ICHMT2014-HN10102480095

شبیه سازی جریان سیال و انتقال حرارت یک ریز مبدل حرارتی به روش شبکه بولتزمن

سید محمد احسان قدمگاهی[1]، امیرفرهاد نجفی[2]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی، ehsanghadamgahi@yahoo.com
[2]دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی ، afnajafi@ut.ac.ir

چکیده

امروزه با کوچک شدن پردازنده ها و نیاز به افزایش سرعت آنها به کارگیری ریز مبدل های حرارتی با بازده ی بالا و قابلیت خنک کاری بهتر مورد نیاز است، لذا در اینجا راهکار افزایش انتقال حرارت برای ریز مبدل های حرارتی مربوطه به وسیله ی عبور از جریان آرام به جریان گذرای شبه متناوب مورد بررسی قرار می گیرد. روش شبکه بولتزمن برای میکرو و نانو کانال ها که اعداد نادسن بالایی دارند قابل استفاده است، لذا روش استفاده شده در حل جریان و انتقال حرارت این ریز مبدل حرارتی برای اینگونه مسائل نیز قابل استفاده است. در عدد رینولدز برابر 150 جریان آرام شکل می گیرد اما با افزایش عدد رینولدز به حدود 200 می تواند جریان را از حالت آرام به حالت گذاری(انتقالی) شبه متناوب ببرد که در این حالت نحوه ی خطوط جریان در بین دو پره ی کنار هم و همچنین خطوط جریان بین پره و دیواره به نوعی تغییر می کند که باعث افزایش انتقال حرارت می گردد. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که استفاده از جریان گذاری شبه متناوب تا 4.5 درصد انتقال حرارت را نسبت به جریان آرام افزایش، و تا 6.33 درصد افت فشار را کاهش می دهد.

واژه های کلیدی

شبکه بولتزمن، انتقال حرارت، جریان گذاری شبه متناوب، ریز مبدل حرارتی، پردازنده.

مقدمه

در خنک کننده ی میکرو الکترونیک ها و دستگاه های پزشکی مانند اکسیژناتور و دیالیز کلیه، افزایش انتقال جرم و حرارت اهمیت دارند. ویژگی های بهبود انتقال جریان و حرارت و جرم در مینی کانال ها برای رژیم آرام و رژیم جریان انتقالی و بررسی عددی آنها با پیشرفت علوم و فناوری مستلزم محاسبات حجیمتر، دقیقتر و سریعتر است. به این علت مهندسان الکترونیک و رایانه با دستیابی به علوم میکرو و نانوفناوری هر روزه پردازنده های سریعتر، قویتر و کوچکتری را روانه بازار می کنند [3،4،8]. افزایش سرعت پردازش و قدرت محاسباتی و از طرف دیگر کاهش ابعاد آنها موجب افزایش شارحرارتی و بحرانی شدن مسأله دفع حرارت از پردازنده ها شده است.

مدل سازی میکروکانال ها با الگوریتم های عددی توسط محققین مختلفی انجام شده است. استفاده از میکروکانال ها، یکی از ایده های جذاب برای غلبه بر مشکل دفع حرارت از سطوح شارحرارتی بالا توسط تاکرمن و پیزه در سال 1981 ارائه شد که پس از آن تحقیقات زیادی در این زمینه صورت پذیرفته است. بسکوک ، کانیداکیس در سال 1994 از روش المان طیفی (Spectral Element Method) برای مدل سازی انتفال مومنتوم و گرما درون ساختارهای با هندسه میکرو استفاده کردند. آنها بیان کردند که نتایجشان برای رژیم جریان غیر لغزشی معتبر و صحیح است اما برای اعداد نودسن بالاتر لازم است که معادلات بولتزمن حل شوند. آرکلیک و همکاران یک سیال گازی را در میکروکانال ها در نظر گرفتند آنها از معادلات ناویراستوکس استفاده کرده و فرض کردند که تابع گرادیان سرعت در نزدیکی دیوار از شرایط مرزی لغزش القاء می گردد. در سال 1989 جیمز و هیگورا نشان دادند که روش شبکه بولتزمن برای بدست آوردن تابع توزیع ذرات میکروسکوپکی استفاده می شود و سپس از این نتایج میکروسکوپی استفاده می شود. نشان داده شده است که روش شبکه بولزمن پایدار، صحیح و از نظر محاسباتی پر بازده می باشد. الکساندر و همکارانش نشان دادند که مدل شبکه بولتزمن را می توان برای تراکم پذیری اما با یک محدودیت که جریان باید هم دما باشد استفاده کرد. در سال 2002 زایابو و همکارانش از روش شبکه بولتزمن برای شبیه سازی جریان در سیستم های میکرو الکتریکی استفاده کرده اند[7]. آنها از مدل های 9 سرعتی و سه جهتی برای مطالعه سرعت لغزشی در نزدیکی دیوار و افت فشار غیر خطی در طول کانال استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد مدل شبکه بولتزمن می تواند رفتار بنیادی میکروجریان ها را توضیح دهد. پارک و همکاران در سال 2003 به بررسی تجربی انتقال حرارت و جریان سیال در میکروکانال مستطیلی پرداخته اند. تأثیر قابل توجه تغییرات خواص مواد با دما بر افت فشار از نتایج ارائه شده آنها است. کو و کلینستریور در سال 2004 ، اتلاف لزج در میکروکانال مستطیلی را مطالعه نموده اند. موضوع مورد بررسی آنها تأثیر نسبت منظری بر اتلاف لزج بوده است[8]. در سال 2004 ساکسی و همکاران یک شرط مرزی جدید را برای بررسی انتقال گرما در کانال ها به کمک روش شبکه بولتزمن ارائه دادند و نشان دادند که روش شبکه بولتزمن روش بسیار خوبی برای بررسی انتقال گرما در کانال ها می باشد. در سال 2005 یانگ رو و همکاران انتقال گرما را در میکرو کانال ها به کمک شبکه بولتزمن بررسی کردند. ژانگ و همکاران در سال 2005 یک میکرومبدل حرارتی را برای تراشه الکترونیکی به صورت تجربی آزمودند. افت فشار و مقاومت حرارتی از پارامترهای مطالعه شده در این تحقیق است. حل