

به نام خدا



Market Code

آموزش نرم افزار یک بعدی Roe

	توسعه دهنده کد: حسین بهشتی، کارشناسی ارشد. حبیب اله خزاعی، کارشناسی ارشد	
حسین بهشتی و حبیب اله خزاعی	تهیه کننده مستند:	
	تبدیل کننده کد: (از به)	
۹۲/۷/۲۲	تاریخ تنظیم:	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲.....	فهرست مطالب
۳.....	فهرست شکل ها
۴.....	فهرست جدول ها
۵.....	۱- مقدمه
۶.....	۲- معرفی متغیرهای نرم افزار
۹.....	۳- اعمال تنظیمات و ورودی های برنامه
۱۰.....	۴- خروجی های نرم افزار
۱۱.....	۵- نتایج و اعتبارسنجی
۱۲.....	۵-۱- حل عددی نازل همگرا-واگرا در حالت بدون شاک
۱۴.....	۵-۲- حل عددی نازل همگرا-واگرا در حالت با شاک

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱۱: شماتیک هندسه نازل دوبعدی همگرا-واگرای مورد مطالعه.....	۱۱
شکل ۲-۱۱: روند همگرایی تحلیل نازل دوبعدی همگرا-واگرا در حالت بدون شاک.....	۱۳
شکل ۳-۱۱: مقایسه نسبت فشار استاتیک به سکون در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت بدون شاک.....	۱۳
شکل ۴-۱۱: مقایسه نسبت دمای استاتیک به سکون در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت بدون شاک.....	۱۴
شکل ۵-۱۱: مقایسه عدد ماخ در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت بدون شاک.....	۱۴
شکل ۶-۱۱: روند همگرایی تحلیل نازل دوبعدی همگرا-واگرا در حالت با شاک.....	۱۵
شکل ۷-۱۱: مقایسه نسبت فشار استاتیک به سکون در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت با شاک.....	۱۶
شکل ۸-۱۱: مقایسه نسبت دمای استاتیک به سکون در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت با شاک.....	۱۷
شکل ۹-۱۱: مقایسه عدد ماخ در راستای محور نازل با مقدار تحلیلی در حالت با شاک.....	۱۷

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۱: متغیرهای عددی برنامه به ترتیب حروف الفبا..... ۶
- جدول ۱-۲: متغیرهای برداری برنامه (آرایه‌های یک‌بعدی) به ترتیب حروف الفبا..... ۷
- جدول ۱-۳: متغیرهای آرایه‌ای دوبعدی برنامه به ترتیب حروف الفبا..... ۸
- جدول ۳-۱: متغیرهای ورودی نرم‌افزار به ترتیب حروف الفبا..... ۹

۱- مقدمه

این نرم افزار معادلات اویلر در مختصات یک بعدی و در حالت پایا را برای جریان قابل تراکم به روش تفاضل محدود شار حل می کند. محاسبه شارها با استفاده از روش عددی رو که از گروه حل کننده تقریبی ریمن می باشد؛ انجام شده است. در این گزارش نحوه استفاده از این کد شرح داده شده است.

۲- معرفی متغیرهای نرم افزار

در جدول ۱-۲، جدول ۲-۲ و جدول ۳-۲ به ترتیب متغیرهای عددی، برداری (آرایه‌های یک‌بعدی) و آرایه‌های دوبعدی که در برنامه مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ به ترتیب حروف الفبا لیست شده است.

جدول ۱-۲: متغیرهای عددی^۱ برنامه به ترتیب حروف الفبا

متغیر	تعریف	واحد
Area0	سطح مقطع بحرانی یا گلوگاه نازل	m^2
C_Hat	مقدار متوسط رو ^۲ برای سرعت صوت	m/s
C_L	سرعت صوت در سمت چپ ^۳ ضلع شرقی ^۴ سلول‌ها	m/s
C_R	سرعت صوت در سمت راست ^۵ ضلع شرقی سلول‌ها	m/s
Cv	ظرفیت حرارتی ویژه در حجم ثابت	$J/kg.K$
CFL	ضریب گام زمانی	-
Dt	گام زمانی	s
DP	تغییرات فشار استاتیک	Pa
DRho	تغییرات چگالی	kg/m^3
Du	تغییرات سرعت	m/s
DX	اندازه شبکه	m
e_t	انرژی داخلی سکون	J/kg
Epsilon	پارامتر مورد استفاده در تصحیح انتروپی	-
Gamma	نسبت ظرفیت حرارتی	-
H_Hat	مقدار متوسط رو برای انتالپی سکون	J/kg
H_L_E	انتالپی سکون در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	J/kg
H_R_E	انتالپی سکون در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	J/kg
Iteration	تعداد تکرار حل عددی	-

^۱ Scalar Variables

^۲ Roe's Average Condition

^۳ Left Side (L)

^۴ East (E)

^۵ Right Side (R)

