

زیربرنامه **KwSST\_Trans\_Func3D**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توسعه دهندگان:** | **مرتضی نامور** |  |
| **محمد امین ذوالجناحی** |  |
| **تهیه کننده مستند:** | **محمد امین ذوالجناحی** | |
| **تاریخ تنظیم سند:** | **22 / 02 /94** | |
| **تایید کنندگان:** |  | |
| **شماره سند:** | **MC2F007F1** | |
| **زبان برنامه نویسی:** | **Fortran 90/95** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **KwSST\_Trans\_Func3D(Dim,NC,DW,WNP1,WTNP1,Mu,MR,DKX\_C,DKY\_C,DKZ\_C,DOmegX\_C,DOmegY\_C,& DOmegZ\_C,Sigk1,Sigk2,Sigw1,Sigw2,Beta1,Beta2,Gama1,Gama2,Bstar,&**  **F11,F22,Sigk,Sigw,Sigg,Beta,Gama,Rev,Strain,Vor,Fonset,Fturb,&**  **DUX\_C,DUY\_C,DUZ\_C,DVX\_C,DVY\_C,DVZ\_C,DWX\_C,DWY\_C,DWZ\_C)** | | | |
| **Dimension** | **Variable Type** | **Description** | **Intent** |
|  |  |  | **Input** |
|  | Integer | Maximum **Dim**ension of Arrays | Dim |
|  | Integer | **N**umber of Existing **C**ells | NC |
|  | Integer | Index of Last **F**ace on **F**ar **F**ield Boundary | NFF |
|  | Integer | Index of Last **F**ace on **W**all boundary | NFW |
|  | Integer | **N**umber of **F**aces Constructing Computational Grid | NF |
| (1:6,1:Dim) | Integer | **I**nformation of Grid **D**ata **S**tructure | IDS |
| (1:Dim) | Real(8) | Normal Vectors of each Face | NX,NY |
|  | Real(8) | **G**ama Constant (Specific Heat Ratio) | GM |
|  | Real(8) | **Pr**antle Number for **L**aminar Flows | PrL |
|  | Real(8) | **M**uch Number over **R**eynolds Number of infinite Flow | MR |
| (1:5,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values at (N+1)th Time Step | WNP1 |
| (1:3,1:Dim) | Real(8) | Conservative Turblence Values at (N+1)th Time Step | WTNP1 |
| (1:6,1:Dim) | Real(8) | Conservative Values and Pressure at **B**oundary Faces | WB |
| (1:Dim) | Real(8) | Molecular Viscosity | Mu |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **U** Velocity in **X** and **Y** and **Z**-Axis direction | DUX\_C,  DUY\_C,  DUZ\_C |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **V** Velocity in **X** and **Y** and **Z** -Axis direction | DVX\_C,  DVY\_C,  DVZ\_C |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **W** Velocity in **X** and **Y** and **Z** -Axis direction | DWX\_C,  DWY\_C,  DWZ\_C |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **K** Velocity in **X** and **Y** and **Z** -Axis direction | DKX\_C,  DKY\_C,  DKZ\_C |
| (1:Dim) | Real(8) | **D**erivative of **Omeg** Velocity in **X** and **Y** and **Z** -Axis direction | DomegX\_C,  DomegY\_C,  DomegZ\_C |
|  | Real | Coefficients of KW\_SST Model | Sigk1,Sigk2,Sigw1,Sigw2,Beta1,Beta2,Gama1,Gama2,Bstar |
|  |  |  | **Output** |
|  | Real | Coefficients of KW\_SST Model | F11,F22,Sigk,Sigw,Sigg,Beta,Gama |
| (1:Dim) | Real | Functions of New\_Menter Transition model | Rev,Fonset,Fturb |
| (1:Dim) | Real | Strain of Flow | Strain |
| (1:Dim) | Real | Vorticity of Flow | Vor |

* 1. وظایف

در این زیربرنامه، برخی از ثوابت و توابع مدل گذار New\_Menter محاسبه شده است.

