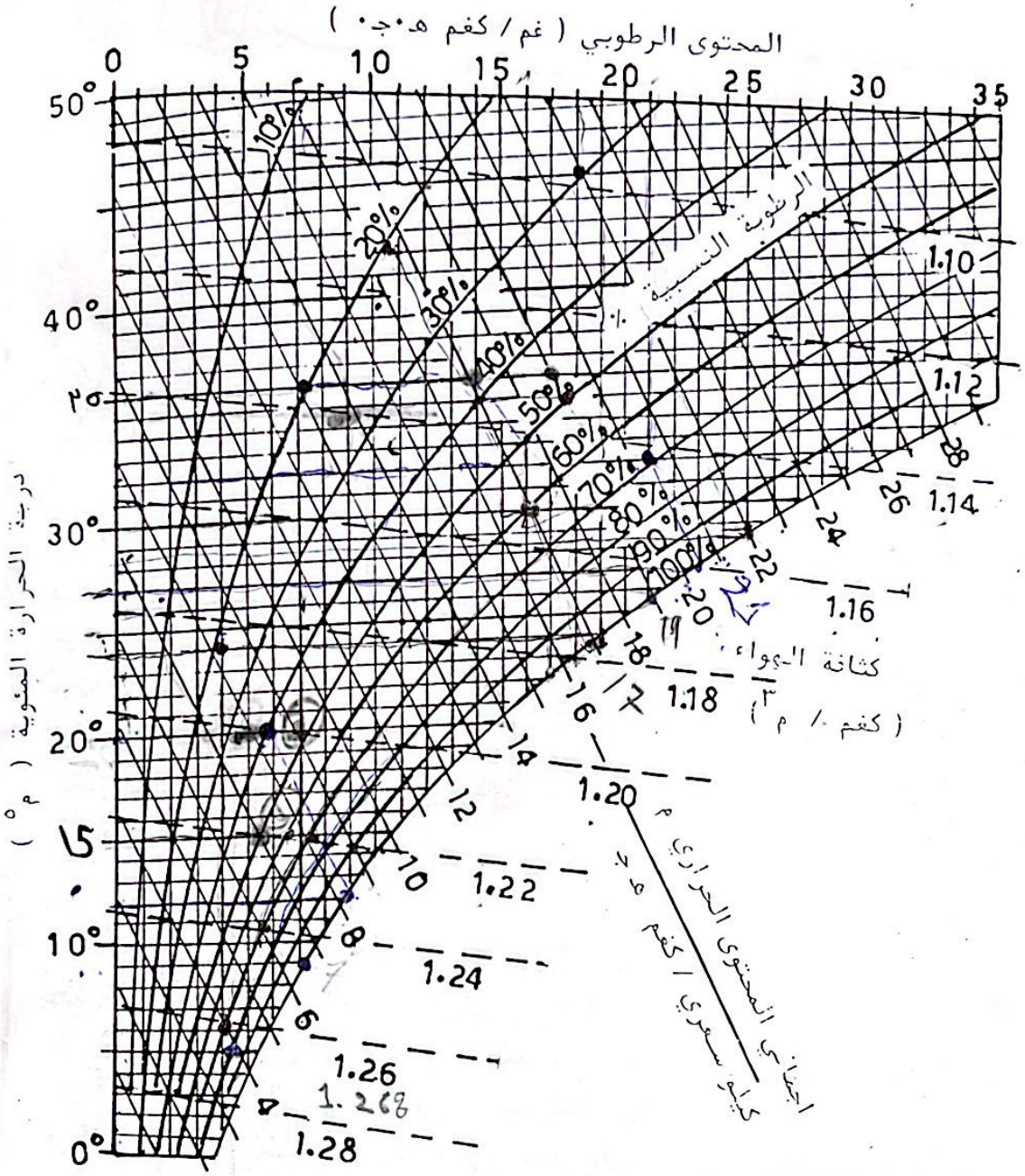
الفصل الثالث

المخطط البياني السايكومتري

يستعمل المخطط السايكومتري لدراسة الخصائص الفيزيائية للهواء من حرارة ورطوبة وكثافة ، ومعرفته تسمح بسهولة متابعة التغيرات التي تحدث في الهواء نتيجة العمليات المختلفة . يستفاد من المخطط عند تصميم الحظائر الحيوانية لمعرفة كميات الحرارة الواجب اضافتها او سحبها من الحظائر وكذلك مقادير الرطوبة المضافة او المسحوبة ومن ذلك يمكن معرفة مقدار الطاقة المستهلكة لانجاز تلك العمليات ، كما يستفاد منه كذلك في تجفيف المنتجات الحيوانية والنباتية وفي السيطرة على ظروف البيوت الزجاجية .

