

۱۳۸۲

۹۴, ۹, ۱۵



دینامیک سیالات محاسباتی کاربردی با

ANSYS Fluent

مهندس یار

مؤلف

مهدی حیدرزاده

شرکت مهندسی سینوس ۹۰ درجه

تحت نظارت و سرپرستی: مهندس یاسر جعفری جوزانی



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication



نشر دانشگاهی کیان
KIAN PUBLICATION

حیدرزاده، مهدی.
دینامیک سیالات محاسباتی کاربردی با ANSYS Fluent / مهندس یار /
مؤلف مهدی حیدرزاده.
تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۴.
۲۹۶ ص: مصور، نمودار.
۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۰۹۹-۸
فیبا.

لوم افزار فلونت.
سیالات - دینامیک - راهنمای آموزشی (عالی).
سیالات - دینامیک - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی).
۱۳۹۴ ۹۵۹ ح-۱۱/۱۱.QA
۵۳۲/۰۵۰۰۷۶
۳۹۳۳۲۷۱

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک

وضعیت فهرست نویسی
موضوع

موضوع

موضوع

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناختی

نام کتاب: دینامیک سیالات محاسباتی کاربردی / ANSYS Fluent

ناشر: دانشگاهی کیان

مؤلف: مهدی حیدرزاده - شرکت مهندسی سینوس ۹۰ درجه

طراح جلد: شبیلان هوشیاری

ناظر فنی: پیمان عمرانی

چاپ اول: ۱۳۹۴

تیراژ: ۱۰۰۰

چاپ: ستاره سبز

صفحات: نمونه

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان (به همراه دو عدد DVD)

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۰۹۹-۸

ISBN: 978-600-307-099-8

مرکز بخش:

تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، کوچه ی نوروز، پلاک ۲۷، طبقه ی اول

۶۶۴۱۷۱۷۵ - ۶۶۴۰۶۸۳۴ - ۶۶۴۱۶۴۴۶

خرید آنلاین از طریق وبسایت www.kianpub.com

SMS: ۳۰۰۰۲۲۱۴۴۱

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تمام یا قسمتی از این اثر به صورت
هر چه باشد، چاپ مجدد، چاپ افست، فتوکپی
و این دیگر، چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

سخنی با خوانندگان

بیشتر قرن ۲۱ بی‌وقفه و به سرعت در تکاپوی توسعه‌ی همه‌جانبه‌ی مرزهای دانش در تمامی حوزه‌هاست و در این مسیر از تلاش باز نمی‌ایستد؛ چرا که اثرگذارترین ابزار برتری‌جویی در فضای رقابتی امروز را دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، علوم نوین و گسترش صنایع پیشرفته، کارآمد و منحصربه‌فرد یافته است. براساس چنین نگرشی است که رشد سریع علوم و فنون کاربردی در گستره‌ی عظیمی از زمینه‌های تحقیقاتی در دستورکار بازی‌گردانان نظام جهانی قرار گرفته است.

در شرایط ویژه و پیچیده‌ای که کشور ما با آن روبه‌روست، گام برداشتن در مسیر پیشرفت و رشد و توسعه‌ی داخلی و نیز کسب جایگاه درخور و تاثیرگذار در عرصه‌ی بین‌المللی منوط به اصلاح دید کلان نسبت به توسعه‌ی علمی و پژوهشی با هدف ارتقای شاخص‌های پیشرفت و توسعه‌ی کشور است و این جز با حمایت ویژه و مستمر از بخش‌های دانشگاهی و پژوهشی امکان‌پذیر نخواهد بود.

انتشارات دانشگاهی کیان به عنوان یکی از بسترهای مستعد تحقق بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته (High Technology) قصد دارد با استفاده از همت بلند متخصصان صنعتی و دانشگاهی کشور و با استفاده از تجارب خود در زمینه چاپ و نشر بیش از سیصد عنوان کتاب‌های فنی و مهندسی، بخشی هرچند کوچک از این وظیفه‌ی خطیر را به انجام رساند.

مجموعه کتاب‌های مهندسیار، با هدف دسترسی دانشجویان، اساتید، پژوهشگران و علاقمندان به دانش فنی و تخصص روز دنیا در حوزه‌ی فنی و مهندسی با نگاه ویژه‌ای تدوین شده است. در این آثار سعی شده است تا تجارب و دستاوردهای علمی و پژوهشی مولان به نام و فرهیخته‌ی کشور، به شیوه‌ای آموزشی و استاندارد و بالاترین کیفیت فنی و محتوایی در سطح زبان علاقمند انتقال یابد. این مجموعه، گستره‌ی وسیعی از علوم فنی و مهندسی را دربر می‌گیرد و دانش‌پژنان آن است تا در آینده‌ی نزدیک در سایه‌ی الطاف الهی و با تکیه بر دانش و تخصص بومی، عناوین کتابی از کتاب‌های کاربردی و ارزشمند در این مجموعه پوشش داده شود.

