

# تحليل أداء منظومة شمسية لتدفئة وتكييف مبنى باستخدام آلة تبريد امتصاصية ذات التأثير المضاعف

## Performance analysis of solar system for heating and cooling of a building using double effect absorption refrigeration machine

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في هندسة الطاقات المتجددة

إعداد: م. فراس الجوجو

بإشراف: د. م. عيسى محمود

### النتائج والمناقشة

باستخدام البرنامج RTS تبين أن حملي التكييف الصيفي والشتوي للفيلا هما  $17200 [W]$  و  $9160 [W]$ ، على التوالي. لدى إنجاز الحسابات الحرارية للآلة الامتصاصية وجدنا أن درجة حرارة وعاء الفصل الثانوي ليست ثابتة بل متغيرة وتتعلق بدرجة حرارة وعاء الفصل الرئيسي. لذلك قمنا بحساب معامل أداء الآلة كتابع لدرجة حرارة وعاء الفصل الرئيسي ورسم العلاقة ووجدنا أن معامل الأداء يزداد بازديادها حتى يصل إلى قيمة أعظمية هي  $161 [^{\circ}C]$  لينخفض بعدها. قمنا بإسقاط هذه القيمة على المخططات التيرموديناميكية للمحلول بروميد الليثيوم - ماء فلاحظنا حدوث تبلور في الآلة عندها. وجدنا أيضاً أن القيمة الحدية الأمانة التي تضمن عدم حدوث تبلور هي  $144 [^{\circ}C]$ . لأجل تحديد القيمة التصميمية لدرجة حرارة وعاء الفصل الرئيسي قمنا بحساب ضياع الأكسيريغي له ووجدنا أن أقل قيمة للضياع توافق درجة الحرارة  $140 [^{\circ}C]$ ، وبالتالي تم اعتمادها. لدى إنجاز الحسابات الحرارية للمجمعات الشمسية وجدنا أن قيمة معامل الضياع الحراري الكلي  $3.06 [W/(m.^{\circ}C)]$ ، وقيمة عامل إزالة الحرارة  $0.79$ . بالإضافة إلى ذلك قمنا بالحسابات التفصيلية لتغير الطاقة الشمسية الواردة على سطح مائل كتابع لزاوية ميلان المجمع الشمسي لعدة أشهر في السنة ووجدنا أن أفضل زاوية ميلان صيفاً هي  $10^{\circ}$  وشتاءً هي  $50^{\circ}$ . لقد استخدمنا الطريقة  $\phi, f$  chart لحساب مساحة المجمعات وحجم خزان الحرارة المحسوس حيث كانت القيم لأجل الصيف  $100 [m^2]$  و  $5 [m^3]$ ، على التوالي، والتي توافق نسبة مساهمة (فائدة) شمسية قدرها  $92.5\%$ . أخيراً قمنا بتحليل ظاهرة التبلور واقترحنا حلاً لها.

### الملخص

قمنا في هذا البحث بدراسة تكييف الهواء لفيلا في مدينة دمشق باستخدام آلة التبريد الامتصاصية مضاعفة التأثير والعاملة على المحلول بروميد الليثيوم - ماء بالإضافة إلى دراسة كيفية الاستفادة من المنظومة شتاءً، بحيث يتم تغذية آلة التبريد الامتصاصية بالحرارة من خلال حقل شمسي يعتمد على المجمعات الشمسية الحرارية ذات الأنابيب المفرغة والتدفق المباشر (U-Pipe). قمنا بدراسة وتصميم الحقل الشمسي وحساب أدائه الحراري التفصيلي. وقمنا بتأمين التدفق الحراري لدارة التبريد الامتصاصية باستخدام خزان الحرارة المحسوس. وفي نهاية بحثنا قمنا بدراسة مشكلة التبلور في الدارة ومناقشة الحلول المقترحة لها، من خلال برمجة المعادلات المسؤولة عن التبلور إضافة إلى برمجة معظم البارامترات الفيزيائية المتعلقة بالمحلول المستخدم

### القسم النظري

إن استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني يشكل نسبة كبيرة تصل إلى ثلث الاستهلاك الكلي للكهرباء، والاعتماد بشكل رئيسي على مصادر الوقود الأحفوري التي تنضب باستمرار وتشكل مشاكل بيئية عديدة. أثبتت الدراسات أن  $50\%$  من استهلاك الطاقة في المباني للمناطق الحارة يكون من قبل أجهزة التكييف التقليدية. لذلك يكون الحل بالإستغناء عن دارات التبريد الانضغاطية التقليدية باستخدام دارة التبريد الامتصاصية، التي تتألف من عدة أوعية رئيسية يتدفق بداخلها محلول مكون من مادتين هما عنصر التبريد وعنصر الامتصاص. إن درجة حرارة عنصر التبريد المتحرر على شكل بخار من وعاء الفصل الرئيسي مرتفعة، والتي ستضيع في المكثف وتشكل عبأ طاقي كبير عليه. وبالتالي تم ابتكار دارة التبريد الامتصاصية مضاعفة التأثير، والتي تعتمد على إمرار البخار المتحرر من وعاء الفصل الرئيسي إلى وعاء فصل إضافي يتم وضعه على خط المحلول الفقير بعنصر التبريد، مما يؤدي إلى تسخينه وتحرير كميات إضافية من البخار، تضاف إلى كمية البخار المتحررة من وعاء الفصل الرئيسي. إن ذلك يؤدي إلى زيادة الانتاجية التبريدية ورفع معامل أداء الدارة. بما أنه لا توجد طريقة واضحة لتحديد درجة الحرارة العاملة في وعاء الفصل الرئيسي فهي النقطة الأساسية في بحثنا، ولتحديدها بدقة سنعمل على توصيف مبنى معين لتأمين الحمل الحراري المطلوب له صيفاً وشتاءً، إضافة إلى توصيف منظومة التبريد الامتصاصية مضاعفة التأثير، وتحديد مدخلات الدارة وتغذيتها عبر تصميم حقل المجمعات الشمسية والخزان الحراري.

### المراجع

- [1] American Society of heating, refrigerating and air-conditioning Engineers. (2008). ASHRAE handbook.
- [2] Ahmad Khan, Suhail. (2016, March). COMPARATIVE ANALYSIS OF SINGLE AND DOUBLE EFFECT LiBr-WATER ABSORPTION SYSTEM. 4th International Conference on Recent Innovations in Sciences Engineering and Management.
- [3] Nasreldin Abdalla, Kamal. (2015, February). DESIGN AND TESTING OF AN ABSORPTION REFRIGERATION SYSTEM. Researchgate.
- [4] Borzou, B. Sadeghpour, F. (2009, May). System design and optimization of a water-lithium bromide double-effect absorption system. International Conference on Heating, Ventilating and Air Conditioning.
- [5] J.A, Duffie. W.A, Beckman. (2013). Solar engineering of thermal processes (4th ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- [6] CENGEL, YUNUS. HEAT TRANSFERS A PRACTICAL APPROACH (2nd ed.).
- [7] Al-Mohamad, Ali. (2004). Global, direct and diffuse solar-radiation in Syria. Applied Energy, No.36, 191-200.