انعدام الحياة وتلاشي الكون: لماذا ومتى؟
(سهم الزمن والتعدُّمِيّة entropy)

هاني خليل رزق(*)

«ما هو محزن حقًّا يا صديقي «بوستوموس» ***Eheu fugaces, Postume,***

أنَّ السنين ترتحل سراعاً عاماً في إثر عام(١). ***Postume, labuntur anni.***

«كوينتوس هوراسيوس فلاكوس»(هوراس)و(***Quintus Horatius Fliccus (Horace)***

(٩٥-٨ قبل الميلاد)؛ القصائد، ***II، xius؛ 1*** ***(95-8 B.C.), Odes, II , xius, 1.***

هذا القول وجهه «هوراس» (باللاتينية) إلى صديقه «بوستوموس»، الذي اشتهر ببخله وجشعه. وقصد به أنْ لا شيء يستطيع إيقاف التلاشي والموت: القَدَرُ المشترك لكل ما هو على الأرض. فالإنسان يكدِّس الثروة فقط من أجل

(*) ألقى عضو مجمع اللغة العربية بدمشق هاني رزق هذه المحاضرة بتاريخ ١٠/ ١٢/ ٢٠١٤.

(١) يُكوِّن عمر الإنسان من عمر الكون جزءاً غاية في الضآلة. فإذا افترضنا أنَّ عمر «آردي» (انظر: رزق، هاني، أصل الإنسان، دار الفكر، دمشق، ٢٠١٠)يبلغ ٤.٢ مليون عام، وأَنَّ **الإنسان العاقل *Homo sapiens*** الحالي سيستمر في البقاء حتى انطفاء الشمس بعد ٤.٦ مليار عام (إذا لم تحدث كوارث طبيعية أو صنعية، تزيله كليًّا من كوكب الأرض؛ احتمال يمكن استبعاده)؛ فإنَّ هذا العمر للإنسان يساوي أقل من خمسة مليارات عام مقارنة بألف مليار مليار مليار مليار مليار مليار (١×١٠^٦٦) عام عمر الكون. فلماذا يشغل الإنسان فقط هذا الحيز الضئيل من عمر الكون؟ولماذا خُلق (وُجد) الإنسان أصلاً؟

أن يبددها إنسان آخر.

القصائد **Odes**: مجموعة من أربعة كتب تضم القصائد الغنائية، التي ألفَّها «هوراس».

١- سهم الزمن والتَعَدُّميَّة[٢]

عندما وضع «نيكولا ليونارد سادي كارنو» ***Nicolas Léonard Sadi Carnot*** (١٧٩٦-١٨٣٢) في عام ١٨٢٤المبادئ الأساسية للقوانين الثلاثة **للديناميات الحرارية *thermodynamics***، كان في حقيقة الأمر قد أرسى قواعد علم يربط على نحو واضح الفيزياء بالفلسفة؛ علم يصل نشوء الكون بتلاشيه؛ علم يعالج **سهم الزمن الخاص بالديناميات الحرارية *the thermodynamic arrow of time***، و**سهم الزمن الخاص بعلم الكون *the cosmological arrow of time***. إن هذه القوانين الثلاثة هي (كما هو معلوم) التالية:

١- قانون حفظ الطاقة والمادة. إن مجموع طاقة الكون وكتلته ثابت، حددها نتاج الانفجار الأعظم. إنَّ الطاقة والمادة قابلتين للاستحالة فيما بينهما، ولكن لاشيء منهما يخلق من جديد. وليست الثقالة سوى تعبير عن انحناءِ متصلةِ المكان-الزمان بتأثير هذا المجموع.

٢- **التعدمية *entropy***. وتُعرَّف بأنَّها توزع المادة توزعاً سيئاً، أو النزوع الدائم للمادة نحو **اللانتظام *disorder***، أو **نحو التعددية *multiplicity***، أو نحو تناقص الطاقة الحرة (***free energy***، الطاقة المفيدة المنتجة للعمل)، أو نحو **اللاعكوسية *irreversibility***، أو نحو معرفة الماضي

(٢) التَعَدُّمِيَّة ***entropy***: تعبيريدل، من بين ما يدل، على انعدام مادة الكون وطاقته انعداماً كليًّا ذاتيًّا إنَّما على نحو تدريجي، ويرجع الفضل في هذا الاشتقاق اللغوي إلى عضو المجمع الأستاذ الدكتور ممدوح خسارة؛ فله شكر المحاضر.

وعدم المقدرة على التنبؤ بالمستقبل إلا قياساً على الماضي.

٣- بلوغ التعدمية قيمة ثابتة عندما تصل درجة حرارة الكون (التي تبلغ الآن ٢.٧٢٨ كلفن) درجة الصفر المطلق؛ فنصبح عندئذ في **كون خال من كل شيء *empty universe***، أو **فضاء فارغ *empty space***؛ فضاء لا حركة فيه على الإطلاق. ولحسن حظ الإنسان أَنَّ الكون لن يتبخر ويصل هذه الحالة إلَّا بعد انقضاء ألف مليار مليار مليار مليار مليار مليار مليار (١×١٠^{٦٦}) عام، حيث تكون الشمس قد انطفأت قبل ذلك بزمن طويل، وتحولت إلى قزم أبيض، يشع إشعاعاً أبيض باهتاً على أرض لا وجود للحياة عليها (إنَّ ما تبقى من وقود $-^{2}H-$ في الشمس يكفيها فقط مدة ٤.٦ مليار عام تقريباً). ومع أنّ مفهوم صلة سهم الزمن بالتعدمية واضح ضمناً بقوانين الديناميات الحرارية الثلاثة لـ«سادي كارنو»؛ فإنَّ أول من عالج هذه الصلة معالجة واضحة هو «السير أرثر ستانلي أدينغتون» ***Sir Arthur Stanley Eddington*** (١٨٨٢-١٩٤٤)، وذلك في العام ١٩٢٧. ومع أن قوانين الفيزياء تستعمل الزمن كجزء أساسي من متصلة (المكان-الزمان)، وغالبًا ما تعالجه كمتغير على المدى القصير؛ فإن الديناميات الحرارية والتعدمية على وجه التخصيص تعالج الزمن كسهم، أو كجدول ينبع من نقطة تكوُّن الكون، ويجري باتجاه واحد حتى نقطة تبخر الكون أو نهايته.

