



دانشگاه سوادکوه

شبیه‌سازی عددی جریان سیال در کانال روباز

دکتر محمد مهدی درویشی رودریک خاچیکیان

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برآیمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام(ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	نه
مقدمه	یازده
فصل اول: آشنایی با محیط نرم افزار ANSYS Workbench	۱
هدف کلی	۱
هدف های یادگیری	۱
۱-۱ ورود به ANSYS Workbench	۱
۲-۱ آشنایی با نوار ابزارها	۲
۳-۱ تعریف پروژه سیالاتی برای نرم افزار ANSYS Fluent	۴
۴-۱ عملیات روی شبیه سازی	۶
۵-۱ ذخیره کردن و باز کردن پروژه	۶
فصل دوم: طراحی مدل هندسی با نرم افزار ANSYS DesignModeler	۹
هدف کلی	۹
هدف های یادگیری	۹
۱-۲ نحوه تعیین دوبعدی یا سه بعدی بودن پروژه	۱۰
۲-۲ اجرای نرم افزار ANSYS DesignModeler	۱۱
۳-۲ آشنایی با محیط نرم افزار ANSYS DesignModeler	۱۱
۴-۲ تعیین واحد کمیت ها	۱۳
۵-۲ تعریف هندسه	۱۴
۶-۲ ترسیم طرح واره	۱۶
۷-۲ تولید سطح	۲۷
۸-۲ چرخاندن سطح	۲۹
۹-۲ خروج از نرم افزار ANSYS DesignModeler	۳۱

۳۳	فصل سوم: شبکه‌بندی مدل با نرم‌افزار ANSYS meshing
۳۳	هدف کلی
۳۳	هدف‌های یادگیری
۳۴	۳-۱ اجرای نرم‌افزار ANSYS Meshing
۳۴	۳-۲ آشنایی با محیط ANSYS meshing
۳۵	۳-۳ نام‌گذاری قسمت‌های مختلف مدل
۴۰	۳-۴ تعیین سیستم آحاد
۴۱	۳-۵ طراحی شبکه‌بندی
۵۱	۳-۶ کنترل کیفیت شبکه‌بندی
۵۳	۳-۷ کنترل آماری شبکه‌بندی
۵۴	۳-۸ انتقال میدان شبکه‌بندی شده به نرم‌افزار ANSYS Fluent
۵۵	۳-۹ خروج از نرم‌افزار ANSYS Meshing
۵۷	فصل چهارم: شبیه‌سازی جریان با نرم‌افزار ANSYS Fluent
۵۷	هدف کلی
۵۷	هدف‌های یادگیری
۵۷	۴-۱ اجرای نرم‌افزار ANSYS Fluent
۵۹	۴-۲ آشنایی با محیط نرم‌افزار ANSYS Fluent
۶۰	۴-۳ درخت تنظیمات فیزیک مسئله - Setup
۷۶	۴-۴ تنظیمات روش عددی حل مسئله (درخت Solution)
۸۳	۴-۵ تنظیمات نمایش نتایج (درخت Result)
۸۴	۴-۶ ادامه حل برای شبیه‌سازی مدت زمان بیش‌تر جریان
۸۷	۴-۷ خروج از نرم‌افزار ANSYS Fluent
۸۹	فصل پنجم: تحلیل نتایج در نرم‌افزار ANSYS CFD-Post
۸۹	هدف کلی
۸۹	هدف‌های یادگیری
۸۹	۵-۱ اجرای نرم‌افزار CFD-Post
۹۰	۵-۲ آشنایی با محیط نرم‌افزار
۹۱	۵-۳ نمایش کانتور
۹۳	۵-۴ تنظیم شکل ظاهری نوشته‌های روی کانتور
۹۴	۵-۵ تهیه عکس از کانتور
۹۵	۵-۶ مشاهده نتایج در زمان‌های متفاوت
۹۷	۵-۷ تهیه پویانمایی از نتایج
۹۷	۵-۸ محاسبه نیروی هیدرودینامیکی وارد بر مانع
۹۹	۵-۹ خروج از نرم‌افزار

