ترقي العلوم في سنة ١٩٢٧

بقلم الاب يوسف فرنه اليسوعي ، استاذ الكيمياء في المكتب الطبي الافرنسي

استخدام قوة ابخرة الجاورة لدائرة الاقطاب

مشروع بوشرو (Boucherot) وجورج كلود (Claude) هذا ، لفت نظر الجمهور ، في اواخر ١٩٢٦ . محاضرة كلود المُلقاة على اكاديمية العلوم ، والمصحوبة بالبرهان العملي ، كانت قد حوّلت جلسة ١٦ تشرين الثاني الى احدى اعجب الجلسات واشدّها تأثيراً في الحاضرين . لذلك امّل الناس ان سنة ١٩٢٧ لا تنقضي بدون ان يُدخل المخترع في مشروعه تحسينات اضافية ، نظريّة او عمليّة . لكننا لا نقدر ان نذكر شيئاً من هذا القبيل ، غير ان جورج كلود نشر في « مجلة العالمين » مقالة للعامّة ، في هذا الموضوع ، مع سلسلة جوابات على الاعتراضات التي اثارها ذلك المشكل الكبير .

المحرّك لكل هذه المباحث هو الرغبة في تجديد ذخائر قوى العالم الميكانيكية ، السريعة الفناء ، بسبب كثير مقتضيات التمدن العصري ؛ يؤكد لنا العلماء ان ما تبقّى من تلك الذخائر لا يكفي البشر الّا مدّة بضعة عصور ، بعد الوقت الحاضر . فسدُّ هذه الثلمة هو احد انقل هموم البحّاثين العصريين ؛ ليعجّلوا كل التعجيل ، قبل ان تفرغ مناجم الفحم الحجري وتنضب آبار البترول !

مشروع جورج كلود يرتكز على ثلاثة مبادئ مشهورة في علم الطبيعيّات ، اليك بيانها :

١ً تستطيع دُفقةُ بخارٍ مصوَّبة الى اجنحة « خُذروفيّة » ان تُوجد قوّة ميكانيكية . قد اطلقنا الكلمة « خذروفيّة » على المحرّك الذي يسمّيه الفرنسيّون turbine ، لعدم وجود كلمة عربية متّفق عليها ، للتعبير عن هذا المحرّك الخصوصي .

٢ً من طبيعة البخار ان يتّجه الى نقطة يمكن فيها برودته ؛ فاذا جُعلت الخذروفيّة بين مرجل الغليان وموعاء بارد ، يُدعى المكثّف (condenseur) ، اتّجهت دُفقة البخار نحوها ، من تلقاء ذاتها ، واحدثت مفعولاً ميكانيكياً

٣° درجة حرارة الغليان تتناقص بتناقص الضغط . الماء يغلي بدرجة مئة ، تحت ضغط الهواء المتاد ، المعروف ، عند الغربيين ، باسم «جوّ» (atmosphère) . لكنه يغلي بدرجة الثانين ، على قمة الجبل الابيض (Mont Blanc) ، حيث ينقص الضغط . بل انه يمكن غليانه بدرجة الصفر ، في اناء فُرّغ من الهواء تفريغاً شديداً . كذلك يغلي ، بدرجة بين ٢٦ و ٣٠ ، تحت ضغط $\frac{1}{300}$ من « الجوّ » ، بمعنى هذه الكلمة المحدَّد سابقاً .

كل ذلك معروف ، ليس فيه ادنى جدّة لعلماء الطبيعة . امّا اكتشاف بوشرو وكلود ، فهو قائم في اختيار السائلين اللذين يصوّب احدهما الى المرجل والآخر الى المكثف . السائلان المذكوران يأخذانها من البحار الانقلابيّة (tropicales) ، اعني المجاورة لدائرتي الانقلاب . لانّ سطحها ، الملازم درجةً من الفتور ثابتة تقريباً ، وهي بين ٢٦ و ٣٠ ، هو مصدر الماء الذي يغلي تحت ضغط $\frac{3}{300}$ من « الجوّ » . امّا المياه العميقة ، التي درجة حرارتها نحو ٥ ، بعمق اثنى متر ، فهي التي تُبرّد المكثف .

