

---

## ABSTRACT

Theoretical and experimental studies were conducted on open type forced draft water cooling tower, where heat and mass transfer take place from the warm water to the bulk air which passes through the tower.

The theoretical part includes a computational simulation for a counterflow cooling tower. The simulation is represented through the solution of the governing equations for a cooling tower. The governing equations consist of momentum conservation equations for air (Navier-Stokes equations) in three dimension, mass conservation equations of air and water, energy equation, air moisture fraction and water enthalpy equation. The effect of turbulence is simulated using the k- $\epsilon$  model.

The solution methodology was implemented through the development of Fortran 90 computer program using finite volume techniques. The results show the reasonable behavior of air and water, also the heat and mass transfer along the tower, under variable conditions like inlet water temperature, inlet air wet bulb temperature,  $(\dot{m}_w / \dot{m}_a)$  ratio, and two different types of packing (aluminum and ceramic fill). Theoretical results show that for each  $(5^\circ\text{C})$  increase in inlet water temperature causes an increase in the air enthalpy about (11.5 %), but the air moisture increase about (20.9%). Water enthalpy decreases along the tower. This decrement depends upon the inlet water temperature. The increasing rate of heat and mass transfer depend upon the increment of inlet water temperature and the decrement of AWBT. These results are corresponding to packing height of 1.27 m,  $t_{adb} = 44^\circ\text{C}$ ,  $Ka = 0.322$ .

These results prove that the simulation has succeeded in the representation of the experimental work.

## الخلاصة

تم إجراء دراسة نظرية وعملية لأبراج تبريد الماء ذات الدفع القسري والجريان المتعكس ، حيث يحدث انتقال الحرارة والكتلة بين الماء الساخن والهواء المحيط الذي يمر خلال البرج . يتضمن الجزء النظري محاكاة عددية للبرج من خلال حل المعادلات الحاكمة للبرج. تشمل المعادلات الحاكمة معادلات حفظ الزخم للهواء (NSE's) بالأبعاد الثلاثة (X,Y,&Z)، معادلات حفظ الكتلة للهواء والماء، معادلة الطاقة، معادلة المحتوى الرطوبي للهواء ومعادلة المحتوى الحراري للماء . وقد تم تمثيل الاضطراب من خلال استخدام موديل (k -ε) .

تم تنفيذ منهجية الحل من خلال تطوير برنامج حاسبة باستخدام لغة فورتران (90) باستخدام طريقة الحجم المحددة . لقد بينت النتائج التصرف الدقيق لخصائص الماء والهواء خلال البرج وكذلك معدلات انتقال الحرارة والكتلة خلال البرج تحت ظروف متغيرة مثل درجة حرارة الماء الداخل ، درجة حرارة الهواء الرطبة الداخلة، نسبة ( $\dot{m}_w / \dot{m}_a$ ) وكذلك استخدام نوعين مختلفين من الحشوات (ألومنيوم وسيراميك) .

لقد بينت النتائج النظرية إن المحتوى الحراري للهواء يزداد بحدود (11.5%) عند زيادة درجة حرارة الماء الداخل للبرج بمعدل ( $5^{\circ}C$ ) بينما يزداد المحتوى الرطوبي للهواء بحدود (20.9 %). وينقل المحتوى الحراري للماء عبر البرج ويعتمد ذلك على درجة حرارة الماء الداخل للبرج. تعتمد زيادة معدل الحرارة والكتلة المنتقلتين على زيادة درجة حرارة الماء الداخل وعلى انخفاض درجة حرارة الهواء الرطبة. وكانت النتائج أعلاه عندما يكون ارتفاع الحشوة (1.27m) ودرجة حرارة الهواء الجافة ( $44^{\circ}C$ )، ومعامل انتقال الكتلة الحجمي ( $K_a$ ) .

لقد أثبتت النتائج النظرية مدى كفاءة التمثيل الرياضي لبرج التبريد المستخدم في الجانب العملي . تم انجاز الدراسة العملية من خلال استخدام برج تبريد ذات دفع قسري وجريان متعكس ،وقد بينت النتائج العملية ان اداء البرج يتأثر بتغير نسبة ( $\dot{m}_w / \dot{m}_a$ ) ولعدة ارتفاعات للحشوة، كذلك عند تغير مدى التبريد ومدى الاقتراب .

لوحظ من خلال المقارنه وجود تقارب جيد بين النتائج النظرية والعملية للمختلفة للهواء والماء.

