نهاية الكون

ما تقرره العلوم الطبيعية في هذا الموضوع

عن كتاب السر جيمس جينز : « الكون الذي حولنا »

١

من الامور المعروفة عند علماء الطبيعة والفلك ان مادة الكون الصلبة آخذة في الانحلال والتلاشي في اثناء تحولها الى اشعاع . فقد كان وزن الشمس امس يزيد ٣٦٠ الف مليون طن على وزنها اليوم . اي ان هذا القدر من مادتها يتلاشى لكي تشع كل ما تشعهُ يوميًا. وهذه الاشعة التي تنطلق منها تسير في الكون وستظل سائرة فيه الى نهاية الزمن . وتحوُّل المادة الى اشعاع عمل جارٍ الآن في كل النجوم والى حدٍّ ما في الارض على ما نراهُ في بعض العناصر المشعة كالراديوم والاورانيوم والبروتكتينيوم وغيرها. ولكن الارض لا تخسر من وزنها بالاشعاع الا نحو تسعين رطلاً كل يوم آزاء ٣٦٠ الف مليون طن تخسرها الشمس

ومن الطبيعي أن نسأل هل درس الكون يثبت لنا ان لهذا التحوُّل ما يقابلهُ من تحوُّل الاشعاع الى مادة ؟ اي هل ما تفقدهُ الارض والشمس والنجوم في ناحية من نواحي الكون يعوَّض في ناحية اخرى بتحول الاشعاع الى مادة ؟ نقف على ضفة نهر نراقب تيّارهُ المائي جاريًا الى البحر ونحن نعلم ان هذا الماء يتحوَّل بعدئذٍ الى بخار وغيوم ثم يهطل مطراً ويتجمع انهراً تجري الى البحر . فهل افعال الانحلال والتحوُّل والبناء في الكون

[illegible]

اذا سألنا ما هو سبب مظاهر الحياة التي نراها في العالم الذي يحيط بنا كان الجواب — القوة *Energy* . القوة الكيميوية في الوقود التي تسيّر سفننا وقطاراتنا وسيّاراتنا وفي الطعام الذي يحفظ حياتنا ويمدُّ عضلاتنا بنشاطها . والقوة الميكانيكية وهي قوة حركة الارض التي ينشأ عنها تحوُّل الليل والنهار والصيف والشتاء والمدّ والجزر . وقوة نور الشمس التي تحيي نباتاتنا وتضج ثمارنا وتجهزنا بتيارات الهواء ومياه الامطار

والناموس الاول من نواميس « علم الحركة الحرارية » (ترمودينامكس) ينصُّ على عدم تلاشي القوة . قد تتحول القوة من شكل الى آخر ولكن مجموع مقدارها في اشكالها المختلفة يظلُّ ثابتاً لا يتغيّر . فمقدار القوة في الكون اذن ثابت على حدٍّ معين لا يحول عنهُ وقد بني على هذا المبدإ القولُ بان الحياة تستطيع ان تظلَّ حياة الى ما شاء الله لان القوة التي منها تنشأ وبها تستمرُّ ثابتة لا تتلاشى

