حسام رمضان زاده

استفاده کردن از مدل VOF در نرم افزار فلوئنت

۱- معرفی

این آموزش جریان جوهر را زمانی که از نازل یک چاپگر در یک پرینتر جوهر افشان خارج میشود، بررسی میکند. با استفاده از قابلیت شبیه سازی چند فازی با استفاده از متد حجم سیال (VOF) در نرم افزار فلوئنت شما میتوانید تا شکل و حرکت قطرات بدست آمده را در یک اتاقک هوا پیش بینی کنید.

این آموزش توضیح میدهد که چگونه موارد زیر را انجام دهید:

- یک مساله حالت گذرا را تنظیم کنید و با استفاده از حلگر بر پایه فشار (pressure-base) و مدل VOF حل کنید.
- مواد را از بانک داده های خواص کپی کنید.
- شرایط مرزی وابسته به زمان را با استفاده از یک تابع تعریف شده به وسیله کاربر (UDF) تعریف کنید.
- شرایط اولیه را در یک زیر مجموعه از دامنه تنظیم کنید.
- به طور اتوماتیک فایل های داده ها را در نقاط مشخص در طول حل ذخیره کنید.
- به وسیله کانتور کسر حجمی جریان و سطح مشترک دو سیال را بررسی کنید.

۲- پیش نیازها

این توتوریال فرض میکند که شما با ساختار منوی نرم افزار فلوئنت آشنا هستید. برخی از گام ها در تنظیمات کیس و روش های حل به طور صریح نشان داده نمیشوند.

۳- توضیح مساله

این مساله در واقع مربوط به تعقیب سطح مشترک مایع-گاز به صورت گذرا در هندسه نشان داده شده در شکل ۱ است. تقارن محوری مساله به ما اجازه میدهد که از یک هندسه دوبعدی برای شبیه سازی استفاده کنیم. شبکه محاسباتی شامل ۲۴۶۰۰ سلول است. دامنه شامل دو ناحیه میگردد: یک محفظه جوهر و یک محفظه هوا. ابعاد هندسی به طور خلاصه در جدول ۱ آورده شده اند.

DO NOT COPY (www.novin-eng.ir)

جدول ۱: ابعاد محفظه جوهر

محفظه جوهر، ناحیه استوانه ای: شعاع (mm)	0.015
محفظه جوهر، ناحیه استوانه ای: طول (mm)	0.050
محفظه جوهر، ناحیه مخروطی: شعاع نهایی (mm)	0.009
محفظه جوهر، ناحیه مخروطی: طول (mm)	0.050
محفظه هوا: شعاع (mm)	0.030
محفظه هوا: طول (mm)	0.280

موارد زیر خلاصه اتفاقاتی هستند که در این شبیه سازی مدل شده اند:

- در زمان صفر، نازل از جوهر پر شده است، در خالی که باقیمانده دامنه با هوا پر شده است. هر دو سیال در حالت سکون فرض شده اند. برای مقدار دهی اولیه به تزریق، سرعت جوهر در مرز ورودی (که در این شبیه سازی به وسیله UDF مدل شده است) به طور ناگهانی از ۰ تا ۳/۵۸ m/s افزایش می یابد و سپس طبق یک تابع کسینوسی کاهش می یابد.
- بعد از ۱۰ میکرو ثانیه، سرعت به مقدار صفر بر میگردد.

در کل محاسبات برای مدت ۳۰ میکروثانیه اجرا میشود به عبارتی سه برابر طولانی تر از زمان تزریق اولیه.

چون ابعاد کوچک هستند، ورژن double-precision (دقت دو برابر) فلوئنت استفاده خواهد شد.هوا به عنوان فاز اولیه در نظر گرفته میشود، و جوهر (که با خواص آب مایع مدل خواهد شد) به عنوان فاز ثانویه مدل خواهد شد. پچ کردن به منظور پر کردن اتاقک جوهر با فاز ثانویه نیاز خواهد شد. جاذبه در شبیه سازی وارد نخواهد شد. برای وارد کردن و مشاهده اثر موییننگی جوهر خارج شده، تنش سطحی و تعریف های مربوط به زاویه تر شدگی باید مشخص شود. سطح داخلی نازل از لحاظ تر شدگی به صورت خنثی لحاظ خواهد شد.، در حالی که سطوح اطراف خروجی نازل غیر تر شونده خواهند بود.

