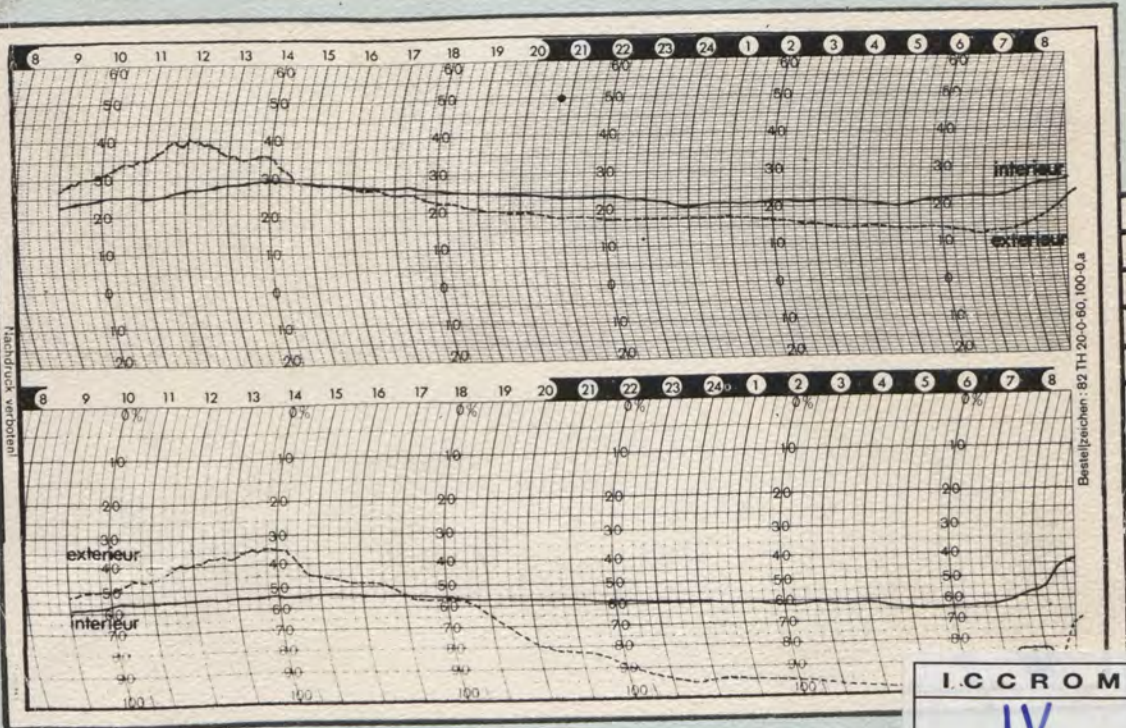




الجمهورية العراقية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

المناسخ في المناسخ

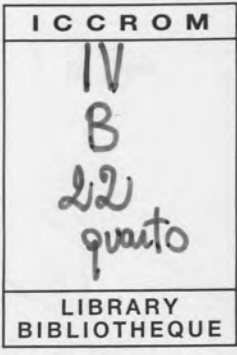


ترجمة

د. ناصر عبد الواحد الشاوي

ي كوشين

I.C.C.R.O.M
IV
B
22
quarto
LIBRARY
BIBLIOTHEQUE



الريح = 10

تف = تف

ما = SL

عند = عند

الكن = الكن

مرات = مرآة (مترين)

المورد = المورد

النسب = النسب

عدد من الفراء من الكرم

كل 8 قلوب لإعداد

الكلية = الكلية

شعر الماطب = شعر الماطب

وتقوم = وتقوم

صحة = صحة

صين / يترك = يترك

وهو خوص لعدائه الجوش

ولنا = ولنا

لين

مرافقة = مرافقة

IV B 22 quarto.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

المناخ في المتاحف

تأليف كائيل دي كوشن

ترجمة د. ناصر عبد الواحد

الكتاب مؤلف باللغتين الانكليزية والفرنسية وقد تمت الترجمة

من الاصل الانكليزي

(المترجم)

مطبعة التعليم العالي

١٩٨٩

76597



المقدمة

الاعمال الفنية عادة مصنوعة من مواد قابلة للتلف فالمجموعات الفنية التي وصلت اليها من الاجيال السابقة تعاني يوميا تلقا لا يمكن تجنبه وذلك نتيجة عوامل مختلفة كيميائية أو فيزيائية طبيعية أو بشرية .

وفي رأي المختصين فان اكثر هذه العوامل قسوه هو المناخ وعلى العكس من الاعتقاد الشائع فليست الحرارة هي الاكثر ضررا بل الرطوبة النسبية .

في المتاحف يتقلب معدل درجات الحرارة في مدى الـ 30°C [5°C - 35°C] وبعض المواضيع المتحفية عدا تلك المصنوعة من الشمع والافلام تتأثر بهذا التقلب وبهذه الحدود القصوى للحرارة ومن الناحية الثانية فان معدلات الرطوبة النسبية يمكن ان تتقلب في مدى 50% وقد تصل في بعض الحالات حتى 90% وفي هذا المستوى فان كافة المواضيع المتحفية تقريبا سوف تتظفر ، وفي بعض الاحيان بشكل مفاجيء ومثير . في الحقيقة ان كافة المواضيع الاثرية تقريبا وبغض النظر عن عمرها ، مصدرها ، او تركيبها تتأثر بشكل سريع بالرطوبة النسبية المحيطة بها ولذلك يكون من الضروري ان نعرف كيف نقيس ونتحكم في مستوى الرطوبة النسبية وان نعمل بقدر الامكان على جعله ثابتا .

هذا الكتيب مأخوذ من سلسلة من البطاقات التقنية Technical cards تم عملها في المركز الدولي لدراسة صيانة وترميم الممتلكات الثقافية ICCROM لمساعدة المتدربين المشاركين في دورات المركز .

وقد تم طبعا للمرة الاولى .

بينت المواضيع بشكل متسلسل ومتدرج قدر الامكان .

ان هذا الكتيب ليعتبر بأي شكل بديلا عن « علم المناخ في المتاحف »
Museum "Climatology in Muscums" جزء ١٣ رقم ٤ لسنة ١٩٦٠.

والذي كان واحدا من المطبوعات الاولي للمركز الدولي لدراسة صيانة وترميم
الممتلكات الثقافية بل ان غايتنا هنا هي توفير معلومات محدده لؤلئك الذين
يدركون ان قياس المناخ والسيطرة عليه هو من الامور العظيمة الاهمية في وقاية
الممتلكات الثقافية لكنهم لا يعرفوا كيفية وضع هذا الادراك موضع التنفيذ .

هذا الكتيب نشر بواسطة المركز الدولي لدراسة صيانة وترميم الممتلكات

الثقافية ICCROM

التي تأسست في روما في عام ١٩٥٦م بهدف توفير خدمات استشارية
في مجال صيانة وترميم الممتلكات الثقافية. وتحت إشراف
مجلس إدارته الذي يتكون من خبراء من مختلف دول العالم.
وتتولى اللجنة التنفيذية التي يرأسها مدير عام المؤسسة
إدارة الأعمال اليومية. وتتمتع المؤسسة بصفة مراقب
في الأمم المتحدة. وتحت إشراف المجلس العالمي للمتاحف
والذي تأسس في عام ١٩٦٤م. وتحت إشراف المجلس العالمي
للحفظ والتوثيق الذي تأسس في عام ١٩٦٥م. وتحت إشراف
المجلس العالمي للمتاحف الذي تأسس في عام ١٩٦٤م.

وتتولى اللجنة التنفيذية التي يرأسها مدير عام المؤسسة
إدارة الأعمال اليومية. وتتمتع المؤسسة بصفة مراقب
في الأمم المتحدة. وتحت إشراف المجلس العالمي للمتاحف
والذي تأسس في عام ١٩٦٤م. وتحت إشراف المجلس العالمي
للحفظ والتوثيق الذي تأسس في عام ١٩٦٥م. وتحت إشراف
المجلس العالمي للمتاحف الذي تأسس في عام ١٩٦٤م.

المحتويات

مقدمة

المحتويات

- ١ - مصادر الرطوبة في الهواء .
- ٢ - قياس الرطوبة :
 - ٢ - ١ الاشباع
 - ٢ - ٢ التكثف
 - ٢ - ٣ الرطوبة المطلقة
 - ٢ - ٤ الرطوبة النسبية
 - ٢ - ٥ استقرار الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة
- ٣ - اجهزة للقياسات الموضعية :
 - ٣ - ١ الاجهزة التي لاتحتاج الى تقويم :
 - ٣ - ١ - ١ اجهزة قياس درجة التكثف
 - ٣ - ١ - ٢ السايكروميتر
 - ٣ - ١ - ٣ السايكروميتر الدوار
- Sling or whirling Psychrometer
- Mechanical Psychrometer الميكانيكي ٣-١-٢
- Electrical Psychrometer الكهربائي ٣-١-٣
- ٣ - ١ - ٢ جدول ايجاد مستوى الرطوبة في الجو
- Psychrometric conversion table
- ٣ - ٢ الاجهزة التي تحتاج الى تقويم :
 - ٣ - ٢ - ١ جهاز قياس رطوبة الجو الورقي
 - ٣ - ٢ - ٢ جهاز قياس رطوبة الجو الشعري

٤ - اجهزة تسجيل الرطوبة :

٤ - ١ جهاز تسجيل الرطوبة النسبية في الجو Hygrograph

٤ - ٢ جهاز تسجيل رطوبة وحرارة الجو Thermo-hygrograph

٤ - ٣ جدول التسجيل

٤ - ٣ - ١ الاختلافات المناخية في يوم مشمس

٤ - ٣ - ٢ الاختلافات المناخية خلال اسبوع مشمس

٤ - ٣ - ٣ الاختلافات المناخية في يوم غائم

٤ - ٣ - ٤ الاختلافات المناخية خلال اسبوع غائم

٤ - ٣ - ٥ الاختلافات المناخية داخل بناية

٥ - قياس وتسجيل الرطوبة في الجو :

٥ - ١ استخدام الجدول

٥ - ٢ اسباب اختلاف المناخ داخل خزانة العرض

٦ - المستويات المقترحة للرطوبة النسبية لحفظ المجاميع المتحفية

٧ - الخاتمة

ملحق ١ تمارين مع اجوبة

ملحق ٢ شروح وتعليقات

ملحق ٣ المراجع

ملحق ٤ بعض عناوين المصنعين والمجهزين

٢ - قياس الرطوبة

١ - مصادر الرطوبة في الهواء

٢ - قياس الرطوبة

٣ - اجهزة القياسات الموضعية

٤ - اجهزة تسجيل الرطوبة في الجو

٥ - الجدول الخاص بالرطاب Psychrometer ، Hygrometer

٦ - مستويات الرطوبة النسبية لحفظ الممتلكات الثقافية

٧ - الخاتمة

١ - مصادر الرطوبة في الهواء

• يوجد الماء في الطبيعة على ثلاث حالات : صلبة (جليد) سائلة وغازية .



الماء بحالته السائلة سيشار له بالرمز



وبخار الماء بالرمز

وسوف تمثل لتحول الماء من حالته السائلة الى بخار ماء بما يلي :



هذا هو التبخر

• والتبخر دائما يستهلك حرارة

وسوف تمثل للمظاهرة المعاكسه بما يلي :



هذا هو التكثف

في المتاحف يأتي بخار الماء من المصادر التالية :

خارجية :

١ - المطر •

٢ - البحيرات ، الانهار او البحار القريبة •

٣ - الارض الرطبة •

الجدران :

٤ - المزاريب المكسورة او التسرب من انابيب المياه •

٥ - الخاصبة الشعرية (الرطوبة المرتفعة) من الارض الى الجدران •

من الداخل :

٦ - جسم الانسان ، التنفس (على سبيل المثال فان الانسان في حالة

الراحة ينتج ٢٠ غرام من بخار الماء في الساعة الواحدة) •

٧ - قطع قماش المسح الرطبه •

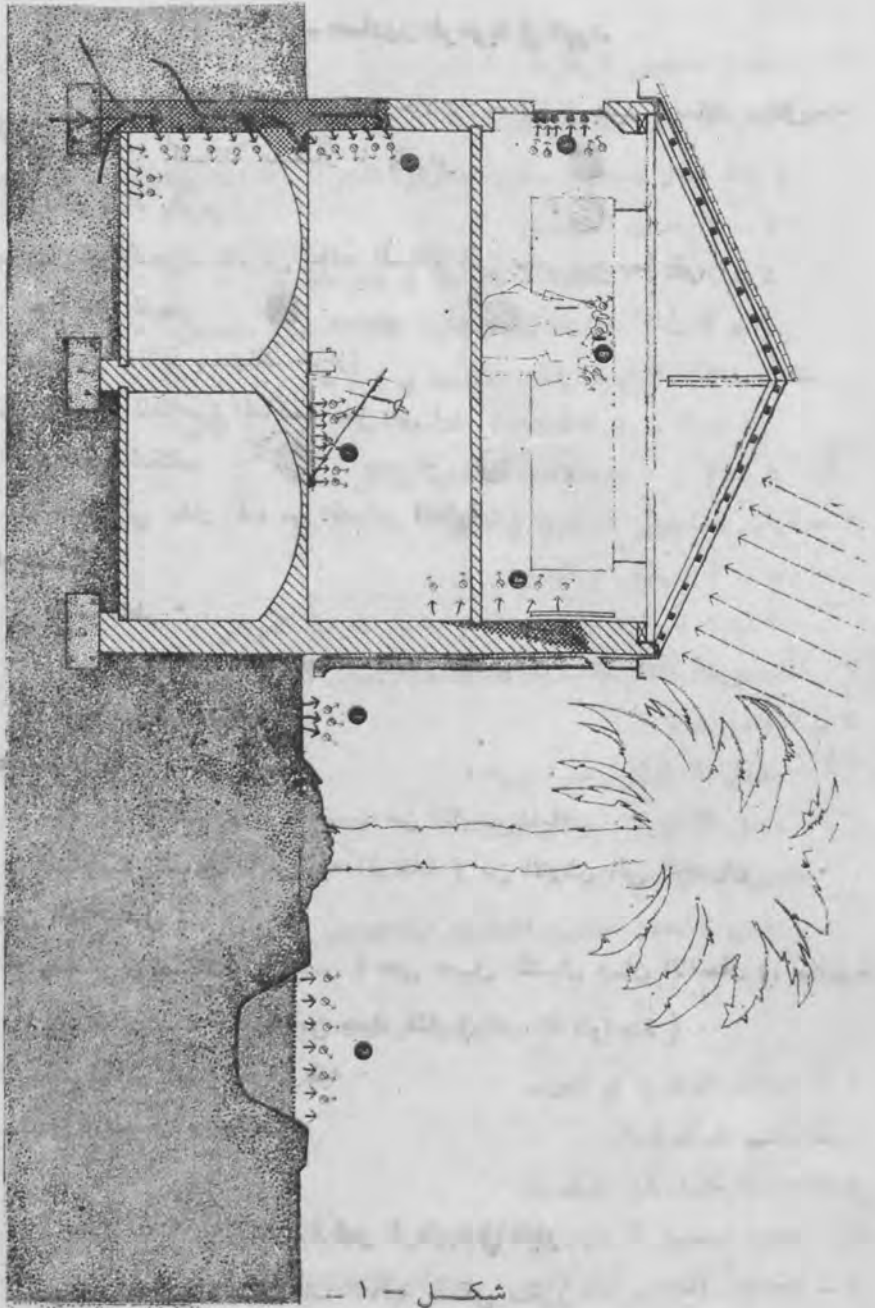
٨ - دورة التبخر والتكثف •

٢ - قياس الرطوبة في الجو

سوف نستخدم الاصطلاحات التالية بشكل متكرر :

• هواء جاف •

• هواء رطب •



المصادر المختلفة للرطوبة في الجو وداخل المتحف

• هواء رطب جدا

لكن هذه الاصطلاحات وهمية تماما والقياسات الدقيقة لبخار الماء المحتوى في الهواء هي وحدها التي ستمكننا من العمل بشكل صحيح .

وقبل البدء في بحث قياسات بخار الماء المحتوى في الهواء يجب توضيح

(انظر ٢ - ١)

- ضاهره الاشباع

(انظر ٢ - ٢)

- ضاهرة التكثف

في الوقت الذي يتم فيه فهم هاتين الظاهرتين الفيزيائيتين يكون بعدها من

السهل وصف طريقتي قياس بخار الماء المحتوى في الهواء وهما :

Absolute humidity

- الرطوبة المطلقة

(انظر ٢ - ٣) A.H.

مختصره الى ر.م

Relative humidity

- الرطوبة النسبية

(انظر ٢ - ٤)

R.H.

مختصره الى ر.ن

Saturation

١ - ٢ الاشباع

الماء موجود في الهواء بشكل بخار والهواء الاكثر حرارة يتمكن من احتواء كمية اكبر من بخار الماء .

الاشباع : يمثل الحد الاعلى لكمية بخار الماء الذي يستطيع ان يحتويه حجم معين من الهواء في درجة حرارة معينة ويعدد هذا عادة بعدد غرامات بخار الماء في كل متر مكعب من الهواء .

تخيل ان صندوق عرض حجمه متر مكعب واحد . هذا المتر المكعب من الهواء يمكن ان يحتوي في درجة .

• ٣٠م كحد اعلى ٣١ غرام من بخار الماء .

(كسور الغرام رفعت الى الرقم الاعلى التالي *)

• ٢٠م° كحد اعلى ١٨ غم من بخار الماء

• ١٠م° كحد اعلى ١٠ غم من بخار الماء

• ٥م° كحد اعلى ٧غم من بخار الماء

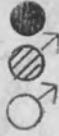
• وهذا يمكن توضيحه كما في الصورة

تم استخدام الرموز التالية في المخطط :

• غرام واحد من الماء السائل

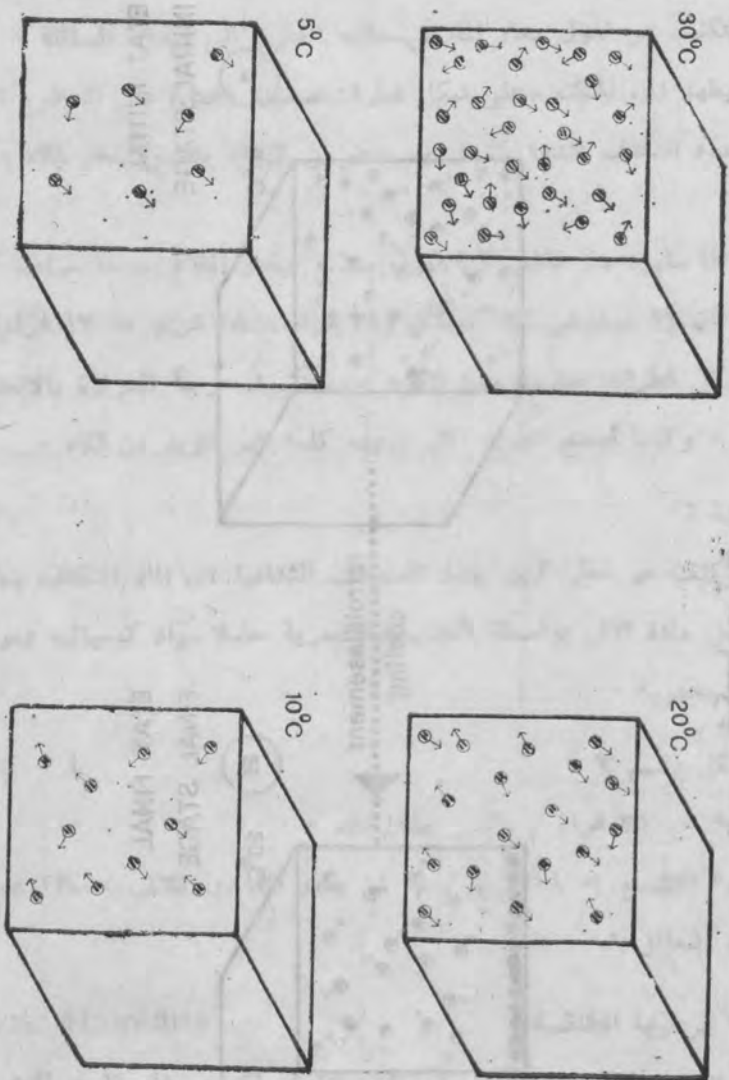
• غرام واحد من بخار الماء

• غرام واحد من بخار الماء الذي يحتويه الهواء في حالة الاشباع



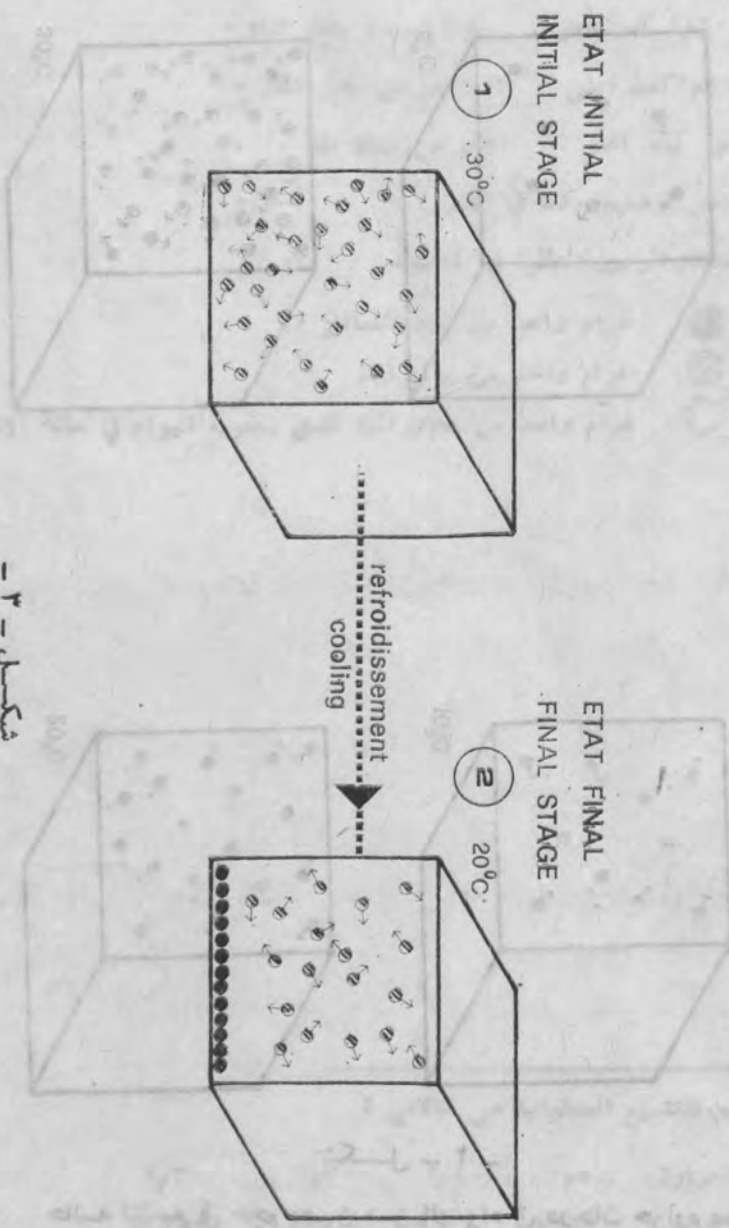
* - قيم التشبع الحقيقية هي كالآتي :

