



جامعة الموصل

كلية الهندسة

## تصميم ومحاكاة منظومة تنليج امتصاصية تعمل بالطاقة الشمسية

سفيان جمال خليل زيدان

رسالة ماجستير علوم في الهندسة الميكانيكية/ الهندسة الميكانيكية

بإشراف

أ.م.د. صدام عطية محمد الحبو

## الخلاصة

تشمل هذه الدراسة تصميم ومحاكاة منظومة تبريد امتصاصية أحادية التأثير سعة (10 طن) تستعمل محلول بروميد الليثيوم/الماء كمائع تشغيل وتعمل الطاقة الشمسية. تتضمن الدراسة أيضاً تصميم مجمع شمسي ذي اللوح المستوي؛ إذ يكون الماء هو مائع التشغيل فيه وتصميم خزان ماء لتخزين الطاقة الحرارية القادمة من المجمع الشمسي. وتمت عملية محاكاة المنظومة وتصميم أجزائها عن طريق برمجة المعادلات الرياضية باستعمال برنامج (MATLAB R2019a).

واستعملت طريقة مخطط الكسر الشمسي ( $f$ -Chart Method) لتحديد أفضل مساحة للمجمع الشمسي التي تكفي لتشغيل منظومة تبريد امتصاصية سعة (10 طن) لتبريد منزل ولمدة تسع ساعات يومياً. باستعمال طريقة التعويض المتعاقب (Successive Substitution) حُدِّث أفضل الظروف التشغيلية لمنظومة التبريد الامتصاصية اعتماداً على معامل أداء المنظومة، إذ تم فحص أداء المنظومة بتغيير الظروف التشغيلية المتمثلة بفاعلية المبادل الحراري للمحلول ودرجات الحرارة لكل من المبخر، والمولد، والمكثف، ووعاء الامتصاص من أجل الحصول على أفضل قيم لهذه المتغيرات التي تعطي أفضل أداء للمنظومة.

بالنتائج التي حصلنا عليها تبين أن حجم خزان الماء، ومساحة المجمع الشمسي، وزاوية ميلان المجمع الشمسي، وعدد أغطية المجمع لهم تأثير كبير على نسبة المساهمة الشمسية؛ إذ تزداد المساهمة الشمسية بزيادة حجم خزان الماء ومساحة المجمع الشمسي وعدد أغطية المجمع وكلما كانت زاوية ميلان المجمع صغيرة، وبُيِّنَت النتائج أن استعمال مجمع شمسي ذو غطاءين بمساحة ( $115 m^2$ ) مائل بزاوية ( $31.34^\circ$ ) وخزان ماء بحجم ( $5.75 m^3$ ) كافية لتشغيل منظومة تبريد امتصاصية سعة (10 طن) لأكثر من تسع ساعات يومياً بالاعتماد على الأحوال الجوية لمدينة الموصل.

فضلاً عن ذلك فإنَّ زيادة فاعلية المبادل الحراري للمحلول، درجة حرارة المولد، درجة حرارة المبخّر، تؤدي إلى تقليل الطاقة الحراريّة المطلوبة لتشغيل مولد منظومة التبريد الامتصاصيّة ومن ثمَّ زيادة معامل أدائها. كما أنَّ نقصان درجة حرارة وعاء الامتصاص ينتج عنه انخفاض تركيز المحلول القوي في وعاء الامتصاص الذي بدوره يقلل مقدار الطاقة الحراريّة المطلوبة للمولد ومن ثمَّ زيادة معامل أداء منظومة التبريد الامتصاصيّة. إنَّ نقصان درجة حرارة المكثف يسبب زيادة تركيز المحلول الضعيف في المولد الذي بدوره يقلل مقدار الطاقة الحراريّة المطلوبة للمولد ومن ثمَّ زيادة معامل أداء منظومة التبريد الامتصاصيّة. إنَّ أفضل الظروف التشغيلية لمنظومة التبريد الامتصاصيّة هي عندما تكون فاعلية المبادل الحراري للمحلول تساوي (0.8)، ودرجة حرارة المولد تساوي ( $75^{\circ}\text{C}$ )، ودرجة حرارة المبخّر تساوي ( $7^{\circ}\text{C}$ )، ودرجة حرارة وعاء الامتصاص تساوي ( $32^{\circ}\text{C}$ )، ودرجة حرارة المكثف تساوي ( $35^{\circ}\text{C}$ ). اعتماداً على هذه الظروف التشغيلية للمنظومة فإنَّ معامل الأداء يساوي (0.806)، وأقصى معامل للأداء يساوي (1.235)، ومعامل الأداء النسبي يساوي (0.652).

