من الجواهر الى السدم

اسرار الكون بين الطبيعيات والفلك

مقالة علمية في امثال تقرّب المعاني البعيدة

٢

طبيعة النور

بين العالم بالطبيعة والعالم بالفلك ميدان مشترك يتفقان فيه غرضاً ويختلفان اسلوباً

ولما كان الفلكي لا يستطيع ان يعرف شيئاً عن الكواكب الا مما يحمله النور في طيّات امواجه فمن الطبيعي أن يكون اول سؤال يسأله من اقدم الازمنة الى الآن « ما هو النور » ؟ وقد اختلف جواب علماء الطبيعة عن هذا السؤال المعتّد في مختلف العصور ووفقاً لاتساع نطاق المعرفة . فاذا وجهنا هذا السؤال الى عالم طبيعي عصري يملك مقدرة التصوير والتمثيل لجلو المعاني الغامضة اخذ بيده قطعةً من الطباشير الاحمر ورسم على لوح اسود خطاً متعجاً يشبهُ موجة ∽∽∽ وفوق هذا الخط يرسم عضاراً يمدو احدى قدميه على ذروة موجة والقدم الاخرى على ذروة الموجة التالية . ثمّ يمثل هذا الحضار حاملاً على ظهره حملاً صغيراً . ويرسم بعد ذلك خطاً متعجاً آخر كالخط الاول برتقاليّ اللون ويجعل المسافة فيه بين ذروة موجة وأخرى اقصر من المسافة المقابلة لها في الخطّ الأول . اي انهُ يجعل طول الموجة في الخطّ الثاني اقصر منها في الخطّ الاول . وفوق هذا الخط الثاني يرسم عضاراً آخر ساقاهُ اقصر من ساقي زميله لأن الخطوة التي عليه ان يخطوها من ذروة موجة الى اخرى اقصر ويرسم على ظهره حملاً اكبر قليلاً من حمل الاول . ثم يرسم خطاً ثالثاً أصفر اللون طول امواجه (المسافة بين ذروة موجة وأخرى) اقصر من طول الأمواج في الخطين السابقين وعليه عضار اصغر جسماً وأقصر ساقاً وأكبر حملاً . ويلي ذلك خط اخضر فأزرق فنيليّ فبنفسجيّ . وكلُّ خطٍّ منها يمثل لوناً من الوان النور حين حلّله الى طيفه ـ الأحمر فالبرتقالي فالأصفر فالأخضر فالأزرق فالنيلي فالبنفسجي . ولكنّ امواج كلّ لون منها اقصر من امواج اللون الذي قبلهُ فاللون الأحمر اطولها امواجاً والبنفسجي اقصرها . والحضار المرسوم فوق

كلّ خطّ من الخطوط المذكورة يصغر جسمهُ وتقصر اعضاؤهُ ويبرد كلّما انتقلنا من الأحمر الى البنفسجي ولكن حمهُ يزداد

اتستطيع ان تتصور سباقاً طويلاً مسافتهُ ٩٣ مليون ميل تتبارى فيهِ هذه المحاضير المرسومة فوق الخطوط المختلفة . انها تنطلق من الشمس في لحظة معينة متجهة الى الارض سائرة في عدوها فوق ذرى الامواج . من يفوز منها بقصب السبق ؟ ان المحضار البنفسجي اقصر المحاضير سيقاناً واكبرهم حملاً . فهل يعقل انهُ يستطيع مباراة المحضار الاحمر في هذا السباق وهو اطول ساقاً وأخفُّ حملاً ؟ لو كنت من محبي الرهان لكنت قامرت بكل مالك على ان المحضار الاحمر هو لا شكَّ الفائز بقصب السبق . ولكنَّ الغرابة كلَّ الغرابة ان هذه المحاضير تجري جنباً الى جنب ثماني دقائق وبضع دقيقة (هذا هو الزمن الذي يستغرقهُ سير النور من الشمس الى الارض) وتصل الى الارض معاً . . . .

فلفراقها في سباق مسافتهُ أطول من المسافة بين الشمس والارض وليكن بين سديم المرأة المسلسلة والارض . اذاً يجب علينا ان نجمل الصبر وطول الاناة شعارنا في مراقبة السباق . لان الف الف سنة تنقضي قبلما تقترب المحاضير من هدفها ! وفي هذا السباق ايضاً تصل كلها معاً . . . . فلا يسبق احدها الآخر . ولنفرض ان شبكة العين هي الهدف النهائي على الارض . فانك حين ترفع بصرك الى الفضاء لترى سديم المرأة المسلسلة تصل هذه المحاضير الى عينك وتخترق طبقاتها ثم تتصل بالشبكة فتلقي هناك احمالها . وكل حمل يشتمل على مقدار من القوة يؤثر في عصب البصر المنتشر في الشبكة فينتقل التأثر عليهِ الى الدماغ فيقول لك انك تبصر سديم المرأة المسلسلة الآن

