پروژه ۴ جریان مغشوش عبورکننده از روی فن

مقدمه

در این مثال، جریان مغشوش گذرکننده از روی یک فن محوری به‌صورت سه‌بعدی مورد تحلیل قرار گرفته است. شبکه مورد استفاده دارای سلولهای شش‌وجهی می‌باشد. استفاده از این نوع سلولها کار تولید شبکه را آسان می‌سازد. فن با یک سرعت زاویه‌ای ثابت می‌گردد و از فریم مرجع چرخان استفاده می‌شود. این مثال درک کاملی از حل مسایل سه‌بعدی در FLUENT به کاربر ارایه می‌دهد. همچنین کاربر را قادر می‌سازد که طرح مورد نظر خود را با دقت و سرعت قابل توجهی بهبود ببخشد. در این مثال کاربر خواهد آموخت:

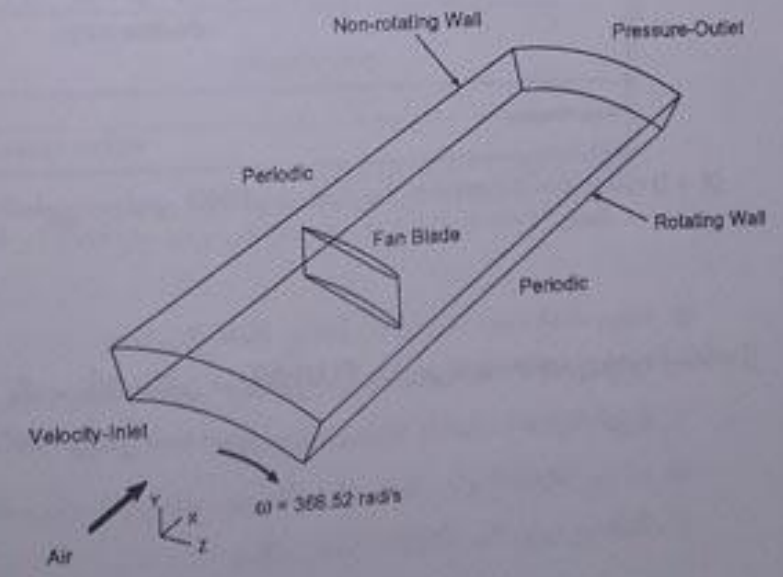
- چگونه از فریم مرجع متحرک استفاده کند،
- چگونه شرایط مرزی را برای فریم مرجع متحرک به‌کار ببرد،
- چگونه از حلال Segregated استفاده کند،
- چگونه جریان جرمی برای همگرایی را بررسی کند و
- خروجی‌سازی برای مسایل سه‌بعدی.

پیش‌نیاز

در این مثال فرض شده که کاربر با ساختار برنامهٔ FLUENT آشنا بوده مثال ۱ نیز توسط کاربر حل شده است. لذا بعضی از مراحل به صورت خلاصه ذکر خواهد شد.

توصیف مسأله

مشخصات و هندسهٔ مسأله مورد نظر در شکل ۱۲-۴-۱ آمده است. به‌دلیل طبیعت چرخشی مسأله و تکرار تیغه‌ها، فقط یکی از تیغه‌های فن مدل شده است. در این مسأله نیز به‌دلیل مشخصات تکراری از مرز متناوب استفاده شده است. مرز سرعت ورودی در بالادست جریان به‌کار می‌رود و مرز خروجی فشار در پایین‌دست جریان به‌کار می‌رود. از آنجایی که دیوار بالایی ثابت می‌باشد، فرض می‌شود که دیوار پایین با تیغه می‌گردد.



شکل ۱۲-۴-۱
مشخصات مسأله

شبیه‌سازی
برای برنامهٔ FLUENT در سه‌بعد (3D).

۴- شبکه
۱. فایل fan.msh در FLUENT خوانده شود.

File → Read → Case...

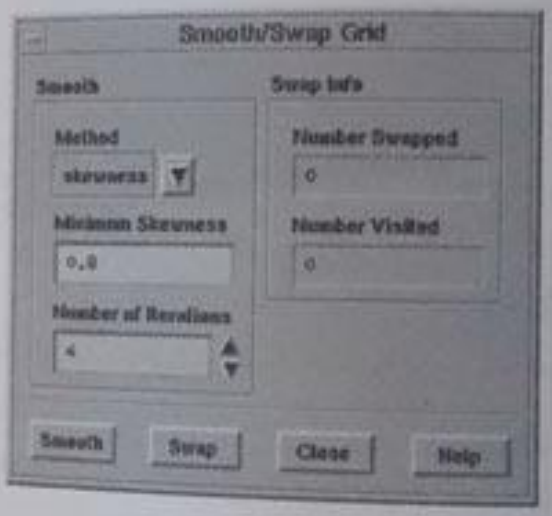
FLUENT هنگام خواندن فایل شبکه، گزارشی از این کار را در پنجرهٔ کنسول برنامه ارایه می‌دهد.

۲. بررسی نمودن شبکه.

Grid → Check

۳. یکنواخت کردن و جابه‌جا کردن شبکه.

Grid → Smooth/Swap...



a) به‌کاربردن پیش‌فرض شیوه Skewness و مقادیر پیش‌فرض برای آن. سپس کلیک کردن بر روی کلید Smooth. FLUENT گزارشی از انجام این کار در پنجرهٔ کنسول ارایه می‌کند.
b) کلیک کردن بر روی کلید Swap تا وقتی که FLUENT گزارش دهد که صفر صفحه جابه‌جا شده است و
c) کاهش مقدار Minimum Skewness به عدد 0.6 و تکرار دو مرحلهٔ اول.

