



هذه الحركة منذ سنة ١٨٢٧ والتي يُروى أن الطبيب الإيطالي
سبالانزاني (Spallanzani) شاهدها من قبله

ونعود الآن إلى فكرة لينز، فللقارى أن يطالبنا حتى كتابة
هذه السطور بأن نقيم الدليل على فلسفته في إرجاع الحرارة
إلى الحركة، هذه الفلسفة التي تقدمت اكتشاف براون وسبالانزى
بأكثر من قرن، وتقدمت أعمال كوتون وموتون ويران بقرنين
لقد أقامت العلوم الطبيعية على إثبات وحدة الظاهرتين
والرجوع بهما إلى أصل واحد، من الأدلة ما لا يقبل اليوم جدلاً .

وقد كان أول هذه الأدلة عن طريق أحد المبادئ الأساسية للعلوم
وهو المبدأ القائل ببقاء الطاقة وعدم فناؤها ، هذا المبدأ يميز أيضاً
النظرية السينيتيكية للحرارة بحيث أصبحت نظرية بقاء الطاقة
دليلاً على فكرة لينز فضلاً عن إثباتها للنظرية السينيتيكية .
ولقد كان ثاني هذه الأدلة تفسير بولتزمان Boltzmann لما يسمونه
المبدأ الثاني للترموديناميك وهو ما سنكلم عنه فيما يلي ، وهو
أيضاً عمل على تحقيق النظرية السينيتيكية

أما القانون القائل ببقاء الطاقة الذي يعممه العلماء الآن
في كثير من الظواهر الطبيعية فقد وجد أساسه في بادي الأمر
في الظواهر الميكانيكية حيث كان لروبير ماير Robert Mayer
الفضل في الكشف عن تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية
تحولاً حقق وجود علاقة عددية بينهما بحيث تُعَيَّن دائماً
كل كمية من الشغل الميكانيكي كمية من الحرارة تتناسب معها

يذكر كل الذين نخرجوا من كلية الهندسة التجربة المروفة
لتعيين المعادل الميكانيكي للحرارة Mechanical Equivalent of Heat
المروفة بتجربة جول Joule ، ويذكر أن طاقة ميكانيكية
معيّنة يمكن قياسها بمجلة محمّلة تدور ، ترفع حرارة مُسَعَّر (١)
وتنقل إليه كمية معينة من الحرارة تتناسب مع الطاقة للميكانيكية
بحيث يكون بين الطاقتين نسبة ثابتة هي معامل جول المتقدم الذكر

(١) وعاء صغير من النحاس توضع به كمية من الماء

فلسفة لينز

إرجاع الحرارة والحركة إلى أصل واحد

للدكتور محمد محمود غالي

بقاء الطاقة يجد تفسيراً في حركة الجزيئات — عمل روبر ماير —
للبداً الثاني في الترموديناميك — هذا لبداً يقرر استعالة الحياة في مستقبل
الزمن — كيف نمر بولتزمان البداً للتقدم — أول دعامه في فكرة
الاحتمال والمصادقة .

قدمنا كلمة عن فلسفة جديدة يحاولون بها توحيد الظواهر
الطبيعية في الكون والرجوع بها إلى قليل منها ، وذكرنا أن كل
محاولة في هذا السبيل تُعد تقدماً للإنسان يفوق العديد من
الاختراعات التي تبهرنا أحياناً ولا يمكن أن نعتبر الكثير منها
خطوة حقيقية في سبيل التقدم ، وذكرنا حالة خاصة باكتشاف
لينز (Leibniz) من توحيد ظاهرتي الحرارة والحركة والرجوع بهما
إلى ظاهرة طبيعية واحدة ، وقد ذكرنا ذلك في معرض الكلام
عن النظرية السينيتيكية للغازات والسوائل التي استعرضناها لنثبت
للقارى فكرة الجزيء ، وشرحتنا تجارب كوتون وموتون
واكتشافهما للأتراميكروسكوب الذي نرى به رأى العين أثر
ما تحده جزيئات السائل على الجسيمات الصلبة الكولويدية التي
تصادم مع هذه الجزيئات ، فنرى حركة الجسيمات مضاءة داخل
نقطة من الماء كما نرى الطائرات في الليل تُضيئها أشعة قوية ،
وذكرنا أن العلماء (١) توصلوا إلى تفسير هذا الحركة غير المنتظمة
والدائمة للجسيمات الصلبة الموجودة داخل السائل ، وحسروا الستار
عن مشاهدة قديمة للعالم النباتي براون (Brown) الذي شاهد