ولكن العالم الطبيعي يرفع اصبع التحذير حينئذٍ ويقول لك ان ما تراهُ ليس سديم المرأة المسلسلة كما هو الآن ولكنهُ كما كان من مليون سنة . لان الف الف سنة يجب ان تنقضي قبلما تصل هذه المحاضير من هذا السديم الى شبكة عينك حتى تستطيع رؤيتها . فحين ترفع بصرك الى المرأة المسلسلة لا تشاهد الاَّ ما كان حادثاً فيها من مليون سنة واما ما هو حادث الآن فلا يرى الاَّ بعد مليون سنة اخرى يتسنى فيها للاشعة التي تنبثق عن الحادث من اختراق الفضاء الرحب بينها وبين الارض

على انَّ حبَّ الاستطلاع في نفس العالم الطبيعي يغلب الحذر على امره فيسأل : ترى « ما هي حالة سديم المرأة المسلسلة الآن » . فيجيبهُ الفلكي « المرجح ان المرأة المسلسلة الآن كما كانت من مليون سنة لان مليون سنة في عمر كوكب او كوكبة او سديم كثانية في عمر رجل »

صورة النور الثنائية

فالصورة التي يرسمها لنا الطبيعي محاولاً ان يبيّن بها طبيعة النور صورة ثنائية . فاذا شئنا ان نعلل ظاهرات الانعكاس والانكسار والتفرق والتعارض وجب أن ننظر الى النور نظرتنا الى تأثير موجي ينطلق من الجسم المنير . على هذا النظر يطلق الطبيعي اسم « المذهب الكهربائي المغنطيسي للنور »

واذا شئنا ان نعلل كيف تنطلق الاشعة من الجواهر او اثر النور في اطارة الكهارب من بعض العناصر كما في « العين الكهربائية » وجب ان نتصوّر النور محاضير دقيقة الاجسام كل محضار منها يحمل على ظهره كتلة من القوة . هذا المذهب في طبيعة النور يطلق عليه علماء العصر اسم « الكوتم » او مذهب المقدار . والمبدأ الاساسي الذي بني عليه هذا المذهب ان كل محضار خاص بنوع معيّن من الامواج لهُ حمل معيّن لحمله . وما من محضار يطلب اليه ان يحمل حملاً اكبر من حمله المعيّن او اقل . كذلك متى اصطدم هذا المحضار بجوهر من الجواهر يقول لهُ اما ان تأخذ كلّ حملي او لا تأخذ شيئاً منهُ . فاذا اضطر الجوهر ان يأخذ كل حمل المحضار لشدة السدمة وكان هذا الحمل فوق طاقته اخذ منهُ ما يحتاج اليه واشعّ الباقي موجة اطول من الموجة التي امتصها اي اطلق محضاراً يحمل حملاً اصغر

وهذه الصور التي يرسمها لنا العالم الطبيعي لا تقتصر على النور المنظور بل تشمل اشعة هرتز (اشعة الراديو) من جهة والاشعة التي فوق البنفسجي واشعة اكس واشعة غما والاشعة الكونية من الجهة الاخرى

بين الفلكي والطبيعي

تأمل الفلكي طويلاً في طبيعة النور وخصائصه والصفات الخاصة التي تتصف بها الانوار التي تجيئنا من مختلف النجوم فاتضح لهُ رويداً رويداً — مستعيناً بعلم الطبيعي — ان هذا النور وسيلة لحلّ ألغاز النجوم . ثمّ تتركب النجوم ؟ يبسط لك الطبيعي جدولاً وافياً لانواع الاشعاع التي تتصف بها جواهر العناصر الأرضية . ان هذا الجدول لعلماء الطبيعة والفلك كحجر رشيد لعلماء اللغة الهيروغليفية . به يستطيع الفلكيون ان يحلّوا الرموز التي تنطوي عليها امواج النور . فعنصر الصوديوم مثلاً يحدث خطاً اسود في منطقة اللون الاصفر من الطيف الشمسي . ثم يحلّ نور نجم من النجوم فاذا وجد ان في منطقة اللون الاصفر خطاً يتفق وخط الصوديوم فهو هذا النجم عنصر الصوديوم. هكذا وجد الفلكيون ان النجوم تتركب من العناصر التي في مادة الارض