يتضح ممّا سبق ان مشروع جورج كلود يحاول استخدام اثنتين من اهمّ ظواهر نواميس العالم الفيزيكيّة ، ومن اشدّها تماكساً ، اعني سخونة البحار بتأثير الحرارة الشمسية ، من جهة ، ومن الاخرى ، برودتها بتأثير التيارات العميقة ، الصادرة من القطبين . كل ذكاء المخترع قائم في كونه اكتشف ان هذين العاملين القديرين هما تحت يدنا ، في مكان واحد ، وان معظم مفعولها في البحار الانقلابية ، الامر الممكّن من استثمارها على طريقة مطرّدة ، خلاصتها ان انبوبين يأخذان ماء تلك البحار ، الاول من سطحها ، والآخر من اعماقها ، فيترتّب على ذلك سهولة استخدام القوى الحراريّة المخزونة في المحيط .

لنحسب الآن مقدار القوّة الخارجيّة ، الواجب إنفاقها لاستثمار قوّة البحار الباطنية . يلزم اوّلاً نقل مياه السطح الى المرجل ومياه الاعماق الى المكثف . النقل الاول قليل النفقة ، بسبب قرب المسافة ؛ امّا الثاني ، فتكون نفقته معتدلة ، اذا غُطّس الى مستوى المياه العميقة انبوب ذو قُطر كافٍ ، يُصعدها بسهولة الى مستوى السطح ، ثم الى المكثف ؛ وسبب تلك السهولة ان الماء

العميق يرتفع من تلقاء ذاته ، ليثوب مناب ماء السطح المأخوذ . يقي شغل آخر ، وهو تفريغ المكثف من الهواء ، على انه يكفي اجراؤه مرّة واحدة ، لان البخار الوارد من المرجل الى المكثف ، يتحوّل في هذا الى ماء ، فلا يزيد ضغطه على ضغط الهواء القليل ، المنبسط الغاية في ذلك الجهاز ، بعد التفريغ . وبما ان هذا التفريغ نفسه لا يتعدّى درجة محدودة ، فهو سريع ويسير النفقة.

هذه ميزانيّة القوة الميكانيكية اللازم انفاقها ؛ وهي خفيفة كما سبقت الاشارة ؛ فما هي ميزانية القوى المستمرّة ؟ اختبار جورج كلود ، في اكاديميّة العلوم بباريس ، يُطلعنا عليها . قد اجرى المخترع ذلك الاختبار بواسطة خذروفية صغيرة ، مصنوعة لتدور تحت ضغط ٢٠ «جوّ» ، لا $\frac{1}{300}$ ، كما في ذلك الاختبار فهو يفضي الى نتائج اقلّ من التي يسوغ توقعها عملياً . في المرجل الذي سعته ٢٥ لترًا ، وضع ماء بدرجة ٢٨ من الحرارة ، وجعل في المكثف جليداً ذائباً . ثم فرّغ المرجل ، بواسطة مضخّة ، فانقص ضغط الهواء فيه الى $\frac{1}{300}$ من «الجوّ» ، فصار الماء يغلي اشدّ الغليان ، وتدفّق البخار نحو المكثف ، مُديرًا على طريقه الخذروفية ، خمسة آلاف دورة في الدقيقة ، اي نحو ٨٣ في الثانية ! هذه القوة الميكانيكية تُشعل ثلاثة قناديل كهربائية ، صغيرة بضياء ابيض ، باهر ، يثبت ما دامت درجة الماء دون عشرين.

لنفرض ان ماء المرجل يتجدّد على الدوام ، بواسطة مضخّات ، ويلازم درجة ٢٨ ، وان ماء المكثف يتجدد ايضاً ، ليبقى باردًا ؛ في هذه الظروف تكون النتيجة العملية اجمل كثيرًا مما كانت في اختبار كلود . من جهة اخرى ، اذا صنعنا خذروفية تدور تحت ضغط يسير ، فالإنتاج يزيد زيادة اضافية.