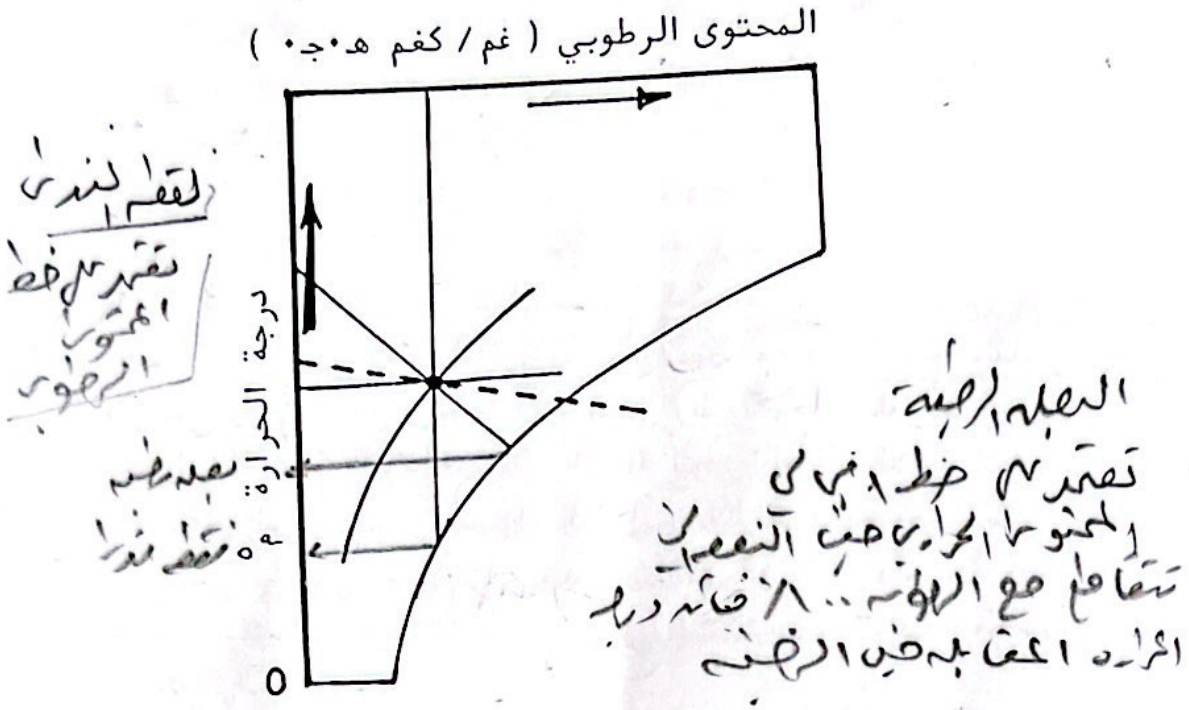
في المخطط (شكل ٣ ـ ١) يمثل المحور الرأسي درجة الحرارة المئوية . في حين يمثل المحور الافقي المحتوي الرطوبي في الهواء مقاساً بالغرام من بخار الماء لكل كيلو غرام من وزن الهواء الجاف ، بينما تمثل المنحنيات المثبت عليها ارقاماً منسوبة للمائة الرطوبة النسبية للهواء ٪ . اما المقادير المثبتة اسفل منحنى التشبع بالرطوبة السفلي المبتدأة بالرقم ٤ والمنتهية بالرقم ٢٨ فهي مقادير اجمالي المحتوي الحراري مقاسة بالكيلو سعري لكل كيلو غرام من وزن الهواء الجاف وتمثلها الخطوط المستقيمة المنحرفة عن المحورين الرأسي والافقي ، اما المقادير المثبتة اسفل مقادير المحتوي الحراري المبتدأة بالرقم ١.١٤ والمنتهية بالرقم ١.٢٨ فهي مقادير كثافة الهواء مقاسة بالكيلو غرام لكل متر مكعب من الهواء وتمثلها الخطوط المستقيمة الممتدة من اليسار الى اليمين بانحدار قليل نحو الاسفل . ان

Scanned with CamScanner



شكل ٣ ـ ١ : المخطط البياني السايكومتري

نقطة تقاطع اي خطين من الخطوط المذكورة في اعلاه (شكل ٣ ـ ٢) تمثل صفات الهواء عند تلك النقطة . كما يوضح الشكل اتجاه الخطوط الممثلة للمتغيرات اعلاه .



شكل ٣ ـ ٢ : كيفية معرفة خصائص الهواء في موضع معين باستخدام المخطط البياني السايكومتري

يستحسن معرفة المصطلحات والخصائص الممكن الاستفادة من المخطط قبل البدء بشرح طريقة استعمال المخطط . وهذه المصطلحات هي :

المحتوى الرطوبي (ب) ـ ويعرف بوزن بخار الماء (غم) الموجود في الكيلو غرام الواحد من وزن الهواء الجاف (غم / كغم هـ . جـ .) .

الرطوبة النسبية (ن) : ـ وهي النسبة المئوية بين ضغط بخار الماء الحقيقي الى ضغط البخار للهواء في حالة التشبع الكامل بالبخار عند ثبات درجة الحرارة . وهي تعاد النسبة المئوية لكمية بخار الماء الموجود في الهواء الى كمية بخار الماء التي يتشبع بها ذلك الهواء عند ثبات درجة الحرارة .

Scanned with CamScanner

الحرارة : توصف حرارة الهواء المحمل ببخار الماء بثلاثة تعابير هي :

أ) درجة حرارة البصيلة الجافة ° م (ب . جـ .) : تقاس عادة باستخدام المحرار الزئبقي او محرار المزدوج الحراري عندما تكون بصيلة المحرار جافة وهي نفس الدرجة التي تعطى عند اعلان معدلات درجات الحرارة .

ب) درجة حرارة البصيلة الرطبة° م (ب . ر .) : وتقاس ايضاً بواسطة المحرار الزئبقي او المزدوج الحراري . باستخدام المحرار الزئبقي . تحاط البصيلة بقطعة قماش صغيرة تبلل بشكل مستمر بالماء مع امرار تيار هوائي على البصيلة . حتى تثبت درجة الحرارة عند تشبع الهواء المحيط بالبصيلة بالماء . فدرجة الحرارة هذه هي درجة حرارة البصيلة الرطبة . وخلال ذلك يتم سحب الحرارة المحسوسة للهواء المحيط بالبصيلة لتوفير الحرارة اللازمة لتبخير الماء . وان الهواء المار على البصيلة يكفي لمنع تغييرات درجة الحرارة حولها كما يتسبب تبخير الماء في برودة البصيلة . علماً بانه كلما زاد جفاف الهواء المحيط بالبصيلة كلما ارتفع معدل التبخر وقلت نتيجة لذلك درجة حرارة البصيلة الرطبة .

جـ) درجة حرارة نقطة الندى ° م (ن . ن .) : درجة الحرارة التي تبدأ عندها رطوبة الهواء بالتكاثف عند تبريد الهواء تحت ضغط ومحتوى رطوبي ثابتين . وتقاس بتمرير الهواء الرطب ليلامس سطحاً معدنياً مسيطر على درجة حرارته . وبالتبريد البطيء للسطح المعدني يتم تبريد الهواء الرطب وفي درجة حرارة نقطة الندى يلاحظ ان جميع السطح المعدني قد غطي بالندى وهي نفس درجة حرارة المعدن المغطى بالندى .

الفرق الحراري للبصيلة الرطبة (ق) : وهو الفرق بين درجة حرارة البصيلة الجافة ودرجة حرارة البصيلة الرطبة .