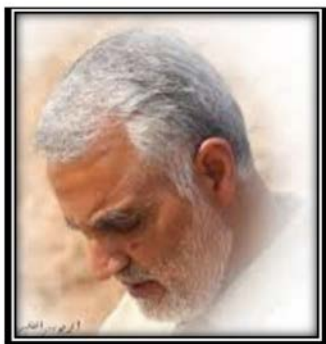
۱۰۱	فصل ششم: شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان سیال در کانال روباز
۱۰۱	هدف کلی
۱۰۱	هدف‌های یادگیری
۱۰۲	۱-۶ شبیه‌سازی سه‌بعدی
۱۰۴	۲-۶ طراحی هندسه سه‌بعدی جریان
۱۱۱	۳-۶ شبکه‌بندی هندسه سه‌بعدی جریان
۱۱۹	۴-۶ تحلیل سه‌بعدی جریان سیال
۱۲۲	۵-۶ نتایج
۱۲۷	فصل هفتم: شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان سیال روی سرریز
۱۲۷	هدف کلی
۱۲۷	هدف‌های یادگیری
۱۲۷	۱-۷ ایجاد شبیه‌سازی جدید
۱۲۸	۲-۷ طراحی مدل هندسی
۱۴۱	۳-۷ طراحی و تولید شبکه‌بندی میدان حل
۱۴۴	۴-۷ تحلیل جریان سیال روی سرریز
۱۴۵	۵-۷ نتایج
۱۴۹	فصل هشتم: معادلات حاکم بر جریان سیال
۱۴۹	هدف کلی
۱۴۹	هدف‌های یادگیری
۱۴۹	۱-۸ جریان‌های چندفازی
۱۵۰	۲-۸ روش‌های شبیه‌سازی عددی جریان چندفازی
۱۵۱	۳-۸ دیدگاه اویلر - اویلر
۱۵۱	۴-۸ مدل Volume of Fluid (VOF)
۱۶۱	فصل نهم: تابع دیواره در جریان‌های آشفته
۱۶۱	هدف کلی
۱۶۱	هدف‌های یادگیری
۱۶۲	۱-۹ تأثیر دیواره در جریان آشفته
۱۶۲	۲-۹ تابع دیواره و مدل نزدیک دیواره
۱۶۳	۳-۹ تابع دیواره
۱۷۱	منابع

تقدیم بہ؛

اسوہ ایشار و اخلاص

سردار شہید حاج قاسم سلیمانی

(درویشی)



و

شہید وائیک باغدا ساریان

(خاچکیان)



پیشگفتار

شرکت نرم‌افزاری ANSYS در سال ۱۹۷۰ توسط جان سوانسون^۱ تأسیس شد. این شرکت که در ابتدا به تولید نرم‌افزار شبیه‌سازی مکانیک جامدات به روش اجزا محدود مشغول بود که پس از توسعه، اقدام به خرید شرکت‌های نرم‌افزاری شبیه‌سازی عددی در سایر زمینه‌های مهندسی نمود؛ از جمله نرم‌افزارهای خریداری‌شده، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نرم‌افزار ICEM CFD در سال ۲۰۰۰: این نرم‌افزار برای تولید شبکه‌بندی‌های پیچیده محاسباتی در پروژه‌های هوافضایی و الکترونیکی، ... کاربرد دارد.
- نرم‌افزار CFX در سال ۲۰۰۳: این نرم‌افزار برای شبیه‌سازی جریان سیالات به‌کار می‌رود.
- نرم‌افزار Fluent در سال ۲۰۰۶: این نرم‌افزار نیز برای شبیه‌سازی جریان سیالات استفاده می‌شود.
- نرم‌افزار SpaceClaim در سال ۲۰۱۴: این نرم‌افزار برای طراحی هندسی کاربرد دارد.