درجة الحرارة	٥م°	١٠م°	٢٠م°	٣٠م°
التشبع غم/م³	٧ر٦١	٩ر٣٢	١٧ر١١	٣٠ر٠٣



شكل - ٢ -

حاله لتسبع في حجم معين من الهواء في درجات حراره مختلفه



شكل ٣ -

حالة حصول التكثف في حيز مهمين من الهواء بسبب انخفاض درجة الحرارة

التكثف

Condensation

- التكثف هو تحول بخار الماء من حالته الغازية الى الحالة السائلة .
 - ويظهر الماء المتكثف على شكل قطرات صغيرة (ندى) على السطوح الباردة .
 - يبدأ التكثف عندما يتم تبريد حجم من الهواء مشبع ببخار الماء .
- مثال :

إذا ما برد متر مكعب من الهواء مشبع ببخار الماء في درجة حرارة 30°C الى 20°C فإن ١٣ غرام من الماء السائل (٣١ غرام - ١٨ غرام = ١٣ غرام) ستظهر على شكل قطرات صغيرة جدا تتكون عندما تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض عن 30°C . وكلما أصبح الهواء اكثر بروده كلما ظهر المزيد من الماء .

ملاحظة :

التكثف هو خطر كبير يهدد الممتلكات الثقافية لان الماء المتكثف ينفذ عميقا الى داخل مادة الاثر بواسطة الخاصية الشعرية حاملا مواد كيميائية ومواد ملوثة واحياء مجهرية .

في الشكل رقم ٣

في 30°C = ٣١ غرام / م^٣ من بخار الماء .

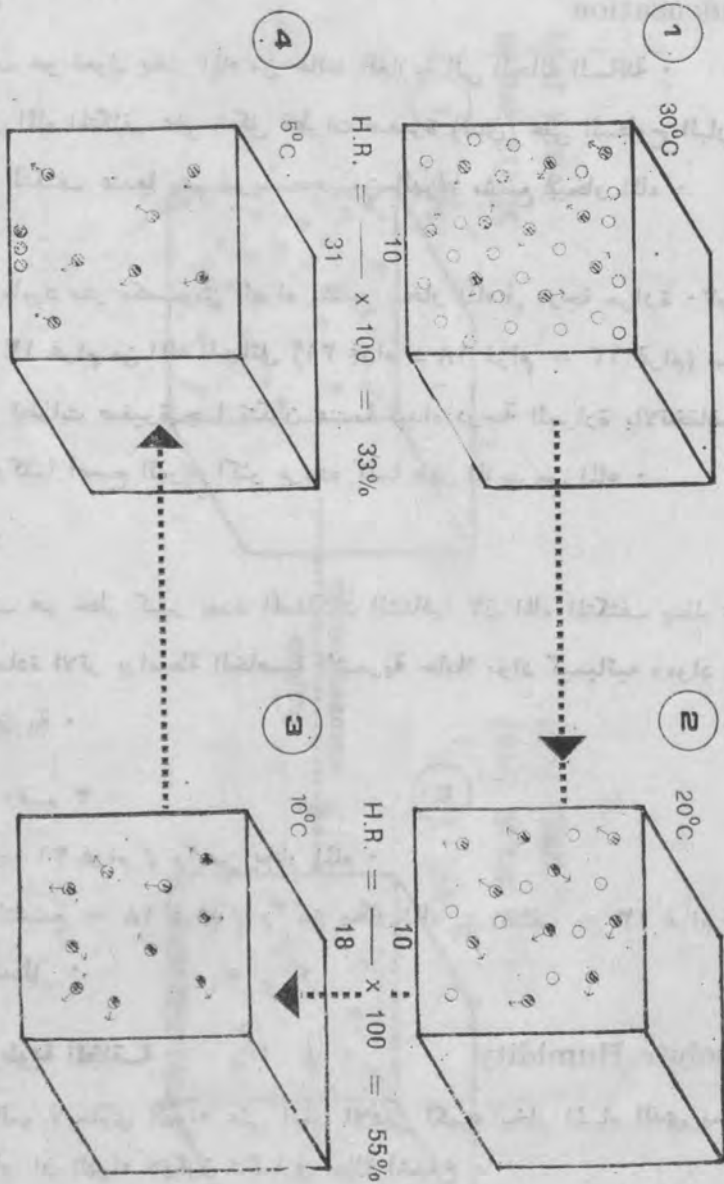
في 20°C = ١٨ غرام / م^٣ من بخار الماء + تكثف = ١٣ غرام / م^٣ من الماء السائل .

Absolute Humidity

٢ - ٣ الرطوبة المطلقة :

في الغالب لا يحتوى الهواء على الحد الاعلى لكمية بخار الماء الندى يمكنه تحملها . أي ان الهواء لا يكون دائما في حالة اشباع .

الرطوبة المطلقة ($\rho^{\circ}\text{C}$) هي وزن بخار الماء الموجود فعلا في حجم معين من الهواء في درجة حرارة معينة . ويتم التعبير عنها بعدد غرامات الماء لكل متر مكعب من الهواء .



شكل - ٤ -

زيادة مقدار الرطوبة النسبية وحصول التكثف في حجم معين من الهواء عند

نقصان درجة الحرارة

مثال :

إذا ما احتوى صندوق عرض حجمه متر مكعب واحد في درجة حرارة 30°C على عشرة غرامات من بخار ، ثم يبرد إلى 20°C فإنه سيحتوي على عشرة غرامات من بخار الماء . أما إذا برد إلى 5°C فإنه سيحتوي على سبع غرامات من بخار الماء زائداً ثلاث غرامات من ماء متكثف . وهذا يمكن أيضاً كما بين في (الشكل ٤) أن قياس مستوى الرطوبة المطلقة لا يبين لنا فيما إذا كان الهواء في حالة اشباع أو أنه لا يزال قادراً على احتواء مزيد من الرطوبة أو المقدار الذي يمكنه احتواؤه . ولهذا يكسبون شيئاً أساسياً أن نأخذ بعين الاعتبار علاقة الرطوبة المطلقة بالتشبع . وهذه العلاقة تعتمد دائماً على مقدار درجة الحرارة .

في الشكل رقم ٤

$30^{\circ}\text{C} = 7 \text{ غرام} / \text{م}^3$ في هذه الحالة يحصل اشباع + تكثف

$30^{\circ}\text{C} = 10 \text{ غرام} / \text{م}^3$ في هذه الحالة يحصل أشباع

الرطوبة النسبية ون

Relative Humidity

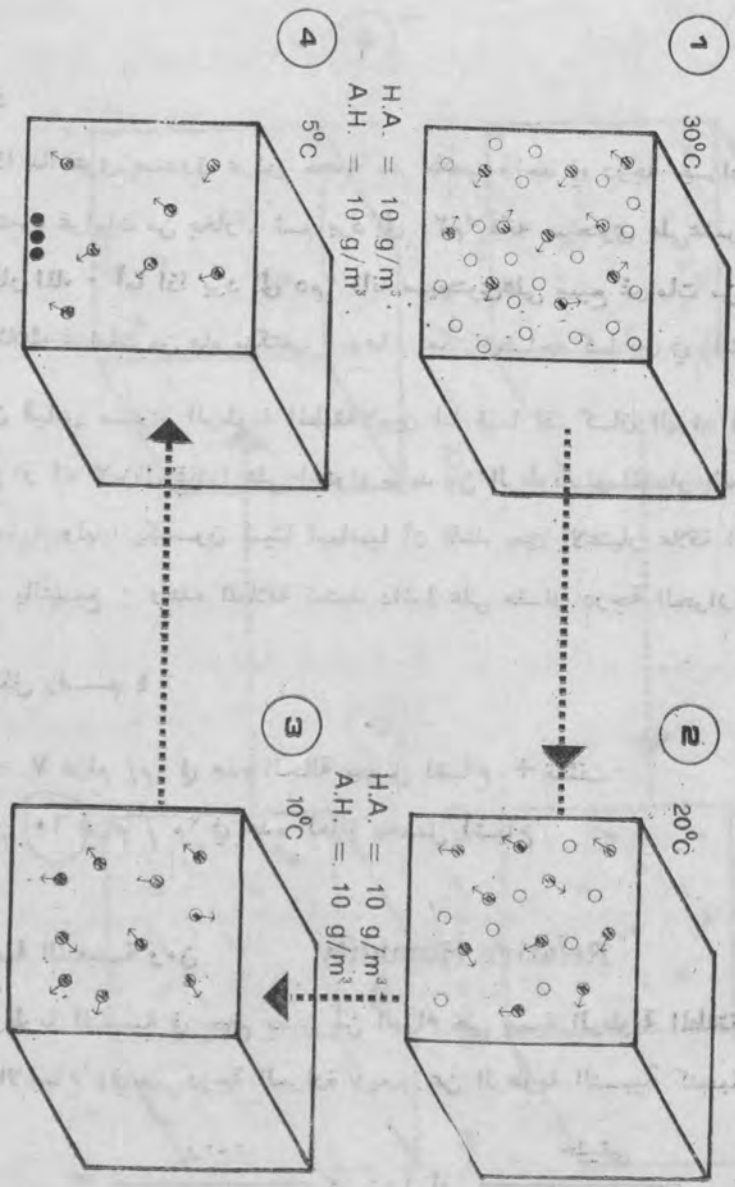
الرطوبة النسبية في حجم معين من الهواء هي نسبة الرطوبة المطلقة إلى

درجة الاشباع وفي نفس درجة الحرارة ويعبر عن الرطوبة النسبية كنسبة مئوية .

$$\text{ن} = \frac{\text{م}^{\circ}}{\text{ش}} \times 100 \text{ أو } 100 \times \frac{\text{حقيقي}}{\text{الممكنة}}$$

ولهذا فهي تتغير من صفر٪ إلى ١٠٠٪ .

لنأخذ الامثلة السابقة ونوضحها في الصورة التالية :



شكل - ٥ -

اختلاف درجة الرطوبة النسبيه مع ثبات كمي الرطوبة المطلقة بسبب تغيير
 درجة الحرارة

$$١ - ر٠ن = ١٠٠ \times \frac{١٠}{٣١} = ٣٣\%$$

$$٢ - ر٠ن = ١٠٠ \times \frac{١٠}{١٨} = ٥٥\%$$

$$٣ - ر٠ن = ١٠٠ \times \frac{٧}{٧} = ١٠٠\%$$

$$٤ - ر٠ن = ١٠٠ \times \frac{١٠}{١٠} = ١٠٠\%$$

هنأرى أنه بالرغم من ثبات الرطوبة المطلقة في درجة حرارة ٣٠° ، ٢٠° ،
 ١٠° فإن الرطوبة النسبية تكون مختلفة (وذلك لأن مقدار الأبخاع متغير بين
 درجة وأخرى) ففي خزانه عرض عندما لا تتغير كمية بخار الماء الموجودة
 فيها فإنه :

- إذا ما ازدادت درجة الحرارة فإن درجة الرطوبة النسبية تنقص .

- وعندما تنقص درجة الحرارة فإن درجة الرطوبة النسبية تزداد . (*)

أن قياس درجة الرطوبة النسبية هو شيء أساسي في الصيانة لأنه يرينا
 إلى أي حد يمكن للهواء أن يحمل المزيد من بخار الماء وهل سيؤدي ذلك إلى
 جفاف أو زيادة رطوبة الموضوع الذي يحيط به .

(*) خلال اليوم تتناقص درجة الرطوبة النسبية إذا ما ارتفعت درجة حرارة
 خزان العرض بسبب مصباح كشاف أو بسبب الشمس .

• استقرار الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة •

كنا قد رأينا ان رطوبة نسبية مقدارها ٣٥ ٪ تعني أنه بخار الماء المحتوى في الهواء هو ٣٥٪ من الكمية التي تستطيع أحتوائها نفس الكمية من الهواء في نفس درجة الحرارة لتصل الى حالة الاشباع •

هذا يعني أيضا ان الهواء علاوة على ما يحتويه يمكنه احتواء ٦٥٪ من بخار

الماء •

ماهي كمية بخار الماء في :

$$\text{خزانه عرض في درجة حرارة } = ٥٥^\circ \text{ مع ر.ن.} = ٥٠\%$$

$$\text{خزانه عرض في درجة حرارة } = ١٠^\circ \text{ مع ر.ن.} = ٥٠\%$$

$$\text{خزانه عرض في درجة حرارة } = ٢٠^\circ \text{ مع ر.ن.} = ٥٠\%$$

$$\text{خزانه عرض في درجة حرارة } = ٣٠^\circ \text{ مع ر.ن.} = ٥٠\%$$

في هذه الحالات الاربع نرى أن ر.ن. تساوى ٥٠٪ أي أن بخار الماء

المحتوى في الهواء هو نصف مايمكن ان يكون عليه في حالة الاشباع •

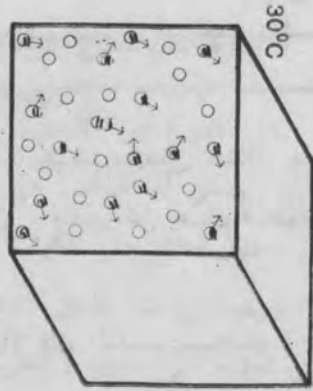
لذلك تكون لدينا الحالات الاربع التالية :

$$\text{ر.ن.} = ٥٠\% \quad \text{م.ر.} = ٣٥ \text{ غ/م}^٣ \text{ في } ٥^\circ \text{م}$$

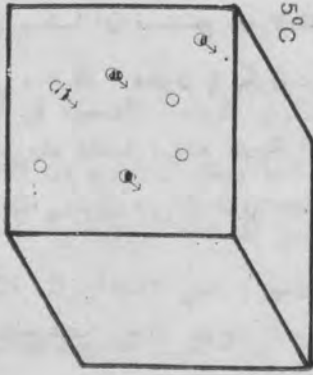
$$\text{ر.ن.} = ٥٠\% \quad \text{م.ر.} = ٥ \text{ غ/م}^٣ \text{ في } ١٠^\circ \text{م}$$

$$\text{ر.ن.} = ٥٠\% \quad \text{م.ر.} = ٩ \text{ غ/م}^٣ \text{ في } ٢٠^\circ \text{م}$$

$$\text{ر.ن.} = ٥٠\% \quad \text{م.ر.} = ١٥ \text{ غ/م}^٣ \text{ في } ٣٠^\circ \text{م}$$



H.R. = 50%
H.A. = 15.5 g/m³



H.R. = 50%
H.A. = 3.5 g/m³



H.R. = 50%
H.A. = 9 g/m³



H.R. = 50%
H.A. = 5 g/m³

شكل - ٦ -

ثبات درجة الرطوبة النسبيه في حجم معين من الهواء عن طريق زياده الرطوبه المطلقه في حاله ارتفاع درجة الحرارة وبالعكس

وهذا مبين في (الشكل ٦) .

• مما تقدم يمكننا أن نستنتج انه لابقاء رطوبة مستقرة في أي حجم مغلق (خزانه عرض ، غرفة ، مخزن) يكون من الضروري .

– اضافة بخار ماء عندما ترتفع درجة الحرارة ، وهذا مايفعل خلال فصل الشتاء بوضع اناء يحتوى على ماء فوق جهاز التدفئة ، وعلى كل حال فان هناك وسائل أفضل .

• ازالة بخار الماء عندما تنخفض درجة الحرارة (والا فان التكثف سيحدث) .

(أنظر تمارين رقم ٢)

20°م	30°م
$0.50 = 0.50$	$0.50 = 0.50$
$0.9\text{م}^3/\text{غ}$	$0.85\text{م}^3/\text{غ}$
50°م	10°م
$0.50 = 0.50$	$0.50 = 0.50$
$0.35\text{م}^3/\text{غ}$	$0.5\text{م}^3/\text{غ}$

٣ - اجهزه القياسات الموضعيه :

على العكس من الاعتقاد الشائع فان الصيانه الجيده للممتلكات الثقافيه تعتمد في معظم الحالات على مقدار الرطوبه النسبيه بدلا من درجة الحرارة .

١-٢

الاجهزة التي لا تحتاج الى تقويم :

هذه اجهزة اساسية لاعتبارها لا تعطي قراءة فورية لدرجة الرطوبة النسبية ويجب استخدامها سوياً مع جدول خاص يمكن بواسطته إيجاد مستوى الرطوبة النسبية . أن مستخدم هذه الاجهزة يجب أن يتعلم طريقة استعمالها (١-٣ و ٢-٣)

الاجهزة التي تحتاج الى تقويم :

هذا النوع من الاجهزة يبين مستوى الرطوبة النسبية في الحال على لوح مدرج ويمكن أي شخص من قراتها لكنها يجب أن تقوم بين الحين والحين من قبل شخص مطلع على الكيفية التي تعمل بها هذه الاجهزة (٢-٢-٣ و ١-٢-٣) تتوفر لكل من هذين النوعين (الاجهزة التي لا تحتاج الى تقويم والاجهزة التي تحتاج الى تقويم) اجهزة بسيطة جدا واخرى شديدة التعقيد . نحن هنا وعن قصد أخذنا الانواع الاساسية الاقل كلفة فقط والتي تفي بالغرض للمتطلبات الاعتيادية .

الاجهزة التي لا تحتاج الى تقويم :

هذه اجهزة اساسية لاننا نحتاجها في ضبط الاجهزة الاخرى الشائعة الاستخدام التي تحتاج الى تقويم لذلك يجب أن تستعمل باعتناء كبير .

يمكن قياس الرطوبة النسبية عن طريق معرفه :

- درجة الحرارة التي يحصل فيها التكثف في جهاز قياس درجة تكون الندى

(١-١-٣)

- التبريد بواسطة تبخر الماء في جهاز المرطاب السايكروميتر .

Psychrometer (٤-١-٢-١-٣)

Psychrometer

بشكل عام يستخدم جهاز السايكروميتر

في المتاحف لانه أقل عرضه للتلف نتيجة الاستعمال .

وكل متحف يجب ان يحتوى على الاقل على جهاز سايكروميتر واحد لقياس

مستوى الرطوبة النسبية . ويحفظ عادة عند أمين المتحف أو في قسم الصيانة

عندما لا يكون قيد الاستعمال .

أجهزة قياس تكون الندى Dew-Point Instruments

طريقه العمل :

هذا النوع من الاجهزة يحتوي على مرآه يمكن قياس درجة حراره سطحها بشكل دقيق ، يتم تبريد هذه (المرآه) بواسطة تبخر الأيثر بمعدل يمكن السيطرة عليه .