ما درجة الحرارة في النجوم ؟ هنا ايضاً يوافينا الطيبي بالمدد . فبين للفلكي كيف يتغير لون الجسم الحامي بتغيُّر درجة حرارته. وطريقة تقدير درجة الحرارة في جسم ما بلون النور الذي يشعُّهُ يجري عليها علماء التعدين الذين يعرفون ان كتلة من المعدن المصهور تختلف من الاحمر الزاهي الى الاحمر الكرزي الى الاحمر الثاني الى الاحمر المصفرّ الى البرتقالي الى الليموني الى الاصفر بارتفاع حرارتها من درجة ٩٠٠ بميزان فارنهيت الى درجة ٢٠٠٠ ثم ان ابرد النجوم اشدّ حرارة من المعادن المصهورة. ولكن الفلكي يتخذ اختلاف اللون في المعادن المصهورة حين اختلاف حرارتها قياساً له يستنتج منهُ لون النجوم من ابردها الى اشدها حماوة وهذه الاخيرة تبلغ حرارة سطحها عشرين الف درجة بميزان فارنهيت ولونها ازرق

ما سرعة النجوم التي تسير في الفضاء سواء كانت مبتعدة عنا او متجهة الينا ؟ هنا ايضاً يستنجد الفلكي بالطيبي فيجهزه هذا بجدول يمكنهُ من تعليل الاختلاف في مراكز خطوط الطيف الشمسي ودلالتها على سرعة النجوم التي تبعث النور المحلول

فعلم الفلك مدين بكثير من حقائقه واساليبه لعلم الطبيعة . ولكن هذا الدين متبادل بين العلمين . فالفلكي اكتشف في نور الشمس دليلاً يثبت ان في الشمس عنصراً ليس لهُ اثر على الارض . فهبَّ علماء الطبيعة والكيمياء في الحال للبحث عنهُ فلما وجدوهُ — وهو عنصر الهليوم — ثبت ان لهُ شأناً خطيراً في المباحث الطبيعية الاساسية كبناء الجوهر الفرد والاشعاع وعمل السكترسكوب. حقاً ان عناية العلماء بجوهر الهليوم لا تفوقها سوى عنايتهم بجوهر الهدروجين . اما فائدة الهليوم العملية فاشهر من ان تعرَّف لانهُ غاز خفيف غير قابل للالتهاب فاستعمالهُ في البلونات الضخمة لهُ فائدة تجارية وحربية كبيرة

***

ويسهل على الباحث ان يمدّ الامثلة على دين الطبيعي للفلكي بما يشيعهُ من النور في نواحي المسائل العويصة التي تحيرلبَّهُ . فهو يكشف احياناً عن افكار جديدة في طبيعة المادة يتعذر تصورها في المعمل ولكن تسهل مشاهدتها في النجوم حيث درجة الحرارة تفوق اضعافاً مضاعفة درجة الحرارة في المعامل العلمية ؟ اي طبيعي كان يستطيع ان يتصوّر من عشر سنوات كتلة من المادة بلغت كثافتها مبلغاً يجعل زنة البوصة المكعبة منها طناً ؟ اما اليوم فان الفلكي يدلك الى رفيق الشعرى ويقول « هذا نجم زنة كل بوصة مكعبة منهُ طنٌّ وهذه هي الادلة السكترسكوبية التي تؤيد ذلك »

فمن الامور الخطيرة في نظر الطبيعي مقدار الطاقة اللازمة لاطارة كهرب من جوهر معيَّن . لقد تمكن من قياس مقدار الطاقة اللازمة لاطارة الكهارب من جواهر بعض

العناصر في معمله . ولكن ذلك تعذّر عليه في بعض العناصر الاخرى . فطلب النجدة من الفلكي فلّماريون . وضع نفر من علماء الطبيعة الانكليز والهنود النظرية الطبية فاخذها علماء الفلك في جامعة هرفرد باميركا وجامعة مكجل بكندا وطبقوها على النور الواصل الينا من النجوم فعرفوا بالضبط مقدار الطاقة اللازمة لاطارة الكهارب من جواهر الحديد والفناديوم والاتريوم والتنالوم

***

قيل ان فلكيًّا وطبيعيًّا كانا ذات يوم يتنزهان في مرج انكليزي حيث تكثر الثمر التي ترتفع من الحقول الى الفضاء مرسلة اغانيها الشجية في الهواء. وتظل ترتفع رويداً رويداً حتى تبلغ طبقات الجوّ العليا واذا بها تهوي على الارض كجلمود صخر . وبعد مراقبة هذه الطيور طويلاً استلفت الطبيعي على العشب وقال « ترى ما متوسط المدة التي تلبثها هذه الطيور في الفضاء » وهكذا اخذا يضبطان وقت كل قبرة يشاهد انها من طيرانها الى سقوطها . فظلت احداها عشر ثوان واخرى ثماني ثواني واخرى تسع ثوان وهكذا . . . .