به جرأت می‌توان گفت، در حال حاضر مجموعه نرم‌افزاری ANSYS، قدرتمندترین نرم‌افزار شبیه‌سازی مهندسی است. این مجموعه نرم‌افزار با قابلیت‌های طراحی هندسی، طراحی و تولید شبکه‌بندی محاسباتی، شبیه‌سازی جریان سیالات و انتقال حرارت، شبیه‌سازی مکانیک جامدات، ارتعاشات، شبیه‌سازی الکترومغناطیسی و غیره، مجموعه‌ای بی‌همتا است.

1. John Swanson

در کتاب حاضر، سعی شده با رویکرد پروژه محور، برخی از نرم افزارهای مجموعه نرم افزاری ANSYS Workbench و ابزارها و امکانات آنها برای شبیه سازی جریان سیال با سطح آزاد آموزش داده شوند. در این مسیر، از نرم افزارهای ANSYS Design Modeler برای طراحی مدل هندسی، ANSYS Meshing برای طراحی و تولید شبکه بندی میدان حل، ANSYS Fluent برای شبیه سازی به روش دینامیک سیالات محاسباتی و در نهایت ANSYS CFD-Post برای نمایش نتایج استفاده شده است.

مقدمه

جریان مایع درون کانال‌ها و در تماس با هوا در بسیاری از صنایع از جمله سدسازی، آب و فاضلاب، انتقال آب، صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و غیره، به‌طور گسترده کاربرد دارد؛ لذا، تحلیل این مسائل برای مهندسين مکانیک، عمران، شیمی و نفت دارای اهمیت بسیار زیادی است. از آنجایی که تحلیل آزمایشگاهی این گونه جریان‌ها، نیازمند امکانات سخت‌افزاری بسیار گران‌قیمت است، اخیراً استفاده از روش دینامیک سیالات محاسباتی در این زمینه گسترش یافته است. شبیه‌سازی عددی، این امکان را برای مهندسين فراهم کرده تا به‌وسیله یک رایانه و به کمک علم دینامیک سیالات محاسباتی، اقدام به تحلیل و بهینه‌سازی سریع و کم‌هزینه مسائلی از این دست نمایند.

در کتاب حاضر به شبیه‌سازی عددی جریان مایع (آب) با سطح آزاد (در تماس با هوای محیط) پرداخته شده است. برای این کار، از چندین نرم‌افزار موجود در مجموعه نرم‌افزاری ANSYS Workbench استفاده شده است. هدف این کتاب، آموزش پروژه‌محور و کاربردی برای آموزش سریع و راحت شبیه‌سازی عددی با نرم‌افزار ANSYS Fluent است. به عبارت دیگر، خواننده به‌اندازه‌ای آموزش خواهد دید که بعد از خواندن کتاب، نحوه شبیه‌سازی جریان سیال در کانال روباز را فراگیرد و بتواند هر پروژه مشابه را نیز انجام دهد.

ساختار کتاب حاضر به این صورت است که با شبیه‌سازی جریان دوبعدی آب در کانال روباز با مانع در کف کانال شروع می‌شود. درواقع، از همان فصل اول، فرایند انجام شبیه‌سازی و آموزش نرم‌افزار به‌صورت گام‌به‌گام و هم‌زمان انجام می‌شود. در فصل اول،

محیط مجموعه نرم‌افزاری ANSYS Workbench توضیح داده می‌شود. در فصل دوم، امکانات و ابزارهای نرم‌افزار ANSYS DesignModeler برای طراحی مدل هندسی پروژه تعیین شده، آموزش داده می‌شود.

در فصل سوم، آموزش نرم‌افزار ANSYS Meshing با طراحی و تولید شبکه‌بندی میدان حل (مدل هندسی ساخته شده در فصل اول)، دنبال می‌شود. در فصل چهارم، فیزیک حاکم بر جریان سیال به همراه تنظیمات نرم‌افزار ANSYS Fluent برای شبیه‌سازی عددی پروژه، آموزش داده می‌شود. فصل پنجم نیز به آموزش نرم‌افزار ANSYS CFD-Post برای نمایش داده‌ها و نتایج حاصل از شبیه‌سازی، پرداخته است. به عبارتی دیگر، با اتمام فصل پنجم، تمام نرم‌افزارها، ابزارها و نکات لازم برای شبیه‌سازی و نمایش نتایج پروژه شبیه‌سازی جریان آب در کانال روباز با مانع، فراگرفته شده و خواننده قادر خواهد بود، هر پروژه مشابه را شبیه‌سازی کند.