University of Mosul  
College of Engineering



# **Design and Simulation of Absorption Refrigeration System Operating by Solar Energy**

Soufyan Jamal Khalil Zidane

M.Sc. Thesis in Mechanical Engineering / Mechanical Engineering

Supervised by

Asst. Prof. Dr. Saddam Atteyia Mohammad Alhabbo

---

2023 A.D.

1445 A.H.

## **Abstract**

This study includes the design and simulation of a single-effect absorption refrigeration system with a capacity of (10 tons) that uses a lithium bromide/water solution as the working fluid and works using solar energy. The study also includes the design of a flat-plate solar collector in which the water is the working fluid, and design of water storage tank for thermal energy storage coming from the solar collector. The process of simulating the system and designing its parts was done by programming mathematical equations using the (MATLAB R2019a) software.

*f*-Chart Method was used to determine the best area for the solar collector, which is sufficient to operate absorption refrigeration system of capacity by (10 tons) to cool a house for a period of nine hours per day. Using the method of successive substitution, the best operating conditions for the absorption refrigeration system were specified based on the system's coefficient of performance, where the system's performance was examined by changing the operating conditions represented by the effectiveness of the solution heat exchanger and the temperatures of the evaporator, generator, condenser, and absorber in order to obtain the best values for these variables which give the best system performance.

From the obtained results, it was found that the size of the water storage tank, solar collector area, collector slope angle, and the number of collector's glass covers have a significant impact on the solar fraction. The solar fraction increases as the size of the water storage tank, solar collector area, the number of collector's glass covers are increases, and whenever the collector slope angle is small. The results showed that the use of solar collector with double glass covers with an

area of ( $115 \text{ m}^2$ ) tilted with angle ( $31.34^\circ$ ) and water storage tank of volume ( $5.75 \text{ m}^3$ ) are sufficient to operate the absorption refrigeration system with a capacity of (10 tons) for more than nine hours per day depending on the weather conditions of Mosul city.

Furthermore, increasing the effectiveness of the solution heat exchanger, generator temperature, and evaporator temperature leads to decreasing the heat energy required to operate the generator of the absorption refrigeration system and thus increasing its coefficient of performance. The decrease in the absorber temperature leads to a decrease in the concentration of the strong solution in the absorber, which in turn reduce the amount of heat energy required to the generator and thus increasing the coefficient of performance of the absorption refrigeration system. The decrease in the condenser temperature causes an increase in the concentration of the weak solution in the generator, which in turn reduce the amount of heat energy required to the generator and thus increasing the coefficient of performance of the absorption refrigeration system.

The best operating conditions for the absorption refrigeration system are when the effectiveness of the solution heat exchanger is equal to (0.8), generator temperature is equal to ( $75^\circ\text{C}$ ), evaporator temperature is equal to ( $7^\circ\text{C}$ ), absorber temperature is equal to ( $32^\circ\text{C}$ ), and condenser temperature is equal to ( $35^\circ\text{C}$ ). Depending on these operating conditions of the system, the coefficient of performance is equal to (0.806), the maximum coefficient of performance is equal to (1.235), and the relative coefficient of performance is equal to (0.652).