۴- تنظیمات و حل

آماده سازی

۱. Vof.zip را که درون پوشه دانلود شده از سایت قرار دارد خارج کنید.
۲. آن را از حالت زیپ شده خارج کنید.

DO NOT COPY (www.novin-eng.ir)

Inkjet.msh و inlet.c درون پوشه زیپ شده وجود دارند.

۳. ورژن 2DDP (دو بعدی با دقت دو برابر) فلوئنت را اجرا کنید.

گام اول: شبکه

۱. فایل مش inkjet.msh را بخوانید.

File ⟶ Read ⟶ Case...

یک پیام هشدار دوبار در پنجره نرم افزار ظاهر خواهد شد. شما در این مرحله لازم نیست که هیچ کاری انجام دهید، چون مشکل بعد از تعریف کردن تنظیمات حلگر در گام ۲ حل خواهد شد.

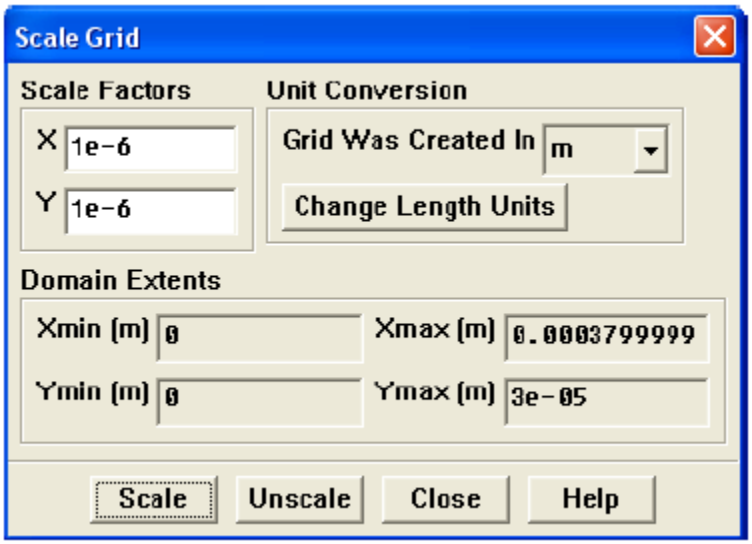
۲. شبکه را چک کنید.

Grid ⟶ Check

فلوئنت چک های مختلفی را بر روی مش انجام میدهد و فرایند را گزارش میدهد. مطمئن شوید که مینیموم حجم گزارش شده یک مقدار مثبت است.

۳. شبکه را اسکیل کنید.

Grid ⟶ Scale...



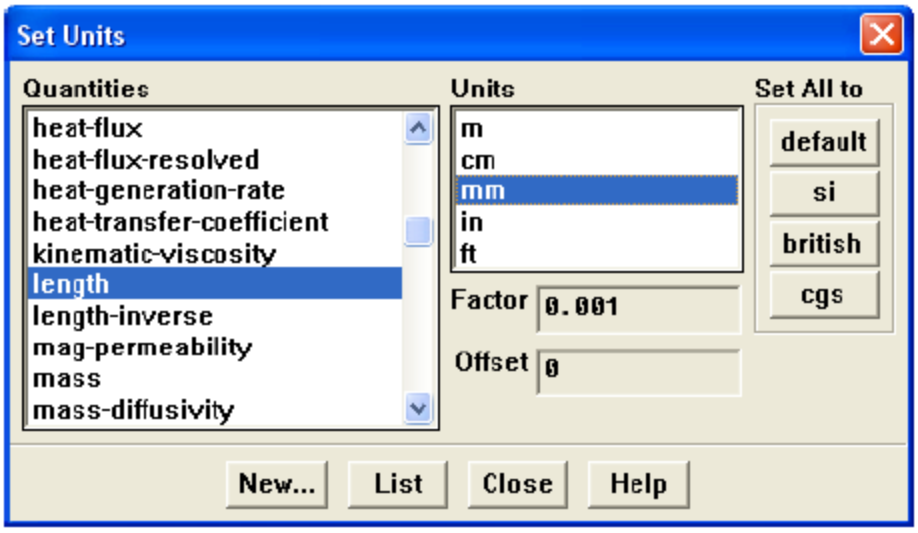
DO NOT COPY (www.novin-eng.ir)

(الف) برای X و Y در جعبه Scale Factors (فاکتور مقیاس) مقدار $1e-6$ را وارد کنید.

