المشرق

الهواء الجوّي وميزان ضغطهِ (البارومتر)

للاب غدفريد زمُّوفن اليسوعي مدرّس الطبيعيّات في كلية القديس يوسف

١

انَّ اوّل ما يشعر بهِ المرء من الظواهر الجوّيَّة عنصرٌ يُحدق بهِ أنّى انتقل وكيفما تصرَّف وما ادراك ما ذلك العنصر ألَا وهو الهواء الكُرَوي الذي فيهِ انغمس البشر كما يغوص السمك في الماء. وهذا الجسم اللطيف المَرِن لا يدركهُ البصر وانَّما لهُ مفاعيل بيّنة نحسُّ بها آناء الليل واطراف النهار ولا يكاد يخلو يومٌ الَّا ونشكو حرارتهُ او نقشعرّ من بردهِ او نتنسَّم من نفحاتهِ الطيّبة الى غير ذلك من التأثيرات المعروفة. ومن اخصّ معدلاتهِ انَّهُ قوام حياة الحيوان وانَّ اضطرابهُ سببُ الرياح وعلَّة الانواء والزوابع وهو يُحدث تلك الإعصارات التي ربَّما اشتدَّت وطأتُها على بعض البلاد فنسفتها نسفًا وحوّلتها الى قاعٍ بلقع.

وليس الهواء كما زعم الاقدمون عنصرا بسيطًا وانَّما هو مزيجٌ يتركَّب من عدَّة عناصر (راجع المشرق ص ٧٦٤ و ٧٦٥) اخصّها الأكسيجين والأزوت وكلا الغازين عارٍ من اللون خُلوٌّ من الطعم والرائحة الَّا انَّهما في ما سوى ذلك يختلفان كلّ الاختلاف. ومن اراد ان يُفرزهما فليأخذ شمعة موقدة يُدخلها في كلٍّ من الغازين بالمناوبة فاذا غُمست في الأزوت انطفأت بخلاف الاكسيجين فانَّ لهب الشمعة يزداد فيهِ سطوعًا. واذا ادنيتَ من الاكسيجين شمعة منطفئة تدخّن ذبالتُها رأيتها للحال تتّقد وتسمع لاتّقادها صوتًا شديدًا.

ومن الاختبارات التي تصلح لتعريف خواصّ الاكسيجين والازوت ان تعمد الى عصفورين تدخل احدهما تحت قبّة زجاجية تتضمّن كمّيّة من الاكسيجين والآخر في قبّة تتضمّن الازوت فترى العصفور الاوّل يتطاير فرحاً ويطرب منتعشاً ويبالغ في الصفير والحركة بخلاف الثاني الذي تخورُ قواهُ وتخمد حركتهُ الى ان يموت اختناقاً. فالاكسيجين هو اذن ركن الحياة بل لولاهُ لَما امكن ايقاد نار واشعال ضوء

على انّ الاكسيجين وحدهُ ذو عمل شديد لو تركهُ البارئ دون الازوت لأثّر تأثيرًا بالغاً في انسجة الجسم وتواتر تنفّس الحيوان وازدادت حركة الدم ودورانهُ في الشريانات وفسدت في الانسان بوقت قريب اسباب الحياة. وعليهِ فقد ألان سبحانهُ وتعالى شدّتهُ هذه المفرطة ومزج فيهِ لتعديلهِ قسماً من الازوت الذي لا تأثير لهُ في اجهزة الحياة

اما الكمّيّة الداخلة في الهواء من كلا الغازين فهذا مُعدّلها. يدخل في مئة قسم من الهواء نحو ٧٩ قسماً من الاكسيجين وعشرون قسماً من الازوت وشيء من بعض الغازات النادرة المكتشفة حديثاً كالأرغون (Argon) والهيليوم (Hélium). وهذا التركيب لا يختلف اختلافاً يُذكَر سواء تعتبر هواء الجبال او هواء الاردية او هواء الاقاليم الباردة او الحارّة. فان وُجد في بعضها اختلاف فانّهُ لا يتجاوز جزءاً واحداً في الالف