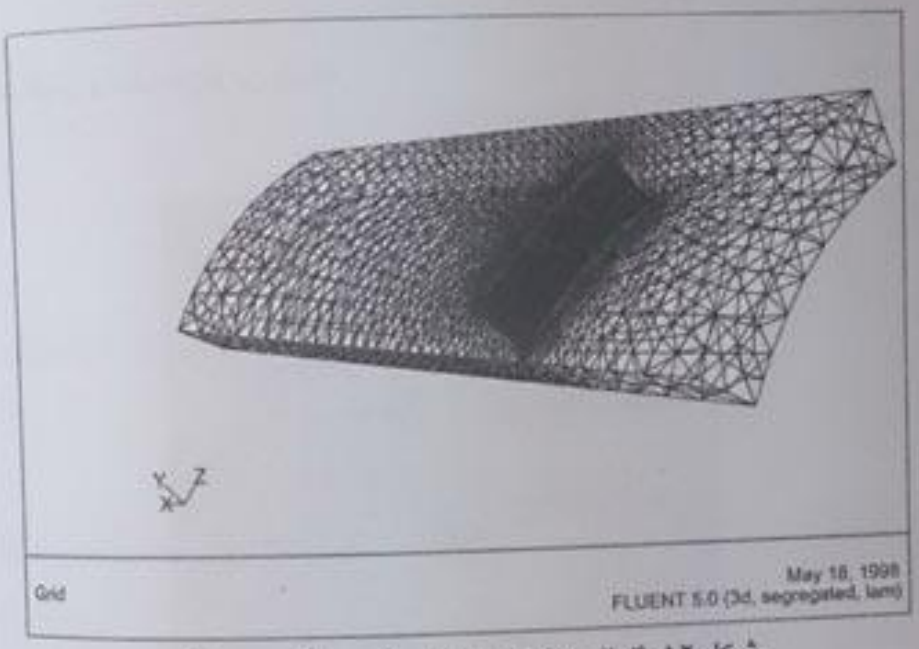
۴. نمایش شبکه.

a) نمایش شبکه با به‌کار بردن تنظیمات پیش‌فرض (شکل ۱۲-۴-۲) و

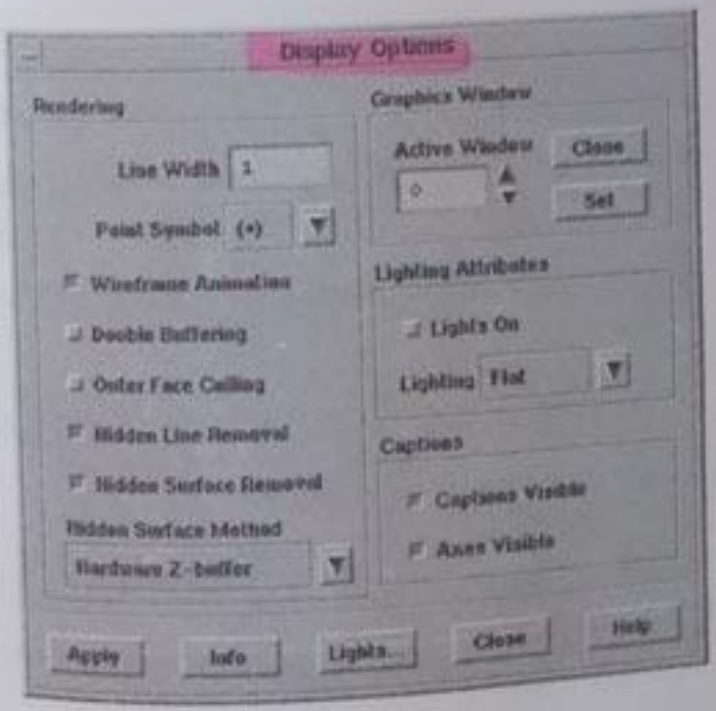
Grid → Grid...

b) فعال کردن گزینهٔ Hidden Line Removal برای وضوح بیشتر شبکه.

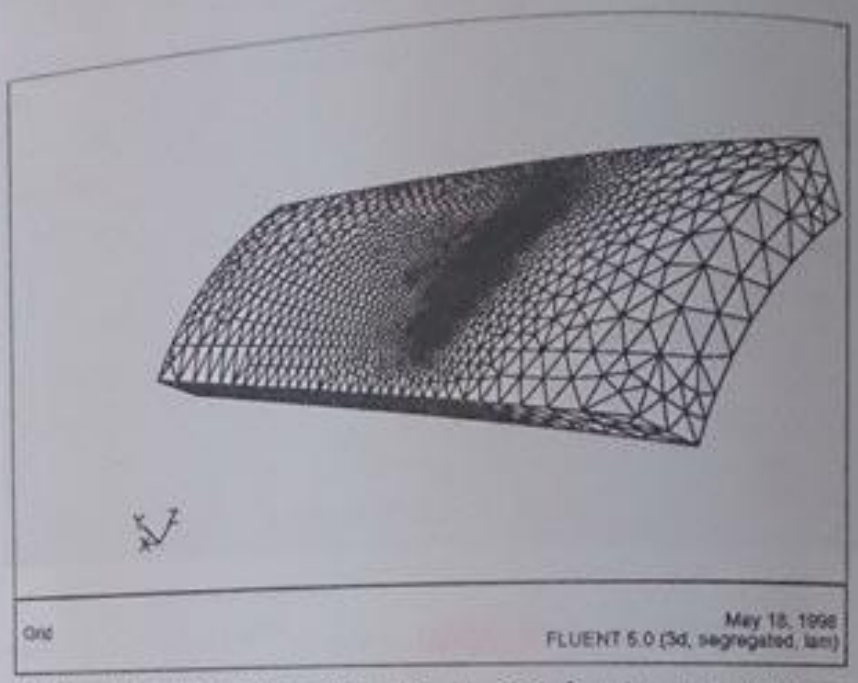
Display → Options...