هذه هي الارقام التي تحقّقها المخترعان بالاختبار : من كل مترًا مكعّب من ماء سطح البحر ، يمكن استخراج ٥٠٠٠ كالورية (calories) ، او بتعبير آخر ، انّ ٨ كيلوغرامات بخار تُحدث تحت ضغط بين $\frac{1}{100}$ و $\frac{1}{300}$ من «الجوّ» شغلَ مئة الف كيلوغرامتر . واذا فرضنا ان انتاج الخذروفية العملي لا يتعدى ثلاثة ارباع قوّتها ، فان القوّة المستخرَجة من متر مكعّب من ماء سطح البحر، يُنتج ٧٥،٠٠٠ كيلوغرامتر . يجب ان يُطرح من هذا الرقم ما يُبتذل من

الشغل الخارجي لاستخراج المياه الحارّة والباردة ، لبذ ما استُخدم منها ، لابعاد الغازات المتحلّلة فيها والمنقصة لدرجة تفريغ المرجل والمكثّف ، اخيراً لعمليّة التفريغ نفسها . كل ذلك الشغل المبذول لا يتعدّى ٣٠،٠٠٠ كيلوغرامتر لكلّ متر مكعّب من الماء البحري ؛ اذاً يصبح الربح المحض ٤٥،٠٠٠ كيلوغرامتر . وبفرض كون ذلك الماء يتدفق في جهاز كلود ، بمقدار الف متر مكعّب في الثانية ، يكون الربح المحض نحو ٤٠٠،٠٠٠ كيلووات (kilowatt).

بواسطة المقابلة يفهم المرء اتم الفهم هول تلك الارقام . باستخدام اجود العُدَد لاستخراج قوّة مدّ البحر ، في مكان شديد الموافقة ، لا تبلغ هذه القوة المقتبسة من متر مكعب من الماء ، سوى نحو ٣٠٠٠ كيلوغرامتر ، بدلاً من ٧٥،٠٠٠ ! واذا انتبهنا لعدم اطّراد المدّ ، للبدايات الفسيحة اللازمة لاستثماره ، وللبد العاملة الواجب استخدامها ، ثبت لدينا ان القوة المستخرَجة على هذا النحو يسيرة بالنسبة الى النفقات الباهظة . وهل تستوجب طريقة كلود ، هي ايضاً ، نفقات فادحة ؟

يجيب المخترع بالنفي القاطع ، بل يصرّح بان مشروعه ليس اكثر نفقة من استخدام ادنى الشلّالات لايجاد القوّة الكهربائية . واين توجد شلالات ذات علوّ كافٍ لينتج المتر المكعب من الماء ١٠٠،٠٠٠ كيلوغرامتر ، اعني القوّة المتولدة من سقوط ذلك الماء من علوّ مئة متر ؟ بل اين يوجد شلال يتدفق مازه بمقدار الف متر مكعب في الثانية ، او اكثر من ذلك ، بحسب اختيارك ، كما في طريقة كلود ؟

يتّضح ايضاً كمال هذه الطريقة بالحساب الآتي : في مصانع فرنسة التي توجد مئتي الف كيلووات من القوّة ، يكلّف ايجاد الكيلووات ١٥٠٠ فرنكاً ورقاً ، اي ٧٥ ليرة سورية . فاذا حسبنا ١٦ في المئة لربح الراسمال وسائر التكاليف ، وفرضنا ان معدّل سير المصنع هو رُبع مقدرته القصوى ، وجدنا ان ثمن الكيلووات في الساعة ١٢ سنتيماً ورقاً . من الواضح اذاً ان الاقتصاد الناجم عن طريقة كلود مُدهش في بابه ؛ واذا خامرك ادنى شكّ في ذلك ، فأمعِد النظر الى بيانات الدفع لنورك الكهربائي .