٢- تعريف سهم الزمن

سهم مستقيم يصيب كل شيء، نقطة انطلاقه حَدَثُ الانفجار الأعظم،

الذي أنتج المادة قبل ١٣.٧٩٨ مليار عام. إنَّ هذا العمر للكون لا يمثل سوى جزءٍ ضئيلٍ من هذا السهم، ونعتقد أنَّنا نعرف عنه كل شيء: استنتاجاً أو ملاحظة. إن نقطة انتهاء هذا السهم تقع استنتاجاً وتقريباً في زمن سيأتي بعد مليارات مليارات السنين (ما يقرب من ١ على يمينه ستة وستون صفراً)؛ زمن نجهل بالتأكيد عن أحداثه كل شيء. إنَّ أهم ما يميز سهم الزمن إذن معرفتنا بما مضى، وجهلنا لما هو آتٍ. إنَّ هذا التمييز بين الماضي والمستقبل يكون أكثر وضوحاً في **العالم الكِبْرِيّ** ***macroscopic world*** مما هو عليه في **العالم الصِّغريّ** ***microscopic world***. ويتمثل ذلك بجلاء في ظاهرة **اللاعكوسية** ***irreversibility***. فكلنا يولد وينمو ويكبر ويهرم ثم يموت، وليس عكس ذلك. كلنا يتذكر الماضي، وكلنا لا يعرف شيئًا عن المستقبل. إنَّنا لا نستطيع تصحيح أخطاء ارتكبناها في الماضي ذلك أنَّنا نستطيع فقط أن نقوم بعمل ما يؤثر في المستقبل، ولكن ليس في الماضي. ومن ناحية أخرى، فاللاعكوسية تتضح فيزيائيًّا بمظاهر لا حصر لها: فالحرارة مثلاً لا تنتشر من الأجسام الباردة إلى الأجسام الحارة. ومكعبات الجليد تَميع في كأس من الماء الحار، ولكن الماء في الكأس لا يتجمد تلقائيًّا ويتحول إلى جليد، وهَلُمَّ جرًّا. وفيما يبدو؛ فإنَّ التمييزَ بين الماضي والمستقبل يتساوق تماماً مع الكون القابل للرصد في كل ما يحدث فيه. فسهم الزمن إذاً يجعلنا نميز بوضوح بين الماضي والمستقبل. إنَّه سهم يتجه باستمرار من الماضي إلى المستقبل. وبَدَهي أن القانون الثاني للديناميات الحرارية يلخص السيرورات اللاعكوسة. فالتعدمية تتزايد باستمرار وعلى نحو غير قابل للعكس في جملة مفتوحة (الكون)، ولا تتناقص أبداً مع الزمن في جملة مغلقة. فالكون كأحياز محددة مفتوح بعضها على الآخر يمثل جملة مفتوحة، ولكنه

كحيِّز واحد فقط يمثل جملة مغلقة. إنَّ اللغز الأول والأهم في خاصيات سهم الزمن يتمثل في أنَّنا لا نصادفه أبداً في أي من القوانين الأساسية للفيزياء، التي تظل – بعكس سهم الزمن – صحيحة في الماضي وفي المستقبل، وصحيحة حتى لو عكسنا تناظري **الشحنة *charge*** (***C***) لجُسيم ما فيصبح الجسيم المضاد. وحتى لو عكسنا **التماثل *parity*** (***P***): الجُسيم وخياله في المرآة يسلكان سلوكاً واحداً؛ أي إنَّ الجُسيم وخياله في المرآة متماثلان تماماً. ولكننا لا نستطيع عكس **الزمن *time*** (***T***) بسبب التعدمية.

٣- تعريف التَعَدُّمِيَّة

يتمثل أحد تعاريف التعدمية بأنَّها توزع المادة توزعاً سيئاً، فهي إذن مقياس الفوضى و**الاضطراب *disorder*** في جملة من الجمل. فجملة متسقة الانتظام كبيضة الدجاج، أو كُدْسٍ من الأوراق متقن الترتيب، لها تعدمية منخفضة. في حين أنَّ الجملة اللامنتظمة، كبيضة الدجاج المهشمة، أو مجموعة من الأوراق المبعثرة لها تعدمية مرتفعة. وإذا ما تُركت التعدمية لنزوعها الطبيعي؛ فإنها تزداد مع مرور الزمن. ومع أنَّنا ظاهريًّا وعلى نحو مستمر ننقص التعدمية (كأن نعيد باستمرار ترتيب المنزل، أو نحوِّل الماء السائل إلى جليد)؛ فإنَّ ذلك يكون على حساب زيادة مكافئة في تعدمية الكون. فنحن في إعادة ترتيب المنزل، وفي تحويل الماء السائل إلى جليد نحرق عدداً من الحُريرات (الكالوري)، ونحدث ضجة، وهلمَّ جرًّا، مما يزيد في تعدمية الوسط المحيط، ومن ثَم الكون بكامله. فالمبدأ الثاني للديناميات الحرارية لم يحظر أبداً تناقص التعدمية في حالات معينة، ولكن هذا التناقص يصحبه باستمرار ازدياد مكافئ في تعدمية الكون. وخير مثال على هذه العلاقة المتبادلة (نقصان تعدمية جملة

