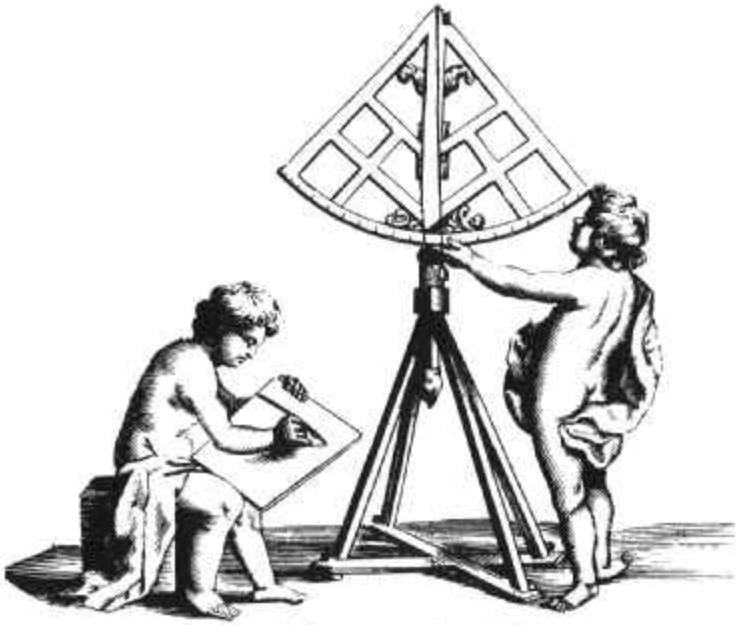
طرائف علم الفلك

ف. كوماروف

طرائف علم الفلك

تأليف فيكتور كوماروف

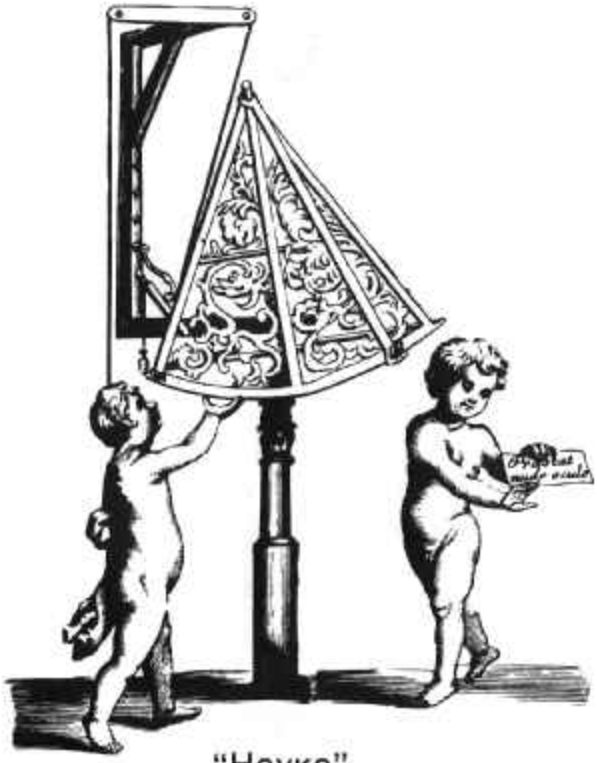
ترجمة عبدالله حبه



دار « مير » للطباعة والنشر
موسكو

В. Н. Комаров

Новая занимательная астрономия



"Наука"
Москва

لذلك فان قسما كبيرا من الكتاب يكرس لبحث تلك الحقائق والتصورات التى تعتبر من وجهة نظر علم الفلك الحديث محددة بشكل مضمون بما فيه الكفاية .

كما انه توجد فى علم الفلك الحديث مشكلات كثيرة لم تحصل بعد على جواب مرض بما فيه الكفاية . لذا تناقش فى العلم مختلف الفرضيات التى تتسم احيانا بالتطرف . واغلب الظن ان قسما منها ينبذ فى اثناء عملية التطوير اللاحق لمعارفنا حول الكون . بيد انه ليس بوسع علماء الفلك الاستغناء عن الفرضيات ، اى الافتراضات العلمية التى لم تثبت بعد ، ولكن لم تدحض ايضا . بالاخص وان هذا العلم سيتطور فى السنوات القادمة ، بلا ادنى شك ، وسيتوجب عليه ادراك حقائق جديدة وجديدة . ان الفرضية هى شكل ضرورى لتطور العلوم الطبيعية .