شکل ۱۲-۳-۲ نمایش شبکه برای مسألهٔ مورد نظر



فعال کردن گزینهٔ Hidden Line Removal و کلیک کردن بر روی کلید Apply برای ذخیره کارهای انجام شده در این پانل.



شکل ۱۲-۳-۳ نمایش گرافیک با استفاده از گزینهٔ Hidden Line Removal

گام ۴-۲ مدلها

۱. استفاده از حلال پیش‌فرض Segregated.

Define → Models → Solver...

۲. فعال کردن مدل k-ε استاندارد.

Define → Models → Viscous...

گام ۴-۳ مواد

به‌کار بردن مادهٔ پیش‌فرض هوا، با خواص تنظیم‌شدهٔ پیش‌فرض.

Define → Materials...

گام ۴-۴ شرایط مرزی

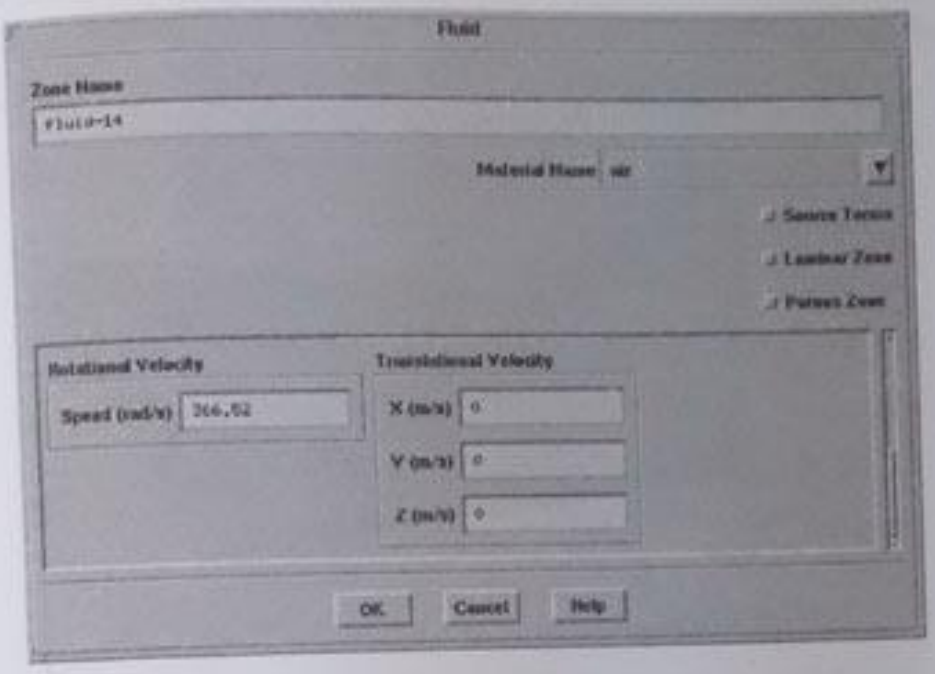
Define → Boundary Conditions...

۱. تعریف فریم مرجع چرخان برای Fluid-14.

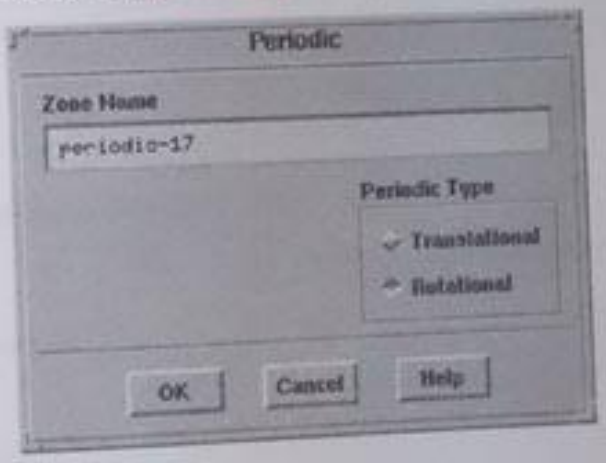
a) تنظیم Rotation-Axis Direction برابر مقدار (1, 0, 0) و استفاده از پیش‌فرض Rotation-Axis Origin برابر مقدار (0, 0, 0).

b) انتخاب Moving Reference Frame در لیست Motion Type و

c) تنظیم سرعت (Speed) برابر مقدار 366.52 rad/s.