بعينها يترافق مع تزايد مكافئ في تعدمية الكون) تَكوُّن المادة نفسها من الكوراكَيْن العلوي والسفلي والإلكترون والنترينو المرافق. ونشوء الحياة وتطور الكائنات الحية، التي اتجهت في سهم الزمن نحو تعقيد البنية وزيادة أداء وظائفها. ويُرجَع السبب الأساسي في أنّ الكائنات الحية تمردت على التعدمية إلى تمكنها من توليد الطاقة الخاصة بها على حساب تعدمية الكون.

أمَّا من الناحية الفيزيائية، فإنَّ المحتوى الحراري لجملة (مادة) ما، ويُعرف **بالحرُورية *enthalpy***، ويرمز له بالرمز ***ΔH*** يساوي مجموع الطاقة الحرة (الطاقة المفيدة المنتجة للعمل) أو تغيرات طاقة «غيبس» ***ΔG***، زائداً التعدمية مع الزمن ***T*** أو ***TΔS*** (الطاقة المتبددة التي ترتبط قيمتها دائماً بالزمن) الناجمة عن تحويل ***ΔH*** إلى ***ΔG***. وعندما وضع «كارنو» مخطط ماكنته البخارية بيَّن بوضوح أن العمل (الطاقة الميكانيكية الحركية)، الذي تنتجه الماكنة (***ΔG***) يساوي مجموع الطاقة الحرارية للجسم الحار (الموقد مثلًا)، والطاقة المتبددة (التي لم تنتج عملاً) كقيمة سالبة (التعدمية). ولقد تبين فيما بعد أنَّه يمكن زيادة نسبة ***TΔS/ΔG*** (زيادة مردود الجملة) بتسهيل عملية تحول ***ΔH*** إلى ***ΔG*** تقنيًّا (أي نجاعة جريان الطاقة من ***ΔH*** إلى ***ΔG***). ولكن حتى في أشد المحركات الفضائية نجاعة (التي تستعمل الوقود السائل أو الصُّلب)؛ فإنَّ النسبة نادراً ما تزيد على الواحد؛ أي إنَّ نصف ***ΔH*** فقط يستحيل إلى ***ΔG***. إنَّ (الكوندريات) في الخلايا حقيقيات النواة، (التي تؤكسد – تحرق – الغلوكوز وتحوله إلى طاقة كيميائية حيوية، أي **ثالث فُسفات الأدينوزين *adenosine triphosphate*** (***ATP***) نجحت في تحقيق أعلى نسبة في الطبيعة (أكثر من ٧٠ في المئة). ويرجع ذلك بالتأكيد إلى الوسط المتناهي في الصِغر، الذي تنجز فيه تفاعلات تحويل ***ΔH*** إلى ***ΔG***، حيث يصبح تبدد الطاقة (التعدمية) في حدوده الدنيا.

وعندما عَرَّف كل من «لودفيج بولتزمان» ***Ludwig Bolt'zmann*** (١٨٤٤–١٩٠٦) و«ويلارد غيبس» ***Willard Gibbs*** (١٨٣٩–١٩٠٣) في القرن التاسع عشر التعدمية أشارا إلى أنَّها مقياس عدد الحالات الصِّغرية الفردية في جملة غازية، التي لا يمكن تمييزها على المستوى الكِبري. بناء على ذلك؛ فإن السيرورات الفيزيائية، التي تحدث في الجمل الجزيئية (الغازية ذات العزل الكتيم مثلاً) هي متناظرة زمنيًّا كليًّا أو في معظمها؛ أي لا يوجد ظاهريًّا سهم للزمن فيها. فإذا ما عكسنا سهم الزمن في مثل هذه الجمل؛ فإن التوصيفات الفيزيائية النظرية تبقى هي نفسها في الماضي وفي المستقبل. ولإيضاح هذا الأمر نذكر أن تعدمية أسطوانة فولاذية كتيمة ومملوءة بغاز ما لا تتغير مع الزمن، وما صَحَّ عليها من قوانين الفيزياء في الماضي صحيح في المستقبل، مع العلم أن حركة جزيئات الغاز داخل الأسطوانة تتصادم باستمرار وتغير مواقعها من لحظة لأخرى؛ لكن تعدميتها الكلية تبقى هي ذاتها ما بقيت درجة الحرارة والضغط ثابتين. وهذا ما أشار إليه «بولتزمان» و«غيبس». إلَّا أننا لا نستطيع قياس عدد الحالات الصِّغرية الفردية لمواقع كل جزيء من جزيئات الغاز في كل لحظة من اللحظات، وربما نستطيع ذلك إحصائيًّا ونظريًّا؛ جهدٌ لا فائدة منه مادامت جزيئات الغاز لا تتآثر فيزيائيًّا، ولا يتفاعل كيميائيًّا بعضها مع بعض. وكما أكَّدنا غير مرة؛ فإنَّ الأمر في الجمل الكِبرية مختلف كليًّا؛ فهنالك اتجاه واضح لسهم الزمن؛ سهم يميز دائماً بين ماضي الجملة الكِبرية ومستقبلها. فالتعدمية على المدى القصير هي توزع المادة لجملة ما توزعاً سيئاً، ومن ثَم التناقص المستمر لطاقتها الحرة المنتجة للعمل. أمَّا على المدى البعيد؛ فهي تبخُّر الكون وتلاشيه كي يصبح عدماً.