لذلك يتناول هذا الكتاب علاوة على الحقائق الثابتة الاكيدة بعض اهم الفرضيات المتعلقة بدراسة الكون .

قال فلاديمير لينين : « لقد اكتشف العقل البشرى الكثير من غرائب الطبيعة وسيكتشف المزيد منها ، مرسخا بهذا سلطته عليها » . *

وتجرى فى علم الفلك الحديث العملية التى بدأت قبل هذا بقوة خاصة فى الفيزياء . وتغدو تصورات العلم حول الكون اكثر تجريدا ، واقل فاقل وضوحا ، واكثر صعوبة على الادراك .

هذا قرر المؤلف اللجوء الى اسلوب غير مألوف نوعا ما بالنسبة للكتب العلمية المبسطة باستخدام الادب العلمى الخيالى . حيث ان من خصائصه الايجابية اكساب اكثر الافكار تجريدًا سمة ملموسة وواضحة .

ويسعى المؤلف الى ان يجذب بواسطة الخيال الاهتمام الخاص للقراء الى بعض قضايا علم الفلك المعاصر ، وان يبعث الروح فى هذه القضايا ويجعلها اكثر بروزا واسهل على الادراك .

ويأمل المؤلف فى ان يلقى مقصده صدى لدى القارئ .

* فلاديمير لينين ، مجموعة المؤلفات الكاملة ، المجلد ١٨ ، الصفحة ٢٩٨ . الطبعة الروسية .

الباب الاول

الطرافة وعلم الفلك

ثمة كتب كثيرة ترد فيها هذه الكلمات معا : « علم الفلك الطريف » و « طرائف علم الفلك » و « اشياء طريفة حول علم الفلك » . وتغيرت الاسماء ، وتطور علم الفلك ، وارتفع مستوى المعارف . وما كان يبدو عجيبا بالامس ، صار اليوم معروفا لدى الجميع ، وتغير كشيء لابد منه مفهوم الطرافة نفسه .

ان الثورة العظمى فى العلوم الطبيعية التى حدثت فى اواخر القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين ، وظهور نظريات فيزيائية جديدة مبدئيا مثل نظرية

النسبية وميكانيكا الكم ، لم تتسع كثيرا فقط التصورات العلمية حول العالم ، بل وغيرت الى حد كبير اسلوب الفكر العلمى ، والموقف من دراسة ظواهر الطبيعة .

وازدادت الاكتشافات غير المتوقعة وبالاخص فى علمى الفيزياء والفلك ، الاكتشافات التى ترغم المرء على ان يعيد النظر بقدر كبير فى التصورات المعتادة ، وان يكشف الجوانب الجديدة للظواهر ، وان يوسع ويعمق كثيرا تصوراتنا حول العالم !

لا ريب فى ان هذا لا يعنى ابدا ان العلم سيدحض فى المستقبل القريب جميع معارفنا الحديثة . وسيكون توقع ذلك شيئا سخيفا فحسب . فلقد حققت العلوم الطبيعية اعظم النجاحات فى ادراك الطبيعة ، واكتشفت الكثير من القوانين الاساسية ، التى استخدمت فى مجالات تطبيقية عديدة . وبشكل هذا ، الرصيد الذهبى الذى يحتفظ بأهميته فى جميع « الانقلابات العلمية » . وبالطبع ان العلم يمضى قدما الى الامام ، الا انه يرتكز فى حركته هذه قبل كل شىء على محمل المعارف المستحصلة . واذا ما حدثت ثورات حتى فى العلم وثبتت افكار جديدة مبدئيا فان النظريات الاساسية السابقة تدخل فيها مع ذلك بصفتها من مكوناتها الاساسية وتبقى صحيحة بالنسبة الى دائرة معينة من الظواهر والظروف .