(١) بعد تحسيس طويل ظل عدة أعوام في تفسير الحركة البراونية
بين رمزي Ramsay في سنة ١٨٧٦ للمروف باكتشافه للغازات النادرة
في الهواء أن سبب الحركة مصادمات عديدة تقع على الجسيم الصلب من
جزيئات السائل

من جسم ساخن إلى جسم بارد ، يعود بنا إلى فكرة أساسية في العلوم الطبيعية ، وهي خاصة بتقسيم الظواهر إلى ظواهر عكسية *Phénomènes Reversibles* ، أى يمكن تحويلها من حالة إلى حالة كما يمكن العودة من الحالة الثانية إلى الحالة الأولى ، وظواهر غير عكسية *Phénomènes Irrversibles* أى إن قبلت التحول من حالة إلى حالة فهي لا تقبل الرجوع إلى الحالة الأولى وزيادة الإيضاح نقول : يحوى الجسم البارد مهما بلغ من البرودة كمية من الحرارة ، ومن الجائز أن يزيد في برودته باللجوء إلى وسائل طبيعية مختلفة ، بحيث يفقد شيئاً من حرارته ، وعليه فليس ما يمنع أن نتصور أن ينقل هذا الجسم البارد جزءاً من حرارته إلى جسم حار ، بحيث يرفع الجسم البارد حرارة الجسم الحار على حساب أن يزداد هو في برودته ، ولا يتنافى هذا بحال مع مبدأ بقاء الطاقة السالف الذكر ؛ ولكن مما يلفت النظر أنه لا بد من عملية خاصة وطاقة أخرى جديدة نصرّفها ليكون هذا الانتقال جائزاً ، فهو ليس أمراً طبيعياً يحدث من تلقاء نفسه .

وهكذا لم يحدث أبداً أن فكر إنسان في أن يضع قطعة من الثلج ليرفع بها حرارة فنجان ساخن من الشاي ، أو يضع عموداً ساخناً في وعاء به ماء بارد ليزيد في برودة الماء ويرفع حرارة الممود . إن الذهن العادى لا يستسيغ ذلك ، وهو يدرك بالبدهة أن عملاً كهذا ضرب من المحال ، وهو يعلم بدون حاجة للرجوع إلى المعادلات الرياضية الصعبة أن قطعة الثلج تعمل على تبريد الفنجان الساخن ، كما أن العمود الملتهب يعمل على تسخين الماء ويطفأ عادة فيه ، بحيث لم يحدث أبداً لصانى العجلات الذين يلجأون إلى تسخين الأطواق الحديدية قبل وضعها حول أجزاء العجلة الخشبية أنه عند وضع هذه المجموعة في الماء ليتقلص الطوق الحديدى ويشد العجلة ، أن برد الماء وازدادت حرارة الطوق ، وإنما الشاهد أن يبرد الطوق ويسخن الماء وقد يبلغ الثلجيان

وهكذا تحم المشاهدات البسيطة قبل أن تحم العلوم والمعادلات المويضة أن ثمة نزولاً حتمياً واقفاً من الحرارة العليا إلى الحرارة المنخفضة وأن هذا السير وهذا الاتجاه موجودان في جميع العمليات الحرارية ، ولا يتغير ما دمنا لا نلجأ إلى وسيلة خارجية وإلى استعمال طاقة أخرى . ولقد وضح الطبيعيون ذلك بإدخال فكرة يسمونها

