

# شبیه‌سازی هیدرودینامیک جریان‌ها به کمک نرم‌افزار ANSYS Fluent

مؤلفین

حسنعلی ازگلی  
طاہر رجایی

محمد حسین میرآبی  
احسان جباری



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| عنوان و نام پدیدآور     | : | شبیه‌سازی هیدرودینامیک جریان‌ها به کمک نرم‌افزار ANSYS FLUENT / مولفین محمدحسین میرآبی... [و دیگران]. |
| مشخصات نشر              | : | تهران: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۴۰۰.   |
| مشخصات ظاهری            | : | ۱۸۷ ص: مصور (بخشی رنگی).  |
| شابک                    | : | 978-622-97169-7-7   |
| وضعیت فهرست نویسی       | : | فیفا  |
| یادداشت                 | : | مولفین محمدحسین میرآبی، حسنعلی ازگلی، احسان جباری، طاهر رجایی.  |
| موضوع                   | : | انسیس (سیستم کامپیوتری)<br>ANSYS (Computer system)  |
| موضوع                   | : | نرم‌افزار فلونت<br>FLUENT   |
| موضوع                   | : | هیدرودینامیک -- نرم‌افزار<br>Hydrodynamics -- Software  |
| موضوع                   | : | سیالات -- دینامیک -- شبیه‌سازی کامپیوتری<br>Fluid dynamics -- Computer simulation                     |
| موضوع                   | : | سیالات -- دینامیک -- نرم‌افزار<br>Fluid dynamics -- Software  |
| شناسه افزوده            | : | میرآبی، محمدحسین، ۱۳۶۳-   |
| شناسه افزوده            | : | سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران   |
| رده بندی کنگره          | : | TA345/5   |
| رده بندی دیویی          | : | 620/00285536  |
| شماره کتابشناسی ملی     | : | 8686661   |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : | فیفا  |
| کد پیگیری               | : | 8685605   |

## سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



شبیه‌سازی هیدرودینامیک جریان‌ها به کمک نرم‌افزار ANSYS Fluent

مولفین: محمد حسین میرآبی - حسنعلی ازگلی - احسان جباری - طاهر رجایی

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: پاییز ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی: نشر پرچین

صفحه‌آرایی: سودابه قانع ممقانی

قیمت: ۶۵۰۰۰ تومان

نشانی: احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی راد، صندوق پستی: ۳۷۵۷۵-۱۱۵

تمام حقوق مادی این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و مانند این‌ها برای سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران محفوظ است.

## پیش‌گفتار

علوم هیدرولیک، هیدرودینامیک، آیرودینامیک و آشفتگی سیالات، در نوع خود، کاربرد فراوان و بسیار پیچیده‌ای دارند. پیچیدگی جریان‌های آشفتگی به‌حدی زیاد است که در عصر حاضر، به‌عنوان یکی از مسائل حل نشده در شاخه فیزیک نظری طبقه‌بندی می‌شود. با عنایت به توضیحات فوق، لازم است دانشجویان رشته‌های مرتبط، نظیر سازه‌های هیدرولیکی، سیالات، آیرودینامیک، تبدیل انرژی، هوا و فضا و غیره، به چنین مباحثی، مسلط و آگاه باشند. ممکن است به‌عنوان یک مهندس، لازم باشد نحوه جریان هوا از روی بال هواپیما، روابط ترمودینامیکی در سیستم‌های تهویه مطبوع، چگونگی عبور آب از فیلتر یا نحوه نفوذ آب به زیر سد را شبیه‌سازی کنید. انجام شبیه‌سازی‌های دقیق، اغلب یک مرحله مهم در تأیید موفقیت یک طرح است.

ANSYS Fluent یک نرم‌افزار دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)، بر پایه روش حجم محدود – المان محدود است که علاوه بر دقت بالا در تخمین پارامترهای جامد و سیال مورد مطالعه، اندرکنش بین آن‌ها را نیز محاسبه می‌کند. با در اختیار داشتن پردازنده سریع و به‌کارگیری روش پردازش موازی، می‌توان بر دقت و سرعت شبیه‌سازی‌ها افزود. درواقع، ANSYS Fluent به‌دلیل قدرت، سادگی و سرعت بالای اجرا، در دو حوزه دانشگاه و صنعت، از ابزارهای بسیار شناخته‌شده و مطرحی است که امروزه به‌عنوان پرکاربردترین نرم‌افزار تحلیل CFD، مورد استفاده متخصصان قرار می‌گیرد.