در فصل ششم، پروژه انجام شده در فصول قبل، به صورت سه‌بعدی شبیه‌سازی شده است. درواقع هدف فصل ششم این است که با کم‌ترین تغییرات ممکن، یک پروژه از حالت دوبعدی به حالت سه‌بعدی تبدیل شود تا بر مباحث مربوط به شبیه‌سازی سه‌بعدی تاکید شود.

فصل هفتم کتاب به تغییر مدل هندسی مانع اختصاص یافته است؛ به عبارت دیگر، مدل هندسی مانع پروژه فصل ششم تغییر داده می‌شود تا بتوان پروژه را برای یک مانع جدید دوباره شبیه‌سازی کرد. درواقع هدف فصل هفتم، آموزش ایجاد تغییرات جزئی در مدل هندسی پروژه و شبیه‌سازی دوباره آن در کم‌ترین زمان ممکن است.

در فصول هشتم و نهم، به مباحث نظری دینامیک سیالات محاسباتی پرداخته شده است. در فصل هشتم به صورت مختصر، معادلات حاکم بر جریان توضیح داده شده است. در فصل نهم نیز درباره تابع دیواره و نحوه طراحی شبکه لایه مرزی در اطراف دیواره‌ها، توضیحاتی ارائه شده است. اگرچه این کتاب به گونه‌ای تالیف شده که خواننده برای یادگیری روش انجام شبیه‌سازی پروژه نیازی به دانستن مباحث نظری نداشته باشد، ولی خواندن فصول هشتم و نهم برای فهم فیزیک مسئله و ارتقای دقت نتایج توصیه می‌شود.

فصل اول

آشنایی با محیط نرم افزار ANSYS Workbench

هدف کلی

برای شروع شبیه سازی با مجموعه نرم افزاری ANSYS Workbench، اولین قدم، اجرا و شناخت محیط آن است. در این فصل، محیط مجموعه نرم افزاری ANSYS Workbench به صورت کاربردی معرفی شده و ابزارها و امکانات آن برای شبیه سازی پروژه های سیالاتی توضیح داده شده است.

هدف های یادگیری

۱. اجرای نرم افزار ANSYS Workbench
۲. آشنایی با محیط نرم افزار ANSYS Workbench
۳. تعریف پروژه سیالاتی با نرم افزار ANSYS Fluent
۴. اختصاص دادن نام به پروژه
۵. ذخیره سازی پروژه
۶. ...

۱-۱ ورود به ANSYS Workbench

برای اجرای نرم افزار، ابتدا روی **Start** () در گوشه سمت چپ دسکتاپ کلیک و از مسیر زیر، نرم افزار را اجرا کنید:

