في التبريد وعمل الجليد

صار الصيف على الابواب وقلّ من لا يلتمس طريقة لتبريد حرّه فلا غرو اذا تأهّل كثيرون بهذه المقالة ولا سيما لانا لا نقتصر فيها على ذكر القضايا مجرّدة بل نتقنها باسبابها الفلسفية لكي يرى القارئ حقيقتها ولو لم يحاول اجراءها فعلاً . ولا بدّ لنا قبل الشروع في وصف طرق التبريد وعمل الجليد من شرح اربع حقائق من حقائق الطبيعة تمهيدًا لما يأتي

الحقيقة الاولى : الحرارة تلطّف الاجسام والبرد يكثّفها فاذا أُحمي الجامد الى درجة معلومة سال او تحوّل الى بخار اذا لم يحلّ قبلُ واذا أُحمي السائل الى درجة معلومة تحوّل الى بخار اذا لم يحلّ قبلُ . واذا برد البخار او الغاز الى درجة معلومة سالا او جمدا واذا برد السائل الى درجة معلومة جمد . مثال ما تقدّم اذا أُحمي الجليد صار ماء وبخارًا . واذا أُحمي الماء صار بخارًا . واذا برد البخار صار ماء او جليدًا . واذا برد الماء صار جليدًا . وبما ان الجسم جامدًا اكثف[1] منهُ سائلاً على الغالب وسائلاً اكثف منهُ غازًا فالحرارة تلطف الاجسام والبرد يكثفها

الحقيقة الثانية : الضغط يفعل بالاجسام فعل البرد فاذا زاد الضغط على سائل قلّ تحوّله بخارًا واذا قلّ الضغط عنهُ زاد تحوّله بخارًا . واذا زاد الضغط على غاز سهل تسييله واذا قلّ عنهُ الضغط صعب تسييله

الحقيقة الثالثة : اذا تحوّلت الاجسام من الكثافة الى اللطافة اختفى فيها جانب من الحرارة واذا تحوّلت من اللطافة الى الكثافة ظهرت منها الحرارة التي اختفت فيها اولاً . مثال ذلك اذا سُخّن الماء على النار يسخن حتى يبلغ درجة الغليان اي ١٠٠° سنتكراد ثم لا تزيد حرارتهُ اذا كان الاناء مكشوفًا مهما اشتدت النار . وذلك لان الحرارة الزائدة تختفي في البخار الصاعد من الماء . ثم اذا بُرّد هذا البخار بامرارهِ في انبوب محاط بماء بارد فالماء البارد يسخن من الحرارة التي تخرج من البخار والبخار يبرد حتى يتحوّل الى ماء . فاذا حُسب مقدار الحرارة التي حوّلت الماء بخارًا والحرارة التي خرجت من البخار عند ما عاد ماء يوجد انهما سيّان اي ان البخار قد ردّ الى الماء الذي بُرّد بهِ ما اخذهُ من حرارة النار . وكذا اذا أُذيب الملح في الماء فالملح المذاب يسلب الماء جانبًا من حرارتهِ فيبرد . وامثلة ذلك كثيرة جدًّا والسبب فيها كلها ان الحرارة التي ضاعت حسب الظاهر قد استُخدِمت في تحويل السائل الى بخار وفي تسييل الجامد اي في تفريق دقائقها بعضها عن بعض فاذا عادت دقائقها الى مراكزها الاولى خرجت الحرارة منها[2]

(١) الجليد اخف من الماء لانهُ متبلور (٢) ان هذا التعليل تقريبي لان الحرارة حركة في دقائق الاجسام

الحقيقة الرابعة : حرارة الماء النوعية عظيمة جدًّا اي يلزم لتسخينهِ الى درجة معلومة حرارة كثيرة فاذا مُزِج رطل منهُ حرارتهُ مئة درجة برطل من الزئبق حرارتهُ صفر لا تكون حرارة الرطلين خمسين درجة بل تكون سبعًا وتسعين درجة اي ان رطل الماء يخسر ثلاث درجات من حرارتهِ فقط فتكفي هذه لتسخين رطل الزئبق ٩٧ درجة[1] . وكذا اذا مُزِج رطل من الزئبق حرارتهُ ١٠٠ درجة برطل من الماء حرارتهُ صفر تكون حرارة الرطلين ثلاث درجات فقط . ولذلك يقتضي برد شديد لتبريد الماء السخن وحرٌّ شديد لتسخين الماء البارد . واذ قد تمهَّد ذلك نتقدَّم الى ذكر بعض الطرق المستعملة للتبريد وعمل الجليد ونتبع آلات عمل الجليد الى اعلى ما وصلت اليهِ