اجمالي المحتوى الحراري (م) : وهو كمية الطاقة الحرارية لخليط الهواء وبخار الماء . ويشمل ذلك كلاً من الطاقة المحسوسة (م . س .) اللازمة لرفع درجة حرارة البصيلة الجافة وطاقة الحرارة الكافية (م . ن .) وهي محتوى بخار الماء من الطاقة . ويقاس اجمالي المحتوى الحرارة بالكيلو سعرة لكل كيلو غرام من وزن الهواء الجاف .

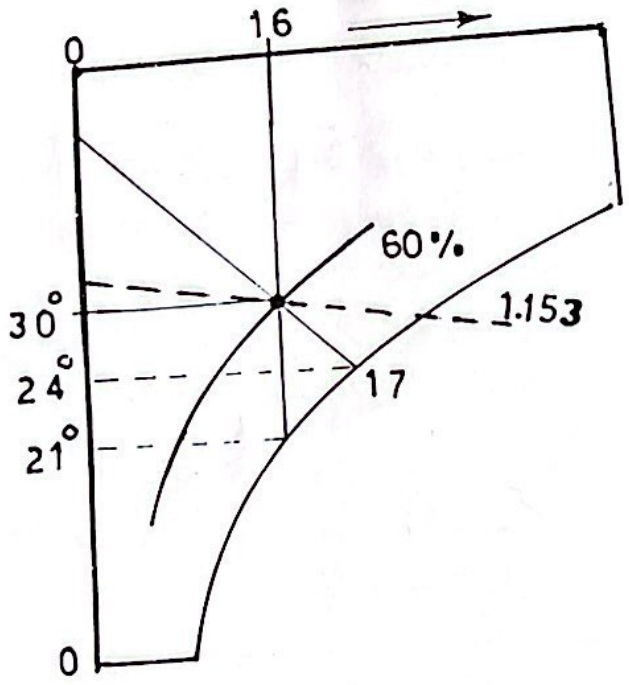
Scanned with CamScanner

يكفي التعبير عن كمية الحرارة وذلك نتيجة الفرق بين منسوبين من مناسب اجمالي المحتوى الحراري المثبتة اسفل منحنى التشبع ابتداءً من عند الصفر المئوي اذ ليس هناك ضرورة في تبريد او تدفئة او تهوية الحظائر الحيوانية دون الصفر المئوي .

الكثافة (ث) : وهي عبارة عن وزن خليط الهواء وبخار الماء مقاساً بالكيلو غرام الموجود في كل متر مكعب من هذا الخليط . اي ان وحدة قياسها هي كغم / م^{3} .

مثال رقم ١ : ما هي خصائص الهواء عند درجة حرارة ٣٠° م (ب . جـ .) وعند رطوبة نسبية مقدارها ٦٠ ٪ .

الحل : بالرجوع الى المخطط السايكومتري (شكل ٣ ـ ١) وايجاد نقطة تقاطع خط درجة الحرارة عند ٣٠° م مع منحني الرطوبة النسبية عن ٦٠٪. من نقطة تقاطع هذه نستطيع ان نجد الخصائص والمعلومات التالية (شكل ٣ ـ ٢) .



شكل ٣ ـ ٢ : خصائص الهواء عند حرارة ٣٠° م ب . جـ ورطوبة نسبية ٦٠٪

Scanned with CamScanner

أ) المحتوى الرطوبي = ١٦ غم / كغم هـ . جـ . وذلك بالصعود من نقطة التقاطع رأسياً حتى يقطع محور المحتوى الرطوبي الافقي عند ١٦ غم / كغم . هـ . جـ .

ب) اجمالي المحتوى الحراري = ١٧ كيلو سعري / كغم هـ . جـ . وذلك بالاتجاه من نقطة التقاطع مع الخطوط المستقيمة المنحرفة عن المحورين الرأسي والافقي حتى تقطع مقادير اجمالي المحتوى الحراري المثبتة اسفل منحنى التشبع عند الرقم ١٧ كيلو سعري / كغم . هـ . جـ . د

جـ) كثافة الهواء = ١,١٥٣ كغم / م^{٣} . وذلك بالاتجاه من نقطة التقاطع بموازاة الخطوط المقطعة الممتدة من اليسار الى اليمين بانحدار قليل نحو الاسفل لتقطع الخط الممثل لمقادير الكثافة عند ١,١٥٣ كغم / م^{٣} .

د) درجة حرارة البصيلة الرطبة = ٢٤° م . وذلك بالاتجاه من نقطة التقاطع مع الخطوة المستقيمة المائلة الممثلة لاجمالي المحتوى الحراري حتى يقطع منحني التشبع ١٠٠ ٪ في نقطة . ومن هذه النقطة نعمل خطاً افقياً باتجاه محور درجة الحرارة المئوية فيقطعة عن ٢٤° م .

هـ) درجة نقطة الندى = ٢١° م . وذلك بالاتجاه من نقطة التقاطع رأسياً نحو الاسفل ليقطع منحنى التشبع في نقطة التي منها نعمل خطاً افقياً باتجاه محور درجة الحرارة المئوية فيقطعه عند ٢١° م .

انواع التغيرات التي تحدث في خليط الهواء والبخار :

تحدث هذه التغيرات خلال تسخين الهواء او تبريده او زيادة رطوبته او انخفاضها . كما ان هناك تغييرات تحدث نتيجة خلط نوعين من الهواء . ان هذه التغيرات تهم الى حد كبير اعمال المكننة الزراعية ويمكن تطبيقها في تهوية الحظائر الحيوانية او تبريدها او تدفئتها كما تستخدم في عمليات تجفيف الحبوب والاعلاف .

أ) عمليات التسخين في المجال الحراري المحسوس :

وهي العمليات التي يتم من خلالها اضافة الحرارة للهواء دون تغيير محتواه الرطوبي . كما تحدث عند تسخين الهواء لغرض تدفئة الحظائر شتاء او عند اجراء عمليات التجفيف للحبوب والاعلاف .