Start >> ANSYS 19.0 >> Workbench 19.0

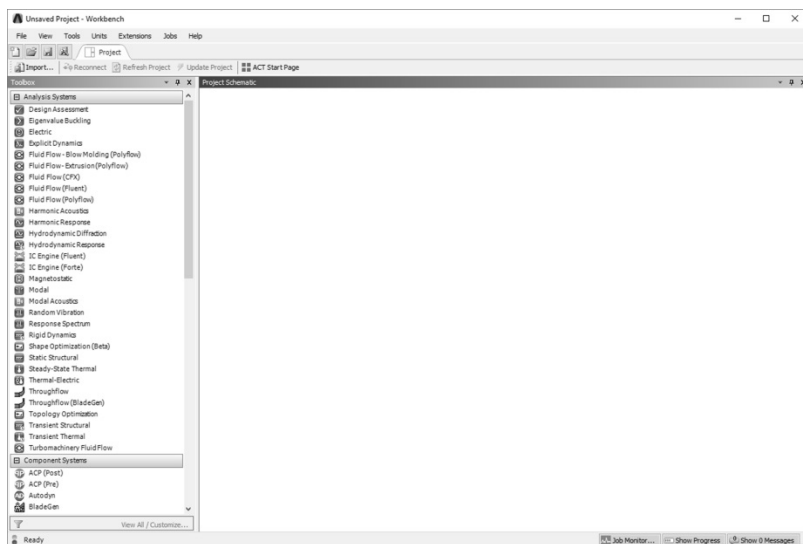


پنجره کوچکی ظاهر می‌شود (شکل ۱-۱) که نشان می‌دهد، نرم‌افزار در حال بارگذاری کدام مرحله است. نکته: از آنجایی که این نرم‌افزار، برای اجرا شدن، باید مراحل مختلفی از بارگذاری را

شکل ۱-۱

پیمایید، حافظه زیادی در لحظه اجرا مصرف می‌کند، لذا باید صبر کرد و از کلیک دوباره روی آن جداً خودداری کرد.

پس از به اتمام رسیدن مراحل بارگذاری، نرم‌افزار اجرا می‌شود. در شکل ۲-۱، نمای کلی از پنجره نرم‌افزار ANSYS Workbench آورده شده است.

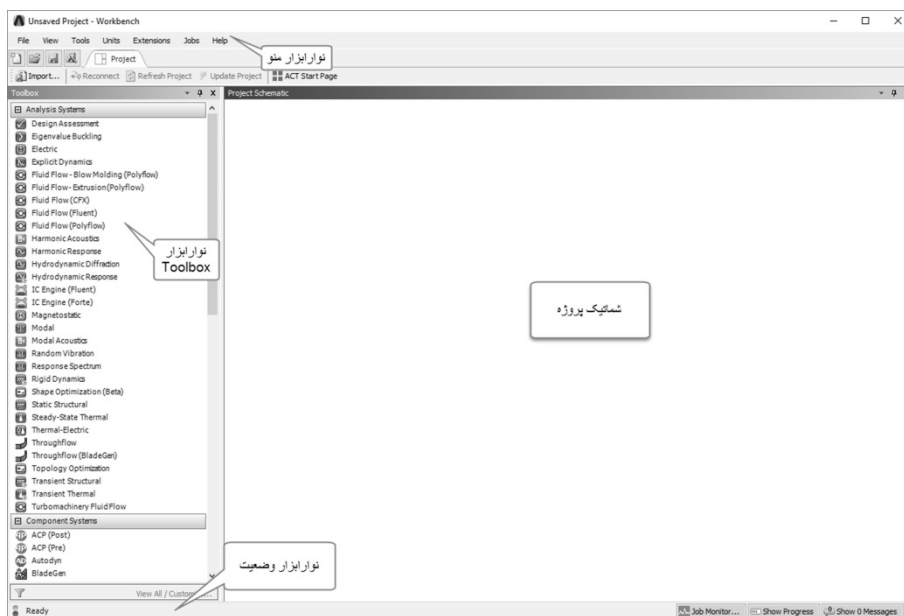


شکل ۲-۱

۲-۱ آشنایی با نوار ابزارها

صفحه نرم‌افزار، دارای چند بخش مهم است که در شکل ۳-۱ نمایش داده شده است:

آشنایی با محیط نرم افزار Ansys Workbench ۳



شکل ۳-۱

- نوار ابزار منو، شامل منوهای اختصاصی نرم افزار ANSYS Workbench و منوهای مشترک در سایر نرم افزارها است.
- نوار ابزار Toolbox، شامل تمامی نرم افزارهای تحلیلی موجود در مجموعه نرم افزاری ANSYS Workbench است.
- پنجره شماتیک پروژه، شبیه سازی های موجود در پروژه را نشان می دهد.
- نوار وضعیت، وضعیت کلی نرم افزار را نشان می دهد.