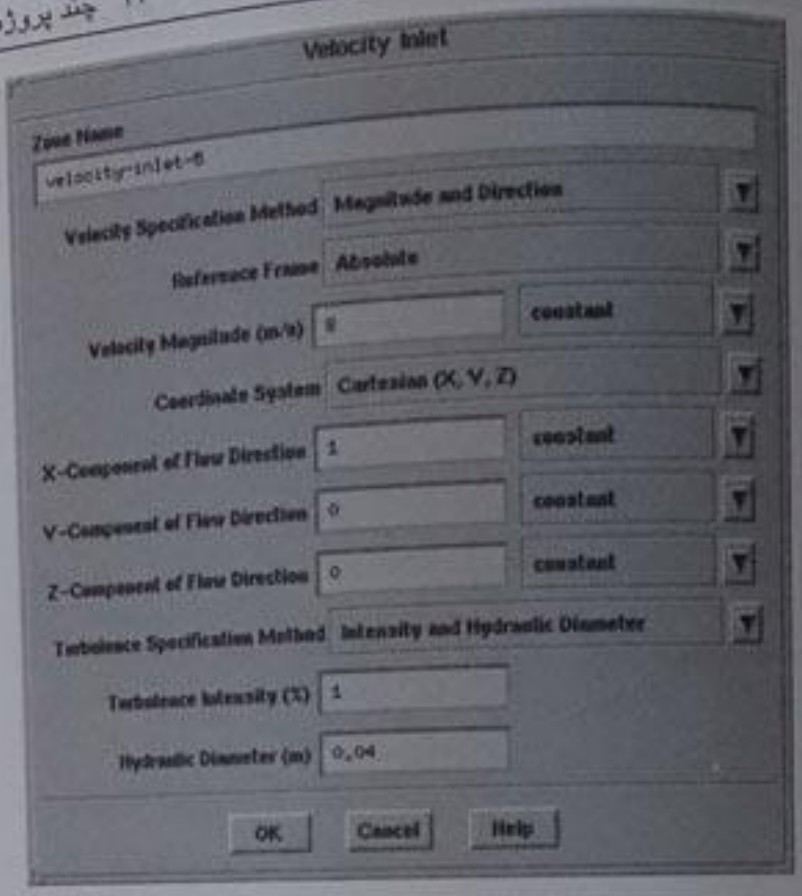


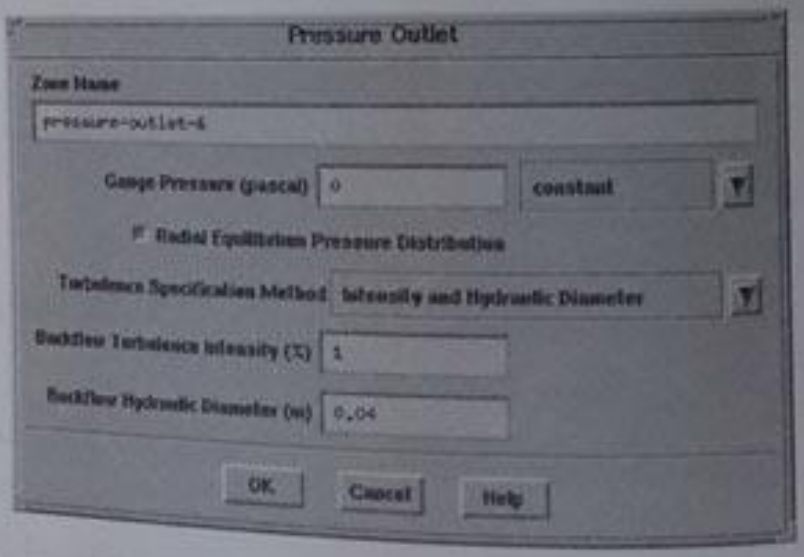
۲. بیان حرکت دورانی (Rotational) در پانل مرز Periodic برای مرز Periodic-17.



۳. تنظیم شرایط زیر برای مرز Velocity-inlet-5.

۴. تنظیم پارامترهای جریان برگشتی برای مرز Pressure-outlet-6 برابر مقدار معلوم شده در Velocity-inlet-5 و فعال کردن تعادل شعاعی برای شرایط مرزی فشار به‌وسیلهٔ انتخاب کردن گزینهٔ Radial Equilibrium Pressure Distribution.