تحسب كمية الحرارة بالكيلو سعرة المطلوبة للتسخين من حاصل ضرب وزن الهواء بالكيلوغرام في الفرق باجمالي المحتوى الحراري بين مستويين معينين

Scanned with CamScanner

(حالة ١ وحالة ٢) وذلك بامتداد الخط الرأسي على المخطط البياني السايكومتري من الاسفل (حالة ١) الى الاعلى (حالة ٢) وحسب القانون التالي

ك ح = و (م٢ – م١)

حيث ان :

ك ح = كمية الحرارة المطلوب اضافتها (كيلو سعرة)

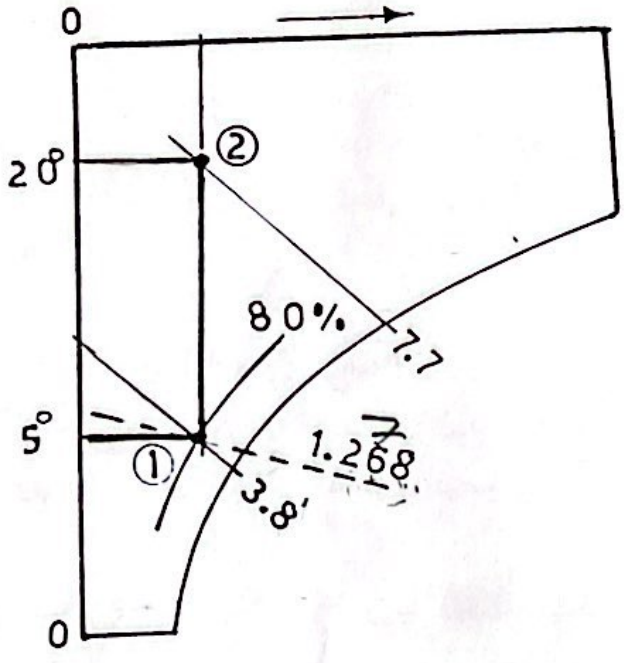
و = وزن الهواء (كغم) = الحجم × كثافة الهواء

م١ ، م٢ اجمالي المحتوى الحراري في الحالتين ١ ، ٢ (كيلو سعري / كغم هـ . جـ)

مثال رقم ٢ : احسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين ٥٠٠ م٣ من الهواء درجة حرارته الابتدائية ٥° م ورطوبته النسبية ٨٠ ٪ لتصل درجة حرارته النهائية ٢٠° م. اوجد كذلك الرطوبة النسبية النهائية لهذا الهواء.

الحل : بالرجوع للمخطط السايكومتري . ووضع الحالة المذكورة في هذا المثال في مخطط (شكل ٣ ـ ٤) نجد ان :

حالة ١ تكون متغيراتها كالآتي :



شكل ٣ ـ ٤ : حساب كمية الحرارة اللازمة لتسخين ٥٠٠ م٣ هواء بدرجة حرارة ابتدائية ٥° م ورطوبة نسبية ٨٠ ٪ لتصل درجة الحرارة النهائية ٢٠° م

Scanned with CamScanner

درجة الحرارة = ٥ م
م١ = ٣.٨ كيلو سعري / كغم هـ . جـ
ر ن١ = ٨٠ ٪
ث١ = ١.٢٦٨ كغم / م٣
اما حالة ٢ فمعلوم عنها :
درجة الحرارة = ٢٠ م
م٢ = ٧.٧ كيلو سعري / كغم هـ . جـ .

بتطبيق القانون نحصل على :
ك ح = ٥٠٠ × ١.٢٦٨ (٧.٧ ـ ٣.٨) = ٢٤٧٣ كيلو سعرة
اما الرطوبة النسبية للهواء في حالة ٢ فنجد ان النقطة الممثلة للحالة ٢ تقع على منحنى الرطوبة الممثل الى ٣٠ ٪ وتكون عندها كثافة الهواء في الحالة ٢ هي ١.٢٠ كغم / م٣ .

ب) عمليات التبريد في المجال المحسوس :

يعرف هذا بعملية التبريد عند ثبات المحتوى الرطوبي . ومثاله تبريد الهواء في الثلاجات والمجمدات المنزلية وفي اجهزة التكييف وذلك بامرار الهواء على ملف التبخير فيها . وهنا تكون درجة حرارة الهواء اعلى من درجة حرارة نقطة الندى .

يمثل التبريد المحسوس بخط رأسي من الاعلى الى الاسفل (عكس الحالة السابقة) . ولا يمكن لدرجة الحرارة النهائية ان تنخفض لاقل من درجة حرارة نقطة الندى والا يتكاثف بخار الماء وتعمل وحدة التبريد على امتصاص الحرارة الكامنة للتكاثف .

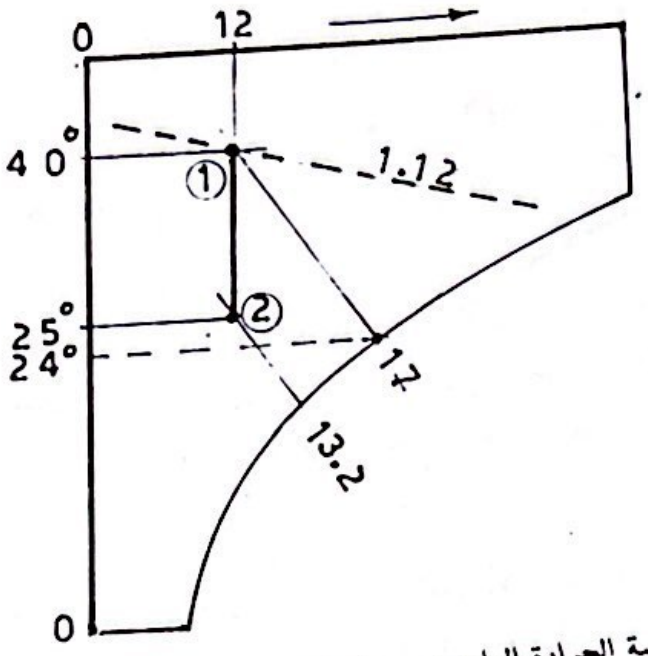
مثال رقم ٣ : احسب كمية الحرارة الواجب سحبها من ٥٠ م٣ هواء درجة حرارته (بصيلة جافة) ٤٠ م ودرجة حرارته (بصيلة رطبة) ٢٤ م لتنخفض درجة حرارته لتصبح ٢٥ م دون حدوث اي تغير في المحتوى الرطوبي .