يسوغ لنا القول ان مشروع كلود وبوشرو هو حلّ جزئي لشأن مشكل استثمار قوّة الشمس ، وذلك باختيار بقعة الارض التي فيها مفاعيل التدفئة الشمسية والبرودة القطبية اشدّ ثباتاً واقرب تناولاً ؛ وباكتشاف وسيلة استخدام تلك المفاعيل ، رغم البون اليسير (نحو ٢٥ درجة) الفاصل بين حدّي درجة حرارة المياه البحرية ؛ وبنقل ماء لا يكاد يكون فاتراً ، تحت ضغط مُنقّص ؛ وبتوجيه المجرى البخاري ، بدون قوة خارجية اضافية ، بل بمجرّد التبريد ، الى المكثّف المقتبس مياهه الباردة ، بدون جهد يُذكر ؛ من اعماق المحيط ؛ وباختراع خذروفية تحوّل ، تحت الضغط اليسير ، قوةَ اندفاق البخار الى مفعول ميكانيكي واخيراً الى سائر انواع القوى ؛ الخلاصة بعجيب تسخير العوامل الشتى التي تقدّمها لنا الطبيعة ونواميسها.

اذا عُدنا الى ميدان العمليات ، كثرت المصاعب ، وقد اشارت اليها مقالات المخترعَين واجابت على بعضها. لا شك ان مصاعب اخرى ستظهر ، حين يُخرَج المشروع الى حيّز العمل ؛ ولعل هذا هو سبب تأجيل ذلك الاخراج ، حتى يومنا.

اول تلك المصاعب المتوقّعة هو الخطر الناجم عن انزال الانابيب الى عمق نحو الف متر ، وتعريضها لهجمات العواصف والتيارات تحت البحر والامواج العنيفة ، الى غير ذلك من قوى اللُجَج المجهولة . اكّد بعض الخبراء ان صدمة المدّ او الموج كافية ، فضلاً عن الزوابع ، لتخريب الانابيب . فاجاب كلود ان الهدوء المطلق ساذ على المياه ، بعمق ٥٠ متراً ، او مئة ، على الاكثر ، وان الاخطار مقصورة على هذه المسافة فقط . ومن اسهل الوسائط لازالة هذه الاخطار المحدودة ، في المصانع الساحلية ، ان يُحفر تحت الشاطئ نفقٌ طويل ، منحدر ، يُدرك البحر في عمق نحو مئة متر ، تلك المئة المعرّضة للاخطار ، فيتّصل هناك بالانبوب النازل عمودياً الى عمق نحو الف متر ، كما مرّ بك.

اما العواصف ، التي في الظروف السابق شرحها ، لا يمكن إضرارها بسوى المصنع ، فيؤمّل كلود ان رسوخ البنايات يردّ صدمتها . ذلك جواب معقول ، لكن تأثيرات التيارات تحت البحر ، والغمار الشديدة العمق ، وحركات المدّ والجزر في مستوى ادنى من مئة متر ، يصعُب تقديرها بالضبط ، قبل إخراج

المشروع الى حيز العمل ؛ بل انها تختلف — ولا شك — باختلاف احوال المصانع.

هناك اعتراض آخر ، مختص باستخراج مياه اعماق البحر لتبريد المكثف : أصحيحٌ ان هذه العملية لا تزيد نفقتها عمًّا اذا كانت تلك المياه في سطح البحر ؟ اجل ، ان مياه السطح الفاترة ، الداخلة في المرجل ، بكمية هائلة ، لتتحوَّل فيه الى بخار ، تُحدِث في البحر فراغاً تسدّه المياه الباردة ، بصعودها من الاعماق البعيدة ؛ ولكن هل تدرك المياه الباردة السطحَ نفسه ؟

