

جامعة الملك سعود  
كلية علوم الأغذية والزراعة  
قسم الهندسة الزراعية

## التقارير العملية لمقرر

هندسة البيئة والمباني الزراعية (٣٢٣ هنر)

إعداد

د/ عبد الإله الفرج

م/ جمال السبكي

## التمرين الأول

١. هواء كتلته تساوي 1 kg ودرجة حرارته تساوي  $20^{\circ}\text{C}$  . تم تسخين الهواء إلى  $40^{\circ}\text{C}$  . إذا علمت أن كمية الحرارة الكامنة اللازمة لتسخين الهواء تساوي 21 kJ . أحسب الحرارة النوعية Cp للهواء .
٢. مروحة تعمل على سحب الهواء بسرعة 5 m/sec خلال فتحة دائرية نصف قطرها 0.5 m . أحسب :
  ١. معدل السريان الحجمي للهواء.
  ٢. معدل السريان الوزني للهواء إذا علمت أن كثافة الهواء تساوي  $1.2\text{ kg/m}^3$  .
  ٣. أحسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة  $10\text{ m}^3$  هواء من  $15^{\circ}\text{C}$  إلى  $45^{\circ}\text{C}$  . إذا علمت أن الحرارة النوعية للهواء  $1.1\text{ kJ/kg.C}^{\circ}$  ، وكثافة الهواء  $0.00125\text{ gm/cm}^3$  .
  ٤. أحسب حجم هواء حجمه النوعي  $0.86\text{ m}^3/\text{kg}$  والمحتوى الحراري له  $50\text{ kJ/kg}$  . إذا علمت أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارته بحيث يصبح حجمه النوعي  $0.91\text{ m}^3/\text{kg}$  والمحتوى الحراري له  $75\text{ kJ/kg}$  من الهواء هي 1250 kJ .
- ٥- احسب قطر فتحة يمر بها هواء تلغعه مروحة بسرعة 8 m/sec بمعدل سريان وزني 4 kg/sec إذا كانت كثافة الهواء تساوي  $1.25\text{ kg/m}^3$  .

التمرين الثاني

١ . هواء رطب تحت ضغط جوي قياسي (101.325 kPa). إذا علمت أن درجة الحرارة الجافة للهواء  $30^{\circ}\text{C}$  ( $T_{db}$ ) ورطوبته النسبية (RH) % 40 ، باستخدام الخريطة السيكمومترية وبرنامج الحاسب (PLUS) ، أوجد خواص الهواء التالية:

- ١ . نسبة الرطوبة (W)                      ٢ . الحجم النوعي (v)                      ٣ . نقطة الندى ( $T_{dp}$ )  
٤ . المحتوى الحراري (h)                      ٥ . درجة الحرارة الرطبة ( $T_{wb}$ )

٢ . هواء رطب تحت ضغط جوي قياسي (101.325 kPa) وباستخدام الخريطة السيكمومترية وبرنامج الحاسب (PLUS) ، أوجد جميع خواص الهواء في الجدول للحالات التالية:

م	الخاصية	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
١	درجة الحرارة الجافة ( $T_{db}$ ) $^{\circ}\text{C}$	35	23					
٢	درجة الحرارة الرطبة ( $T_{wb}$ ) $^{\circ}\text{C}$					25	18	
٣	نقطة الندى ( $T_{dp}$ ) $^{\circ}\text{C}$		11	20			7	
٤	الرطوبة النسبية (RH) %			60				50
٥	نسبة الرطوبة (W) $\text{kg}_w/\text{kg}_a$	0.011			0.009			
٦	المحتوى الحراري (h) $\text{kJ/kg}$				65			85
٧	الحجم النوعي (v) $\text{m}^3/\text{kg}$					0.90		

٣ . هواء رطب تحت ضغط جوي قياسي (101.325 kPa). إذا علمت أن درجة الحرارة الجافة ( $T_{db}$ ) والرطوبة النسبية (RH) لهذا الهواء هي  $25^{\circ}\text{C}$  و % 50 على التوالي ، باستخدام الخريطة السيكمومترية وبرنامج الحاسب (PLUS) ، أوجد:

- ١ . نسبة الرطوبة (W)                      ٢ . الحجم النوعي (v)                      ٣ . نقطة الندى ( $T_{dp}$ )  
٤ . المحتوى الحراري (h)                      ٥ . درجة الحرارة الرطبة ( $T_{wb}$ )