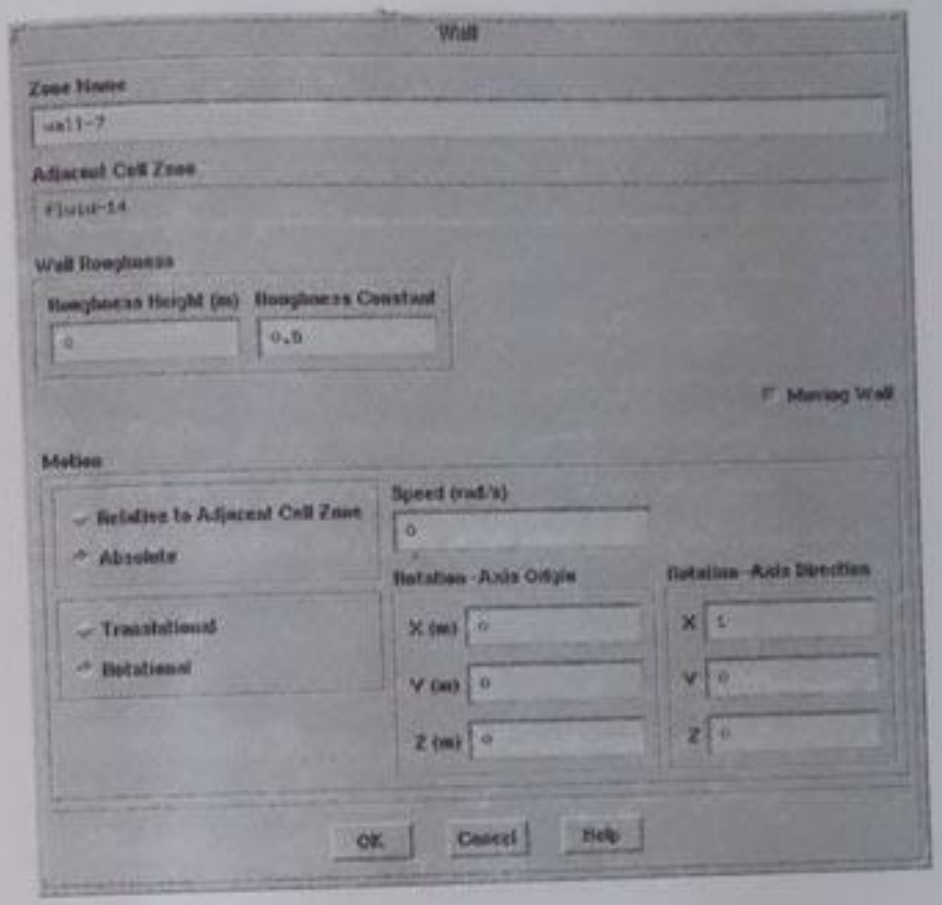


د. تنظیم دیوار بالایی (Wall-7) برای اینکه ثابت باشد.

a) فعال کردن گزینهٔ Moving Wall،

b) انتخاب Absolute و Rotational در زیر قسمت Motion و نگه‌داشتن پیش‌فرض برای Speed برابر مقدار 0 و

c) تنظیم Rotation-Axis Direction برابر (1,0,0).



گام ۴-۵ حل

۱. تنظیم پارامترهای حل.

Solve → Controls → Solution...

a) کاهش فاکتورهای سبک‌سازی برای Turbulence Kinetic Energy و Turbulence Dissipation Rate برابر مقدار 0.6 و

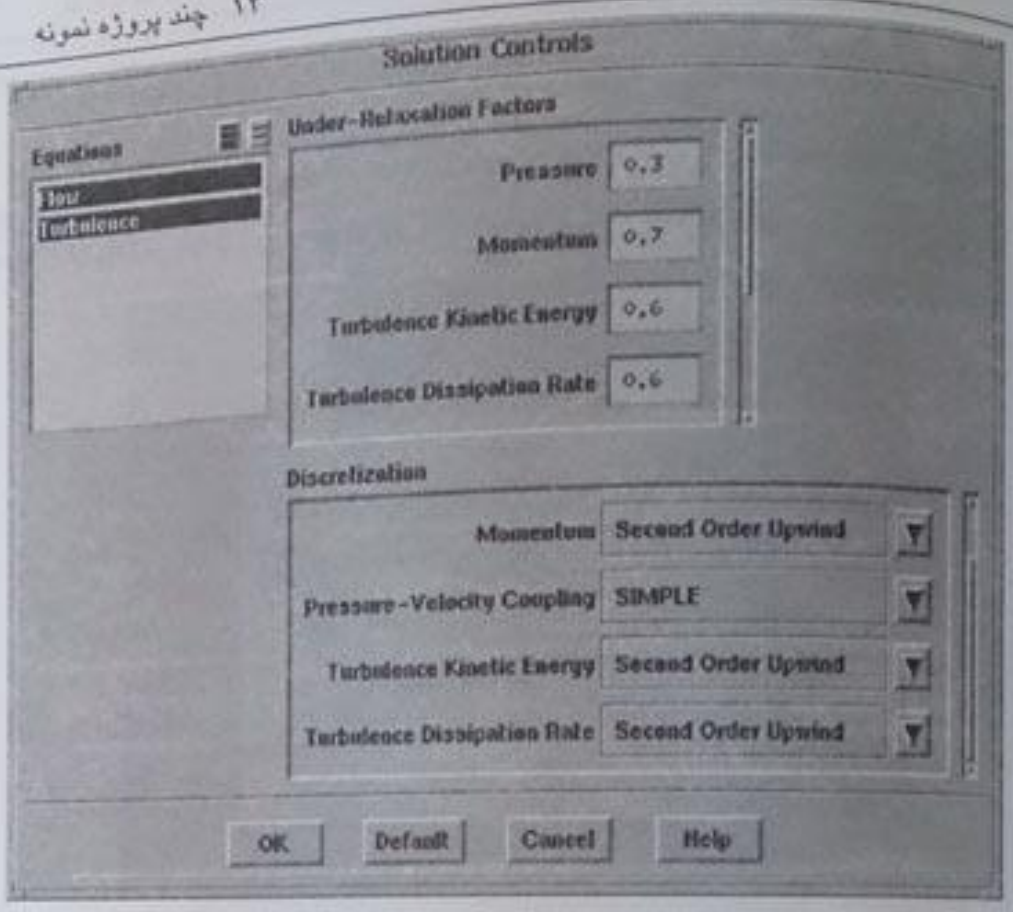
b) فعال کردن شیوه مجزاسازی Second Order Upwind برای Momentum، Turbulence Kinetic Energy و Turbulence Dissipation Rate.