الحل : بالرجوع للمخطط السايكومتري ورسم الحالة بشكل منفصل (شكل ٣ ـ ٥) وكما يلي :

ناخذ خط مستقيم من الاجمالي ونجد الحراره الرطبه بالعكس

Scanned with CamScanner

الوزن = الكثافه × الحجم



شكل ٢ ـ ٥ : حساب كمية الحرارة الواجب سحبها (تبريد) من ٥٠ م٣ هواء بدرجة حرارة ٤٠° م ب . جـ . وحرارة ٢٤° م ب . ر . لتخفض درجة حرارته حتى ٢٥° م دون تغيير في محتواه الرطوبي

عند تحديد درجة حرارة ٢٤° م (ب . ر .) نتجه يمينا حتى يتقاطع مع منحنى التشبع السفلي في نقطة يكون اجمالي المحتوى الحراري فيها ١٧ كيلو غرام سعرة لكل كيلو غرام من وزن الهواء الجاف من هذه النقطة نتتبع خطوط اجمالي المحتوى الحراري المائلة نحو الاعلى لنصل النقطة الممثلة لدرجة الحرارة ٤٠° م (ب . جـ) عندها نجد ان كثافة الهواء في هذه النقطة ١.١٢ كغم / م٣ وعند محتوى رطوبي مقداره ١٢ غم / كغم هـ . جـ . ان هذه المتغيرات تمثل حالة الهواء الابتدائية (حالة ١) .

اما الحالة ٢ التي فيها يجب تبريد الهواء لتصل درجة حرارته ٢٥° م . فيمكن معرفتها بالاتجاه رأسياً من النقطة الممثلة للحالة ١ نحو الاسفل حتى نقطع الخط الافقي الممثل لدرجة حرارة ٢٥° م ونقطة التقاطع هي حالة ٢ وصفات الهواء في هذه النقطة هي :

اجمالي المحتوى الحراري = ١٣.٢ كغم سعرة / كغم هـ . جـ .

الكثافة = ١.١٧٥ كغم / م٣

وعليه تكون كمية الحرارة الواجب سحبها هي :

Scanned with CamScanner

ك ح = و (م$_{٢}$ – م$_{١}$)

= ٥٠ × ١,١٢ (١٣,٢ – ١٧) = – ٢١٢,٨ كيلو سعرة

ملاحظة : تعني العلاقة السالبة حدوث عملية تبريد

جـ) التبريد بالتبخير :

وهي عملية يتشبع فيها الهواء ذاتيا ببخار الماء بحيث لا تضاف او تفقد منه حرارة باستعمال مصدر خارجي وهي ما تدعى بالحالة الكاظمة (اديا باتك) . وتمثل في المخطط البياني السايكومتري على الخطوط المائلة لدرجة حرارة البصيلة الرطبة الثابتة .

يمرر الهواء المراد تبريده ليلامس الماء الذي تكون درجة حرارته معادلة لدرجة حرارة البصيلة الرطبة للهواء الملامس ، وعندها تقوم الحرارة المحسوسة الابتدائية للهواء بتبخير الماء وينتج عن ذلك تخفيض درجة حرارة البصيلة الجافة للهواء .

تمتاز طريقة التبريد بالتبخير بالكفاءة المتفوقة في الاجواء الحارة والجافة وخاصة عندما يكون الفرق الحراري للبصيلة الرطبة (ق) كبيراً ، وفي الظروف التي يفضل فيها خفض درجة الحرارة حتى لو صاحب ذلك ارتفاع رطوبة الهواء .

مثال رقم ٤ : هواء درجة حرارته ٤٣° م (ب ، جـ) ورطوبته النسبية ٢٠ ٪ . وقد شبع هذا الهواء باستخدام المرشات النافورية . ما هي درجة حرارة البصيلة الجافة للهواء المشبع ، وما هي كمية الرطوبة المضافة لكل كيلو غرام هواء جاف اثناء عملية التبريد بالتبخير ؟

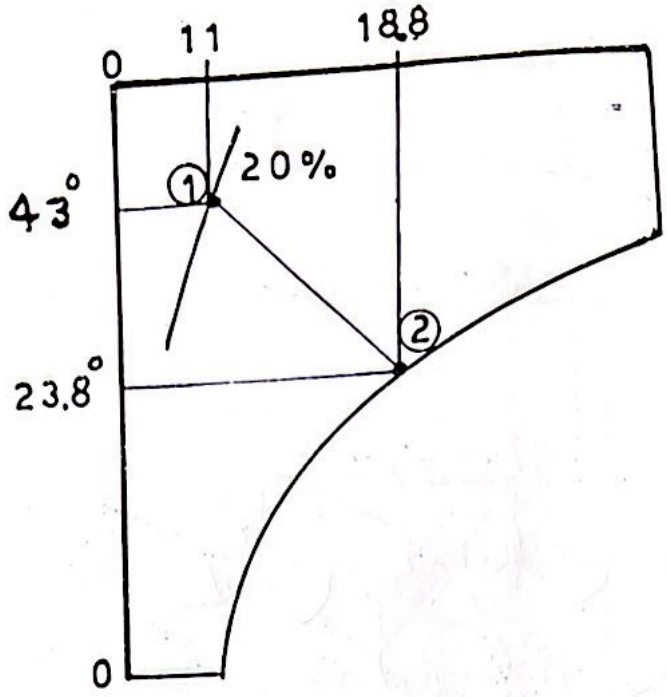
الحل : لما كانت العملية اديا باتك ، فان الحالة تستمر بثبات درجة البصيلة الرطبة (شكل ٣ – ٦) ، اذ نجد نقطة تقاطع ٤٣ م° مع ٢٠ ٪ رطوبة نسبية .

