



**زیربرنامه:**

GridFlux\_3D

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور، مجید ولدخانی |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مجید ولدخانی | |
| **تاییدکنندگان** | مرتضی نامور | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 26/04/1396 | |
| **شناسه سند** |  | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

1. وظایف

در این زیر برنامه شار ناشی از حرکت هر وجه از شبکه و سرعت حرکت وجه در روش ALE محاسبه می‌گردد. در واقع در این زیر برنامه عبارت را به عنوان شار شبکه محاسبه می‌نماید.

1. توضیحات و تئوری­ها

در روش ALE در معادلات حاکم یک ترم جدید ظاهر می‌گردد که مانع بسته شدن دستگاه معادلات می‌شود. این ترم، بردار سرعت شبکه است که با نشان داده شده است. با استفاده از مختصات پیشین و جدید نقاط می­توان سرعت شبکه را به دست آورد. در ابتدا برای درک بهتر ابتدا محاسبه شار در دو بعد ارائه می­شود و سپس به محاسبه شار در سه بعد پرداخته می­شود.

* 1. محاسبه شار شبکه متحرک در دو بعد

در فضای دو بعدی مرز هر سلول از شبکه بصورت مجموعه­ای پاره خط می­باشد (مثلث، مستطیل و...)، بنابراین برای سادگی در محاسبه شار شبکه از رابطه بر روی یک پارخط نمونه انتگرال گرفته می­شود ( در این بخش معادل با در بخش پیشین می­باشد). رابطه زیر مساحت جاروب شده توسط حرکت ضلع از شبکه متحرک بصورت رابطه زیر محاسبه می­شود.



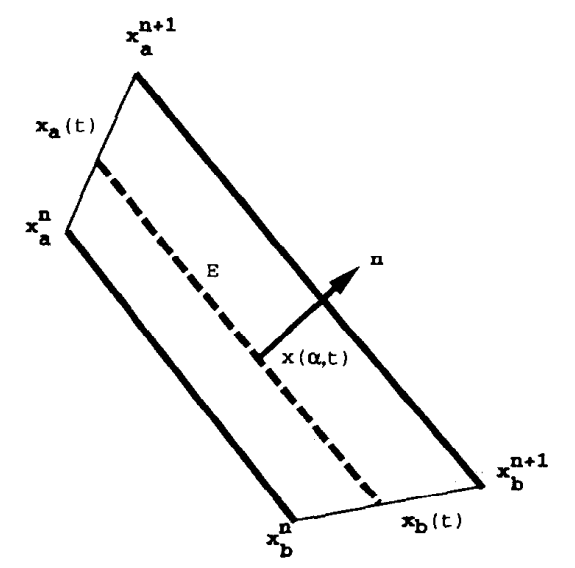
فرض کنید و به بردار موقعیت­های لحظه­ای دو نقطه و اشاره دارد ( ‏شکل (1) ). موقعیت هر نقطه بر روی ضلع در طی زمان را می­توان پارامتری شده به صورت زیر نوشت:



که در معادلات فوق و به صورت زیر تعریف می­شوند:



و یک تابع حقیقی است که:



1. پارامتری کردن موقعیت نقاط یک ضلع متحرک در یک فضای دو بعدی

با قرار دادن معادلات 3 و 4 در معادله 2 داریم:



در معادلات فوق طول ضلع و می­باشند. بردار سرعت شبکه و از مشتق معادله 4 بدست می­آید:



*در معادلات فوق طول ضلع و می­باشند. بردار سرعت شبکه و از مشتق معادله 4 بدست می­آید:*



*توجه: بردارهای موقعیت و بصورت زیر می­باشند:*

2. 1. محاسبه شار شبکه متحرک در سه بعد

در فضای سه بعدی، مرز هر سلول به صورت چند وجهی می­باشد و هر وجه می­تواند بصورت مثلث یا مستطیل باشد. در این بخش ابتدا نحوه محاسبه شار بر روی وجه­های مثلثی و سپس وجه­های مستطیلی ارائه می­شود.

**2-2-1- محاسبه شار بر روی وجه­های مثلثی شکل**

بصورت مشابه با فضای دو بعدی رابطه زیر به حجم جاروب شده توسط حرکت وجه مثلثی از شبکه متحرک اشاره می­کند.



فرض کنید ، و به موقعیت­های لحظه­ای سه نقطه a ، b و c اشاره می­کند.

با اعمال معادلات پارامتری شده در معادلات خواهیم داشت:

سرعت متوسط در وجه­های مثلثی را می­توان با استفاده از متوسط جابجایی سه راس مثلث بصورت رابطه زیر محاسبه کرد.

**2-2-2- محاسبه شار بر روی وجه های مستطیلی شکل**

بصورت مشابه محاسبه شار بر روی وجه های مثلثی شکل محاسبه شار بر روی وجه های مستطیلی شکل بصورت رابطه زیر قابل محاسبه است:

سرعت متوسط در وجه­های مستطیلی را می­توان با استفاده از متوسط جابجایی 4 راس مستطیل بصورت رابطه زیر محاسبه کرد.

با بسط ضرب خارجی معادلات و انتگرال گیری از آنها بصورت راوابطه زیر حاصل می­شوند.

1. بخش‌های زیر برنامه
2. محاسبه‌ی شار حرکت هر ضلع شبکه

با استفاده از دستور حلقه تمام اضلاع شبکه فراخوانده می شود و شار و سرعت هر ضلع محاسبه می­شود.

1. ذخیره شماره نقاط ضلع

شماره نقاط ضلع فراخوانده شده در متغیرهای محلی P1 و P2 ذخیره می­شود.

1. محاسبه مولفه­های بردار

بردار با استفاده از رابطه (24) محاسبه می­شود.

1. محاسبه مولفه­های بردار

بردار با استفاده از رابطه (25) محاسبه می­شود.

1. محاسبه شار ایجاد شده از حرکت ضلع (شار شبکه)

شار ایجاد شده از حرکت ضلع با استفاده از رابطه (26) محاسبه می­شود.

2. محاسبه مولفه­های سرعت حرکت ضلع

مولفه های سرعت اضلاع شبکه با استفاده از رابطه (27) محاسبه می­شود.

1. مراجع

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | I. Demirdzic و M. Peric, “Space Conservation Law In Finite Volume Calculations Of Fluid Flow,” International Journal For Numerical Methodes In Fluids, جلد 8, pp. 1037-1050, 1988. |