٤- سهم زمن الديناميات الحرارية

كما ذكرنا غير مرة، وكما غدا واضحاً؛ فسهم زمن الديناميات الحرارية للجمل المتناهية في الكِبر (الجمل التي نتعامل معها في حياتنا اليومية)، والجمل اللامتناهية في الكِبر (الكواكب والنجوم والمجرات والكون نفسه) ذو اتجاه واحد، ولا تناظر فيه. ويتمثل هذا السهم بالقانون الثاني لهذه الديناميات، الذي يوضح أن تعدمية جملة معزولة (متناهية أو لامتناهية في الكِبر) تنزع إلى الازدياد مع الزمن. فالتعدمية هي:

١- مقياس درجة الفوضى لجملة ما.

٢- مقياس تعدد الحالات التي تأخذها هذه الجملة.

٣- مقياس تناقص الطاقة الحرة (الطاقة المفيدة المنتجة للعمل) للجملة.

٤- مقياس لاعكوسية الجملة.

٥- مقياس معرفتنا الماضي وجهلنا المستقبل.

وإذا تذكرنا أنَّه يستحيل عكس سهم الزمن فيما يتعلق بالجمل المتناهية واللامتناهية في الكِبر؛ فإنَّ اشتقاق هذه التعاريف الخمس يصبح منطقيًّا أمراً ممكناً. ومع أنَّه يمكن تجريبيًّا استعمال خاصة اللاتناظر لسهم الزمن في تمييز الماضي من المستقبل؛ فإن قياس تعدمية جملة ما لا يقيس الزمن بدقة كبيرة. ويمكننا أن نجد تفسيراً جزئيًّا للقانون الثاني للديناميات الحرارية في قلة عدد الحالات، التي يمكن أن تأخذها جملة منتظمة (كبيضة الدجاج السليمة مثلاً)، مقابل كثرة الحالات، التي يمكن أن تأخذها البيضة بعد تهشمها. أمَّا التفسير الجزئي الآخر للقانون الثاني للديناميات الحرارية، الذي يكمل التفسير الجزئي الأول؛ فيتمثل بحقيقة الضآلة الشديدة شبه المعدومة للتعدمية في بداية تكوُّن

الكون قبل ١٣,٩٧٨ مليار عام. وكما سبق أن ذكرنا؛ فإنَّ الجمل الصِّغرية المعزولة عزلاً صارماً (كأسطوانة فولاذية كتيمة جدًّا ومملوءة بغاز ما) تنتهك القانون الثاني للديناميات الحرارية؛ فتعدميتها لا تزداد مع الزمن مع أنَّ حالة تراتب ذرات الغاز في داخلها تتغير من لحظة لأخرى. ولا بد من الإشارة إلى أنَّ القوة النووية الضعيفة أدَّت دوراً حاسماً في حفظ المادة كما نعرفها، التي تتكوَّن من الكواركَيْن الفوقي والتحتي والإلكترون والنترينو المرافق له. وبهذا المعنى؛ فإن القوة النووية الضعيفة (التي تتشارك مع سهم الزمن في خاصية اللاعكوسية) كانت السبب في استمرار سهم الزمن والتعدمية، اللذين بدأا في لحظة نشوءِ متصلةِ المكان-الزمان (المادة والزمن)؛ لحظة تَكَوُّن الثقالة؛ لحظة حدوث الانفجار الأعظم. فلو لم يكن قد خُلق من المادة واحد في المئة فقط (لا اثنان ولا ثلاثة) أكثر من المادة المضادة، ولولا فعل هذه القوة باستبقائها الجُسيمات اليساريةِ اللولبية ***helicity*** فقط (أي المادة لأنَّها تتحسسها، وليس الجسيمات اليمينية اللولبية؛ أي المادة المضادة، التي لا تتأثر بها)، لما وجد سوى كون مملوء بإشعاع متجانس، لا مادة فيه، ومن ثم لا سهم زمن له، ولا تعدمية.

٥- سهم الزمن الكوني

يمكن القول بثقة تامة إن سهم الزمن والتعدمية هما نتيجة مباشرة لبنية الكون الأصلية. فنشوء الكون نتج عن حدث الانفجار الأعظم، الذي تم في الركام الكمومي- بذْرة الكون-: جُسيم مفرط في صغره وسخونته وكثافته؛ جُسيم غشائي له أحد عشر بُعْدًا، يتكون من بلازما لفوتونات فائقة الطاقة. فالركام الكمومي مجرد من المادة؛ فتعدميته معدومة، ومن ثم لا سهم للزمن فيه. وما إن حدث الانفجار الأعظم في هذا الجُسيم المفرط في ثورانه وهيجانه

حتى خُلق الزمن وخُلقت المادة (متصلة المكان-الزمان)، وكذلك الثقالة، ونشأ في اللحظة نفسها سهم الزمن ذو الاتجاه الأمامي غير القابل للعكس. ونشأت مع المادة التعدمية غير القابلة للعكس أيضًا. فسهم الزمن والتعدمية خاصيتان متلازمتان نشأا **كنتيجة حتمية *ipso facto*** لبنية الكون. ويمكن ربط سهم الزمن الكوني بسهم زمن الديناميات الحرارية - على اعتبار أنَّ الكون يسير إلى حتفه الحقيقي؛ أي **البرودة العظمى *big chill*** - بالتناقص المطرد للطاقة الحرة (الطاقة المفيدة المنتجة للعمل)، التي ستنعدم كليًّا في نهاية المطاف.