عندما تصل حرارتها الى درجة معينة يبدأ تكثف بخار الماء ببطء ويظهر الندى فوق سطح (المرآه) درجة الحرارة هذه تسمى درجة تكون الندى "dew point" وهي تدل على ان الهواء قد وصل الى درجة الاشباع (انظر ٢-٢) . عند معرفة درجة حرارة الغرفة ودرجة تكون الندى يمكن تحديد مستوى الرطوبة النسبية للغرفة وذلك بمساعدة جدول خاص ٥٠ .

مخاسن الجهاز :

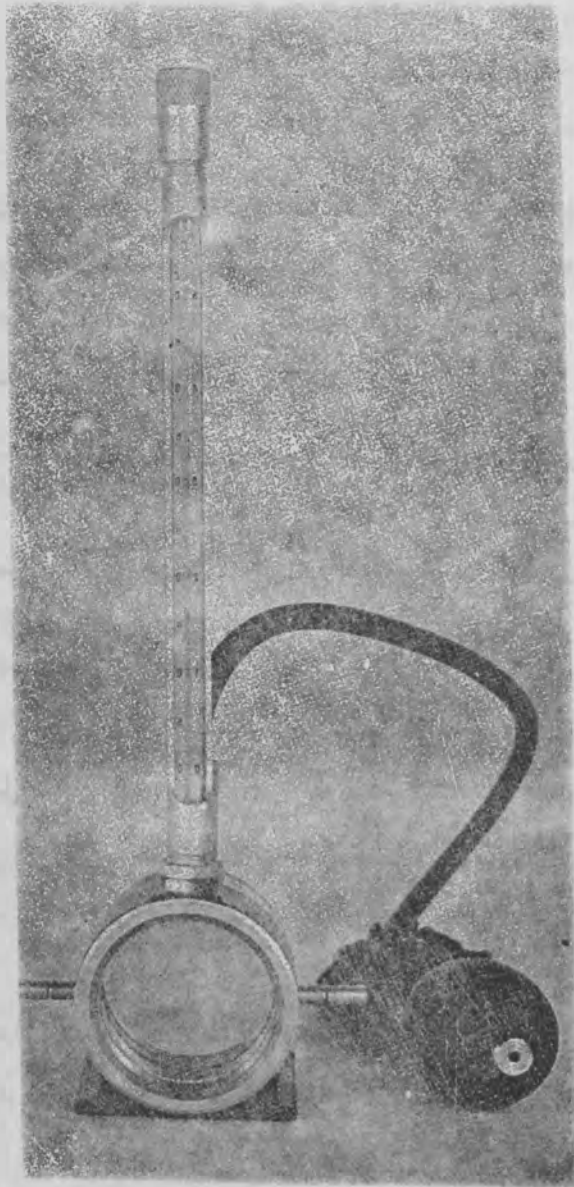
- قياساته دقيقه جدا .
- لا يحتاج الى حركة هواء .
- يمكن استخدامه للتعرف على مستوى ر٠ن٠ في أي حجم صغير من الهواء حتى اذا كان قريبا من سطح بارد كالجدار أو زجاج الشمبايك .
- لا يحتاج الى تقويم .

مساوىء الجهاز :

- صعب الاستعمال نوعا ما .
- يحتاج الى جدول خاص لمعرفة مستوى الرطوبة النسبية .
- اكثر ملائمة للمختبر منه الى المتحف .

الكلفة :

من ١٥٠ - ٣٠٠٠ دولار أمريكي .



شکل - ۷ -

جهاز قياس درجه تكون الندى

جهاز السيكروميتر Psychrometer

قاعدة :

تبخر أي سائل يتطلب وجود حرارة ° فاذا ما سخنت قطره من الماء فانها سوف تتبخر بسرعة ° أما اذالم تسخن فانها سوف تتبخر ببطيء أخذه الحرارة من المحيط **الموجوده** فيه ° (وهذا هو سبب شعورنا بالبرد عندما يكون جسمنا رطبا ° فالماء الذي على الجلد يأخذ الحرارة اللازمة لتبخره من الجسم) °

عندما يتشبع الهواء فلن يكون بمقدوره احتواء المزيد من بخار الماء وأن أي ماء زائد سوف لن يتبخر ° ولكن ، كلما كان الهواء أكثر جفافا كلما كان حدوث التبخر أسرع مسببا برودة اجسامنا ° يمكن استخدام هذه الخاصية الفيزيائية لقياس مستوى الرطوبة **النسبية** في الهواء °

طريقه العمل :

يثبت محرارين الى جانبي بعضهما ، أحدهما محرار أعتيادي يستخدم لقياس درجة حرارة الهواء وهذا يسمى بمحرار البصلة الجافة م ° ب ° ج °

Dry bulb thermometer Dbt.

والاخر محرار مشابه للاول تماما ومحور عن طريق تغطية بصلته بنسيج من الشاش الذي يمكن ترطيبه بالماء وهذا المحرار يدعى بمحرار البصلة الرطبة
Wet bulb thermometer wbt. م ° ب ° ر °

ويستخدم لقياس أي نقص في الحرارة يسببه تبخر الماء ° ولزيادة عملية التبخر يمرر تيار هواء حول بصلة المحرارين كليهما ويمكن أحداث حركة الهواء هذه والتي يجب أن تكون ذات سرعة تزيد عن ٤ متر / ثانية بواسطة :

- تدوير الجهاز باليد أنظر ١-٢-٣

- مروحة ميكانيكية أنظر ٢-٢-٣

- مروحة كهربائية أنظر ٣-٢-٣

فإذا أظهر كل من محرار البصلة الجافة ومحرار البصلة الرطبة نفس درجة الحرارة (بعد ترطيب بصلة المحرار الرطب بالماء وتدوير الجهاز لفترة ملائمة) فهذا يعني عدم حصول أي تبخر [يحصل ذلك عندما يكون الهواء مشبعاً ودرجة الرطوبة النسبية = ١٠٠٪] . أما إذا كانت درجة الحرارة على محرار البصلة الرطبة أقل قليلاً من تلك التي تظهر على محرار البصلة الجافة، فهذا يعني أن بعض التبخر قد حصل وأن الهواء ليس مشبعاً تماماً ببخار الماء، وأن الرطوبة النسبية هي أقل قليلاً من ١٠٠٪. أما إذا كانت درجة الحرارة التي يبينها محرار البصلة الرطبة هي أقل بكثير من درجة حرارة محرار البصلة الجافة، فهذا يعني أن تبخراً كثيراً قد حصل . أي أن الهواء جاف وأن مستوى الرطوبة النسبية قليل جداً .

في الحقيقة كلما كان الفرق بين درجة حرارة محرار البصلة الرطبة م٠ب٠ر ومحرار البصلة الجافة م٠ب٠ج كبير كلما كان مستوى الرطوبة النسبية في الهواء قليل .

معاسن الجهاز :

- جهاز دقيق نوعاً ما .
- سهل الحمل والتشغيل .
- لا يحتاج إلى تقويم .

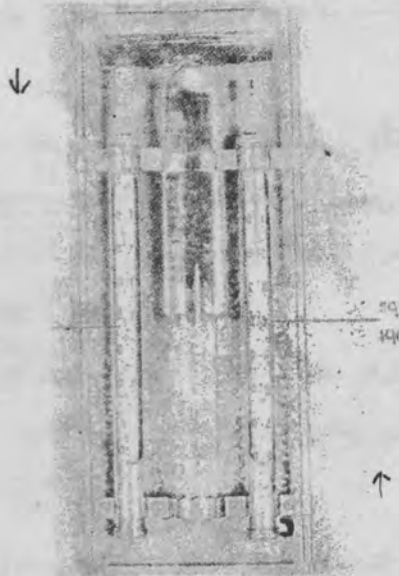
مساوىء الجهاز :

- يحتاج الى ماء مقطر .
- يحتاج الى جدول خاص للتعرف على مستوى الرطوبة النسبية (٤-٢-١-٣)
- يجب ان يضل نظيفا تماما وان تغير قطعة النسيج بين فترات ملائمة لضمان دقة القراءة .
- ان خطأ مقدماره 1م° في قراءة درجة الحرارة يعني خطأ مقداره 5% - 10% في مستوى درجة الرطوبة النسبية ر.ن. .

الكلفة :

من ١٠ - ١٠٠ دولار أمريكي .

- ملاحظة : جهاز قياس الرطوبة المنشور في الصورة خاص بالانواء الجوية وهو غير ملائم للاستخدام داخل المتحف حيث تسكن حركة الهواء .



شكل - ٨ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبية الثابت

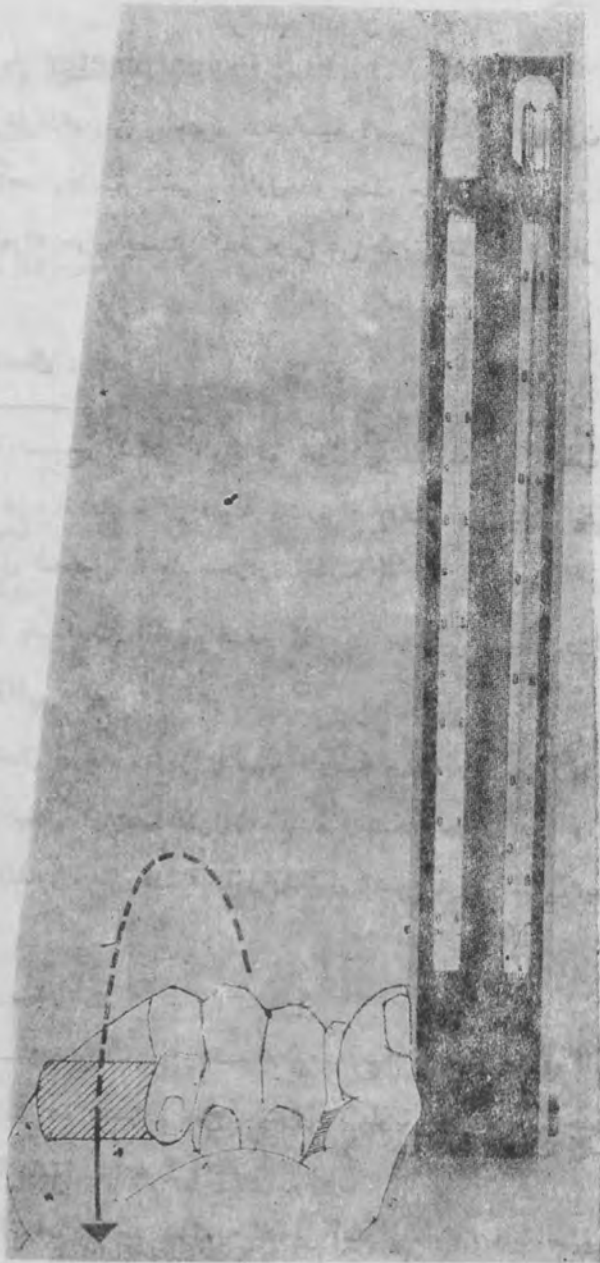
المرباط الدوار

Sling or Whirling Psychrometer

يعد هذا المرباط من الاجهزة الاساسية لامين المتحف ويتكون من محرارين موضوعين الواحد بجانب الاخر ، الاول ذو بصلة جافة والثاني ذو بصلة رطبة . يتم تحريك الهواء حول بصلتي المحرارين عن طريق تدوير الجهاز .

تعليمات الاستعمال :

- رطب قطعة نسيج الشاش الموجودة حول بصلة المحرار الرطب بالماء المقطر مستعملا فرشاة ناعمة أو قنينة قطارة . (الماء الاعتيادي يترك مخلفات تؤدي الى تسجيل درجات حرارة خاطئة) .
- دور الجهاز بعيدا عن الجسم قدر الامكان حوالي ٣-٤ دورات في الثانية ولفترة حوالي ٣٠ - ٤٠ ثانية .
- اقرء في الحال درجة محرار البصلة الرطبة م٠ب٠ر ومحرار البصلة الجافة م٠ب٠ج٠ يجب ان تتم القراءة بأعتناء وبشكل سريع جدا والا فان تقرب الشخص القارئ من بصلة المحرار أثناء اخذ القراءة سوف يسبب خطأ في القراءة .
- كرر العملية مرة أخرى .
- اذا كانت قراءة م٠ب٠ر٠ وقراء م٠ب٠ج٠ هي نفسها في العملية الاولى استخدام القراءة للتعرف على مستوى الرطوبة النسبية في جدول التحويل الخاص (٣-١-٢-٤)
- اذا لم تكن القراءة الثانية مساوية للاولى أعد العملية ثانية حتى تحصل على قرائتين متعاقبتين متشابهتين .
- غير قطعة نسيج الشاش حالما تصبح وسخة أو دهنية .



شكل - ٩ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبية الاموار

محاسن الجهاز :

- سهل الحمل
- لا يحتاج الى تقويم

مساوىء الجهاز :

- خطأ مقداره 1°C في قراءة درجة الحرارة يؤدي الى خطأ مقداره 0.5% - 1.0% في مستوى درجه الرطوبة النسبية
- يتعذر استخدامه في الخزانات الصغيرة وصناديق العرض (المترجم)

الكلفته :

من 10 الى 30 دولار أمريكي

يباع في :

- المحلات المتخصصة في الاجهزة الدقيقة

٣ - ٢ - ٢

جهاز قياس الرطوبة النسبية ذو المروحة الميكانيكية .

Psychrometer with Mechanical Fan.

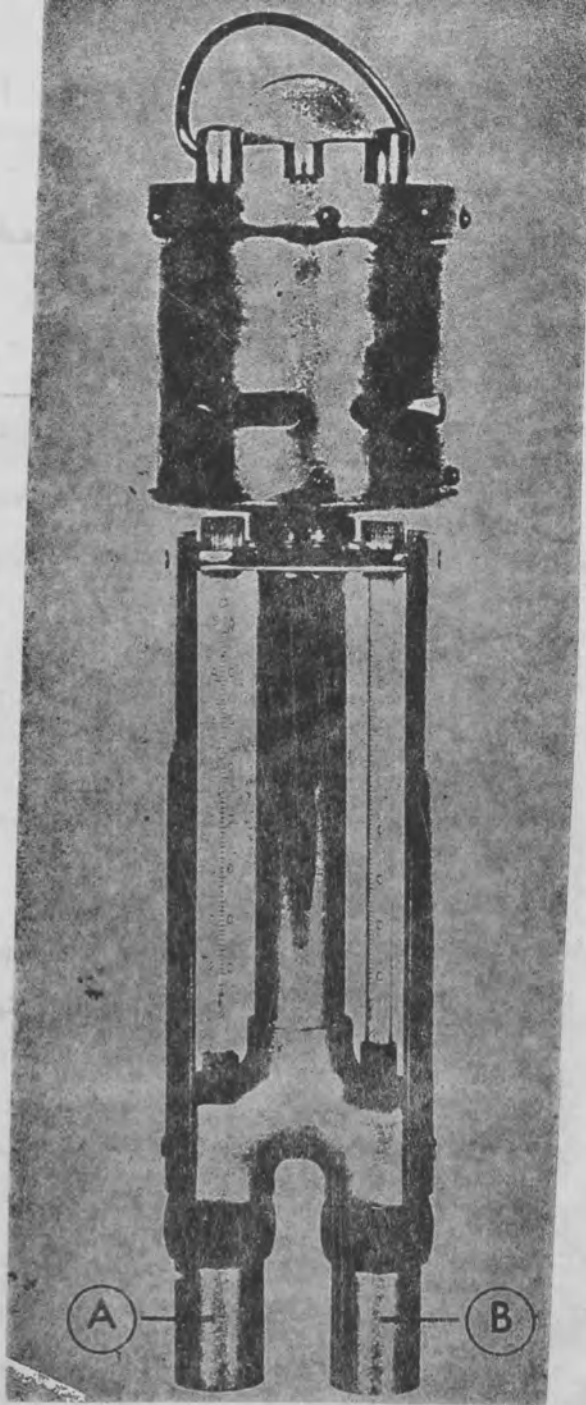
عند استخدام هذا النوع من اجهزة قياس الرطوبة والذي يدعى ايضا

يتم سحب الهواء الى الداخل حول بصلة

Assman

المحاررين بواسطة مروحة آلية تدار ميكانيكيا ويكون مفتاح التشغيل في أعلى الجهاز وبصلة المحاررين محاطين بغطاء معدني صقيل (أ ، ب) لوقايتهما من تأثير الحرارة المشعة الصادرة من آلة الجهاز الميكانيكية أو أي مصدر حراري

آخر .



شكل - ١٠ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبية ذو المروحة الميكانيكية

تعليمات الاستعمال :

- رطب قطعة الشاش المحيطة ببصلة المحرار الرطب بالماء المقطر مستعملا فرشاة ناعمة او قنينة قطارة .
- دور مروحة الجهاز الميكانيكية .
- سجل القراءات عندما تبقى درجة حرارة المحرار الرطب ثابتة واستخدام قراءة محارري البصلة الجافة م.ب.ج والبصلة الرطبة م.ب.ر لاستخراج مستوى الرطوبة النسبية بمساعدة الجدول الخاص (انظر ٣-١-٢-٤)

معاسن الجهاز :

- سهل الحمل .
- لا يحتاج الى تقويم .
- يتسم بدقة القراءة .

مساوىء الجهاز :

- في مثل هذا النوع من الاجهزة ثبت أنه في بعض الاحيان تكون قراءة درجة الحرارة صعبة دون وجود مصدر اضاءة قوي . والسبب هو أن سلم درجات الحرارة موضح بأرقام صغيرة وهذا يمكن ان يتسبب في خطأ يزيد على ١٠٪ .
- (ينصح بأختيار الجهاز الاطول والذي تكون أرقامه كبيرة ان كان ذلك ممكنا) .

السعر :-

بين ١٥٠ - ٤٠٠ دولار أمريكي

يباع في :

- بعض المحلات المتخصصة في الاجهزة الدقيقة .

جهاز قياس الرطوبة النسبية ذو المروحة الكهربائي .

Psychrometer with Electric Fan

في مثل هذا النوع من الاجهزة يتم سحب الهواء حول بصلة المحرارين بواسطة مروحة تدور بمحرك كهربائي يعمل بالبطارية الجافة .

تعليمات الاستعمال :-

- رطب قطعة النسيج التي تحيط ببصلة المحرار الرطب بالماء المقطر مستعملا فرشاه ناعمة او قنينة قطارة .
- دور المروحة الكهربائي .
- سجل القراءات عندما تبقى درجة حرارة محرار البصلة الرطبة ثابتة واستخدم قراءة درجة حرارة محرار البصلة الجافة م ، ب ج ومحرار البصلة الرطبة م ، ب ، ر لايجاد مستوى الرطوبة النسبية بمساعدة جدول التحويل (انظر ٣-١-٢-٤) .

مخاسن الجهاز :

- سهل الحمل .
- لا يحتاج الى تقويم .
- دقيق .
- يحتوي في بعض الاحيان على قنينة قطارة .
- يحتوي في بعض الاحيان على مصباح للاستخدام في الاماكن المظلمة .
- بعضها يحتوي على مسطرة حاسبية .

تستعمل لاستخراج مستوى الرطوبة النسبية اعتمادا على درجة حرارة المحرارين
(وتغني عن استخدام الجدول الخاص) .

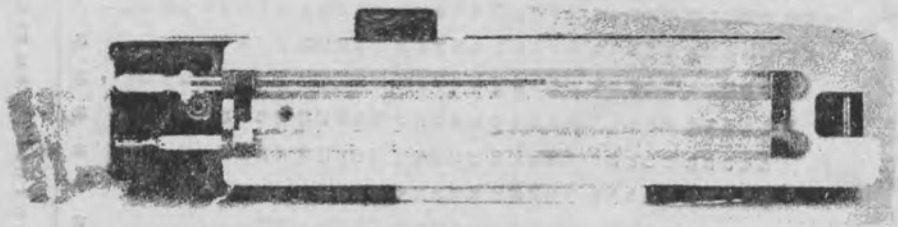
- يمكن تحويله ليسحب الهواء عن بعد وبذلك يمكن قياس مستوى الرطوبة
النسبية من نقطة بعيدة عن الشخص المستخدم للجهاز .

مساوي الجهاز :

- بطارياته تضعف بسرعة - تستخدم بطاريات خاصة (المنغنيز - القاعدي
Manganese-alkaline

التمن :

٢٠٠ دولار أمريكي .