وما خلا هذه الغازات يوجد ايضاً في الجوّ شيء من الحامض الكربوني ينتج في الهواء من تنفّس البشر والحيوانات ومن حرق الفحم وايقاد النارات ومن تعفّن بعض المواد والمزابل وإفراز النبات ليلاً. وهذا الحامض شديد الضرر بل سمٌّ زعاف يختلف قدرهُ باختلاف الاوقات والامكنة. وربّما ازداد مقدارهُ فبلغ من اربعة اجزاء الى ثمانية في الالف

ولا يخلو الجوّ من كمّية قليلة من الماء المتبخّر واذا كثر هذا البخار تولّدت منهُ الغيوم والامطار كما لا يُخفى

هذا ولا يمكننا ضرب الصفح عمّا في الهواء من الذرّات العديدة كهباء اصناف المعادن ونُقايات الارض والجراثيم الحيوانيّة وكأنها منبثّة في الهواء ينفذ في فمنا بالتنفّس ويلج في الرئة ويُفضي حياتنا نخصّ منها بالذكر تلك الآليّات النباتية التي تُعرف بالميكروبات ومنها الوفُ الوفِ وربوات الوف الوفِ في الهواء تنفذ في جسم الحيوان فمنها اختمار المواد وفساد الجيف والحُمّيات واصناف الادواء المعدية. هذا الى عدد لا يُحصى من اشكال الهوامّ التي لا تقع تحت الحواسّ لصغر اجرامها. الّا انّ كثيرًا منها يصارع الانسان مصارعة في كلّ

ساعات حياتهِ وهي لا تزال تحمل عليهِ الحملات الصادقة حتى تأتي على حياتهِ بالموت

٢

ومن المعلوم انّ الهواء الذي يكتنفنا يستدير بالارض جميعاً ودائرة الهواء حول الارض تُدعى جوًّا والجوّ لاصق بالكرة الارضية اعني انّهُ يصحبها اذا سارت في فلكها يشاركها في كافّة احوالها وحركاتها. والذين ركبوا المناطيد وارتفعوا الى طبقات الجوّ العليا قد وجدوا الهواء كما في الطبقات السُّفلى بيد انّهُ متخلخل. هذا وهو امرٌ مقرَّر ان للهواء حدودًا ليس وراءها غير الفضاء. وقد قاس الفلكيُّون بالتخمين ارتفاع الهواء فوق سطح الارض فارتأوا انّ علوّهُ لا يتجاوز ستين او سبعين كيلومترًا. اما الزُّرقة التي تشهدها العين فانّما هي لون الهواء في تكاثفهِ وامتدادهِ

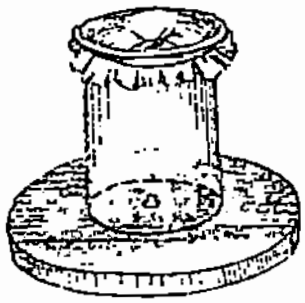
والهواء مع لطفهِ ذو ثقل. تلك قضيّة خطرت على بال الاقدمين الّا انهم لم يحسنوا الاختبار لتحقيقها. ويُخبر عن ارسطو الفيلسوف انّهُ اتّخذ لذلك زقًّا فوزنهُ اوّلًا فارغًا ثم نفخهُ وكرَّر وزنهُ لعلّهُ يجد بين حالتيهِ فرقًا في الثقل فلم يجد فاستنتج ان الهواء لا ثقل لهُ. بيدَ انّهُ ساء ظنهُ كما سيأتي. واوّل من بيَّن ذلك العلّامة الشهير كليلاي (Galilée) ثم عدَّد في سنة ١٦٤٠ تلميذاهُ الشهيران توريشلي وذي غريك الاختبارات لبيان هذه الحقيقة