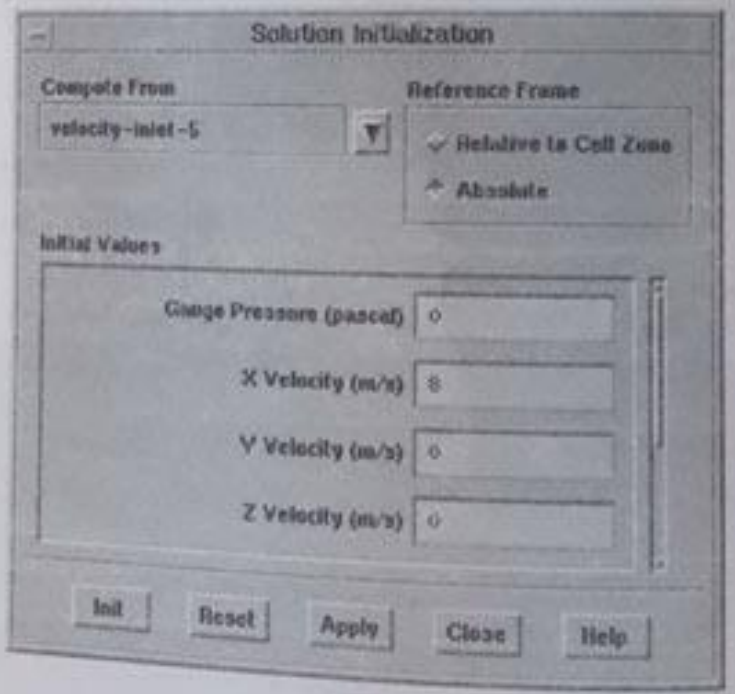
۲. فعال کردن رسم باقیماندهها هنگام انجام محاسبات.

Solve → Monitors → Residual...

۳. مقداردهی اولیه به میدان جریان با به‌کار بردن شرایط مرزی Velocity-inlet-5، انتخاب Absolute برای Reference Frame.

Solve → Initialize → Initialize...





۴. ذخیره فایل case (fan.cas).

File → Write → Case...

۵. اعمال 400 تکرار.

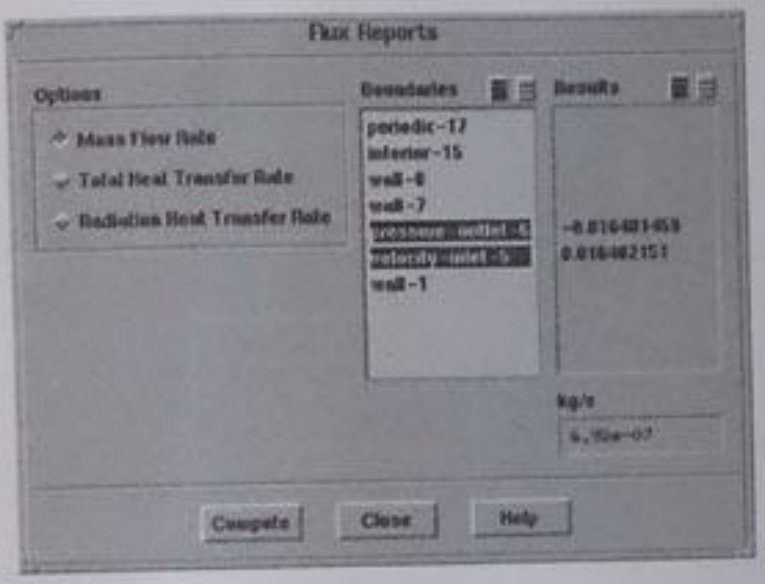
Solve → Iterate...

حل بعد از 270 تکرار همگرا می‌شود.

۶. بررسی بالانس شار گرمایی و جرمی.

Report → Fluxes...

انتخاب شرط مرزی Velocity-inlet-5 و Pressure-oulet-6 در زیر قسمت Boundaries و انتخاب گزینهٔ Mass Flow Rate در زیر قسمت Option و کلیک بر روی کلید Compute.



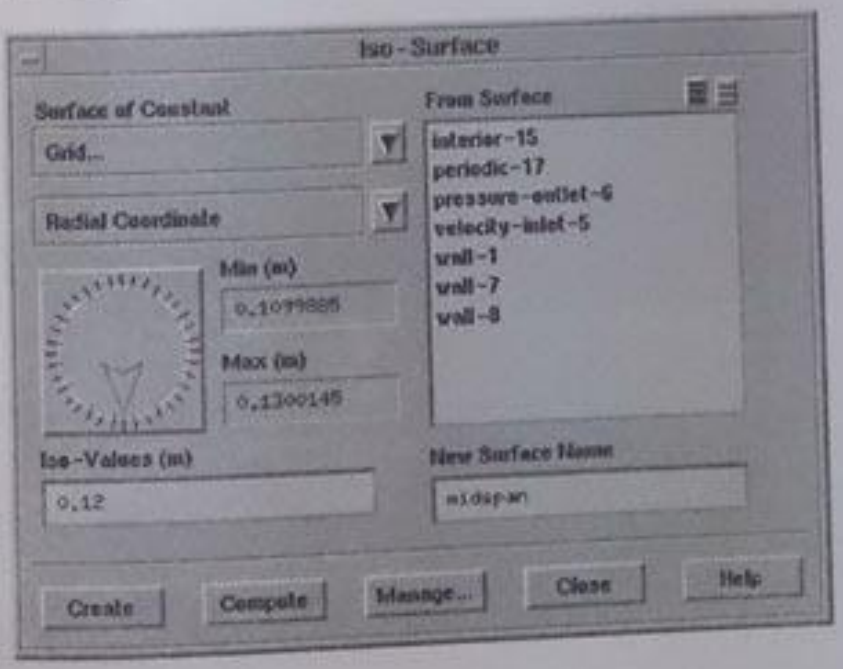
۷. ذخیره فایل Case و فایل data (fan1.dat و fan1.cas).

File → Write → Case & Data...

گام ۳-۶ خروجی‌سازی

۱. به‌وجود آوردن سطح میانه برای خروجی‌سازی.

