المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

برنامج التدريب العسكري المهني

تخصص تبريد وتكييف

أساسيات تقنية تكييف الهواء

(عملي)

172 برد

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **أساسيات تقنية تكييف الهواء (عملي)** " لمتدربي تخصص "**تبريد وتكييف**" لمعاهد التدريب العسكري المهني موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

تشهد تكنولوجيا التبريد والتكييف تطوراً مضطرداً من حيث تطبيقاته في العديد من المجالات والصناعات، الأمر الذي يتطلب من العاملين في هذا المجال الإلمام التام بأسس وقواعد وقوانين تقنية التبريد والتكييف. وبلا شك فإن الدراسة النظرية وحدها لا يمكن أن تحقق هذا الهدف وعليه يصبح التطبيق العملي ضرورياً وفي غاية الأهمية لتمكين المتدرب من اكتساب المهارات التي تؤهله للقيام بتنفيذ الجدارات المختلفة في مجال تخصصه.

وفي هذه الحقيبة تم تصميم تجارب عملية لمقرر أساسيات تقنية تكييف الهواء حيث تتكون هذه الحقيبة من ثلاثة وحدات . الوحدة الأولى تعني باختبار عمليات تكييف الهواء المختلفة والوحدة الثانية تعنى باختبار دورات تكييف الهواء الصيفية والشتوية والوحدة الثالثة تقدم تمارين على حساب أحمال التبريد والتدفئة لأماكن مختلفة باستخدام نماذج حساب الأحمال وبرنامج الإكسل.

أساسيات تقنية تكييف الهواء - عملي

اختبار عمليات تكييف الهواء المختلفة

الجدارة: القدرة على اختبار عمليات التكييف المختلفة.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

1. قياس درجة حرارة الهواء الجافة.
2. قياس درجة حرارة الهواء الرطبة.
3. قياس الرطوبة النسبية للهواء.
4. أن تحدد خواص الهواء بمعرفة خاصيتين فقط من خواصه.
5. أن تمثل عمليات التكييف المختلفة على خريطة السيكرومتري.
6. أن تحسب سعة التسخين لملف التسخين.
7. أن تحسب سعة التبريد لملف التبريد.
8. أن تحسب كمية المياه المستهلكة خلال عملية الترطيب.
9. أن تحسب كمية المياه المكثفة نتيجة إزالة الرطوبة.
10. أن تحدد خواص الهواء بعد عملية الخلط.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 90٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

10 ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

1. موضوعات الوحدة الثانية من هذه الحقيبة.
2. تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.
3. موضوع: القانون الأول والثاني للديناميكا الحرارية من مادة: أساسيات علم الحراريات والموائع.

متطلبات الجدارة:

تم التدرب على مهارة: قياس درجة الحرارة، وقياس كمية التدفق (معدل السريان) في المادة: القياسات.

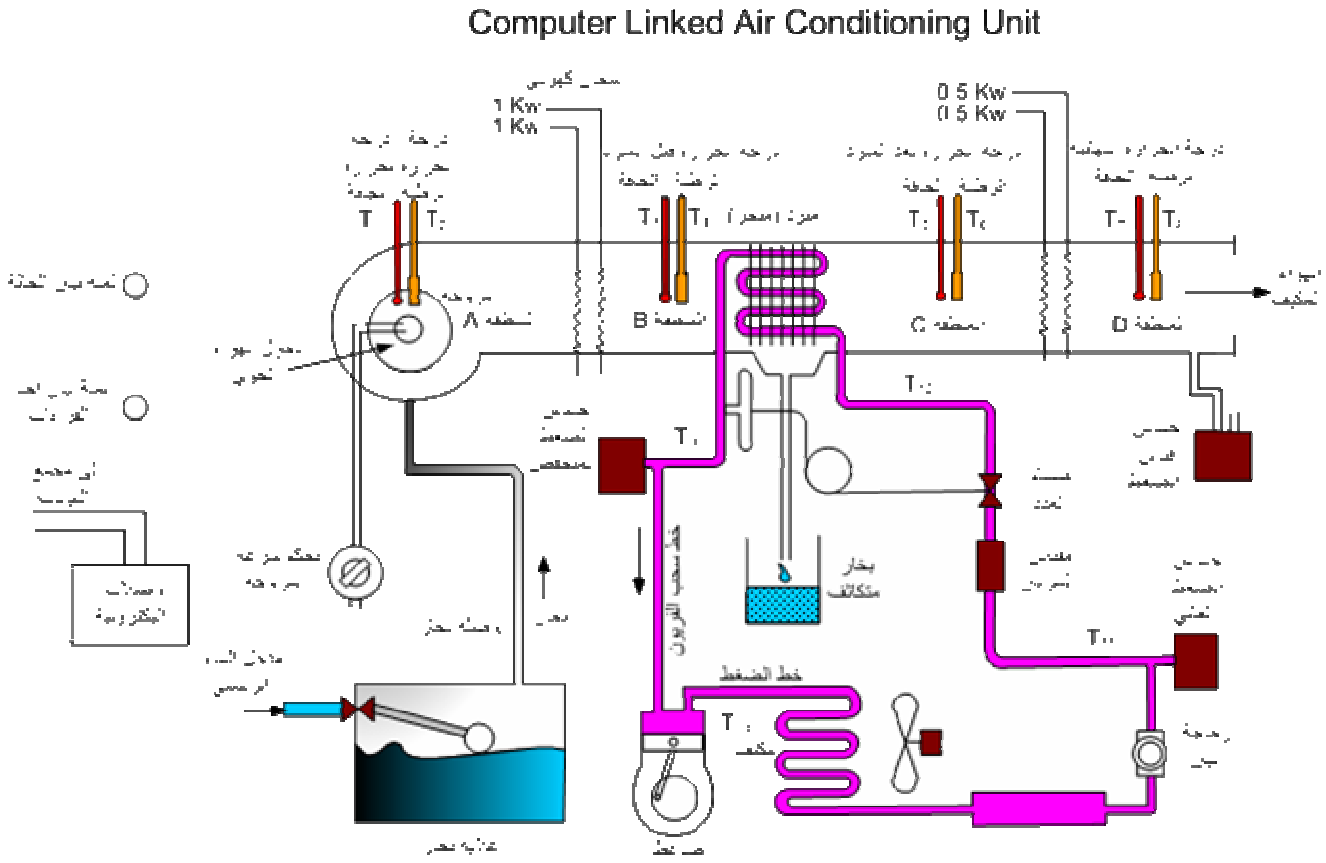
الوحدة الأولى : اختبار عمليات تكييف الهواء المختلفة

مقدمة

تتم عمليات تكييف الهواء بإجراء المعالجات اللازمة للهواء من تبريد ، تسخين، ترطيب وإزالة رطوبة وخلافه. وفي هذه الوحدة تم تصميم تجارب عملية تمكن المتدرب من فهم ودراسة المعالجات المذكورة حيث يقوم بعمل تجارب لمختلف عمليات التكييف البسيطة مثل التبريد المحسوس، التسخين المحسوس، الترطيب وإزالة الرطوبة كذلك يقوم المتدرب بعمليات تكييف مركبة وتمثيلها على الخريطة السيكرومترية. ومن ثم القيام بعمل الحسابات اللازمة.

وحدة تكييف هواء تعليمية تعمل بالحاسب

Computer Linked Air Conditioning Unit



شكل (1- 1)

التدريب العملي رقم (1)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية **تسخين محسوس** وايجاد سعة ملف التسخين.

باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية تسخين محسوس.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.
2- قم بتشغيل المروحة أولاً بحيث تعطي كمية الهواء المطلوبة.
3- قم بتشغيل العدد الكافي من السخانات.
4- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.
5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل ملف التسخين:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعد ملف التسخين:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. باستخدام القراءات السابقة قبل وبعد ملف التسخين؛ ارسم العملية عملية التسخين المحسوس على خريطة السيكرومتري.

4. حدد خواص الهواء قبل ملف التسخين:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

5. حدد خواص الهواء بعد ملف التسخين:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية التسخين:

حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ، (↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
التسخين المحسوس							

7. أوجد كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v}$$ حيث: V : سرعة الهواء المار على السخان.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء. v : الحجم النوعي للهواء.
الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

8. أوجد سعة ملف التسخين (Q_{hc}):
$Q_{hc} = \dot{m}_a \cdot \Delta h$ حيث: $\Delta h = h_2 - h_1$
الناتج: $Q_{hc} =$

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (2)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية تبريد محسوس وايجاد سعة ملف التبريد.

باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية تبريد محسوس.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.

2- قم بتشغيل المروحة أولاً.

3- قم بتشغيل وحدة التبريد.

4- تأكد من أن درجة حرارة الهواء الجافة الخارجة من الوحدة أكبر من درجة الندى للهواء مستخدماً خريطة السيكرومتري وذلك عن طريق تغيير سرعة المروحة.

4- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.

5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل ملف التبريد:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعد ملف التبريد:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	

قيمتها :		قيمتها :	
وحدتها :		وحدتها :	

3. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم عملية التبريد المحسوس على خريطة السيكرومتري.

4. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد :

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

5. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد :

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية التبريد :

حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ، (↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	dp	h	v	ω	RH	wb	db
التبريد المحسوس							

7. أوجد كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v}$	حيث:	V : سرعة الهواء المار على ملف التبريد. A : مساحة المقطع لمجرى الهواء. v : الحجم النوعي للهواء.
الناتج:	Kg/s	$\dot{m}_a =$

8. أوجد سعة ملف التبريد (Q_{cc}):
$Q_{cc} = \dot{m}_a \cdot \Delta h$ حيث: $\Delta h = h_1 - h_2$
الناتج: (Q_{cc}) =

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (3)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية ترطيب الهواء بالبخار وحساب استهلاك المياه للعملية.

باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (مرطب ببخار الماء)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية ترطيب ببخار الماء.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.
2- قم بتشغيل المروحة أولاً.
3- قم بتشغيل المرطب.
4- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.
5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل المرطب:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل المرطب:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المرطب؛ ارسم عملية الترطيب على خريطة السيكرومتري.

4. حدد خواص الهواء قبل المرطب:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

5. حدد خواص الهواء بعد المرطب:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية الترطيب:

حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ،(↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
ترطيب بالبخار							

7. أوجد كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على المرطب.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على المرطب.

الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

8. احسب كمية استهلاك المياه باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):

$$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta\omega$$

حيث: $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$

الناتج: $\dot{m}_w =$ l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (4)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية ترطيب أديباتي وحساب استهلاك المياه للعملية.

باستخدام مبرد هواء صحراوي.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، مرطب أديباتي (مكيف صحراوي).

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية ترطيب أديباتي.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.

2- قم بتشغيل مضخة المياه لمدة لا تقل عن نصف ساعة لضمان تبليل مادة الحشو للمكيف.

3- قم بتشغيل المكيف على السرعة العالية.

5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة للهواء قبل دخوله المكيف:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة للهواء الخارج من المكيف:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المكيف الصحراوي؛ ارسم عملية الترطيب الأدياباتي على خريطة السيكرومتري.

4. حدد خواص الهواء قبل دخوله المكيف الصحراوي:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

5. حدد خواص الهواء عند خروجه من المكيف الصحراوي:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية الترطيب الأدياباتي:

حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ،(↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
ترطيب أدياباتي							

6. أوجد كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$):	
$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v}$ حيث:	V : سرعة الهواء الخارج من المكيف. A : مساحة المقطع لمخرج المكيف. v : الحجم النوعي للهواء.
أو يمكن الرجوع الى جدول بيانات المكيف	
الناتج: $\dot{m}_a =$	Kg/s

7. احسب كمية استهلاك المياه باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):	
$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta\omega$ حيث:	$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$
الناتج: $\dot{m}_w =$	l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (5)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية تبريد وإزالة رطوبة وحساب معدل التكثيف للعملية . باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية إزالة رطوبة.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.
2- قم بتشغيل المروحة أولاً.
3- قم بتشغيل وحدة التبريد.
4- تأكد من أن درجة حرارة الهواء الجافة الخارجة من الوحدة أقل من درجة الندى للهواء مستخدماً خريطة السيكرومتري وذلك عن طريق تغيير سرعة المروحة.
4- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.
5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل ملف التبريد:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعد ملف التبريد:

درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم عملية التبريد مع إزالة رطوبة على خريطة السيكرومتري.

4. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

5. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية إزالة الرطوبة:

حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ،(↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
إزالة الرطوبة							

7. أوجد كتلة الهواء المار على ملف التبريد لكل ثانية ($\dot{m}_a$):		
$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v}$	حيث:	V : سرعة الهواء المار على المرطب. A : مساحة المقطع لمجرى الهواء. v : الحجم النوعي للهواء.
الناتج:	$\dot{m}_a =$	Kg/s

8. احسب معدل التكثيف باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):		
$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta\omega$	حيث:	$\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$
الناتج:	$\dot{m}_w =$	l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (6)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية مركبة (عملية ترطيب بالبخار ، تسخين) ومراقبة التغير الناتج من العملية. باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان أولي ، مرطب ، سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء العملية.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.
2- قم بتشغيل المروحة أولاً.
3- قم بتشغيل المرطب وأي عدد من السخانات.
4- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.
5- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل المرطب:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعدالمرطب وقبل السخان:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعدالسخان:

درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

4. باستخدام خواص الهواء السابقة؛ ارسم عمليتي الترطيب و التسخين) على خريطة السيكرومتري.

5. حدد خواص الهواء قبل المرطب:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. حدد خواص الهواء بعد المرطب (قبل السخان):

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

7. راقب تغير خواص الهواء بعد العمليتين (ترطيب + تسخين):
حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ،(↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	*wb*	*RH*	ω	*v*	*h*	*dp*
(ترطيب + تسخين)							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (7)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية مركبة (تبريد مع إزالة رطوبة ثم إعادة تسخين) ومراقبة التغير الناتج من العملية باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (1- 1).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد ، سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء العملية.

الخطوات:

1- اتباع إجراءات السلامة اللازمة قبل البدء في التدريب.
2- قم بتشغيل المروحة أولاً.
3- قم بتشغيل وحدة التبريد وأي عدد من السخانات بعد ملف التبريد.
4- تأكد من أن درجة حرارة الهواء الجافة الخارجة من ملف التبريد أقل من درجة الندى للهواء مستخدماً خريطة السيكرومتري وذلك عن طريق تغيير سرعة المروحة.
5- قم بتشغيل وحدة الحاسب المتصلة بالجهاز.
6- قم بأخذ القراءات وتسجيلها وفق الجدول التالي:

1. درجتي الحرارة الجافة والرطبة قبل ملف التبريد:			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعد ملف التبريد(قبل السخان):

درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. درجتي الحرارة الجافة والرطبة بعد السخان:

درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

4. باستخدام خواص الهواء السابقة؛ ارسم عمليتي التبريد مع إزالة رطوبة + إعادة تسخين) على خريطة السيكرومتري.

5. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

6. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد (قبل السخان):

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

7. حدد خواص الهواء بعد السخان:

درجة الندى	الإنثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

8. راقب تغير خواص الهواء بعد عمليتي (التبريد مع إزالة رطوبة + إعادة تسخين):
حيث يشير كل سهم كما يلي : (= ثبوت الخاصية) ،(↑ زيادة للخاصية) (↓ نقصان للخاصية)

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الإنثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
تبريد مع إزالة رطوبة، إعادة تسخين							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أساسيات تقنية تكييف الهواء - عملي

اختبار دورات تكييف الهواء الصيفية والشتوية

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

1. تمثيل عملية خلط الهواء على خريطة السيكرومتري.
2. تمثيل دورات تكييف الهواء الصيفية والشتوية على خريطة السيكرومتري.
3. عمل الحسابات اللازمة للدورات المذكورة.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 90٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

8 ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

1. سوف تحتاج إلى الرجوع إلى موضوعات العمليات السيكرومترية ودورات التكييف في التخصص النظري والعملي.
2. تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