مع ذلك يرتبط تطور العلم الحديث الى حد كبير بما هو غير اعتيادى . فالافكار غير الاعتيادية التى تتجاوز مع الآراء السائدة ، والطرح غير الاعتيادى للمسالة ، والنظرة غير الاعتيادية لما هو اعتيادى ، والموقف غير الاعتيادى من حل هذه القضية او تلك ، ومقابلة الاشياء التى يبدو انه لا تمكن مقابلتها ، والاستنتاج غير الاعتيادى من معطيات معروفة منذ زمن بعيد، وفى نهاية المطاف الحقائق الجديدة التى تتناقض مع التصورات القائمة والتى غدت معتادة منذ زمن بعيد .

تناقضات ومفارقات (Paradoxes) ... galalgalal

لنلق نظرة على « الموسوعة السوفيتية الكبرى » . فسنجد انها تفسر المفارقة بانها الظاهرة،او القول الذى يتناقض مع التصورات المألوفة او حتى الفكر السليم .

وتكون المفارقات متباينة . فبعضها يعكس الوضع الفعلى للاشياء ، اما البعض الآخر فهو تناقضات ظاهرية فقط . وعلى اى حال فان المفارقات هى تناقض قبل كل شىء .

يكرر اللورد كافيرشيم احد اشخاص الكوميديا المعروفة «الزوج المثالى» للكاتب الانجليزى اوسكار وايلد ، فى سياق المسرحية مرات عديدة عبارة تقليدية بذاتها هى :

– مفارقة ؟ – انى لا اطيق المفارقات ! ..

ليس من العسير جدا استكناه السبب الذى جعل هذا اللورد الوقور ينفر من المفارقات تمثل هذا الاصرار . فان كل تناقض يهدم حتما التركيب المعتاد للافكار ، ويتطلب ادراك فحواه ... وقد سخر اوسكار وايلد على لسان اللورد كافيرشيم من النزعة التقليدية العنيدة ومن النزعة المحافظة فى تفكير قسم معين من النبلاء الانجليز الذين يرغبون فى ان يثقلوا على انفسهم بالافكار ويفضلون التملص من كل ما هو غامض وغير مألوف .

علما بان التهرب من المفارقات ليس بالامر الهين الى هذا الحد ، لانه يضطر المرء للقائها فى كافة مجالات النشاط الانسانى بالاجماع .

فمثلا توجد مفارقات طريفة – وهى الافكار التى تتناقض مع الرأى السائد ولهذا تثير لاول وهلة الدهشة وتذهل التصور . افلا تعتبر مفارقة مثلا المقولة التالية : « من سار على مهل بلغ من الدرب ابعده » ؟ وينبغى بذل جهود مضنية فى سبيل ادراك المغزى الذى يتضمنه هذا الكلام المتناقض . ولكنه موجود ...

وطريفة جدا المفارقات المنطقية اى الاقوال الدقيقة المعنى جدا ، لكنها تقود الى استنتاجات متناقضة داخليا ، لا يمكن القول ابدا بصددها ، فيما اذا كانت حقيقية اما كاذبة – وهى التى تسمى بالسفسطائيات . وكان يعرفها الفلاسفة اليونانيون القدماء .

قال احدهم : « ان كل ما اقوله هو كذب » . لكن يستنبط من هذا انه كذب فى قوله هذا ايضا . وهذا يعنى بدوره انه قال الحقيقة . ولكن لو كان ما قاله هذا الرجل حقيقة ، فمعناه انه كذب ... وهكذا ...

او لنأخذ الاسطورة المعروفة حول اجتماع رهط من الناس لاعدام حكيم . وقبل ان ينفذ حكم الموت بالمتهم طلب القاضى منه ان يقول كلمته الاخيرة ووعد بانه اذا ما قال المحكوم عليه الحق فسيشنق ، واذا ما كذب فسيقطع رأسه . ففكر الحكيم هنيهة ثم صرخ قائلا : « سيقطعون رأسى ! ... » وتم تأجيل الاعدام . ذلك لانه لو جرى عندئذ اعدام الحكيم لكان الامر كما لو انه كذب ،

وما دام قد كذب فيجب قطع رأسه . واذا ما قطع رأسه فمعنى ذلك انه قال الحقيقة وعندئذ كان الواجب شنقه ...