انتشارات دانشگاهی کیان در این مسیر دست یکایک اساتید و پژوهشگران حوزه‌ی فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و از پیشنهادهای ارزنده‌ی تالیف و ترجمه در این چارچوب استقبال می‌کند و از مخاطبان این مجموعه خواهشمند است نقدها و نظرهای سازنده‌ی خود را از طریق پل‌های ارتباطی موجود در جهت ارتقای محتوایی و کیفی آثار مطرح نمایند.

نشر دانشگاهی کیان

www.kianpub.com

info@kianpub.com

مقدمه مولف

امروزه در عرصه‌ی مهندسی و صنعت، رایانه و محاسبات مهندسی، نقش به‌سزایی را ایفا می‌کند. انجام دقیق این محاسبات، مهندسان و پژوهشگران را از انجام آزمایش‌های پرهزینه و با درصد خطای بالا بی‌نیاز می‌کند. در این بین، نرم‌افزارهای شبیه‌سازی فرایندهای فیزیکی نظیر ANSYS، Abaqus، COMSOL و ... به کمک محققان آمده‌اند که بسیاری از مسائل مهندسی را با کیفیت بالا مورد بررسی قرار می‌دهند.

اهمیت این نرم‌افزارها در رسیدن به پاسخ درست در زمان کم، با دقت بالا و صرف هزینه‌ی کمتر در یافتن پاسخ مسایل گوناگون فیزیکی است. این نرم‌افزارها با به‌کارگیری از روش‌های مختلف عددی، معیر المان محدود (Finite Element)، حجم محدود (Finite Volume) و تفاضل محدود (Finite Difference) به حل معادلات دیفرانسیل و انتگرالی می‌پردازند.

نرم‌افزار ANSYS-Fluent یک نرم‌افزار شبیه‌سازی عددی جریان سیال و انتقال حرارت در هندسه‌های پیچیده است. Fluent به زبان برنامه‌نویسی C نوشته شده است و به همین دلیل امکان استفاده حداکثری از توان و قابلیت‌های سیستم‌های قدرتمند را برخوردار است.

رفع نیاز مخاطبان در زمینه‌ی حل مسایل جریان و انتقال حرارت، انگیزه‌ی اصلی نگارش این اثر بوده است. این کتاب در بیست فصل در سطوح مختلف و با حل مسائل گسترده و کاربردی تالیف شده است. فصل‌های ابتدایی کتاب به معرفی کاربر و آشنایی با معادلات جریان (CFD) اختصاص داده شده که تفاوت اصلی این کتاب با سایر کتاب‌های موجود در همین زمینه است. کتاب پیش رو با در نظر گرفتن نیاز مخاطب (دانشجویان و مهندسان مکانیک، هوافضا و شیمی) تدوین شده و شامل تجربه‌ی آموزشی مولف است.

باعث مسرت است که هرگونه انتقاد، پیشنهاد و ارتباط با مخاطب عزیز در راستای بهبود کتاب از طریق پست الکترونیکی mehhey59@gmail.com انجام گیرد.

در پایان از مهندس عمرانی و مهندس جعفری برای همراهی صمیمانه‌شان در نگارش این اثر بسیار سپاسگزاری می‌گردد.

امید است مخاطب از مطالعه‌ی کتاب رضایت خاطر داشته باشد که هدف مولف از نگارش چیزی جز آن نبوده است.

مهدی حیدرزاده

گسترش دانش در شاخه‌های مختلف جزو اولین اهداف کلان هر مجموعه دانش بنیان است که تحقق آن می‌تواند سهم به‌سزایی در پیشرفت و اعتلای هر کشور ایفا نماید. طی سال‌های گذشته در کشور عزیزمان ایران، سرعت پیشرفت علوم در شاخه‌های مختلف و به ویژه در رشته‌های فنی و مهندسی بسیار چشمگیر و مورد توجه بوده است. شاید به جرات بتوان گفت یکی از دلایل این موفقیت‌ها، تجلی روح خودبهری در میان جامعه علمی کشور است که به دلیل برقراری تحریم‌های مختلف از سوی کشورهای خارجی است.

جریان اقتصادی و سیاسی حاکم بر جهان به سمت و سویی است که به هیچ عنوان حاضر به پذیرش پیشرفت علمی و اقتصادی کشورهای مستقل نمی‌باشد. در این بین با عنایت خداوند متعال و همت جامعه علمی کشور عزیزمان ایران، شاهد پیشرفت‌های خیره‌کننده‌ای در شاخه‌های مختلف صنعتی از جمله:

◀ فناوری صلح آمیز هسته‌ای؛

◀ هوا و فضا؛

◀ نفت، گاز و پتروشیمی؛

◀ داروسازی؛

◀ ارتباطات؛

و سایر موارد هستیم.

