



**زیربرنامه:**

PressLiftDragCo\_Vis

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان** | مرتضی نامور |  |
| 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 ضریب لیفت و درگ ایرفویل جریان لزج محاسبه می­شود.

1. توضیحات و تئوری­ها

رابطه محاسبه ضریب درگ و لیفت به ترتیب عبارتند از:

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

در روابط فوق و بترتیب ضریب درگ و لیفت و و بترتیب نیروی درگ و لیفت وارده از سوی جریان سیال بر جسم مورد نظر (ایرفویل) می­باشد (این نیروها بطور مشخص از نیروهای فشاری و اصطکاکی اعمال شده از سوی سیال بر جسم ناشی می­شوند). و بترتیب چگالی و سرعت جریان آزاد می­باشد.

مشخصه مساحت در رابطه ضریب درگ با توجه به نوع شکل ممکن است متفاوت باشد. مساحت معمولاً بصورت یکی از سه شکل زیر درنظر گرفته می­شود[1]:

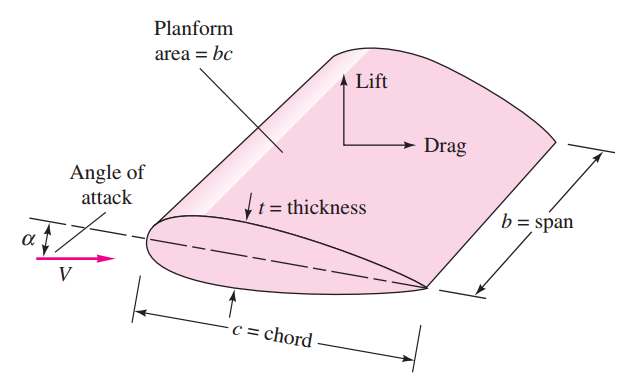
1-مساحت پیشانی (Frontal Area)، مساحتی از جسم که قابل دیدن جریان سیال آزاد باشد. این مساحت برای اجسام ضخیم، کوتاه و پهن مانند: کره، استوانه، ماشین­ها، کامیون­ها، موشک­ها، پرتابه­ها، گلوله و اژدرها استفاده می شود.

2-مساحت صفحه ای (Planform Area)، مساحتی از جسم که از بالا قابل دیدن است. مناسب برای اجسام عریض و مسطح مانند: بال­ها و هیدروفویل­ها می­باشد.

3-سطح تر شده (Wetted Area)، بصورت معمول برای سطوح کشتی­ها و قایق­ها استفاده می­شود.

برای محاسبه ضریب درگ و یا سایر نیروها باید دانست که از چه طول و مساحت مشخصه­ای برای تعیین ضرایب استفاده کرد.

با توجه به موارد ذکر شده برای محاسبه ضریب لیفت و درگ ایرفویل از مساحت صفحه­ای مطابق با ‏شکل (1) استفاده می­شود. در حلگرهای عددی دو بعدی به دلیل اینکه شبکه با طول کورد بی بعد شده است بنابراین مساحت صفحه­ای برابر با یک می­باشد و نیازی به محاسبه مساحت نمی­باشد.



1. مشخصات اولیه از یک ایرفویل[1]

در جریان­های لزج علاوه بر نیروی فشاری سیال، نیروی تنش برشی نیز در محاسبه نیروهای لیفت و درگ موثر است. روابط با بعد ضریب فشار و ضریب اصطکاک برشی به ترتیب با استفاده از روابط ‏(3) و ‏(4) محاسبه می­شوند.

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

* 1. بی بعد سازی رابطه ضریب فشار و ضریب اصطکاک برشی

با توجه با اینکه در حلگر از روابط بی بعد استفاده می­شود بنابراین رابطه ضریب فشار و ضریب اصطکاک (رابطه ‏(3) و ‏(4)) با استفاده از تعریف متغیرهای بی بعد، بی بعد سازی انجام می­شود.

در این قسمت رابطه ضریب فشار با استفاده از متغیرهای با بعد با بالانویس ستاره بصورت رابطه مشخص می­شود.

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

متغیرهای بی بعد سازی فشار، چگالی و سرعت بصورت زیر در نظر گرفته شده­اند:

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

با استفاده از تعریف متغیر های بی بعد (روابط فوق) در معادله ضریب فشار خواهیم داشت:

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

رابطه سرعت صوت با بعد برای گاز ایده­آل بصورت رابطه زیر در نظر گرفته شده است.