ويمكن أيضًا الافتراض أنَّ بذرة الكون - الركام الكمومي - كانت تتألف ليس فقط من بلازما لفوتونات مفرطة الطاقة، بل إن هذه الفوتونات كانت تكوِّن في البلازما موجات متناهية في الصغر **متقاربة *convergents***، وليس موجات **متشعة *radiatives***؛ أي متباعدة تخضع للتعدمية. فموجات الماء، التي تنشأ عند إلقائنا حجراً في بركة الماء، والموجات الراديوية، والموجات الصوتية، وحتى موجات المراكز العصبية في الدماغ - كموجات مركز الذاكرة مثلاً - هي موجات مشعة؛ أي تزيد من التعدمية. فهنالك إذن سهم للزمن مشعع، ينطلق من مركز الموجة منتشراً في الاتجاهات كافة. وإذا ما عكسنا سهم زمن الموجات المتباعدة (المشعة)؛ فإننا نحصل على سهم زمن الموجات المتقاربة. فسهما زمن الموجات المشعة (المتباعدة) والموجات المتقاربة يتصلان مباشرة بالقانون الثاني للديناميات الحرارية (التعدمية)؛ ذلك أنَّ تحقُّقَ سهمِ زمنِ الموجات المتقاربة يتطلب انتظاماً أكثر بكثير من تحقُّق سهمِ زمنِ الموجات المشعة. وهكذا؛ فإنَّ احتمال الحالة البدئية للكون كي تنتج موجات متقاربة أقل بكثير من احتمال حالة بدئية تنتج موجات متباعدة (مشعة). فالحالة البدئية الأولى إذن أدنى تعدمية بكثير من

الحالات، التي تلت. لذا، يمكننا أن نفترض أنَّ بلازما الفوتونات كانت تتكون من موجات متقاربة ذات انتظام أعظم.

وبالنظر إلى أنَّ القانون الثاني للديناميات الحرارية وسهم زمنه، وكذلك سهم زمن التعدمية وسهم الزمن الكوني، نشأت كلها نتيجة حدوث الانفجار الأعظم في الركام الكمومي – بذرة الكون –، ونشوء متصلة المكان – الزمان والثقالة ، يمكن عندئذ اعتبار الانفجار الأعظم **سبباً *cause*** وأسهم الزمن (للديناميات الحرارية وللكون وللتعدمية) هي مجرد نتيجة، أو **أثر**، أو **تأثير *effect*** لهذا السبب الأولي أو البدئي. وكما هو بديهي في **علم المعرفة *epistemology*** (المعرفيات)؛ فالسبب يسبق النتيجة، والحدث المسبب يسبق دائماً الحدث الناتج. **فالإخصاب *conception*** مثلاً يسبق بداهة الولادة، وليس **العكس بالعكس *vice versa***. بناء على ذلك؛ فالسببية تتلازم تلازماً صارماً مع سهم الزمن. ولكن تنشأ في علم المعرفة نتيجة استعمال السببية كسهم للزمن معضلة يصعب إدراكها. ذلك أن العلاقة السببية بحدِّ ذاتها (السبب–النتيجة) لا يمكن إدراكها، بل ندرك فقط تسلسلاً من الأحداث. كما أنَّه من الصعب تقديم تفسير واضح للتعبيرين «سبب» و«نتيجة»، وما يعنيانه بدقة، أو تعيين الأحداث، التي يشير إليها هذان التعبيران. وعلى أية حال؛ فإنَّه يبدو واضحاً تماماً أنَّ سقوط كوب من الماء هو بالتأكيد سبب، في حين أن تهشم الكوب وسيلان الماء، اللذين يتبعان، هما قَطعاً نتيجة، فإدراك السقوط (السبب) والتهشم والسيلان (النتيجة) هما فيزيائيًّا ظاهرة لسهم زمن الديناميات الحرارية ولتأثير الثقالة. ولكن بداهةً لا يمكننا تلقائيًّا جمع حطام الكوب، وإعادة مائه المسال إليه، ووضعه حيث كان (أي جعل شريط الأحداث يسير بالاتجاه الراجع؛ أي عكس سهم الزمن)، ذلك أنَّ سهم التعدمية يحول دون

ذلك. فالتحكم بالمستقبل، في حدوث أمر ما يُنشئ علاقة حتمية بين الفاعل (السبب) و(النتيجة). وبدهي أنَّ هذا لا يمكن أن يحدث في الماضي (الذي لا سلطان لنا عليه بسبب سهم التعدمية)، إنَّما يمكن التخطيط لمستقبل معين كوننا نتحرك في الزمن دائماً إلى الأمام، وليس دائماً إلى الخلف؛ إلى الماضي.

