# المقتطف

الجزء الثاني من المجلد الخامس والتسعين

١ يوليو سنة ١٩٣٩ — ١٣ جمادى الاولى سنة ١٣٥٨


# « زحف الهليوم »

## ظاهرة غريبة في الهليوم السائل

في صيف سنة ١٩٠٨ اذاع العالم الهولندي الاستاذ اونس Onnes انهُ فاز باسالة الغاز الهليوم فكان لاذاعته شأن كبير في دوائر العلم العالمية . وتمدها العناية بالموضوع الى دوائر الصحف الكبيرة فنشرت جريدة التيمس بلندن مقالاً فيه ملأ بضعة اعمدة

ولا تُفهم هذه العناية بمثل علمي محض من هذا القبيل، الاّ اذا تذكرنا ان الباحث الانكليزي المشهور فراداي تمكن في الجانب الاول من القرن التاسع عشر ، من تحويل عنصر الكلور وهو غاز عادة ، الى سائل . وكان رأي فراداي الذي هداهُ الى هذا ، ان الغاز والبخار يتشابهان في كثير من خواصهما متى كانت درجة حرارة البخار أعلى كثيراً من درجة تكثفهِ وتحولهِ سائلاً . واذن فمن المعقول ان تنظر الى غاز — كالهواء او كالكلور — على أنهُ بخار مرتفع الحرارة بالقياس الى حرارة تكثفه ولو كانت حرارته الفعلية لا تزيد على حرارة الحجرة التي يكون فيها . ثم ان البخار يُسال بالضغط ، أفلا يتحول الغاز سائلاً بالضغط كذلك ؟ فجرى فراداي على هذه الخطة فأسال الغازات المعروفة حينئذٍ الاّ غازات الاكسجين والايدروجين والنتروجين وبضعة غازات اخرى

وعجز فراداي عن إسالة هذه الغازات كان لهُ شأن علمي . ذلك ان عجزه وعجز من تبعهُ عن إسالتها حملهم على وصفها بأنها «غازات دائمة» . وانقضى نصف قرن قبل أن أُسيل الاوكسجين

وعمّا بعده التروجين والايدروجين لاساليب العلماء . وسبب عجز فراداي عن إسالة هذه الغازات ، أنه كان يجهل ان الضغط وحده لا يكفي لاسالة الغازات ، بل يجب ان يقرن الضغط بخفض درجة الحرارة

وما أهلّ القرن العشرون حتى كانت جميع الغازات قد أُسيلت — اذا استثنينا الهليوم. وعندما اخفقت جميع مساعي العلماء لاسالته نبذوا إليها بتعذرة . فأطلق عليه اسم ( الغاز النبيل ) تميزاً له . فلما جاء نوبة إسالته على يدي البحاثة اونس الهولندي سنة ١٩٠٨ كان الاهتمام بذلك النبأ عظيماً

الاكسجين يسيل عند الدرجة ١٨٠ مئوية تحت الصفر إذا كان الضغط ضغط الهواء العادي. ودرجة إسالة الايدروجين ٢٥٣ درجة مئوية تحت الصفر. والهليوم ٢٦٩ درجة مئوية تحت الصفر . ولكنّ الطبيعة على ما يلوح تضع حداً لا يستطيع العلماء ان يتعدوهُ في درجة البرد الشديد وهذا الحدُّ يعرف بدرجة الصفر المطلق وهي ٢٧٣ درجة مئوية تحت الصفر. فهناك ادلة وافية عند العلماء على انهُ من المتعذر ان تهبط حرارة جسم تحت درجة الصفر المطلق ( اي ٢٧٣ درجة مئوية تحت الصفر ) . ومما يستوقف النظر قرب درجة اسالة الهليوم ( ٢٦٩ تحت الصفر ) من درجة الصفر المطلق . بل ان البحث الحديث اقترب بدرجة البرد الى الصفر المطلق حتى صارت على جزء من الف جزء من الدرجة منهُ

والهليوم السائل مادة مألوفة في معامل البحث العلمي مع ان المختبرات المجهزة لصنع مقادير وافية منهُ قليلة لا تزيد على خمسة او ستة . والشأن العلمي العظيم الذي يعلقهُ العلماء بالهليوم السائل ناشئ لا عن تمكنهم من الهبوط به الى درجة قريبة جداً من الصفر المطلق ، لأن المادة عند ما تبلغ هذه الدرجة من البرد تبدو عليها مظاهر تحوّل كبير في خواصها

