به نام او

مدل آشفتگی RAS

مدل آشفتگی تازه ارائه شده RAS یک مدل تک معادله­ای آشفتگی لزجت بازگشتی میباشد که با نگاه به مدل به وجود آمده است. این مدل، با روشی مشابه مدل بارت بالدوین به دست آمده است اما مدل RAS کاستی­های آن را ندارد. فرضیاتی که در مدل بارت و بالدوین وجود دارد، تا حد زیادی ارتباط آن را با مدل ضعیف میکند و به همین دلیل، این مدل در نواحی برشی مدل را بدوضع میکند. هرچند در جریان یکنواخت، ویسکوزیته بازگشتی بیشتر یکسان است، تا اینکه بخواهد نزولی باشد. این خطا با صفر شدن جمله استهلاک[[1]](#footnote-1) به وجود می­آید و میتواند باعث به وجود آمدن جوابهای غیر فیزیکی در برخی شبیه­سازی­ها شود. مدل RAS جمله استهلاکی را اصلاح کرده و با تغییر ضرایب با توابع رهایش و حدود اضافی ارتباط با مدل را زنده میکند. این موضوع، دقت جریانات تعادل و توانایی به حساب آوردن آثاری غیر تعادلی را به مدل اضافه میکند. اضافه کردن معادله رهایش بیضوی جهت به حساب آوردن انسداد سینماتیک دیوار[[2]](#footnote-2)، باعث افزایش دقت در نزدیکی دیوار می شود. معادلات آشفتگی RAS در بخش بعدی آورده شده­اند.

مدل آشفتگی RAS با معادله انتقال زیر را پیدا میکند:

که در آن لزجت بازگشتی آشفته با معادله زیر بیان میشود.

تعریف ثوابت و و به غیر خطی بودن کرنش­های چرخشی و غیر چرخشی ارتباط دارد. این موضوع در مدل کردن آثار ناهمسانگرد و غیرتعادلی کمک میکند. مدلهای رایج ویسکوزیته­ی آشفته همسانگرد از مقدار .090 برای استفاده میکنند. که در مورد پارامتر نرخ کرنش میانگین بزرگ غیرقابل تشخیض میشود. برای حصول اطمینان از قابل تشخیص بودن، ثابت به نرخ تغییر شکل میانگین جریان ارتباط داده میشود. فرمولاسیونی که برای توسط گاتسکی و اسپیزایل پیشنهاد داده شده است، به شکل زیر استفاده شده است:

در اینجا w و S نرخ­ میانگین کرنش و سرعت جریان هستند که در زیر توصیف شده­اند:

مقیاس زمانی دینامیک با مقیاس محسوس­تر جایگزین میشود و بدین طریق از این که مقیاس زمانی کوتاهتر از مقیاس کولموگروف ( که در نزدیکی دیوار غالب است) باشد، جلوگیری به عمل خواهد آمد. این مقیاس در زیر تعریف شده است:

*که در آن تعاریف معمولی خود، یعنی ویسکوزیته سینماتیک، اتلاف آشفتگی و انرژی جنبش آشفتگی را دارد. با جایگزین کردن مقیاس زمانی محسوس ، برای R خواهیم داشت: با استفاده از ویسکوزیته واقعی نامیرا شده، به محسوس بودن مدل کمک میکند. ثابت تجربی از رفتار k در زیرلایه ویسکوز تخمین زده میشود.*]7[ *باقی ضرایب وابسته به در معادله 6 یاد شده­اند. ضرایب جدیدی نیز وجود دارد که در مرجع ]6[ به آنها اشاره شده است.:*

برای به حساب اوردن ناهمسانگرد بودن آشفتگی و برای تقویت رابطه میان مدل حاضر و مدل ثابتهای C1 و C2­ به عنوان تابع­هایی از پارامترهای برش متوسط و ورتیسیتی تعریف میشوند. این تعاریف برای پیش­بینی جدایش و الصاق مجدد جریان کمک خواهند کرد:

اینجا مقدار برابر 0.09 و میباشد. با بررسی معادله 3 در کنار رابطه میتوان مشاهده نمود که تاثیرات برش و ورتیسیتی هم در C1 و هم در C2 در نظر گرفته شده­اند. نقش پخش آشفته در نزدیکی دیوار بسیار اساسی است. به همین دلیل، عدد پرانتل، به جای اینکه مثل همیشه یک عدد ثابت در نظر گرفته شده باشد، مدل شده است. تعریف عدد پرانتل به صورت روبرو میباشد.

یک تابع میرایی برای تاثیر انسداد دیواره تعریف شده است. این تابع با کمک یک معادله هلمهولتز بیضوی تعریف شده است.

مقیاس طولی L تابع رهایش به متغیرهای میانگین جریان و متغیرهای آشفتگی وابسته است. متعاقبا سرکوب شدگی ویسکوزیته آشفته در نزدیکی دیواره تابعی از جریان تلقی شده و نه تابعی از فاصله هندسی دیوار. این موضوع، هرگونه پیچیدگی در تعریف فاصله دیوار در حضور چندین سطح را از ذهن دور میکند رویکرد تجربی انسداد دیوار را بهبود میبخشد. طول مشخصه با رابطه زیر تعریف میشود.

جهت حفظ ارتباط قوی با مدل بازسازی باید با امتحان کردن جریانهای مختلف، تضمین شود. برای شروع بازسازی k، رابطه بارشاو ]8[ به شکل زیر استفاده شد.

چون S دور از دیوار به سمت صفر میل میکند، عبارت داده شده برای k، در معادله 11 ناکافی است و به اصلاح نیاز دارد. تصحیح نرخ میانگین کرنش ---- دور از دیوار با بهینه سازی عددی به شکل زیر مشخص شده است.

تصحیح جریان آزاد با با کمک به شکل زیر میتواند محاسبه شود.

یک تصحیح دیگر برای به حساب آوردن تاثیر نرخ چرخش میانگین بر نرخ کرنش متوسط به صورت زیر میباشد.

این فرمولاسیون k را در نواحی که بزرگی ورتیسیتی از بزرگی نرخ کرنش افزون است، مانند هسته ورتکس، یا ناحیه با مقادیر بزرگ --- مانند نقاط سکون، کاهش میدهد. افزودن کردن نرخ کرنش اضافی، مانند بهبود حساسیت مدل برای انحنای خط جریانی میباشد. در نهایت، معادله k به صورت زیر ساخته میشود.

مقدار نقش مهمی در تشخیص مقیاس زمانی بازی میکند و با ملاحظات مشابه برای k بازسازی میشود:

مقدار نرخ اتلاف از دیواره را نشان میدهد، که برابر نرخ پخش ویسکوز همانطور که در معادله 20 ]10[ نشان داده میشود، است. تابعی از عدد رینولدز میباشد. داده­های DNS تجربی برای صفحه تخت، و جریان در کانال نشان میدهد که مناسب است ]11[. یک مقدار در کار حاضر استفاده شده است.

1. destruction [↑](#footnote-ref-1)
2. kinematic blocking by the wall [↑](#footnote-ref-2)