وكما سبق أن ذكرنا؛ فإنَّ النتيجة الحتمية لحدث الانفجار الأعظم (كسبب أولي بدئي رئيسيّ، أصل كل شيء)، ولسهم الزمن الكوني، ولسهم الزمن للديناميات الحرارية، ولسهم زمن التعدمية كنتائج) هي المصير المحتوم للكون المتمثل بالتلاشي أو التبخر، حيث لا يتبقى إلا فضاء فارغ؛ موت بارد حقيقي أعظم، تصل درجة الحرارة فيه صفر (كلفن) الصفر المطلق؛ فلا طاقة، ومن ثَم لا حركة في ذرات المادة. وكما ذكرنا غير مرة؛ فإن درجة حرارة الكون الحالية تبلغ ٢,٧٢٨ كلفن، ويتمدد تمدداً متسارعاً بفعل **الطاقة المُعتمة *dark energy*** ذات الضغط السلبي (التي تعمل إذن كمحرك كوني)، وبفعل ما تبقى من أثر ثمالي من قوة الانفجار الأعظم، الذي حدث قبل ١٣,٧٩٨ مليار عام، ومن التأثير المحرك للطاقة الخفيَّة.

وبالنظر إلى أن درجة حرارة الكون قد انخفضت منذ لحظة الانفجار الأعظم ـ أي قبل ١٣,٧٩٨ مليار عام – حتى الآن مقداراً هائلاً: من عشرة مليار مليار مليار (١×١٠^{٣٧}) كلفن إلى ٢,٧٢٨؛ فقد يستنتج البعض أنَّه لن يمضي وقت طويل حتى تصل درجة حرارة الكون الصفرَ المطلق؛ فيتبخر وينعدم. ولكن علينا أن نتذكر أنَّ توسع الكون لم يكن في بدايته خطيًّا. ففي إثر حدوث الانفجار الأعظم توسع الكون بسرعة تفوق مليون مليون مرة سرعة الضوء. وكما نعلم؛ فإن هذا التوسعَ ذا السرعة الهائلة إنَّما يرجع إلى سببين: قوة

الانفجار الأعظم والخلاء الذي حدث فيه الانفجار. وما إن غدا الكون في حجمه الحالي (يبلغ قطره قرابة ١×١٠^٢٤ كيلو متر) حتى تضاءلت قوة الانفجار كثيراً كي تصبح ثمالية. ولئن كان الكون يتمدد حاليًّا تمدداً متسارعاً نسبيًّا؛ فإن سبب هذا التمدد المتسارع إنَّما يرجع إلى فعل الطاقة المُعتمة (التي تكوِّن ٦٨,٣ في المئة من نتاج الانفجار الأعظم)، وإلى ثمالية قوة هذا الانفجار. وكما ذكرنا غير مرة، فإنَّ هذا التوسع المتسارع لن يصبح انفلاتيًّا بسبب الفعل الجاذب لكل من قوتي الثقالة والمادة السوداء الباردة. وتشير الحسابات، التي أجريت إلى أن الكون سيحتاج حتى ينتقل من الدرجة ٢,٧٢٨ كلفن إلى الصفر المطلق مدةً هائلة في كبرها، إذ تبلغ ألف مليار مليار مليار مليار مليار مليار مليار مليار (١×١٠^٦٦) عام. وكما سبق أن ذكرنا غير مرة، لن يكون هنالك على الأرض من يشهد الموت الحقيقي البارد الأعظم لكوننا، ذلك أنَّ الحياة ستزول من كوكب الأرض بعد ٤,٦ مليار عام تقريباً فقط، حيث ستنطفئ الشمس وتتحول إلى قزم أبيض.

٦- سهم الزمن البيولوجي

ولكن قد يتساءل البعض كما سبق أن تساءلنا: لماذا أنقذت القوة النووية الضعيفة متصلةَ المكان-الزمان (المادة - الكون كما نوجد فيه - وسهم الزمن) من الفناء كي تسلمها إلى التعدمية، التي ستنتهي بالكون إلى التبخر أو العدم؟ قد يجيب معتنق **الغائية *finality***: من أجل إقامة الحياة على الأرض وظهور الإنسان كي يصبح لوجود هذا الكون معنى. إنَّه منطق حكماء الغائية.

لقد كتب (ماركوس أوريليوس أنتونينوس أوغستوس ***Marcus Aurelius Antoninus Augstus***) (١٢١-١٨٠)، وسُمِّي أيضاً بآخر الأباطرة الأخيار).

[يجب عدم الالتباس بالإمبراطور «أورليان» ***Aurlian*** (٢١٤-٢٧٥)، الذي احتل تدمر، وأسر ملكتها «زنوبيا» ***Zenobia*** (٢٤٠-٢٧٥)، واسمها الروماني «جوليا اوريليا زنوبيا» ***Julia Aurelia Zenobia*** ، التي أسست وحكمت مملكة تدمر ما بين ٢٦٧ و٢٧٢]. لقد كتب إذن هذا الإمبراطور الصالح في كتابه **تأملات *Meditations*** (الجزء السابع، الصفحة ١١)

(باللاتينية: ***Numquam aliud natura, aliud sapientia dicit***)؛ أي: **لا تقول الطبيعة شيئاً أبداً ، وتقول الحكمة شيئاً آخر**. ويُلخِّص هذا القول أحد مبادئ الفلسفة الرواقية[٣] ***stoicism***، التي كان «أوريليوس» أحد مفكريها. فإذا كانت حكمة الطبيعة من خلق الكون وجودَ الإنسان كي يصبح لهذا الكون معنى؛ فإنَّ ما هو مذهل حقًّا أنَّ هذا الوجود للإنسان لن يمتد أكثر من ستة مليارات عام؛ جزءٌ متناه في الصِّغر من كامل عمر الكون. اللهمَّ إلَّا إذا كانت هنالك حياة بشرية من نوع ما في منظومات أخرى غير منظومتنا الشمسية