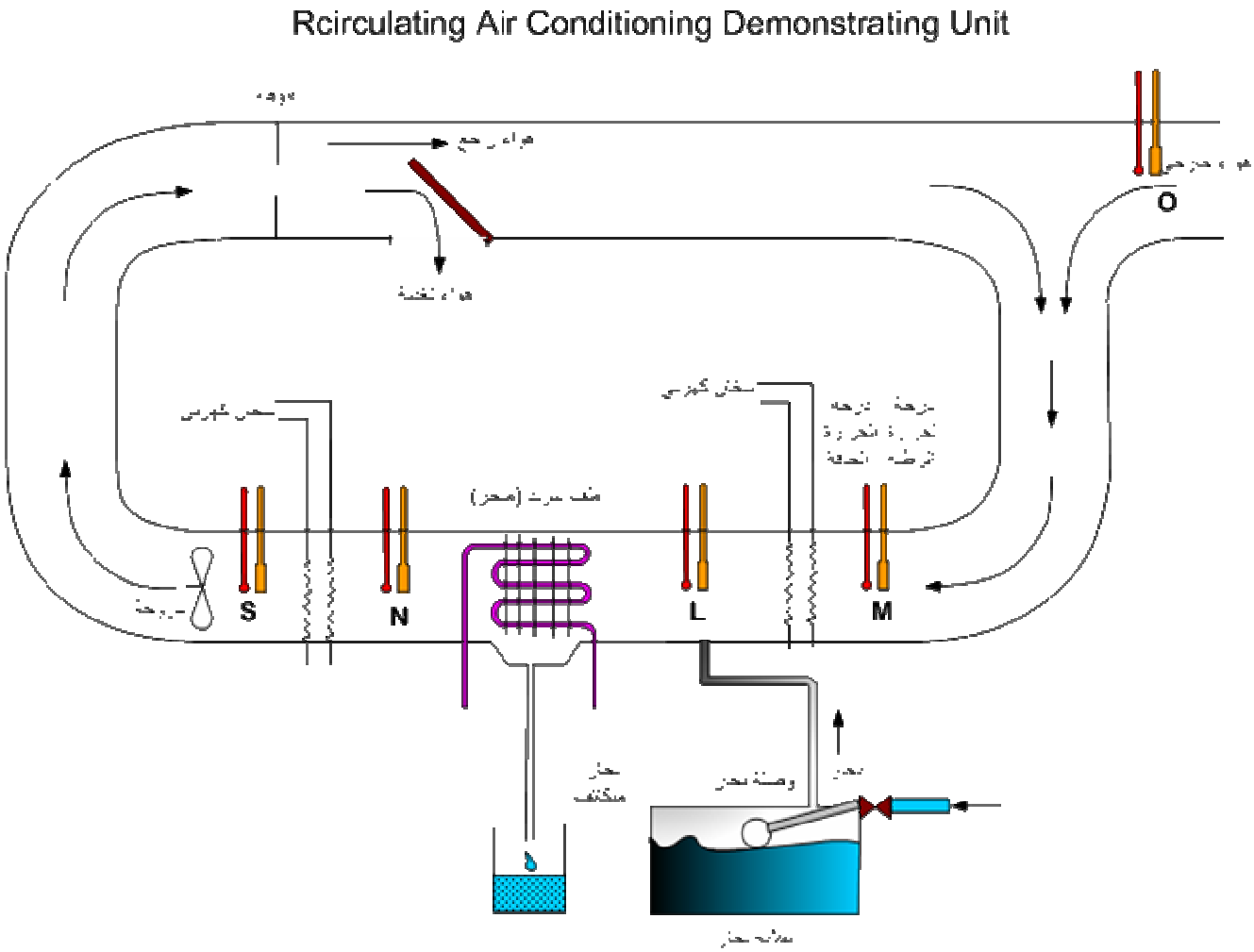
تم التدرب على المهارة: قياس درجة الحرارة، وقياس كمية التدفق (معدل السريان) في الموضوعات المشابهة.

الوحدة الثانية : اختبار دورات تكييف الهواء الصيفية والشتوية

مقدمة

من المعلوم أن دورة التكييف عامة تعتمد على الظروف المناخية التي تتغير حسب فصول العام وحسب الموقع الجغرافي للمنطقة فمثلاً بالنسبة للمملكة العربية السعودية نجد أن هنالك أنواعاً متعددة من المناخ فالمنطقة الشرقية تمتاز بمناخ حار رطب صيفاً وبارد شتاءً في حين أن المنطقة الغربية تمتاز بمناخ حار رطب صيفاً ومعتدل شتاءً أما المنطقة الوسطى فتمتاز بمناخ حار جاف صيفاً وبارد الى بارد جداً شتاءً . الأمر الذي يحتم معرفة دورات التكييف التي تناسب كل منطقة خلال فصول السنة وإجراء الاختبارات المعملية ومن ثم اختيار أنظمة التكييف المناسبة.

الوحدة التعليمية لتكييف الهواء
Recirculating Air Conditioning Demonstrating Unit



شكل (2- 1)

المكونات الرئيسية للجهاز Unit Layout

يتكون الجهاز الموضح في الشكل (2- 1) من الآتي :

1- 4 مواضع للسريان المستقر لمجرى الهواء stabilizing duct section

2 ـ الدفاعة blower

3 ـ المزدوجة الحرارية Thermocouple (عدة مواضع لدرجات الحرارة الجافة والرطبة)

4 ـ المانومتر المائل ـ لقياس فرق الضغط خلال الفوهة orifice وذلك لقياس معدل سريا هواء التغذية .

5 ـ فتحة الهواء العادم discharge aperture.

6 ـ الخانق damper

7 ـ المانومتر المائل ـ لقياس معدل سريا الهواء النقي باستعمال أنبوبة بيتوت (pitot- tube) .

8 ـ فتحة الهواء الخارجي

9 ـ منطقة الخلط

10 ـ لوحة توزيع مخرمة (2)

11 ـ مرطب لبخار الماء steam injector.

12 ـ صمام يدوي للتحكم قي كمية البخار .

13 ـ غلاية بخار (بها عوامة ماء ، وعدد 3 سخانات مغمورة)

14 ـ صمام أمان لضغط الغلاية Pressure relief valve

15 ـ عداد ضغط للغلاية steam pressure gauge.

16 ـ موضع مدخل الماء للغلاية

17 ـ موضع تصريف ماء الغلاية boiler water drain

18 ـ قنينة لقياس ماء التكثيف water extraction measuring cup.

19 ـ سخانات أولية (2) ـ (pre-heaters)

20 ـ سخانات إعادة التسخين (2) ـ (re-heaters)

21 ـ ملف التبريد (مبخر دورة التبريد الانضغاطية)

تشغيل الجهاز

يجب اتباع التعليمات التالية عند إجراء أي من التجارب المطلوبة على الجهاز الموضح بالشكل (2- 1):

1- اقفل الصمام اليدوي لتحكم البخار

2 – قم بعمل توصيلات التصريف drain (اذا دعت الضرورة) وكذلك توصيلات المياه.

3- قم بإمداد المياه لخزان المياه حتى يمتلئ الخزان. سوف يقفل الخزان أوتوماتيكياً بواسطة العوامة عندما يمتلئ .

4- بلل كل الحساسات لترمومترات درجة الحرارة الرطبة.

5 –تأكد أن قواطع الدائرة الكهربائية في وضع الإقفال (OFF)،ثم قم بتوصيل المفتاح الكهربائي للجهاز (plug in the demonstrator).

6 –قم بتوصيل القاطع الرئيس للجهاز. في هذه الحالة ستضئ لمبة البيان (pilot lamp) وكذلك لوحة درجات الحرارة .

7 – يدوياً ، قم بضبط الناشر ـ الخانق ـ (damper) ليعطي نسبة معدل الهواء الراجع (من % 0 إلى 100 %).

8 – حسب التجربة التي ترغب في أدائها ، قم بتوصيل القاطع الكهربائي الملائم لذلك مع ضبط دفاعة الهواء حسب المطلوب . التوضيحات التالية تعطي اختصاراً لعمل كل من :-

ـ القاطع الكهربائي للدفاعة Blower Circuit Breaker

يتم تغذية الدفاعة بالقدرة اللازمة للكهرباء حسب سرعة الدفاعة والتي تقوم بامداد الهواء للمجري (متغيرة السرعة)

- متحكم سرعة الدفاعة : Blower Speed Control

تحريك المتحكم في اتجاه عقارب الساعة يجعل الدفاعة تدور بسرعة صفر (التوقف) الي السرعة الكاملة ومن ثم العكس .

- قاطع الضاغط : Compressor Circuit Breaker

لتوصيل دائرة ضاغط دائرة التبريد حيث يقوم المبخر في دائرة التبريد (ملف التبريد) بتبريد هواء التغذية .

0 قواطع السخانات (السخان الأولي والسخان المتقدم)

Air Heater (Pre- heater and Re-heater) Circuit Breakers

لتوصيل الدائرة الكهربائية للسخانات المذكورة (عدد اثنين سخان أولي $2\times1kW$) وعدد اثنين سخان متقدم $2\times0.5kW$).

ملحوظة تحذيرية :- لا يجب تشغيل أي من السخانات قبل مرور هواء التغذية عليها .

- قواطع سخان البخار: Steam Heater Circuit Breakers

تقوم هذه القواطع بتوصيل القدرة الكهربائية لسخانات بخار الماء (واحد سخان قدرة $1kW$ واثنين سخان قدرة $2\times2.5kW$) للغلاية . عندما يرتفع ضغط البخار للحد المطلوب ، قم بفتح الصمام اليدوي المتحكم في بخار الماء تدريجياُ حتى يتم ضخ الكمية الصحيحة لبخار الماء في مجرى الهواء .

ملحوظة تحذيرية :- اذا ارتفع ضغط بخار الماء بحيث تم فتح صمام التنفيس للبخار ، قم مباشرة بغلق القاطع ومن ثم ابحث عن أي غلق في توصيلات المياه .

9 - يمكن ضبط قاطع الضغط الثنائي (dual pressure control – LP &HP) وصمام التمدد الحراري (thermostatic expansion valve) عند الحاجة .

10 ـ يمكن بعد ذلك أخذ القراءات (experimental data) ـ مثال ذلك :ـ معدل سريان وسيط التبريد ، الضغط في الموقعين المبينين ، ضغط البخار ، درجات الحرارة عند مختلف الأوضاع عن طريق المزدوجة الحرارية ، معدل سريان الهواء (عند موضعين) ، الجهد AC voltage والتيار AC current للسخانات .

إغلاق الجهاز:

للإغلاق الجهاز اتبع التعليمات التالية :ـ

1 –قم بإغلاق كل القواطع الكهربائية.

2 – أغلق المياه

3 – قم بسحب الفيش من الجهاز

4 – إذا كان هنالك ماء للتكثيف ، قم بتفريغه .