وفى هذه الحالة وتلك فان الافكار المنطقية الصائبة تماما ، ودون ان تكون فيها اية اخطاء ، تقود الى نتائج متناقضة داخليا ، لا يمكن اعتبارها حقيقة او كذبا .

علما بان المفارقة هنا ليست فى كوننا ندور فى حلقة مفرغة بين افكار متناقضة ، بل قد تبين انه فى اطارات المنطق الشكلى الصارم والصائب ، والذى يعترف اما « نعم » واما « لا » ، يمكن وجود اوضاع لا يجوز فيها قول « نعم » او « لا » .

ويظهر انه توجد عيوب مبدئية ما فى المقدمات الاولية بالذات . والطريف انه لم يتسن تبيان طبيعة هذه التناقضات حتى الوقت الحاضر .

ان التناقضات تلعب دورا هاما للغاية فى تطور العلم ايضا . فقال العالم الفيزيائى السوفيتى المعروف الاكاديمى ل . ماندلشتام انه توجد درجتان لادراك هذه القضية او تلك . واولاهما عندما تكون دائرة هذه الظواهر مدروسة جيدا وكأ لو انه يعرف كل شىء يتعلق بها . بيد انه فى حالة ظهور سؤال جديد فى ذلك المجال نفسه فانها يمكن ان تدخل فى طريق مسدود .

اما درجة الادراك الثانية فهى عندما تظهر صورة عامة ، ويبدأ الادراك الواضح لكافة العلاقات ، الداخلية والخارجية .

عندئذ غالبا ما يرتبط الانتقال من الدرجة الاولى الى الثانية ، الارفع للادراك مع حل هذه او تلك من المفارقات والتناقضات .

فمثلا ، كان العالم الفيزيائى المعروف سادى كارنو يرى فى حينه بانه توجد فى الطبيعة كمية دائمة من الحرارة التى تنتقل فقط من مستوى الى آخر . ولكن سرعان ما اثبت عالم اخر ، هو جول ، بالتجربة بان الحرارة يمكن ان تنشأ مجددا لقاء انجاز عمل . وكلا القولين يناقض احدهما الاخر بجلاء . وادت المحاولات لحل هذا التناقض فى نهاية المطاف الى نشوء علم الديناميكا الحرارية الحديث – علم العمليات الحرارية .

ومعروف جيدا بان التناقضات والمفارقات التى تكون غير قابلة للحل ضمن اطارات الفيزياء الكلاسيكية قد ادت الى تكوين نظرية النسبية ، وفى وقت لاحق الى تكوين ميكانيكا الكم .

كما يرتبط بالتغلب على المفارقات الكبيرة بصورة مباشرة اعداد الصورة الحديثة لتركيب الكون .

واصطدم علم الفيزياء الفلكية الحديث بالظواهر المتناقضة ايضا . ففى الاعوام الاخيرة اكتشف فى اعماق الكون عدد كبير من الاجرام والظواهر غير الاعتيادية : الاشعاع الراديوى المقاصر ، والاستنتاجات الرياضية الراسخة القائلة بان مجرتنا الخارجية قد تكونت بنتيجة التحلل المتأتى عن انفجار خاثرة اليلازما الساخنة المفرطة فى الكثافة ؛ الكوازارات (quasers) (نقط الاشعاع المكثفة خارج المجرة) التى تولد كميات كبيرة من الطاقة ؛ مصادر الاشعاع النبضى أى النوابض ، التى تبين بانها نجوم نيوترونية افتراضية ؛ عمليات الانفجارات فى نوى المجرات . النجوم الرونتجنية ؛ الاشعاع الراديوى للهيدرول الفضائى OH وكثير غيرها .