هذا التحول من طاقة إلى طاقة كان انتصاراً لمار ، إذ أصبحت الحرارة مظهراً من مظاهر الشغل الميكانيكى . على أن هذا التحول يجد تفسيره في النظرية السينيتيكية إذا اعتبرنا أن الحرارة هي هذه الكمية من الشغل الموجودة في الحركة غير المنتظمة للجزيئات الداخلية للسائل ، أى هي هذه الطاقة الموجودة في بلايين المصادمات الصغيرة ، بحيث أن الشغل الميكانيكى هو نتيجة حركة موحدة الاتجاه للجسم ، معتبراً وحدة ، أى نتيجة حركة جزيئاته متجهة اتجاهاً واحداً

وعلى هذا فتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية هو انتقال من حركة منتظمة إلى أخرى غير منتظمة والعكس صحيح ، بحيث أن بقاء الطاقة وعدم فناؤها دليل جديد على صحة النظرية السينيتيكية التي يصح أن نطلق عليها النظرية الميكانيكية للحرارة أما عن الدليل الثانى لفكرة لينز من أن الحرارة والحركة أمر واحد فقد أتى عن طريق فكرة استحدثت في العلوم الطبيعية كان لها خطرهما وأهميتها وكانت فوزاً جديداً للسينيتيكية ، هذه الفكرة خاصة بما يسمونه المبدأ الثانى في الترموديناميك وهو المبدأ الذي يعين اتجاه *Sens* الحوادث الطبيعية

كم من حوادث نعتبرها عادية لأننا اعتدناها فلا نسائل أنفسنا عن أسبابها . عند ما تفصل تفاعلة عن شجرة فأنها تقع على الأرض بدل أن ترتفع إلى أعلى ، ولقد كان الحادث عند نيوتن رغم بساطته لافتاً للنظر وسبباً لأن نرث عنه اليوم مسائل من أعظم ما عرفه الإنسان من تفكير منظم ، أجل ، مسائل إن ترعزعت أركانها اليوم قليلاً بمبقرية أينشتاين وغيره فما زالت لها مكانتها من الصحة فيما يخص الكثير من ظواهر الكون . وهكذا عند السؤال عن سبب بعض الظواهر الطبيعية تتمين أماننا معارف لها من الخطر والأهمية مالا يحظر بيال ، فإذا يحدث مثلاً عندما تضع يدك على جسم ساخن ؟ إن ثمة نتيجة حتمية هي ارتفاع في درجة حرارة اليد وانخفاض في درجة حرارة الجسم الساخن ، فهل تساءلت مرّة لماذا يحدث هذا ؟ إننا نعلم جميعاً أنه عند مانضع جسماً ساخناً جداً على منضدة فإنه ترتفع حرارة الجزء من المنضدة الملامس لهذا الجسم ويقابل ذلك انخفاض هين في حرارة الجسم الساخن ، ونعلم جميعاً أنه لم يحدث بتاتاً أن تفقد المنضدة شيئاً من حرارتها الأصلية لتزيد هذا الجسم الساخن حرارة على حرارته هذا الموضوع ، على بدهته ، الذى يتلخص في انتقال الحرارة

الكون والحيز المتمدد وقلة ما به من مادة ، يفهم أن هذه الحرارة تكون منخفضة بحيث لا تسمح لأي نوع من الحياة بالبقاء ، على الأقل على الصورة التي نفهمها من الحياة والحركة .

