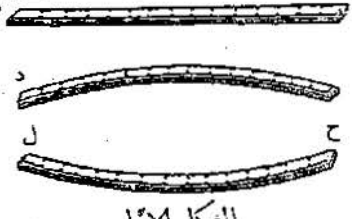
الثرمومتر او مقياس الحرارة

لا يخفى ان الثرمومتر من اكثر الآلات استعمالاً في الابحاث الطبيعية حتى يكاد لا يخلو جزء من اجزاء المقتطف من ذكره ولذلك رأينا ان نفرد له هذا الفصل ونبسط فيه الكلام ما امكن

ابسط واسطة يستعملها الانسان لقياس الحرارة هي حاسّة اللمس فيقول ان هذا الجسم احرّ من ذاك بناء على ما يشعر به من لمسه لذينك الجسمين لكنّ حاسّة اللمس لا يُعتمَد عليها دائمًا لاسباب منها ان الشعور بها يتغير بتغير احوال العضو الشاعر كما اذا غطّستَ يمينك في ماء حارّ ويسارك في ماء بارد ثم غطستهما كلتيهما في ماء فاتر فانك تشعر به باردًا باليمنى وحارًّا باليسرى وهو ليس باردًا ولا حارًّا بل فاتر. ومنها ان الشعور بها يتغير بتغير نوع الجسم الملموس ولو كانت حرارته واحدة كما اذا لمستَ جسمين احدهما من الخشب والآخر من الحديد فانك تشعر ان الحديد ابرد من الخشب او احر منه ولو كانت حرارتهما واحدة لان الحديد اسهل ايصالاً للحرارة من الخشب. هذا ناهيك عن ان حاسّة اللمس قاصرة عن حسبان الحرارة كمّا الامر اللازم لقياس حرارة الاجسام بعضها على بعض ولذلك وجب ان يُعتمد على خاصّة اخرى من خواص الحرارة لكي نقاس بها. وقد اعتمد العلماء منذ زمان على تمديد الحرارة للاجسام وجعلوا هذا التمديد مقياسًا للحرارة لانه يجري على سنن واحد ويقبل القسمة والقياس ولم يزالوا يعتمدون عليه في اكثر مقاييس الحرارة(١)

اما كون الحرارة تمدّد الاجسام وتزيد حجمها فيتضح من انك اذا صنعت كرة معدنية تدخل في حلقة دخولاً محكمًا ثم احميت الكرة وحاولت ادخالها في الحلقة وهي محماة لم تدخل. ولكنها تدخل عند ما تبرد وما ذلك الاّ لان حجمها قد كبر عندما احميت ثم عاد الى اصله عندما بردت. وهذا مطّرد في جميع الجوامد اي انها كلها تتمدد بالحرارة وتنقلّص بالبرودة. وما ظاهرهُ يخالف ذلك كتقلص بعض الاجسام الرطبة اذا سخنت فسببهُ خروج رطوبة الماء منها بالحرارة فيكون شأنها شأن قِرَب ملآنة فُرّغ الماء منها فاقتربت جدرانها بعضها من بعض وصغر حجمها الظاهر مع ان حجمها الحقيقي لم يتغيّر. ولكن الجوامد لا تتمدد كلها على السواء فبعضها يتمدد بالحرارة الواحدة ويتقلص بالبرودة اكثر من بعض ويظهر ذلك من انك اذا مرّرت سيرًا من النحاس بسير من الحديد كما ترى بين ا و ب في الشكل الاوّل وصببت عليهما ماءً غاليًا فانهما يتحدبان ويكون النحاس الى



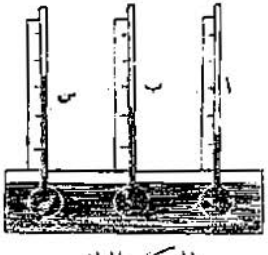
الشكل الاوّل

(١) قلنا في اكثر مقاييس الحرارة لانهم قد اعتمدوا ايضًا على خاصة اخرى من خواص الحرارة وجعلوها مقياسًا لها وهي توليدها الكهربائية في بعض المعادن

المحدب والحديد الى القعر لان النحاس يتمدد بالحرارة اكثر من الحديد. واذا بُرِّدا كثيراً يتحدبان الى الجهة الاخرى بحيث يصير النحاس في المقعَّر والحديد في المحدَّب لان النحاس ينقلص اكثر من الحديد. وتمديد الحرارة للجوامد قليل جدًّا كما يظهر من هذا الجدول