شكل - ١١ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبية ذو المروحة الكهربائي

Temperature of wet bulb: Wbt Température du bulbe humide: Tbh

			Différence de température: Tbs - Tbh											Difference in temperature: Dbt - Wbt.																							
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0					
0	100	91	83	75	67	61	54	48	42	37	31	27	22	18	14	10	7	4	1																		
1	100	92	83	76	69	63	56	50	44	39	34	30	25	21	17	14	10	7	4	1																	
2	100	92	84	77	70	64	58	52	47	42	37	33	28	24	21	17	14	11	8	5	2																
3	100	93	85	78	72	66	60	54	49	44	39	35	31	27	23	20	17	14	11	8	5	2															
4	100	93	86	79	73	67	61	56	51	46	42	37	33	30	26	23	20	17	14	11	9	7															
5	100	93	86	80	74	68	63	57	53	48	44	40	36	32	29	25	22	19	17	14	12	10	8	6	4	3	2	1									
6	100	93	87	81	75	69	64	59	54	49	45	42	38	34	31	28	25	22	19	17	15	12	10	8	6	5	4	3	2	1							
7	100	94	87	81	76	71	66	61	56	52	48	44	40	36	33	30	27	24	22	19	17	15	13	11	10	8	6	5	4	3	2	1					
8	100	94	88	83	77	72	68	63	59	55	51	47	44	40	37	34	32	29	26	24	22	20	18	16	14	13	11	10	8	6	5	4	3	2	1		
9	100	94	88	83	77	72	68	63	59	55	51	47	44	40	37	34	32	29	26	24	22	20	18	16	14	13	11	10	8	6	5	4	3	2	1		
10	100	94	88	83	78	73	69	64	60	56	52	48	45	42	39	36	33	31	28	26	24	22	20	18	16	14	13	11	10	8	6	5	4	3	2	1	
11	100	94	89	84	79	74	69	65	61	57	52	48	45	42	40	37	35	32	30	28	26	24	22	20	18	17	15	14	12	11	10	8	6	5	4	3	2
12	100	95	89	84	79	74	70	66	62	58	55	52	48	45	42	40	37	35	32	30	28	26	24	22	20	19	17	15	14	12	11	10	8	6	5	4	3
13	100	95	90	85	80	76	71	67	63	60	56	53	50	47	44	41	39	36	34	32	29	27	25	24	22	20	19	17	16	14	13	11	10	8	6	5	4
14	100	95	90	85	81	76	72	68	64	61	57	54	51	48	45	43	40	38	35	33	31	29	27	25	24	22	20	19	17	16	14	13	11	10	8	6	5
15	100	95	90	86	81	77	73	69	65	62	58	55	52	49	46	44	42	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13	11	10	8	6
16	100	95	90	86	82	78	74	70	66	63	60	57	54	51	48	45	43	41	38	36	34	32	30	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13	11	10	8
17	100	95	91	86	82	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	44	42	40	38	36	34	31	30	28	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13	11	10
18	100	95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	56	53	50	48	45	43	41	39	37	35	33	31	30	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13	11
19	100	96	91	87	83	79	75	72	69	65	62	59	57	54	51	49	47	44	42	40	38	36	34	32	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13	11
20	100	96	91	87	83	80	76	73	69	66	63	60	58	55	53	51	49	46	44	42	40	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13
21	100	96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	62	59	57	54	51	49	46	44	42	40	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13
22	100	96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	62	59	57	54	51	49	46	44	42	40	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14	13
23	100	96	92	88	84	81	78	74	71	68	65	63	60	58	55	53	51	49	46	44	42	40	38	36	34	31	30	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14
24	100	96	92	89	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	54	51	49	46	44	42	40	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16	14
25	100	96	92	89	85	81	78	75	72	69	67	64	62	60	57	55	52	50	48	45	43	41	39	38	36	34	32	31	29	27	25	24	22	21	19	18	16
26	100	96	92	89	85	82	79	76	73	71	68	65	63	60	58	56	54	52	50	48	46	44	43	41	40	39	37	35	33	32	31	29	27	26	24	22	21
27	100	96	92	89	86	82	79	76	73	71	68	65	63	60	58	56	54	52	50	48	46	44	43	41	40	39	37	35	33	32	31	29	27	26	24	22	21
28	100	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	66	64	62	61	59	57	55	53	51	49	48	46	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27	26
29	100	97	93	90	88	83	80	77	74	72	69	66	64	62	61	59	57	55	53	51	49	48	46	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27	26
30	100	97	93	90	88	84	80	77	75	72	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	48	47	45	43	41	40	39	38	36	35	33	32	31	29	27	26
31	100	97	93	90	87	84	81	78	75	73	70	68	65	63	61	59	57	55	53	51	49	48	47	45	43	41	40	39	38	36	35	33	32	31	29	27	26
32	100	97	93	90	87	84	81	78	76	73	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	49	47	45	43	41	40	39	38	36	35	33	32	31	29	27	26
33	100	97	93	91	87	85	82	79	76	74	71	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27	26
34	100	97	93	91	87	85	82	79	76	74	71	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27	26
35	100	97	94	91	87	85	82	79	77	74	72	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27	26
36	100	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27
37	100	97	94	91	88	85	82	80	78	75	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27
38	100	97	94	91	88	86	83	80	78	75	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	40	39	37	36	35	33	32	31	29	27
39	100	97	94	92	88	86	83	80	78	75	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	40									

جدول تحويل قراءه أجهزه قياس الرطوبه النسبيه

Psychrometric Conversion Table.

تسجل أجهزة قياس الرطوبة نوعين من درجات الحرارة : -

درجة حرارة محرار البصلة الرطبة م . ب . ر .

درجة حرارة محرار البصلة الجافة م . ب . ج .

بعد الحصول على درجتى الحرارة نحتاج لجدول تحويل خاص مبین
في (الشكل ١٢) لیساعدنا على إيجاد مستوى الرطوبة النسبية . فإذا

كانت قراءة م . ب . ج = ٢٥م و م . ب . ر = ٢١م

فإن الفرق بين درجتى الحرارة

$$= م . ب . ر - م . ب . ج$$

$$= ٢١م - ٢٥م = ٤م$$

في المكان الذي يلتقي فيه الخط الافقى للرقم ٢١ والخط العمودي للرقم ٤ نرى

الرقم الذي يمثل مستوى الرطوبة النسبيه ر.ن. ويساوي ٧٠٪ .

(انظر تمرين رقم ٣)

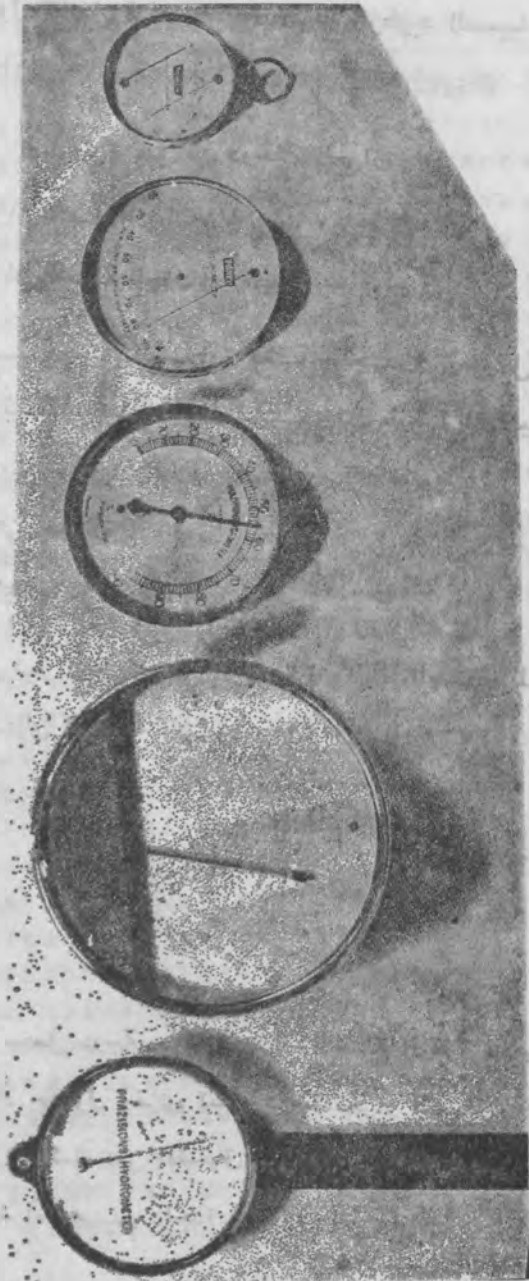
ملاحظة :

الجدول المنشور يعمل درجة حرارة محرار البصلة الرطبة م . ب . ر . على

الخط العمودي ، هناك جداول أخرى تعطي درجة محرار البصلة م . ب . ج . على

هذا الخط أما الافقى فدائما يبين الفرق بين درجتى المحرارين . في كلا

الحالتين فإن نتيجة القراءة هي واحدة .



شکل - ۱۳ -

بعض انواع اجزہ قیاس الرطوبه النسبیه والتي تحتاج الی تقویم

الاجهزة التي تحتاج الى تقويم :

من الخواص الفيزيائية لمعظم المواد العضوية أنها تغير أبعادها تبعاً لتغير مستوى الرطوبة النسبية في الجو . عندما تستخدم هذه المواد لقياس مستوى الرطوبة النسبية تسمى « عوامل حساسة "Sensitive elements"»

مثال :

يزداد حجم قطعة من الخشب قليلاً عندما تزداد الرطوبة . ويمكن استخدام مميزات فيزيائية أخرى مثل :

- الاستيعاب أو المقاومة الكهربائية .
- التغير اللوني * .
- الانتشار .

والاجهزة التي تستخدم مثل هذه المواد لقياس مستوى الرطوبة النسبية ر.ن. * تسمى بالمراطيب . وبشكل عام يستخدم في المتاحف نوعين من هذه الاجهزة *
- مرطاب يكون الجزء الحساس فيه مصنوع من الورق (١-٢-٣)

Paper hygrometer

- مرطاب يكون الجزء الحساس فيه من الشعر أو الالياف المصنعة (٢-٢-٣)
Hair or Synthetic fiber hygrometer

هذا النوع من الاجهزة يجب أن يحتوي على مفتاح للتقويم . لكن بعضها لا يحتوي على هذا المفتاح . كما يجب أن تفحص وتقويم مرة واحدة في الاسبوع اعتماداً على جهاز قياس الرطوبة الذي لا يحتاج الى تقويم .

* يمكن شراء ورق دال خاص يتغير لونه من السوردي الى الازرق تبعاً لتغير مستوى الرطوبة النسبية ر.ن. وهذا يمكن أن يعطي فكرة تقريبية عن مستوى ر.ن. في المحيط وثمان الدفتر الواحد منها دولار واحد تقريباً .

أو باتباع تعليمات الشركة الصانعة . بعض أجهزة قياس الرطوبة تقيس درجة الحرارة أيضا . وتسمى أجهزة قياس الرطوبة والحرارة .

Thermo Hygrometers

معايير الجهاز :

- يمكن اقتناء العديد من هذه الاجهزة لان أسعارها معتدلة .
- أحجامها صغيرة لذلك يمكن وضعها في خزانات دون أن يؤثر شكلها سلبيا على جمالية المعروضات .
- بمجرد ألقاء نظرة عاجلة يمكن معرفه فيما اذا كان مستوى الرطوبة النسبية ملائما للمجموعة المتحفية .

مساوئ الجهاز :

- هذه الاجهزة تبين مستوى الرطوبة النسبية في لحظة معينة .
- تحتاج الى تقويم بشكل منتظم .
- تستجيب ببطء لتقلبات مستوى الرطوبة النسبية .
- يتلف العامل الحساس فيها بتقادم الزمن .

السعر :

بين ١٠ - ١٠٠ دولار أمريكي .

يباع في :

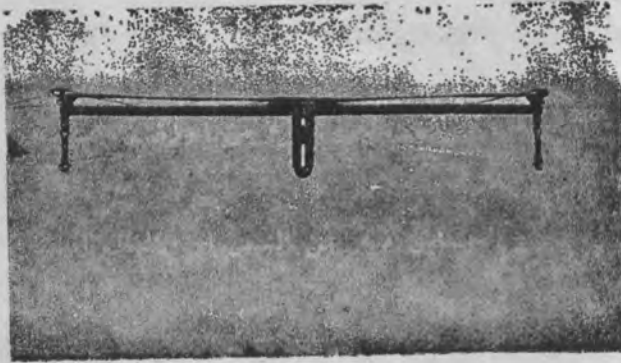
أي محل متخصص في بيع الاجهزة الدقيقة .

المرطاب الورقي

Paper hygrometer

(أي الذي يتكون الجزء الحساس فيه من الورق) في هذا النوع من الاجهزة يعرض شريط من الورق الى رطوبة نسبية متغيرة .
 فعندما يكون الهواء جافا فان الشريط الورقي يتقلص بينما يتمدد عندما يكون الجو رطبا .

عرفت هذه الخاصية منذ زمن طويل لذلك فان هذا النوع من المرطاب قد تم استخدامها في القرن السابع عشر (شكل ١٤) وفي الوقت الحاضر يتم اسناد



شكل - ١٤ -

العنصر الحساس في المرطاب الورقي



الشريط الورقي الى شريط اخر معدني لايتغير حجمه بتغير الرطوبة طبعا
(شكل ١٥) .

وينقل التغير الحاصل بمستوى الرطوبة النسبية بواسطة مؤشر خاص الى
سعلم مقسم الى درجات مؤية . (الشكل ١٦) .

محاسن الجهاز :

- صغير جدا (القطر من ٦-٧ سم) .
- قراءته مباشرة .

مساوئ الجهاز :

- لا يمكن الاعتماد عليه بصورة كلية .
- يحتاج بين فترة واخرى الى تقويم أعتمادا على جهاز السايكوميتر الـذي
لا يحتاج للتقويم .
- أو عن طريق وضعه في مكان مشبع بالرطوبة * (اتبع خطوات الشركة
الصانعة) .

- بعض الانواع لا تحتوي على أية وسيلة للتقويم .
- يتلف بسهولة عند تعرضه للهواء الحامل للغبار والاملاح .
- بطيء التأثر بتقلبات الجو . (يحتاج الى ٣٠ دقيقة على الاقل) .

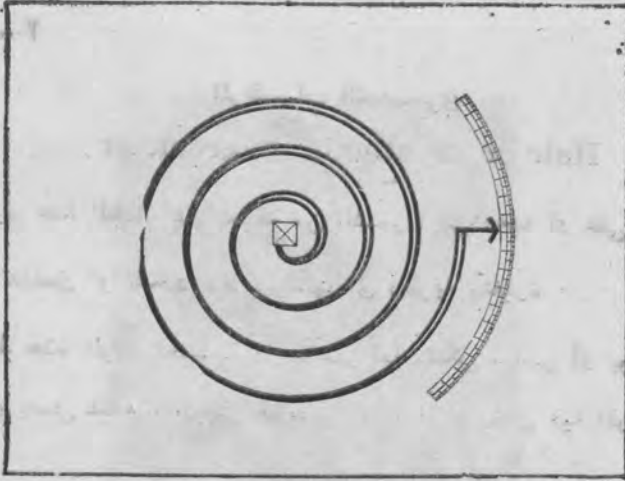
السعر :

من ١٠ دولار أمريكي .

يباع في :

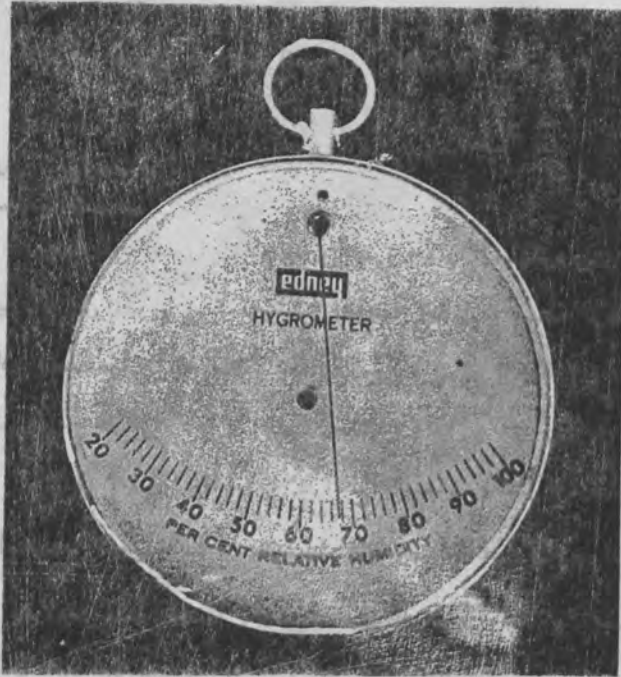
أي محل متخصص بالأجهزة الدقيقة .

* يوضع الجهاز في مكان مشبع بالرطوبة تماما ويترك لفترة ملائمة ثم يدور
مؤشر الجهاز بواسطة المفتاح الخاص ليشير الى ٩٥% (المترجم) .



شكل - ١٥ -

العنصر الحساس في المرطاب الورقي مسند الى شريط معدني



شكل - ١٦ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبيه (المرطاب الورقي)

المرطاب الشعري

Hair or Synthetic hygrometer

يحتوي هذا الجهاز على حزمة من الشعر أزيل دهنه أو على حزمة الياف

- صناعية تتقلص او تتمدد عند تعرضها الى رطوبة متغيرة .
- تربط هذه المواد الحساسة الى مؤشر أما بشكل مباشر أو بواسطة عتلة .
- المبدأ الذي يعمل فيه هذا الجهاز هو نفس المبدأ الذي يعمل فيه المرطاب الورقي .

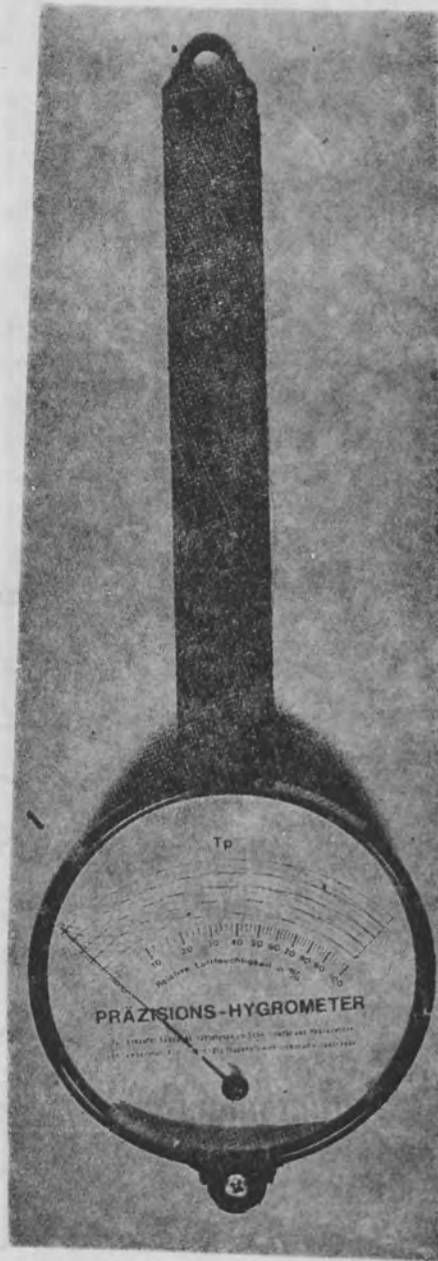
معاسن الجهاز :

- يعطي قراءة مباشرة .
- حججه ملائم للوضع في خزانات العرض (قطره ١٢ سم) .

مساويء الجهاز :

- يجب تقويمه كل أسبوعين معتمدين على جهاز السايكروميتر .
- الذي لا يحتاج الى تقويم (كما يمكن تقويمه أيضا بواسطة ترطيب حزمة الشعر أو الالياف الصناعية بالماء المقطر مستعملين فرشاة ناعمة) وعندما يستجيب الجهاز للرطوبة بشكل كامل يجب ان يشير المؤشر الى رطوبة مقدارها ٩٥% في اوربا و ٩٠% في امريكا الشماليه (أتبع تعليمات الشركة الصانعه للجهاز) .
- تقل أستجابة الحزمة* عند تعرضها للابخره الدهنية والاجواء الملوثة .
- يوثق بقراءته فقط عندما يكون مستوى الرطوبة النسبية بين ٣٠% و ٨٠% ودرجة الحرارة بين ١٥م و ٢١م .

* حزمة الشعر أو الالياف الصناعية (المترجم) .



شكل - ١٧ -

جهاز قياس درجة الرطوبة النسبية (المرطاب الشعري)

- دقته + - ٣-٤ % .

- بطيء التأثير بتغيرات الجو (يحتاج الى ٢٠ دقيقة) .

السعر :

• بين ٢٠ الى ١٠٠ دولار أمريكي

بياع في :

• بعض المحلات التي تبيع الاجهزة الدقيقة .

٤ - أجهزة تسجيل الرطوبة النسبية

قياس مستوى الرطوبة النسبية ضروري جداً للحفاظ على الممتلكات الثقافية ، وعلى كل حال ، مادام مستوى الرطوبة النسبية يتبدل بين الليل والنهار، ولما كان المتحف يقفل أيام العطل ولا يتواجد فيه أثناء الليل سوى الحراس فقد دعت الضرورة الى إيجاد أجهزة يمكنها قياس وتسجيل مستوى الرطوبة النسبية بشكل مستمر .

• الاجهزة التي تسجل مستوى الرطوبة النسبية تدعى المرطيب ذاتية التسجيل .