(ب) بر روی اسکیل کلیک کنید و پنل Scale Grid را ببندید.

۴. برای شبکه خود واحد تعریف کنید.

Define ⟶ Units...



(الف) از لیست Quantities (کمیت ها) واژه length (طول) را انتخاب کنید.

(ب) از لیست Units (واحدها) mm را انتخاب کنید.

(ج) از لیست Quantities واژه surface-tension (تنش سطحی) را انتخاب کنید.

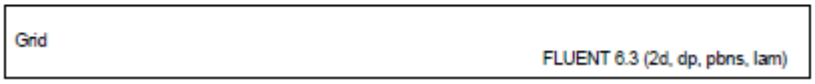
(د) از لیست Units (واحدها) dyn/cm را انتخاب کنید.

(ه) پنل Set Units را ببندید.

۴. شبکه را با تنظیمات پیشفرض نمایش دهید (شکل ۲).

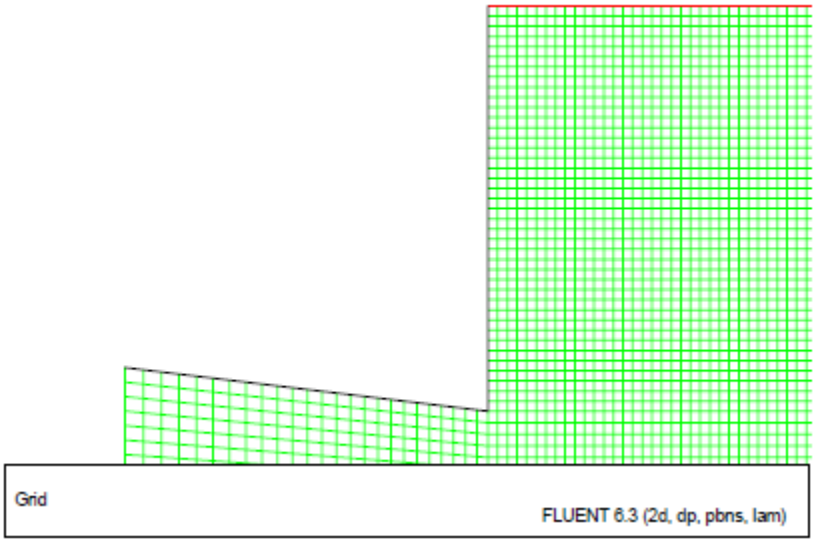
Display ⟶ Grid...

DO NOT COPY



شکل۲. نمایش پیشفرض شبکه نازل

توضیحات اضافه: با زوم کردن با دکمه وسط موس، شما میتوانید ببینید که قسمت داخلی مدل از یک مش ریز با سلول های چهارضلعی تشکیل شده است (شکل۳).

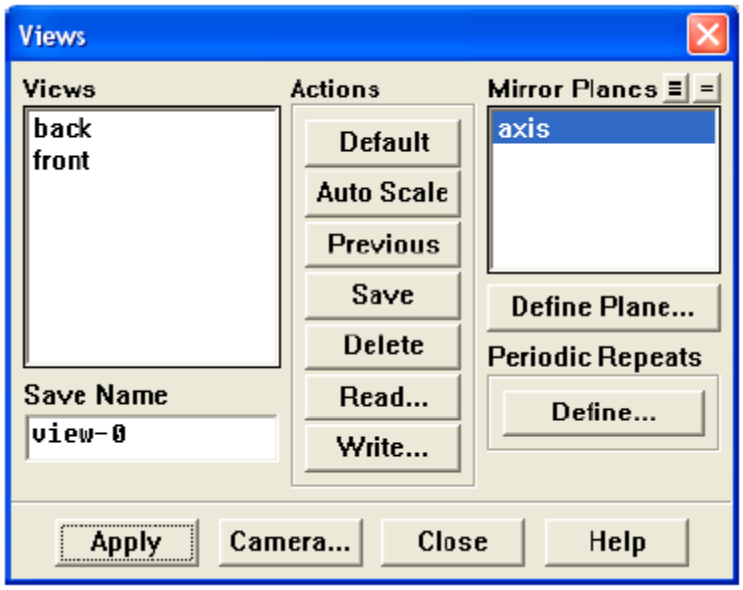


شکل ۳: مش چهار ضلعی

۵. نمایش شبکه را تغییر دهید تا محفظه کامل را نشان دهد.