٤ . هواء رطب تحت ضغط جوي قياسي (101.325 kPa). إذا علمت أن درجة الحرارة الجافة ( $T_{db}$ ) والرطوبة ( $T_{wb}$ ) لهذا الهواء هي  $31^{\circ}\text{C}$  و  $21^{\circ}\text{C}$  على التوالي، باستخدام الخريطة السيكمومترية وبرنامج الحاسب (PLUS) ، أوجد:

- ١ . نسبة الرطوبة (W)                      ٢ . الحجم النوعي (v)                      ٣ . نقطة الندى ( $T_{dp}$ )  
٤ . المحتوى الحراري (h)                      ٥ . الرطوبة النسبية (RH)

٥ . باستخدام برنامج الحاسب (PLUS) ، أوجد خواص الهواء الرطب في منطقتين جغرافيتين. الأولى تقع على ارتفاع موازى لسطح البحر والأخرى تقع على ارتفاع حوالي 1000 m ، إذا علمت أن درجة الحرارة الجافة ( $T_{db}$ ) والرطوبة النسبية (RH) هي  $24^{\circ}\text{C}$  و % 70 على التوالي. هل هنالك أي اختلاف يذكر لخواص الهواء عند ارتفاعات أو ضغوط جوية مختلفة؟ وضح إجابتك قدر الامكان.

التمرين الثالث

١. احسب درجة الحرارة الجافة النهائية و الناتجة عن عملية تبريد تبخيري لهواء درجة حرارته  $40^{\circ}C$  ورطوبته النسبية  $30\%$  علما بأن كفاءته جهاز التبريد هي  $80\%$ .
٢. هواء كتلته  $2\text{ kg}$  ودرجة حرارته الجافة  $5^{\circ}C$  ورطوبته النسبية  $70\%$  تم تسخينه مع ترطيه حتى أصبحت درجة حرارته الجافة  $20^{\circ}C$  ورطوبته النسبية  $50\%$ . أحسب:  
أ- كمية بخار الماء المضافة للهواء.  
ب- الحرارة المحسوسة والكامنة المضافة للهواء.
٣. احسب كمية بخار الماء التي يجب إضافتها إلى  $4\text{ kg}$  من هواء درجة حرارته  $15^{\circ}C$  ورطوبته النسبية  $50\%$  كي يتم تسخينها إلى درجة حرارة  $25^{\circ}C$  و رطوبة نسبية  $20\%$ . (استخدم برنامج الحاسب PLUS لإيجاد الخواص السيكرومترية).
٤. أوجد درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية للهواء الناتج من عملية الخلط الأديباتي ل  $22\text{ kg}$  من هواء درجة حرارته  $10^{\circ}C$  ورطوبته النسبية  $80\%$  مع  $5\text{ kg}$  من هواء درجة حرارته  $30^{\circ}C$  و رطوبته النسبية  $40\%$ . وضح هذه العملية على خريطة سيكرومترية.
٥. احسب درجة الحرارة الجافة النهائية نتيجة استخدام جهاز تبريد تبخيري كفاءته  $75\%$  تحت الظروف الجوية الآتية:  
أ. منطقة جافة: درجة حرارة الهواء الجافة  $42^{\circ}C$  و الرطوبة النسبية  $20\%$ .  
ب. منطقة رطبة: درجة حرارة الهواء الجافة  $42^{\circ}C$  و الرطوبة النسبية  $70\%$ .  
اشرح بإيجاز عن مدلول القيم التي حصلت عليها بالنسبة لعمل جهاز التبريد التبخيري.
٦. هواء تحت الظروف الجوية الآتية: ضغط جوي قياسي و درجة حرارة  $14^{\circ}C$  و رطوبة نسبية  $85\%$ . إذا علمت أن هذا الهواء يتم سحبه إلى غرفة تبريد بمعدل  $2.8\text{ m}^3/\text{S}$  كي يتم تبريده إلى  $4^{\circ}C$ . باستخدام الخريطة السيكرومترية بين هذه العملية من خلال رسم مبسط. أيضا احسب كل من:  
أ. الطاقة التبريدية (kW).  
ب. معدل إزالة بخار الماء من الهواء (kg/S).  
ج. معدل سحب الهواء خارج غرفة التبريد ( $\text{m}^3/\text{S}$ ).
٧. هواء درجة حرارته الجافة ورطوبته النسبية هما  $40^{\circ}C$  و  $50\%$  على الترتيب. تم خفض درجة الحرارة وإزالة الرطوبة من الهواء عن طريق التكتيف من خلال مرور الهواء في حلزون المبخر المعدي (coils) الخاص بوحدة التبريد. تعرف هذه العملية بالتبريد مع إزالة الرطوبة (cooling with dehumidification). إذا علمت أن الرطوبة المزالة لكل  $1\text{ Kg}$  من الهواء الجاف المار من خلال وحدة التبريد تكون حوالي  $0.006\text{ Kg H}_2\text{O}$ ، احسب كل من:  
أ. درجة الحرارة الجافة النهائية الناتجة من عملية التبريد؟  
ب. الحرارة المحسوسة والكامنة المزالة من الهواء؟

