

بررسی عددی اثر مانع مثلثی بر بهبود ضریب انتقال حرارت در صفحه تخت

ثاراله عباسی^۱، علی علی محمدی^۲، مژگان قادری^۳

^۱ دانشگاه صنعتی اراک، دانشکده مهندسی مکانیک، s.abbasi@arakut.ac.ir

^۲ دانشگاه صنعتی اراک، دانشکده مهندسی مکانیک

^۳ دانشگاه صنعتی اراک، دانشکده مهندسی مکانیک

چکیده

تحریک لایه مرزی یکی از روش‌های مورد استفاده در بهبود انتقال حرارت می‌باشد که از طریق قرار دادن مانعی در مسیر جریان قابل تحقق است. انتقال حرارت و بهبود آن بر روی صفحه تخت یکی از موضوعات مهم مورد مطالعه در سال‌های اخیر می‌باشد. در این تحقیق به مطالعه عددی رفتار جریان آشفته روی صفحه تخت، که لایه مرزی آن با قرار دادن یک مانع مثلثی تحریک شده است، پرداخته می‌شود. اثر تحریک لایه مرزی بر افزایش ضریب انتقال حرارت صفحه در عدد رینولدز جریان 10^6 با توجه به رفتار گذرای جریان ناشی از تولید گردابه برای مانعی که در داخل لایه مرزی و در فواصل مختلف از صفحه قرار گرفته، بررسی شده است. شبیه‌سازی جریان با استفاده از نرم افزار Ansys-CFX انجام شده و جهت تخمین ویسکوزیته ادی از مدل توربولانسی K- ϵ اصلاح شده استفاده شده است. با تغییر طول ضلع مانع مثلثی و همچنین فاصله آن از صفحه تخت، اثر این پارامترها بر ضریب انتقال حرارت ارزیابی می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد با کاهش فاصله از صفحه، تحریک زیر لایه آرام افزایش یافته که این امر منجر به افزایش انتقال حرارت می‌گردد.

واژه‌های کلیدی

شبیه‌سازی عددی؛ ضریب انتقال حرارت؛ تحریک لایه مرزی؛ مانع مثلثی.

مقدمه

افزایش کارایی سیستم‌های انتقال و تبدیل انرژی، مهندسين را تشويق به بررسی و کنترل فرایندها، از جمله کنترل ضریب انتقال حرارت کرده است. در بسیاری از کاربردهای صنعتی، یافتن شیوه‌هایی برای افزایش ضریب انتقال حرارت، مانند خنک‌کاری پره‌های توربین، سرمایش اجزای الکترونیکی، افزایش انتقال حرارت در مبدل‌های حرارتی، راکتورها و سیستم‌های بازیافت حرارت، از موضوعات مهم تحقیقاتی بوده است. ضریب انتقال حرارت به خواص و ویژگی‌های حرکتی سیال بستگی دارد ولی تغییر خواص سیال همواره امکان پذیر نیست و تنها عامل مؤثر ویژگی‌های سیال می‌باشد. وجود لزجت کناره سطح جامد باعث ایجاد یک لایه مرزی شده که یک لایه مقاوم در برابر انتقال حرارت ایجاد می‌کند. با تغییر الگوی جریان درون لایه مرزی

می‌توان انتقال حرارت را تغییر داد. روش‌های متعددی برای این کار مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته و نتایج مختلفی حاصل گردیده است. مجموعه این تحقیقات با عنوان تحریک لایه مرزی شناخته می‌شود. برای تحریک لایه مرزی شناسایی و ارزیابی رخدادهای مختلف سیالاتی نظیر نقطه سکون، تشکیل گردابه، ایجاد جت درون لایه مرزی امری لازم و ضروری است. یک روش عمده برای تحریک لایه مرزی استفاده از موانع خارجی داخل جریان می‌باشد که از جمله آن می‌توان به تیغه‌ها، پره‌ها، سیلندرها اشاره نمود. در برخی از تحقیقات سعی شده است با تغییر الگوی جریان در پشت موانع که معمولاً با تولید گردابه‌ها همراه می‌باشد، ضریب انتقال حرارت و یا ضریب درگ مانع و همچنین صفحه‌ای که مانع بر روی آن قرار دارد تغییر داده شود. اخیراً تکنیک‌های تحریک لایه مرزی، باعث بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش نرخ انتقال حرارت در مبدل‌های حرارتی گردیده است. در لایه‌های گذرا تأثیرگذاری بر امواج تولمین شلختینگ و در لایه‌های درهم تأثیرگذاری بر نمایه سرعت و از این طریق بر تنش برشی، از موضوعات مورد توجه به شمار می‌آیند.

در سال ۲۰۰۴ مایتی و همکاران [1] جریان اطراف یک سیلندر مربعی که موازی با دیواره و در داخل لایه مرزی قرار گرفته بود را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق جریان آرام ($Re=1400$) در نظر گرفته شده و سیلندر در فواصل مختلف از صفحه واقع شده است. نتایج حاکی از کاهش عدد اشتروال و افزایش نیروی درگ با کاهش فاصله مانع تا صفحه است.

در سال ۱۹۹۹ در تحقیق دیگری بر روی سیلندر مربعی [2] سرعت، تنش‌های رینولدز و فشار در پشت مانع دو بعدی شبیه‌سازی و در فواصل مختلف مانع از صفحه در رینولدز ۲۲۰۰ مورد بررسی واقع شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در فواصل دور گردابه‌های ایجاد شده پشت مانع حالت کاملاً نوسانی داشته و در فواصل نزدیک مانع تا صفحه این گردابه‌ها به حالت Stationary تشکیل می‌شوند.

از مطالعات دیگر انجام شده می‌توان به مطالعات سوهانکار [3] اشاره نمود. او با استفاده از روش شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ (LES)، جریان اطراف استوانه دو بعدی و سه بعدی را شبیه‌سازی نمود و پارامترهای مختلف از جمله تأثیر عدد رینولدز بر ایجاد گردابه پشت سیلندر را مورد مطالعه قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تولید گردابه‌ها در رینولدز بزرگتر از ۳۰۰ در مختصات دوبعدی کاملاً متقارن