التدريب العملي رقم (1)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية خلط الهواء أدياباتياً ومراقبة التغير الناتج من العملية.

باستخدام وحدة تكييف الهواء التعليمية الموضحة بالشكل رقم (2- 1).

المطلوب:

1 ـ ضبط نسبة الخلط للهواء حسب الحالة.

2 ـ قياس درجات الحرارة الرطبة والجافة.

الخطوات:

1 ـ قم بتشغيل الجهاز كما موضح أعلاه.

2 ـ اضبط معدل الخلط على فتحة معينة لتعيين نسبة الخلط.

3 ـ قم بتشغيل دورة التبريد الانضغاطية.

5 ـ تعبئة الجداول التالية حسب ظروف التشغيل

1. قم بقياس درجتي الحرارة الجافة والرطبة للهواء الراجع (النقطة S):			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

2. قم بقياس درجتي الحرارة الجافة والرطبة للهواء الخارجي (النقطة O)::			
درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

3. قم بقياس درجتي الحرارة الجافة والرطبة للهواء المخلوط (النقطة M):

درجة الحرارة الجافة		درجة الحرارة الرطبة	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

4. باستخدام خواص الهواء السابقة لكل حالة؛ ارسم عملية الخلط على خريطة السيكرومتري:

أ. حدد النقاط (S,O,M) على الخريطة السيكرومترية.

ب. وصل بين النقاط الثلاثة بخط مستقيم. ثم احسب نسبة الخلط $\frac{SM}{SO}\times 100\%$

7. قارن بين النتيجة التي حصلت عليها من الخطوة رقم (4) مع نسبة فتحة واكتب ملاحظاتك

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (2)

الجدارة:

دورة تكييف صيفية لمنطقة رطبة وذلك عن طريق :

- خلط أدياباتي
- تبريد مع إزالة رطوبة
- إعادة تسخين

المطلوب:

1 ـ قياس درجات الحرارة الرطبة والجافة.

2 ـ ضبط نسبة الخلط للهواء حسب الحالة

3 ـ قياس فرق الضغط في الموضعين بواسطة المانومتر المائل لحساب معدل سريان الهواء

4 ـ قياس الجهد والتيار الكهربائي للسخانات التي تعمل لحساب القدرة الحقيقية المستهلكة بواسطة السخان .

5 ـ ضبط معدل الترطيب بالبخار ـ إن وجد .

الخطوات:

1 ـ قم بتشغيل الجهاز كما موضح أعلاه

2 ـ اضبط معدل الخلط على فتحة معينة

3 ـ قم بتشغيل دورة التبريد الانضغاطية

4 ـ اختر القدرة المناسبة لسخانات إعادة التسخين(re-heaters) حسب الظروف الخارجية

ملحوظة : السخانات الأولية(pre-heaters) وغلاية البخار (steam boiler) لا تعمل في هذه الحالة

5 ـ تعبئة الجدول التالي حسب ظروف التشغيل

6 ـ تمثيل الدورة على الخريطة السيكرومترية .

أ - وضع الخانق

نسبة الخلط	0% ← 100%	

ب - فرق الضغط

قراءة المانومتر المائل (1) (أنبوبة بيتوت للهواء النقي)	*mm w.g.*	
قراءة المانومتر المائل (2)(للفوهة للهواء المخلوط)	*mm w.g.*	

جـ- درجات الحرارة

	الجافة °C	الرطبة °C

د - السخانات الأولية

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

هـ - سخانات إعادة التسخين

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

و - غلاية البخار

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 1*kW*		
السخان 2.5*kW*		
السخان 2.5*kW*		

الحسابات:

1. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الكلي بمساعدة قراءة الفوهة. $\left(\dot{m}_s \, {kg}/{s}\right)$
2. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الخارجي. $\left(\dot{m}_o \, {kg}/{s}\right)$
3. قم بحساب سعة ملف التبريد بمساعدة الخريطة السيكرومترية. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$
4. قم بحساب سعة ملف التسخين. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$ ومقارنته بالقيمة $(I \times V \times 10^{-3} \; kW)$
5. قم بحساب كمية ماء التكثيف ان وجد. $\left(3600 \times \dot{m}_s \times \Delta\omega \; {L}/{hr}\right)$

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (3)

الجدارة:

دورة تكييف صيفية لمنطقة جافة وذلك عن طريق :

- خلط أدياباتي
- تبريد محسوس
- ترطيب بالبخار

المطلوب:

1 ـ قياس درجات الحرارة الرطبة والجافة.

2 ـ ضبط نسبة الخلط للهواء حسب الحالة

3 ـ قياس فرق الضغط في الموضعين بواسطة المانومتر المائل لحساب معدل سريان الهواء

4 ـ قياس الجهد والتيار الكهربائي للسخانات التي تعمل لحساب القدرة الحقيقية المستهلكة بواسطة السخان .

5 ـ ضبط معدل الترطيب بالبخار ـ إن وجد .

الخطوات:

1 ـ قم بتشغيل الجهاز كما موضح أعلاه

2 ـ اضبط معدل الخلط على فتحة معينة

3 ـ قم بتشغيل دورة التبريد الانضغاطية

4 ـ اختر القدرة المناسبة لسخانات إعادة التسخين(re-heaters) حسب الظروف الخارجية

5 ـ قم بتشغيل غلاية البخار ومن ثم اضبط معدل الترطيب حسب ظروف التشغيل

ملحوظة : السخانات الأولية(pre-heaters) وسخانات إعادة التسخين (re-heaters) لا تعمل في هذه الحالة

6 ـ تعبئة الجدول التالي حسب ظروف التشغيل

7 ـ تمثيل الدورة على الخريطة السيكرومترية .

أ - وضع الخانق

نسبة الخلط	0% ← 100%	

ب - فرق الضغط

قراءة المانومتر المائل (1) (أنبوبة بيتوت للهواء النقي)	*mm w.g.*	
قراءة المانومتر المائل (2)(للفوهة للهواء المخلوط)	*mm w.g.*	

جـ- درجات الحرارة

	الجافة °C	الرطبة °C

د - السخانات الأولية

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

هـ - سخانات إعادة التسخين

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

و - غلاية البخار

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 1*kW*		
السخان 2.5*kW*		
السخان 2.5*kW*		

الحسابات:

1. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الكلي بمساعدة قراءة الفوهة. $\left(\dot{m}_s \, {kg}/{s}\right)$
2. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الخارجي. $\left(\dot{m}_o \, {kg}/{s}\right)$
3. قم بحساب سعة ملف التبريد بمساعدة الخريطة السيكرومترية. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$
4. قم بحساب كمية ماء الترطيب بالبخار. $\left(3600 \times \dot{m}_s \times \Delta\omega \; {L}/{hr}\right)$

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (4)

الجدارة:

دورة تكييف شتوية ($T_O < -4°C$) وذلك عن طريق :

- تسخين أولي
- ترطيب بالبخار
- إعادة تسخين

المطلوب:

1 ـ قياس درجات الحرارة الرطبة والجافة.

2 ـ ضبط نسبة الخلط للهواء حسب الحالة

3 ـ قياس فرق الضغط في الموضعين بواسطة المانومتر المائل لحساب معدل سريان الهواء

4 ـ قياس الجهد والتيار الكهربائي للسخانات التي تعمل لحساب القدرة الحقيقية المستهلكة بواسطة السخان .

5 ـ ضبط معدل الترطيب بالبخار ـ إن وجد .

الخطوات:

1 ـ قم بتشغيل الجهاز كما موضح أعلاه

2 ـ اضبط معدل الخلط على 0% (هواء نفي 100%)

3 ـ قم بتشغيل غلاية البخار ومن ثم اضبط معدل الترطيب حسب ظروف التشغيل

4 ـ اختر القدرة المناسبة للسخانات الأولية (pre-heaters) وسخانات إعادة التسخين(re-heaters) حسب الظروف الخارجية

ملحوظة : دورة التبريد الانضغاطية لا تعمل في هذه الحالة

5 ـ تعبئة الجدول التالي حسب ظروف التشغيل

6 ـ تمثيل الدورة على الخريطة السيكرومترية .

أ - وضع الخانق

نسبة الخلط	0% ← 100%	

ب - فرق الضغط

قراءة المانومتر المائل (1) (أنبوبة بيتوت للهواء النقي)	*mm w.g.*	
قراءة المانومتر المائل (2)(للفوهة للهواء المخلوط)	*mm w.g.*	

جـ- درجات الحرارة

	الجافة °C	الرطبة °C

د - السخانات الأولية

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

هـ - سخانات إعادة التسخين

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

و - غلاية البخار

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 1*kW*		
السخان 2.5*kW*		
السخان 2.5*kW*		

الحسابات:

1. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الكلي بمساعدة قراءة الفوهة. $\left(\dot{m}_s \, {kg}/{s}\right)$
2. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الخارجي. $\left(\dot{m}_o \, {kg}/{s}\right)$
3. قم بحساب سعة ملف التسخين الأولي بمساعدة الخريطة السيكرومترية. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$ ومقارنته بالقيمة $(I \times V \times 10^{-3} \; kW)$
4. قم بحساب سعة ملف اعادة التسخين. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$ ومقارنته بالقيمة $(I \times V \times 10^{-3} \; kW)$
5. قم بحساب كمية ماء الترطيب بالبخار. $\left(3600 \times \dot{m}_s \times \Delta\omega \; {L}/{hr}\right)$

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (5)

الجدارة:

دورة تكييف شتوية ($T_O > -4°C$) وذلك عن طريق :

- خلط أدياباتي
- ترطيب بالبخار
- إعادة تسخين

المطلوب:

1 ـ قياس درجات الحرارة الرطبة والجافة.