التمرين الرابع

١. لوح من مادة الصاج المجلفن سمكه 1 cm درجة حرارة أحد وجهيه  $110^{\circ}\text{C}$  والأخر  $90^{\circ}\text{C}$ . على فرض أن معدل انتقال الحرارة مستقر (ثابت) ، أحسب معدل الفيض الحراري (heat flux) خلال اللوح (من وجهه إلى الآخر) إذا كان معدل انتقال الحرارة بالتوصيل  $17 \text{ w/m}^{\circ}\text{C}$ .
٢. في المثال السابق أحسب درجة الحرارة في منتصف سمك اللوح أي على بعد 0.5 cm من الوجه ذو درجة حرارة  $110^{\circ}\text{C}$ .
٣. إذا كان معدل الفيض الحراري (heat flux) من لوح معدني  $1000 \text{ w/m}^2$  درجة حرارة سطحه  $120^{\circ}\text{C}$ ، ودرجة حرارة الهواء المحيط  $20^{\circ}\text{C}$ . أحسب معامل التوصيل الحراري بالحمل.
٤. أحسب معدل انتقال الطاقة الحرارية بالإشعاع من حديد مشع مساحة سطحه  $100 \text{ m}^2$  ذو قدرة ابعثائية 0.06 ، مع العلم أن درجة حرارة السطح المشع  $37^{\circ}\text{C}$ .
٥. حائط مركب من ثلاث طبقات. الطبقة الداخلية والخارجية مصنعة من الخرسانة بسمك 4 in ومعامل التوصيل الحراري لها يساوي  $(k = 0.93 \text{ w/m}^{\circ}\text{K})$  ، بينما الطبقة الوسطى عبارة عن لوح عازل بسمك 2 in ومعامل التوصيل الحراري لها يساوي  $(k = 0.036 \text{ w/m}^{\circ}\text{K})$ . إذا كانت درجة الحرارة للسطح الداخلي والخارجي هي  $25^{\circ}\text{C}$  و  $11^{\circ}\text{C}$  على الترتيب. أحسب (وضح الحل من خلال استخدام الدوائر الحرارية):

- أ. الفيض الحراري (Heat Flux)  $q''$  من خلال هذا الحائط ؟
- ب. درجة الحرارة على نقطة تماس الطبقة الداخلية مع الطبقة الوسطى ؟
- ج. درجة الحرارة على نقطة تماس الطبقة الخارجية مع الطبقة الوسطى ؟
٦. إذا علمت أن حائط مبنى له مقاومة حرارية تساوي  $(2 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K/w})$  ، وأبعاد هذا المبنى هي 3 m ارتفاع و 50 m طول. يراد تركيب 9 نوافذ  $(1\text{m} \times 1\text{m})$  وباب  $(2\text{m} \times 2\text{m})$  على هذا الحائط. فإذا علمت أن المقاومة الحرارية للنوافذ  $(0.45 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K/w})$  . أحسب المقاومة الحرارية للباب بحيث تكون المقاومة الحرارية المكافئة والتي تشمل الحائط والنوافذ والباب  $(1.2 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K/w})$  ؟ (وضح الحل من خلال استخدام الدوائر الحرارية)
٧. حائط أبعاده هي 40 m طول و 4 m ارتفاع. يوجد جزء خرساني مسلح في هذا الحائط بحيث يشكل 15% من المساحة الكلية للحائط ، والمقاومة الحرارية له تساوي  $0.154 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K/w}$  . بينما الجزء المتبقي من الحائط مكون من طبقتين من البلوك، الطبقة الداخلية عبارة عن بلوك خرساني بسمك 10 cm ومعامل التوصيل الحراري له  $0.96 \text{ w/m}^{\circ}\text{K}$ ، بينما الطبقة الخارجية عبارة عن بلوك أحمر فخاري بسمك 20 cm والمقاومة الحرارية له  $0.365 \text{ w/m}^{\circ}\text{K}$  . المطلوب إيجاد المقاومة الحرارية المكافئة  $R'$  والتي تشمل الجزء الخرساني المسلح والبلوك ؟ (وضح الحل من خلال استخدام الدوائر الحرارية)