Display ⟶ Views...

DOI: (novin-eng.ir)

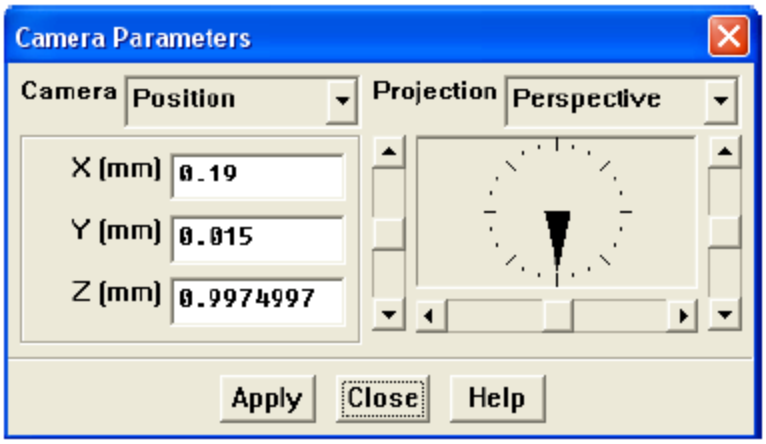


(الف) axis را از لیست انتخابی Mirror Planes انتخاب کنید.

(ب) بر روی Apply را کلیک کنید.

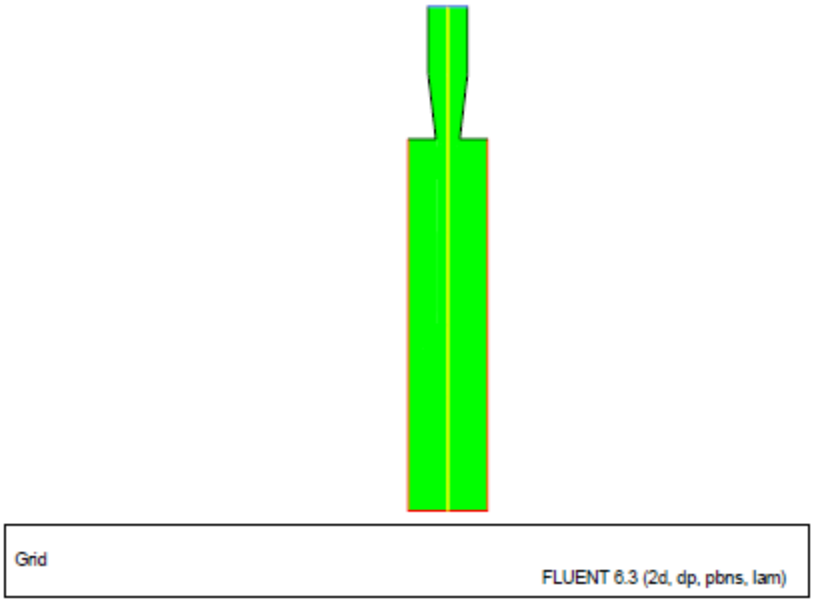
نمایش شبکه آپدیت خواهد شد تا هر دو سمت محفظه را نشان دهد.

(ج) بر روی ...Camera کلیک کنید تا پنل Camera Parameters (پارامترهای دوربین) باز شود.



i. نشانگر شماره گیری را با دکمه سمت چپ موس در جهت عقربه های ساعت بکشید تا زمانی که نمایش درست نشان داده شود (شکل ۴).

DO NOT COPY (www.novinfeng.ir)



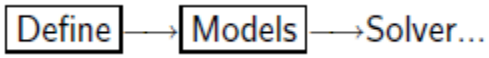
شکل۴: نمایش شبکه نازل آیینه شده و کامل

ii. پنل Camera Parameters را ببندید.