والبرهان على ذلك ان تأخذ قارورةً من زجاج تحتوي نحو مقدار عشرة ليترات في اعلاها حنفيَّة فتزنها والهواء فيها. ثم تستخرج بواسطة آلة التفريغ ما فيها من الهواء وتزنها ثانيةً فتجد ان ثقل القارورة قد خفَّ ورجحت كفَّة الميزان التي فيها المثاقيل المعادلة للقارورة. واذا فتحتَ الحنفيَّة دخلها الهواء بصفيرٍ شديد وارتفعت الكفَّة الراجحة الى ان تتوازى الكفَّتان. فيثبت بذلك انَّ للهواء ثقلًا. وهذا الثقل في كل ليتر يناسب غرامًا و٢٩٣ ميليغرامًا. اما اختبار ارسطو فكان مخلًّا لجهلهِ مبدأ ارشميد وهو انّ كل جسم يخفُّ ثقلهُ اذا وُزن في مائع كالماء او الهواء. ويفقد قسمًا من ثقلهِ يساوي ثقل المائع الذي يحلُّ محلَّهُ

ويُبرهَن ايضًا على ثقل الهواء بوزن قارورة من زجاج تتضمَّن كميَّةً منهُ معلومة. ثم تحمى تلك القارورة الى ان يسخن الهواء الذي فيها فيتخلخل ويخفّ فترى ثقل القارورة قد نقص لذلك

ومن الاختبارات الشائعة ان تعمد الى انبوبة مثلّمة من زجاج فتربط احد طرفيها بثانةٍ ربطًا محكمًا وتركّب طرفها الثاني فوق فوهة آلة التفريغ فاذا فُرِّغ منها

الهواء ترى المثانة تنضغط ضغطاً قوياً الى ان تتمزّق اربًا بصوت شديد لتحامل ثقل الهواء الخارج عليها (راجع الشكل الاوّل)



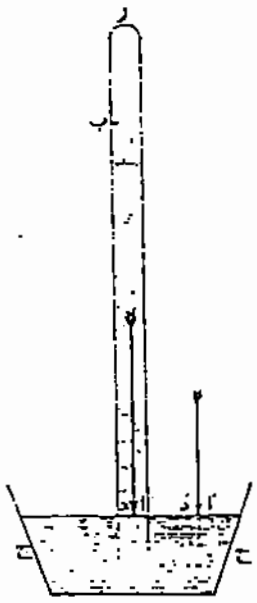
الشكل ١ . تمزّق المثانة لضغط الهواء

هذا وقد وُضع لمعرفة ثقل الهواء آلة تدعى البارومتر ومعناهُ مقياس الضغط يُعرف به مقدار قوّة ضغط الهواء وضعفهُ وثقلهُ وخفّتهُ في كل ساعة من النهار لانَّ ببرودتهِ وحرارتهِ ورطوبتهِ ويبوستهِ يتغيَّر كثيرًا في الكثافة والتخلخل . وفي معرفة احوالهِ هذه منافع لا تُنكَر . امَّا مخترع البارومتر فهو توريشلي تلميذ كليلاي . وذلك أنهُ اخذ انبوبًا من زجاج طولهُ نحو متر سُدَّ احدُ طرفيهِ فملأهُ زئبقًا وسدَّ الطرف الآخر باصبعهِ ثم عكسهُ وغمس هذا الطرف في وعاء مملوء من الزئبق ورفع اصبعهُ فهبط الزئبق في الانبوبة هبوطاً قليلاً وبقي منهُ قسمٌ مرتفع في الانبوبة فاستنتج من ذلك انَّ ثقل الهواء يوازي ثقل عمود الزئبق (انظر الشكل الثاني)

فالبارومتر اذًا يتركّب اصليًّا من انبوبة زجاج طولها ٩٠ سنتيمترًا يُسَدّ طرفها الاعلى ويغوص طرفها الاسفل في وعاء مملوء زئبقًا ويصعد من الزئبق المذكور قسمٌ في الانبوبة الى حدّ ما يبقى فوقهُ فضاء خالٍ من كل سائل يدعى بيتُ المقياس يضيق او يتسع على حسب ثقل الهواء او خفّتهِ في الجوّ . امَّا طول عمود الزئبق فهو عند اعتدال الهواء نحو ٧٦ سنتيمترًا اعني انَّ ضغط هواء الجوّ وقتئذٍ يعادل عمودًا من الزئبق طولهُ ذراعٌ بنيف قليل (وطول الذراع ٧٥ سنتيمترًا)

