



زیربرنامه **KwSST\_Trans\_FaceGrad3D**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان:** | **مرتضی نامور** |  |
| **تهیه کننده مستند:** | **مرتضی نامور** | |
| **تاریخ تنظیم سند:** | **26 / 04 /96** | |
| **تایید کنندگان:** |  | |
| **شماره سند:** | **MC2F054F1** | |
| **زبان برنامه نویسی:** | **Fortran 90** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **KFi\_FaceGrad3D(Dim,NFW1,NFW2,NF,NF1,NF2,NFS1,NFS2,NP,NC,IDS,FaceType,X,Y,Z,XC,YC,ZC,WNP1,WTNP1,WB,WTB,DKX,DKY,DKZ,DFiX,DFiY,DFiZ)** | | | |
| **Dimension** | **Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum Dimension of Arrays | Dim |
|  | Integer | Index of 1st Faces on Wall Boundary | NFW1,NFW2 |
|  | Integer | Number of Faces Constructing Computational Grid | NF |
|  | Integer | Index of 1st and last Non-Boundary Faces | NF1,NF2 |
|  | Integer | Index of 1st **F**aces on **S**ymmetry Boundary | NFS1 |
|  | Integer | Index of Last **F**aces on **S**ymmetry Boundary | NFS2 |
|  | Integer | Number of Existing Cells | NC |
|  | Integer | Number of Existing Points | NP |
| (1:6,1:Dim) | Integer | Information of Grid Data Structure | IDS |
| (1:Dim) | Integer | Number of Edges Belong to Each Face | FaceType |
| (1:Dim) | Real(8) | Coordinate of Points | X,Y,Z |
| (1:Dim) | Real(8) | Coordinate of Element’s Center | Xc,Yc, Zc |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values at (N+1)th Time Step | WNP1 |
| (1:2,1:Dim) | Real(8) | Turbulence Variables | WTNP1 |
| (1:6,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values and Pressure at Boundary Faces | WB |
| (2:Dim) | Real(8) | Turbulence Variable at Boundary Faces | WTB |
|  |  |  | **Output** |
| (1:Dim) | Real(8) | Derivative of k in X, Y and Z-Axis direction | DKX,DKY,DKZ |
| (1:Dim) | Real(8) | Derivative of  in X, Y and Z-Axis direction | DFiX,DFiY,FDiZ |

* 1. وظایف

در این زیربرنامه، مقدار مشتق متغیرهای آشفتگی بر روی تمامی اضلاع شبکه محاسبه می­گردد. توجه شود مقدار مشتق در اضلاع دارای شرایط مرزی تقارن، برابر صفر قرار داده می شود. ذکر این نکته مهم است که در این زیربرنامه، مراحل متوسط­گیری برای محاسبه مقادیر توربولانسی بر روی نقاط انجام شده و این مقادیر برای محاسبه گرادیان­ بروی وجوه­ها به زیر برنامه GradFace3D منتقل می­شود.

* 1. تئوری و الگوریتم

با توجه به معادلات توربولانسی، لازم است مقدار مشتق مرتبه اول مقادیر توربولانسی در میانه اضلاع حجم کنترل محاسبه گردد. در اینجا محاسبه گرادیان با استفاده از قضیه Green-Gause انجام می­شود. برای اینکار، ابتدا همانند شکل (1) یک حجم کنترل فرضی در اطراف هر کدام از اضلاع حجم کنترل در نظر گرفته می شود.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| نمونه سلول دوبعدی | نمونه سلول سه بعدی |

1. حجم کنترل فرضی در اطراف یک ضلع

طبق این روش باید مقادیر توربولانسی بر روی نقاط سلول مجازی مشخص شود (طبق شکل1 برای سلول دو بعدی، مقادیر بر روی نقاطP1 و P2 و برای سلول سه بعدی مقادیر بر روی نقاط P1، P2، P3 و P4 باید تعیین شود). زیرا تمامی مقادیر توربولانسی در مرکز سلوها مشخص شده و نیازمند تعیین این مقادیر بر روی نقاط تشکیل دهنده اضلاع هستیم. برای تعیین مقایر اسکالر بر روی هر یک از نقاط ذکر شده، از یک متوسط گیری ساده استفاده شده است. طبق این مدل (شکل (2)) مقدار هر پارامتر اسکالر U بر روی نقاط از میانگین گیری همان مقدار بر روی اضلاع متصل به آن حاصل می­شود.

|  |  |
| --- | --- |
| (1) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| اضلاع متصل به یک نقطه در شبکه دو بعدی |  |
| اضلاع متصل به یک نقطه در شبکه سه بعدی |  |
| 1. نحوه محاسبه مقادیر بر روی نقاط با میانگین­گیری | |