طوله متر على درجة الجليد	يصير طوله على درجة الماء الغالي
قضيب من الزجاج " " " " "	١٫٠٠٠٨٠٠
" " الفولاذ " " " " "	١٫٠٠١٢٣٩
" " الذهب " " " " "	١٫٠٠١٤٦٦
" " النحاس " " " " "	١٫٠٠١٧١٨
" " الفضة " " " " "	١٫٠٠١٩٠٩
" " القصدير " " " " "	١٫٠٠٢١٧٤
" " الرصاص " " " " "	١٫٠٠٢٨٥٧
" " الثوتيا " " " " "	١٫٠٠٢٩٤١

ويتضح تمديد الحرارة للسوائل من انك اذا وضعتَ ماء في انبوب زجاجي ذي بلبوس اي بصلة في اسفلهِ كاحد الانابيب المرسومة في الشكل الثاني واحميتَ بلبوسهُ يصعد الماء في ساقهِ عن الحد الذي كان عليهِ اولاً. وسبب ذلك انهُ يتمدد اكثر مما يتمدد زجاج البلبوس فيملأهُ وينبض عنهُ فيرتفع عن حدهِ الاوَّل وهذا يجري في كل السوائل. غير ان السوائل لا تتمدد على السواء كما يظهر اذا اثبتَ بثلاثة انابيب ذات بلبوسات كالمرسومة في الشكل الثاني ووضعت فيها مقادير متساوية من ثلاثة سوائل مختلفة وغمست بلبوساتها في ماء حارّ فان تلك السوائل لا تتمدد على السواء كما ترى في الشكل الثاني. وهاك جدول تمدُّد بعض السائلات بحرارة مئة درجة اي من درجة الجليد الى درجة الغليان



الشكل الثاني

الزئبق يتمدد	٠٫٠١٨٠ من جرمهِ الاصلي	والايثر	٠٫٠٧
والماء المقطر (٣)	٠٫٠٤٦٦	والحامض النيتريك	٠٫١١
والحامض الكبريتيك	٠٫٠٦	والكلوروفورم	٠٫١٥٧

(٣) ان الماء المقطر يكون على اعظم كثافتهِ عند ٤° س ويتمدد فوق هذه الدرجة وتحتها خلافاً للقاعدة العامة

ويتضح تمدد الحرارة للغازات من انك اذا اتيت بانبوب ذي بلبوس كالانابيب المتقدم ذكرها واحميت بلبوسه قليلاً وغطست طرف ساقهِ في سائل ملون يصعد السائل فيهِ حينما يبرد كما ترى في الشكل الثالث وما ذلك الاَّ لان الحرارة مدَّدت الهواء الذي كان في البلبوس والساق فخرج بعضهُ ثم لما برد الباقي تقلص فضغط الهواء الذي في الاناء س السائل الذي فيهِ ودفعهُ الى الساق كما ترى في الشكل . وكلما احميت البلبوس ب يتمدَّد الهواء الذي فيهِ ويدفع السائل من الساق . والواقع ان هذه الآلة ترمومتر هوائي تقاس بهِ الحرارة وهو من ادق انواع الترمومتر . والغازات تتمدد على معدَّل واحد تقريبًا خلافًا للجوامد والسوائل ومقدار تمددها كثير جدًّا فانهُ يبلغ $\frac{1}{273}$ من جرمها لكل درجة من الحرارة بميزان سنتكراد وهذا التمدد اكثر من تمدد الماء بثلاث عشرة مرَّة

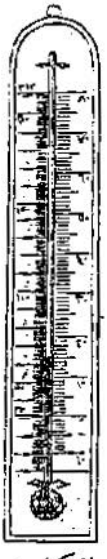
الشكل ٣

يظهر من هذه التجارب ان الغازات اكثر تمددًا بالحرارة من السوائل والسوائل اكثر تمددًا من الجوامد ولذلك اعتُمد على السوائل في عمل الترمومتر لاعتدال تمدُّدها . وقد اختير من بين السوائل الزئبق لانهُ لا يغلي الاَّ على درجة عالية جدًّا من الحرارة والكحول لانهُ لا يجمد على اوطإ درجات البرد المعروفة