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

با استفاده از رابطه فوق در معادله فوق بی بعد سازی معادله ضریب فشار کامل شده و بصورت رابطه زیر حاصل می­شود:

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

* 1. محاسبه ضریب لیفت و درگ

با توجه به بردار نرمال هر ضلع (وجه) از ایرفویل، تصویر ضریب فشار و ضریب اصطکاک برشی اعمال شده بر هر ضلع در دو راستای x و y قابل محاسبه است. با جمع نیروهای فشاری و اصطکاکی اعمال شده بر هر ضلع برآیند نیروها در دو راستای x و y محاسبه می­شود.

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

با دوران بردار برآیند محاسبه شده در راستای زاویه حمله ایرفویل مقدار ضرایب لیفت و درگ ایرفویل محاسبه می­شود.

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

1. بخش‌های زیربرنامه

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

1. محاسبه و ذخیره عدد پی

عدد پی با استفاده از رابطه  *در متغیر محلی* PI *ذخیره می شود.*

1. تبدیل واحد زاویه حمله از درجه به رادیان

به دلیل اینکه آرگومان زاویه در توابع مثلثاتی فرترن به رادیان می­باشد به همین دلیل واحد زاویه حمله از درجه به رادیان تغییر داده می­شود و در متغیر محلی ALFa ذخیره می­شود.

1. محاسبه مخرج رابطه بی بعد ضریب فشار

به دلیل اینکه مخرج رابطه بی­بعد ضریب فشار برای تمام اضلاع دیواره یکسان است، خارج از حلقه محاسبه ضریب لیفت و درگ و در متغیر محلی CPP ذخیره می­شود تا از افزایش حجم محاسبات داخل حلقه جلوگیری شود.

1. محاسبه بخش ثابت رابطه بی بعد ضریب اصطکاک

در رابطه بی بعد ضریب اصطکاک بخش همواره ثابت می­باشد بنابراین این بخش از معادله خارج از حلقه محاسبه ضریب لیفت و درگ و در متغیر محلی CFC ذخیره می­شود تا از تکرار و افزایش حجم محاسبات داخل حلقه جلوگیری شود.

1. مقدار دهی اولیه به ضرایب نیرو در راستای X و Y

برای محاسبه مجموع نیروهای وارده بر ایرفویل نیاز است به متغیرهای Cnx و Cny مقدار دهی اولیه صفر داده شود.

1. تعیین ضرایب نیرو در راستای X و Y

در یک حلقه تکرار بر روی تمام اضلاع مرزی محاسبه ضرایب نیرو در راستای X و Y انجام خواهد شد.

1. ذخیره بردار نرمال ضلع مرزی

بردار نرمال ضلع مرزی با انداز طول ضلع در راستای X و Y بترتیب در متغیرهای NXX و NYY ذخیره می شود. به بیان دیگر و که در این دو رابطه طول ضلع مرزی و و مولفه­های بردار نرمال یکه ضلع مرزی می­باشد.

توجه: جهت بردار نرمال محاسبه شده همواره به سمت خارج از سلول اصلی می­باشد.

1. فراخوانی مولفه­های سرعت در مرکز سلول اصلی ضلع مرزی

در این قسمت مولفه­های سرعت در مرکز سلول اصلی ضلع مرزی محاسبه و در متغیرهای محلی u و v ذخیره می­شوند.

1. محاسبه سرعت مماس در نزدیک دیواره و در نزدیکی دیواره

در این قسمت مولفه سرعت مماس بر ضلع مرزی محاسبه و با استفاده از رابطه جهت اعمال تنش برشی روی دیواره مشخص می­شود.

1. محاسبه ضریب فشار بی بعد ضلع مرزی

ضریب فشار بی بعد ضلع مرزی با استفاده از رابطه ‏(9) محاسبه و در متغیر محلی CP ذخیره می­شود.

1. محاسبه ضریب اصطکاک بی بعد ضلع مرزی

ضریب اصطکاک بی بعد ضلع مرزی با استفاده از رابطه ‏(10) محاسبه و در متغیر محلی CF ذخیره می­شود.

1. افزودن ضریب نیروی محاسبه شده ضلع مرزی به مقادیر پیشین

با توجه به روابط زیر در هر تکرار حلقه مقدار ضرایب نیروی محاسبه شده ضلع مرزی به مقادیر پیشن افزوده می­شود.

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

1. محاسبه ضرایب لیفت و درگ جسم (ایرفویل)

با استفاده از ماتریس تبدیل دوران بردار ضرایب نیروی محاسبه شده در دو راستای X و Y در دو راستای زاویه حمله و عمود بر زاویه حمله محاسبه می­شود، که ضریب در راستای زاویه حمله مقدار ضریب درگ می­باشد و ضریب محاسبه شده در راستای عمود بر زاویه حمله مقدار ضریب لیفت می­باشد.

.

1. مراجع

**1.** F. M. White, “Fluid mechanics. 5th,” *Boston: McGraw-Hill Book Company*, 2003.