2 ـ ضبط نسبة الخلط للهواء حسب الحالة

3 ـ قياس فرق الضغط في الموضعين بواسطة المانومتر المائل لحساب معدل سريان الهواء

4 ـ قياس الجهد والتيار الكهربائي للسخانات التي تعمل لحساب القدرة الحقيقية المستهلكة بواسطة السخان .

5 ـ ضبط معدل الترطيب بالبخار ـ إن وجد .

الخطوات:

1 ـ قم بتشغيل الجهاز كما موضح أعلاه

2 ـ اضبط معدل الخلط على فتحة معينة

3 ـ قم بتشغيل غلاية البخار ومن ثم اضبط معدل الترطيب حسب ظروف التشغيل

4 ـ اختر القدرة المناسبة لسخانات إعادة التسخين(re-heaters) حسب الظروف الخارجية

ملحوظة : السخانات الأولية(pre-heaters) و دورة التبريد الانضغاطية لا تعمل في هذه الحالة

5 ـ تعبئة الجدول التالي حسب ظروف التشغيل

6 ـ تمثيل الدورة على الخريطة السيكرومترية .

أ - وضع الخانق

نسبة الخلط	0% ← 100%	

ب - فرق الضغط

قراءة المانومتر المائل (1) (أنبوبة بيتوت للهواء النقي)	*mm w.g.*	
قراءة المانومتر المائل (2)(للفوهة للهواء المخلوط)	*mm w.g.*	

جـ- درجات الحرارة

	الجافة °C	الرطبة °C

د - السخانات الأولية

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

هـ - سخانات إعادة التسخين

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 0.5*kW*		
السخان 1*kW*		

و - غلاية البخار

	الجهد (*V*)	التيار (*A*)
السخان 1*kW*		
السخان 2.5*kW*		
السخان 2.5*kW*		

الحسابات:

1. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الكلي بمساعدة قراءة الفوهة. $\left(\dot{m}_s \, {kg}/{s}\right)$
2. قم بحساب كمية معدل سريان الهواء الخارجي. $\left(\dot{m}_o \, {kg}/{s}\right)$
3. قم بحساب سعة ملف التسخين. $(\dot{m}_s \times \Delta h \; kW)$ ومقارنته بالقيمة $(I \times V \times 10^{-3} \; kW)$
4. قم بحساب كمية ماء الترطيب بالبخار. $\left(3600 \times \dot{m}_s \times \Delta\omega \; {L}/{hr}\right)$

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أساسيات تقنية تكييف الهواء - عملي

تمارين على حساب أحمال التبريد والتدفئة

الجدارة: القدرة على حساب أحمال التبريد والتدفئة لأنواع مختلفة من المباني.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

1. تحديد المعلومات الجغرافية عن المبنى.
2. تحديد ظروف التصميم الخارجية والداخلية.
3. حساب الحرارة المنتقلة عبر الجدران والأسقف والأرضية.
4. حساب الحرارة المتسربة خلال الزجاج.
5. حساب الأحمال نتيجة للأشخاص.
6. حساب الأحمال نتيجة للاضاءة.
7. حساب أحمال التهوية والتسرب.
8. تمثيل نظام التكييف على الخريطة السيكرومترية.
9. تحديد سعة ملف التبريد باستخدام الخريطة السيكرومترية .
10. استخدام النموذج الخاص بحساب الأحمال الحرارية وتطبيقه على برنامج إكسل.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن 90٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

10 ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

1. الوحدة السادسة من حقيبة النظري الخاصة بالأحمال الحرارية.
2. الوحدة الخاصة بالعمليات السيكرومترية في المواضيع النظرية.

متطلبات الجدارة:

التدرب على مهارة: حساب انتقال الحراة عبر الأسطح ، استخدام الخريطة السيكرومترية.

الوحدة الثالثة: تمارين على حساب أحمال التبريد والتدفئة

مقدمة

تحتوي هذه الوحدة على دراسة حالة لتحديد أحمال التكييف (تبريد وتدفئة) لقاعة دراسية كبيرة حيث يتدرب المتدرب على استعمال المعادلات والجداول التي سبق دراستها ومن ثم استخدام النماذج الخاصة بحساب الأحمال (Spreadsheets) وتطبيقها على برنامج مايكروسوفت إكسل (MS Excel) كما يتم التطرق أيضاً لبعض الطرق التقريبية التي تستخدم في حساب الأحمال الحرارية لبعض أنواع المباني بالمملكة العربية السعودية. وفي نهاية الوحدة توجد بعض التمارين حول هذه الدراسة.

دراسة حالة: حساب الأحمال الحرارية لقاعة تدريس

المعلومات التالية لمدينة الرياض تم إيجادها من برنامج E20 –II والتابع لشركة CARRIER.

المعلومات في هذا البرنامج بالوحدات الإنجليزية وتم تحويلها إلى وحدات SI كما في الجدول التالي:

الموقع: مدينة الرياض

البيانات التصميمية:

اسم المدينة	الرياض	
القطر	المملكة العربية السعودية	
خط العرض	25.7°	
خط الطول	– 46.7°	
الارتفاع عن سطح البحر	2047 ft	624 m
درجة التصميم (db) ـ (صيفاً)	110°F	43.3°C
درجة التصميم (wb) ـ (صيفاً)	78°F	25.5°C
المدى اليومي الصيفي	32°F	0°C
درجة التصميم (wb) ـ (شتاءاً)	37°F	2.8 ≈ 3°C
متوسط الانعكاس الأرضي اليومي	0.20	0.20
موصلية التربة	$0.800\frac{BTU}{hr\ ft\ F}$	$0.1154\frac{W}{m\,K}$
التوقيت المحلي $(GMT +/- N\ hours)$	-3 hours	

جدول (3 – 1): معلومات جغرافية عن مدينة الرياض

الهدف:

أ ـ حساب أحمال التبريد.

ب ـ حساب أحمال التدفئة.

مواصفات القاعة:

أبعاد القاعة: $30\,m \times 20\,m \times 4m$

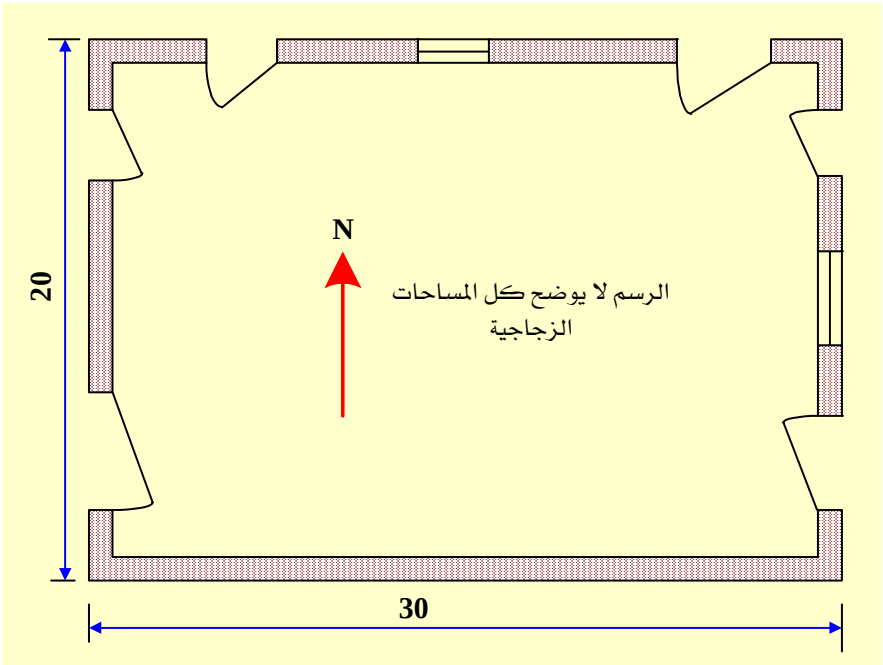
المساحات الزجاجية:

- من الناحية الشمالية $8\,m^2$
- من الناحية الشرقية $10\,m^2$
- من الناحية الغربية $10\,m^2$

الأبواب :

- من الناحية الشمالية $10\,m^2$
- من الناحية الشرقية $7\,m^2$
- من الناحية الغربية $7\,m^2$
- عدد الأشخاص بالقاعة 500

مخطط القاعة:



شكل (3 – 1): مخطط القاعة الدراسية

حساب أحمال التبريد:

شروط التصميم الخارجية $\omega_0 = 0.014\,kg/kg$ $RH = 24\%$ $26°C\,(wb),$ $43°C\,(db),$

شروط التصميم الداخلية $\omega_0 = 0.010\ kg/kg$ $RH = 49.5\%$ $18°C\,(wb),$ $25°C\,(db),$

لحساب معامل انتقال الحرارة الكلي من المعلومات التالية:

معامل انتقال الحرارة بالحمل الخارجي $h_o = 20\ W/m^2\,K$

معامل انتقال الحرارة بالحمل الداخلي $h_i = 10\ W/m^2\,K$

سمك جدار الحائط $x_w = 0.30\,m$

معامل التوصيل الحراري للحائط $k_w = 0.8\,W/m\,K$

سمك الطلاء $x_p = 0.16\ W/m\,K$

معامل التوصيل الحراري للطلاء $k_p = 0.16 W/mK$

إذن معامل انتقال الحرارة الكلي

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} + 2\frac{x_p}{k_p} + \frac{x_w}{k_w}$$

$$U = 1.8 W/m^2\,K$$

أحمال الجدران (Q_w)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	18	3305	
S	120	1.8	18	3888	
W	63	1.8	18	2041	
E	63	1.8	18	2041	
					11275
النوافذ					
N	8	5.6	18	806	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	18	1008	
E	10	5.6	18	1008	
					2822
الأبواب					
N	10	3.0	18	540	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	18	378	
E	7	3.0	18	378	
					1296
السقف	600	2.0	18	21600	**21600**
الأرضية	600	0.26	03	468	**468**
					37461

جدول (3 – 2): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (صيفاً)

أحمال الجدران + السقف + الأرضية 37461 W = 37.461 kW

أحمال الإضاءة:

تحسب أحمال الإضاءة من المعادلة التالية

$$Q_L = N \times P \times F \times (DF)$$

حيث إن :

عدد اللمبات: N

قدرة اللمبة الواحدة: $P\ [W]$

المعامل (حسب نوع اللمبة): F

للمبات الفلورسنت for florescent lamps 1.30- 1.25=

= 1.0 for bulb lamps للمبات العادية

DF معامل التباين

بما أن عدد اللمبات (فلورسنت) التي توجد بصالة الدراسة (المسرح) عددها 428 لمبة قدرة كل لمبة 20 W ، عليه يكون حمل الإضاءة باعتبار $DF = 0.80$ ،

$$Q_L = 428 \times 20 \times 1.25 \times (0.8)$$
$$= 8560W = 8.560kW$$

أحمال الأشخاص:

تعين الحرارة المحسوسة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية:

$$Q_{p_s} = n \times q_{p_s} \times (D.F.)$$

وتعين الحرارة الكامنة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية

$$Q_{p_L} = n \times q_{p_L} \times (D.F.)$$

حيث إن :

- عدد الأشخاص داخل المكان المكيف n
- معامل التباين (Diversity Factor) والذي يأخذ في الاعتبار عدم تواجد كل الأشخاص في نفس خطة حمل الذروة ويعين من الجداول DF
- معدل الحرارة المحسوسة التي يعطيها كل شخص q_{ps}
- معدل الحرارة الكامنة التي يعطيها كل شخص q_{p_L}

ومن الجداول يمكن إيجاد الحرارة المحسوسة والكامنة لكل شخص أي:

$$q_{p_s} = 72\ W \qquad q_{p_l} = 45W$$
$$Q_p = N \times (q/\ person) \times D.F.$$

الحمل المحسوس للأشخاص $Q_{p_s} = 500 \times 72 \times 0.8 = 28800\ W = 28.800\ kW$

الحمل الكامن للأشخاص $Q_{p_l} = 500 \times 45 \times 0.8 = 18000\ W = 18000\ kW$

أحمال الأشخاص الكلي $Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_l}$

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800\ kW$$

حمل التهوية

يستعمل كثير من المصممين نظام معدل تغيير الهواء للغرفة /الساعة (N) حيث يحسب الحمل الكلي للتسرب أو التهوية (Q_v) بالمعادلة التالية

$$Q_v = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o}$$

حيث:

حجم الحيز أو الغرفة $V = [m^3]$

حيث: معدل سريان الهواء الحجمي $\dot{V} = [m^3/s]$

الحجم النوعي للهواء الخارجي $v_o = [m^3/kg]$

معدل تغير الهواء في الساعة ACH

وبما أن ارتفاع القاعة $H = 4\ m$

ومساحة الأرضية $A = 30 \times 20 = 600\ m^2$

∴ حجم القاعة $V = AH = 600 \times 4 = 2400\ m^3$

معدل سريان هواء التهوية باعتبار $ACH = 3$ (من الجداول)

ومن الخريطة السيكرومترية (عند $43°C(db),\ 26°C(wb)$)

$$v_0 = 0.917\ m^3/kg$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_0}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.917} = 2.18\, kg/s$$

من الخريطة السيكرومترية $h_N = 69.5\ kJ/kg$

$$h_0 = 79.5\ kJ/kg$$

$$h_R = 51.0\ kJ/kg$$

حمل التهوية المحسوس $Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$

$Q_{v_s} = 2.18\ (69.5 - 51.0) = 40.330\ \ kW$

حمل التهوية الكامن $Q_{vl} = \dot{m}(h_0 - h_N)$

$Q_{v_l} = 2.18\ (79.5 - 69.5) = 21.800\ \ kW$

حمل التهوية $Q_v = Q_{vS} + Q_{vl}$

$Q_v = 40.330 + 21.800 = 62.130\ \ kW$

أو

حمل التهوية $Q_v = \dot{m}(h_o - h_{R)}$

$Q_v = 2.18\ (79.5 - 51.0) = 62.130\ kW$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

يمكن التعبير عن كمية الحرارة المنتقلة خلال الأسطح الزجاجية بالمعادلة التالية:

$$Q_{rad} = A \times I \times (SC)$$

حيث:

الكسب نتيجة الإشعاع الشمسي خلال الزجاج $Q_{rad} = [kW]$

شدة الإشعاع الشمسي $I = (W / m^2)$

معامل التظليل $SC = [None]$

اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W / m^2\}$	SC	Q_{rad} (W)
N	8	130	0.83	863
S	-	150	0.83	-
W	10	600	0.83	4980
E	10	660	0.83	4980
				10832

جدول (3 – 3): الكسب الإشعاعي للمساحات الزجاجية

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية $Q_{rad} = 10832\ W = 10.832\ kW$

تحليل أحمال التبريد (محسوس ، كامن) : بوحدات (kW)

نوع الحمل	حمل محسوس $Q_s\{kW\}$	جمل كامن Q_l	الحمل الكلي Q_t	%
أحمال التوصيل	37.461	-	37.461	22.6
أحمال الإضاءة	8.560	-	8.560	05.2
الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية	10.832	-	10.832	06.5
أحمال الأشخاص	28.800	18.000	46.800	28.2
حمل التهوية	40.330	21.800	62.130	37.5
	125.983	39.800	165.783	100

جدول (3 – 4): تحليل أحمال التبريد

معامل الحرارة المحسوس للغرفة $SHF = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{125.983}{165.783} = 0.76$

سعة ملف التبريد $Q_{cc} = 165.783\ kW (\approx 50 TR)$

نموذج حساب الأحمال الحرارية

المدينة ، المنطقة.....

اسم المشروع.....

اسم المستخدم.....

ظروف التصميم الخارجية .....

ظروف التصميم الداخلية .....

أحمال الجدران (Q_w)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N					
S					
W					
E					
النوافذ					
N					
S					
W					
E					
الأبواب					
N					
S					
W					
E					
السقف					
الأرضية					
الكسب الحراري الكلي					

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad}) $Q_{rad} = A \times I \times (SC)$

اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W/m^2\}$	SC	Q_{rad} (W)
N				
S				
W				
E				

		الكسب الحراري الكلي

الكسب الحراري نتيجة للتسرب:

(أ): الكسب الكلي(محسوس+كامن) $Q_{\inf -T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$

$Q_{\inf -T}$ W	v_o m^3/kg	Δh kJ/kg	ACH	V m^3

(ب): الكسب المحسوس $Q_{\inf -S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$

$Q_{\inf -S}$ W	v_o m^3/kg	ΔT $°C$	ACH	V m^3

(ج): الكسب الكامن $Q_{\inf -L} = Q_{\inf -T} - Q_{\inf -S}$

$Q_{\inf -L}$ W

الكسب الحراري نتيجة للتهوية:

(أ): الكسب الكلي(محسوس+كامن) $Q_{v-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$

Q_{v-T} W	v_o m^3/kg	Δh kJ/kg	ACH	V m^3

(ب): الكسب المحسوس $Q_{v-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$

Q_{v-S} W	v_o m^3/kg	ΔT $°C$	ACH	V m^3

(ج): الكسب الكامن $Q_{v-L} = Q_{v-T} - Q_{v-S}$

Q_{v-L} W

الكسب الحراري نتيجة للإضاءة $Q_L = N \times P \times F \times (DF)$

Q_L W	DF	F	P W	N

الكسب الحراري نتيجة للأشخاص:

