



زیربرنامه **LES\_Cell\_Gradiant**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان:** | **مرتضی نامور** |  |
| **علیرضا رضایی** |  |
| **تهیه کننده مستند:** | **مرتضی نامور، علیرضا رضایی** | |
| **تاریخ تنظیم سند:** | 06/07/1394 | |
| **تایید کنندگان:** |  | |
| **شماره سند:** | **MC5F098F1** | |
| **زبان برنامه نویسی:** | **Fortran 90** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **LES\_Cell\_Gradiant(Dim,NC,NF1,NF2,NF,A,NX,NY,IDS,PHI,DPHIX,DPHIY)** | | | |
| **Dimension** | **Variable 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 grid | NF |
| (1:Dim) | Real(8) | **A**rea of each cell | A |
| (1:Dim) | Real(8) | Normal Vectors of each Face | NX,NY |
| (1: 4,1:Dim) | Integer | **I**nformation of **D**ata **S**tructured | IDS |
| (1:Dim) | Real(8) | Property | Phi |
|  |  |  | **Output** |
| (1:Dim) | Real(8) | Gradient of property in x direction | DPHIX |
| (1:Dim) | Real(8) | Gradient of property in y direction | DPHIY |

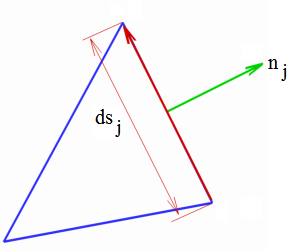
* 1. وظایف

ورودی زیربرنامه حاضر یک تابع دلخواه  و خروجی آن مشتق این تابع در راستاهای x و y می باشد.

* 1. توضیحات و تئوری­ها

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:

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



1. تبدیل انتگرال روی مساحت به انتگرال روی مرز

در رابطه بالا  مقادیر تابع مورد نظر بر روی مرزهای حجم کنترل و *ds* طول قطاع های 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:

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

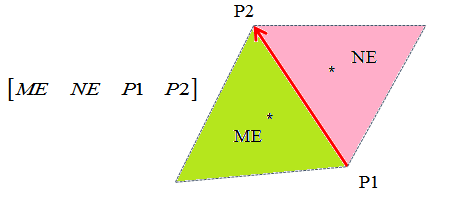
به همین ترتیب برای محاسبه مقدار مشتق یک تابع در راستای محور yوz می توان نوشت:

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

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 و P2 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 یه رابطه ‏(6) برای یک سلول محاسبه شده و در انتها با تقسیم آن بر مساحت 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:

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

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.

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. بخش­های زیربرنامه

باید توجه شود که در این زیربرنامه برای محاسبه مقدار مشتق با تابع، مقادیر آن تابع بر روی هر ضلع بعنوان ورودی زیربرنامه می باشد. همچنین لازم است اشاره شود که جهت صرفه جویی در محاسبات از روابط زیر استفاده شده است:

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

که مقادیر نیز ورودی این زیربرنامه می باشند.

1. جاروب کردن وجوه غیرمرزی شبکه

در اینجا یک حلقه بر روی تمام اضلاع غیرمرزی شبکه وجود دارد که روابط زیر برای محاسبه مشتقات تابع در راستای x و y محاسبه شده و به سلول های اصلی و همسایه هر ضلع اضافه می گردد.

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

1. ذخیره شماره سلول اصلی و همسایه در پارامترهای محلی

همانگونه که از ساختار داده ای ضلع محور استفاده شده در این زیربرنامه می دانیم، سلول اصلی و همسایه در آرایه IDS ذخیره شده است که در اینجا شماره این سلول ها در پارامترهای محلی ذخیره می گردد.

1. محاسبه عبارات 

حاصل عبارات  در این قسمت محاسبه می شود.

1. اضافه کردن مقادیر محاسبه شده در بخش قبل به سلول اصلی و همسایه یک ضلع

همانگونه که قبلا توضیح داده شد، بدلیل اختلاف در علامت بردار نرمال یک ضلع برای سلول اصلی و همسایه، عبارات  با علامت مثبت به سلول اصلی و با علامت منفی به سلول همسایه اضافه می گردد.

1. جاروب کردن وجوه مرزی شبکه

در اینجا یک حلقه بر روی تمام اضلاع مرزی شبکه وجود دارد که مانند بخش 1 می باشد با این تفاوت که در اینجا اضلاع مورد بررسی دارای ضلع همسایه نبوده . بنابراین روابط محاسبه شده تنها به سلول اصلی هر ضلع اضافه می گردد.

1. محاسبه‎ی گرادیان

پس از محاسبه روابط ‏(10) برای هر کدام از سلول های شبکه، مقدار گرادیان ها (مشتقات مرتبه اول) با استفاده از معادله ‏(5) و ‏(6) در راستای محور x و yوZ محاسبه می گردد.