عند ما يتحدّث العلماء عن درجات البرد الشديد يعتمد على مقياس للحرارة والبرد غير المقياس المئوي اختصاراً وتسهيلاً . ويسندون هذا المقياس الى اللاّمة كلفن الانكليزي ويكتفون بحرف K بعد الرقم للدلالة عليه . اساس هذا المقياس ان الصفر المطلق هو نقطة البدء . فالدرجة الاولى (كلفن او ١ ـ ك ) هي درجة البرد التي فوق الصفر المطلق وهي تعدل بالمقياس المئوي ٢٧٢ تحت درجة الصفر اي درجة الجمد . فاذا اردنا ان نحوّل القول بان غاز الهليوم يسيل عند الدرجة ٢٦٩ مئوية تحت الصفر، الى مقياس كلفن، قلنا ان غاز الهليوم يسيل عند الدرجة ٤ك . واذا كانت درجة غليان الماء ١٠٠ بالمقياس المئوي فانها ٣٧٣ بمقياس كلفن لأن هذه الدرجة هي مائة درجة فوق الصفر و٢٧٣ درجة بين الصفر والصفر المطلق

على اساس هذا المقياس كل شيء ما عدا الهليوم يتجمد اذا هبطت درجة برده دون الدرجة ١٤ك . الايدروجين يسيل عند الدرجة ١٤ك ويغلي عند الدرجة ٢٠ ك . والهواء السائل يتجمد عند الدرجة ٥٥ ك ويغلي عند الدرجة ٩١ ك

هذه المواد على شدة بردها تمدُّ دائمة بالقياس الى الهليوم السائل . فهو يغلي غليانا اذا كان الضغط عاديًّا والحرارة ٢ و ٤ ك . فاذا أسرع الغليان بازالة البخار المتجمع فوق سطح السائل هبطت حرارة السائل رويداً رويداً. فاذا بلغت الدرجة ١٩ و ٢ ك رأيت السائل وقد توقف فجأة عن الغليان . أي في الحقيقة انهُ يسرُّ في غليانه ولكن لا يدو عليه انهُ يغلي أي ان السائل نفسه يسكنُ . وهذه المشاهدة تؤيد مشاهدات اخرى مؤداها أن الدرجة ١٩ و ٢ ك هي مرحلة انقلاب في طبيعة الهليوم من صنف يدعى (هليوم ١) الى صنف آخر يدعى (هليوم ٢)

والهليوم السائل ذو خواص غريبة . فوعاء من الماء يزن رطلين لا يزن من الهليوم السائل الا خمس اواق أي ٣/١٠ من وزن الماء . ثم ان الهليوم ٢ اشدُّ ايصالاً للحرارة من الهليوم ١ بل هو اشدُّ ايصالاً للحرارة من الفضة عشرة آلاف ضعف. وظن الباحث الروسي كابيتزا ان سبب ذلك شدَّة سيولة ( Fluidity ) الهليوم ٢ فأراد ان يمتحن الرأي وان يعيّن مدى هذه السيولة

لم تكن الاساليب المستعملة لقياس السيولة مما يصلح لقياس سيولة سائل درجة برده ٢ ك أي ٢٧١ تحت الصفر . فاستنبط لذلك طريقة خاصة . أخذ الأنبوب (ا) والصق بطرفه الاسفل لوح زجاج (ب) وثقب في اللوح ثقباً مقابلاً لطرف الانبوب ، ووضع تحت اللوح (ب) لوح زجاج آخر (ت) وصنع جهازاً يمكنهُ من تغيير المسافة بين اللوح (ب) واللوح (ت) وفقاً لرغبته . وكان السطحان المتواجهان في اللوحين (ب) و(ت) مستويين تماماً يوصف استواؤهما بأنهُ استواء ضوئي اي أن الضوء ينعكس من جميع اجزاء السطح انعكاساً واحداً. ثم جعل المسافة بين اللوحين ١/٣٠ من البوصة، وبعد ذلك اسقط الجهاز كلهُ في حوض فيه هليوم ٢ فما لبث مستوى الهليوم السائل في الحوض حتى عادل مستواهُ داخل الانبوب

هنا بدأت التجربة . رفع الجهاز فجأة رفعاً سريعاً بحيث كان مستوى السائل داخل الانبوب اعلى منهُ في الحوض هنيهةً . وكان من المنتظر طبعاً أن يهبط المستوى داخل الانبوب بخروج السائل من الثقب حتى يستوي السطحان داخل الانبوب وخارجهُ

ولكن هذا الهبوط كان أسرع مما كان متوقعاً. وفي تجربة أخرى ألصق اللوحان (ب) و(ت) إلصاقاً دقيقاً بعد رفع الانبوب . وهذا الالصاق من شأنه ان يحول دون تسرب السائل من الانبوب الى الحوض . لانهُ يسدُّ ثقب الانبوب الذي في اللوح (ب) وعليه فمن المتوقع أن يبقى مستوى السائل داخل الانبوب أعلى منهُ خارجه