با توجه به این شکل، مقادیر  و  در نقطه دلخواه P مطابق رابطه زیر تعیین می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (2) |  |

در این زیربرنامه ابتدا مقادیر توربولانسی در نقاط شبکه با یک میانگین گیری تعیین و سپس در زیر برنامه ای جداگانه ای مشتقات برای آنها تعیین می گردد. ذکر این نکته بسیار ضروری است که در اضلاع مربوط به مرز دوردست مقدار مشتقات تقریبا برابر صفر است و به این دلیل از محاسبه آنها صرفنظر شده است. اما باز هم مقدار این متغیرها بر روی وجوه مشخص نیست. بازهم، برای بدست آوردن این مقادیر در مراکز وجوه، از یک میانگین گیری ساده استفاده شده است. به عبارت دیگر، مقدار این متغیرها در مراکز وجوه، از متوسط این مقادیر در مرکز سلول اصلی و همسایه بدست می­آید.

|  |  |
| --- | --- |
| (3) |  |

* 1. بخش های زیربرنامه

در این قسمت، تمامی بخش­های زیربرنامه­ مطابق با شماره­گذاری موجود در برنامه کامپیوتری ارائه شده است. توجه شود که این زیربرنامه برای محاسبه مشتق مقادیر توربولانسی دو معادله ای نوشته شده است بنابراین  می توان باشد.

1. مقداردهی اولیه به آرایه ها

مقدار اولیه مقادیر متغیرهای توربولانسی نقاط شبکه برابر صفر قرار داده می­شود. زیرا این مقادیر از جمع همین مقادیر بر روی اضلاع متصل به آن نقطه محاسبه می­شود، بنابراین با یک پروسه اضافه کردن مقادیر به مقادیر قبلی مواجه هستیم. به این دلیل باید آرایه مربوط به اینکار در ابتدای زیربرنامه برابر صفر قرار داده شود. همچنین در اینجا یک آرایه وجود دارد که در آن تعداد نقاط متصل به هر کدام از نقاط شبکه ذخیره شده است که باید در ابتدا برابر صفر قرار داده شود.

1. محاسبه مجموع متغیرهای آشفتگی در نقاط غیرمرزی

در این بخش مجموع مقدار متغیرهای آشفتگی نقاط غیر مرزی در یک حلقه تکرار تعیین می گردد. برای اینکار ابتدا یک متوسط گیری با استفاده از مقادیر سلول های اصلی و همسایه هر ضلع انجام می شود و سپس مقادیر مربوط به هر نقطه با استفاده از اضلاع متصل به آن نقطه انجام می گیرد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

اطلاعات سلول اصلی ضلع مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می­گردند.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع

با استفاده از رابطه (3) و با یک میانگین­گیری ساده از سلول­های مجاور، مقدار و و Ɣ روی در میانه اضلاع محاسبه می­شوند.

1. اضافه کردن متغیرهای آشفتگی به مقادیر قبلی

همانطور که گفته شد، مقدار  و  و Ɣهر کدام از نقاط شبکه در آرایه­هایی ذخیره می­گردند. بنابراین مقدار محاسبه شده به آرایه در نظر گرفته شده اضافه می­گردد. همینطور از آنجا که به تعداد اضلاع متصل به یک نقطه، جهت میانگین­گیری نیاز می­باشد، لازم است تعداد اضلاع متصل به یک نقطه تعیین گردد. برای این منظور یک آرایه در نظر گرفته در نظر گرفته شده است. لذا یک واحد به تعداد اضلاع متصل به نقاط اضافه می­گردد.

1. محاسبه مجموع متغیرهای آشفتگی در نقاط مرزی

در این قسمت، مجموع متغیرهای آشفتگی در نقاط مرزی محاسبه می­گردد.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع

با استفاده از مقادیر بقایی مرزی، مقدار  و  و Ɣروی مرزها تعیین می­شوند.

1. اضافه کردن متغیرهای آشفتگی به مقادیر قبلی

در این قسمت مقادیر میانگین محاسبه شده  و و Ɣ به تمام نقاط آن وجه اضافه می گردد. همچنین از آنجا که به تعداد وجوه متصل به هر نقطه در مراحل بعدی نیاز است، بنابراین یک واحد به تعداد وجوه متصل به هر کدام از نقاط اضافه می گردد.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی نقاط

با استفاده از رابطه ‏(1)، مقدار  و  و Ɣدر نقاط شبکه محاسبه می­شوند.