ويُصنَع الترمومتر على هذه الكيفية . يؤتى بانبوب زجاجي دقيق وتدخل فيهِ نقطة زئبق تملأ مساحة قيراط منهُ ثم تحرَّك فيهِ من جهة الى اخرى فاذا كانت تملأ قيراطًا منهُ دائمًا فثقبهُ متساوي الاتساع ويمكن اصطناع الترمومتر منهُ . ثم يُسَدُّ طرف من طرفيهِ ويحمى وينفخ حتى يصير كالبلبوس ويلصق بطرفهِ الآخر قمع زجاجي ويوضع في هذا القمع زئبق نقي ويحمى البلبوس بتنديل فيتمدد الهواء الذي فيهِ ويخرج من بين اجزاء الزئبق ثم يُترَك البلبوس حتى يبرد فيضغط هواء الجلد الزئبق الذي في القمع ويُدخل بعضهُ الى البلبوس وبتكرير الاحماء والتبريد يدخل من الزئبق ما يملأ البلبوس وبعض الساق المتصلة بهِ . وحينئذٍ يحمى البلبوس جيدًا حتى يغلي الزئبق ويصعد بخارهُ من الانبوبة حاملاً معهُ ما كان فيها من الهواء والرطوبة وعند ذلك يسد طرف الانبوبة عند القمع سدًّا هرمسيًّا (٣) . ولا يخفى انهُ عندما يبرد الزئبق الذي في البلبوس والساق يتقلص ويعود الى حجمهِ الاول اي انهُ يملأ البلبوس وبعض الساق فقط . وعندما يسخن يتمدد ويعلو في الساق على قدر تمددهِ وبالتالي على قدر الحرارة التي مددتهُ ولذلك يكون تمددهُ دليلاً على الحرارة . ولكن لا يصح ان نسميهُ مقياسًا لها الاَّ بعد ان نختار درجتين من الحرارة ونرى اين يقف الزئبق عند كلٍّ منهما ونجعل الفرق بينهما مقياسًا نقيس بهِ الحرارة . وقد اصطلح فارنهيت الجرماني مخترع الترمومتر المنسوب اليهِ على جعل حرارة ملح النشادر المزوج

(٣) نسبة الى هرمس واضع الكيمياء على ما يزعم ويراد بهِ سد انابيب الزجاج بصهرها بالنار

بالثلج الطرف الواحد(٤) وحرارة الماء الغالي الطرف الآخر وقسم ما بينهما ٢١٢ قسمًا متساويًا سماها درجات فجعل حرارة ملح النشادر الممزوج بالثلج صفرًا وحرارة الماء الغالي ٢١٢ درجة. فاذا وضع ثرمومترهُ في ملح النشادر الممزوج بالثلج وقف زئبقهُ على صفر واذا وضع في الماء الغالي وقف على ٢١٢ واذا وضع في الثلج وقف على ٣٢ درجة واذا وضع في دم الانسان وقف على نحو ٩٨ درجة ولذلك تكون حرارة الثلج ٣٢° ف وحرارة الدم ٩٨° ف وحرارة الماء الغالي ٢١٢° ف



الشكل ٤

واصطلح رومير الفرنسوي مخترع الثرمومتر المنسوب اليهِ على جعل حرارة الثلج او الجليد الممزوج بالماء الطرف الواحد وحرارة الماء الغالي الطرف الآخر وجعل الاولى صفرًا والثانية ثمانين وقسم ما بينهما الى ثمانين قسمًا متساويًا سماها درجات ولذلك يكون عدد الدرجات بين حرارة الثلج وحرارة الماء الغالي في ميزان فارنهيت ١٨٠ درجة وعددها في ميزان رومير ٨٠ درجة فقط وبما ان مقدار الحرارة بين هذين الحدين هو واحد ابدًا مئة وثمانون درجة من درجات فارنهيت تعادل ثمانين درجة من درجات رومير وكل درجة من الاول تعادل اربعة اتساع الدرجة من الثاني. والشكل الرابع صورة ثرمومتر رُسمت على يمينهِ درجات رومير وعلى يسارهِ درجات فارنهيت ويظهر منهُ ان الدرجة الثانية والثلاثين من فارنهيت تعادل درجة الصفر من رومير لانها درجة حرارة الثلج في كليهما وان الدرجة المئتين والثانية عشرة من فارنهيت تعادل الثمانين من رومير لانها درجة حرارة الماء الغالي في كليهما

واصطلح سلسيوس صاحب الثرمومتر المسمى بالسنتكراد على جعل حرارة الثلج صفرًا وحرارة الماء الغالي مئة وقسم ما بينهما الى مئة قسم متساوٍ سماها درجات ايضًا وعليهِ فالدرجة من سنتكراد تعادل $\frac{4}{5}$ الدرجة من رومير او $\frac{9}{5}$ الدرجة من فارنهيت. وقد اخذ العلماء يعتمدون على هذا الثرمومتر لانهُ منقسم الى مئة قسم فالحساب بهِ اسهل من الحساب بغيرهِ

