ICHMT2014-HN10101880196

بررسی تجربی جریان هوا و مه در کانال دایره ای نیمه پر از محیط متخلخل

شهرام براغ[۱]، حسین شکوهمند [۲]، محمد نیکیان [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، sbaragh@yahoo.com
[۲] استاد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه تهران،hshokoh@ut.ac.ir
[۳] استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان ،m.nikiyan@tiau.ac.ir

چکیده

بررسی انتقال حرارت درون یک کانال به صورت نیمه پر از ماده متخلخل یک مسئله کلاسیک و با اهمیت در انتقال حرارت می باشد. در این تحقیق جریان مه آلود هوا و قطرات آب معلق درآن و همچنین در داخل یک کانال دایره ای نیمه پر از محیط متخلخل به صورت تجربی مورد بررسی قرار میگیرد. همچنین تغییرات پارامترهای هیدرودینامیکی مسئله بررسی می گردد.

ابعاد کانال مورد آزمایش به قطر ۱۰سانتیمتر و طول۷۰ سانتیمتر است که با شرایط مزری شار ثابت کار میکند. جریان ورودی به صورت آرام با رینولدز کمتر از۲۰۰۰ حدود ۱۱۲۵، ترانزینت با رینولدز ۳۵۰۰ و توربلانس با رینولدز ۶۴۳۷ ، که تخلخل ماده بکار رفته در کانال حدود ۱۵تا ۲۰dpi است. همچنین انتقال حرارت به صورت جابه جایی اجباری می باشد.

فرضیات مسئله بدین صورت می باشد: ۱- جریان مه آلود یکنواخت است. ۲- جریان با شار ثابت فرض می شود. ۳- محیط پروس همگن فرض می شود. پارامترهای متغییر مسئله عبارتند از: ۱- ابعاد مختلف ماده متخلخل ۲- شکل قرارگیری ماده متخلخل ۳- مقدار پروزیتی یا تخلخل.

با بررسی نتایج حاصل از آزمایشات ، نشان داده شده که ضریب انتقال حرارت جابجایی ، جریان مه آلود در شارهای حرارتی و رینولدزهای مختلف و با حضور محیط متخلخل به علت ایجاد محیطی یکنواخت و هدایت بالای ماده متخلخل ، شار حرارت اعمالی به جداره لوله سریعا به سیال منتقل شده است و دمای متوسط سیال افزایش می‌یابد و به دنبال آن باعث کاهش اختلاف دمای جداره و دمای متوسط سیال شده است ، و با توجه به اینکه رابطه عکس با اختلاف دما دارد ، ضریب انتقال حرارت افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی
ماده متخلخل- پروزیتی- جریان مه آلود

مقدمه

امروزه مباحث مربوط به محیط متخلخل به موضوعاتی مهم در طراحی و آنالیز مبدل های حرارتی ، تبدیل شده اند. کوچک نمودن تدریجی دستگاه های انتقال حرارت ، در نتیجه ی استفاده از این محیط ها، راه را برای ایجاد جریان با اعداد رینولدز پایین تر هموار نموده، و طراحان را به سوی حوزه جدیدی که درآن ابعاد به طور قابل ملاحظه ای کوچک تر و ساختارها به طورقابل توجهی پیچیده تر میشوند ، سوق داده است. در سال های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه بهینه سازی و کوچک سازی مبدل های حرارتی به کمک جریان های مه آلود صورت گرفته است. این تحقیقات عمدتا در زمینه جریان های مغشوش است و کمتر به جریان های آرام، پرداخته شده است. جریان سیال و انتقال حرارت جابجایی در کانالهای نیمه پر شده با صفحات متخلخل به صورت تحلیلی، تجربی و عددی در چندین مقاله مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. پلیکاکوس و کازمیرزاک[۱] انتقال حرارت جابجایی کاملا توسعه یافته بین دو صفحه تخت موازی و یک لوله مدور که محیط متخلخل به صورت نیمه پر به دیواره ها الحاق شده اند ، را به صورت تئوری مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آنها چندین مثال کاربردی با شرایط مرزی شار گرمایی ثابت و دما ثابت ارائه کردند. کوزنتسو[۲] یک راه حل تحلیلی برای انتقال حرارت جابجایی اجباری توسعه یافته در یک کانال مرکب که متشکل از دو ورق ثابت بوده ، با استفاده از تکنیک لایه مرزی ارائه کرد. محیط متخلخل در مجاورت دیواره بالایی کانال واقع شده است. همچنین شار حرارتی یکنواخت در صفحه پایینی کانال اعمال شده است ، در حالی که ورق بالایی عایق شده است. راه حل های تحلیلی برای سرعت و توزیع درجه حرارت و همچنین عدد ناسلت بدست آمده است. در کار مشابهی ،کوزنتسو [۳] یک راه حل تحلیلی برای مطالعه جریان مایع کاملا توسعه یافته در یک هندسه مرکب ،که ماده متخلخل به صورت نیمه پر شده بود، ارائه کرد. بر خلاف کارهای قبلی، شرایط مرزی با در نظر گرفتن تنش برشی مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین کوزنتسو [۴] مطالعات تحلیلی انتقال حرارت با جابجایی اجباری در محیط متخلخل را نیز انجام داده است.

چیک و همکارانش [۵] یک راه حل تحلیلی برای انتقال حرارت جابجایی اجباری توسعه یافته غیر دارسی بین دو سیلندر هم محور را ارئه کردند. سیلندر داخلی در معرض جریان شار حرارتی ثابت قرار دارد، درحالی که سیلندر بیرونی عایق حرارت می باشد. لایه متخلخل به سیلندر داخلی الحاق شده بود.

کوزنتسف[۶] همچنین در مورد تاثیر توزیع حرارتی بر روی انتقال حرارت جابجایی اجباری توسعه یافته در یک کانال با صفحات موازی ، که از محیط متخلخل به صورت نیمه پر و مایع اشباع شده در آن استفاده شده است، تحقیقات تحلیلی انجام داد. دیواره های کانال با شار حرارتی یکنواخت و ثابت گرم می شود. قسمت های اطراف کانال