ولكن الناموس الثاني من عِلم الحركة الحرارية يزيل كلّ وهم من هذا القبيل . فمهما ان القوة لا تتلاشى في مقدارها ولكنها تتحول من شكل الى شكل واتجاه هذا التحول قد يكون الى تحت كما قد يكون الى فوق . اما التحول من شكل اعلى الى شكل ادنى فسهل واما التحول من شكل ادنى الى شكل اعلى فصعب او متعذر . ويُبنى على ذلك ان تحوّل المادة الى اشعاع اسهل من تحول القوة الى مادة . خذ مثلاً النور والحرارة . كلاهما شكل من اشكال القوة. فالف وحدة من قوة النور يسهل تحويلها الى الف وحدة من قوة الحرارة وذلك بتوجيه مقدار من النور الى سطح بارد اسود . ولكن تحويل الف وحدة من الحرارة الى الف وحدة من النور مستحيل . ان مقداراً من النور بعد تحوله حرارة يستحيل تحوله ثانية الى نور . وهذا مثل واحد بسيط على ان القوة المشعة تميل الى التحول من شكل قوة يكون طول امواجها كذا الى شكل آخر تكون امواجهُ اطول من امواج الشكل الاول. فالنور يتحول الى حرارة لان امواجهُ اقصر من امواج الحرارة . ولكن الحرارة لا تتحول نوراً لأن امواجها اطول من امواجهِ . والقوة لا تتحول غالباً الاّ من موجة قصيرة الى موجة اطول منها. خذ النور الازرق فانهُ اذا وقع على مادة « مفلورة » انبثق منها نوراً اخضر او اصفر او احمر . وأمواج كل هذه الاشعة الملونة اطول من اشعة النور الازرق. ولا يعرف ان النور الازرق الواقع على مادة « مفلورة » ينبثق منها نوراً بنفسجياً لأن امواج الاشعة البنفسجية اقصر من امواج الاشعة الزرقاء . ويطبَّق هذا المبدأ تطبيقاً بديعاً في الامتحان التالي . ذلك انك اذا وضعت جسماً مفلوراً في منطقة الاشعة التي فوق البنفسجي (وهي اشعة لا تبصرها العين البشرية) امكنك ان ترى الجسم بها . لماذا ؟ لأن هذا الجسم يمتص هذه الاشعة ويحوّلها فتنبثق منهُ اشعةً امواجها اطول من امواج الاشعة التي امتصها اي يحوّلها من الاشعة فوق البنفسجية الى اشعة بنفسجية تراها العين . ولكنك اذا وضعت جسماً مفلوراً في منطقة الاشعة الحمراء لم ترهُ مع ان العين ترى الاشعة الحمراء لأنه يمتص الاشعة الحمراء فيحولها الى اشعة امواجها اطول من الامواج الحمراء وهذه هي الاشعة تحت الاحمر التي لا تستطيع العين رؤيتها

٢

قد يعترَض على هذا القول بأن اختبارنا اليومي في اشعال الحطب او الفحم يدحض هذه المزاعم . الم تخزَنْ حرارة الشمس في الفحم والحطب ؟ ألا تتحول هذه الحرارة نوراً حين حرقها ؟ فحرارة الشمس اذاً تتحول نوراً ! والردُّ على هذا الاعتراض هو ان ما تشعُّهُ الشمس مزيجٌ من الحرارة والنور بل هو خليط من اشعة من اطوال مختلفة . فما يخزن في الفحم

والحطب انما هو نور الشمس وغيره من الاشعة قصيرة الامواج. فاذا حرقنا الحطب او الفحم حصلنا على قليل من النور ولكنه اصغر جداً وأقل من النور الشمسي الذي خزن فيه اولاً. كذلك نحصل على مقدار من الحرارة. وهذا المقدار اكبر من المقدار الذي خزن في الفحم اولاً. والخلاصة ان حرق الفحم يدل على ان جانباً من النور الذي خزن فيه اولاً تحول الى حرارة

وهذا يشير الى وجوب اعتبار « المقدار » و « النوع » حين التفكير «بالقوة»[1] والتكلم عنها. ان مقدار القوة الاساسي في الكون لا يتغير. هذا هو ناموس « الزموديناميكس » الاول. ولكن نوع القوة يتغير ويميل الى التغير في جهة واحدة كما يميل الماء الى الانحدار من قمة جبل الى سفحه. هذا هو ناموس « الزموديناميكس » الثاني

وبعض هذا التحول هو تحول الاشعاع من امواج قصيرة الى امواج طويلة. فاذا بسطنا ذلك بألفاظ الطبيعيات الجديدة قلنا إن التحول هو تحول عدد قليل من « مقادير[2] » عظيمة القوة الى عدد اكبر من « مقادير » ضعيفة القوة. وفي كلا الحالين لا يتغير مجموع القوة بل يتنوع. ان المقادير تجزأت الى مقادير اصغر. ومتى حصل هذا التجزؤ تعذر حصول الفعل المناقض له وهو التوحيد بين «المقادير» الصغيرة الضعيفة لتأليف «مقدار» كبير قوي. فالقوة تتحول اذاً من شكل تصلح فيه للاستعمال الى شكل يتعذر فيه استعمالها. وهذا مايطلقون عليه باللغة الانكليزية لفظة *Availability*