والأمر الثاني خاص بملاقة هذا المبدأ الثاني بالنظرية السينييتيكية ، والواقع أنه لم يكن عسيراً أن يتوصل الطبيعيون إلى هذا المبدأ الثاني الذي يشترك في مشاهدة نتائج اليومية الشخص العادي بقدر المالم الطبيعي ، ولكن كان على الطبيعيين أن يجدوا لهذا المبدأ تفسيراً يلتئم مع بقية المعارف الطبيعية ، وقد كان ليولترمان Boltzmann الفضل في أن يجد هذا التفسير الخاص بانتقال الحرارة من جسم حار إلى جسم أقل منه حرارة وعدم إمكان العملية العكسية بالجوء إلى النظرية السينييتيكية ، وبذلك وجد بولترمان صرة أخرى وبطريقة غير مباشرة دليلاً جديداً على فلسفة لينيز . وها نحن أولاء نسردي في هذه الأسطر لمحة من تفكير بولترمان وأثره على التواحي الطبيعية الأخرى :

عند ما نقول إن لهذا الجسم حرارة معينة فإننا نفي أن لجزيئاته سرعة معينة ، هذه السرعة للجزيئات ليست متساوية فمنها ما هو سريع ومنها ما هو بطيء . إلا أن ثمة متوسطاً عاماً لسرعة جميع الجزيئات تمثل حركتها المتوسطة ، وهذا المتوسط العام يدل على حرارة الجسم ، هذه السرعة المتوسطة تزيد كلما زادت حرارة الجسم

وعند ما يتلاصق جسمان حرارتهما مختلفة فإن جزيئاتهما تتصادم وتختلط - على أن كل أنواع الحوادث جائرة وقوعها في كل تصادم فردي ، حتى أنه من الجائر أن يصطدم جزيء بطيء مع آخر سريع وينقل إليه سرعته الخاصة به كما يحدث هذا بين كرتين من كرات البلياردو ، ولكن مثل هذا الحادث نادر وأكثر شيوعاً منه مصادمات من نوع آخر تتساوى فيها السرعات على قدر الإمكان بحيث أن التعادل الحراري يحدث من تعادل سرعات غالبية الجزيئات المختلفة ، وهكذا تكون نتيجة التلاصق نزولاً حتمياً في حرارة الجسم الحار وارتفاعاً حتمياً في حرارة الجسم البارد

على أن أعظم ما في هذا التفسير وهذا القانون الثاني للترموديناميكا أنه يحول هذا الاقتراح السابق إلى قانون إحصائي ، ويتساءل القاري كيف يصبح قانون أساسه إحصاء مبني على المصادفة قانوناً طبيعياً ثابتاً ؟ ولكن لم يعد لهذا السؤال محل

« الأتروبي » Entropie وهي بالتعريف^(١) مجموع تكامل كيات الحرارة الصغيرة الحادثة أثناء الانتقال مقسومة على درجة الحرارة المطلقة ، وقرروا أن « الأتروبي » تزداد دائماً في كل العمليات الحرارية . وأود ألا يشغل القاري نفسه بموضوع « الأتروبي » فهي في الواقع طريقة رياضية للتعبير عن القانون الثاني للترموديناميكا هذا القانون الحراري البسيط الذي يلاحظه القاري في كل مشاهداته اليومية والذي يحتم انتقال الحرارة من جسم على الدرجة إلى جسم أخفها ، تقرر كبداً عام يربط العلوم الحرارية بمعارفنا الطبيعية ، ويقرر أن العمليات الحرارية تتم جميعها في الكون على طريقة التوزيع المتساوي لكل الكيات الحرارية المستعملة . ولئن كانت الشمس التي هي في الواقع المصدر البارز في حياتنا تفقد بالأشعة من وزنها ما يبلغ أربعة آلاف مليون طن في الثانية الواحدة^(٢) فهي في طريق الفناء كما يمتد الكثيرون من العلماء أو أنها تزيد حرارتها كما ذكر ذلك حديثاً في النشرات الأمريكية الأستاذ جاموه أي أمها في دور النمو ، فإن حوادثها في كلتا الحالتين تسير وفق المبدأ الثاني للترموديناميكا - هذا المبدأ الذي يمين الاتجاه الحراري من الدرجات المرتفعة إلى الدرجات المنخفضة ، ثابت لا يتبدل .