• (١ - ٤) Hygrographs

- الاجهزة التي تسجل مستوى الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة تسمى الاجهزة

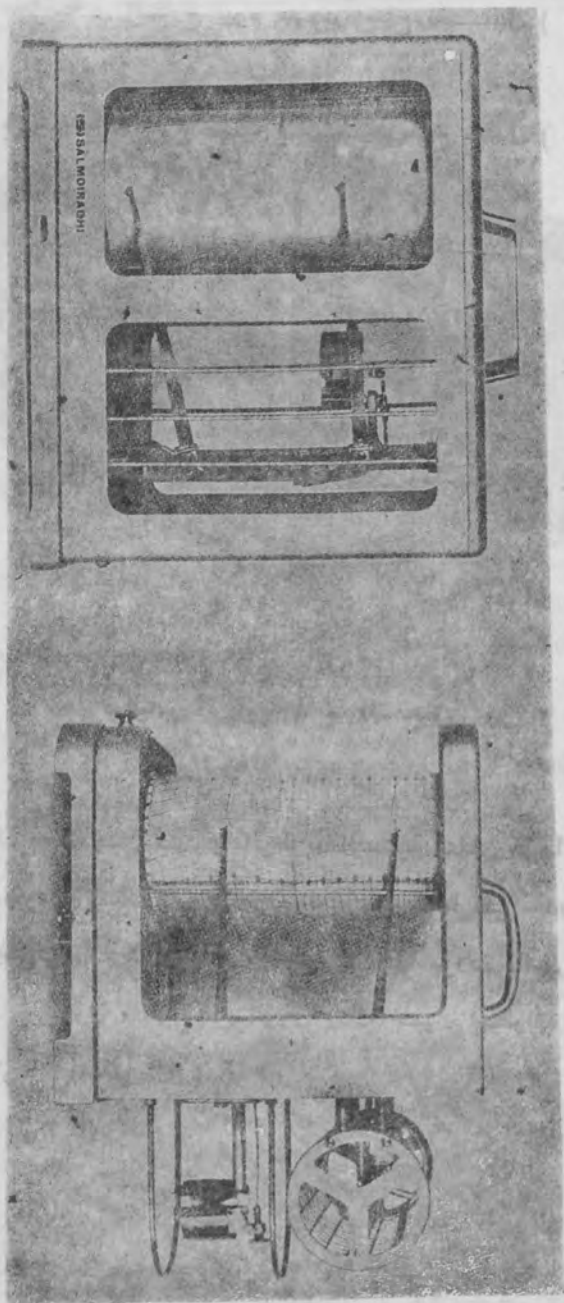
ذاتية التسجيل للرطوبة والحرارة

Thermo-Hygrographs

• (٢ - ٤) Hygro-Thermographs (وتدعى في أمريكا)

وأعمادا على التسجيلات التي يحصل عليها باستخدام هذه الاجهزة يمكن التعرف في احيان كثيرة الى سبب تلف المجاميع الثقافية مما يساعدنا على اتخاذ

الخطوات الضرورية للعلاج .



شکل - ۱۸ -
 جهاز قياس درجات الرطوبة النسبية والحرارة

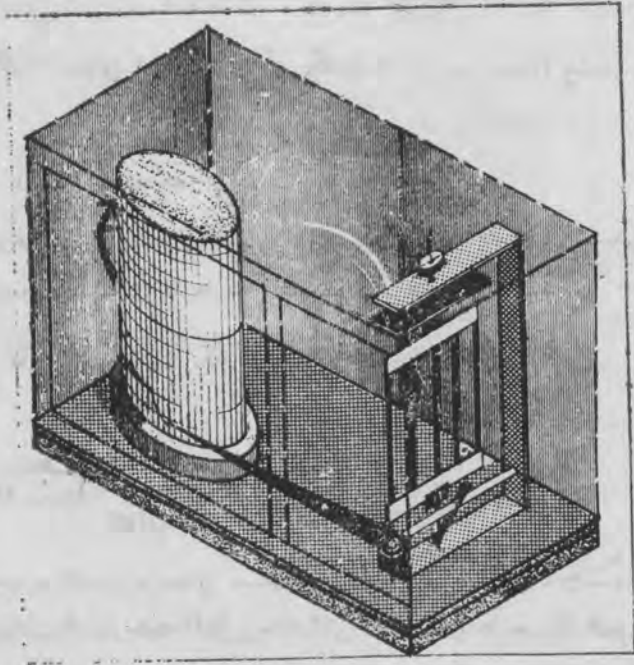
- تسجيلات لحالات مناخية في الخارج ليوم مشمس مناخ معتدل (١-٣-٤)
شكل ٢٣ .
- تسجيلات لحالات مناخية في الخارج لاسبوع مشمس ومناخ معتدل (٢-٣-٤)
شكل ٢٤ .
- تسجيلات لحالات مناخية في الخارج ليوم غائم ومناخ معتدل (٣-٣-٤)
شكل ٢٥ .
- تسجيلات لحالات مناخية في الخارج لاسبوع غائم ومناخ معتدل (٤-٣-٤)
شكل ٢٦ .
- تسجيلات لحالات مناخية داخل بناية مغلقة خلال اسبوعين (٥-٣-٤)
شكل ٢٧ .

٤ - ١

أجهزة قياس الرطوبة ذاتية التسجيل

Hygrographs

هذا النوع من الاجهزة يبين مستوى الرطوبة النسبية بنفس المبدأ الذي يعمل فيه المرطاب الشعري (٢-٢-٣) وفي نفس الوقت يسجلها على جدول خاص من الورق بدلا من المؤشر يحتوي الجهاز على ذراع نهايتها مزودة بالحبر وعضوا عن لوح التسجيل هناك جدول مطبوع من الورق يلف حول اسطوانة تدور بواسطة جهاز ميكانيكي . (شكل ١٩) .



شكل - ١٩ -

جهاز قياس وتسجيل درجة الرطوبة النسبية

معاسن الجهاز :

- يسجل درجات الرطوبة النسبية عندما لا يكون الشخص المختص موجودا .
- وتبا لنوع الجهاز (والجدول المستخدم) يسجل تقلبات مستوى الرطوبة النسبية خلال يوم ، اسبوع ، اسبوعين او شهر حسب الرغبة .

مساويء الجهاز :

- سهل التلف عندما لا يستخدم باتقان .
- يحتاج الى تقويم كل شهر اعتمادا على جهاز السايكروميتر Psychrometer السدي لايحتاج للتقويم او عن طريق ترطيب حزمة الشعر بالماء المقطر (اتبع تعليمات الشركة الصانعة) .

السعر :

من ٢٠٠ الى ٤٠٠ دولار أمريكي .

يباع في :

بعض المحلات المتخصصة ببيع الاجهزه الدقيقه .

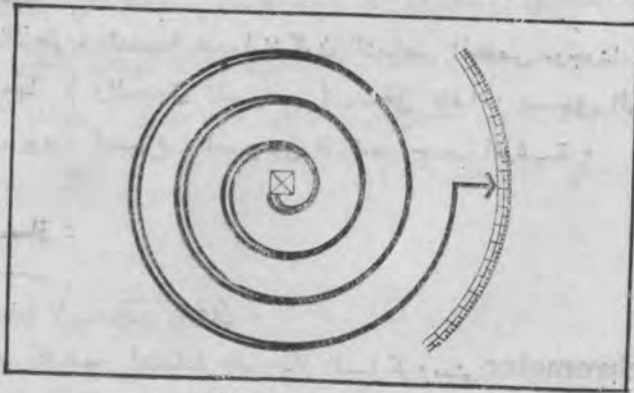
معظم أجهزه قياس مستوى الرطوبة النسبية ذاتية التسجيل تشترك عادة بميزه كونها تسجل مستوى الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة أيضا . وهذه الاجهزه تدعى مسجلات الرطوبة والحرارة (٢-٤) .

٢ - ٤

مسجلات الرطوبة النسبيه ودرجة الحرارة

Thermo - Hygrographs

وهذه الاجهزه تقيس وتسجل مستوى الرطوبة النسبية في الجو وفي نفس الوقت تقيس وتسجل درجات الحرارة كذلك . وتقاس درجة الحرارة عادة بواسطة شريط مصنوع من معدنين مختلفين الاول انكونيل Inconel لايتأثر أو يتمدد طوله بالحراره في حين يكون الاخر من البراص Brass وهو قابل للتمدد بالحراره يلحم هذين الشريطين المعدنيين على بعضهما . ومن ثم يلفان وتثبت نهايه أحديهما في (حين) تترك النهايه الاخرى (المتصلة بالموشر) سائبه . شكل ٢٠ .



شكل - ٢٠ -

ملف شريط البراص وشريط الانكونيل الخاصين بقياس دوجه الحرارة

ولاختلاف المعدنين في قابليته تمددهما وتقلصهما بفعل تغيرات درجة الحرارة
ينغلق أو يفتح الملف تبعاً لذلك التغير . وينقل هذا التغير بشكل مباشر أو
بواسطة العتلات ميكانيكياً إلى مؤشر مزود بالحبر .

محاسن الجهاز :

- يسجل مستوى الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة عندما يكون المسؤول غير موجود .
- يعطي تسجيلات يومية ، أسبوعية ، كل أسبوعين أو شهرين وذلك يتوقف على نوع الجهاز والجدول المستعمل .
- إن دراسة التسجيلات هذه عامل أساسي في تحديد أسباب تلف الملكات الثقافية ويمكننا من التعرف على الدرجات الملائمة والواجب اعتمادها .
- عندما يوضع الجهاز في المتحف أو قاعة العرض وتشير تسجيلاته إلى تفاوت كبير فذلك يحمل أمناء المتاحف والمسؤولين الإداريين إلى دراسة هذه التسجيلات والمحافظة عليها في مستوى واحد .
- يعلم زوار المتحف الأخذ بعين الاعتبار أهمية السيطرة على مستوى الرطوبة النسبية لوقاية الجامع المتحفية .

مساوىء الجهاز :

- يحتاج إلى تقويم مره واحده كل شهر .
- يجب وضعه بالقرب من المواضيع المتحفية وفي نفس الوقت يجب أن يكون بعيداً عن متناول الزوار الذين ربما يعثون بمفتاح الضبط .

الشمس :

من ٢٠٠ الى ٤٠٠ دولار أمريكي .

يباع في :

بعض المحلات المتخصصة ببيع الاجهزه الدقيقة .

الشكل ٢١ .

١ - ورقة التسجيل المثبته فوق الاسطوانه الدواره .

٢ - حزمه الشعر لتسجيل مستوى الرطوبة النسبية ر٠ن .

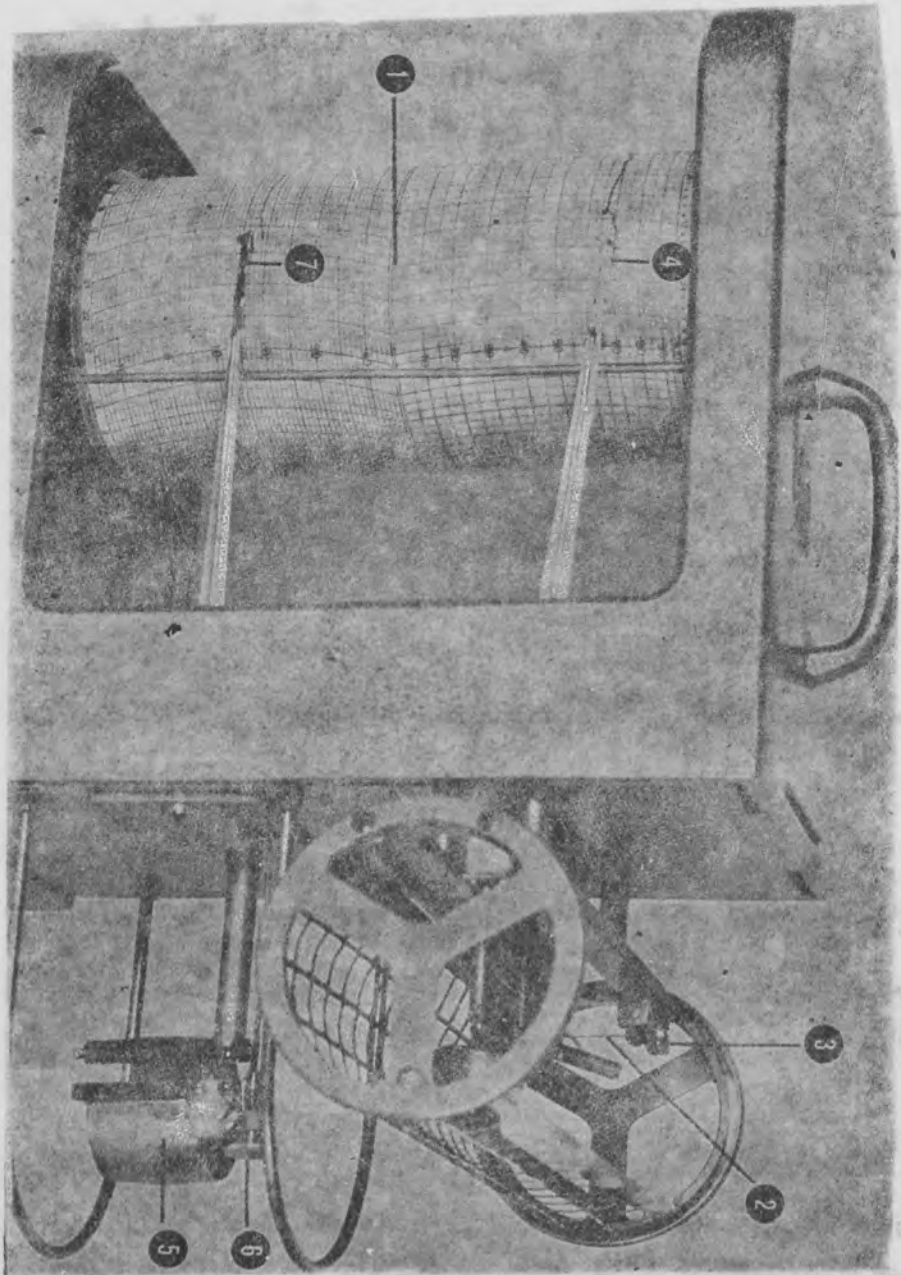
٣ - مفتاح الضبط للرطوبة النسبية ر٠ن .

٤ - ذراع تسجيل الرطوبة النسبية ر٠ن .

٥ - الشريط المعدني لتسجيل درجات الحرارة .

٦ - مفتاح الضبط لدرجات الحرارة .

٧ - ذراع تسجيل درجات الحرارة .



شكل - ٢١ -

جهاز قياس وتسجيل درجات الرطوبة النسبية والحرارة

جدول التسجيل Registration Chart

جدول تسجيل الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة يبين اليوم والسماعة على جانب الأفقي في حين يكون القسم العلوي من الجانب العمودي لتسجيل درجات الحرارة والقسم السفلي لتسجيل مستوى الرطوبة النسبية .

تسجيلات الجدول (شكل ٢٢) تبين لنا مستويات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة التالية :

الاربعاء الساعة السادسة صباحا $٠٠^{\circ}\text{ن} = ٣٥\%$ ح = ٢٤°م

الجمعة الساعة العاشرة مساء $٠٠^{\circ}\text{ن} = ٦٣\%$ ح = ١٥°م

الاحد الساعة الواحدة مساء $٠٠^{\circ}\text{ن} = ٧٨\%$ ح = ٢٧°م

يرجى ملاحظة ان جداول التسجيل تختلف باختلاف المصنعين وان المصنع الواحد قد يعمل جداول تختلف باختلاف الاجهزه *

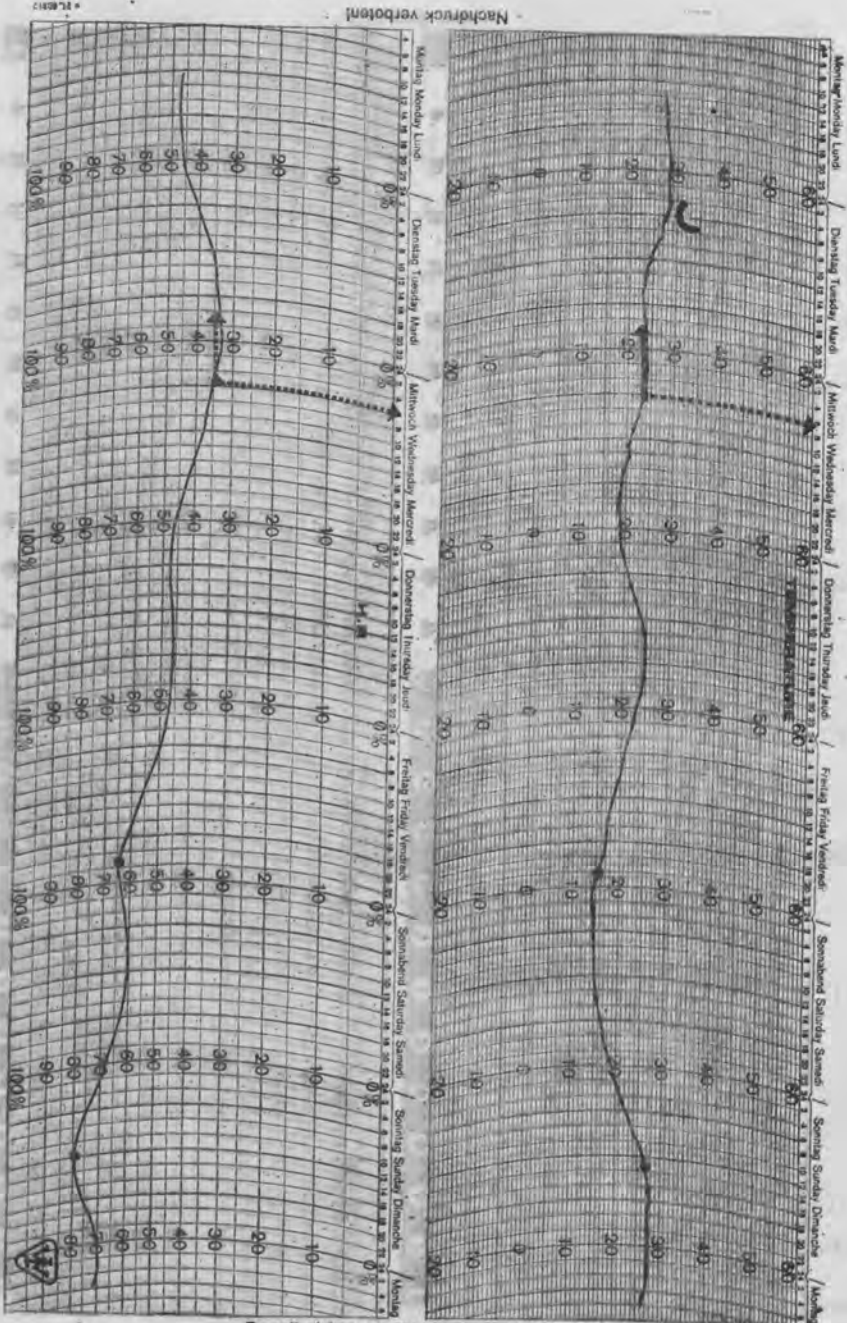
١ - ٣ - ٤

الاختلاف في حالات الطقس خارج البناية في يوم مشمس في منطقة معتدلة المناخ

على هذا الجدول يمكنك قراءة درجة الحرارة في القسم العلوي وهي من ٢٠°م الى ٦٠°م ، ومستوى الرطوبة يظهر في القسم الاسفل وهي من ١٠٠% الى صفر $\%$.