* 1. تئوری و الگوریتم

در سال 2015 مدل جدیدی از پیاده سازی پدیده ی گذار توسط منتر [1]ارائه شد که برخلاف مدل قبلی آن که از دو معادله  برای بدست آوردن ناحیه ی گذار و موقعیت آن استفاده می کرد، از یک معادله استفاده می شد. این مدل بر اساس اصل [[1]](#footnote-1)LCTM نهادینه شده است که در آن روابط تجربی درون معادله استاندارد انتقال جابجایی-پخش با استفاده از متغیر های محلی گنجانده می شوند. بعضی از ناهنجاری های مدل  یا همان Old\_Menter مانند عاری بودن از تغییر ناپذیری گالیله ای در مدل جدید برطرف شده است؛ و مهمتر از همه اینکه معادله مربوط به  حذف شده و تغییرات صرفا برای پیشبینی ناحیه گذار ساده تر شده است. از مزیت های این روش سرعت بالای آن نسبت به مدل قبلی منتر به خاطر کاهش حجم معادلات می توان اشاره کرد از طرفی دقت حل حفظ شده است.

* + 1. محاسبه 

 عدد رینولدز بحرانی می­باشد که در آن اینترمیتنسی در لایه مرزی شروع به افزایش می­کند و فرایند گذار آغاز می­شود. رابطه ارائه شده برای محاسبه رینولدز بحرانی در هرنقطه به قرار زیر است:

|  |  |
| --- | --- |
| (1) |  |
| (2) |  |

* + 1. محاسبه 

 به صورت یک ثابت در نظر گرفته می شود محاسبه می­شود:

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

* + 1. محاسبه 

برای محاسبه ترم  از روابط زیر استفاده می شود:

|  |  |
| --- | --- |
| (4) |  |

که ضرایب آن به این صورت هستند:

|  |  |
| --- | --- |
| (5) |  |

برای جلوگیری از ایجاد جوابهای منفی یک محدود کننده برای  در نظر گرفته می شود:

|  |  |
| --- | --- |
| (6) |  |

* + 1. سایر عبارت­ها

اندازه نرخ تنش برشی[[2]](#footnote-2) می­باشد و  نیز اندازه وورتیسیتی[[3]](#footnote-3) است که مطابق روابط زیر محاسبه می­گردند:

|  |  |
| --- | --- |
| (7) |  |

نقطه شروع گذار با استفاده از  کنترل می­شود که به صورت زیر محاسبه می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (8) |  |
| (9) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| (10) |  |

 متغیری است که به نوعی آرام­سازی مجدد[[4]](#footnote-4) جریان را کنترل می­کند و به صورت زیر به دست می­آید:

|  |  |
| --- | --- |
| (11) |  |

ثوابت موجود در معادله انتقال  به صورت زیر می­باشند:

|  |  |
| --- | --- |
| (12) |  |

 شدت آشفتگی موضعی[[5]](#footnote-5) نام دارد و به صورت زیر محاسبه می­شود:

|  |  |
| --- | --- |
| (13) |  |

و  نیز پارامتر گرادیان فشار نام دارد و مطابق رابطه زیر محاسبه می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (14) |  |

برای نیرومند کردن جوابهای مربوط به لانددا یک محدودیت برای آن تعریف می شود:

|  |  |
| --- | --- |
| (15) |  |

 شتاب در جهت جریان می­باشد که به صورت زیر محاسبه می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (16) |  |

و نیز برابر اندازه سرعت در هرنقطه است:

|  |  |
| --- | --- |
| (17) |  |

اما ثوابت موجود در در مدل، از طریق روابط خطی زیر محاسبه می­گردند [3]:

|  |  |
| --- | --- |
| (18) |  |

که در این روابط:

|  |  |
| --- | --- |
| (19) |  |

و همچنین:

|  |  |
| --- | --- |
| (20) |  |

تابع ترکیب  با استفاده از رابطه زیر محاسبه می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (21) |  |

که در این رابطه فاصله از نزدیکترین دیوار می­باشد. همچنین:

|  |  |
| --- | --- |
| (22) |  |

 نیز همانند ، یک تابع ترکیب است که به صورت زیر محاسبه می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (23) |  |

* 1. محاسبه ضریب اصلاحی ترم چشمه معادله 

همانطور که گفته شد، مدل گذار New\_Menter به مدل کوپل می­شود. بدینصورت که ترم تولید و استهلاک معادله انتقال مربوط به تولید انرژی جنبشی آشفتگی  به صورت زیر اصلاح می­گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (24) |  |
| (25) |  |

