ICHMT2014-HN10102620121

بررسی عددی انتقال حرارت جابجایی جریان آرام نانوسیال داخل لوله با دیواره سینوسی

محمدرضاحبیبی[۱]، محمدرضاسلیم‌پور[۲]

[۱]کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، mr.habibi@me.iut.ac.ir
[۲]دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، salimpour@cc.iut.ac.ir

چکیده

در این مقاله انتقال حرارت جابجایی جریان آرام نانوسیال داخل لوله صاف و سینوسی تحت شرط مرزی شار حرارتی ثابت به صورت عددی مورد بررسی قرار گرفته است. نانوسیال با سیال پایه آب و دو نانوذره اکسیدآلومینیوم و اکسیدمس در غلظت‌های حجمی ٪۰ تا ٪۴ در نظر گرفته شده است. بین نتایج تحلیلی و داده‌های آزمایشگاهی تطابق خوبی مشاهده شد. اثر عدد رینولدز، غلظت حجمی و نوع نانوذرات بر انتقال حرارت جابجایی جریان داخل لوله سینوسی و صاف مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داد با افزایش عدد رینولدز و غلظت حجمی نانوذرات انتقال حرارت جابجایی افزایش می‌یابد. همچنین استفاده از لوله سینوسی به افزایش انتقال حرارت جابجایی می‌انجامد و افزایش عدد رینولدز و غلظت حجمی به افزایش بیشتر انتقال حرارت کمک می‌کند. بعلاوه، اکسیدمس عملکرد بهتری نسبت به اکسیدآلومینیوم بویژه در لوله سینوسی دارد.

واژه های کلیدی

نانوسیال ، لوله‌سینوسی ، انتقال‌حرارت‌جابجایی اجباری ، بررسی‌عددی ، جریان آرام

مقدمه

سیالات در بسیاری از تجهیزات مهندسی نقش مهمی دارند.سیال‌های متداول انتقال حرارت مانند آب، نفت و اتیلن‌گلیکول[۱] هدایت حرارتی پایینی در مقایسه با بیشتر جامدات دارند. در مبدل‌های حرارتی که فشردگی[۲] بالا، سبک وزن بودن و کارایی بسیار مهم است هدایت حرارتی یک عامل اساسی محسوب می‌شود. به منظور افزایش ضریب هدایت حرارتی سیالات معمولی، تلاش می‌شود با اضافه کردن ذرات ریز جامد در آن‌ها، نوع جدید سیالات ایجاد شود. آهوجا [۱] ذرات با هدایت حرارتی بالا را در ابعاد میکرو/میلی‌متر در سیال پایه پراکنده کردند. ولی استفاده از ذرات بزرگ به خوردگی لوله‌ها، افت فشار زیاد و رسوب انجامید. برای اولین بار چوی[۳] [۲] در سال ۱۹۹۵ ذرات در ابعاد نانو را به سیال پایه اضافه کرد و آن را اصطلاحا "نانوسیال[۴]" نامید. به دلیل هدایت حرارتی و عملکرد انتقال حرارتی بالای نانوسیال در مقایسه با سیال خالص، انتظار می‌رود در حالت ایده‌آل برای کاربردهای عملی مناسب باشد. همچنین استفاده از سطوح گسترش یافته مانند کانال یا لوله‌های سینوسی[۵] به جای لوله صاف در مبدل‌های حرارتی به منظور افزایش انتقال حرارت متداول است. در سال‌های گذشته پژوهش‌های زیادی به صورت عددی و تجربی، استفاده از نانوسیال به عنوان سیال عامل را مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعاتی نیز در مورد جریان داخل لوله یا کانال سینوسی انجام شده است. در ادامه مختصرا به بعضی از آنها پرداخته می‌شود.

ابراهیم‌نیا و همکاران [۳] عملکرد حرارتی و افت فشار جریان نانوسیال داخل یک لوله صاف در جریان آرام و تحت شرط مرزی شار حرارتی ثابت را به صورت عددی بررسی کردند. آن‌ها اکسیدآلومینیوم، اکسید مس و چند نانوذره[۶] دیگر را با غلظت‌های حجمی[۷] ٪۰ تا ٪۶ در سیال پایه آب و مخلوط آب و اتیلن‌گلیکول که به عنوان سیال عامل برای شبیه‌سازی رفتار جریان و انتقال حرارت نانوسیال استفاده می‌شود، پراکنده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد غلظت حجمی نانوذره، حرکت براونی و نسبت منظری[۸] نانوذره مشابه عدد رینولدز ضریب انتقال حرارت را افزایش می‌دهد. همچنین نتیجه گرفتند ضریب انتقال حرارت پیش‌بینی شده بر اساس خواص حرارتی نانوسیال در حالت ایستا[۹] از نتایج آزمایشگاهی کمتر است و مدل هدایت حرارتی که اثر حرکت براونی نانوذرات را در نظر می‌گیرد ضریب انتقال حرارت را دقیق‌تر پیش‌بینی می‌کند.

بیانکو و همکاران[۱۰] [۴] عملکرد انتقال حرارتی نانوسیال آب/اکسیدآلومینیوم را داخل لوله دایروی در رژیم جریان آرام در حال توسعه تحت شار حرارتی ثابت به صورت عددی بررسی کردند. مدل تک‌فازی[۱۱] و دو فازی[۱۲] با هر دو خواص ثابت و تابع دما برای نانوذرات به قطر ۱۰۰ nm بکار بردند. نتایج آن‌ها نشان داد حداکثر اختلاف در ضریب انتقال حرارت متوسط بین مدل دوفازی و تک‌فازی ٪۱۱ است و ضریب انتقال حرارت جابجایی نانوسیال بزرگتر از سیال

[۱] Ethylene glycol
[۲] Compactness
[۳] Choi
[۴] Nano fluid

[۵] Sinusoidal wavy-walled tube
[۶] Nanoparticle
[۷] Volume concentration
[۸] Aspect ratio
[۹] Static
[۱۰] Bianco et al.
[۱۱] Single-phase model
[۱۲] Two-phase model