درجات الحرارة :

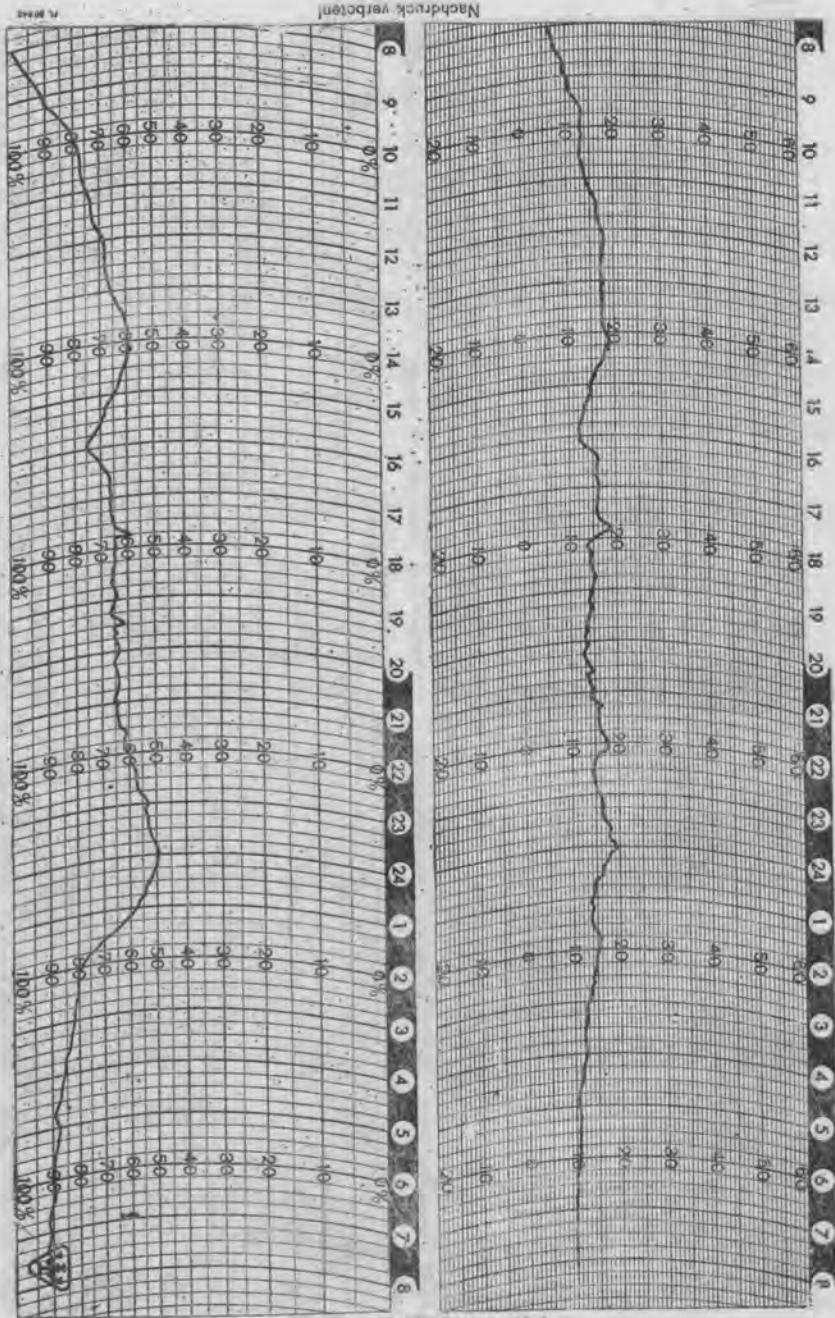
في الصباح وبين الساعة التاسعة والواحدة بعد الظهر ارتفعت درجة الحرارة من ٢٩°م الى ٤١°م ، ومن ثم هبطت ببطء خلال فترتي بعد الظهر والاساء حتى وصلت الى أقل مستوى لها ومقداره ١٣°م ، في الساعة السابعة من صباح اليوم التالي .



Bestellzeichen: 82 TH 20-0-50, 100-0

شكل - ٢٢ -

ورقه تسجيل أسبوعي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية



Bostellzeichen: 82 TH 20-0-60, 100-0, a

شكل - ٢٣ -

الاختلافات في حالة الطقس خارج بنايه في يوم مشمس في منطقه معتدله المناخ

الرطوبة النسبية :

في الصباح وبين الساعة التاسعة والساعة الثانية بعد الظهر قل مستوى الرطوبة النسبية من ٥٠٪ الى ٣٣٪ وارتفعت بعد الظهر الى ٥٥٪ في الساعة السادسة مساء واستمرت في الزيادة حتى وصلت ٩٣٪ خلال منتصف الليل ووصلت الى أعلى معدل لها ٩٨٪ (درجة الاشباع تقريبا) في الساعة السادسة صباحا .

٢ - ٣ - ٤

الاختلاف في حالات المناخ خارج بناية خلال أسبوع مشمس في منطقة معتدله المناخ

على هذا الجدول تظهر التسجيلات التي درست في البطاقة رقم ٤-٣-١ وهي لسبعة أيام .

في الصباح الباكر :

أقل درجة حرارة (٧م - ١١م) أعلى مستوى للرطوبة النسبية
٠ ن . (٨٦٪ - ١٠٠٪)

حوالي منتصف النهار :

أعلى درجة حرارة (٢٢م - ٢٨م) وأقل مستوى للرطوبة النسبية ٠ ن .
(٣٥٪ - ٥٤٪) وقد وصل مستوى الرطوبة النسبية في الجو الى الاشباع في يوم الخميس الساعة الثالثة صباحا والساعة الحادية عشر مساء .

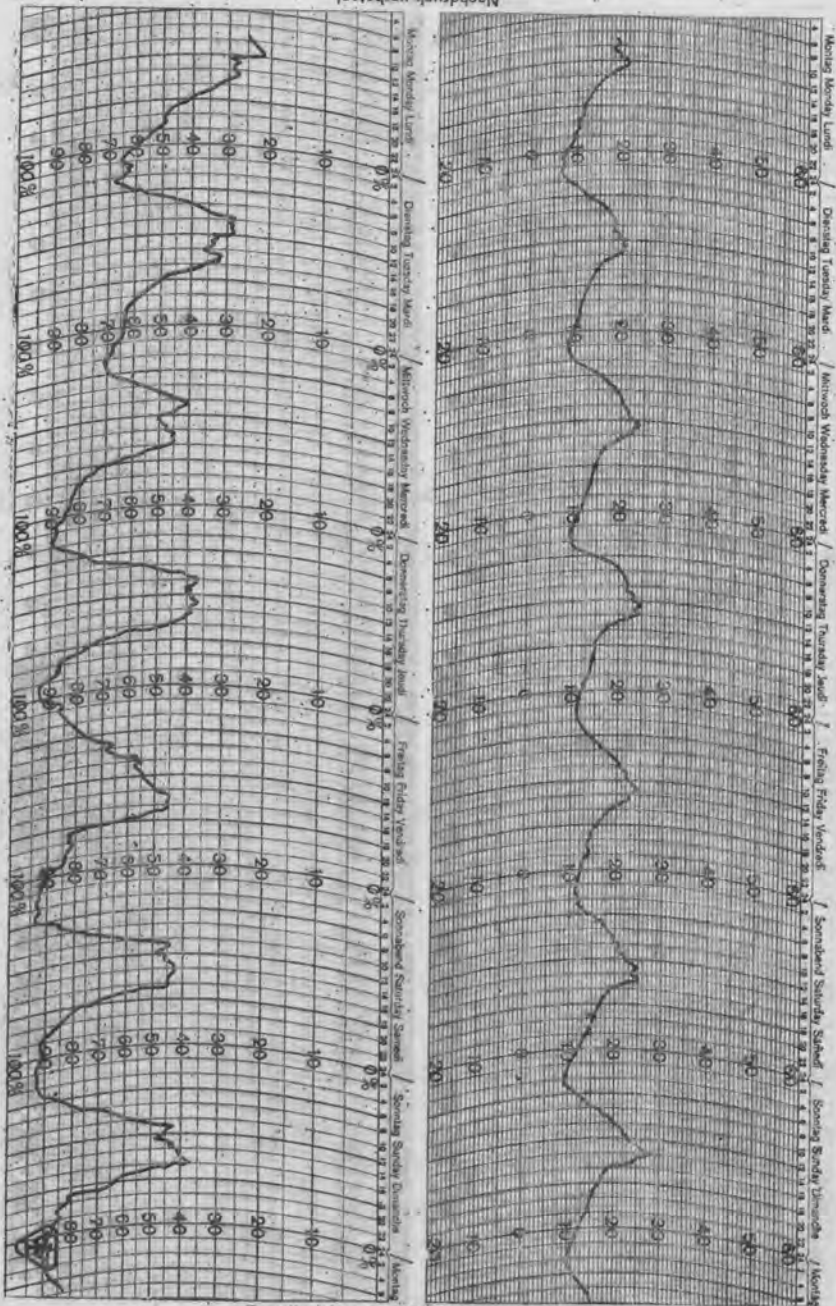
الاختلاف في حالات الطقس خارج البناية في يوم غائم :

درجة الحرارة :

بعد شروق الشمس ارتفعت درجة الحرارة لتصل الى أعلى درجة في الساعة الثانية بعد الظهر (ح - ١٨م) ومن ثم أخذت بالتناقص حتى وصلت في الساعة الرابعة بعد الظهر الى (ح - ١٢م) ثم بدأت ريح دافئه بالهبوب بشكل متقطع خلال الليل فبقيت درجة الحرارة محافظة على معدل حوالي ١٥م .

الرطوبة النسبية :

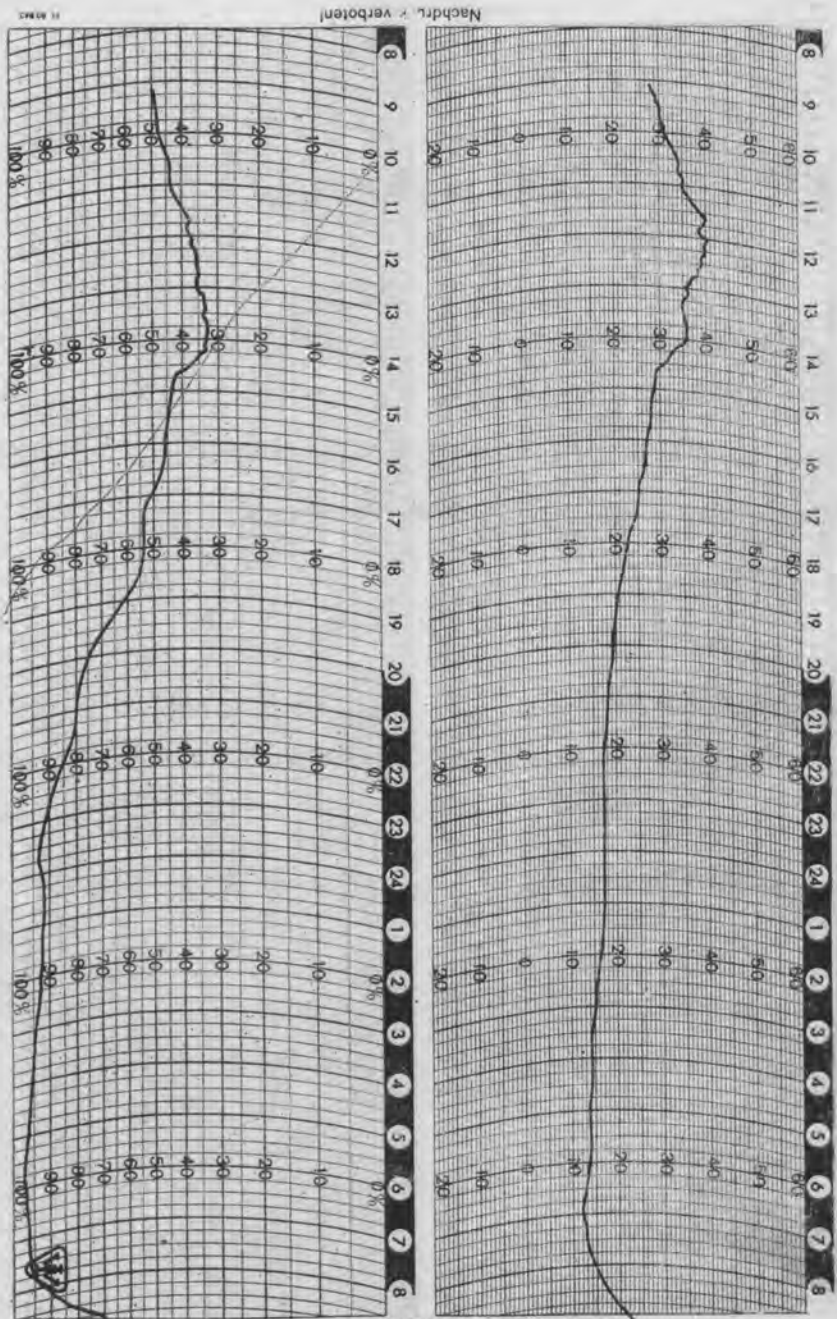
انخفض مستوى الرطوبة النسبية ر٠ن٠ في الصباح الساعة التاسعة من ٩٠٪ الى ٦٠٪ في الساعة الثانية بعد الظهر ، ثم في الساعة الرابعة بعد الظهر ازدادت تدريجيا الى ٧٥٪ .



Bestellzeichen: 82 TH 20-0-80, 100-0

شكسل - ٢٤ -

الاختلافات في حالة المناخ خارج بنائه خلال اسبوع مشمس في منطقه معتدله المناخ



Bestellzeichen: 82 TH 20-0-80, 100-0, a

شكل - ٢٥ -

الاختلافات في حالة الطقس خارج بنايه في يوم غائم

وفي حوالي منتصف الليل هبت ريح دافئه جافة أدت الى انقاص مستوى الرطوبة النسبية ر.ن. ٠ الى ٥٠٪ . قارن ذلك مع ٤-٣-١ .

٤ - ٣ - ٤

الاختلاف في حالات المناخ خارج بنيانسه في اسبوع غائم

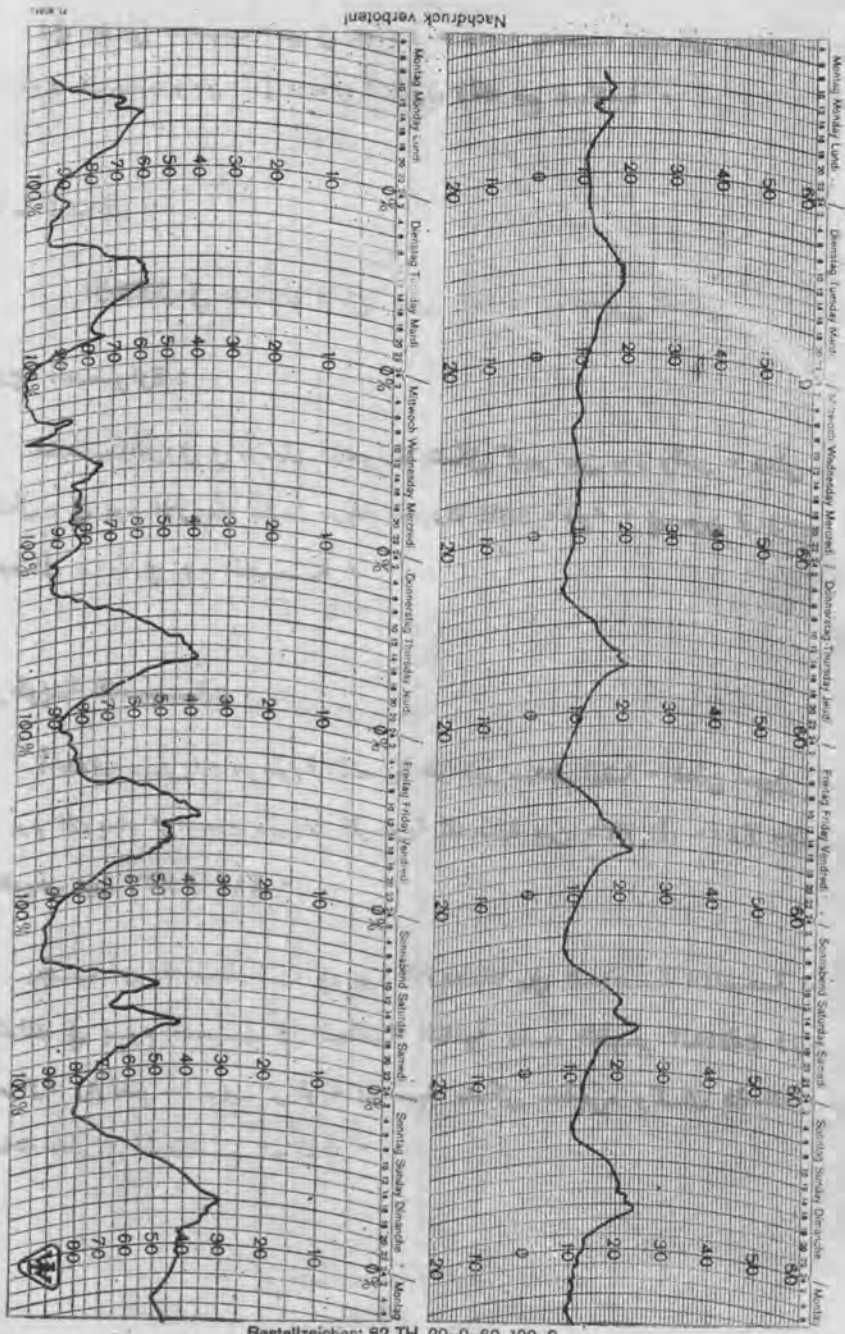
درجة الحرارة :

تختلف الفروق في درجات الحرارة بشكل كبير بين يوم وآخر . فعلى سبيل المثال ، في يوم الاربعاء بقيت درجة الحرارة ثابتة ١٠م٠ في حين تراوحت بين ٧م٠ الى ٢٥م٠ في يوم الجمعة .

الرطوبة النسبية :

أختلاف مستويات الرطوبة النسبية هو غير منتظم أيضا . فعلى سبيل المثال، في يوم الاربعاء تراوحت درجات الرطوبة النسبية بين ٧٥٪ الى ١٠٠٪ وفي يوم الخميس بين ٣٧٪ و ٩٢٪ .

يجب ان نلاحظ أنه في يوم الاربعاء وفي الساعة التاسعة صباحا وكذلك في يوم السبت في الساعة الثانية بعد الظهر انخفضت درجة الحرارة وارتفع مستوى الرطوبة النسبية بشكل مفاجيء وكان ذلك بسبب زخات مطر . قارن مع ٤-٣-٢ .



شكل - ٢٦ -

الاختلافات في درجات العراوه والرطوبه النسبيه خارج بنايه خلال اسبوع غائم

- الاختلاف في حالات المناخ داخل بنايه خلال يوم مشمس في منطقه معتدلة المناخ .
- لدينا على هذا الجدول تسجيلات لحاله الطقس داخل البنايه ومن المتيد مقارنتها مع التسجيلات في ٤-٣-١ الطقس خارج البنايه خلال نفس الاسبوع .

درجة الحرارة في الخارج :

- الدرجة العظمى : ٤١م° في الساعة ١٢ ظهرا .
- الدرجة الصغرى : ١٣م° في الساعة ٧ صباحا .

درجة الحرارة في الداخل :

- الدرجة العظمى : ٢٩م° في الساعة ٣ بعد الظهر .
- الدرجة الصغرى : ٢٠م° في الساعة ٥ صباحا .

مستوى الرطوبة النسبية في الخارج :

- الدرجة العظمى : ٩٨٪ في الساعة ٦ صباحا .
- الدرجة الصغرى : ٣٣٪ في الساعة ٢ بعد الظهر .

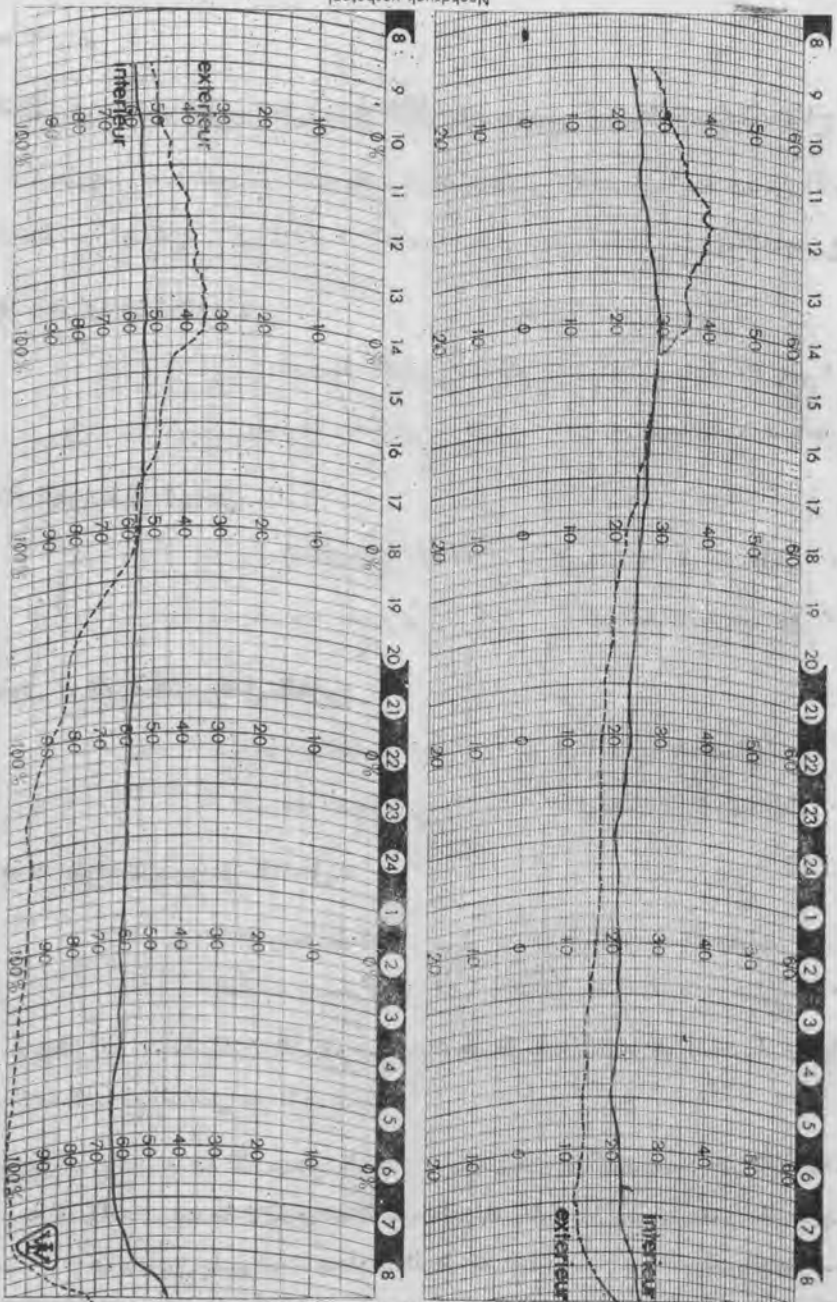
درجة الرطوبة النسبية في الداخل :

- الدرجة العظمى : ٦١٪ في الساعة ٦ صباحا .
- الدرجة الصغرى : ٥٢٪ في الساعة ٣ بعد الظهر .