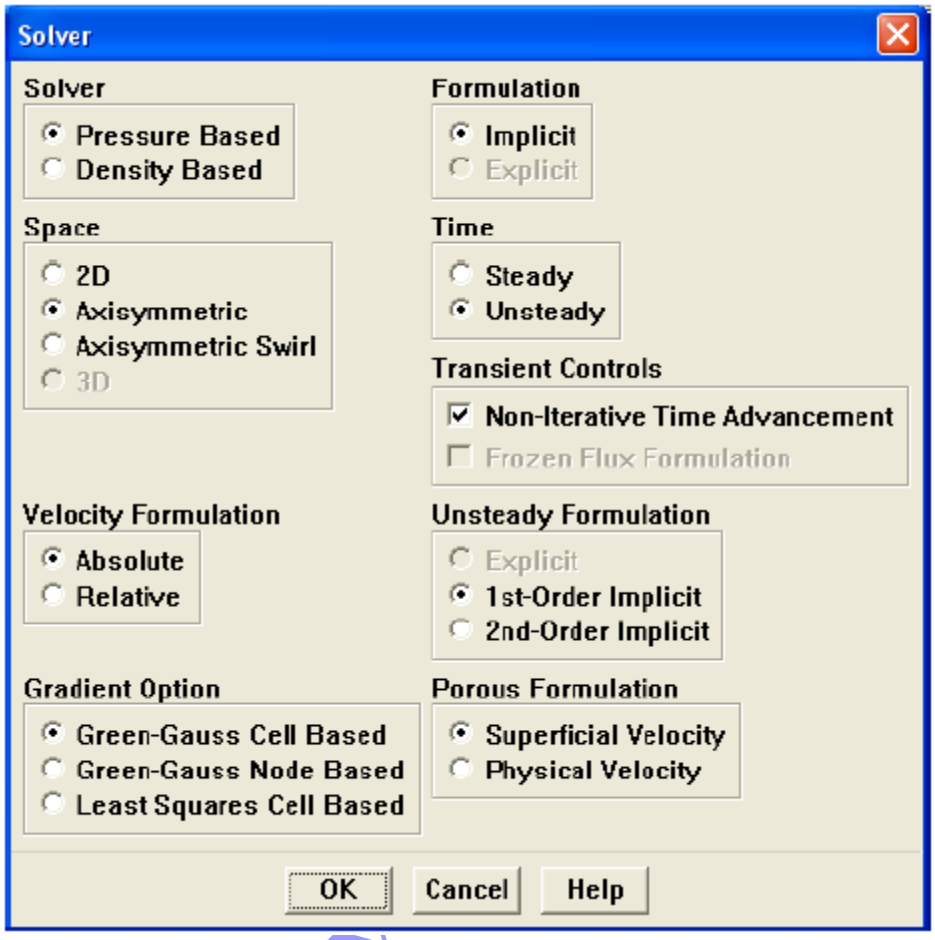
(د) پنل Views را ببندید.

گام دوم: مدل ها

۱. تنظیمات حلگر را تعریف کنید.



DO NOT COPY (www.mov...ng.ir)



DO NOT COPY

(الف) تنظیمات پیشفرض Pressure Based در لیست Solver را تغییر ندهید.

(ب) از لیست Space، Axisymmetric (تقارن محوری) را انتخاب کنید.

(ج) از لیست Time، Unsteady (ناپایا) را انتخاب کنید.

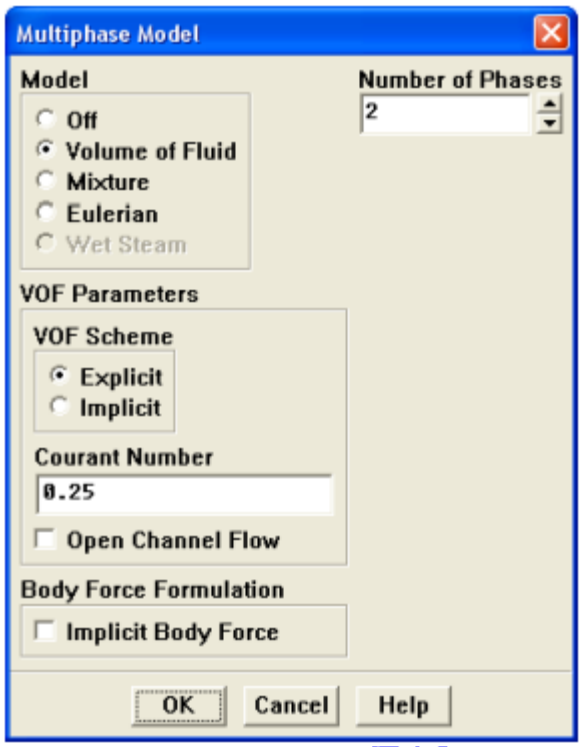
پنل Solver گسترش خواهد یافت.