فاذا رجعنا الى سؤالنا الاول : « ما المصدر الذي تنبع منه مظاهر الكون وتقوم به افعال الحياة »؟ لم نعد نكتفي بقولنا انه « القوة » بل وجب ان نقول « انما هو القوة التي تتحول من شكل يتسنى فيه استعمالها الى شكل يتعذر فيه استعمالها. هو تحول القوة وانحطاطها في [illegible] مقدار القوة في الكون لا يتغير وان الكون لذلك لا بد ان يظل سائراً الى الابد هو كالتدليل بأن وزن الرقاص في ساعة دقاقة لا يتغير ولذلك فلابد ان تمضي الساعة في دورانها الى ما شاء الله

على ان مقدار القوة التي تصلح للاستعمال ينقص ومقدار القوة التي يتعذر استعمالها لضعفها يزيد وهذا الانحطاط — هذا التحول — في القوة لا يمكن ان يمضي كذلك الى الابد. اذ لا بد ان يجيء وقت تتحول فيه آخر وحدة من القوة الصالحة للعمل الى قوة غير صالحة

(١) في اللغة العلمية ثلاثة الفاظ يستطاع ترجمتها بلفظة « قوة » ولكن عند التدقيق في معانيها نرى اختلافاً كبيراً بينها. فلفظة *energy* معناها الطاقة على العمل لذلك ترجمت في مصر بلفظة طاقة. ولفظة *Power* معناها العلمي «سرعة العمل» فهي تساوي حاصل الشغل في الوقت الذي استغرقه. ثم هناك لفظة *force* وحدها العلمي مقدار جذب الارض لقدومين من المادة. وقد استعملنا هنا لفظة قوة بمعنى الطاقة

(٢) المقدار لفظ استعملناه لترجمة كوانتم *Quantum* التي يقصد بها ذرة دقيقة من القوة *energy* ملحقة بالذرات وبنشطين وغيرها

للعمل وعندئذ تجيء نهاية الكون. أن القوة التي لا تزال فيه لم يتغير مقدارها ولكنها قد نزلت درجات التحول من شكل الى شكل حتى بلغت درجة اصبحت فيها لا تستطيع ان تتحول . ومتى وقفت القوة عن التحول عجزت عن احداث مظاهر الكون والحياة. فكأنها مياه ما زالت تتحدر من قمة الجبل وهي في اثناء انحدارها تدير المطاحن وتولد الكهربائية حتى بلغت بركة ركدت فيها فعجزت عن كل عمل

٣

هذه هي تعاليم علم « الثرموديناميكي » الجديدة . ولا نعلم سبباً واحداً يحملنا على الريبة فيها . بل ان كل اختباراتنا الأرضية تؤيدها . فلا ادري اية نقطة منها معرضة اكثر من غيرها للنقض . انها تهدم في الحال كل قول بأن قوى الكون تسير في دائرة — اي بأن المادة تتحول اشعاعاً والاشعاع يتشكل اشكالاً مختلفة ثم يعود فيتحول مادة وهكذا . اي ان القول بأن الكون شبيه بالنهر الذي يجري الى البحر بمائه ثم يتبخر ماؤه وينعقد غيماً ويهطل مطراً يعدُّ النهر من جديد، قول لا يؤيده العلم . ان مياه النهر تستطيع ان تمرَّ في الأدوار المذكورة لأن النهر جزء من الكون . وفي الكون قوة خارجية عن النهر تحفظ دورته هذه . على ان قوة الكون سائرة في سبيل الانحطاط كما بينا وما لم نقل بوجود قوة خارجية عن الكون — مهما تكن تلك القوة — فالكون لا شك خاسر يوماً ما كل القوة الصالحة للاستعمال التي فيه . والكون الذي لا تجد فيه قوة صالحة للاستعمال كون ميت

حتى النهر الذي اتخذناه مثلاً لما نريد بيانه يجري مجرى الكون اذا حسبنا حساب كل

[illegible]

فتولد حرارة تنطلق في الفضاء اشعة حرارة . ولكن القوة التي تُجري مياه النهر مصدرها الأول هو نور الشمس . أحجبه عن الأرض يقف النهر عن الجريان