لا نرتئي ذلك ، فانها اكثف من الفاترة ؛ وفي الدرجة ٤ من الحرارة — وهي درجة المياه بعمق نحو الف متر — تبلغ الكثافة حدَّها الاقصى . بالنظر الى هذا العامل ، تدلّ الحسابات على ان المياه الباردة ، في صعودها من قعر البحر ، تقف على نحو مترٍ من سطحه . يترتب على ذلك ضرورة بذل قوّة اضافية لاستخراج ذلك الماء . على كل حال ان تلك القوّة يسيرة ، ويخفف محذورَها كونُ المياه السطحية اكثر احتواء من المياه العميقة للغازات المتحللة ، الامر الذي يزيد كثافة المياه الاولى ، فيمكن اعتبار المياهين بمستوى واحد ، على وجه التقريب.

كذلك في البون بين درجتَي حرارتهما مشكل آخر : حين يصعد الماء البارد من الاعماق ، يسخن رويداً في مسافة الاف متراً التي يقطعها ، فيعود لا يبرّد المكثف بمقدار كافٍ . يجيب كلود على هذا الاعتراض الصائب بامكان جعل الانابيب من موادّ غير ناقلة للحرارة ، وتكبير قُطرها الى حدٍّ لا يقلّ عن خمسة امتار ، فيصير تبرُّد تلك الكمية الهائلة من المياه في حكم العدم . ثم يزيد ان مدّة صعودها الى السطح لا تتعدّى ساعة ؛ وهو زمن يسير جداً ، لا يكفي لتدفئتها بمقدار عُشر درجة ، في اوفق الظروف . بل ان تلك المياه المضغوطة في الاغوار البعيدة ، يزيد انبساطُها بنسبة درجة صعودها ، وذلك الشغل الخارجي يخفض حرارتها ، بمقدار نحو ربع درجة . الحقّ يُقال : الاعتراض الاخير لا اساس له اصلاً ، لا في الاجراءات العملية ولا في التوقعات النظرية.

بقي اعتراض جديد ؛ وهو ان مياه المرجل السطحية تحوي غازات متحللة فيها ، تنطلق مع البخار . فنتيجة ذلك هي عدم كفاية فراغ الجهاز من كل

انواع الغازات ، وبالتالي تعذّر غليان المياه السطحية بدرجة ٢٦ من الحرارة ، ما لم تُعدّ عمليّةُ التفريغ من حين الى حين . على كل حال نُجبَر على بذل قوّة اضافية ، اذ نحن بين امرين: اما اعادة التفريغ ، واما إبعاد الغازات المتحلّلة ، قبل نقلها الى المرجل.

الاعتراض صائب ؛ وبحسب تقدير الفنيين ، تقتضي هذه النفقة الاضافية ما بين ٣٠٠و٥٠٠ بالمئة من القوّة الناتجة عن دوران الخذروفية ! فهل تُزيل هذه الصعوبة كلَّ الامانيّ الجميلة المبنيّة على اختراع كاود ، بحيث تتحول الارباح البديعة الى خسارات باهظة ؟ ان المخترعين لا ينكران حقيقة ذلك الاعتراض الكبير ، لكنهما يصرّحان بامكان حل المشكل عملياً ، وخلاصة ذلك الحل تسخين المياه السطحية ، تحت الضغط المعتاد ، قبل نقلها الى المرجل ، الامر الذي يخفض كثيرًا نفقات ذلك النقل ويزيد صعوبة انفصال الغازات المتحلّلة عن المياه . فضلًا عن ذلك ، ان استخدام ضاغطات دائرة (compresseurs rotatifs) يقلّل تلك النفقات . وقد دلّ اختبار المخترعين على امكان إسقاطها من ٥٠٠ بالمئة الى ١٠ بالمئة ؛ وهو حدّ يجعل مشروعهما مقبولًا . لكن الاختبار أُجري بالماء المعتاد ؛ فهل يبقى مقبولًا في مياه البحار ؟ الله اعلم . مهما يكن من الامر ، ان مقدرة المخترعين تدعونا الى امل كونهما يحلّان ما يعترضهما من المشاكل الجديدة.

