

الخلاصة

تم في هذا البحث إجراء دراسة نظرية وعملية في انتقال الحرارة والجريان للمائع المتناهي الدقة في أنبوب أفقي ومائل مسخن بثبوت الفيض الحراري. تمت الدراسة العملية والنظرية في منطقة تمام التطور الحراري والهيدروديناميك مع جريان طبقي. وقد استخدم ثلاثة أنواع من الموائع المتناهي الدقة وهي (AL (25nm) – distilled Water), (AL₂O₃ (30nm) – distilled water), (CuO (50nm) – distilled water). تضمنت الدراسة النظرية بناء نموذج رياضي احادي الطور من المعادلات الحاكمة للجريان وانتقال الحرارة لأنبوب دائري أفقي ومائل باستعمال المعادلات الأساسية (الاستمرارية، الطاقة والالاتجاهات القطبية الثلاث) وهذه المعادلات تم تحويلها إلى الصيغة اللابعدية بوجود العوامل الحاكمة اللابعدية وهي عدد رالي، برانتل وعدد رينولدز و نسب الحجوم ثم حلت عددياً باستخدام طريقة الاتجاه الضمنية المتناوب وطريقة كاوس. بينت نتائج الحل العددي أن الجريان الثانوي الناتج عن الحمل الحراري له تأثير هام على عملية انتقال الحرارة وأن اعظم تأثير له يكون عند الموضع الأفقي للأنبوب ويتناقص تأثيره بزيادة ميل الأنبوب إلى الموضع الشاقولي. النتائج وضحت أن معدل انتقال الحرارة يزداد طبقاً إلى زيادة نسب الحجوم ورقم رالي كذلك تم استنتاج بأن نوع المائع المحتوي على دقائق متناهية بالصغر هو المفتاح الرئيسي لتحسين انتقال الحرارة حيث كانت أعلى قيم لذلك في حالة CuO , Al₂O₃ على الترتيب بالإضافة إلى العامل NUR استخدم لإظهار مجال الجريان وانتقال الحرارة داخل الأنبوب.

تضمن الجانب العملي بناء منشأ تجريبي مكون من أنبوب زجاجي من البيركس ذي قطر 4 ملم. ثبتت هذا الأنبوب على حامل ثابت في وضع أفقي وسخن عن طريق لفه بسلك مقاوم كهربائي من التنكستن وجهزه بخزان تجميع للمائع المتناهي الدقة ومضخة، مقاييس للضغط، مقاييس للتدفق، ثرموكيبيل. تم اختيار مديات من عدد رينولدز تتراوح بين (100 - 900) وفيض حراري يتغير من (588 - 7910) واط/متر² بحيث تؤمن مدى واسع من أعداد رالي تتراوح بين (103×1 - 106×4) وتركيز يتراوح ما بين (0.25 - 2.5 vol%) مع طول المدخل هو 2% من الطول الكلي للأنبوب. وتم قياس الضغط، درجات حرارة جدار الأنبوب والمائع المتناهي الدقة، معدل التدفق، الفيض الحراري، إضافة إلى قياس خواص الثرموفيزيائية عملياً للمائع الفائق الدقة وهذه الخواص هي اللزوجة والحرارة النوعية، الموصلية الحرارية، الكثافة. وأوضحت الدراسة أيضاً مقدار الزيادة في نسب عدد نسلت لثلاثة أنواع من الموائع المتناهي الدقة المذكورة أعلاه وهذه النسب كانت بالتتابع (45%, 31%, 25%) مع فيض حراري منتظم وثبوت درجة حرارة السطح (36%, 27%, 22%) أن التحسين في انتقال الحرارة يعتمد على نسب الحجوم، نوع الجزيئات، حجم الجزيئات، مائع الأساس، منطقة الجريان كما بينت أن الموائع الفائقة الدقة المعدنية أكثر تحسين في انتقال الحرارة من الموائع المتناهي الدقة الأوكسيدية المعدنية. وقد تم الحصول على معادلة ارتباطية لكل نوع من الموائع المتناهي الدقة إضافة إلى معادلة ارتباطية عامة للموائع المتناهي الدقة المستخدمة في هذه الدراسة. وتمت مقارنة النتائج العملية والنظرية مع العديد من الباحثين في هذا المجال وكان توافق جيد في السلوك أما التوافق بين نتائج الدراسة التجريبية والنظرية لا يتجاوز 9% لهذه الدراسة.