1. تعیین متغیرهای آشفتگی روی نقاط مرز دیوار

مقدار  و  و Ɣروی نقاط واقع بر دیوار با توجه به شرایط مرزی تعیین می­شوند.

1. استخراج مقادیر توربولانسی از مقادیر بقایی

در این قسمت متغیرهای آشفتگی توسط ترم های بقایی آشفتگی تعریف می شوند

1. اضافه کردن متغیرهای آشفتگی به مقادیر قبلی

در این قسمت مقادیر میانگین محاسبه شده  و و Ɣ به تمام نقاط آن وجه اضافه می گردد. همچنین از آنجا که به تعداد وجوه متصل به هر نقطه در مراحل بعدی نیاز است، بنابراین یک واحد به تعداد وجوه متصل به هر کدام از نقاط اضافه می گردد.

1. مقدار دهی تعداد معادلات بقایی

در اینجا تعداد معادلات بقایی یا به عبارت دیگر تعداد متغیرهایی که محاسبه گرادیان آنها مد نظر است تعیین می­گردد.

1. تعیین ابعاد آرایه ورودی و خروجی زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D)

مقادیر  و  و Ɣ بر روی نقاط شبکه و مراکز شبکه در قالب تابع Func و PrimFuncبه عنوان ورودی به زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D) معرفی می­شود. همینطور تابع Dfunc به عنوان خروجی این زیر برنامه است که یقینا گرادیان­های متغیرهای ورودی می­باشد. بنابراین این توابع باید بعد گذاری شوند. تعداد بعد توابع ورودی و خروجی زیر برنامه محاسبه گرادیان (GradFace3D) بستگی به تعداد متغیری دارد که قصد محاسبه گرادیان آنها را داریم. لذا بعد آن در زیر برنامه­های مختلف متفاوت است که به همین دلیل از دستور Allocate جهت تعریف بعد این آرایه استفاده شده است.

1. ذخیره مقادیر توربولانسی نقاط در آرایه جدید

مقادیر توربولانسی در هریک از نقاط در آرایه جدید ذخیره شده تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد. علت این موضوع این هست که مقادیر  و  و Ɣ برای محاسبه گرادیان به زیر برنامه ی GradFace3D منتقل می­شوند. در این زیر برنامه متغیرهای ورودی نقاط با نام Func می­باشند که در اینجا  و  هستند.

1. ذخیره مقادیر توربولانسی مرکز سلول در آرایه جدید

مقادیر توربولانسی در هریک ازمراکز سلول­ها در آرایه جدید ذخیره شده تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد. همانند حالت قبل علت این موضوع این هست که مقادیر  و  برای محاسبه گرادیان به زیر برنامه ی GradFace3D منتقل می­شوند. در این زیر برنامه متغیرهای ورودی مراکز سلول­ها با نام PrimFunc­ می­باشند که در اینجا  و  و Ɣ هستند.

1. فراخوانی زیربرنامه مربوط به محاسبه گرادیان­

در این زیر برنامه، با استفاده از مقادیر توربولانسی میانیابی شده بر روی نقاط تشکیل دهنده سلو­های محاسباتی، گرادیان­های  و  و Ɣ محاسبه می­شود که توضیحات مربوط به این زیر برنامه موجود می­باشد.

1. ذخیره کردن گرادیان­های محاسبه شده در مرحله قبل در آرایه­های جدید

در این قسمت، گرادیان­های  و  و Ɣ در سه راستای اصلی در آرایه مربوط به گرادیان­ها ذخیره می­شود. علت این موضوع نیز این است که خروجی زیر برنامه در حالت کلی به شکل DFunc می باشد که در اینجا برابر گرادیان های  و  و Ɣ است.

1. صفرنمودن گرادیان­های عمود بر مرزهای تقارن

.همانطور که واضح است، تمامی گرادیان­های عمود بر مرز باید در مرزهای تقارن صفر شوند. بدین منظور با توجه به بردارهای عمود بر مرز، مشتقات صفر می­شوند. به طور مثال اگر صفحه (مرز) مورد نظر عمود بر محور x بود تمام گرادیان­ها در این راستا صفر می­شوند.

1. بی بعد کردن آرایه ورودی و خروجی زیر برنامه (GradFace3D)

همانطور که قبلا گفته شد تابع ورودی و خروجی به زیر برنامه محاسبه گرادیان در زیر برنامه­های مختلف ممکن است دارای بعدهای مختلف باشد. بنابراین این توابع را که در مرحله 14 بعد دار کردیم در این قسمت جهت استفاده در زیر برنامه­های دیگر (تعیین گرادیان های متغیرهای دیگر) با دستور Deallocat بی­بعد می­کنیم.