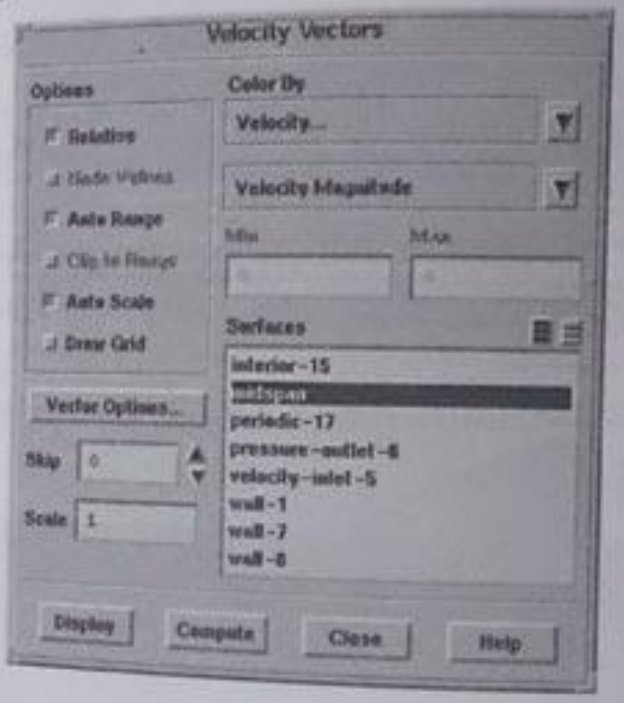
Surface → Iso-Surface...



a) انتخاب ...Grid و Radial Coordinate در لیست Surface of Constant.
b) کلیک بر روی کلید Compute برای محاسبه کردن مقادیر ماکزیمم و مینیمم.
c) وارد کردن 0.12 (متوسط مقدار مختصات شعاعی ماکزیمم و مینیمم) در حوزهٔ Iso-Values.
d) وارد کردن midspan در قسمت New Surface Name و
e) کلیک کردن بر روی کلید Create برای به‌وجود آوردن یک سطح یکسان.

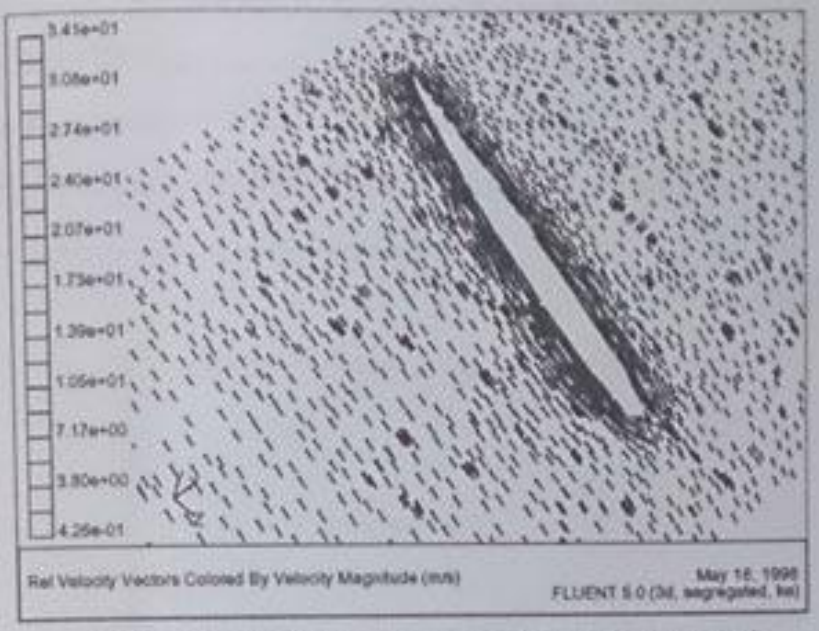
۲. نمایش بردارهای سرعت در سطح midspan.

Display→ Velocity Vectors...



a) فعال کردن گزینهٔ Relative در زیر قسمت Options برای نمایش سرعتها متناسب با فریم مرجع متحرک.
b) انتخاب midspan در لیست Surfaces.
c) کلیک بر روی کلید ...Vector Options برای باز شدن پانل Vector Options.
d) انتخاب arrow از لیست Style و کلیک بر روی کلید Apply و سپس بستن پانل و

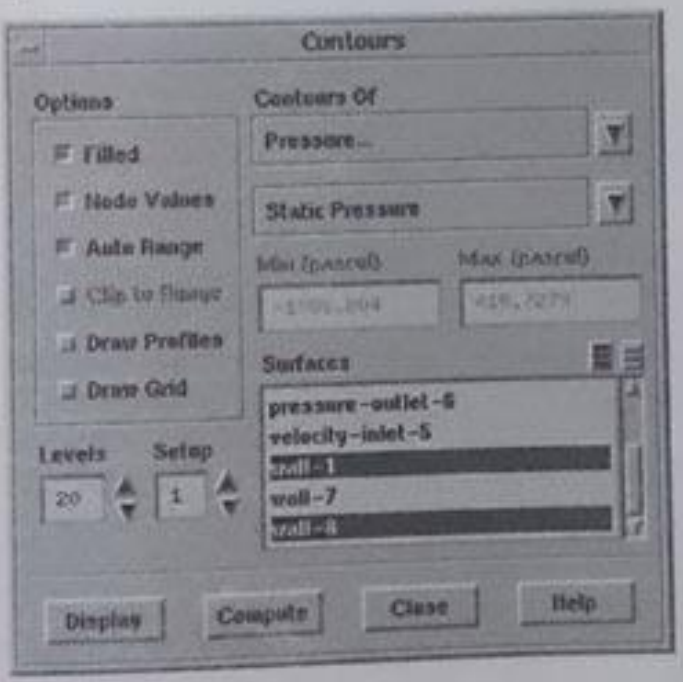
e) کلیک کردن بر روی کلید Display برای رسم بردارهای سرعت (شکل ۱۲-۴-۴).



