



زیربرنامه **SA\_CellGrad3D**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان:** | **مرتضی نامور** |  |
| **تهیه کننده مستند:** | **مرتضی نامور** | |
| **تاریخ تنظیم سند:** | **22 / 02 /94** | |
| **تایید کنندگان:** |  | |
| **شماره سند:** | **MC2F039F1** | |
| **زبان برنامه نویسی:** | **Fortran 90** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SA\_Gradient\_Cell(Dim,NC,NF1,NF2,NF,NX,NY,NZ,A,WTNP1,WNP1,WB,WTB,IDS,**  **DNuXC,DNuYC,DNuZC,DRNuXC,DRNuYC, DRNuZC,DUX,DUY,DUZ,DVX,DVY,DVZ,DWX,DWY,DWZ)** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum **Dim**ension of Arrays | Dim |
|  | Integer | **N**umber of Existing **C**ells | NC |
|  | Integer | Index of 1st Non-Boundary **F**aces | NF1 |
|  | Integer | Index of Last Non-Boundary **F**aces | NF2 |
|  | Integer | **N**umber of **F**aces Constructing Computational Grid | NF |
| (1:Dim) | Real(8) | Normal Vectors of each Face | NX,NY,NZ |
| (1:Dim) | Real(8) | **A**rea of each cell | A |
| (1:5,1:Dim) | Integer | **I**nformation of Grid **D**ata **S**tructure | IDS |
| (1:Dim) | Real(8) | Conservative Values of Turbulemce Model at (N+1)th Time Step | WTNP1 |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values at (N+1)th Time Step | WNP1 |
| (1:Dim) | Real(8) | Conservative Values of Turbulemce Model at **B**oundary Faces | WTB |
| (1:6,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values and Pressure at **B**oundary Faces | WB |
|  |  |  | **Output** |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **U** Velocity in X,**Y,Z**-Axis direction | DUX,DUY,DUZ |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **V** Velocity in **X,Y,Z**-Axis direction | DVX,DVY,DVZ |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **W** Velocity in **X,Y,Z**-Axis direction | DWX,DWY,DWZ |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of in **X** and **Y** and **Z**-Axis direction | DNuXC,  DNuYC,  DNuZC |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of in **X** and **Y** and **Z**-Axis direction | DRNuXC,  DRNuYC,  DRNuZC |

* 1. وظایف

در این زیربرنامه، مقدار مشتقات اول مؤلفه های سرعت و همچنین مشتقات مرتبه اول  و  در هر سه راستای محورهای مختصات و در مرکز تمامی سلول­ها محاسبه می­شود.

* 1. تئوری و الگوریتم

در مدل **SA** برای محاسبه بخش های چشمه و پخش شوندگی، نیازمند مشتق اول برخی متغیرها در مرکز سلول می­باشد. لذا در این زیربرنامه، متغیرهای آشفتگی یعنی  و در مرکز تمامی سلول­ها محاسبه می­گردد.

برای محاسبه مشتقات تابعدر داخل سلول، از قضیه گرین-گوس و تبدیل انتگرال حجمی به سطحی استفاده می‌شود. با استفاده از قضیه گرین انتگرال یک تابع که بر روی یک حجم کنترل تعریف شده است بصورت زیر به انتگرال روی سطح تبدیل می گردد:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

در رابطه بالا  مقادیر تابع مورد نظر بر روی مرزهای حجم کنترل و *ds* مساحت تشکیل دهنده مرزهای حجم کنترل می باشد و n بردار عمود بر این قطاع ها می باشد که از روابط زیر قابل محاسبه است

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

بنابراین انتگرال یک کمیت برداری در یک حجم کنترل بصورت گسسته شده زیر محاسبه می گردد:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

حال فرض کنید مقدار مشتق یک تابع در راستای محور x مورد نظر باشد. برای این منظور می توان نوشت:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

با استفاده از فرض حجم محدود که بیان می کند، مقدار یک کمیت در تمام نقاط حجم کنترل یکسان است می توان نوشت:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

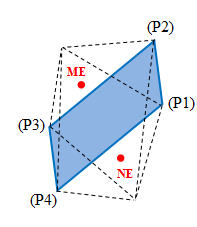
به همین ترتیب برای محاسبه مقدار مشتق یک تابع در راستای محور y و می توان نوشت:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

مقدار روی صفحه برابر است با میانگین مقادیر آن در دو سلول مجاور آن صفحه. برای مثال مقدار یک تابع بر روی صفحه گذرنده از نقاط P1، P2، P3 و P4 بصورت زیر محاسبه می شود:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

که ME، سلول سمت چپ صفحه و NE سلول سمت راست صفحه است.