رغم سهولة المشروع والاجوبة السديدة على الاعتراضات وفخامة النتائج المتوقّعة ، لم يُحاوَل ادنى تحقيق له . يلوح لنا ان ما يحول دون التحقيق ليس الظروف المبحوث فيها — فقد امكن حلّ مشاكلها حلًا لبقًا ، مشرّاً — انما الحائل هو الظروف غير المتوقّعة . قبل الاندفاع في مشروع كهذا ووضع الرساميل فيه ، يجب الاهتداء الى اساس راسخ يُستند اليه ؛ وذلك لا يتسنى الّا بعد التجربة العملية ، اعني بعد المخاطرة ببلغ كبير . فاذا لم يجسُر احد عليها ، بقيت حالة الجمود ثابتة ، وظلّت اجمل المشروعات النظرية حبرًا على ورق. هنا آفة اكتشاف كاود وبوشرو ، اذ فيه من الجسارة ما يُثير الشكوك ، ومن الابتكار ما يميل بالناس عن اختبار لم يسبق له مثيل. مهما اكّد المخترعان

ان جرأتهما لا تُقاس الى التي وصلت القارّات بالقلوس التلغرافية الاولى ، فان الجمهور يبقى على شكّه وتردّده . فوالحالة هذه ، لا يُقدم احد على التجربة ، ولا يزال بعيدًا موعدُ ايجاد القوّة بهذه الواسطة .

* * *

لماذا نُحجم عن التوسل بذرائع ابسط واقرب منًا ، وإن كانت اقلّ إنتاجاً ان ارقى امم العالم في استخدام قوّة مدّ البحر ، في مصنع آبر فراخ (Aber Vrac'h) لا تقدر ، بحسب ما يظهر ، على انتاج القوّة رخيصةً ؛ فالكيلووات بسبب نفقات التجهيز الباهظة ، يبلغ ثمنه ما بين عشرة وخمسة عشر الف فرنك ، بدلًا من نحو ١٥٠٠ ، في مشروع كلود وبوشرو !

كذلك تقتضي مُعدّات استثمار قوّة الشلالات بذل الاموال الطائلة ؛ وفي ايامنا قد تباطأت حركة الاشغال ، بتأثير الازمة الاقتصادية . ورغم ذلك ، يزيد احتياجنا الى قوّة رخيصة ؛ فلماذا لا نتوسل بمشروع المهندس كنستنتان (Cons-tantin) ، المختصّ بقوّة طبيعية اقلّ وفرة واطرادًا ، لكنها ، في بعض البلاد ، من اكثر القوى فائدةً ، اعني قوّة الرياح ؟ سنعود الى تفصيل هذا المشروع ، في مقالة اخرى . الآن يكفي ان نصرّح بانه من الحكمة ان نستثمر قوى الطبيعة التي تحت يدنا وقليلة النفقة ، بدلًا من اضاعتها ، ما دمنا غير متجاسرين على الاندفاع في مشروعات استثمار ، ذات ارباح وافرة ، ولكنها تقتضي بذل رسال طائل ، مع ما في ذلك دائمًا من المخاطرة .

الحسابات المُقنعة والتجارب المُجراة تحت مراقبة مكتب الاختراعات القومي ، تجعلنا نقدّر نفقة إنتاج الكيلووات ، على طريقة كنستنتان ، بما لا يزيد عن ألف فرنك . يكفي اقامة خذروفية هوائية على عمود تركيز (pylône) ، لا غير . هو امر اسهل وارخص من ان يُثير همة مروّجي المشروعات التجارية وجامعي رساميلها . وما زالوا مُعرضين عن مشروع كنستنتان ، فمن المحال ان تنتصب الخذروفيات الهوائية من تلقاء نفسها ؛ والريح التي صارت لا تطحن قمحنا ولا تدفع بواخرنا ، ستواصل مرورها سدًى فوق رؤوسنا . . .

(للبحث صلة)