(٣) الرِّواقيَّة *stoicism* (من اللاتينية *stoicus*، من اليونانية *stöikos* الرواق *portico*، الرواق بالألوان الشهير في «أثينة» *Painted Portico*، الرواق *portico* حيث كان يُعَلِّم «زينو» Zeno): الرواقية إذن مدرسة فلسفية، أسسها «زينو السيشيومي» Zeno of Citium (٢٦٣-٣٣٥ قبل الميلاد). وترى هذه المدرسة أنَّ الإنسان الحكيم يجب أن يكون متحرراً من الانفعالات العاطفية، لا يتأثر بالفرح أو بالحزن، متساوِقاً مع قوانين الطبيعة. كما ترى هذه الفلسفة أنَّ عدم الحكمة وارتكاب الخطأ يستجران الانفعالات المدمرة. وأنَّ الحكمة والفضيلة يميزان الإنسان ذا الأخلاق الفاضلة والذكاء الحاد. لذا؛ فإن هذا الإنسان لا يمكن أن يصبح فريسة لهذه الانفعالات. ويُعَدُّ «لوشيوس أَنَّايوس سِنيكا» Lucius Annaeus Seneca (٤ قبل الميلاد – ٦٥) من أكثر فلاسفة هذه المدرسة شهرة. لقد أكد «سِنيكا» أنَّ الفضيلة تكفي بمفردها – إذا ما امتلكها الإنسان – كي تجعله سعيداً. فالرجل الحكيم الفاضل عَصيٌّ على سوء الطالع. ورأس الحكمة التماس المعرفة، الذي يتم فقط عندما يكبح الإنسان جماح عواطفه، ويتحرر من انفعالاته.

ضمن مجرتنا، أو في مجرات غير مجرتنا، أو حتى في أكوان غير كوننا.

يمكن اعتبار تكون المادة من الجسيمات الأولية انتهاكاً لسهم المبدأ الثاني للديناميات الحرارية. فالبروتون أو النترون أقل تعدمية (أكثر طاقة حرة) من الكواركات، التي تكونها. كما أنَّ نواة الهليوم (جُسيم ألفا) أقل تعدمية من نواتي الدوتريوم اللتين تكونان هذا الجُسيم. ويمكن القول إن جزيء الحمض الأميني **الغليسين** ***H2N-CON-COOH*** مثلاً أقل تعدمية من مكوناته. كما أنَّ البروتينات والحموض النووية أقل تعدمية من مكوناتها. والخلية الحية، وكذلك الجسم الحي أقل تعدمية من مكونات كل منهما. ولكن هذا الانتهاك لسهم التعدمية هو ظاهري وموضعي. ذلك أَنَّ تكوُّن المواد المذكورة آنفاً رافقه زيادة تعدمية الكون كجملة مغلقة. ولئن كانت الحياة قد نشأت، وتطورت كي تبدع الكائنات الحية كافة؛ فليس لأنَّ نشوءَها وتطورها انتهاك ظاهري لسهم زمن الديناميات الحرارية فحسب، بل أيضاً لأن سيرورة تكون الكائن الحي وولادته وديمومة حياته القصيرة لم تكن لتحدث لولا تمكن الحياة من توليد الطاقة الضرورية لِبقائها متمثلة (في السواد الأعظم من الأحياء) بطاقة كيميائية حيوية مختزنة على نحو أساسي بمركب يعرف **بثالث فسفات الأدينوزين** ***adenosine triphosphate (ATP)***، الذي يقيها من الموت. فنشوء الحياة وتطورها وبقاء الكائن الحي سيرورات تنتهك سهم التعدمية موضعيًّا ولكن على حساب زيادة مكافئة في تعدمية الكون كجملة مغلقة.

لقد ترافق ظهور **الإنسان العاقل** ***Homo sapiens*** قبل ما بين ١٠٠ و٢٥٠ ألف عام مع **ظاهرة انبثاقية** ***immergent phenomena***، وُهِبَ الإنسان بموجبها العقل (انظر أصل الإنسان للمؤلِّف). وتتمثل هذه الظاهرة الانبثاقية بيولوجيًّا بأربع خاصيات أساسية تميز الإنسان من سائر الحيوان، وهي:

١ – ضخامة نمو القشرة الدماغية الجديدة ***neocortex***، وتعقد بنيتها.

٢ – تقابلية إبهام اليد مع بقية الأصابع.

٣ – البنية الفراغية الثلاثية الأبعاد للحَنْجرة وللثنيتين الصوتيتين.

٤ – انتصاب القامة.