فقال الفلكي « يتراءى لي ان كشفنا عن جديد يتعلق بالقبرّ فلنكتب كتاباً عن « الطيور » نبدأه بقولنا « ان القبرة الانكليزية عصفور صغير يطير من المرج وهو يغني أغنية شجية ويلبث طائراً مدة متوسطها تسع ثوان قبلما يعود الى الارض كحجر هاوٍ »

على ان الطبيعي لم يهزأ بقول صاحبه الفلكي . بل كان غارقاً في بحار الفكر والتأمل . واخيراً التفت الى الفلكي وقال : هناك مسألة ما زالت تحيّر لبي تشبه هذه القبّر من وجوه كثيرة . اننا نعرف شيئاً كثيراً عن عنصر الكلسيوم . لجوهره عشرون كهرباً تدور حول نواته . ولكننا نستطيع ان نطير احد هذه الكهارب تاركين ١٩ كهرباً تدور حول النواة . فاذا امتصّ الجوهر قليلاً من الطاقة تصرّف احد كهاربه العشرين تصرّف هذه القبرة اي طار من فلكه الى فلك ابعد عن النواة . نعم انهُ لا يغني كالقبرة اغنية شجية ولكنهُ يحدث اهتزازاً نوريًّا هو اجمل الألوان المعروفة — اللون البنفسجي — وبعد ذلك يرتد فجأة الى فلكه كما تسقط القبرة من اعالي الجوّ الى الأرض .

فسؤالي هو هذا — ما متوسط المدة التي يلبثها الكهرب الهارب بعيداً عن فلكه الخاص ؟

قال الفلكي : والجواب عن سؤالك هو « جزء من مائة مليون جزء من الثانية » ونور الشمس يؤيد هذا القول. التعليل طويل ولكن اليك خلاصتهُ . كان الفلكيّون محيرين لكثرة جواهر الكلسيوم في طبقات الشمس الخارجية التي تبعد عن سطحها اكثر من الطبقات التي توجد

فيها الغازات الخفيفة كالهدروجين. فصوّرت هذه الطبقات بالفوتوغراف في اثناء كسوف كلي فظهر اللهب الأحمر والأصفر الناتج عن الهدروجين ممتدًّا الى مسافة تبعد عن سطح الشمس من ٤ آلاف ميل الى خمسة آلاف ميل. ولكن النور البنفسجي الناتج عن جواهر الكلسيوم « المؤيّنة » كان يبعد الى حدّ ستة آلاف ميل عن سطح الشمس اي كانت جواهر الكلسيوم ابعد من جواهر الهدروجين عن سطح الشمس مع ان الهدروجين اخف جدًّا من الكلسيوم. وهذه الجواهر لا تستطيع ان تبقى بعيدة هذا البعد عن الشمس الا اذا كان لها قوة تدفعها تساوي وتعدّل قوة جذب الشمس لها. وبالحساب الرياضي الدقيق وجد ان الكهارب التي تنطلق من جواهر الكلسيوم بفعل القوة التي يمثلها الجوهر تلبث بعيدة عنهُ جزءًا من مائة مليون جزء من الثانية

جزء من مائة مليون جزء من الثانية ! من يستطيع تصور هذه النسبة الدقيقة من الزمن؟ ولكنها في حياة الجوهر كافية لأن يدور الكهرب حول النواة مليون دورة ! كلٌّ منا يستطيع ان يقيس سرعة العدّاء الى خمس ثانية او عشرها بساعة صنعت خاصة لذلك. وآلة الطيفي المعروفة «بالاوسيلوغراف» تمكنهُ من ان يقيس جزءًا من مليون جزء من الثانية. ولكن قياس الزمن بالكهارب الطائرة من افلاكها يفوق تصورنا. يقابل ذلك ان الفلكي يقدّر عمر احدى النجوم بعشرة ملايين مليون من السنين — وهو يفوق تصورنا ايضاً !

***

ما من باحث يعيش لنفسه. ما ابعث هذا الفكر على الرهبة والجلال ! كذلك يصحُّ القول ان ما من نجم او جوهر او كهرب او نبضة من نبضات الطاقة تكون لنفسها. كل مسائل الكون الطبيعي مرتبط بعضها ببعض بعلاقتها الزمانية والمكانية. انك لا تستطيع ان تحلَّ ألغاز الكون من غير الاعتماد على درس الجواهر. ولا تستطيع كذلك ان تفهم بناء الجوهر وتصرفهُ من غير فهم النجوم. فعالم الفلك الطبيعي يرود على أجنحة الخيال رحاب الفضاء من جوهر الى جوهر ومن كوكب الى كوكب يدفعهُ حب الاستطلاع للوقوف على طبيعة الكون ويتقدمهُ خيال وثاب يلمح صورها المتعددة وتشجعهُ الدلائل التي تؤيد ثقته باتساق الطبيعة — فلا يقف امامهُ حائل ما في بحثهِ عن الحقيقة