وثمة احتمال كبير جدا بان مفاجآت الكون هذه تمثل اول اشارة حول ضرورة « تحسين » تصوراتنا عن المادة والكون ، بالرغم من انه لا يزال من المبكر جدا الاستنتاج بان الاكتشافات الفلكية الجديدة يجب ان تقود حتما الى حدوث ثورة جديدة فى علم الفيزياء .

كتب العالم الفيزيائى السوفيتى المعروف الاكاديمى ف . جينزبورج : « يعتقد اكثرية علماء الفيزياء الفلكية بان امكانية تفسير الظواهر غير الاعتيادية فى الكون ، بدون اللجوء الى التصورات الجديدة جدا ، هى مسألة لا تستثنى البتة بعد ... ومن جانب آخر فان نوى المجرات والكوازارات هى بالذات تلك الاجرام التى يمكن ان يشتبه فيها قبل غيرها فى وجود انحرافات عن القوانين الفيزيائية المعروفة ... » .

وقد تلعب التناقضات والمفارقات دورا اكثر تواضعا فى العلم بمساعدتها فى تفسير صورة الظاهرة ، واستقصاء كل تنوع الصلات الداخلية لهذه العملية او تلك ، واعداد التصور الصائب حول طرائق الادراك العلمى للطبيعة .

اذن ، فمن النافع القاء نظرة على بعض ظواهر العالم المحيط بنا من جانب غير اعتيادى ، والسعى الى رؤيته ليس كما يتراءى لنا عبر موشور التصورات الاعتيادية .

وتحضرني بلا ارادتي اقوال الكاتب العلمي الخيالي الامريكي المعروف روبرت شيكلي : « ... بلا اي شك يمكن قلب كل شيء وتحويله الى نقيضه . وانطلاقا من هذا الافتراض تمكن ممارسة العاب مسلية كثيرة ... » *

وتجدر الاضافة بانها ليست مسلية فقط بل وناقعة ايضا . وليس فقط بالنسبة الى الفلكي والفيزيائي او الكيميائي ، بل والى كل اختصاصي يمارس عمله الابداعي : كالكاتب والرسام والمهندس وعموما كل انسان محب للاطلاع .

عندما سئل احد المصممين المعروفين ما هي الصفات الواجب توفرها ، حسب رأيه ، في المهندس الجيد فانه اجاب بنفس طريقة شيكلي تقريبا : « يجب على المهندس الحقيقي الا يفهم جيدا فقط هذه الظاهرة او تلك ، بل وان يجيد قلبها بالمقلوب » .

ولا تكفي دراسة ظاهرة ما بالاعتماد على الكتب الدراسية ، وحفظ القوانين المناظرة وتذكر الصيغ الرياضية عن ظهر قلب . بل لا بد من توفر المقدرة على دراسة الظاهرة من مختلف الجوانب ، والمقدرة على ان نتصور ما يحدث اذا لم تجر بالطريقة المعتادة تماما . والشيء الرئيسي ان نكون مستعدين لاحتمال انها لا تجري بالطريقة التي نتوقعها .

كتب العالم الفيزيائي المعاصر البارز ، فينيمان في كتابه « طبيعة القوانين الفيزيائية » يقول :

« ... قال احد الفلاسفة : « من الضروري جدا بالنسبة لوجود العلم نفسه ان يتم الحصول دائما على النتائج الواحدة في الظروف الواحدة » ، ولكن هذا بالذات ما لا يحدث . فبوسعك ان تستعيد جميع الظروف بدقة ومع ذلك لا تستطيع التنبؤ في اية فتحة سترى الالكترون . ومع هذا ، وبالرغم من ذلك ، فالعلم حي ، مع انه في الظروف الواحدة لا نحصل دوما على النتائج نفسها ... لهذا فمن الضروري جدا في الواقع بالنسبة الى وجود العلم نفسه وجود العفول النزة التي لا تتطلب من الطبيعة الاستجابة لشروط ما مفروضة مسبقا ... » .