(د) در جعبه Transient Control، Non-Iterative Time Advancement را فعال کنید.

(ه) Ok را کلیک کنید تا پنل Solver را ببندید.

۲. مدل چند فازی Volume of Fluid (روش حجم سیال) را فعال کنید.

Define ⟶ Models ⟶ Multiphase...



(الف) از لیست Model، Volume of Fluid را انتخاب کنید.

پنل Multiphase Model (مدل چندفازی) گسترش خواهد یافت.

(ب) تنظیمات پیشفرض را نگه دارید و روی OK کلیک کنید تا Multiphase Model را ببندید.

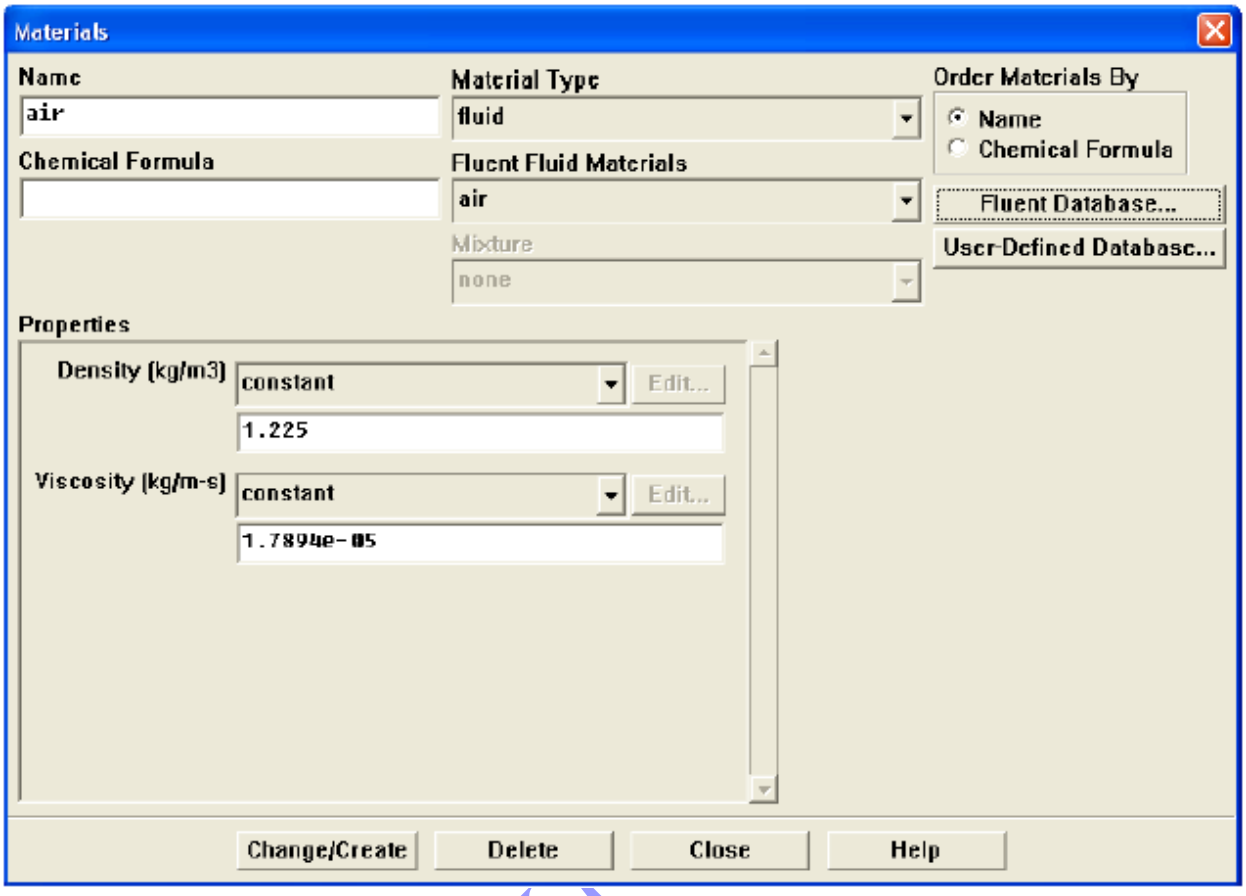
گام سوم: مواد

ویژگی های هوا و آب که در نرم افزار Fluent تعریف شده اند برای این مساله مناسب هستند. در این گام، شما باید اطمینان حاصل کنید که هر دوتای مواد در گام های بعدی قایل انتخاب هستند.