این کتاب، با ارائه مثال‌های کاربردی، چگونگی استفاده از نرم‌افزار ANSYS Fluent را، به‌منظور شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی، به‌تفصیل بیان می‌کند. از این‌رو، کاربرد نرم‌افزار ANSYS FLUENT در علم سیالات، برای دانشجویان علوم مهندسی به بیانی ساده و مؤثر ارائه شده است. این کتاب در قالب ده فصل، به تشریح مثال‌هایی کاربردی و متنوع از شبیه‌سازی در علوم مرتبط با دینامیک سیالات، پرداخته است. توصیه می‌شود مخاطبین این کتاب، دارای سطح شناخت اولیه از نرم‌افزار و اصول محاسبات عددی در علوم مهندسی باشند؛ بدین ترتیب از ده فصل این کتاب، می‌توان به‌درستی استفاده کرد؛ حتی مبتدیانی که تجربه اندکی در استفاده از ANSYS را دارند. کاربران سطح متوسط نیز که پیش‌تر با اصول ANSYS Fluent آشنا شده‌اند، زمینه‌های جدیدی را برای کاوش و یادگیری در این کتاب خواهند یافت.

آشنایی با انواع معادلات حاکم بر جریان و دامنه کاربرد آن‌ها، نظیر مدل‌های ریاضی آشفتگی، امری بسیار مهم در افزایش دقت و سرعت محاسبات در حین تحلیل است. هر یک از این مدل‌های ریاضی، کاربرد و ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارند؛ بنابراین نتایج تحلیل پارامترهای هیدرودینامیکی، آیرودینامیکی و ترمودینامیکی ناشی از به‌کارگیری آن‌ها، با یکدیگر متفاوت خواهند بود. عمده‌تأ مدل‌های ریاضی آشفتگی RANS، در سه گروه اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند که شامل مدل‌های ریاضی آشفتگی یک معادله‌ای، مدل‌های ریاضی آشفتگی دو معادله‌ای و مدل‌های ریاضی آشفتگی چند معادله‌ای هستند. از انواع مدل‌های گروه اول، می‌توان به مدل Spalart Allmaras اشاره کرد. در گروه دوم، مدل‌های K- $\epsilon$  Standard، K- $\epsilon$  Realizable، K- $\epsilon$  RNG و همچنین مدل‌های K- $\omega$  Standard و K- $\omega$  SST کاربرد فراوانی دارند. در گروه سوم نیز می‌توان مدل سه معادله‌ای K-KI- $\omega$  و مدل هفت معادله‌ای قدرتمند RSM را نام برد. سایر مدل‌های دیگر که از نوع RANS نیستند، در گروه مدل‌های ابعادمحور دسته‌بندی می‌شوند. از این دسته می‌توان به مدل ریاضی آشفتگی LES اشاره کرد. به‌طور کلی، در تمامی انواع جریان‌ها، معادلات ناویر استوکس و معادله پیوستگی بر جریان حاکم هستند. انتخاب مدل آشفتگی مناسب با رژیم جریان، به تخصص و تجربه مخاطب بستگی دارد.

در این نوشتار سعی شده تا از انواع مختلف مدل‌های ریاضی آشفتگی استفاده شود تا مخاطب، میزان دقت نتایج حاصل از هر کدام از آن‌ها را مورد ارزیابی و تحلیل شخصی قرار دهد. امید است مجموعه حاضر بتواند ابزاری مؤثر در ارتقای سطح علمی علاقه‌مندان به حوزه CFD باشد و منجر به بهبود کیفیت درک و بهره‌گیری از نرم‌افزار ANSYS Fluent شود.

---

|     |   |
|-----|---|
| ۱   | هیدرولیک جریان در انشعابات شبکه توزیع آب شهری         |
| ۲۱  | هیدرودینامیک ضربه قوچ در مجاری تحت فشار               |
| ۳۹  | کاویتاسیون در محل برآمدگی ناگهانی درون مجاری تحت فشار |
| ۵۷  | هیدرودینامیک جریان در کالورت                          |
| ۷۵  | هیدرودینامیک جریان در سرریزهای لبه پهن                |
| ۹۳  | هیدرودینامیک جریان در سرریزهای اوجی                   |
| ۱۱۱ | آبگیرهای جانبی در کانالها                             |
| ۱۳۱ | مبدل حرارتی در بویلرهای آپارتمانی                     |
| ۱۵۱ | عملکرد شیرهای گلوب در کنترل جریان                     |
| ۱۷۱ | سیستم تهویه مطبوع و سرمایش ساختمان                    |