شرکت مهندسی سینوس ۹۰ درجه با در اختیار داشتن مهندسان نخبه و باتجربه در دیارتمان‌های مختلف مهندسی، طی سال‌های گذشته سهمی هرچند کم‌بهره در پیشرفت و اعتلای این مرزوبوم ایفا نموده است. این شرکت تا به حال پروژه‌های صنعتی بزرگ را در حوزه‌های متعدد صنعتی و تحقیقاتی با موفقیت به انجام رسانده است. بدنه اصلی شرکت شامل معاونت فنی مهندسی در ۱۲ دیارتمان به شرح ذیل است:

- | | |
|--|----------------------------|
| ۱. دیارتمان مهندسی برق | ۲. دیارتمان مهندسی مکانیک |
| ۳. دیارتمان مهندسی عمران | ۴. دیارتمان مهندسی شیمی |
| ۵. دیارتمان مهندسی صنایع | ۶. دیارتمان مهندسی هوافضا |
| ۷. دیارتمان مهندسی کامپیوتر | ۸. دیارتمان مهندسی راه آهن |
| ۹. دیارتمان مهندسی نفت، گاز و پتروشیمی | ۱۰. دیارتمان مهندسی معماری |
| ۱۱. دیارتمان مهندسی خودرو | ۱۲. دیارتمان مهندسی معدن |

هر دپارتمان شامل چندین زیر گروه تخصصی است. برای آشنایی بیشتر و مشاهده پروژه‌های انجام شده در دپارتمان‌های مختلف می‌توانید به وب‌سایت رسمی شرکت مهندسی سینوس ۹۰ درجه به آدرس www.Sin90.ir مراجعه نمایید.

کتاب حاضر تحت عنوان «دینامیک سیالات محاسباتی کاربردی با ANSYS Fluent» توسط دپارتمان مهندسی مکانیک، گروه تبدیل انرژی و طراحی کاربردی تهیه شده است. با توجه به اهمیت و کارایی نرم‌افزار ANSYS FLUENT در مدل‌سازی‌ها و آنالیزهای پیشرفته و همچنین کمبود منابع علمی مفید به زبان فارسی در این حیطه، واحد تحقیق و توسعه دپارتمان مهندسی مکانیک با برنامه‌ریزی مدون تصمیم به انتشار این کتاب نمود. این کتاب حاصل تجربیات و سوابق تحقیقاتی و اجرایی جناب آقای مهندس حیدرزاده می‌باشد. هدایت و نظارت این کتاب توسط معاونت فنی و مهندسی شرکت، جناب آقای مهندس یاسر جعفری جוזانی صورت گرفته است.

در پایان از همکاران خوب سرکار خانم شبنم حضرتی و مریم کیا که زحمات زیادی در آماده‌سازی این کتاب بر عهده داشتند؛ تشکر می‌گردد. همچنین از همکاری صمیمانه نشر دانشگاهی کیان، جناب آقایان علیرضا تاملی و پیمان عمرانی که در طول مدت زمان آماده‌سازی کتاب، در کنار تیم تدوین و آماده‌سازی حساب برداشتند کمال تشکر و قدردانی صورت می‌پذیرد.

با تشکر

واحد تحقیق و توسعه

شرکت مهندسی سینوس ۹۰ درجه

فهرست مطالب

فصل صفر: معرفی نرم افزار ANSYS

- ۱-۰. چرا ANSYS؟ ۱۴
- ۲-۰. معرفی نرم افزار ANSYS-Fluent ۱۶
- ۳-۰. ANSYS Workbench ۱۹
- ۴-۰. نصب نرم افزار ANSYS 15 نسخه ی 64bit ۲۱

فصل اول: مقدمه ای بر CFD

- ۱-۱. دینامیک سیالات چیست؟ ۳۱
- ۲-۱. CFD وسیله ای برای تحقیق ۳۲
- ۳-۱. مفهوم حجم کنترل محدود ۴۰
- ۴-۱. مشتق مادی (شدت تغییراتی نسبت به زمان) ۴۲
- ۵-۱. دیورژانس سرعت و مفهوم فیزیکی آن ۴۴
- ۶-۱. مدل حجم کنترل محدود ثابت شده در فضا ۴۵
- ۷-۱. مدل حجم کنترل محدود و متحرک با سیال ۴۶