۱. آب را به لیست ویژگی های سیال اضافه کنید. این کار را با کپی کردن آن از پایگاه داده های مواد در فلوئنت انجام دهید.

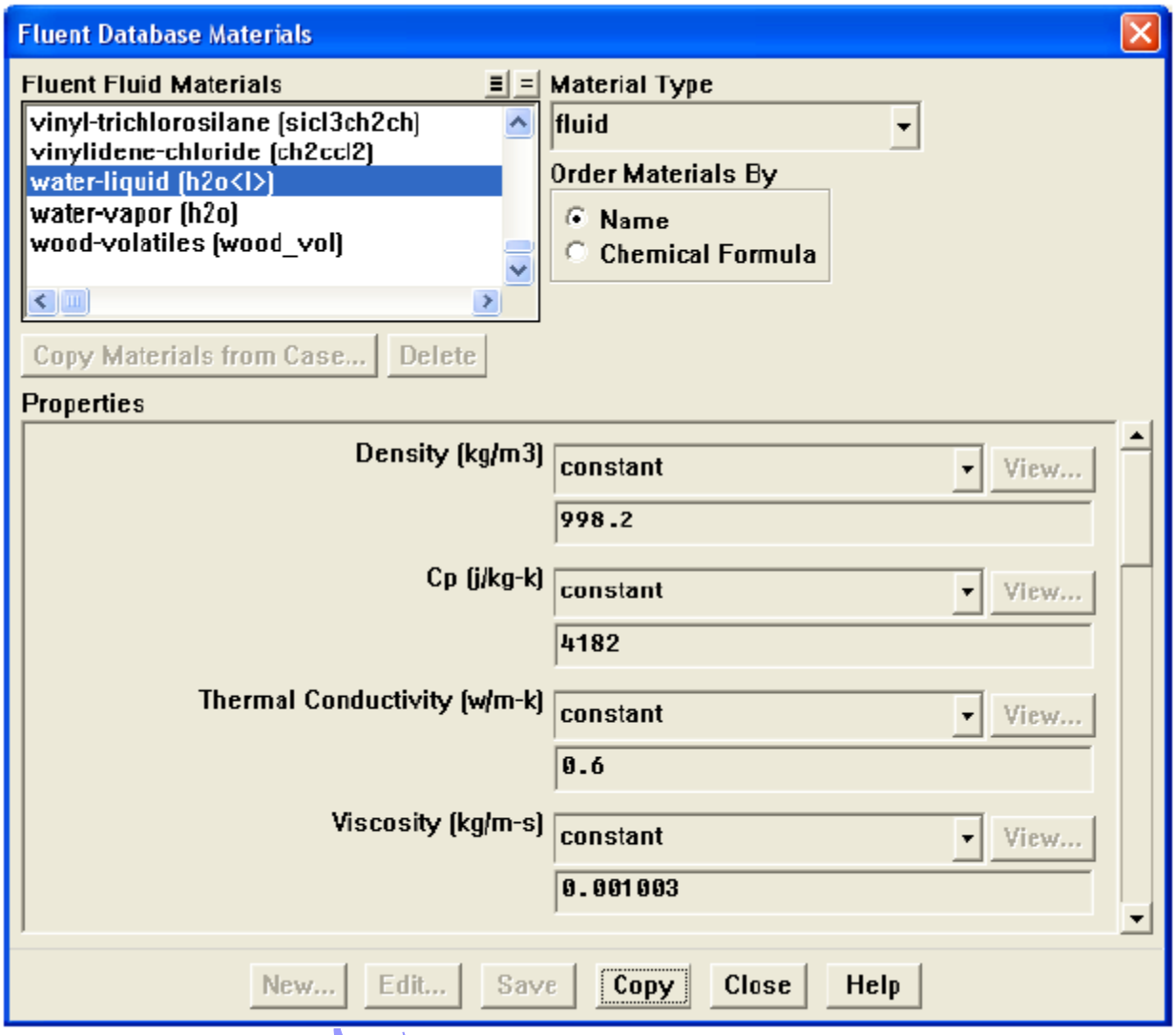
Define → Materials...

