



**زیربرنامه:**

KFi\_FaceGrad

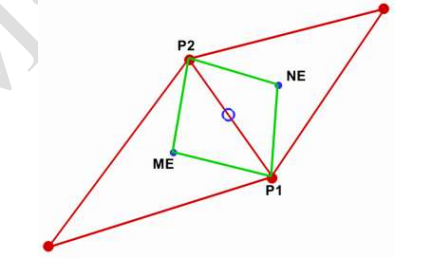
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مرتضی نامور | |
| **تاییدکنندگان** | مرتضی نامور | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 22/02/1394 | |
| **شناسه سند** | **MC2F054F1** | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

1. وظایف

در این زیربرنامه، مقدار مشتق متغیرهای آشفتگی بر روی تمامی اضلاع شبکه محاسبه می­گردد. توجه شود که برخی مواقع باید مقدار مشتق در بعضی اضلاع برابر صفر قرار داده شود اما از آنجا که این زیربرنامه بصورت کلی نوشته شده است، اینکار در اینجا انجام نمی شود.

1. تئوری و الگوریتم

به منظور محاسبه مقدار مشتق اول متغیری مانند  در میانه ضلع یک سلول غیرمرزی، حجم کنترل فرضی چهاروجهی در اطراف هر کدام از اضلاع سلول در نظر گرفته می­شود [1]:



1. حجم کنترل فرضی اطراف یک ضلع غیرمرزی

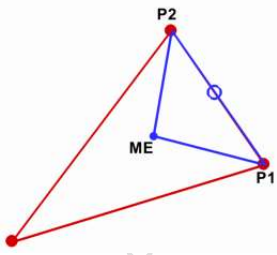
با توجه به ‏شکل (1) ، جهت محاسبه مشتقات در میانه اضلاع سلول، از روابط زیر استفاده می­گردد :

1. 

در این روابط، می­تواند هر یک از دو متغیر توربولانسی باشد، همچنین شمارنده اضلاع حجم کنترل فرضی است و  نیز مساحت حجم کنترل فرضی است که از رابطه زیر به دست می­آید:

1. 

اما برای محاسبه مقدار مشتق اول متغیر  در میانه ضلع یک سلول مرزی، حجم کنترلی مطابق ‏شکل (2) در نظر گرفته می­شود:



1. حجم کنترل فرضی اطراف یک ضلع مرزی

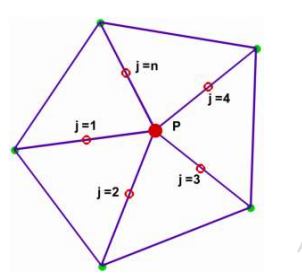
با توجه به شکل بالا، جهت محاسبه مشتقات در میانه اضلاع سلول، از روابط زیر استفاده می­گردد:

1. 

 مساحت حجم کنترل فرضی است که با استفاده زیر به دست می­آید:

1. 

اما برای استفاده از روابط بالا، ابتدا می­بایست مقادیر توربولانسی در نقاط شبکه محاسبه شوند. برای این کار از یک میانگین­گیری ساده استفاده شده است. شکل زیر را در نظر بگیرید:



1. تعیین متغیرهای آشفتگی در نقطه P

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

1. 
2. 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. 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

برای استفاده از رابطه ‏(5)، ابتدا می­بایست مجموع متغیرهای آشفتگی را در هر نقطه محاسبه کرد. در این قسمت، مجموع متغیرهای آشفتگی در نقاط غیرمرزی محاسبه می­گردد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

نقاط تشکیل دهنده ضلع مورد بررسی و دو سلول مجاور آن در پارامترهای محلی ذخیره می­گردند.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع

با یک میانگین­گیری ساده از سلول­های مجاور، مقدار و  روی در میانه اضلاع محاسبه می­شوند.

1. اضافه کردن متغیرهای آشفتگی به مقادیر قبلی

همانطور که گفته شد، مقدار  و  هر کدام از نقاط شبکه در آرایه­هایی ذخیره می­گردند. بنابراین مقدار محاسبه شده به آرایه در نظر گرفته شده اضافه می­گردد.

1. تعیین تعداد اضلاع متصل به هر کدام از نقاط شبکه

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

همانطور که گفته شد، برای استفاده از رابطه ‏(5)، ابتدا می­بایست مجموع متغیرهای آشفتگی را در هر نقطه محاسبه کرد. در این قسمت، مجموع متغیرهای آشفتگی در نقاط مرزی محاسبه می­گردد.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

نقاط تشکیل دهنده ضلع مورد بررسی در پارامترهای محلی ذخیره می­گردند.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع

با استفاده از شرایط مرزی، مقدار  و  روی مرزها تعیین می­شوند.

1. اضافه کردن متغیرهای آشفتگی به مقادیر قبلی

همانطور که گفته شد، مقدار  و  هر کدام از نقاط شبکه در آرایه­هایی ذخیره می­گردند. بنابراین مقدار محاسبه شده به آرایه در نظر گرفته شده اضافه می­گردد.

1. تعیین تعداد اضلاع متصل به هر کدام از نقاط شبکه

یک واحد به تعداد اضلاع متصل به نقاط اضافه می­گردد.

1. محاسبه متغیرهای آشفتگی نقاط

با استفاده از رابطه ‏(5)، مقدار  و  در نقاط شبکه محاسبه می­شوند.

1. تعیین متغیرهای آشفتگی روی نقاط مرز دیوار

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

1. تعیین مشتق متغیرهای آشفتگی روی اضلاع غیرمرزی

در این قسمت، مقدار مشتق اول متغیرهای آشفتگی  و  در میانه اضلاع غیرمرزی محاسبه می­شوند.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

نقاط تشکیل دهنده ضلع مورد بررسی و دو سلول مجاور آن در پارامترهای محلی ذخیره می­گردند.

1. محاسبه مولفه­های طول اضلاع و مساحت مرتبط با ضلع مورد بررسی

مقدار مولفه­های طول اضلاع چهارضلعی  ‏شکل (1)، در جهت محورهای مختصات محاسبه شده و در پارامترهای محلی ذخیره می­گردد. همچنین مساحت این چهارضلعی با استفاده از رابطه ‏(2) محاسبه می­شود.

1. محاسبه مشتق متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع غیرمرزی

مشتق  و  در میانه اضلاع غیرمرزی با استفاده از رابطه ‏(1) تعیین می­شوند.

1. تعیین مشتق متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع مرزی

مقدار مشتق اول متغیرهای آشفتگی  و  در میانه اضلاع مرزی محاسبه می­شوند.

1. ذخیره اطلاعات ضلع مورد بررسی

نقاط تشکیل دهنده ضلع مورد بررسی و سلول مجاور آن در پارامترهای محلی ذخیره می­گردند.

1. محاسبه مولفه­های طول اضلاع و مساحت مرتبط با ضلع مورد بررسی

مقدار مولفه­های طول اضلاع سه­ضلعی  ‏شکل (2)، در جهت محورهای مختصات محاسبه شده و در پارامترهای محلی ذخیره می­گردد. همچنین مساحت این سه­ضلعی با استفاده از رابطه ‏(4) محاسبه می­شود.

1. محاسبه مشتق متغیرهای آشفتگی روی میانه اضلاع مرزی

مشتق  و  در میانه اضلاع مرز دیوار با استفاده از رابطه ‏(3) تعیین می­شوند.

1. مراجع

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | D. A. Anderson, J. C. Tannehill and R. H. Pletcher, Computational fluid dynamics and heat transfer, Washington: Hemisphere, 1984. |