من اوَّل طرق التبريد رش الماء على ما يراد تبريدهُ . فان الماء المرشوش يخر بسرعة فيسلب ما يجاورهُ من الاجسام جانبًا من حرارتهِ . ومنها رش العضو المراد تبريدهُ بالايثر بآلة تُسمَّى بالاتوميزر فان العضو المرشوش كذلك قد يبرد الى درجة تفقدهُ الشعور فتستعمل هذه الطريقة في الاعمال الجراحية . ومنها وضع الماء في آنية خزفية كثيرة الرشح فان الماء الراشح منها يخر بسرعة فيسلبها جانبًا من حرارتها فيبرد الماء الذي فيها . ويكثر بخر الماء الراشح اذا كان الهواء ناشفًا متحركًا لان الهواء لا يحتمل الَّا مقدارًا معينًا من بخار الماء فاذا كان رطبًا او ساكنًا شبع بسرعة بقليل من البخار وبطل بخر الماء . ومنها التروبح بالمراوح فهو يجدِّد الهواء لحمل البخار المائي عن الجسم المروَّح . ومنها ايصال الجسم المراد تبريدهُ بجسم ابرد منهُ لان جانبًا من الحرارة يذهب من السخن الى البارد حتى يتعادلا . وبما ان الماء والثلج يحتملان حرارة كثيرة يُبرَّد بهما من الاجسام ما كان اسخن منهما فيسلبان كثيرًا من حرارة تلك الاجسام فتبرد . ومنها استخدام آلات عمل الجليد الآتي بيانها

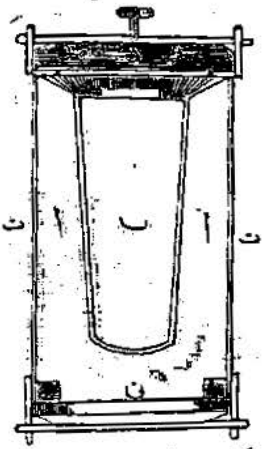
اما عمل الجليد فاتجهت اليهِ الافكار منذ زمان غير طويل واختُرِعَت لهُ آلات كثيرة مختلفة المبادئ ولم تزل الاختراعات جارية فيهِ حتى الساعة . ومن ابسط تلك الآلات الآلة المستعملة في هذه البلاد لعمل البوزة وهي اناء اسطواني يوضع فيهِ مزيج من الثلج والملح ويغمس فيهِ وعاء آخر فيهِ السائل المراد تجميدهُ بالبرد فالملح والثلج يذوبان فيجتذبان جانبًا من حرارة السائل فيجمد . واحسن من الثلج والملح مزيج من عشرة اجزاء من كلوريد الكلسيوم المتبلور وسبعة من الثلج فانهُ يحط درجة الحرارة الى ٥٠° تحت الصفر

ومنها آلة بسيطة قليلة النفقة شاعت منذ يسير وكثر استخدامها في البيوت وهي وعاء اسطواني مثل ١١ (الشكل ١) ووعاء مخروطي مثل ب مفتوح من احد طرفيهِ . فاذا وُضِع الوعاء المخروطي في الوعاء الاسطواني وسدَّ جانبهُ المفتوح انسدَّ معهُ الوعاء الاسطواني من ذلك الجانب ويمكن سد الجانب الثاني

(١) ويعبَّر عن ذلك بان حرارة الماء النوعية واحد وحرارة الزئبق النوعية ٠٫٠٣٣

منه بسدادة كما ترى في الشكل الاوّل . وهاتان السدادتان لوحان من الخشب او المعدن يوضع تحت كلٍّ منهما حلقة من الكاوتشوك وتضغط بلولب داخل في سير حديد كما ترى في الصورة . فيوضع ماء في الوعاء المخروطي ب الى نحو ثلث علوه ويوضع هذا الوعاء في الوعاء الاسطواني ويسدّ عليهما ثم تُدار الآلة حتى يصير اسفلها في الرسم اعلاها ويوضع في الوعاء الاسطواني من نترات النشادر ما يملأ نصف الفراغ الباقي حول الوعاء المخروطي ويملأ ما بقي ماء ويسد عليها سدًّا محكمًا كما تقدّم وتدار الآلة نحو عشر دقائق على محورين عند ت ت اللذين يقامان على عمودين لم يُرسَما في الصورة فيجمد الماء الذي في ب . واذا كان الحرّ شديدًا يبرد ولكنه لا يجمد فيجب استخدامه (في تجميد ماء آخر) عوضًا عن الماء الذي يوضع مع نترات النشادر . ثم اذا جفّف الماء الذي ذاب فيه نترات النشادر جفّ نترات النشادر وامكن استخدامه مرّة اخرى بل مرارًا متعدّدة . وبهذا يمتاز عن غيره من الاملاح التي يمكن استخدامها لهذه الغاية