فصل دوم: مقدمه ای بر آشفتگی جریان

- ۱-۲. آشفتگی چیست؟ ۵۸
- ۲-۲. اثر آشفتگی روی معادلات میانگین زمانی ناویر-استوکز ۵۹
- ۳-۲. معادلات رینولدز ۵۹
- ۴-۲. معادلات حرکت در جریان های آشفته ۶۰
- ۵-۲. معادله ی پیوستگی برای جریان آشفته ۶۰
- ۶-۲. معادله ی ممنتوم برای جریان آشفته ۶۱
- ۷-۲. تنش برشی در جریان های آشفته ۶۲
- ۸-۲. مدل سازی جریان های آشفته و مدل های آشفتگی ۶۳
- ۹-۲. انواع مدل های آشفتگی ۶۳
- ۱۰-۲. مدل های صفر معادله ای (مدل های طول اختلافی) ۶۴

- ۱۱-۲. معادله‌ی حاکم بر انرژی جنبشی جریان متوسط k ۶۶
- ۱۲-۲. ارزیابی عملکرد مدل ۶۹
- ۱۳-۲. مدل‌های معادله‌ی تنش رینولدز ۷۰

فصل سوم: بررسی جریان و انتقال حرارت در مدل زانویی

- بررسی جریان و انتقال حرارت در مدل زانویی ۷۳

فصل چهارم: مدل‌سازی سه‌بعدی حرارت لامپ

- مدل‌سازی سه‌بعدی حرارت لامپ ۹۳

فصل پنجم: شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان سیال و انتقال حرارت در میکسر T شکل

- شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان سیال و انتقال حرارت در میکسر T شکل ۱۰۹

فصل ششم: مدل‌سازی جریان فشرده‌ی سیال روی ایرفویل

- مدل‌سازی جریان فشرده‌ی سیال روی ایرفویل ۱۱۹

فصل هفتم: مدل‌سازی جریان فشرده‌ی مبرد Nozzle

- مدل‌سازی جریان فشرده‌ی مبرد در Nozzle ۱۲۷

فصل هشتم: محاسبات دینامیک سیال در یک دمنده‌ی چرخان گریز از مرکز با رویکرد دوبعدی

- محاسبات دینامیک سیال در یک دمنده‌ی چرخان گریز از مرکز با رویکرد دوبعدی ۱۴۳

فصل نهم: مدل‌سازی سه‌بعدی پاشش تبخیری مایع

- مدل‌سازی سه‌بعدی پاشش تبخیری مایع ۱۵۵

فصل دهم: شبیه‌سازی دوبعدی شیر با استفاده از دینامیک مش

- شبیه‌سازی دوبعدی شیر با استفاده از دینامیک مش ۱۷۵

فصل یازدهم: شبیه‌سازی دوبعدی پمپ هیدرولیکی چرخ‌دنده‌ای با استفاده از دینامیک مش

- شبیه‌سازی دوبعدی پمپ هیدرولیکی چرخ‌دنده‌ای با استفاده از دینامیک مش ۱۸۳

فصل دوازدهم: بررسی عملکرد و شبیه‌سازی سه‌بعدی شیر اریب دهانه‌ی موتور احتراق سوخت داخلی با استفاده از رویکرد هیبرید

بررسی عملکرد و شبیه‌سازی سه‌بعدی شیر اریب دهانه‌ی موتور ... ۱۹۳

فصل سیزدهم: شبیه‌سازی موتور احتراق سوخت داخلی برای شیرهای عمودی موتور با استفاده از رویکرد Layers

شبیه‌سازی موتور احتراق سوخت داخلی برای شیرهای عمودی موتور ... ۲۰۵

فصل چهاردهم: بررسی انتقال گرما و جرم برای چکانده‌ی بخار یا میکسر مولتی‌فاز دوبعدی
بررسی انتقال گرما و جرم برای چکانده‌ی بخار یا میکسر مولتی‌فاز دوبعدی ... ۲۱۷

فصل پانزدهم: شبیه‌سازی سه‌بعدی سیستم گازپاش

شبیه‌سازی سه‌بعدی سیستم گازپاش ... ۲۲۹

فصل شانزدهم: استفاده از مدل انرژی خورشیدی برای تهویه‌ی سالن

استفاده از مدل انرژی خورشیدی برای تهویه‌ی سالن ... ۲۴۳

فصل هفدهم: بررسی آشفتگی جریان در مبدل حرارتی به سه‌بعدی

بررسی آشفتگی جریان در مبدل حرارتی به سه‌بعدی ... ۲۵۹

فصل هجدهم: شبیه‌سازی جریان دوبعدی مدل چندفازی اویلری

شبیه‌سازی جریان دوبعدی مدل چندفازی اویلری ... ۲۶۷

فصل نوزدهم: حل مسئله‌ی سقوط یک مکعب در آب

حل مسئله‌ی سقوط یک مکعب در آب (مساله‌ی شناوری با استفاده از دینامیک مش) ... ۲۷۵

فصل بیستم: شبیه‌سازی سه‌بعدی جدایش بلب از بال جنگنده با استفاده از دینامیک مش

شبیه‌سازی سه‌بعدی جدایش بلب از بال جنگنده با استفاده از دینامیک مش ... ۲۸۵