التمرين الخامس

١ . كمهندس بيئة ومباني زراعية طلب منك أن تصمم مبنى لتبريد وحفظ الفواكه. جدران هذا المبنى مكونة من ثلاث طبقات. الجزء الداخلي والخارجي من الجدار عبارة عن بلوك إسمنتي مجوف (concrete blocks) بسمك 15 cm و 10 cm ، على الترتيب. بينما الجزء الوسطي عبارة عن مادة عازلة مكونة من رغوة البولي يورثن (polyurethane). المقاومة الحرارية المرغوبة للجدار  $R - value = 2.5 \text{ m}^2 \text{ c}^\circ / \text{w}$  صمم هذا الجدار للحصول على السمك المثالي المرغوب للمادة العازلة؟ افترض أن التصميم يعتمد على بيانات فصل الشتاء ومعامل الانبعاث للأشعة الحرارية على السطح الداخلي يساوي  $\epsilon = 0.90$  .

معامل انتقال الحرارة بالحمل للسطح الداخلي = ٨,٢٩ وات /متر.°م. (حائط رأسي)

المقاومة الحرارية للسطح الداخلي = ٠,١٢ م<sup>٢</sup>.°م / وات.

معامل انتقال الحرارة بالحمل للسطح الخارجي = ٣٤,٠٨ وات /متر.°م.

المقاومة الحرارية للسطح الخارجي = ٠,٠٣ م<sup>٢</sup>.°م / وات.

معامل التوصيل الحراري للسطح الخارجي = ٠,٦٥ وات /متر.°م.

معامل التوصيل الحراري للمادة العازلة = ٠,٠٢٣ وات /متر.°م.

٢ . حائط مبنى له مقاومة حرارية تساوي  $2.2 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{K/w}$  ، وارتفاع المبنى 3 m وطوله 60 m .

يوجد نوافذ على هذا الجدار بعدد 20 نافذة بطول 1 m وارتفاع 0.6 m . النوافذ مكونة من

الزجاج المزدوج (Double Glazed) بسمك 3 mm وفراغ 6 mm . أحسب قيمة المقاومة

الحرارية للنوافذ ؟  $R - value = ?$  . وأحسب أيضاً متوسط قيمة المقاومة الحرارية الكلية للحائط

مع النوافذ ؟ وذلك بافتراض أن التصميم لفصل الشتاء.

المقاومة الحرارية للزجاج المزدوج (٣مم زجاج وفراغ ٦مم) = ٠,٣ م<sup>٢</sup>.°م / وات

التمرين السادس

١ . أفسب الحرارة المحسوسة والكامنة والكلية المنتجة من 30,000 دجاجة بياضة (White leghorn laying hens) متوسط أوزانها 1.8 kg داخل مبنى درجة حرارته  $24^{\circ}\text{C}$  ؟

٢ . أفسب الحرارة المحسوسة والرطوبة المتولدة والحرارة الكلية المنتجة من 50 رأس من أبقار حلابة متوسط أوزانها 500 kg داخل مبنى درجة حرارته  $15^{\circ}\text{C}$  ؟

٣ . إذا علمت أن درجة حرارة الهواء في المبنى (مسألة رقم ٢) ارتفعت إلى  $25^{\circ}\text{C}$ ، أوجد الحرارة المحسوسة والرطوبة المتولدة والحرارة الكلية المنتجة من هذه الأبقار ؟ قارن بين النتائج في الحالتين؟

التمرين السابع

- ١ . أحسب معدل تولد الرطوبة من 25,000 دجاجة من النوع اللاحم (Broilers) متوسط أوزانها 1 kg . إذا علمت أن الدواجن داخل عنبر مغلق درجة حرارته 20 °C ؟
- ٢ . أحسب معدل تولد الرطوبة من 75 بقرة حلابة متوسط أوزانها 525 kg داخل حظيرة أبقار درجة حرارة الهواء داخلها تساوي 25 °C ؟
- ٣ . أحسب معدل التهوية اللازم للحفاظ على درجة حرارة عنبر دواجن عند 22 °C إذا علمت أن العنبر يتسع لـ 48,000 دجاجة من النوع البياض متوسط أوزانها 2 kg . إذا علمت أن درجة الحرارة الخارجية تساوي 10 °C ومعامل التوصيل الكلي للمبنى  $\sum UA = 656 \text{ w/c}^\circ$  . افترض أن الفقد عن طريق أرضية المبنى (FP) يساوي صفر ، وأن المبنى غير مزود بجهاز تدفئة ، وكثافة الهواء  $\rho = 1.1 \text{ kg/m}^3$  ، والحرارة النوعية للهواء  $C_p = 1000 \text{ J/kg.c}^\circ$  ، وافترض أيضاً أن  $q_m$  ،  $q_{so}$  تساوي صفر .
- ٤ . أحسب معدل التهوية اللازم للمسألة رقم (٣) وذلك للحفاظ على رطوبة نسبية داخل العنبر عند 75% افترض نفس الافتراضات في المسألة السابقة ونفس المعطيات. أيضاً افترض أن الرطوبة النسبية خارج المبنى تساوي 60 % .