الشكل ١



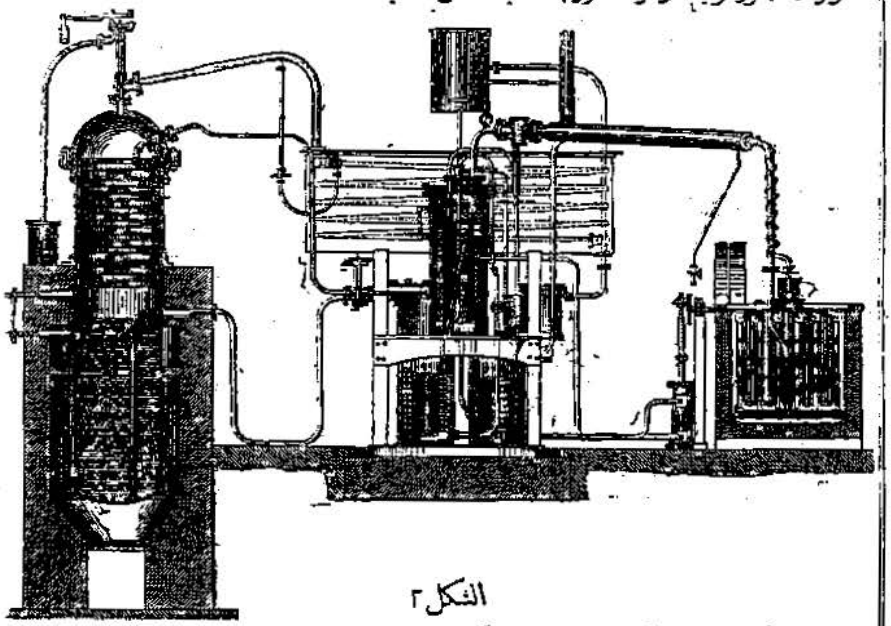
واذا أُريد عمل مقدار كبير من الجليد لاجل التجارة يُستخدَم له آلة من الآلات الآتي وصفها وهي آلة هريصن . اجزاؤها الرئيسة انابيب معدنية فيها ايثر غائصة في ماصع (اي ماء ملح) ومتصلة بآلة لتفريغ الهواء تحركها آلة بخارية . فالايثر يتحوّل الى بخار بحرارة الماصع المحيط به والمفرّغة تسحب بخارهُ وتنقله الى حيث يتكاثف ويسيل ثم ترده الى الانابيب التي كان فيها . فيبرد الماصع كثيرًا لان الايثر يسلبهُ حرارتهُ وتبلغ برودتهُ ثماني درجات تحت درجة الجليد ولكنهُ لا يجمد وحينئذٍ يدور حول آنية معدنية فيها ماء صرف فيبرد الماء الذي فيها ويصير جليدًا . وتنقله هذه الآلة قائمة بالوقود الذي يشعل لادارة مفرّغة الهواء ويتمّ الماء الذي يستخدم لتسييل بخار الايثر

وقد اضاف سيدلي وماكي الى هذه الآلة طلمبا تسيل بخار الايثر بالضغط . فصارت الآلة التي فوقها مئة حصان تصنع في اليوم مئة وعشرين قنطارًا من الجليد (القنطار مئتا اقة)

ومنها آلة بويل وتفرق عمّا قبلها بانهُ يستخدم فيها غاز النشادر بدلًا من الايثر وهي رخيصة الثمن وغير كثيرة النفقة حتى في الاقاليم الحارّة

ومنها آلة بكه الجنوي وتمتاز عما تقدّم باستخدام الحامض الكبريتوس السائل الذي ليس في استعماله خطر كما في استعمال الايثر لان الايثر يذيب زيت الآلة ويرشح منها ويكون ضغطهُ شديدًا جدًّا في الاقاليم الحارّة فيخشى من انهُ يشق الآلة . وقد اشتهرت هذه الآلة كثيرًا على حداثة عهدها

ومنها آلة مسيو كراي وفيها يسيل غاز النشادر بالضغط ثم يرفع الضغط عنه فيبخر سريعاً ويسلب الحرارة ممّا جاورهُ وهي المرسومة صورتها[1] في الشكل الثاني



الشكل ٢

ومنها آلة هولدن ويمكن ان يستخدم فيها كل السوائل المتبخرة مثل الايثر العادي والايثر المثيلك والشيوجين والحامض الكبريتوس

ومنها آلة موتاي وروسي: ان في كل ما تقدم من الآلات ما عدا آلة كراي تكون النفقة كثيرة والضغط شديداً ولا سيما اذا كان الاقليم حارًّا وهذا يزيد نفقة التبريد ويجعل الآلة في خطر الانشقاق لانهُ اذا كانت حرارة الماء ٧٥° ف وهي تعادل حرارة الربيع عندنا يكون ضغط غاز النشادر من ١٥٠ ليبرة الى ١٦٠ ليبرة على كل عقدة مربعة من الآلة المحصور فيها وضغط كلوريد المثيل ٨٠ ليبرة والايثر المثيلك ٧٨ ليبرة والاكسيد الكبريتوس[2] ٦٠ ليبرة. واذا بلغت حرارة الماء ٨٥° او ٩٠° ف وهي حرارة الصيف عندنا يزيد الضغط كثيرًا لان الضغط لا يزيد على نسبة ازدياد الحرارة فقط فلا تسلم الآلة من الانشقاق او من ارتشاح الغاز. وقد جاء في السبتفك اميركان ان آلة مصنوعة على مبدإ آلة

(١) هذه الصورة من صور كثيرة تكرَّم علينا بها المخواجه هربر الاميركاني واولادهُ وهي من صور كتابهم النفيس المعنون بالقرن الاول للجمهورية الاميركانية الذي يتكلم على تقدم تلك البلاد مدة قرن اسيء منذ استقلالها الى سنة ١٨٧٦

(٢) الذي اكسيد السلفروس