1. چیدمان نقاط و سلول‌ها در ساختار ضلع محور

حال که نحوه محاسبه مشتق توضیح داده شده است به نحوه پیاده سازی آن در یک شبکه محاسباتی که ساختار داده ای آن ضلع محور است پرداخته می شود (در اینجا فرض شده است که خواننده با این نوع ساختار داده ای که برای ذخیره شبکه محاسباتی بکار می رود آشنایی دارد). بطور مثال برای محاسبه مشتق یک تابع در راستای y ابتدا مقدار صورت کسر مربوط به رابطه ‏(6) برای یک سلول محاسبه شده و در انتها با تقسیم آن بر حجم سلول، مقدار مشتق بدست می آید. نکته ای که در اینجا تا حدودی مبهم می باشد نحوه محاسبه صورت کسر اشاره شده یعنی عبارت زیر می باشد:

1. 

مفهوم این عبارت اینست که مقادیر باید برای تمام وجوه یک سلول محاسبه شود که مجموع آنها برابر است با عبارت فوق. از آن‌جا که شبکه محاسباتی دارای ساختار ضلع محور است، بنابراین با فراخوانی وجوه باید کار شود. نحوه کار این است که با فراخوانی هر وجه به دوسلول مجاور و نقاط تشکیل دهنده دست یافته می‌شود (با استفاده از آرایه IDS). حال اگر مقدار عبارت بر روی هر کدام از اضلاع شبکه محاسبه شود و به دو سلول مجاور آنها (که با استفاده از آرایه IDS به آنها دست یافته ایم) اضافه شود، رابطه ‏(8) برای تمام سلول های شبکه، بدست می آید.

تذکر:

در اینجا لازم است توجه شود که جهت بردار n بر اساس قضیه گرین-گوس باید بسمت بیرون حجم کنترل باشد. علاوه بر این باید توجه داشت هنگامی که گفته می شود "سلول اصلی یک ضلع" بدین معینست که جهت آن ضلع بگونه ایست که اگر در راستای آن بر روی مرزهای سلول اصلی حرکت کنیم، مرکز سلول اصلی در سمت چپ ما قرار دارد و به این دلیل مقدار بردار n برای "سلول اصلی یک ضلع" بسمت بیرون است و به همین ترتیب برای سلول همسایه آن بسمت داخل. بنابراین هنگامیکه عبارت  برای یک ضلع محاسبه می گردد، باید با علامت منفی به سلول همسایه اضافه شود

* 1. بخش های زیربرنامه

در این قسمت، تمامی بخش­های زیربرنامه­ مطابق با شماره­گذاری موجود در برنامه کامپیوتری ارائه شده است.

1. مقداردهی اولیه به آرایه ها

مقدار اولیه مشتقات برابر صفر قرار داده می­شود.

1. شروع حلقه تعیین مشتقات برای سلول­های غیرمرزی

در این قسمت ،مشتقات متغیرها در سلول­های غیر مرزی محاسبه می­گردد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

شماره سلول اصلی و مجاور ضلع مورد بررسی در پارامتر های محلی ذخیره می­گردد.

1. محاسبه متغیرها روی میانه اضلاع

مقدار متغیرهای ، ،  و  در میانه اضلاع با استفاده از شرایط مرزی محاسبه می­شوند.

1. محاسبه مشتقات روی سلول­های مرزی

با استفاده از رابطه (7)، بخشی از مقدار مشتق متغیرها محاسبه شده و به مقادیر آن روی مرکز سلول­های مرزی اضافه می­گردد.

1. تعیین مشتقات برای سلول­های مرزی

در این قسمت، مشتقات متغیرها در سلول­های مرزی محاسبه می­گردد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

اطلاعات سلول اصلی در پارامتر محلی ذخیره می شود.همچنین بردارهای عمود بر اضلاع در پارامترهای محلی ذخیره می شوند

1. محاسبه متغیرها روی میانه اضلاع

مقادیر متغیرهایو  و معین می شوند.

1. محاسبه مشتقات روی سلول­های غیرمرزی

مقادیر محاسبه شده در بخش قبل برای ترم های  و به سلول مجاور ضلع مورد بررسی اضافه می گردد.

1. محاسبه نهایی مشتقات در تمامی سلول­ها

مطابق روابط (5)و ‏‏(6) و در یک حلقه تکرار روی تمامی سلول­ها، مقادیر مشتقات محاسبه شده در قسمت­های قبل تقسیم بر حجم هر سلول می­شوند.