نکته: در گوشه سمت چپ نوار وضعیت، چراغی (Ready) با دو رنگ سبز و قرمز وجود دارد که وضعیت فعالیت نرم افزار را نشان می دهد. هنگامی که رنگ چراغ قرمز است، به معنای آن است که نرم افزار در حال فعالیت است و تا زمانی که این چراغ به رنگ سبز تبدیل نشود، به هیچ وجه نباید روی هیچ گزینه ای از نرم افزار کلیک کرد، زیرا باعث اشغال بی فایده حافظه سیستم و در نتیجه، کمبود حافظه مورد نیاز برای فعالیت نرم افزار می شود.

نکته: در سمت راست نوار وضعیت، دکمه ای به نام Show Messages (Show 0 Messages) وجود دارد که با کلیک روی آن، پنجره پیغام های نرم افزار باز

می‌شود. توجه به این پیغام‌ها بسیار ضروری است، زیرا به کمک آن‌ها می‌توان به راحتی اشکالات یا نواقص احتمالی را رفع کرد.

۳-۱ تعریف پروژه سیالاتی با نرم‌افزار ANSYS Fluent



شکل ۴-۱

برای تعریف پروژه سیالاتی با نرم‌افزار ANSYS Fluent کافی است به قسمت نوآر ابزار Toolbox رفته و در آنجا، روی گزینه FluidFlow(Fluent) دوبار کلیک کنید (شکل ۱-۴) تا شبیه‌سازی مورد نظر در قسمت Project Schematic تشکیل شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، شبیه‌سازی شامل پنج سلول است که در زیر توضیح داده شده است:

- سلول Geometry، امکان تولید و ویرایش هندسه را فراهم می‌آورد. با کلیک روی سلول Geometry، نرم‌افزار ANSYS DesignModeler اجرا می‌شود. نحوه ترسیم هندسه پروژه مورد نظر، به صورت کامل در فصل دوم توضیح داده شده است.
- سلول Mesh، امکان تولید شبکه را فراهم می‌آورد و با کلیک روی این سلول، نرم‌افزار ANSYS Meshing اجرا می‌شود. نحوه ایجاد شبکه‌بندی محاسباتی برای پروژه مورد نظر، به صورت کامل در فصل سوم توضیح داده شده است.

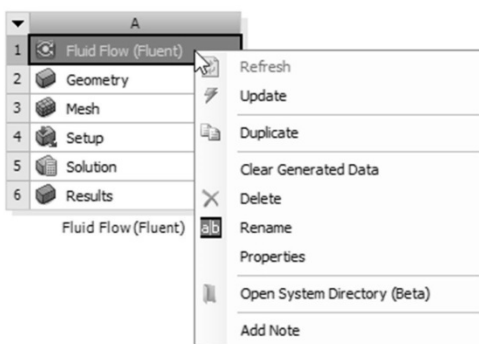
آشنایی با محیط نرم افزار Ansys Workbench ۵

- با کلیک روی سلول Setup، نرم افزار ANSYS Fluent اجرا می شود. نحوه کار با این نرم افزار، برای پروژه موردنظر، به صورت کامل در فصل چهارم توضیح داده خواهد شد.
 - با کلیک روی سلول Solution، همانند سلول Setup، نرم افزار ANSYS Fluent اجرا می شود با این تفاوت که سلول Setup حل های انجام شده قبلی را درنظر نمی گیرد و دوباره از اول شروع به حل مسئله می کند، درحالی که سلول Solution برای ادامه حل استفاده می شود.
 - سلول Results، امکان نمایش و تحلیل نتایج را فراهم می آورد. با کلیک روی این سلول، نرم افزار CFD-Post اجرا می شود. در واقع مراحل پس پردازش، در این قسمت انجام می شود. نحوه کار با این نرم افزار، به صورت کامل در فصل پنجم توضیح داده شده است.
- برای انجام یک شبیه سازی با نرم افزار ANSYS Fluent، باید هر پنج سلول شبیه سازی به ترتیب طی شود. این سلول ها به ترتیب قرار داده شده اند و برای ورود به هر سلول باید سلول قبلی تکمیل شده باشد. برای آگاه شدن از آخرین وضعیت هر سلول، در کنار نام آن ها علامت هایی ظاهر می شود که در جدول زیر به توضیح آن ها پرداخته شده است:

علامت	نام	توضیحات
	Unfulfilled	سلول بالادستی فاقد تنظیمات مورد نیاز است.
	Refresh required	تنظیمات سلول بالادستی تغییر کرده است.
	Attention required	تنظیمات سلول بالادستی به درستی وارد سلول فعلی شده و اکنون باید سلول فعلی را تکمیل کرد.
	Update required	تنظیمات سلول فعلی تغییر کرده و باید به روزرسانی شود.
	Up to date	سلول فعلی تکمیل و به روز است.
	Interrupted, Update required	به روزرسانی (یا محاسبات) متوقف شده و تکمیل نشده است.
	Input changes pending	سلول فعلی به روز است ولی در سلول های بالادستی تغییری اعمال شده است؛ لذا امکان ایجاد تغییر، پس از به روزرسانی مجدد وجود دارد.
	Pending	پردازشی غیرهم زمان در حال اجرا است.

نکته: برای رفتن به سلول جدید، حتماً باید سلول قبلی، تیک سبز رنگ داشته باشد.

۱-۴ عملیات روی شبیه‌سازی



شکل ۱-۵

با کلیک راست روی عنوان شبیه‌سازی، یک منوی فوری باز می‌شود (شکل ۱-۵) که به توضیح گزینه‌های پرکاربرد آن پرداخته می‌شود:

- گزینه Duplicate، برای ایجاد شبیه‌سازی کاملاً مشابه با شبیه‌سازی موجود استفاده می‌شود.
- گزینه Rename، برای تغییر نام شبیه‌سازی استفاده می‌شود.
- گزینه Delete، برای از بین بردن شبیه‌سازی استفاده می‌شود.

۱-۵ ذخیره‌کردن و باز کردن پروژه

برای ذخیره‌کردن پروژه از مسیر زیر اقدام کنید:

File>>Save

سپس در پنجره بازشده، محل ذخیره‌سازی را باید مشخص کنید.

نکته: پس از ذخیره‌کردن پروژه برای اولین بار، تمام عملیاتی که روی سلول‌ها انجام داده‌اید، هنگام خروج از سلول، به‌طور خودکار، در همان فایل پروژه ذخیره خواهد شد و نیازی به ذخیره‌سازی مجدد نیست.

نکته: نرم‌افزار ANSYS Workbench پروژه را به‌صورت یک فایل و یک پوشه حاوی فایل‌های تولیدشده توسط سلول‌ها ذخیره می‌کند. از این‌رو بهتر است، برای ذخیره‌سازی پروژه، ابتدا یک پوشه روی دیسک سخت رایانه ایجاد کنید تا تمامی فایل‌های موردنیاز برای اجرای پروژه آنجا ذخیره گردند و از سردرگمی برای مراجعات بعدی جلوگیری شود.

یادآوری: بهتر است در حین کار، به‌صورت منظم و در فواصل زمانی مشخص، اقدام به ذخیره‌سازی پروژه شود تا در صورت بروز حوادث ناگهانی مثل قطع برق، خرابی رایانه و یا مواردی مشابه، کارهای انجام‌شده از بین نرود.

۷ آشنایی با محیط نرم افزار Ansys Workbench

برای باز کردن پروژه‌ای موجود در رایانه، از مسیر زیر اقدام کنید:

File>>Open

سپس در پنجره باز شده، فایل مورد نظر را باید انتخاب کنید.

نکته: فایل اصلی پروژه که توسط ANSYS Workbench باز می‌شود، دارای پسوند wbpj است و برای باز کردن آن، علاوه بر فایل با پسوند wbpj، به تمامی فایل‌های تولید شده توسط سلول‌ها نیز احتیاج است.