(أ): الكسب المحسوس $Q_{p_s} = n \times q_{p_s} \times (D.F.)$

Q_{p-s} W	-	DF	q_{ps} W	n

(ب): الكسب الكامن $Q_{pl} = n \times q_{p_l} \times (D.F.)$

Q_{p-l} W	-	DF	q_{ps} W	n

الكسب الحراري نتيجة للمعدات $Q_E = N \times (1-\eta) \times P \times D.F$

Q_{E-S} W	DF	P W	$(1-\eta)$	N

تفاصيل الأحمال الحرارية

الكسب الحراري الكامن (W)	الكسب الحراري المحسوس (W)	
		Q_w
		Q_{rad}
		$Q_{\inf}$
		Q_v
		Q_L
		Q_P
		Q_E
		Q_T

الكسب الحراري الإضافي: (إضافة 10% من الكسب الكلي المحسوس نتيجة الفقد للمجاري والمروحة)

Q_{TL} (kW)	Q_{TS}	الكسب الحراري الكلي

	(kW)	
		للغرفة

نموذج حساب الأحمال الحرارية

المدينة ، المنطقة : الرياض ، المنطقة الوسطى

اسم المشروع : قاعة مؤتمرات

اسم المستخدم : الكليات التقنية – المؤسسة العامة للتدريب التقنى والمهنى

ظروف التصميم الخارجية $26°C\,(wb)$, $43°C\,(db)$

ظروف التصميم الداخلية $18°C\,(wb)$, $25°C\,(db)$

أحمال الجدران (Q_w)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	18	3305	
S	120	1.8	18	3888	
W	63	1.8	18	2041	
E	63	1.8	18	2041	
					11275
النوافذ					
N	8	5.6	18	806	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	18	1008	
E	10	5.6	18	1008	
					2822
الأبواب					
N	10	3.0	18	540	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	18	378	
E	7	3.0	18	378	
					1296
السقف	600	2.0	18	21600	**21600**
الأرضية	600	0.26	03	468	**468**
الكسب الحراري الكلي					**37461**

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad}) $Q_{rad} = A \times I \times (SC)$

اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W/m^2\}$	SC	Q_{rad} (W)
N	8	130	0.83	863
S	-	150	0.83	-
W	10	600	0.83	4980
E	10	660	0.83	4980

10832		**الكسب الحراري الكلي**

الكسب الحراري نتيجة للتسرب:

(أ): الكسب الكلي(محسوس+كامن) $Q_{\inf -T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$

$Q_{\inf -T}$ W	v_o m^3/kg	Δh kJ/kg	ACH	V m^3
-				

(ب): الكسب المحسوس $Q_{\inf -S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$

$Q_{\inf -S}$ W	v_o m^3/kg	ΔT $°C$	ACH	V m^3
-				

(ج): الكسب الكامن $Q_{\inf -L} = Q_{\inf -T} - Q_{\inf -S}$

$Q_{\inf -L}$ W
-

الكسب الحراري نتيجة للتهوية:

(أ): الكسب الكلي(محسوس+كامن) $Q_{v-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$

Q_{v-T} W	v_o m^3/kg	Δh kJ/kg	ACH	V m^3
62130	0.917	28.5	3	2400

(ب): الكسب المحسوس $Q_{v-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$

Q_{v-S} W	v_o m^3/kg	ΔT $°C$	ACH	V m^3
39258	0.917	18	3	2400

(ج): الكسب الكامن $Q_{v-L} = Q_{v-T} - Q_{v-S}$

Q_{v-L} W

				22845
الكسب الحراري نتيجة للإضاءة $Q_L = N \times P \times F \times (DF)$				
Q_L W	DF	F	P W	N
8560	0.8	1.25	20	428
الكسب الحراري نتيجة للأشخاص:				
(أ): الكسب المحسوس $Q_{p_s} = n \times q_{p_s} \times (D.F.)$				
Q_{p-s} W	-	DF	q_{ps} W	n
28800	-	0.8	72	500
(ب): الكسب الكامن $Q_{pl} = n \times q_{p_l} \times (D.F.)$				
Q_{p-l} W	-	DF	q_{ps} W	n
18000	-	0.8	45	500
الكسب الحراري نتيجة للمعدات $Q_E = N \times (1-\eta) \times P \times D.F$				
Q_{E-S} W	DF	P W	$(1-\eta)$	N
-	-	-	-	-

تفاصيل الأحمال الحرارية

	الكسب الحراري المحسوس (W)	الكسب الحراري الكامن (W)
Q_w	37460	-
Q_{rad}	10832	-
$Q_{\inf}$	-	-
Q_v	39285	22845
Q_L	8560	-
Q_P	28800	18000
Q_E	-	-
Q_T	**124937**	**40845**

الكسب الحراري الإضافي: (إضافة 10%من الكسب الكلي المحسوس نتيجة الفقد للمجاري والمروحة)		
الكسب الحراري الكلي للغرفة	Q_{TS} (kW)	Q_{TL} (kW)
	137.470	**40.845**
	178.315	

ملحوظة: على المتدرب إعادة حساب الأحمال حسب النموذج أعلاه باستخدام برنامج إكسل المتوفر لدى الجميع.

حساب أحمال التبريد بالطريقة التقريبية :

1 ـ طريقة مساحة الأرضية: (Floor Area Method)

نفرض مساحة الأرضية $0.30\ kW/m^2$

$A = 30 \times 20 = 600\,m^2$

إذن الحمل الكلي للتبريد $Q_{cc} = A \times (q\ \{kW/m^2\})$

$Q_{cc} = 600 \times 0.30 = 180\ kW (\approx 51.5\ TR)$

2 ـ نسبة خلط الهواء: (Air Mixing Ratio)

كما سبق فإن معدل سريان الهواء الحجمي $\dot{V} = \dfrac{ACH \times V}{3600}$

$\dot{V} = \dfrac{3 \times 2400}{3600} = 2\,m^3/s$

و باعتبار نسبة الخلط 1:4 ، يكون حجم هواء التغذية

$\dot{V}_s = 5 \times 2 = 10\ m^3/s$

وحسب نظام ASHRAE بفرض : $OR = 5\ \dfrac{TR}{m^3/s}$ أو $0.20\ \dfrac{m^3/s}{TR}$

وبما أن الحجم الكلي لهواء التغذية $\dot{V}_s = 10\ m^3/s$

إذن حمل ملف التبريد الكلي $Q_{cc} = 10 \times 5 = 50\ TR$

ملحوظة: لاحظ تقارب القيم الثلاث

حساب أحمال التدفئة :

شروط التصميم الخارجية $w_0 = 0.003\ kg/kg$ $RH = 53\%$ $0°C(wb)$, $3°C(db)$,

شروط التصميم الداخلية $w_0 = 0.0084\,kg/kg$ $RH = 47\%$ $16°C(wb)$, $23°C(db)$,

أحمال التوصيل (الجدران)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	-20	-3672	
S	120	1.8	-20	-4320	
W	63	1.8	-20	-2268	
E	63	1.8	-20	-2268	
					-12528
النوافذ					
N	8	5.6	-20	-896	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	-20	-1120	
E	10	5.6	-20	-1008	
					-3136
الأبواب					
N	10	3.0	-20	-600	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	-20	-420	
E	7	3.0	-20	-420	
					-1440
السقف	600	2.0	-20	-24000	-24000
الأرضية	600	0.26	-5	-780	-780
					-41884

جدول (3 – 5): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (شتاء)

أحمال الجدران + السقف + الأرضية: $-41884\ W = -44.884\ kW$

أحمال الإضاءة (من أحمال التبريد) $Q_L = 8.560\ kW$

أحمال الأشخاص :

الحمل المحسوس للأشخاص $Q_{p_s} = 28.800\ kW$

الحمل الكامن للأشخاص $Q_{p_l} = 18.800\ kW$

أحمال الأشخاص الكلي $Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_l}$

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800\ kW$$

وبما أن ارتفاع القاعة $H = 4\ m$

ومساحة الأرضية $A = 30 \times 20 = 600\ m^2$

∴ حجم القاعة $V = AH = 600 \times 4 = 2400\ m^3$

معدل سريان هواء التهوية باعتبار $ACH = 3$ (من الجداول)

ومن الخريطة السيكرومترية (عند $3°C(db),\ 0°C(wb)$)

$$v_0 = 0.784\ m^3/kg$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_0}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.784} = 2.55\ \ kg/s$$

من الخريطة السيكرومترية

$$h_0 = 9.0\ kJ/kg$$

$$h_R = 44.5\ \ kJ/kg$$

$$h_N = 30.5\ kJ/kg$$

حمل التهوية المحسوس

$$Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$$

$$Q_{v_s} = 2.55\ (30.5 - 44.5) = -35.700\ kW$$

حمل التهوية الكامن

$$Q_{v_l} = \dot{m}(h_o - h_N)$$

$$Q_{v_l} = 2.55\ (9.0 - 30.5) = -54.826\ \ kW$$

حمل التهوية الكلي

$$Q_v = Q_{v_s} + Q_{vl}$$

$$Q_v = -35.700 + (-54.826) \quad \Rightarrow \quad Q_v = -90.526\ kW$$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

هذا الكسب لا يعتبر عند حساب أحمال التسخين نسبة لأن وقت تخمين أحمال التسخين يكون ليلاً.