ومهمة هذا الكتاب هي اطلاع القارئ على الاشياء غير الاعتيادية في علم الفلك الحديث . فمن جانب انها الحقائق الجديدة ، وغير الاعتيادية من وجهة نظر التصورات المألوفة السابقة ، ومن جانب آخر هي دراسة الحقائق المعروفة من

* روبرت شيكلي ، قصص وروايات ، موسكو ، دار النشر « مولودايا جفارديا » ، ١٩٦٨ ، الصفحة ٣١٤ .

وجهة نظر غير اعتيادية . ويكرس قسم من الكتاب الى التقديرات الفرضية الاصيلة ، وكذلك الى بعض المسائل التي هي موضع جدل في العلم الحديث حول الكون .

ان العلم الحديث ، وبالاخص علم الفلك ، يقتحم المجهول بجرأة . وكما يمحى في زماننا ، وبالطريقة نفسها بالضبط ، الفاصل بين التراكيب النظرية التجريدية والاستعمالات التطبيقية . فانه يمحى الفاصل بين العلم والخيال . فمن ناحية ان العلم الحديث نفسه يتعامل بصبر وعناية كبيرتين مع اكثر الفرضيات الخيالية مدعاة للدهشة ، ومن ناحية اخرى فان الخيال العلمي هو الميدان الذي يمكن فيه ايراد ومناقشة اغرب الافكار بحرية اكبر مما في ميدان العلم « الرسمي » وبالطبع اذا ما تضمنت هذه الافكار مغزى رشيدا . ولربما ان هذا الامر الاخير بالذات هو الذي يجذب الى مجال الادب العلمي الخيالي لا الكتاب فقط بل والكثير من العلماء المحترفين .

واخيرا ، ان الادب العلمي الخيالي يجعل الكثير من الافكار والمشكلات الواقعية تماما اكثر نضجا ووضوحا ، ولهذا تغدو بالتالي في متناول الادراك بقدر اكبر .

اننا لدى الاطلاع على اكثر قضايا العلم الحديث حدة عن الكون سنلجأ الى مساعدة الادب العلمي الخيالي ...

ان العالم الذي سيلجه قارئ هذا الكتاب سيكون بشكل رئيسي عالما فلكيا . بيد انه توجد عند حدوده علوم اخرى ايضا كالفيزياء والرياضيات والبيولوجيا والكيمياء ... وهذا ايضا من الخصائص المميزة للعلم الحديث ، اي غرارة المسائل الحدودية ..

ونورد ونحن نشد الرحال في طريقنا مقطعا اخر يناسب المقام من قصة بقلم روبرت شيكلي :

« من المحتمل تماما الا يحدث لك اي شيء كليا في العالم المشوه . ومن الحماقة الاعتماد على ذلك ، الا انه سيكون من الحمق بالقدر نفسه الا تكون مستعدا لذلك ... ولربما لا توجد لهذه الملاحظات حول العالم المشوه اية علاقة بالعالم المشوه . غير انه جرى تحذير الرحالة » .

والكتاب الذي ستشرع بقراءته لا يعتبر البتة عرضا منتظما ومتتابعا لعلم

الفلك الحديث او اى قسم من اقسامه ولا يعتبر بديلا طريفاً لمقرر منهجى لعلم الفلك . وتبحث فيه فقط بعض القضايا المرتبطة بهذا الشكل او ذاك بدراسة الكون وتتسم باهمية من وجهة نظر ادراك عنصر الطرافة الذى تحدثنا عنه آنفا .

وقد سعى المؤلف باقل قدر ممكن الى الحسابات والمعادلات نظرا الى انه وجد مهمته الاساسية السعى ، دون ان يطمع بالتزام الصرامة فى العرض ، الى ان يكشف للقارئ قبل كل شيء الجانب النوعى للظواهر وخصائص دراستها .

