

الخلاصة

أجريت في هذا البحث دراسة نظرية وعملية لانتقال الحرارة بالحمل الحر خلال فجوة حلقيّة تقع بين اسطوانتين متحدتي المركز مائلة بثبوت درجة حرارة سطحها، إذ بينت الدراسة تأثير كل من نسبة القطرين وزاوية الميلان على انتقال الحرارة بالحمل الحر خلال الفجوة ولأعداد رالي مختلفة.

تناول الجانب النظري حل لمسألة انتقال الحرارة بالحمل الحر خلال فجوة حلقيّة أفقية وأخرى شاقولية، إذ بسطت المعادلات الحاكمة للجريان وانتقال الحرارة خلال الفجوة من المعادلات الأساسية (الاستمرارية، الزخم والطاقة) باستعمال الإحداثيات القطبية، حولت المعادلات الحاكمة بدلالة الدوامية -دالة الجريان (Vorticity-Stream Function) بالنسبة لمعادلات الزخم ودالة الجريان ودرجة الحرارة بالنسبة لمعادلة الطاقة وبذلك اختزل عدد المعادلات اللازم حلها، أُضيفَ بعدها التغير مع الزمن إلى الطرف الأيسر لكل منها لتتحول المعادلات الحاكمة إلى صيغة يمكن حلها باستعمال طريقة الارتحال مع الزمن (Time-Marching Method)، ثم حولت المعادلات إلى الصيغة اللابعدية باستخدام العوامل الحاكمة اللابعدية عدد برانتل وعدد رالي.

من خلال البرنامجين الحاسوبيين المعدين لحل الجزء النظري من البحث تم الحصول على نتائج مثلت بمخططات دالة الجريان وخطوط تساوي درجة الحرارة، منحنيات السرعة، منحنيات توزيع درجة الحرارة خلال الفجوة وتوزيع عدد نسلت الموضوعي خلال الفجوة ولأعداد رالي مختلفة ولنسبة قطر خارجي إلى قطر داخلي (1.7، 2.0 و 2.3) وللوضعين الأفقي والشاقولي. بينت نتائج الحل العددي التأثير المهم لفرق درجات الحرارة على عملية انتقال الحرارة خلال الفجوة والذي يزداد تأثيره من الوضع الأفقي إلى الوضع الشاقولي. وضعت ثلاث علاقات ترابطية تربط عدد نسلت بعدد رالي لكل نسبة قطرین للوضع الأفقي وللوضع الشاقولي، ثم وضعت علاقة ترابطية تربط عدد نسلت بعدد رالي ونسبة القطرين.

في الجانب العملي تم تصميم وبناء منشأ تجريبي تكون من ثلاث اسطوانات داخلية استخدمت كل واحدة منها على حده واسطوانة رابعة خارجية بنسب قطرین (1.7 و 2.0 و 2.3)، ثبت مقطع الاختبار على حامل يمكن تغيير زاوية ميلانه مع الأفق بين 90°

0°)، سخنت الاسطوانة الداخلية باستخدام سلك مقاوم كهربائي من النيكل-كروم ملفوف حول قاعدة خزفية تثبت بصورة مركزية داخل الاسطوانة الداخلية، فيما بردت الاسطوانة الخارجية بماء ذي درجة حرارة ثابتة لضمان تثبيت درجة حرارة سطح الاسطوانة الخارجية، اختير مدى من عدد رالي تراوح لنسبة القطرين (1.7) بين (2.2×10^3) و (6.6×10^4) ولنسبة القطرين (2.0) بين (4.4×10^3) و (6.9×10^4) ولنسبة القطرين (2.3) بين (7.7×10^3) و (7.4×10^4) ، كما تم تغيير زاوية الميلان مقطوع الاختبار مع الأفق بين $(90^\circ - 0^\circ)$.

بعد اختزال النتائج العملية إلى صيغة بالعوامل الحاكمة اللابعدية نفسها للحل النظري بينت توزيع درجة الحرارة على السطحين الداخلي والخارجي للفجوة، وتغير متوسط عدد نسلت بتغير عدد رالي لمختلف زوايا الميلان، وتغير متوسط عدد نسلت بتغير عدد رالي لنسب القطرين المدروسة عند زاويتي الميلان (0°) و (90°) . إن هذه النتائج بينت ازدياد متوسط عدد نسلت بزيادة زاوية الميلان من (0°) إلى (90°) . ربطت قيم متوسط عدد نسلت بتغير عدد رالي بثلاث معادلات ارتباطية لمختلف زوايا الميلان ولكل نسبة قطرین، ثم ربطت قيم متوسط عدد نسلت بتغير قيم عدد رالي وبتغير نسبة القطرين بمعادلات ارتباطية واحدة ولزوايا ميلان مختلفة، ثم قورنت النتائج العملية مع نتائج البحث الحالي النظرية ومع نتائج بحوث سابقة، كما قورنت النتائج العملية مع نتائج العلاقات الارتباطية التي تم التوصل لها في البحث الحالي.