إنما مهمتنا من هذا المبدأ الثاني أمران : الأمر الأول خاص بفلسفة الوجود والتطور ولا تتعرض أكثر من أن نقول إنه موضوع يدعو التأمل فيه إلى شيء من الأسف ، إذ يدلنا هذا المبدأ الثاني على طريق السير الحراري فيما يتعلق بالكون الذي يسير وفق هذا المبدأ نحو نهاية محتومة ، نهاية يسميها العلماء الموت الحراري Mort Thermique ، وتفسير ذلك أنه عندما تتوزع الطاقة الكلية للكون توزيعاً متساوياً تصبح حرارة المادة المكونة لأجزاء الكون المختلفة متساوية . والذين تابعوا مقالنا الأول في وصف

(١) تجد فكرة الأتروبي في كل الكتب الطبيعية مثلا كتاب الطبيعة العامة. تأليف ليفيه الجزء الثاني (١٩٢٢) ص ٥٩ الطابع هرمان ، Physique Générale par Ollivier Tome II (1922) Edit: Hermann كذلك كتاب بلوخ للنظرية السينييتيكية للغازات في مجموعة كولان نمرة ٧ ص ٢١ - ص ٨٠

(٢) كنت أصبوا إلى أن أدل القاري على المراجع العلمية الخاصة بهذا النوع من الأبحاث عن الشمس وبراها في محاضرات الجمعية العلمية الفرنسية بين سنة ١٩٢٥ ، سنة ١٩٣٥ وتصدر منذ كراتي التي في جوزقي في الوقت الحاضر من أن أدله على التاريخ المضبوط ومع ذلك فإن حساباً بسيطاً يستطيع أن يقوم به القاري. يده (إذا علم أن وزن الشمس ١٠^{٣٠} جرامات ، وهو ما ذكرنا في جدول سابق عند ما تكلمنا عن تمدد الكون) على أنه يلزم أن تمر ملايين الملايين من السنين لكي تفقد الشمس نصف وزنها .

إنَّ فَهْمَنَا للطبيعة انقلب رأساً على عقب بهذه الفلسفة الجديدة التي أدخلها بولتزمان ، فلأول مرة دخل في العلوم الطبيعية قانون إحصائي مبني على مجموع الحوادث الفردية واحتمال حدوثها بدل القوانين القديمة التي كانت لا تستند على هذا النوع من التفكير .

من هنا بدأ مجال جديد في جميع المسائل ؛ ومن هنا تغفلت فكرة بولتزمان في النواحي الأخرى للعلوم الطبيعية . ولا شك أنني عند ما فكرت يوماً أن أحصل على حالة الماء الشبغ بالطمي من دراسة فوتو كهربائية^(١) للماء الحامل للطمي كنت متشبهاً بنوع من التفكير الإحصائي لبولتزمان ، على رغم أن كل العوامل كانت تؤول بنا إلى الاعتماد عن الطرق النيوفولومترية^(٢) . وهكذا رغم العوامل المنفرة استعملت الطرق الضوئية بنجاح لمعرفة كمية ما بالنيل من طمي ووضعت مع العالم بيروه أخيراً أساساً لمعرفة كمية الطمي عن بعد وبدون الالتجاء لاستعمال الأسلاك الكهربائية^(٣) على أن هذا النجاح مرتبط بوجود متوسط عام للملايين الجسيمات من طمي النيل ، متوسط يدل على كمية هذا الطمي ونوعه .

وهكذا باتت العلوم كلها مسرحاً لتنتائج الإحصاءات الفردية وحساب الاحتمالات ، والذين يستطيعون اليوم أن يتنبعوا «الكوانتا» وما أحرزته من نجاح ويفهمونها كما فهمها «بلانك» يدركون أن التقدم الإنساني آتٍ من هذه الناحية الجديدة الخاصة بالاحتمال والمصادفة والتي يظل اسم بولتزمان علماً فيها .