اما تقسيم الثرمومتر فيكون على هذه الكيفية. يغمس في اناء فيهِ ثلج او قطع من الجليد ولهُ سيفي اسفلهِ ثقب ليخرج الماء الذائب منهُ وتوضع علامة على الحد الذي يقف عليهِ الزئبق بعد اقامتهِ في الثلج ربع ساعة. ثم يوضع هذا الثرمومتر في اناء فيهِ بخار الماء الغالي وتحمى البخار ماء غالٍ وتوضع علامة ثانية على

(٤) ظنًا منهُ ان البرد الحاصل من ذلك هو درجة البرودة المطلقة التي لا برودة تحتها مع انهُ قد علم الآن ان البرد الطبيعي يحط في الاصقاع القطبية الى ٨٧° س تحت الصفر والبرد الصناعي الحاصل من بيكربنيد الكربون والحامض النتروس السائل يعادل — ١٤٠° س. والبرد المطلق الذي تسكن عندهُ جواهر الغازات ويبطل ضغطها هو نحو — ٢٧٤° س

الحد الذي يقف عليهِ الزئبق[٥] . اما العلامة فتوضع في الحالين على ساق الثرمومتر اما بربطهِ بخيط او سلك معدني او بردهِ ببرد دقيق . ثم اذا وُسِمت العلامة الاولى صفرًا والثانية مئة وقسم ما بينهما الى مئة قسم او درجة فالثرمومتر الحاصل من ذلك هو ثرمومتر سنتكراد واذا وسمت الاولى صفرًا والثانية ثمانين وقسم ما بينهما ثمانين قسمًا متساويًا فذلك ثرمومتر رومير . واذا وسمت الاولى ٣٢ والثانية ٢١٢ وقسم ما بينهما مئة وثمانين قسمًا متساويًا فذلك ثرمومتر فارنهيت . وتوسم الدرجة الاولى التي فوق الصفر في ثرمومتر سنتكراد ورومير واحدًا والتي فوقها اثنين وهلمَّ جرًّا ويقسم ما تحت صفر بهما الى اقسام كلٌّ منها يعادل قسمًا مما فوقهُ ويوسم الاوَّل من هذه الاقسام اي الذي يلي الصفر واحدًا والذي تحتهُ اثنين وهلمَّ جرًّا الاَّ ان الاعداد التي فوق الصفر تكون ايجابية والتي تحتهُ سلبية امَّا للبس . وتوسم الدرجة الاولى التي فوق ٣٢ في ثرمومتر فارنهيت ٣٣ والتي فوقها ٣٤ وهلمَّ جرًّا ويقسم ما تحت ٣٢ الى اقسام كلٌّ منها يعادل قسمًا مما فوقهُ ويوسم الاوَّل منها ٣١ والذي تحتهُ ٣٠ وهلمَّ جرًّا الى الصفر ويوسم القسم الذي تحت الصفر واحدًا سلبًا والذي تحتهُ — ٢ وهلمَّ جرًّا . وقد جرت العادة ان يوضع على راس العدد الدال على الدرجات دائرة صغيرة ليظهر انهُ درجات والى يسارهِ حرف منقطع من اسم الثرمومتر الذي هو منهُ كما اذا قيل ان الدرجة السابعة والسبعين بميزان فارنهيت تعادل الخامسة والعشرين بميزان سنتكراد او العشرين بميزان رومير فتكتب ٧٧° ف = ٢٥° س = ٢٠° ر ولا اشكال في ذلك . وترسم الاعداد على زجاج الثرمومتر او على لوح من خشب او عاج او معدن لاصق بهِ

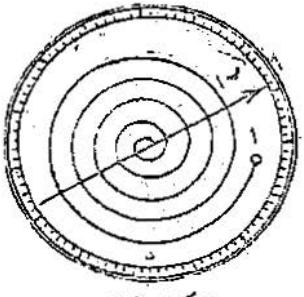
ولا يكون الثرمومتر الزئبقي دقيقًا ما لم يستكمل الشروط الآتية وهي اولاً ان يقف زئبقهُ على ٠° س عند ما يوضع في الثلج الآخذ بالذوبان وعلى ١٠٠° س عندما يوضع في بخار الماء الغالي اذا كان ارتفاع البارومتر ٧٦٠ ملمترًا . ثانيًا ان يقع زئبقهُ على رأسهِ اذا قلب ويسمع لوقوعهِ صوت معدني والاَّ ففيهِ شيء من الهواء . ثالثًا ان يكون اتساع ثقبهِ واحدًا في كل اجزائهِ ويعرف ذلك بان يفصل قسم من زئبقهِ ويحرك فيهِ من جهة الى اخرى