ان نقطة التقاطع هذه تمثل موضع حالة ١ وقد يكون المحتوى الرطوبي ١١ غم / كغم هـ . جـ . من هذا الموضع نجد النقطة الممثلة للحالة ٢ وذلك بالاتجاه مع الخطوط المائلة بانحدار نحو الاسفل حتى نصل منحنى التشبع السفلي ونقطة التقاطع تمثل حالة ٢ وفيها نجد ان المحتوى الرطوبي اصبح ١٨,٨ غم / كغم هـ . جـ . عليه تكون كمية الرطوبة المضافة لكل كيلو غرام من الهواء الجاف هي :

١٨,٨ – ١١ = ٧,٨ غرام / كغم . هـ . جـ

اما درجة الحرارة ب . جـ . فهي تعادل ٢٣,٨ م°

Scanned with CamScanner



شكل ٢ ـ ٦ : حساب درجة حرارة الهواء المشبع بالرطوبة عند ب . جـ . وكمية الرطوبة المضافة لكل كيلو غرام هواء جاف اثناء عملية التبريد بالتبخير

د) التسخين والترطيب :

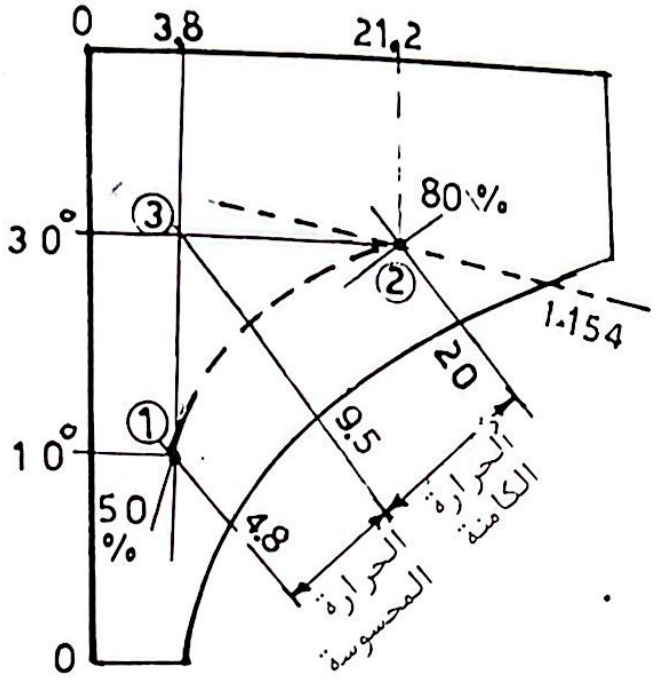
يحدث هذا للهواء المستعمل في تهوية الحظائر الحيوانية . اذ من المعروف ان الحيوانات تطرح من اجسامها حرارة وبخار ماء . في هذه الحالة تضاف الحرارة (بشكلها المحسوس من اجسام الحيوانات وبشكلها الكامن من بخار الماء) الى تيار التهوية الهوائي .

مثال رقم ٥ : يندفع هواء رطب الى حظيرة دواجن عند درجة حرارة ب . جـ مقدارها ١٠ م° ورطوبة نسبية ٥٠ ٪ ليحل محل الهواء المحسوب بواسطة مفرغة هوائية تصريفها ١٠٠ م٣/ دقيقة . فاذا كانت درجة حرارة الهواء الخارج ٣٠ م° ورطوبته النسبية ٨٠ ٪ . اوجد كميات الحرارة المحسوسة والكامنة التي اضيفت للهواء في الساعة الواحدة .

الحل : على المخطط السايكو متري نجد موضع الحالتين الاولى (١٠ م° ب . جـ . ٥٠ ٪ رطوبة نسبية) والحالة الثانية (٣٠ م° ب . جـ . ٨٠ ٪ رطوبة نسبية) . حتى يمكن الفصل بين الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة لابد من ايجاد نقطة الفصل وذلك بالصعود مع الخطوط الرأسية من عند نقطة الحالة الاولى (المحتوى الرطوبي

Scanned with CamScanner

ثابت) حتى نقطع الخط الممثل لدرجة الحرارة ٣٠ م° وعندها تمثل نقطة التقاطع حالة ٣ . فالحرارة المحسوسة تتمثل بين الحالتين ١ ، ٣ بينما الحرارة الكامنة (ترطيب) تتمثل من ٣ الى ٢ حيث تكون درجة الحرارة فيها متساوية مع اختلاف المحتوى الرطوبي . وعليه فان متغيرات الحالات الثلاث هي (شكل ٣ ـ ٧) :



شكل ٣ ـ ٧ : حساب كميات الحرارة المحسوسة والكامنة المضافة في الساعة الواحدة للهواء والمحسوب من مفرغة هوائية بتصريف ١٠٠ م٣ / دقيقة عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي ٣٠° م ورطوبته النسبية ٨٠ ٪

حالة ١ (١٠ م° ب . جـ . ، ٥٠ ٪ رطوبة نسبية) يكون اجمالي المحتوى الحراري فيها ٤,٨ كغم سعرة / كغم هـ . جـ . وبمحتوى رطوبي ٣,٨ غم / كغم هـ . جـ .

حالة ٢ (٣٠ م° ب . جـ . ، ٨٠ ٪ رطوبة نسبية) . يكون اجمالي المحتوى الحراري فيها ٢٠ كغم سعرة / كغم هـ . جـ . وبمحتوى رطوبي ٢١,٢ غم / كغم . هـ . جـ . وكثافة الهواء ١,١٥٤ كغم / م٣

حالة ٣ (٣٠ م° ب . جـ . ، ١٥ ٪ رطوبة نسبية) يكون اجمالي المحتوى الحراري فيها ٩,٥ كغم سعرة / كغم هـ . جـ . ، وبمحتوى رطوبي ٣,٨ غم / كغم هـ . جـ .

