیفیت مش بندی ۳۰

۲-۹ بازخوانی و اصلاح مش ۳۱

۲-۱۰ خواص مواد ۳۲

۲-۱۱ شرایط عملکردی ۳۶

۲-۱۲ پروفایل ها و داده های حل ۳۶

۲-۱۳ جریان های پرئودیک ۳۸

۲-۱۴ جریان های گردابی و چرخشی ۳۹

۲-۱۵ جریان های تراکم پذیر ۴۰

۲-۱۶ جریان های غیر لزج ۴۲

فصل سوم: نواحی سلول و شرایط مرزی

۳-۱ تعیین نواحی سلولی و شرایط مرزی ۴۳

۳-۲ شرایط مرزی ۴۶

۶۱	.....	شرایط مرزی حرارتی	۳-۳
۶۳	.....	Symmetry & Axis	شرط مرزی ۳-۴
۶۵	.....	Internal Faces	شرط مرزی ۳-۵
۶۵	.....	Pressure Far - Field	شرط مرزی ۳-۶
۶۷	.....	Exhaust Fan و Outlet Vent	شرط مرزی ۳-۷
۶۸	.....	Outflow	شرط مرزی ۳-۸

فصل چهارم: تنظیمات حلگر

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

فصل پنجم: مدل‌سازی توربولانس

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

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

فصل ششم: مدل‌سازی انتقال حرارت

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

فصل هفتم: توابع تعریف شده توسط کاربر UDF

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

فصل هشتم: مدل‌سازی جریان چندفازی

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

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

فصل نهم: مش متحرک / تغییر شکل دهنده

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 جریان چندگانه (Multi Species)
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
۴۱۳	..... ۱۱-۸ ایجاد گردابه حول یک استوانه

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب هابی است که تواند

خواسته های 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 گام هایی 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 قدیمی ترین و راحت ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع رسانی، بیش از پیش روشن می نماید. 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 تلاش های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه مندان 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 صفحه آرایی کامپیوتری: مهسا کوراولی

ویراستار: پریسا اخگری

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش و راضیه گودرزی

طراح جلد: مینا دیده بان

ناظر چاپ: کریم براغ

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش پژوه گرامی درخواست می نماید 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 می داند، 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 امکان پذیر 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 دسترس 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 امکان پذیر 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 از 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 مدل‌سازی و مش‌بندی می‌توانید به کتاب "راهنمای ANSYS Workbench" تألیف امیر توحیدی رجوع کنید. بسیاری از تمرین‌های این کتاب و تمرین‌های بسیار دیگری در زمینه‌های مدل‌سازی، مش‌بندی، تحلیل‌های سازه‌ای و تحلیل‌های 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.ansystraining.net در دسترس قرار گرفته است. CD همراه کتاب شامل فایل تمرین‌های انجام شده در این کتاب و دموی فیلم‌های 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 سال‌ها تجربه و کار تحقیقاتی توسط مؤلفان با این نرم‌افزار می‌باشد و سعی شده قدم کوچکی در راه آموزش و اعتلای علمی و دانشگاهی ایران اسلامی برداشته شود. ولی همان‌طور 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