وهذه المبادىء تنطبق كل الانطباق على الكون وأفعاله . اذ لا لبس مطلقاً في ان القوة فيه آخذة في الانحطاط على المنوال الذي بيَّناه . فانها تنطلق اولاً من قلب نجم حام في « مقادير » او « كوتات » عظيمة القوة تسير في امواج قصيرة جداً وفي سيرها من قلب النجم الى سطحه تتحوَّل وفقاً لحرارة الطبقات التي تمرُّ فيها وهي اقل من حرارة قلب النجم . ولما كانت الأمواج الطويلة مرتبطة بالحرارة الضعيفة فطول امواج هذه المقادير المنطلقة من قلب النجم تزداد رويداً رويداً . اي ان طاقة معينة من « المقادير » القوية تتحول الى عدد اكبر من « المقادير » الضعيفة. ومتى بلغت هذه الأمواج الفضاء المحيط بجسم النجم تنطلق فيه من دون ان يصيبها تحوُّل ما حتى تصطدم بذرات الغبار او

بالجواهر او الكهارب الثائهة وغيرها من ذرات المادة التي تملأ الفضاء بين النجوم. وهذا الاصطدام يطيل في الغالب موجتها . يستثنى من ذلك الاصطدام بمادة تكون حرارتها أعلى من حرارة المادة التي على سطح النجم وهذا غير مرجَّح . والنتيجة النهائية لاصطدامات من هذا القبيل هي اطالة الامواج فتكثر المقادير عدداً وتضعف قوة كلٍّ منها. ولكن مجموع قوتها لا يزال على حاله

والمرجح ان «المقادير» القوية التي تنطلق من قلب النجوم انما تنطلق عند انحلال المادة وتلاشيها اي ان القوة المستقرة في الكهارب والبروتونات تفلت منها بتلاشيها وتظل تتغير وتتحول من شكل الى آخر، وموجتها في كل حال اطول منها في الحالة التي تسبقها، حتى يصير طولها طول امواج الحرارة التي قلما تفيد شيئاً في افعال الكون

وقد اطلق بعض الباحثين لخيالهم العنان فقالوا ان القوة التي تبلغ هذا المستوى من الضعف تعود وتتحول على مرّ الزمان الى كهارب وبروتونات . كأنهم يرون بعيون مخيلاتهم اكواناً جديدة تنشأ من رماد الاكوان المتحللة ! ولكن العلم الآن لا يؤيد هذه المزاعم. فنهاية الكون تحين متى انحلّ كل جوهر من جواهر المادة وانطلق في الفضاء اشعاعاً قويًّا فصير الامواج ثم تحول هذا الاشعاع رويداً رويداً حتى يصير حرارة تطوف ارجاء الكون بامواج طويلة ضعيفة

لقد قدّر الاستاذ هبل انهُ اذا وزعت الاجسام المادية في الكون توزيعاً متساوياً بلغ مقدارها في كل سنتمتر مكعب $١٫٥ \times ١٠^{-٣١}$ من الغرام . والمعروف ان تلاشي غرام من المادة يطلق قوة قدرها ٩×١٠^{٢٠} «ارج» واذن فانحلال مادة تملأ سنتمتراً مكعباً من الفضاء يطلق قوة قدرها $١٫٣٥ \times ١٠^{-١٠}$ ارج[1] . وهذا القدر من القوة كاف لرفع حرارة سنتمتر مكعب من الفضاء من درجة الصفر المطلق الى درجة من حر

برودة الهواء السائل وهي نحو ١٨٨ درجة تحت الصفر بميزان سنتغراد . فسبب في [illegible] مادة الكون الى حرارة لا يولد الا هذا المتوسط الضئيل من الحرارة هو قلة المادة التي في فضاء الكون اذا قيست بسعته . فمثلنا اذا حاولنا ان ندفئ الكون بتحليل مادته الى حرارة مثل رجل يريد ان يدفئ غرفة بحرق ذرة دقيقة من الخشب هنا وذرة هناك . ان الكون ازاء كل الحرارة التي يمكن توليدها فيه من انحلال شموسه مثل بقّ لا قمر له. بل لقد تكون الحرارة التي تولدت من انحلال الوف العوالم منطلقة في الفضاء الآن ولا نشعر بها

هذه هي نهاية الكون — على ما يراهُ العلم الحديث — . لابدَّ ان تأتي في المستقبل البعيد ان لم ينقلب مجرى الطبيعة

(١) الارج هو وحدة صغيرة من وحدات العمل . والعمل اللازم لرفع قطر من الماء عن الارض الى مائة طولها متر يبلغ ٢٨ مليون إرج