ولكن الذي وقع فعلاً كان ضد ما هو متوقع . ذلك ان مستوى السائل في الانبوب هبط فما انقضت ثوانٍ حتى تساوى السطحان في داخل الانبوب وخارجهُ . إذن نحن أمام سائل غريب يستطيع ان يتسرب بسرعة من خلال ثقبٍ لا يزيد على جزء من الف جزء من كثافة

ورقة رقيقة . ليس في تاريخ علم الطبيعة سائل متصلب بمثل هذه السيولة . وبعدما عمل الحساب وجد ان الهليوم «أشد سيولة وانسياباً من غاز الايدروجين. أمر لا يكاد يصدَّق . فما هي الحقيقة ؟

كانت الخطوة التالية هي الخطوة الطبيعية لمن يتنبهُ لها . ذلك انهُ اذا كان الهليوم ٢ يتسرب من خلال شقٍّ ضيق جداً فهل يستطيع أن يتسرب من خلال المادة حيث لا يوجد شقٌّ ما ؟

هنا حوض فيهِ هليوم ٢ . سطحهُ مستوٍ شفاف . خذ كوباً ارتفاعهُ اربع بوصات وغطسهُ في السائل ، بحيث يكون قعرهُ الى تحت ، مسافة بوصةٍ واحدة ، أي ان حافتهُ العليا تبقى ثلاث بوصات فوق سطح السائل الهليومي . والمفروض في زجاج الكوب انهُ خالٍ من الشقوق والثقب . فاذا يحدث ؟ يأخذ السائل يتجمع في قعر الكوب حتى يصبح مستواهُ داخله معادلاً لمستواه في الخارج . كيف دخل السائل الى الكوب ؟ هل نفذ من خلال بلورات الزجاج ؟ لقد أثبتت التجارب ان هذا السائل الهليومي الغريب « زحف» Creep على جدار الكوب من الخارج متسلقاً الى الحافة ثم زحف نزولاً حيث تجمع حتى بلغ مستوى السائل داخل الكوب مثلهُ خارجهُ . أي إنا أمام سائل يسيل ضدَّ اتجاه الجاذبية من تلقاء نفسهِ ، وهذا مالم يسمع بهِ من قبل

ثم أجريت تجارب اخرى في معاهد اخرى ولا سيما في مختبر جامعة تورنتو الكندية فظهر ان سيولة الهليوم ، ليست في المنزلة التي عيناها كما يتراءى — عندما قال انها اقل من غاز الايدروجين عشرة الآف ضعف — ولكنها مثل غاز الايدروجين . ومع ذلك فانها حملت علماء الطبيعة على مواجهة مشكلة دقيقة ما زالوا يتخبطون في ظلامها . ومن الآراء المقترحة لتفسير ذلك حسبان الهليوم ٢ متوسطاً بين الغاز والسائل . ولا يخفى ان الجزيئات في الغاز مستقلة احدها عن الآخر بوجه عام . ولا يحد من حركتها الا حرارتها وجدار الوعاء الذي يكون فيهِ ، كجدار الاسطوانة التي يوضع فيها الاكسجين مثلاً وتستعمل في اغاثة بعض المرضى . ولكن افتح صمام الاسطوانة يندفع الغاز الى الخارج . وأما الجزيئات في سائل ما فتحافظ على الابعاد بينها بوجه عام ، فكأنها مربوطة بعضها ببعض بأواصر لا تتمدد . فانك اذا فتحت زجاجة تحتوي على دواء سائل فالسائل لا يندفع الى الحجرة كما يندفع الاكسجين من الاسطوانة . اما الهليوم ٢ فهو سائل ، واذن فجزيئاته يجب ان تكون مرتبطة بعضها ببعض بأواصر لا تتمدد . ولكنهُ في الوقت نفسه بلغ درجة من السيولة ان جزيئاته تتصرف كأنها جزيئات غاز

هذه هي المسألة التي يواجهها علماء الطبيعة في حالة الهليوم ٢ . ما طبيعة الاواصر التي تربط بين جزيئاته ؟ المفروض طبعاً انها قوة كهربائية . فهل علماء الطبيعة النظرية سالكون الطريق القويم الى فهم هذه المسألة ؟ اذا كانوا حقاً عليهِ وتمكنوا بعد البحث والامتحان من فهم هذه القوى الكهربائية وطريقة تصرفها ، كشفوا كشفاً خطيراً الشأن في اسرار القوة الجزيئية