ومن شروط تجهيز البارومتر ان يبقى بيت المقياس فارغًا من كل آثار الهواء ولذلك لا بُدَّ من تجفيف الانبوبة الزجاجية لئلاَّ يلصق بها شيء منهُ . واحسن طريقة لذلك ان يُسخَّن الزئبق فانَّ الحرارة تدفع الرطوبة وتزيل ما يلصق من الهواء بجدار الانبوبة . ولا بُدَّ ايضًا من مراعاة امور ثلاثة في استعمال البارومتر لتصدق دلالتهُ تمامًا على ضغط الهواء : الأولى تغيُّر حالة الجوّ من حيث الحرارة والبرودة . الثاني الجاذبية الشمسية اذا كان

قطر عمود الزئبق صغيرًا . والثالث شدّة الثقل



الشكل ٢ . بارومتر الزئبق

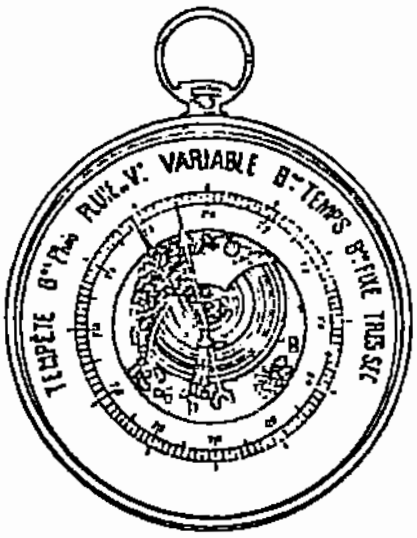
ولبيان عمل ضغط الهواء في البارومتر فلنفترض (انظر الشكل ٢) على سطح الزئبق (ج ح) في الوعاء مساحتين متساويتين احداهما في خارج الانبوبة (ا د) والاخرى (ا د) في داخلها . فلا بُدَّ من القول انّ ضغطهما متساوٍ لوقوعهما في علوّ واحدٍ من الزئبق الراكد على مقتضى مبدإ السائلات الراكدة لانّ كلّ نقطة من السائل في طبقةٍ افقيّة واحدة سواء كانت على سطحه او في وسطه تُضغَط ضغطًا متساويًا . فمن ثمّ تكون قوّة الضغط على كلا المساحتين واحدة . فان صحّ ذلك نتج انّ قوّة ضغط الهواء في (ا د) تساوي لضغط عمود الزئبق الاسطوانيّ الذي ركنهُ الاسفل (ا د) وعلوّهُ المسافة الواقعة بين سطح الزئبق في الوعاء (ا د) وسطحهُ في الانبوبة (ب) . وسبب هذا الارتفاع انّما هو ضغط هواء الجوّ للزئبق الذي في الوعاء فيلجئهُ الى الارتفاع في الانبوب لانّهُ فارغ من الهواء فلا يلحق الزئبق منهُ ضغط . واذا كسر رأس الانبوبة في (ر) هبط فحال العمود الاسطواني فصار مساويًا لسطح (ا د) وارتفاع الزئبق عادةً عند شاطئ البحر نحو ٧٦ سنتيمترًا . وفي الجبال يتخلخل الهواء ويضعف ضغطهُ ولذلك يهبط عمود الزئبق بخلاف الاودية حيث يكثف الهواء فيرتفع الزئبق في الانبوب

وان شئت ان تعرف مقدار ضغط الهواء على مساحة سنتيمتر من سطح الزئبق فيكفي ان تحسب كم هو ثقل اسطوانة من الزئبق يبلغ ركنها سنتيمترًا وعلوّها ٧٦ سنتيمترًا وتضربها بعدد كثافة الزئبق النوعية فتجد ١٠٣٣ غراماً او كيلوغراماً و ٣٣ غراماً . ويبلغ الضغط في كلّ متر مربع ١٠٣٣٠ كيلوغراماً . ولمّا كان سطح جسم الانسان المتوسّط القامة

