

## تاثیر دو صفحه موازی بر جریان سیال و انتقال حرارت از دو استوانه بادامکی شکل کنار هم

آرش میرعبداله لواسانی<sup>۱</sup>، کیوان حاجی آقابالازاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، arashlavasani@iauctb.ac.ir  
<sup>۲</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، keyvan\_gato@yahoo.com

### چکیده

در مطالعه حاضر تاثیر فاصله بین دو صفحه موازی بر جریان سیال و انتقال حرارت حول دو استوانه بادامکی شکل کنار هم در جریان آشفته بطور عددی بررسی شده است. جریان دو بعدی و غیر قابل تراکم در نظر گرفته شده است. قطر معادل استوانه‌ها  $D_{eq} = 27/6 \text{ mm}$  می‌باشد. عدد رینولدز بر اساس قطر معادل  $Re_{eq} = 55000$  است. همچنین نسبت فاصله بین دو استوانه به قطر معادل آن‌ها در محدوده  $0/2 \leq T/D_{eq} \leq 1$  تغییر می‌کند. تاثیر فاصله بین دو صفحه موازی و تغییر فاصله بین استوانه‌ها بر خصوصیات میدان جریان سیال و انتقال حرارت استوانه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش فاصله بین دو صفحه از ۴۰۰ به ۱۰۰ میلی‌متر ضریب درگ در هر یک از نسبت فاصله‌ها از ۱۰ تا ۵۱ درصد افزایش می‌یابد. همچنین با کاهش فاصله دو صفحه از ۴۰۰ به ۱۰۰ میلی‌متر در هر یک از نسبت فاصله‌ها عدد ناسلت تا ۱۷ درصد افزایش یافته است. همچنین با کاهش فاصله از ۴۰۰ به ۱۰۰ میلی‌متر در هر یک از نسبت فاصله‌ها عملکرد هیدرولیکی - حرارتی از ۶۰ تا ۹۴ درصد کاهش می‌یابد. افزایش کمتر (شیب کمتر افزایش) عملکرد هیدرولیکی - حرارتی از فاصله ۴۰۰ به ۳۰۰ میلی‌متر بیان گر آن است که در فاصله حدود ۴۰۰ میلی‌متر دیواره‌ها بر جریان سیال تاثیر ندارد.

### واژه‌های کلیدی

دو استوانه بادامکی، دو صفحه موازی، ضریب درگ، انتقال حرارت

### مقدمه

جریان حول اجسام بین دو صفحه موازی توسط بسیاری از محققین هم به صورت عددی و هم به صورت تجربی مورد مطالعه قرار گرفته است و مقالات گوناگونی در این زمینه ارائه شده‌اند. این نوع آرایش، در صنعت دارای جایگاه ویژه ای می‌باشد و برای طراحی انواع سازه‌ها در بسیاری از کاربردهای مهندسی از جمله دسته لوله‌ها در مبدل‌های حرارتی، برج‌های خنک کننده، خط لوله نفت و گاز، خنک کننده‌های الکترونیکی، دودکش‌های بلند، پایه پلها و غیره استفاده می‌گردد. هندسه‌های استوانه‌ای اغلب در ساختارهای مهندسی ظاهر می‌شوند. اگرچه این ساختارها خیلی ساده‌اند، ولی شکل جریان اطراف آن‌ها ساده نیست. پیش بینی جریان‌های حلقوی جدا شده از روش تحلیلی تقریباً غیر ممکن است و از همین رو باید از طریق

آزمایش یا شبیه سازی عددی حل شوند. علی رغم اینکه در گذشته مطالعات کمی در زمینه جریان روی دو استوانه انجام شده بود، اما در اواسط دهه ۱۹۷۰ علاقه به مطالعه در این زمینه بیشتر شد و تاکنون ادامه یافته است. اگر چه تعدادی شبیه سازی عددی اخیراً انجام شده است اما بیشتر مطالعات و تحقیقات روی استوانه‌های مربعی، دایروی و بیضوی اغلب تجربی بوده است. از کارهای تجربی انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات تجربی زیر اشاره کرد.

در سال ۱۹۷۷ زدراو کوویچ<sup>۱</sup> و پریدن<sup>۲</sup> [۱] ضریب درگ روی دو استوانه مدور در آرایش کنار هم را در رینولدز ۵۵۰۰۰ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که خصوصیت جریان به شدت با فاصله بین دو استوانه و عدد رینولدز در ارتباط می‌باشد. زوا<sup>۳</sup> و همکارانش [۲] در سال ۲۰۰۲ به کمک روش تجربی، جریان و انتقال حرارت حول دو استوانه دایروی کنار هم که فاصله بین استوانه‌ها تا سه برابر قطر آن‌ها بود مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشخص کردند که قدرت و اندازه گردابه‌ها به فاصله بین دو استوانه بستگی داشته و در نسبت فاصله‌های بزرگتر دو خیابان گردابه غیر هم‌فاز تشکیل می‌شود. در سال ۲۰۰۳ الم<sup>۴</sup> و موریای<sup>۵</sup> [۳] به بررسی جریان سیال بین دو استوانه دایروی با  $0/1 < T/D_{eq} < 5$ ،  $Re = 5/5 \times 10^4$  و فاصله بین دو صفحه موازی ۴۰۰ میلی‌متر پرداختند. آن‌ها با توجه به فاصله بین دو استوانه دایروی و عدد رینولدز به سه رژیم مجزا برای جریان سیال دست یافتند. اکسو<sup>۶</sup> و همکارانش [۴] در سال ۲۰۰۳ به کمک روش تجربی، جریان و انتقال حرارت حول دو استوانه دایروی کنار هم را در فاصله بین استوانه‌ها تا ۱/۶ برابر قطر استوانه‌ها در محدوده رینولدز ۱۵۰ تا ۱۴۳۰۰ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها ساختار جریان پشت سیلندرها را در نسبت فاصله‌های مختلف بررسی کردند. در سال ۲۰۱۰ تسوتسویی<sup>۷</sup> [۵] در یک مطالعه تجربی انتقال حرارت و جریان سیال بین دو استوانه دایروی را در محدوده رینولدز بین  $1/1 \times 10^4$  تا  $6/2 \times 10^4$  بررسی کردند. فاصله بین دو صفحه موازی ۴۰۰ میلی‌متر و قطر سیلندرها ۴۰ میلی‌متر و فاصله بین سیلندرها دایروی ۴ تا ۴۰ میلی‌متر تغییر می‌کرد. محدوده سرعت جریان ورودی بین ۴ تا ۲۴

<sup>1</sup> zdravkovich

<sup>2</sup> pridden

<sup>3</sup> zhou

<sup>4</sup> alam

<sup>5</sup> moriya

<sup>6</sup> xu

<sup>7</sup> tsutsui