که در این رابطه،  و  ترم­های تولید استهلاک مدل آشفتگی هستند. و  نیز از رابطه زیر محاسبه می گردد:

|  |  |
| --- | --- |
| (26) |  |
| (27) |  |
| (28) |  |

همانطور که گفته شد در مدل ، یک معادله انتقال جداگانه برای متغیر نوشته می­شود و سپس این مدل با مدل آشفتگی کوپل می­شود، بدینصورت که با استفاده از نتایج به دست آمده، اصلاحاتی در برخی از ترم­های معادلات مدل صورت می­پذیرد.

معادله انتقال حاکم بر  به صورت زیر ارائه شده است:

|  |  |
| --- | --- |
| (29) |  |

در این معادله، لزجت مولکولی سیال می­باشد و  نیز لزجت گردابه­ای می­باشد. ترم تولید و ترم استهلاک مطابق روابط زیر محاسبه می­گردند:

|  |  |
| --- | --- |
| (30) |  |

لازم به ذکر است که تصحیح ترم F1 بصورت زیر خواهد بود:

|  |  |
| --- | --- |
| (31) |  |

* 1. بخش های زیربرنامه

در این قسمت، تمامی بخش­های زیربرنامه­ مطابق با شماره­گذاری موجود در برنامه کامپیوتری ارائه شده است.

1. تعیین ثوابت و توابع مدل گذار

در این قسمت، با استفاده از روابط(2)ثوابت مدل مورد بررسی محاسبه می­شوند و بعد حلقه بر روی تمامی سلول های شبکه ایجاد می شود.

1. تعیین متغیر ها و توابع و متغیر های جریان در مدل گذارجدید منتر

در این بخش تمامی پارامتر های جریان ایجاد شده ، مشتقات روی سلول ها در پارامتر های محلی ذخیره می شوند و کرنش و ورتیسیتی نیز طبق رابطه (7)محاسبه می شوند.

1. محاسبه CDkw

طبق رابطه (22) و ثوابت موجود این رابطه محاسبه می شود.

1. محاسبه متغیر ها و توابع مدل KW\_SST

با استفاده از روابط (19) تا (23) متغیر های مربوط به این مدل محاسبه می شوند.

1. انتقال متغیر های F1 و F2 در آرایه های مربوطه

توابع F1 و F2 در آریه هایی مقادیرشان ذخیره می شود تا در مراحل بعدی از آن ها استفاده شود.

1. محاسبه توابع نهایی مدل KW\_SST

با استفاده از رابطه (18)توابع نهایی مدل KW\_SST محاسبه می شوند.

1. محاسبه 

با استفاده از رابطه (1)و(13)و(4)، مقدار  در هرنقطه محاسبه می­شود.

1. محاسبه  و بقیه ی توابع

با استفاده از رابطه (8)و(9)و(10)و(11)مقدار و بقیه توابع در هرنقطه محاسبه می­شود.

# References

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | F. R. Menter, "A One-Equation Local Correlation-Based Transition Model," *Flow Turbulence Combust,* vol. 10, no. 1007, pp. 583-619, 2015. |
| [2] | F. R. Menter, R. B. Langtry, S. R. Likki, Y. B. Suzen, P. G. Huang and S. Volker, "A Correlation-based Transition Model Using Local Variables Part 1 – Model Formulation," in *Proceedings of the ASME Turbo Expo, Power for Land Sea and Air*, 2004. |
| [3] | F. R. Menter, "Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications," *AIAA Journals,* vol. 32, pp. 1598-1605, 1994. |
| [4] | R. B. Langtry, "A Correlation-based Transition Model Using Local Variables for Unstructured Parallelized CFD Codes," *AIAA Journal,* vol. 47, pp. 2894-2906, 2009. |

1. Local correlation-based Transition Modeling [↑](#footnote-ref-1)
2. Strain Rate Magnitude [↑](#footnote-ref-2)
3. Vorticity Magnitude [↑](#footnote-ref-3)
4. Re-Laminarization [↑](#footnote-ref-4)
5. Local Turbulence Intensity [↑](#footnote-ref-5)