كل شيء يبدأ ... من النفى

مهما بدا غريبا لاول وهلة فان النصف الاكبر من الاكتشافات العلمية يبدأ من النفى . السلبى والايجابى . ان احدهما يستثنى الاخر . ولكن هل الامر كذلك فى الواقع ؟ الا يتولد فى بعض الاحوال الايجابى من السلبى ؟ ومن ذلك هل ان دور « السلبى » فى العلم هو « سلبى » الى هذا الحد ؟ وقد يكون « ايجابيا » اكثر منه « سلبيا » ؟

تكمن وراء هذا اللعب الظاهرى بالالفاظ اشياء جدية .

وتوجد لدى كل نظرية علمية حدودها ، وهى تلك الدائرة من الظواهر والظروف التى تصفها جيدا بما فيه الكفاية ، أى حدود تطبيقها . ان كل نظرية محدودة حتما وعاجزة عن ان تجسد كافة ظواهر الطبيعة المتنوعة الى حد لا نهاية له . حقا ، هناك وجهة نظر تفيد بان جميع تنوع العمليات العالمية يمكن وصفه من حيث المبدأ بعدد نهائى من القوانين الاساسية . بيد انه ثمة شكوك جدية فى صواب هذا القول . وعلى اية حالة لم يتم بعد اثباتها باى شيء . والارجح ان تاريخ علوم الطبيعة يدل على العكس .

اذن توجد لكل نظرية ، وحتى اكثر النظريات عمومية ، حدود لتطبيقها ، وعاجلا او آجلا ستتكشف الحقائق الكامنة وراء هذه الحدود اى يحدث نفى التصورات المعهودة . وهو ذلك النفى الذى يبدأ منه التكوين ، اى بناء نظرية جديدة اكثر عمومية .

وبشكل عام يجب الا نتصور المسألة كما وان النظرية الجديدة تمحى على

الاطلاق كل ما وجد سابقا . بل بالعكس ، انها تتضمن كل ما تم التوصل اليه بمثابة حالة خاصة قصوى ما . وتحتفظ النظرية باهميتها كاملة فى ذلك المجال الذى ثبتت فيه بالحقائق . وهنا يكمن « مبدأ التناظر » . وهو احد الموضوعات الاساسية لعلم الفيزياء الحديث .

فالنظرية السابقة لا تمحى فحسب ، بل بالعكس ، تزداد مكانتها بمرات عديدة . اولا ، ان موضوعاتها ستستخدم الآن فى حدود مرسومة بدقة اكبر ، وهذا يزيد من مضمونيتها . وثانيا ، تدعم اهميتها ليس فقط « بخدماتها » الذاتية ، بل بخدمات النظرية الاعم ، والتى تغدو كحالة خاصة لها ...

وبالتالى ، فلدى ظهور النظرية الجديدة لا يجرى نفى المعرفة السابقة بل « التضليل » السابق فحسب .

مثال ذلك ، فى عصر سيطرة الفيزياء الكلاسيكية كان يحدث ان تطبق القوانين الميكانيكية على جميع ظواهر الطبيعة بلا استثناء . وكان ذلك ضلالا . وقد وجهت نظرية النسبية الضربة اليه بالذات وليس الى ميكانيكا نيوتن . اما بصدد الميكانيكا الكلاسيكية نفسها فانها اصبحت حالة خاصة من نظرية النسبية ، فى السرعات التى تقل كثيرا عن سرعة الضوء ، وبكتل أقل بكثير . وبفضل هذا لم تفقد الميكانيكا اهميتها ، بل بالعكس غدت اصح مما لا يقاس .

اذن فالتقدم الملموس للنظرية العلمية يبدأ من النفى .

وليس بمصادفة ان يجرى البحث عن الحقائق الجديدة بصورة مكثفة على الاخص بالذات فى الاتجاهات التى يتوفر فيها الاساس لتوقع الحصول على معلومات جديدة مبدئيا .

يقول ر . فينيمان : « يبحث العلماء التجريبيون بهمة اكبر حيثما يوجد احتمال اكبر فى العثور على دحض لنظرياتنا . بتعبير آخر ، نحن نسعى باسرع وقت ممكن الى دحض انفسنا ، حيث ان ذلك هو السبيل الوحيد للتقدم » * .

والشك يسبق كل النفى حتما .

