شبیه‌سازی عددی ویژگی‌های انتقال حرارت جریان الکترواسموتیک درون یک میکروکانال دوبعدی تحت تاثیر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عرضی

بهنام مقیمی مفرد آبده‌گاه [۱،*]، محسن ثقفیان [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان *b.moghimi@me.iut.ac.ir*

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان *saghafian@cc.iut.ac.ir*

چکیده

در این مقاله با استفاده از یک شبیه سازی عددی و به کمک روش حجم محدود ابتدا ویژگی‌های حرارتی جریان سیال تحت تاثیر یک میدان مغناطیسی تنها و عمود بر محور میکروکانال دوبعدی (هیدرودینامیک مغناطیسی)، برای مقادیر مختلف عدد هارتمن مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه ویژگی‌های حرارتی جریان محلول الکترولیت تحت تاثیر ترکیب دو میدان الکتریکی، یکی در راستای محور میکروکانال (جریان الکترواسموتیک) و دیگری در راستای عمود بر محور کانال، و یک میدان مغناطیسی عمود بر محور کانال و با کمک معادله پواسون-بولتزمن مورد بررسی قرار گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد که به‌طور کلی حضور میدان مغناطیسی تاثیر قابل توجهی بر پروفیل دمای بدون بعد جریان دارد و باعث زیاد شدن دمای بدون بعد خصوصا در مرکز میکروکانال می‌شود. اما در زمانی که میدان الکتریکی عرضی وجود دارد، افزایش میدان مغناطیسی تا یک مقدار خاصی باعث کاهش دمای بدون بعد سیال می‌شود و از آن به بعد روند افزایش دمای بدون بعد سیال با افزایش میدان مغناطیسی شروع می‌شود.

واژگان کلیدی: هیدرودینامیک مغناطیسی، الکتزواسموتیک، محلول الکترولیت، پواسون-بولتزمن

۱- مقدمه

بسیاری از اثرات کوچک شدن اندازه‌ها در سیستم‌های میکروسیالاتی به علت افزایش نسبت سطح به حجم می‌باشد. همین امر منجر به افزایش نیروهای سطحی می‌شود که افت فشارهای شدید و اتلاف ویسکوز را تولید می‌کند. در میکروکانال‌ها، نسبت طول کانال به قطر هیدرولیکی بالا، منجر به گرادیان‌های فشار بزرگ و سرعت‌های زیاد می‌شود که به علت اتلاف ویسکوز منجر به افزایش اصطکاک و در پی آن انرژی گرمایی می‌شود . از آن‌جایی که وظیفه‌ی بسیاری از سیستم‌های میکروسیالاتی خنک کاری می‌باشد، اتلاف ویسکوز یک عامل محدود کننده می‌باشد. اهمیت افزایش انتقال گرما در بهینه‌سازی عملکرد وسایل مختلف از جمله مبدل‌های حرارتی، افزایش راندمان، کاهش اتلاف انرژی و بالا بردن عملکرد قطعات الکترونیکی و پردازنده‌ها به خوبی روشن است. طی سالیان متمادی تلاش‌های زیادی برای رسیدن به انتقال حرارت بیشتر در حوزه علوم و مهندسی صورت پذیرفته است و پژوهشگران با بکار بردن روش‌های مختلف برای رسیدن به این هدف تلاش کرده‌اند. دستیابی به نرخ‌های بالاتری از انتقال گرما، موجب بالا رفتن کارآیی دستگاه حرارتی و نیز کاهش اندازه آن در بارهای حرارتی مشخص، خواهد شد و از این جهات موجبات افزایش صرفه اقتصادی، کاهش مواد مصرفی در ساخت وسایل و صرفه جویی در مصرف انرژی را فراهم خواهد ساخت. مناسب‌ترین راه ایجاد جریان در میکرو و نانو کانال‌ها اعمال میدان‌های خارجی بر روی کانال است. این روش بر پایه پدیده الکتروکینیتیک در یک جریان ابداع شده است که کاربردهای فراوانی چه در زمینه‌های غیرپزشکی مانند پمپ کردن یک سیال، یونیزه کردن سیالات، اختلاط سیالات، جداسازی ناخالصی‌های درون مواد، کنترل جریان و چه در زمینه‌های پزشکی مانند بررسی ph خون، انتقال داروهایی که قابلیت رسانش الکتریکی دارند، انتقال نمونه آزمایش و بسیاری کاربردهای دیگر دارد (گاد-ال-هاک : ۲۰۰۶).