تحليل أحمال التسخين (محسوس، كامن): بوحدات (kW)

نوع الحمل	حمل محسوس $Q_s\{kW\}$	جمل كامن Q_l	الحمل الكلي Q_t
أحمال التوصيل	−44.884	-	−44.884
أحمال الإضاءة	8.560	-	8.560
أحمال الأشخاص	28.800	18.000	46.800
حمل التهوية	−35.700	−54.826	-90.526
الحمل الكلي	-43.224	-36.826	-80.050

جدول (3 – 6): تحليل أحمال التسخين

حمل التسخين الكلي اللازم للتخلص من ناتج تسرب الحرارة إلى القاعة

$$= 80.050\,kW = 19.212\,kcal/s = 273324\ BTU/hr$$

تمارين

1. احسب حمل الإضاءة اللازم باعتبار مساحة الغرفة مبينا عدد اللمبات اللازمة (فلورسنت أو عادية) وذلك باعتبار شدة الإضاءة لكل متر مربع تساوي $40\ \frac{W}{m^2}$

2. كم يكون حمل التهوية (صيفا وشتاء) إذا كان معدل التهوية للشخص الواحد يعادل5 L/s ؟

3. إذا تم إضافة عازل للغرفة بسمك 100 mm ، ماهو التغير الذي يطرأ على حمل الحوائط الرأسية (صيفا وشتاء) إذا كان معامل التوصيل للعازل يساوي $0.035\frac{W}{m\,K}$.

4. اذكر التغير الذي يطرأ على بعض أحمال التبريد عندما تتغير الأحوال الخارجية إلى:
$30°C(db), 25°C(wb)$

مصطلحات ورمـــوز

Mass flow rate	kg/s	$\dot{m}$	معدل تدفق الكتلة
mass	kg	m	الكتلة
Condensed water	kg/s	$\dot{m}_w$	كمية ماء التكثيف/ الترطيب
Air mass flow rate	kg/s	$\dot{m}_a$	معدل سريان الهواء
Total pressure	Pa	p	الضغط
Pressure difference	Pa	Δp	فرق الضغط
Air pressure	Pa	p_a	ضغط الهواء
Vapor pressure	Pa	p_v	ضغط بخار الماء
Specific heat	J/kgK	c_p	الحرارة النوعية
Cooling coil capacity	W	Q_{cc}	سعة ملف التبريد
Heating coil capacity	W	Q_{hc}	سعة ملف التسخين
Sensible heat load	W	Q_s	حمل الحرارة المحسوسة
latent heat load	W	Q_l	حمل الحرارة الكامنة
Air vlome	m^3	V_a	حجم الهواء
Vapor volume	m^3	V_v	حجم بخار الماء
Air temperature	K	T_a	درجة حرارة الهواء
Vapor temperature	K	T_v	درجة حرارة البخار
Dry bulb temperature	$°C$	T_{db}	درجة الحرارة الجافة
Wet bulb temperture	$°C$	T_{wb}	درجة الحرارة الرطبة
Relative humidity	%	RH	الرطوبة النسبية
Specific humidity	kg/kg	ω	الرطوبة النوعية
Total load	W	Q_t	الحمل الكلي
Ton of Refrigeration	TR	TR	طن التبريد
Wall gains (conductive heat gains)	W	Q_c	حمل الجدران(حمل التوصيل)
Radiation load	W	Q_r	حمل الإشعاع

حمل الأشخاص	Q_p	W	Heat gains from people
حمل الإضاءة	Q_l	W	Heat gains from lghts
حمل التهوية	Q_v	W	Ventilation load
حمل الأجهزة	Q_e	W	Heat gains from equipment
أحمال مختلفة	Q_m	W	Miscellaneous loads
معامل الحرارة المحسوس	SHF	-	Specific heat factor
معامل التوصيل الحراري الكلي	U	W/m^2K	Overall heat transfer coefficient
درجة حرارة الغرفة أو الحيز المكيف	T_R	$°C$	Room or space temperature
درجة الحرارة الداخلية	T_i	$°C$	Internal temperature
درجة الحرارة الخارجية	T_o	$°C$	Outside temperature
درجة حرارة هواء التغذية	T_S	$°C$	Supply air temperature
فرق درجات الحرارة	ΔT	$°C$	Temperature difference
شدة الاشعاع	I	W/m^2	Radiation intensity
معامل الامتصاص	α	-	Absorptivity factor
معامل انتقال الحراري الداخلي	h_i	W/m^2K	Internal heat transfer coefficient
معامل انتقال الحراري الخارجي	h_o	W/m^2K	External heat transfer coefficient
طاقة الإنثالبي	h	kJ/kg	Enthalpy
معامل التظليل	SC	-	Shading coefficient
حمل التهوية المحسوس	Q_{vs}	W	Ventilation load -sensible
حمل التهوية الكامنة	Q_{vl}	W	Ventilation load -latent
الحجم النوعي عند الأحوال الخارجية	v_o	m^3/kg	Specific volume@ outside conditions
الحرارة الكامنة للتبخير	h_{fg}	kJ/kg	Latent heat of vaporization
الحجم	V	m^3	volume
معدل السريان الحجمي	Q	m^3s^{-1}	Discharge (volume flow rate)

عدد	n, N	-	number
معامل اللمبات	F	-	Lamps factor
معامل التباين	DF	-	Diversity factor
الكفاءة	η	-	efficiency
كفاءة التشبع	η_s	-	Saturation efficiency
معامل التلامس لملف التبريد	η	-	Contact factor
معدل تغيير الهواء في الساعة	ACH	hr^{-1}	Air change per hour
حمل التبريد	CL	W	Cooling load

المراجع REFERENCES

م	المرجع
1.	د. رمضان أحمد محمود، 1987 (تكييف الهواء- مبادىء وتطبيقات) كلية الهندسة- جامعة الإسكندرية ، منشأة المعارف بالإسكندرية
2.	د. رمضان أحمد محمود، 1987 (تكييف الهواء- مسائل محلولة) كلية الهندسة- جامعة الإسكندرية، منشأة المعارف بالإسكندرية
3.	سي.تي.كوزلنج، ترجمة د. حسن خصاف و م. رامز فرج بابو اسحق، 1985 (تكييف الهواء ولتبريد التطبيقي) الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر، بغداد.
4.	V. Paul Lang,1987 "Principles of Air Conditioning", 4th Edition , Delmar.
5.	Edward G. Pita, 1998 "Air Conditioning Principles And Systems" 3rd. Edition, Prentice Hall, New Jersey, Columbus, Ohio.
6.	Edward G. Pita, 1981 "Air Conditioning Principles And Systems: An Energy Approach" 3rd. Edition, John Willey & Sons, Inc.
7.	W. P Jones, 1997 "Air Conditioning Applications And Design" 2nd Edition, John Willey & Sons, Inc. New York-Toronto.
8.	Whitman. Johnson & Tomczyk, 2000 "Refrigeration And Air Conditioning Technology" 4th Edition, Delmar.
9.	Althouse. Turnquist. Bracciano, 1996 "Modern Refrigeration And Air Conditioning" The Goodheart-Willcox Company, Inc.
10.	Faye & Parker, 1994 "Heating, Ventilating And Air Conditioning" Analysis & Design. 4th Edition, , John Willey & Sons, Inc.
11.	Shan. K. Wang, 1994 "Handbook Of Air Conditioning And Refrigeration" McGraw-Hill.
12.	ASHRAE " Volume Of Fundamentals"

المحتويات

مقدمة .....
تمهيد .....
الوحدة الأولى : اختبار عمليات تكييف الهواء المختلفة 2
التدريب العملي رقم (1) 4
التدريب العملي رقم (2) 7
التدريب العملي رقم (3) 10
التدريب العملي رقم (4) 13
التدريب العملي رقم (5) 16
التدريب العملي رقم (6) 19
التدريب العملي رقم (7) 22
الوحدة الثانية : اختبار دورات تكييف الهواء الصيفية والشتوية 26
التدريب العملي رقم (1) 31
التدريب العملي رقم (2) 33
التدريب العملي رقم (3) 36
التدريب العملي رقم (4) 39
التدريب العملي رقم (5) 42
الوحدة الثالثة : تمارين على حساب أحمال التبريد والتدفئة 46
دراسة حالة : حساب الأحمال الحرارية لقاعة مؤتمرات 47
حساب أحمال التبريد 49
نموذج حساب الأحمال الحرارية 55
حساب أحمال التدفئة 63
تمارين 66
مصطلحات ورمـــوز 67
المراجع References 70