أما كميات الحرارة المحسوسة والكامنة المضافة للهواء في الساعة الواحدة فهي

Scanned with CamScanner

كمية الهواء الخارج من الحظيرة في الساعة = ١٠٠ × ١,١٥٢ × ٦٠

∴كمية الحرارة المحسوسة المضافة = ٦٩١٢ كغم / ساعة

= و (م٢ – م١)

= ٦٩١٢ (٩,٥ – ٤,٨)

= ٣٢٤٨٦ كيلو سعرة / ساعة

. كمية الحرارة الكامنة المضافة = و (م٢ – م٢)

= ٦٩١٢ (٢٠ – ٩,٥)

= ٧٢٥٧٦ كيلو سعرة / ساعة

٣٢٤٨٦ + ٧٢٥٧٦ = ١٠٥٠٦٢ كيلو سعرة / ساعة كمية الحرارة المضافة

هـ) التبريد مع تجفيف الهواء :

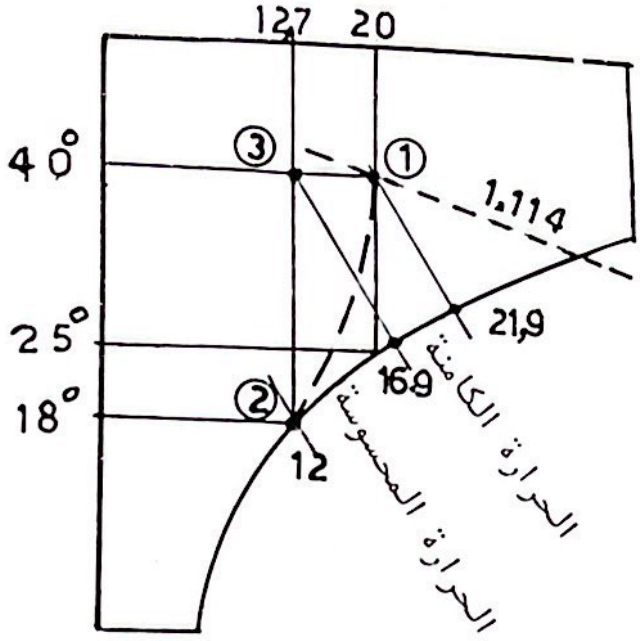
ويقصد بها العمليات التي تشتمل على تخفيض درجة حرارة البصيلة الجافة وتخفيض نسبة الرطوبة . وتعتمد العملية على نوع الاجهزة المستخدمة . فمثلاً في ايام الصيف الحار الرطب وباستعمال اجهزة التكييف مثلاً يلاحظ تساقط قطرات من الماء من اجهزة التكييف ناتجة من مرور الهواء الرطب على انابيب المبخر المزعنفة . فتقل درجة حرارته الى اقل من درجة حرارة نقطة الندى يصحبها تكاثف الرطوبة وتكون الرطوبة النسبية النهائية للهواء الخارجي اكبر من الرطوبة النسبية الابتدائية . وهذا يعني بانه قد تم سحب كلا من الحرارة المحسوسة والكامنة للهواء .

مثال رقم ٦ : احسب كمية الحرارة اللازمة لتبريد ٦٠ م٣ / دقيقة من عند ٤٠ م° ب . جـ . وكانت درجة حرارة نقطة الندى ٢٥ م° لتصبح درجة حرارته ١٨ م° ب . جـ . مع رطوبة نسبية مقدارها ١٠٠ ٪ . ثم اوجد نسبة الحرارة الكامنة الى كمية الحرارة المحسوسة .

الحل : بما ان الحالة الاولى (٤٠ م° ب . جـ) معطى لها درجة حرارة نقطة الندى (٢٥ م°) وعليه يجب ايجاد النقطة الممثلة لها على المخطط السايكو متري وذلك بالاتجاه من عند خط حرارة ٢٥ م° نحو اليمين حتى يقطع منحني التشبع ومنه نصعد راسياً حتى نقطع خط الحرارة ٤٠ م° في نقطة تمثل الحالة ١ . اما الحالة ٢ فهي من تقاطع خط الحرارة ١٨ م° مع منحني التشبع (١٠٠ ٪ رطوبة نسبية) . من

Scanned with CamScanner

النقطة الممثلة للحالة ٢ نصعد رأسياً حتى نقطع خط الحراري ٤٠ م° لتمثل هذه النقطة (حالة ٣) الحد الفاصل بين الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة للهواء (شكل ٣ ـ ٨) . اي التي تقسم العملية الى تجفيف للهواء وتبريد له . وعليه يمكن تكون خصائص الهواء في المواضع الثلاثة كما يلي :



شكل ٣ ـ ٨ : حساب كمية الحرارة اللازمة لتبريد ٦٠ م³ / دقيقة عند ٤٠° م ب . جـ . ، عند درجة حرارة الندى ٢٥° م لتصبح حرارته ١٨° م ب . جـ . ورطوبة نسبية مقدارها ١٠٠ ٪ .

م١ = ٢١,٩ كيلو سعري / كغم هـ . جـ .

ت١ = ١,١١٤ كغم / م³

ب١ = ٢٠,٠ غم / كغم هـ . جـ .

م٢ = ١٢ كيلو سعري / كغم هـ . جـ .

ب٢ = ١٢,٧ غم / كغم هـ . جـ .

م٢ = ١٦,٩ كيلو سعري / كغم هـ . جـ .

ب٢ = ١٢,٧ غم / كغم ه . جـ .

كمية الحرارة المطلوبة سحبها لتبريد الهواء :

= و (م٢ ـ م١)

= ٦٠ × ١,١١٤ (١٢ ـ ٢١,٩) = ـ ٦٦٢ كيلو سعري

Scanned with CamScanner

. كمية الماء التي تمت تكثيفها اثناء العملية :

= ٦٠ × ١,١١٤ (٢٠,٠ ـ ١٢,٧)

= ٤٨٨ غرام في الدقيقة

نسبة الحرارة الكامنة الى المحسوسة :

$$= \frac{م_١ - م_٢}{م_٣ - م_٢} = \frac{٣١,٩ - ١٦,٩}{١٢,٠ - ١٦,٩} = \frac{٥,٠}{٤,٩} = ١,٠٢$$

و) خلط نوعين من الهواء :

وهي عملية شائعة في اثناء عمليات تعديل هواء التهوية وذلك بخلط نوعين من الهواء لغرض الحصول على هواء بخصائص مختلفة عن النوعين ، وباستخدام المخطط البياني السايكو متري يمكن التوصل لخصائص الهواء الخليط وذلك بعد تحديد الموضع الجديد للخليط الجديد الذي يقسم موضعي الهواء الاصليين بنسبة وزنهما على حساب الوزن الجاف ، علماً بان الخلط يتم بشكل اديباباتك اي دون اضافة او سحب الحرارة الى او من الخارج .

