



**زیربرنامه:**

GCL

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور و مجید ولدخانی |  |
| **تهیه کنندگان مستند** | مجید ولدخانی | |
| **تاییدکنندگان** | مرتضی نامور | |
| **تاریخ تنظیم سند** | 05/05/1396 | |
| **شناسه سند** |  | |
| **زبان برنامه‌نویسی** | **Fortran 90** | |

1. وظایف

در این زیربرنامه مقدار مساحت هر سلول شبکه در طی جابجایی شبکه با استفاده از رابطه قانون بقا هندسی بصورت عددی محاسبه می­شود.

1. توضیحات و تئوری­ها

در یک سری از مقالات (فرهت و همکاران) موضوع قانون بقاء هندسی را برای محاسبات جریان ناپایا بر روی شبکه­های متحرک و در حال تغییر شکل ارائه کردند. نیاز اساسی به این قانون از آنجا پدید آمد که هر روش محاسباتی ALE باید قادر به پیش بینی دقیق حل بدیهی جریان یکنواخت باشد. یعنی حرکت و تغییر شکل شبکه در حین حل معادلات ALE نباید در حل جریان یکنواخت تغییری ایجاد کند. معادله ALE موازنه جرم معمولاً به عنوان نقطه شروع برای بدست آوردن قانون بقاء هندسی بکار می­رود. با فرض یک میدان جریان یکنواخت با چگالی و بردار سرعت مادی ، معادله بقاء جرم به قانون بقاء هندسی پیوسته (CGCL) (معادله‏(1)) تبدیل می­شود.

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

معادله فوق را می­توان از سایر معادلات بقا انتگرالی ALE با اعمال محدودیت جریان یکنواخت بدست آورد. با انتگرال گیری نسبت به زمان از تا قانون بقا هندسی گسسته (DGCL) ارائه می­شود.



که بیان می­کند تغییرات حجم (یا سطح در دو بعد) هر المان از زمان تا باید برابر با حجم (یا سطح) جاروب شده به وسیله سطوح مرزی المان در طی بازه زمانی است. با فرض اینکه حجم­های در سمت چپ معادله ‏(2) را می­توان دقیق محاسبه کرد، به همین میزان نیز نیاز به به محاسبه دقیق شار در سمت راست معادله می­باشد. این مسئله تعدادی محدودیت در بروزرسانی موقعیت و سرعت گره (شبکه) ایجاد می­کند. به عنوان مثال، لسوین و فرهت 1996 نشان دادند که برای روش انتگرال گیری زمانی مرتبه اول سرعت شبکه باید با استفاده از رابطه محاسبه شود. ( آنها به این نتیجه رسیدند استفاده از معادله GCL برای محاسبه سرعت شبکه بخصوص در مسائل FSI مشکلاتی ایجاد می­کند و از این معادله باید برای محاسبه حجم سلول­ها استفاده شود.)

معادله GCL نیز باید بصورت عددی حل شود و باید از روش یکسان که برای انتگرال­گیری معادلات بقاء سیال استفاده شده است، برای گسسته سازی معادله GCL استفاده کرد تا یک حل سازگار برای محاسبه مساحت محلی سلول­ها مهیا شود. با توجه به مرجع [1] زمانی که از گسسته سازی زمانی رانگ کوتا استفاده می­شود می­توان معادله GCL را در دو بعد بصورت زیر گسسته سازی نمود:



برای یک شبکه متحرک، جریان یکنواخت تنها در صورتی که مساحت سلول­ها با استفاده از فرم گسسته سازی شده قانون بقاء هندسی محاسبه شود، حفظ می­شود. برای حالات در نظر گرفته شده در تحقیق حاضر، اثر استفاده از شرط بقاء هندسی در مقایسه با تعیین هندسی مساحت سلول­ها کوچک می باشد[1]. با توجه به اینکه میزان جابجایی در هر گام جابجایی از برنامه کوچک می­باشد بنابراین می­توان از گسسته سازی معادله GCL صرف نظر کرد و مساحت سلول­ها در طی گامهای جابجایی و تغییر شکل شبکه با استفاده از روابط هندسی تعیین شود.

1. بخش­های زیربرنامه

در این قسمت تمام بخش های زیربرنامه مطابق با شماره گذاری موجود در کد کامپیوتری ارائه شده است.

1. حلقه انجام محاسبات بر روی تمام اضلاع شبکه

در یک حلقه تکرار محاسبات بر روی اضلاع شبکه *انجام می­شود.*

1. ذخیره شماره سلول اصلی و فرعی ضلع فراخوانده شده

شماره سلول­های اصلی و فرعی ضلع فراخوانده شده به ترتیب در متغیرهای محلی ME و NE ذخیره می­شوند.

اضافه کردن سطح جاروب شده توسط ضلع به مساحت سلول اصلی

مطابق با رابطه ‏(3) مقدار سطح جاروب شده توسط ضلع محاسبه و به سلول اصلی اضافه می­شود.

1. کم کردن سطح جاروب شده توسط ضلع از مساحت سلول فرعی

مطابق با رابطه ‏(3) مقدار سطح جاروب شده توسط ضلع محاسبه و از سلول فرعی کم می­شود.

**توجه:** درصورتی که از زیر برنامه GCL در کد استفاده می­شود باید توجه داشت که مساحت سلول­ها دیگر نباید به وسیله­ی زیر برنامه GeoCal2D محاسبه شود، بنابراین در زیر برنامه GeoCal2D آرایه A را به آرایه­ای بدون استفاده مانند A1 تغییر داده و مساحت سلول­ها با استفاده از زیر برنامه GCL محاسبه می­شود.

1. مراجع

[1] J. T. Batina, “Unsteady Euler airfoil solutions using unstructured dynamic meshes,” *AIAA journal*, vol. 28, no. 8, pp. 1381–1388, 1990.