لاحظ أنه عندما يكون الفرق ^{بين} مستويات الرطوبة النسبية في الخارج ٦٥٪

- فإن الاختلاف في الداخل هو ٩٪ فقط .

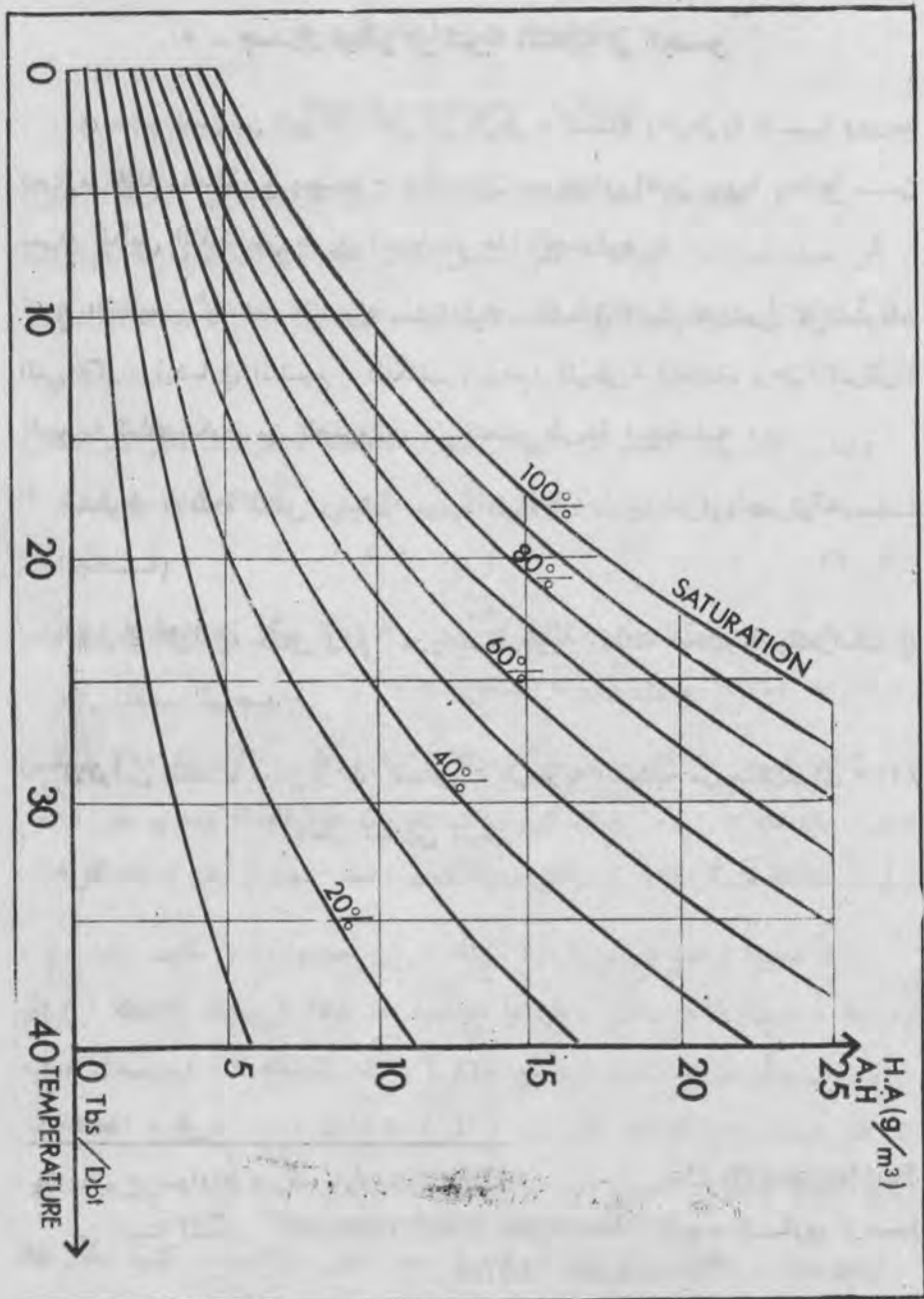
من هذا يتبين لنا أن مقدار الضرر الذي يمكن أن يحدث نتيجة ترك نافذه مفتوحة في المتحف عندما لا تكون هناك وسائل للسيطرة على مستوى الرطوبة النسبية . ان وصول هواء ، مستوى الرطوبة النسبية فيه مختلف ، بشكل مفاجيء يمكن ان يتسبب في تلف المجاميع المتحفية بشكل لايمكن اصلاحه . وهذا يوضح الحقيقه المعروفة لدى الاثارين وهي ان العديد من اللقى الاثرية تلف بعد فتح المقابر مباشرة .



Bestellzeichen: 82 TH 20-0-60, 100-0, a

شكل - ٢٧ -

الاختلافات في درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل بنايه خلال يوم مشمس في منطقه معتدله المناخ



شكل - ٢٨ -

مخطط العلاقة بين درجات الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة ودرجة الحرارة

٥ - جدول قياس الرطوبة النسبية في الجو

في حجم معين من الهواء ، لكل من الرطوبة المطلقة والرطوبة النسبية ودرجة احراره علاقه متصله مع بعضها . لذلك فان معرفه أي اثنين منهما يمكننا من معرفه العامل الثالث عن طريق استخدام هذا الجدول * .

في البدايه يبدو هذا الجدول معقد قليلا ، لكنه في الحقيقة يلخص كل المعلومات التي ذكرت أيضا في التشبع ، التكثف ، ر.م. الرطوبة المطلقة، ر.ن. الرطوبة النسبية لذلك يكون من الضروري أن تتعلم طريقة استخدامه .

الخطوط الافقية تمثل درجات حراره الهواء (أو درجة حراره محرار البصلة الجافة) .

الخطوط الرأسية تمثل ر.م. درجات الرطوبة المطلقة محسوبة بالغرامات في المتر المكعب الواحد .

الاقواس العشرة تمثل ر.ن. مستويات الرطوبة النسبية من صفر٪ الى ١٠٠٪

انظر تمارين ٤-٥-٦

Butterworth Co.

* مطبوع بموافقه شركه بترووث

من «بيئة المتحف» "Museum Environment" تأليف كاري تومسون

Garry Thomson 1978.

استخدام جدول الرطوبة

Psychrometric Chart

يمكن ان نضع علم هذا الجدول حالات المناخ في خزانه عرض ، غرفه ، مخزن
او أى حجم معين من الهواء . على سبيل المثال حجم من الهواء درجة حرارته
١٨م° يمكن ايجادها على الخط العمودي المؤشر عليه ح = ١٨م° جدول رقم ١
الشكل ٢٩ .

وبنفس الطريقة، فحجم من الهواء رطوبته المطلقة ٧ غرامات لكل متر مكعب
واحد يمكن ايجادها على الخط الافقى المؤشر عليه ر م = ٧م/٣ . جدول رقم ٢
شكل ٢٩ .

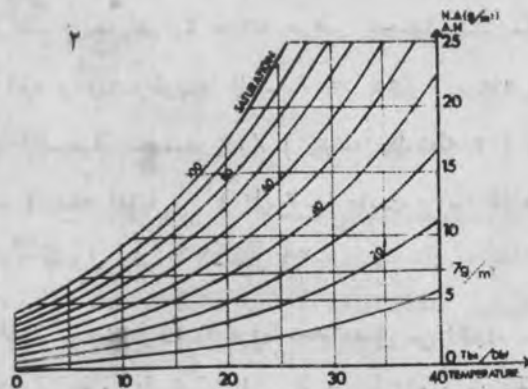
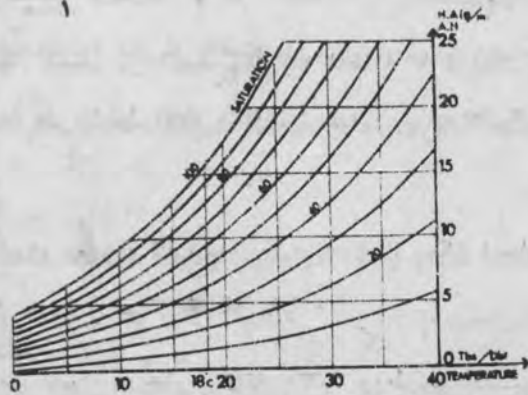
وهكذا فحجم من الهواء رطوبته النسبيه ر ن = ٥٤% يمكن ايجادها على القوس
ر ن = ٥٤% . جدول رقم ٣ الشكل ٢٩ .

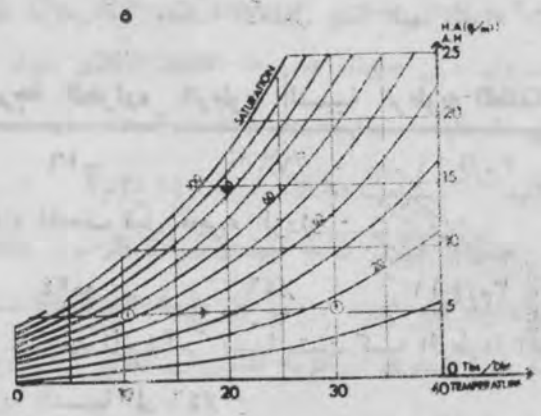
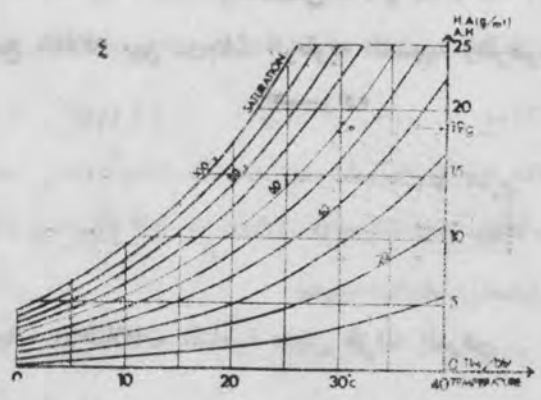
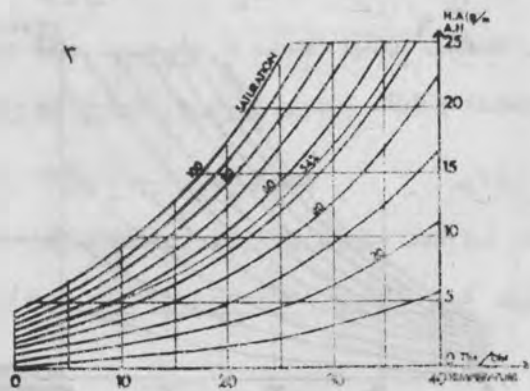
لذلك فحجم من الهواء درجة حرارته ٣٠م° ورطوبته النسبية ٦٠% يمكن
تمثيله بالنقطه ٥ . ومن هذا يمكن ان نستنتج ان هذا الهواء يحتوي على ر م =
رطوبه مطلقه مقدارها ١٩ غرام لكل متر مكعب واحد . جدول رقم ٤ الشكل ٢٩ .

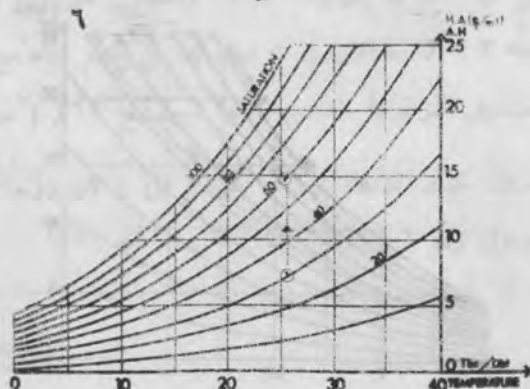
اذن عندما ترتفع درجة حرارة خزانه عرض حجمها بثر مكعب واحد ،
ودرجة حرارتها ١٠م ر ن . رطوبتها النسبية = ٥٥% (مثله بالنقطه ١) الى
٣٠م . فان رطوبتها النسبية ستصبح ١٧% (مثله بالنقطه ٢) وخلال عليه
التدفئه تتحرك هذه النقطة افقيا من ١ الى ٢ ما دامت ر م . الرطوبه المطلقة قد
ثبتت بدون تغيير . جدول رقم ٥ الشكل ٢٩ .

هذا يصور ماقلناه سابقا في ٤-٢ « في حجم مغلق من الهواء ، كمية بخار الماء
فيه ثابتة ، ينخفض مستوى الرطوبه النسبية عندما تزداد درجة الحرارة » .

لذلك ففي غرفة درجة حرارتها 25°C ومستوى الرطوبة النسبية فيها $= 30\%$ (مثله بالنقطة ٣) اذا ما اضيفت ٨ غرامات من بخار الماء مع بقاء درجة الحرارة ثابتة ، فان مستوى الرطوبة النسبية فيها سيصبح 62% (مثله بالنقطة ٤) . بخار الماء المضاف حرك النقطة عموديا من ٣ الى ٤ لان درجة الحرارة بقيت دون تغيير . جدول رقم ٦ الشكل ٢٩ .







شكل - ٢٩ -

مخططات توضيح العلاقة بين درجات الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة ودرجة الحرارة

٥ - ٢

اسباب الاختلافات المناخية داخل خزانه العرض

هذا الجدول يمثل الاختلافات المناخية التي يمكن ان تحدث خلال ساعات

اليوم في خزانه عرض غير محكمه الاقفال ينفذ اليها الهواء .

حاله	درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	الرطوبة المطلقة	الوقت
١ -	١٦م	%٧٦	٣م/ع١١	٨ صباحا
٢ -	٢٤م	%٤٦	٣م/ع١١	٩ صباحا

ارتفعت درجة الحرارة الى ٢٤م° بينما بقيت كمية الرطوبة المطلقة ثابتة فانخفض

مستوى الرطوبة النسبية الى %٤٦ .

٣- ٢٤م ٦٦٪ ١٦غ/٣م ١٠ صباحا

مسح عمال التنظيف ارضيه المتحف الرخاميه لمدة ساعة مما ادى الى ازدياد كمي الرطوبة المطلقة وكذلك مستوى الرطوبة النسبية حيث وصل الى ٦٦٪ .

٤- ٢١م ٨٥٪ ١٦غ/٣م ٤ مساء

تم ايقاف التدفئة لمدة ثلاث ساعات للاقتصاد في النفقات فنقصت درجة الحرارة الى ٢١م بينما بقيت كمي الرطوبة المطلقة ثابتة فارتفع مستوى الرطوبة النسبية الى ٨٥٪ .

٥- ١٨م ١٠٠٪ ١٦غ/٣م ٨ مساء

استمرت درجة الحرارة في التناقص حتى وصلت الى حاله الندى في درجة ١٨م بعلمه ان التكثف سيبدأ اذا ما استمرت درجة الحرارة في الهبوط .

٦- ١٣م ١٠٠٪ ١٢غ/٣م ٢ صباحا

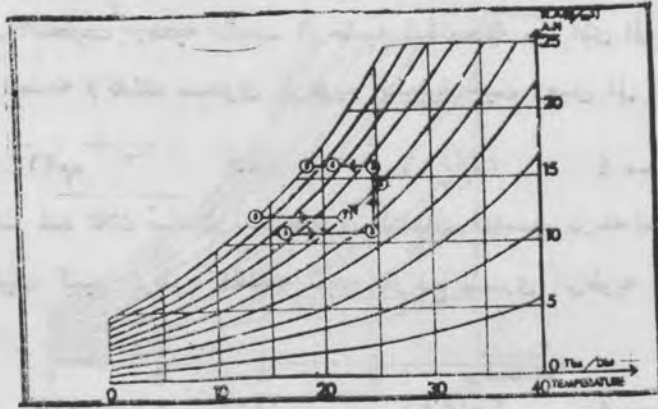
استمرت درجة الحرارة في الهبوط حتى وصلت الى ١٣م^٢ وبقي مستوى الرطوبة النسبية ١٠٠٪ وكانت كمي الرطوبة المطلقة = ١٢غ/٣م وسالت ٤ غرامات ماء على الوجه الداخلي لخزان العرض .

٧- ٢٢م ٦٠٪ ١٢غ/٣م ٩ صباحا

شغلت التدفئة مره ثانيه فوصلت درجة الحرارة الى ٢٢م^٥ كمي الرطوبة المطلقة = ١٢غ/٣م . هبط مستوى الرطوبة النسبية الى ٦٠٪ في تلك اللحظة حضر الموظف المسؤول عن صيانة مجموعه التحف وهو يعرف ان تشغيل التدفئة سيؤدي الى نقصان مستوى الرطوبة النسبية .

٨- ٢٥م ٦٠٪ ١٤غ/٣م ١٠ صباحا

شغل المسؤول عن الصيانة قبل ساعة جهاز زيادة الرطوبة فاعطى ٢ غرام ماء لكل متر مكعب واحد من الهواء . ومع ان درجة الحرارة قد ارتفعت الى ٢٥م^٥ بفعل التدفئة بقي مستوى الرطوبة النسبية يساوي ٦٠٪ وبهذا استبعد حصول اي ضرر لمجموعه المتحف .



شكل - ٣٠ -

العلاقة بين درجة الرطوبة النسبية ودرجة الرطوبة المطلقة ودرجة الحرارة

٦

المستويات المقترحة للرطوبة لهيئانه المجاميع المتحفية بشكل عام

الاتي هي المستويات المقترحة لكل نوع من المواد ، وعلى كل حال يجب ان نضع

نصب اعيننا انه من الافضل ابقاء مستويات الرطوبة النسبية ثابتة قدر الامكان .

بين صفر% و ٤٥% مواد غير عضوية :

المعادن

العجر

السيراميك

بين ٤٢% و ٤٥% مواد غير عضوية :

الزجاج

بين ٤٥% و ٥٥% مواد غير عضوية :

المتحجرات

بين ٥٠% و ٦٥% مواد عضوية :

الخشب

الورق

النسيج

العاج

الجلد

الرق

الرسوم

نماذج التاريخ الطبيعي

في ١٠٠% المواد التي يعثر عليها في المواقع الرطبة (وقبل البدء بمعالجتها) :

الحجر

الموزائيك

السيراميك

الخشب *

ملاحظة :- لوقاية الافلام مشاكل متعددة ، والدراسات جارية في الوقت الحاضر لمعرفة افضل الحالات لحفظها اما الظروف المناخية المقترحة لحفظها في الوقت الحاضر فهي :

* وبقية المواد العضويه كالعاج والعظام وغيرها (المترجم) .

Nitrate base

افلام ذات اساس من النيتريت

تحتاج الى رطوبة نسبة = ٤٠٪ الى ٦٠٪ ودرجة حرارة بين ٢م و ٦م

Polyester Acetate البولي أستتر

او اشربة الفيديو Video فتحتاج الى رطوبة نسبة = ٦٠٪ ودرجة

حرارة = ١٢م ٠٠

اما الافلام الملونة فتحتاج الى رطوبة نسبة تساوي اقل من ٣٠٪ ودرجة

حرارة = ٥٠

هذا الجدول يحتاج للمزيد من التوضيح وعلينا ان نتذكر انه :

١ - يمكن ان تبقى القطع الاثرية بشكل مستقر ودون اي تلف في حالات مناخية

غير الحالات المذكورة انفا لكن اي تغير مفاجيء في ظروفها المناخية قد يسبب

نشوء حالة تنطوي على ضرر .

٢ - عندما يبقى اثر مصنوع من مادة عضوية سريعة التلف محافضا على شكله

لسنين عديدة في ضل ظروف بيئية معينة فانه يمكن الاقلال من الاخطار المحتملة

الحدوث الى الحد الادنى في المحافظة على تلك الظروف مهما كانت معدلاتها . وعندما

يحصل تغير يتعذر منعه في الظروف المناخية فعندها لايمكن منع حصول التلف

وان استغرقت عملية الموازنة البيئية (بين القطعة الاثرية والظروف المناخية)

سنيين عديدة .

٣ - يجب تخليص المواضيع الاثرية (المعادن السيراميك ، الحجر) المعتوية

على الاملاح من تلك الاملاح قبل حفظها في مستوى الرطوبة النسبية المطلوب .