مثال رقم ٧ : المراد خلط تيار من الهواء بمعدل ١٠٠ م^٣/ د عند درجة حرارة ٣٥ م$^\circ$ ورطوبة نسبية مقدارها ٧٠ ٪ في عملية تبادل حراري اديباباتك مع تيار هوائي بمعدل ٤٠ م^٣/ د عند درجة حرارة ١٠ م$^\circ$ ورطوبة نسبية مقدارها ٧٠ ٪ . اوجد درجة الحرارة ب . جـ ، ودرجة الحرارة ب . ر . للهواء الخليط .

الحل : نحدد حالتي الهواء ١ ، ٢ على المخطط السايكو متري (شكل ٣ ـ ٩) ونجد خصائص الهواء في النقطتين كما يلي :

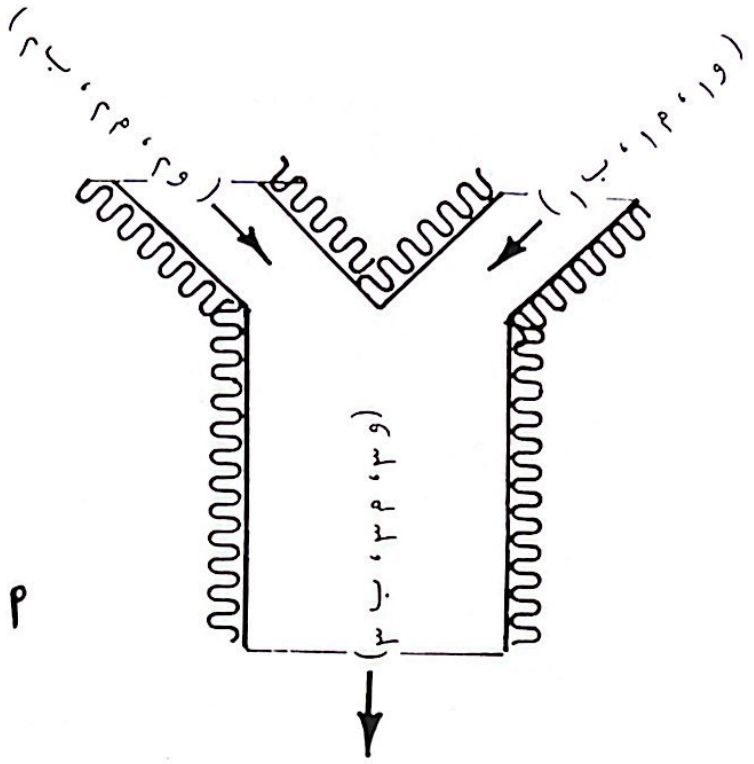
ث$_١$ = ١,١٣ كغم / م^٣ ، ث$_٢$ = ١,٢٤٣ كغم / م^٣

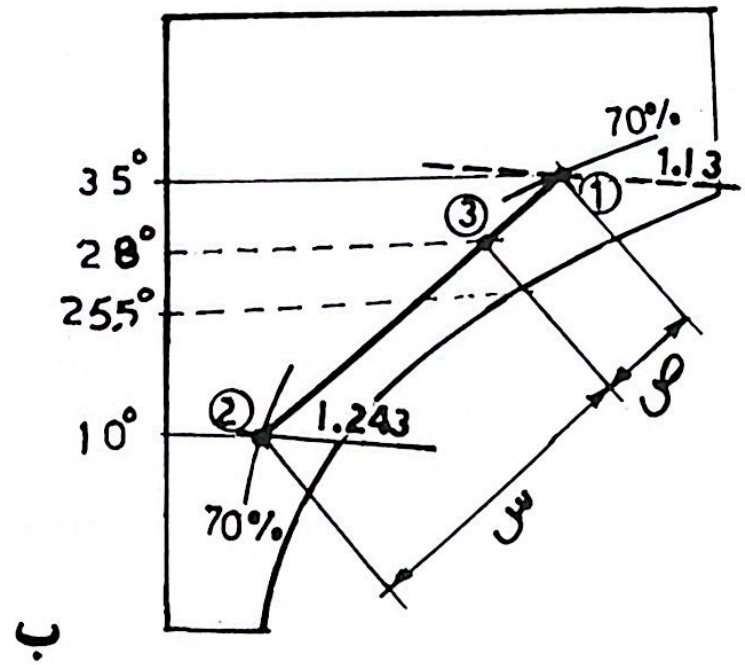
و$_١$ = ١٠٠ × ١,١٣ = ١١٣ كغم / دقيقة هـ . جـ .

و$_٢$ = ٤٠ × ١,٢٤٣ = ٤٩,٧٢ كغم / دقيقة هـ . جـ .

$$= \frac{و_١}{و_٢} = \frac{١١٣}{٤٩,٧٢} = \frac{٢,٢٧}{١} = \frac{س}{ص}$$

Scanned with CamScanner





شكل ٢ ـ ٩ : حساب درجة حرارة خليط الهواء الناتج من خلط حالتين للهواء هما ١٠٠ م^{٣} / د حرارته ٢٥° م ورطوبته النسبية ٧٠٪ مع ٤٠ م^{٣} / د حرارته ١٠° م ورطوبته ٧٠٪ .

Scanned with CamScanner

نقسم البعد بين الخطوط المائلة الممثلة لاجمالي المحتوى الحراري الى قسمين بنسبة ٢,٢٧ : ١ ونقطة التقسيم تمثل الموضع ٣ ، عليه تكون درجة حرارة الخليط كما يلي :

درجة الحرارة بصيلة جافة = ٢٨ °م

درجة الحرارة بصيلة رطبة = ٢٥,٥ °م

Scanned with CamScanner