ونختم هذا البحث الخاص بالجزء بأن نذكر للقارىء أن النظرية السينييتيكية قد ساعدت جداً على فكرة الجزء . وأفهمتنا كنهه وطبيعته بدرجة بلغت الآن اليقين ، بحيث أن ترك السينييتيكية يجعلنا عاجزين عن تفسير أحد قوانين الطبيعة وهو قانون بقاء الطاقة وعدم فناءها ، ونكرر للقارىء أن السينييتيكية ساعدت أمثال بولتزمان على تفسير بعض مظاهر الكون مما جعلتهم يتوصلون إلى نوع جديد من التفكير الطبيعي بات أساساً لمعظم معارفنا (البقية في ذيل الصفحة التالية)

بعد أن انتصر منطق المصادفة في معظم فروع العلوم الطبيعية ولا سيما بعد «الكوانتا» وما أدخلته من تعديلات جوهرية على معارفنا ، وكما يقول ريشنباخ^(١) في محاضراته التي أذاعها في برلين : عند ما ندخل في حجرة فإننا لا نساأل أنفسنا بتاتاً عن الخطورة التي قد تحدث من اجتماع جميع جزيئات الأكسيجين الموجود في الحجرة في ناحية منها واجتماع جزيئات الأوزون في الناحية الأخرى ، بل إننا على ثقة دائماً ومهما طال الزمن أن الهواء داخل الحجرة خليط من الأكسيجين والأوزون وأن اختلاطهما نتيجة لمصادمات فردية بين جميع جزيئات الأوكسيجين وجميع جزيئات الأوزون ، ولاشك أنها حادثة نادرة جداً لا يجيزها العقل أن يجتمع في ناحية من الحجرة كل الجزيئات المكونة لأسرة الأوكسيجين وفي الجزء الآخر الجزيئات المكونة لأسرة الأوزون ، بحيث يصبح جزء هام من الحجرة خائفاً والآخر مساعداً على الاشتعال

ومهما يكن من الأمر فإنه عندما تكون حادثة ما جائرة ولكنها قليلة الاحتمال فإننا لا نأخذها في محل الاعتبار في تسيير حياتنا اليومية — وهكذا ناسف للاصطياف في جبال لبنان الليلية الهواء أو حول بحيرة ليمان في سويسرا المروقة بمنظرها الخلابة ، رغم ما يدل عليه الإحصاء من أنه في مجموع ألوف البواخر المسافرة في العالم يتعرض حتماً بعضها للغرق أو الحريق . وهكذا تراني على اعتماد لتكوين ابني ضابطاً بحرياً ، لو وجدت لدينا مدارس بحرية منظمة تدرس العلوم الصحيحة ، وذلك لأجل منه شخصاً نافعاً يعتمد عليه ، رغم أن الحوادث سجلت في هذا الشهر ثلاث حوادث تأسف لها الإنسانية ، وهي غرق ثلاث غواصات لأمريكا وإنجلترا وفرنسا ، بحيث أنه بعد ضرباً من السخف أن أمنه من تعلم البحرية وأسمح له في نفس الوقت بالخروج من المنزل لشراء حاجياته أو للتوجه إلى المدرسة ، لأنه في هذا أيضاً معرض ليلقى حتفه بطريقة أسرع من احتمال غرقه في غواصة قد تفرق في كل بضعة آلاف من الغواصات

وهكذا نتأدر جميعاً منازلنا في الصباح بشيء من التفاؤل علماً ثقة أننا سنلتقي بأطفالنا في المساء ، ولو أن بين مئات الألوف الذين يخرجون كل صباح من مدينة القاهرة يوجد دائماً وكل يوم واحد أو اثنان يُصاب بحادث يجرمه من هذا الاجتماع

(١) ريشنباخ Reichenback الأتوم والكون في مجموعة فلاسرفون باريس

(١) هذا البحث نشرته بمحاضر المجمع العلمي الفرنسي في بونيه

سنة ١٩٣٥

(٢) راجع كتابي «الأجسام المائعة في مياه الأنهار» الطابع جوتيه

فيلار . باريس سنة ١٩٣٥

(٣) هذا البحث نشرته مع بيروه وكيل مصاحبة الطبيبات بفرنسا

في محاضر المجمع العلمي الفرنسي في مايو سنة ١٩٣٨