شکل ۱۲-۴-۴ بردارهای سرعت نسبی بر روی صفحهٔ میانی

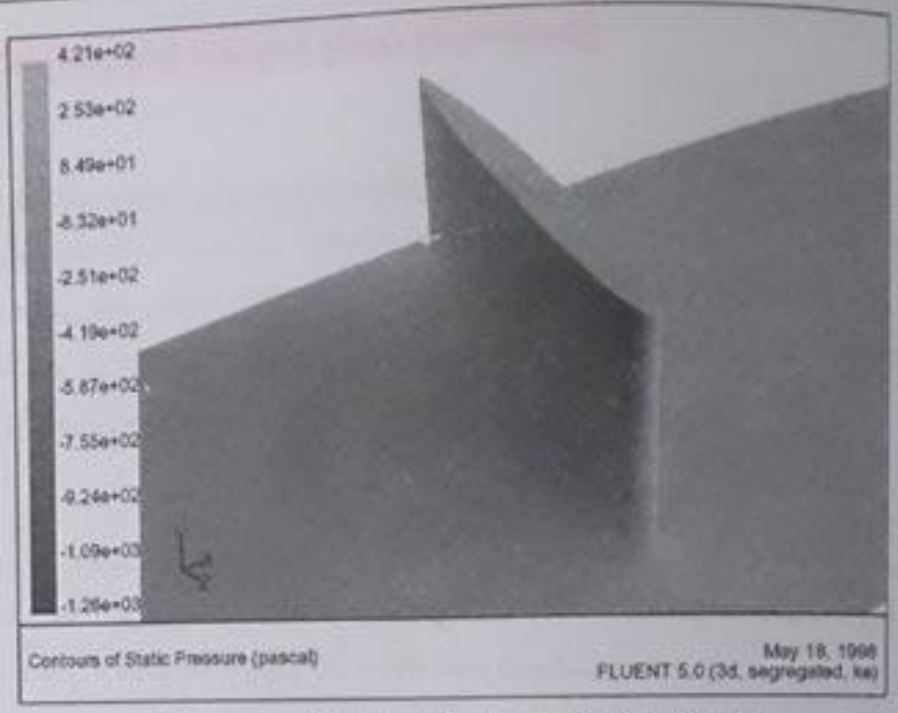
۳. نمایش کانتورهای فشار استاتیک در تیغهٔ فن و دیوار پایینی (دیوار متحرک).

Display → Contours...

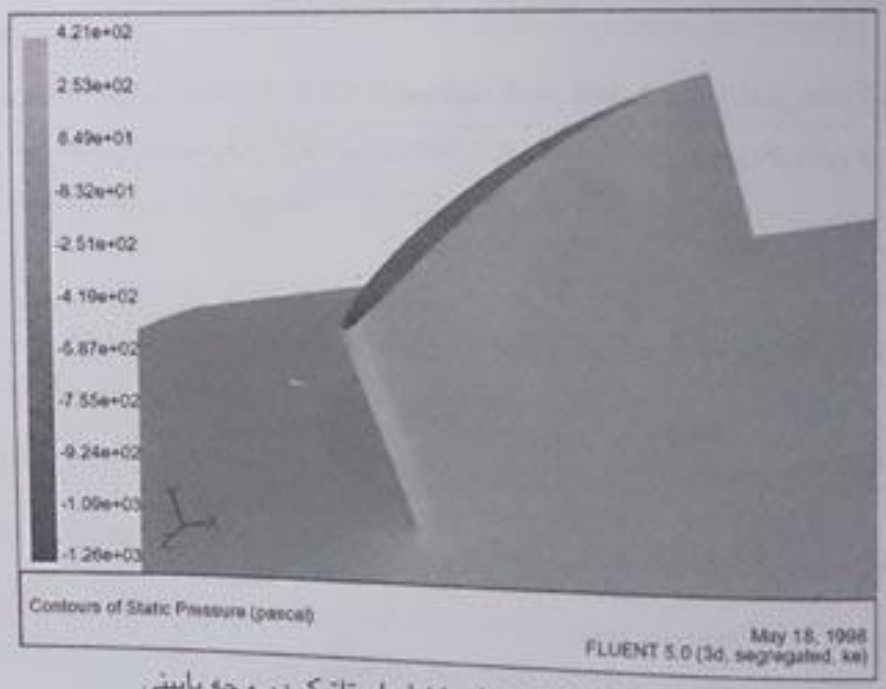


a) فعال کردن گزینهٔ Filled، انتخاب Wall-1 و Wall-8 در لیست Surfaces و کلیک روی کلید Display و

b) به‌کار بردن کلید چپ موس برای چرخاندن تصویر تا سطح بالایی (شکل ۱۲-۴-۵) و سطح پایینی (شکل ۱۲-۴-۶) مشاهده شود.



شکل ۱۲-۳-۵ کانتورهای فشار استاتیک در وجه بالایی



شکل ۱۲-۳-۶ کانتورهای فشار استاتیک در وجه پایینی

خلاصه

در این مثال قابلیت FLUENT برای مدل کردن مسایل دارای چرخش در سه بعد و خروجی‌سازی از نتایج حل مورد بررسی قرار گرفت. از این مراحل پایه در حل مسایل توربوماشینها نظیر توربینهای محوری و کمپرسورها، پره‌های سانتریفیوژ، پروانه‌ها، حفره‌ها و لوله‌های چرخان استفاده می‌شود.