لقد وُهِبَ الإنسان العقل نتيجة خلق هذه الخاصيات فيه، ووُهِبَ معه قانونه الأخلاقي، الذي صان الإنسان حتى الآن من الانقراض. فالعقل ظاهرة انبثاقية من هذه الخاصيات لأنَّ أيًّا منها لا يمثل العقل، ومن ثم فالعقل لا يوجد في أي منها، بل انبثق من مجموعها، ومن تساوق بعضها مع بعض. [الماء مثلاً ظاهرة انبثاقية لا نجد خصائصه في العنصرين (الهدرجين والأكسجين) اللذين يكونانه]. واللغة، هي الأخرى ظاهرة انبثاقية بطبقتها العميقة (الذهنية حيث تتولد الأفكار)، وبطبقتها السطحية (الحنجرة واللسان)، التي هي مجرد تعبير عن الطبقة العميقة. ويدفع الفكر باستمرار اللغة كي تنتهك سهم زمن الديناميات الحرارية والتعدمية بضغط الكلمات (الإقلال من عدد الكلمات)، التي تعبر عن فكرة من الأفكار. فخير الكلام ما قَلَّ ودَلّ. وبطبيعة الحال، لا نستطيع التعبير عن فكرة ما إلَّا إذا كنا نفهمها جيداً؛ إلَّا إذا كانت واضحة في ذهننا وضوحاً جليًّا. وهذا هو شأن السيرورات الفكرية لدى أفراد البشر كافة. ولقد قيل عن اللغة الفرنسية: إذا لم يكن التعبير واضحاً؛ فهو ليس بالفرنسية ***Ce qui n'est pas clair, n'est pas fraçais***. صحيح أنَّ ضغط الكلمات وإيضاح الفكرة ينتهك سهم التعدمية موضعيًّا، إلا أن هذا الضغط والإيضاح يتطلبان سيرورات ذهنية تقتضي استهلاك طاقة كيميائية حيوية على شكل ***ATP***، وهذا الأمر يزيد من تعدمية الكون ككل.

وما دام العقل (وهو ظاهرة انبثاقية) وُهب للإنسان؛ فهنالك سهمُ زمنٍ

نفسي إدراكي ***psychological-perceptual***؛ أي إدراك الزمن. إنَّ سهم الزمن العقلي هذا ينشأ من حقيقة أننَّا نملك الحس بأنَّ إدراكنا ليس سوى حركة مستمرة، تبدأ دائماً بالمعلوم (الماضي)، متجهة نحو المجهول (المستقبل). إنَّ توقع المجهول يكوِّن ما يمكن تسميته المستقبل النفسي، الذي يبدو دائماً كشيء ما يتحرك المرء نحوه. ويماثل هذا الشيء خيالاً في مرآة تعزز الذاكرةُ مرتسماته الإسقاطية، متمثلة بالرغبات والأحلام والآمال. فسهم الزمن النفسي الإدراكي يقيم ترابطاً بين ما مضى من حياة المرء وأصبح خلفه، وبين ما سيأتي وما يزال أمامه. وغالباً ما تحدد إرادة المرء وثقافته وبيئته هذا الترابط. بيد أنَّ سيطرتنا على المستقبل تظل مجرد تخطيط، تحكمه عوامل متفاوتة. ويبقى هذا التحكم ممكناً إذا ما تمت مقارنته بالماضي، الذي يستحيل علينا أن نغير فيه حدثاً ما مهما كان صغيراً. وكما يقول «عمر الخيام» في رباعياته:

"The Moving Fingers writes;	«وتَخُطُّ أصابعُ القدرِ المتحركة؛ وما
and, having writ	إن يغدو مكتوبًا،
moves on: nor all thy Pity nor	حتى تنتقل إلى سطرٍ ثان. فلا كلُّ
Wit	تَقواكَ ولا كلُّ فِطنتكَ،
shall lure it back to cancel half	سيُغريها لتعودَ إلى الوراء كي تمحو
a Line	ولو نصفَ سطرٍ.
Nor all thy tears wash out a	إنَّ كلَ دُموعِكَ لنْ تُزيلَ منها ولو
Word of it".	كلمةً واحدة»

«عمر الخيام» (١٠٤٨ *ca* – ١١٢٢)

Translation by Edward FitzGerald (1809–1883)

الترجمة من الفارسية: «إدوارد فيتزغيرالد» (١٨٠٩–١٨٨٣).■

المصادر والمراجع

- *Berg. J.M et al.Biochemstry, W.h Freeman and company New york, Pp.12–13. (2002).*
- *Fraser, G.et al. The Search for Infinity, George Philip Limited, London, Pp.104–105, (1998).*
- *Hawking, S. A brief History of Time, From The Big Bang to Black Holes, Bentam Books, Toronto, Pp.91، 93، 69–70، 112، 161، (1997).*
- *Lodish H. et al ,Molecular Cell Bology, W.H Freeman and Company, New York, Pp.36–37, (2000).*
- *Rizk, H.K. Evolution oriented; Genome Personalised (in press).*
- *Rosing, M.t. Science 283، 674–676، (1999).*
- *Cossins, A. Nature 396، 309–310, (1998).*
- *Rutherford, S.L. and Lindquist, S. Nature. 396، 336–341, (1998).*
- *Senut, B. Encyclopaedia Universalis, Vol. 17, Paris, Pp. 901–904, (1980).*
- *White, T.et al. Science 329, 17–106, (2009).*
- *Weiberg, S. The First Three Minutes, Basic Books, New York, Pp. 94–96، 154–158, (1993).*

- رزق، هاني. موجز تاريخ الكون: من الانفجار الأعظم إلى الاستنساخ البشري، دار الفكر، دمشق (٢٠٠٣).
- رزق، هاني. الجينوم البشري وأخلاقياته: جينات النوع البشري وجينات الفرد البشري، دار الفكر، دمشق (٢٠٠٧).
- رزق، هاني. أصل الإنسان، دار الفكر، دمشق (٢٠١٠).

* * *