هذا من قبيل الثرمومتر الزئبقي اما الثرمومتر الكحولي فيملأ كحولاً باحماء بلبوسهِ وتغطيس راسهِ في الكحول المصبوغ بصبغ احمر فيصعد الكحول فيهِ عندما يبرد البلبوس ويملأهُ . ثم يغلى ويسد من طرفهِ كما غلي الثرمومتر الزئبقي وسُدَّ ويُعيَّن صفرهُ كما عُيِّن صفر ذاك . واما درجة الغليان فلا يمكن تعيينها

(٥) يجب ان يكون ضغط الجلد حينئذٍ ٧٦٠ ملمترًا والاَّ فان زاد او نقص لم يغل الماء على درجة الغليان المعوَّل عليها . وكل ٢٧ ملمترًا في البارومتر تقابل درجةً من الحرارة اي اذا كان ارتفاع البارومتر ٧٨٧ ملمترًا غلى الماء عند ١٠١° س واذا كان ارتفاعهُ ٧٣٣ ملمترًا غلى عند ٩٩° س ولذلك يجب الالتفات الى ارتفاع البارومتر عند تقسيم الثرمومتر

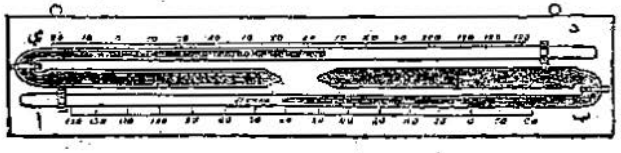
عليهِ لان الكحول يغلي عند ٧٨° س اي قبل وصولهِ الى درجة غليان الماء ولذلك يوضع في ماء تتزايد حرارتهُ بالتدريج ويوضع معهُ ترمومتر زئبقي ويقسم بمقابلتهِ به فاذا وقف زئبق الزئبقي على ٧٠ مثلاً يرفع العدد ٧٠ حيث يقف كحول الكحولي ويلمّ جرًّا

بقيت اشكال اخرى من الثرمومتر كالثرمومتر الهوائي والثرمومتر المعدني وثرمومتر الاعظم والاقل اما الثرمومتر الهوائي فقد مرّ وصفهُ ورسمهُ في الشكل الثالث واما المعدني فيصنع من سيرين دقيقين من معدنين مختلفين كالبلاتين والفضة يلصق احدهما بالآخر ويلفان لفًّا حلزونيًّا ويجعل اشدهما تمددًا في الداخل واقلهما تمددًا في الخارج كما ترى في الشكل الخامس ويثبت طرف منهما بحمار كما ترى عند ا ويلحم الطرف الثاني بعقرب كعقرب الساعة يدور على سطح كالمينا فاذا زادت الحرارة تمدد السير الداخلي اكثر من الخارجي فاتسعت الدائرة ودار راس العقرب الى جهة الحرف ب واذا قلّت الحرارة تقلص السير الداخلي اكثر من الخارجي ودار راس العقرب الى جهة الحرف ا . وترسم الدرجات على هذه المينا بمقابلة الثرمومتر بثرمومتر زئبقي



الشكل الخامس

واما ثرمومتر الاعظم فجزء من زئبقهِ منفصول عن بقية الزئبق بتقاعة من الهواء وهو يوضع افقيًّا كما ترى في ب ا من الشكل السادس والجزء المفصول منهُ هو المحاذي للحرف الافرنجي c فاذا تمدّد زئبقهُ بالحرارة وبلغ اعظم درجة يصل اليها ثم انحطّ عنها يبقى الزئبق المفصول على تلك الدرجة



الشكل السادس

ولا ينزل عنها مهما اشتدّ البرد الّا اذا قلب الثرمومتر فتنزل تلك القطعة بثقلها . فاذا رُوقب هذا الثرمومتر الساعة الخامسة صباحًا والخامسة مساءً عُلم منهُ الحد الذي اتصلت اليهِ الحرارة ذلك النهار . وثرمومتر الاقل كحولي فيهِ ابرة صغيرة من الزجاج يجرها الكحول معهُ عندما يتقلص ويتركها وراءهُ عندما يتمدد كما ترى في القسم الاعلى من الشكل السادس فيعلم منها اوطأ درجة انحطّت اليها الحرارة في مدة معلومة

اهلاك الحشرات

احسن الاشياء لاهلاك الحشرات او طردها من المنازل النتالين لان الحشرات تكره ابخرتهُ كرهًا شديدًا فلا تدنو منها