متراً ونصفاً نتج انَّهُ يضغطهُ من الهواء ثقل يوازي ١٥٦٠٠ كيلوغراماً اي نحو ستين قنطاراً. وهذا العبْ من شأنهِ ان يسحق الانسان سحقاً الَّا ان جسمنا ينهض بهِ لما يتضمَّنهُ من الغازات والسائلات المرنة التي توازن الضغط الخارجيّ . وهذا مما يمكن تحقيقهُ بالاختبار خُذْ مثلاً اسطوانة فارغة وضع طرفها الاسفل فوق آلة التفريغ وسدَّ طرفها الاعلى بكفّ يدك فان فرَّغت الهواء من الاسطوانة انجذبت يدك والتصقت بفوهة الاسطوانة ثم يتورَّم الجلد ويحمرّ. وما ذلك الَّا فعل الموانع التي في الجسم فلمَّا بطل ضغط الهواء خارج الكفّ تمدَّدت الغازات التي في باطن الجلد فانبسطت واتَّسعت

وزد على ذلك انَّ ضغط الهواء يُحدق بالجسم من كلّ جهاتهِ فتتعادل كلّ اجزائهِ ولا يحصل ضنك من ذلك البتَّة وبالحري اذا خفَّ هذا الضغط قليلاً شعرنا بسقم. ووصَب فنتشكّى من ثقل الهواء . والصواب انَّ ذلك ناتجٌ عن خفَّةٍ في ضغط الهواء لجسمنا

ولقياس ضغط الهواء صنفٌ آخر من البارومتر لا يدخل في تجهيزهِ مائع من الزئبق



الشكل ٣. البارومتر المعدني

او غيره وهو البارومتر المعدني بسبب اختراعهُ لرجل من علماء الفرنسيين اسمهُ بوردون وحسَّنهُ العلاَّمة فيدي الباريسي وهو عبارة عن علبة من النحاس اسطوانية الشكل مسطَّحة يُفرَّغ هواؤها وتُسَدّ سدًّا محكمًا هرمسيًّا اما وجه هذه العلبة الاعلى فهو صفيحة رقيقة من المعدن كثيرة المرونة ذات اخاديد ترتفع او تنخفض على حسب خفَّة الهواء او كثافته في الجوّ . فتتَّصل هذه الحركة بواسطة اخيال الى عقرب علبة برَّانيَّة فيدور العقرب على مينا (cadran) مقسَّم الى ملمترات . وبدوران العقرب يمينًا او شمالا يُعرف تغيُّر ضغط الهواء . ومن خواصّ هذا البارومتر انهُ يسهل نقلهُ في الاسفار (راجع الشكل الثالث)

وفي عدد آخر نبيّن ان شاء الله اخصّ منافع البارومتر (ستأتي البقية)

زينب (الزبَّاء) ملكة تدمر

للاب سبستيان رتزقال اليسوعي

(تابع لما سبق)

قد قدَّمنا ان آل أُذينة الثاني زوج زينب كانوا ينتمون الى بني الشَّيْدَع وكان هؤلاء يسكنون بادية الشام في اوائل النصرانية اذ ظهرت قبائل اليمن وتفرَّقت ايدي سبإ بعد خراب سدّ مأرب وسيل العَرِم فوصل فريق منهم عُرفوا ببني غسَّان الى جهات فلسطين والشأم وحلُّوا فيها وخضعوا للدولة الرومانية فاتخذهم القياصرة عُمَّالا لهم وكانوا يدينون بالنصرانية (١

وكانت قبيلة اخرى من بني قضاعة تدعى بني سليح سبقتهم في سُكنى البلقاء فانتشروا بالبلاد في اواخر القرن الثاني للمسيح . وفي نفس هذا الوقت قدمت فرقة من بني لخم الى جنوبي فلسطين وامتدوا في غربي بحر لوط . وكان بقي من كلتا القبيلتين بقايا في زمن صاحبة ترجمتنا

واما بلاد العراق والجزيرة فقد ظهر فيها عدَّة قبائل من نسل قضاعة واياد بن نزار

---

١) راجع في المشرق (عدد ١١ و١٢) مقالة مستفادة للاب لامنس في آثار بني غسَّان