التمرين الثامن

١ . عنبر دواجن مصمم ليتسع لـ 30,000 دجاجة بياضة (White leghorn laying hens) متوسط أوزانها 1.8 kg .  
العنبر يقع على ارتفاع 1000 m عن سطح البحر .  
أحسب معدل انتقال كتلة الهواء اللازم للمحافظة على درجة الحرارة الداخلية عند  $23^{\circ}\text{C}$  ورطوبة نسبية  
70 % حينما تكون درجة الحرارة الخارجية والرطوبة النسبية  $T_o = -20^{\circ}\text{C}$  و  $\text{RH}_o = 55\%$  .

٢ . أحسب معدل التهوية اللازم للحفاظ على درجة حرارة حظيرة أبقار حلابة (Dairy Cows) عند درجة حرارة  
 $15^{\circ}\text{C}$  إذا علمت أن :

- المبنى يقع على ارتفاع 500 m
  - عدد الأبقار : 60 بقرة
  - متوسط وزن البقرة : 580 kg
  - مساحة الجدران :  $274\text{ m}^2$
  - R-value للجدران :  $2.05\text{ m}^2\text{ K/W}$
  - مساحة السقف :  $520\text{ m}^2$
  - R-value للسقف :  $1.97\text{ m}^2\text{ K/W}$
  - مساحة النوافذ :  $12\text{ m}^2$
  - R-value للنوافذ :  $0.30\text{ m}^2\text{ K/W}$
  - مساحة الأبواب :  $15\text{ m}^2$
  - R-value للأبواب :  $0.49\text{ m}^2\text{ K/W}$
  - محيط المبنى : 110 m
  - معامل الفقد الحراري المحيط :  $1.5\text{ W/m K}$
  - درجة الحرارة الخارجية :  $-5^{\circ}\text{C}$
  - والرطوبة النسبية الداخلية : 70 %
- افتراض أن الحرارة المنتجة من الأشعة الشمسية والإضاءة والمحركات داخل المبنى ضئيلة بحيث يمكن تجاهلها.

٣ . افترض نفس الظروف الموجودة في المثال (٢) ولكن معدل التهوية يساوي  $0.9\text{ m}^3/\text{sec}$  . أحسب درجة  
الحرارة الخارجية التي يمكن عندها الحفاظ على حرارة المبنى الداخلية عند  $15^{\circ}\text{C}$  .

٤ . أحسب الحرارة المحسوسة (SHP) والكامنة (LHP) والكلية (THP) المنتجة من 30,000 دجاجة بياضة  
(White leghorn laying hens) متوسط أوزانها 1.9 kg داخل مبنى درجة حرارته  $24^{\circ}\text{C}$  ؟

٥ . أحسب معدل الرطوبة المتولدة أو المنتجة والتي يجب التخلص منها من حظيرة أبقار حلابة (Dairy Cows) بعدد  
100 رأس من الأبقار متوسط أوزانها 570 kg حينما تكون درجة الحرارة داخل الحظيرة تساوي  $10^{\circ}\text{C}$  ؟

التمرين التاسع

١ . احسب أقل معدل تهوية باستخدام معادلة التوازن الرطوبي ومعادلة التوازن الحراري في منطقة ذات مناخ بارد اللازم للحفاظ على درجة الحرارة داخل حظيرة أبقار حلابة بما ١٠٠ بقرة حلابة متوسط وزن البقرة ٥٧٠ كجم عند  $10^{\circ}\text{C}$  ورطوبة نسبية % 70 . إذا علمت أن درجة حرارة الهواء الخارجية  $30^{\circ}\text{C}$ - والرطوبة النسبية الخارجية % 80 والمنطقة ترتفع 1000 m عن سطح البحر. إذا علمت أن محيط المبنى 186 m ومعامل الفقد الحراري للمحيط  $1.5 \text{ w/m}^{\circ}\text{K}$  ومعامل الفقد الحراري الكلي للمبنى (سقف ومباني)  $\Sigma UA = 784.8 \text{ w/K}^{\circ}$  ثم ارسم العلاقة بين معدلات التهوية عند تغير درجة الحرارة الخارجية من -٣٠ إلى ٥  $^{\circ}\text{C}$  مع ثبات العوامل الأخرى.