متغیر	تعریف	واحد
i_Max	تعداد نقاط شبکه در راستای محور افقی	-
L	طول نازل	m
P_Back	شرط مرزی فشار استاتیک خروجی	Pa
P_L_E	فشار استاتیک در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	Pa
P_R_E	فشار استاتیک در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	Pa
P0In	شرط مرزی فشار سکون ورودی	Pa
PInit	فشار استاتیک اولیه	Pa
R	ثابت گاز	J/kg.K
Rho_Hat	مقدار متوسط رو برای چگالی	kg/m ³
Rho_L_E	چگالی در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	kg/m ³
Rho_R_E	چگالی در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	kg/m ³
T0In	شرط مرزی دمای سکون ورودی	K
TInit	دمای استاتیک اولیه	K
u_Hat	مقدار متوسط رو برای چگالی	m/s
u_L_E	چگالی در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	m/s
u_R_E	چگالی در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	m/s
uInit	سرعت اولیه	m/s
W_L_E	ضریب وزنی ^۶ در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	-
W_R_E	ضریب وزنی در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	-

جدول ۲-۲: متغیرهای برداری^۷ برنامه (آرایه‌های یک‌بعدی) به ترتیب حروف الفبا

متغیر	تعریف	اندازه	واحد
Area	سطح مقطع	iii	m ²
Beta	نسبت دمای سکون به دمای استاتیک	2	-
dAdX	تغییرات سطح مقطع در راستای افقی	iii	m
Delta_W	اندازه بردار موج در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	۳	-
F_L_E	بردار شار در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	۳	-
F_R_E	بردار شار در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	۳	-
H_t	انتالپی سکون	iii	J/kg
Lambda	مقادیر ویژه ماتریس ژاکوبین مقادیر متوسط رو	۳	-
Lambda_L	مقادیر ویژه ماتریس ژاکوبین مقادیر متوسط رو در سمت چپ ضلع شرقی سلول‌ها	۳	-

^۶ Weight Factor

^۷ Vector Variables

متغیر	تعریف	اندازه	واحد
Lambda_R	مقادیر ویژه ماتریس ژاکوبین مقادیر متوسط رو در سمت راست ضلع شرقی سلول‌ها	۳	-
Mach	عدد ماخ	iii	-
P	فشار استاتیک	iii	Pa
Rho	چگالی	iii	kg/m ³
T	دمای استاتیک	iii	K
u	سرعت	iii	m/s
X	موقعیت در راستای افقی	iii	m

جدول ۳-۲: متغیرهای آرایه‌ای دوبعدی برنامه به ترتیب حروف الفبا

متغیر	تعریف	اندازه	واحد
Delta_F_E	متغیر واسطه ^۱ جهت محاسبه بردار شار	۳×۳	-
F_E	بردار شار در ضلع شرقی سلول‌ها	۳×iii	-
Q	بردار بقا ^۲ نقاط شبکه	۳×iii	-
T_Hat	بردارهای ویژه ماتریس ژاکوبین مقادیر متوسط رو	۳×۳	-

^۱ Dummy

^۲ Conservative Vector

۳- اعمال تنظیمات و ورودی‌های برنامه

در جدول ۱-۳ متغیرهای ورودی نرم‌افزار به ترتیب حروف الفبا لیست شده است.

جدول ۱-۳: متغیرهای ورودی نرم‌افزار به ترتیب حروف الفبا

متغیر	تعریف	واحد
CFL	ضریب گام زمانی	-
ConvergenceFN	نام فایل جهت ذخیره روند همگرایی	-
Gamma	نسبت ظرفیت حرارتی	-
Iteration	تعداد تکرار حل عددی	-
i_Max	تعداد نقاط شبکه در راستای محور افقی	-
L	طول نازل	m
P_Back	شرط مرزی فشار استاتیک خروجی	Pa
P0In	شرط مرزی فشار سکون ورودی	Pa
PInit	فشار استاتیک اولیه	Pa
R	ثابت گاز	J/kg.K
ResultFN	نام فایل جهت ذخیره نتایج حل عددی	-
T0In	شرط مرزی دمای سکون ورودی	K
TInit	دمای استاتیک اولیه	K
uInit	سرعت اولیه	m/s

به جز پارامتر i_Max که به دلیل نیاز آن جهت اختصاص فضا به آرایه‌های دینامیک، در برنامه اصلی مقداردهی شده است؛ باقی پارامترهای قابل تنظیم نرم‌افزار در زیربرنامه‌ای با عنوان SubSettings در فایل Settings.f90 به صورت منظم و دسته‌بندی شده موضوعی، قرار داده شده است. به غیر از موارد ذکر شده در اینجا، جهت استفاده از نرم‌افزار نیاز به تغییر قسمت دیگری در نرم‌افزار نمی‌باشد. هندسه میدان جریان سیال نیز در این زیربرنامه تعریف شده است و روابط مربوط به آن باید در این قسمت نوشته شوند.

۴- خروجی های نرم افزار

خروجی های نرم افزار دو فایل با نام های تعیین شده در متغیرهای ResultFN و ConvergenceFN با ساختار نرم افزار تک پلات^۱ می باشد. در فایل دوم روند همگرایی حل عددی ذخیره شده است. در فایل اول نیز نتایج حاصل از حل عددی لحاظ شده است. اطلاعاتی همچون هندسه، عدد ماخ، نسبت فشار استاتیک به سکون، نسبت دمای استاتیک به سکون برای هر دو حل عددی و تحلیلی در فایل نتایج قرار داده شده است. تولید فایل نتایج در زیر برنامه SubFileGen در فایل File.f90 انجام می گیرد. در صورت تغییر هندسه مساله و یا متغیرهایی که کاربر در فایل خروجی به آن نیاز دارد؛ تغییرات لازم باید در این زیر برنامه اعمال گردد.

^۱ TecPlot