٤ - مقدار التلف الذي يصيب القطع الاثرية يتوقف على سرعة تاثر مادة ذلك

الاثر بالظروف المناخية غير الملائمة .

- ٥ - عندما يكون الاثر مصنوع من عدة مواد مختلفة حاول ابقاء مستوى الرطوبة النسبية في المعدل المقترح لحفظ اسرع مواد ذلك الاثر تائراً .
- ٦ - اضع دائماً حصول تغيير مفاجيء في مستوى الرطوبة النسبية .
- ٧ - التغييرات الكبيرة في مستوى الرطوبة النسبية التي تتم بشكل بطيء هي اقل ضرراً من التغييرات الصغيرة الحاصلة بشكل سريع متتال .
- ٨ - عندما يختار امين المتحف مستوى معين للرطوبة النسبية لحفظ المجموعة المتحفية من بين المستويات الموصى بها لمختلف المواد الاثرية المذكورة هنا عندها يجب عليه المحافظة على ذلك المستوى بشكل ثابت .
- كذلك فان امين المتحف سيوفر الكثير من الطاقة والجهد اذا ما حافظ على مستويات الرطوبة النسبية داخل متحفه بشكل قريب قدر الامكان من مستواها في الخارج .

مثال:

في المناخ الجاف فان مستوى الرطوبة النسبية اللازم لحفظ مجموعة اثرية مصنوعة من الخشب يمكن ان يكون ٥٠٪ . اما في البلد الرطب المناخ فان مستوى الرطوبة النسبية يمكن ان يكون ٦٥٪ .

٧ - الخاتمة :

قياسات مستويات الرطوبة النسبية تزود الشخص المسؤول عن حفظ الممتلكات الثقافية بمصدر مهم للمعلومات فهي توضح بعض اسباب تلفها . وعلى كل حال فان القياسات الموضوعية ليست كافية لهذا الغرض وللاجل التعرف على المناخ بشكل كامل يكون من الضروري ملاحظة وتسجيل تقلبات مستويات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة لفترة سنة على الاقل .

المخازن هي اول الاماكن التي يجب ان يجري مثل هذا التسجيل فيها حيث تحتفظ المتاحف احيانا باعداد كبيرة من القطع الاثرية في ظروف غير ملائمة .
 كما انه من الضروري ايضاً ان يجري التسجيل في قاعات العرض وان امكن قرب المواد الاكثر حساسية بتقلبات مستويات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة .
 - انه بعد الدراسة الدقيقة للتسجيلات فقط يمكن للمتخصص ان يتخذ خطوات جديدة لتحديد المستوى المطلوب للرطوبة النسبية لتوفير حماية افضل للمجاميع المتحفية .

- وانه بعد الدراسة الدقيقة للتسجيلات فقط يمكن للمتخصص ان يتخذ قرارا فيما اذا كان بلامكان اعارة هذه المجاميع للعرض المؤقت وما هي الظروف المناخية التي يجب ان تتوفر في مكان عرضها .
 لا يمكن منع حصول التلف في الممتلكات الثقافية مالم يتم تسجيل مستويات الرطوبة النسبية اولاً .

تمارين

التمرين الاول :

اذا علمت ان درجة التشبع هي 31 غ/م^3 في درجة حرارة 30°م و 18 غ/م^3 في درجة حرارة 20°م و 9 غ/م^3 في درجة حراره 10°م فما هو مستوى الرطوبة النسبية في خزانه عرض حجمها 3 م^3 وتحتوي على 6 اgram من بخار الماء في درجة حرارة 10°م اذا ماتم رفع درجة حرارتها الى 30°م بسبب الاضاءة الموضوعة خطأ داخل خزانه العرض .

(ا) في 10°م فان الرطوبة النسبية =

(ب) في 20°م فان الرطوبة النسبية =

(ح) في 30°م فان الرطوبة النسبية =

التمرين الثاني :

(ا) ما هي كمية الرطوبة المطلقة في خزانة العرض (ا) والتي حجمها ٣م^٣ في درجة ١٠م^٥ عندما يكون مستوى الرطوبة النسبية فيها هو ٦٠٪ ؟

(ب) ما هي كمية الرطوبة المطلقة في خزانة العرض (ب) والتي حجمها ٣م^٣ في درجة حرارة ٢٠م^٥ عندما يكون مستوى الرطوبة النسبية فيها ٦٠٪ ؟

(ج) ما هي كمية الرطوبة المطلقة في خزانة العرض (ج) والتي حجمها ٣م^٣ في درجة حرارة ٣٠م^٥ عندما يكون مستوى الرطوبة النسبية ٦٠٪ ؟

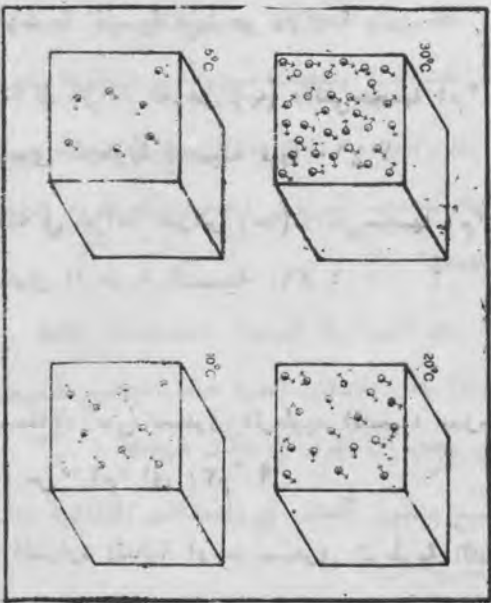
التمرين الثالث :

(ع) ما الذي يستوجب عمله للمحافظة على مستوى الرطوبة النسبية بدرجة ٦٠٪ إذا سخنت خزانة العرض (ب) من ٢٠م^٥ الى ٣٠م^٥ ؟

مستخدما قراءات درجات الحرارة التالية اوجد مستوى الرطوبة النسبية

على الجدول الخاص بالتحويل ؟

(ا) د.م.ج = ١٤م ^٥	د.م.ر = ١١م ^٥	ر.ن =
(ب) د.م.ج = ١٨م ^٥	د.م.ر = ١٥م ^٥	ر.ن =
(ح) د.م.ج = ٢٤م ^٥	د.م.ر = ٢١م ^٥	ر.ن =
(د) د.م.ج = ٣٤م ^٥	د.م.ر = ٣١م ^٥	ر.ن =
(هـ) د.م.ج = ٢٢م ^٥	د.م.ر = ١١م ^٥	ر.ن =
(و) د.م.ج = ٩م ^٥	د.م.ر = ٣م ^٥	ر.ن =
(ز) د.م.ج = ٢٥م ^٥	د.م.ر = ١٥م ^٥	ر.ن =
(ح) د.م.ج = ٢٥م ^٥	د.م.ر = ٢٠م ^٥	ر.ن =
(ط) د.م.ج = ٢٥م ^٥	د.م.ر = ٢٤م ^٥	ر.ن =
(ي) د.م.ج = ٢٥م ^٥	د.م.ر = ٢٥م ^٥	ر.ن =
(ك) د.م.ج = ١٨م ^٥	د.م.ر = ١٩م ^٥	ر.ن =



State of saturated air at different temperatures.

شكل - ٣١ - ١

حالات الانتشاع في حجم معين من الهواء وفي درجات حراره مختلفه

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.052	0.053	0.054	0.055	0.056	0.057	0.058	0.059	0.060	0.061	0.062	0.063	0.064	0.065	0.066	0.067	0.068	0.069	0.070	0.071	0.072	0.073	0.074	0.075	0.076	0.077	0.078	0.079	0.080	0.081	0.082	0.083	0.084	0.085	0.086	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.093	0.094	0.095	0.096	0.097	0.098	0.099	0.100

Psychrometric Conversion Table.

شكل - ٣١ - ب

جدول ايجاد درجة الرطوبه النسبيه بملاله
درجتي العر او الجفاف والعر او الرطب

الأجوبة

• التمرين الاول

(ا) ٦٠٪ ، (ب) ٣٣٪ ، (ج) ٢٠٪

• التمرين الثاني

(ا) ٦٪ م ، (ب) ١٠ و ٨٪ م / ٣ م ، (ج) ١٨ و ٦٪ م / ٣ م ، (د) أضف ٧ و ٨ غم مسن

• بخار الماء

• التمرين الثالث

(ا) ٦٩٪ ، (ب) ٧٣٪ ، (ج) ٧٧٪ ، (د) ٨١٪

(هـ) ٢٢٪ ، (و) ٣١٪ ، (ز) ٣٣٪ ، (ح) ٦٣٪

(ط) ٩٢٪ ، (ي) ١٠٠٪ ، (ك) هذه حالة غير ممكنة لان درجة المحرار الرطب د

٠ م ر تكون دائما اقل من درجة المحرار الجاف د م ج *

• التمرين الرابع

د م ج و ر م و ر م في هذه العوامل الثلاثة تتصل ببعضها اتصالا وثيقا

لذلك اذا ما عرف اي عاملين يكون بلامكان معرفة العامل الثالث بسهولة .

مستفيدا من العاملين المذكورين في ادناه أوجد قيمة العامل الثالث ؟

$$\text{ر م ن} = ٦٠\% \quad \text{ر م ج} = ١٥^\circ$$

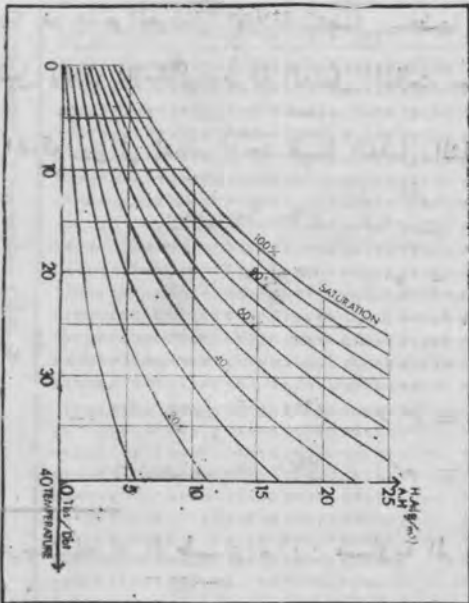
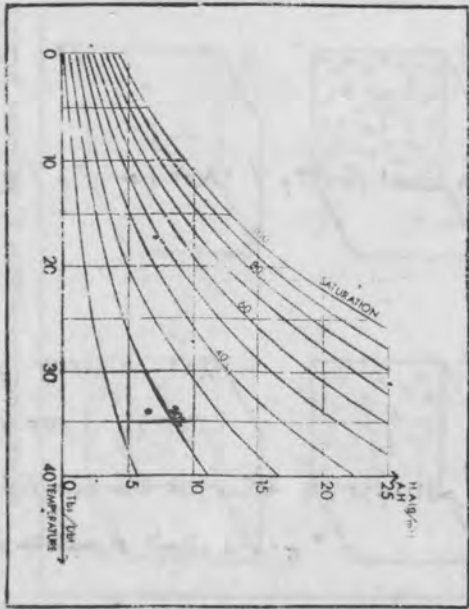
$$\text{ر م ن} = ٣٥\% \quad \text{ر م ج} = ٢٥^\circ$$

بين ملاحظاتك عما يلي :

$$\text{ر م ن} = ٣٠\% \quad \text{ر م ج} = ٢٠^\circ$$

$$\text{ر م ن} = ٧٠\% \quad \text{ر م ج} = ٢٠^\circ$$

* في حالة التشبع تكون درجة المحرار الرطب د م ر مساوية الى درجة المحرار الجاف د م ج (المترجم)



شكل - ٢٢ -

مخطط التعرف على العامل الثالث بعمقه عاملين (درجة الرطوبة النسبية -
 مقدار الرطوبة المطلقة - درجة الحرارة)

بين ملاحظتك :

$$\begin{aligned} \text{هـ) } 25^\circ \text{م} = 3 \text{م} / \text{غ} &= 24^\circ \text{م} / \text{غ} = 20^\circ \text{ن} \\ \text{و) } 17^\circ \text{م} = 3 \text{م} / \text{غ} &= 7^\circ \text{م} / \text{غ} = 20^\circ \text{ن} \\ \text{ز) } 20^\circ \text{م} = 3 \text{م} / \text{غ} &= 20^\circ \text{م} / \text{غ} = 20^\circ \text{ن} \end{aligned}$$

الأجوبة :

التمرين الرابع

(أ) $8^\circ \text{م} / \text{غ}$ ، (ب) $8^\circ \text{م} / \text{غ}$ عندما تكون كمية الرطوبة المطلقة ثابتة فانه كلما زادت درجة الحرارة ازداد مستوى الرطوبة النسبية ؟

(ج) $5^\circ \text{م} / \text{غ}$ ، (د) $5^\circ \text{م} / \text{غ}$ في حالة بقاء درجة الحرارة ثابتة تزداد كمية الرطوبة المطلقة عندما يزداد مستوى الرطوبة النسبية .

(هـ) 100% ، (و) 45% ، (ز) هذه الحالة مستحيلة الحدوث فكمية الرطوبة المطلقة (في درجة حرارة 25°م) تكون $17^\circ \text{م} / \text{غ}$ لذلك يتكثف $2^\circ \text{م} / \text{غ}$.
التمرين الخامس

أشر بالحرف (أ) في المكان الذي يمثل الحالة التالية ؟

خزانة عرض درجة حرارتها $= 15^\circ \text{م}$ ومستوى الرطوبة النسبية فيها يساوي 60% .

(أ) ماذا يحصل عندما ترتفع دلجة الحرارة داخل خزانة العرض الى 25°م ؟

ارسم خطا على الجدول يمثل حركة لنقطه (أ) ؟

إذا ما احتوت هذه الخزانة على تماثيل خشبية ملونة :

(ب) فما هي الاضرار التي تصيبها ؟

(ج) ما الذي يجب عمله لتفادي هذه الاضرار ؟

(د) إذا ما احتوت هذه الخزانة على اثار برونزية تالفة جدا فهل ان رفع درجة

الحرارة سيوفر مناخا ملائما لها؟

- (ا) 30°C ستبقى ثابتة $8\text{g}/\text{m}^3$ و 20°C سوف تنقص الى 3.5%
 (ب) يفقد الخشب رطوبته عندما يجف الهواء فاذا ما حصل ذلك بشكل سريع فان الخشب يتشقق وينقشع اللون ولمنع ذلك يجب ان :
 (ج) نحافظ على مستوى 20°C ثابت بدرجة 60% وذلك عن طريق اضافة 6g 3m^3 من بخار الماء [اذا كان حجم خزانة العرض 3m^3 فذلك يتطلب اضافة 26g من بخار الماء] فيصبح الوضع النهائي كما يلي :
 حرارة = 25°C ، $20^{\circ}\text{C} = 60\%$ و $20^{\circ}\text{C} = 14\text{g}/\text{m}^3$
 (د) نعم ان رفع درجة حرارة خزانة العرض الى 25°C سوف يؤدي الى نقصان 20°C الى 3.5% وهذا مستوى مثالي لحفظ الاثار البرونزية الشديدة التلف والتي تتطلب درجة 20°C اقل من 4.5% .

تعريف

الرطوبة المطلقة : 30°C Absolute humidity

هي عدد غرامات الماء الموجودة في المتر المكعب الواحد من الهواء.

التقويم (النسب) Calibration

هي عملية تصحيح قياس او تسجيل اي جهاز .

التكثف Condensation

هو تحول البخار من الحالة الغازية الى الحالة السائلة .

درجة تكون الندى : Dew-point

وهي الدرجة التي يتشبع عندها الهواء عن طريق انخفاض درجة

حررارة وبدون اضافة بخار ماء . وعندها فان اي تبريد اضافي سوف يسبب

التكثف . ويتكون الضباب بهذه الطريقة .

Hygrograph

جهاز قياس وتسجيل الرطوبة

وهو الجهاز الذي يقيس ويسجل في نفس الوقت درجة الرطوبة النسبية في الهواء على جدول خاص .

Hygrometer : المرطاب

وهو الجهاز الذي يقيس درجة الرطوبة النسبية في الهواء .

Hygro-thermograph

مسجل الرطوبة والحرارة :

انظر Thermo-hygrograph جهاز قياس وتسجيل الرطوبة والحرارة .

اثر لا عضوي :

اي مصنوع من مادة لا عضوية [مثال . حجر، سيراميك، زجاج، معدن] .

اثر عضوي :

اي مصنوع من مادة مصدرها حيواني او نباتي [مثل عاج، نسيج خشب] .

Psychrometer

سايكروميتر :

وهو جهاز لقياس درجة الرطوبة النسبية في الهواء عن طريق المقارنة بين قراءه محرار ذو بصله جافة واخر ذو بصله رطبة ، ملفوفة بقطعة شاش ترطب بالماء المقطر .

الرطوبة النسبية : ر.ن.

Relative humidity or hygrometric state:

هي النسبة بين كمية بخار الماء المحتواة فعلا في الهواء وتلك التي يمكن لنفس الحجم من الهواء احتوائها وبنفس درجة الحرارة للوصول الى درجة الاشباع .

Saturation : الاشباع :

حاله الهواء عندما لا يكون بإمكانه حمل المزيد من بخار الماء . ودرجه الاشباع هذه تختلف باختلاف درجة الحرارة .

Thermo-hygrograph : جهاز قياس وتسجيل الرطوبة والحرارة :

هو الجهاز الذي يقوم بقياس درجة الرطوبة النسبية ودلجة الحرارة وتسجيلها على جدول خاص .

MacLEOD, K.J.

Relative Humidity : Its Importance. Measurement & Control in Museum. Technical Bulletin No. 1 of the Canadian Conservation Institute. April 1975.

LAFONTAINE, R.N.

Recommended Enviromental for Museums Archives and Art Galleries. Technical Bulletin No - 3 of the Canadian Conservation Institute. August 1975.

THOMSON, G.

Museum Environment, Butterworths 1978. 270 pages.

Climatology and Conservation in Museums. Rome.

International Center for the Study of the Presevation and Restoration of Cultural Property [Extract from Museum, Vol. XIII. No. 4. 1960]

PLENDERLEITH. H.J. -WERNER, A.E.A.

The Conservation of Antiquities and Works of Art. London. University Press, 1971. 394 pages. 2nd Edition.

عناوين بعض المصنعين والمجهزين

The small letters below show which instruments are available from each supplier.

- a) Sling or whirling psychrometer
- b) Assman psychrometer
- c) Psychrometer with electric fan
- d) hygrometer
- e) electric hygrometer
- f) thermo-hygrometer
- g) hygrograph
- h) themo-hygrograph

Manufacturers

BENDIX ENVIRONMENTAL Science Division 1400

Tylor Avenue.

Baltimore. MD 21204

U.S.A.

Telephone: (301) 321 5200

C

C.F. CASELLA & Co. Ltd.

Regent House

Britannia Walk

London NI 7ND

Telephone: (01) 253 8581

Telex: 261641

Cable: Escutcheon, London N. 1

a b d g h

Wilm LAMBRECHT K.G.

Friedlander Weg 65/67

P.O. Box 2654

D-3400 Göttingen

Federal Republic of Germany

Telephone: (0551) 57721

Telex: 96862

Cable: Lambrechtgeraet

a b d f g h

MAXANT

41 rue Emile Zola

F-93107 Montreuil Cedex

France

Telephone: 859 6990

Cable: Thermax. 93 Montreuil

a g h

NOVASINA A.G.

Thurgauerstrasse 50

Postfach

CH 8050 Zürich

Switzerland

Telephone: (01) 301 4000

e

RICHARD PEKLY

116 Quai de Bezons

F-95102 Argenteuil

France

Telephone: (3) 947 0936

Telex : 698719

Cable: Enregistreur. Argenteuil

b d g h

S.I.A.P.

Via Massarenti 412/2

1-40100 Bologna

Italy

Telephone: (051) 531168

Telex: 511 197

Cable: SIPA Bologna

b d g h

VEB FEINGERÄTEBAU DREBACH

DDR-9362 Drebach/Erzgeb.

German Democratic Republic

Tolophone: Ehrenfriedersdorf 358

Telex: 77440

a d g h

Suppliers

FRANK W. JOEL LTD.

Unit 5

Oldmedow Road

Hardwich Industrial Estate

King's Lynn

Norfolk PE30 4H H

United Kingdom

Telephone: (0553) 60851/2

Telex: 97295 Winfrt G

FISHER SCIENTIFIC

International Division

52 Fadem Road

Springfield, NJ 07081

U.S.A.

Telephone: (201) 379 1400

Telex: 138287

a b c d f g h

VBS FEINGRATHEIL DRBACH

General Democratic Republic
Telephone: Bismarckstrasse 288
Tel.: 1740
a d g h
VBS (191-191)

FRANK W. JONL LTD

King's Lynn
Harwich Industrial Estate
Overlow Road
Unit 5

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ٤٢٤ لسنة ١٩٨٩

FRUITER BOUTMYRIC

International Division
22 Garden Road
Springfield, NY 07081
Tel.: (207) 878 1400





مطبعة التعليم العالي

بغداد