DO NOT COPY (www.cfd-in-eng.ir)



(الف) بر روی دکمه Fluent Database... کلیک کنید تا پنل Fluent Database Materials (پایگاه داده های مواد) باز شود.

DO NOT COPY



i. Water-liquid (h2o<l>) را از لیست Fluent Fluid Materials (انتخاب جنس سیال) انتخاب کنید.

لیست Fluent Fluid Materials را به وسیله موس پایی نبیاورید تا Water-liquid (h2o<l>) را پیدا کنید.

ii. بر روی Copy کلیک کنید تا اطلاعات را برای آب در لیست مواد سیال خود کپی کنید.

iii. پنل Fluent Database Materials را ببندید.

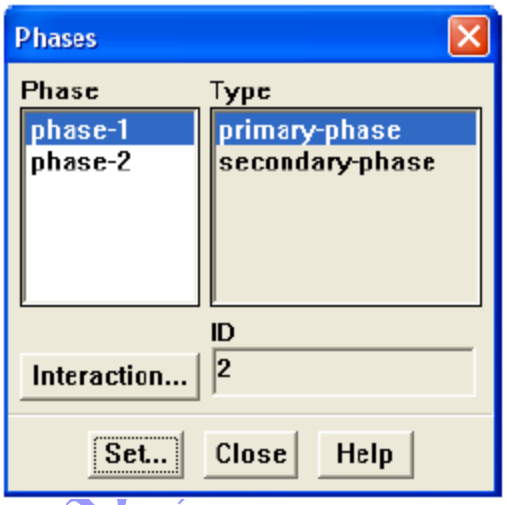
(ب) پنل Materials را ببندید.

DO NOT C

گام چهار: فازها

در گام های پیش رو، شما آب را به عنوان فاز ثانویه تعریف خواهید کرد. زمانی که شما حل اولیه را تعریف کردید، شما باید آب را در ناحیه نازل قرار دهید. به طور کلی، شما میتوانید فازهای اولیه و ثانویه را به هر طریقی که ترجیح میدهید، تعریف کنید. اینکه در نظر بگیرید که چگونه انتخاب های شما سادگی تنظیمات مساله شما را تحت تاثیر قرار میدهد ایده ی خیلی خوبی است مخصوصا زمانی که در مسائل خیلی پیچیده.

Define ⟶ Phases...



۱. هوا را (air) به عنوان فاز اولیه در نظر بگیرید.

(الف) phase-1 را در لیست phase انتخاب کنید.

(ب) اطمینان حاصل کنید که primary-phase در لیست Type انتخاب شده است.

(ج) دکمه Set... را بزنید تا پنل Primary Phase را باز کنید.

DO NOT COP vin-eng.ir)

i. در قسمت Name، air را وارد کنید.

ii. در لیست کشویی Phase Material انتخاب های پیشفرض air را تغییر ندهید.

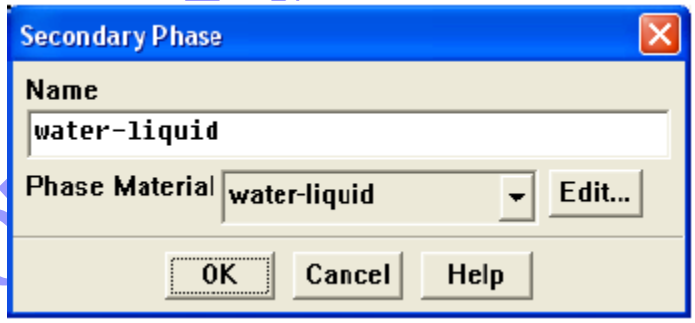
iii. برای بستن پنل Primary Phase بر روی OK کلیک کنید.

۲. آب را (water-liquid) به عنوان فاز ثانویه انتخاب کنید.

(الف) در لیست Phase ، phase-2 را انتخاب کنید.

(ب) اطمینان حاصل کنید که secondary-Phase در لیست Type انتخاب شده است.

(ج) بر روی Set… کلیک کنید تا پنل Secondary Phase باز شود.



i. در قسمت Name، water-liquid را وارد کنید.

ii. در لیست کشویی Phase Material ، water-liquid را انتخاب کنید.

iii. برای بستن پنل Secondary Phase بر روی OK کلیک کنید.

DO NOT COPY (www.novin-eng.ir)