ويقول فينيمان المذكور : « ان الشك هو احد المكونات الضرورية للعلم النامى ، واحد ممهدات المعرفة العلمية ، فاما أن نترك المجال مفتوحا امام شكوكنا

* ر . فينيمان «طبيعة القوانين الفيزيائية» ، موسكو دار «ميز» ، ١٩٧٨ ، الصفحة ١٧٣ ، الطبعة الروسية .

واما لن يحدث اى تقدم . ولا يوجد ادراك بدون تساؤل ، ولا يوجد تساؤل بلا شكوك ... » * .

وهكذا : حقائق جديدة – شكوك – نفى التصورات المألوفة – اعداد تصورات نظرية اكثر عمومية من سابقاتها . هذه هى الطريق الاساسية للتقدم العلمى . ويعتبر النفى فى الطريق هذه احدى الخطوات الرئيسية الاولى .

اذن ، فالحقائق الجديدة التى تناقض التصورات القائمة لا تلعب فى نهاية المطاف دورا تدميريا ، بل بالعكس دورا بناء : حيث ستقود الى تعميم وتعميق هذه التصورات .

ان علم الفلك صار فى العقود الاخيرة غنيا جدا باكتشافات الحقائق الجديدة . وهو مدين بذلك قبل كل شىء الى تطوير التلسكوبات وظهور اساليب فعالة جديدة لدراسة الكون : علم الفلك الراديوى وعلم الفلك القائم على استخدام الاشعة تحت الحمراء والاشعة فوق البنفسجية واشعة رونتجن واخيرا – على الفلك ، وكذلك انه مدين الى تطوير التحليقات فى الفضاء واستخدام مختلف الاجهزة الفضائية فى الابحاث الفلكية .

كما تلعب دورا كبير الاهمية حقيقة ان الفضاء يغدو امام سمعنا وبصرنا مصدرا للمعلومات العلمية القيمة ، التى تتجاوز اهميتها بعيدا اطارات الاهتمامات الفلكية البحتة .

ونجرى فى رحاب الكون الشاسعة عمليات لا تجرى فى الارض ولذلك فنحن لا نعرفها . ومثال ذلك الاشكال التى لا حصر لها لوجود المادة ، ومصادر الطاقة المجهولة بالنسبة للانسان ، والظروف الفيزيائية غير الاعتيادية ...

لقد بلغ علم الفيزياء الحديث مستوى من التطور بحيث تكاد كل خطوة جديدة الى الامام تتطلب اجراء تجارب معقدة ودقيقة للغاية ينبغى لاجرائها صنع اجهزة اقوى بكثير وهائلة . ويتطلب صنعها سنوات وانفاق موارد طائلة . بيد ان المسألة لا تكمن حتى فى هذا . وكقاعدة ان الابحاث التجريبية الفيزيائية الحديثة تشكل فى غالب الاحوال وبهذا الشكل او ذاك اختبارا لهذه او تلك من الاستنتاجات النظرية . وتقل اكثر عاما بعد عام احتمالات ان نلتقى ابان التجربة

* مجلة « قضايا الفلسفة » ، ١٩٦٨ ، العدد ١٢ ، الصفحة ١٥٧ .

بظاهرة مفاجئة وغير متوقعة تماما . لقد مضت عمليا منذ زمن بعيد ازمان البحث الفيزيائى التجريبى « الحر » كما كانت الحال فى العصر الكلاسيكى «الطيب» القديم .

بينما يختلف الامر بالنسبة للبحث فى مختبر الكون المتنوع الى ما لانهاية ، حيث تتوفر الامكانية للعثور على شىء مجهول ما . بالرغم من ان الكثير هنا يعتمد ، طبعا ، على الوسائل التكنيكية ايضا (فنحن لا نزال عاجزين عن دراسة كافة الظواهر الفضائية) ، وعلى الفرضيات النظرية (يمكن للمرء ان يراقب شيئا هاما دون ان يعيره اهتماما) .

بالطبع ، يجب الا نعتقد بانه لم يعد يوجد للفيزيائيين ما يفعلونه على الارض وثمة شىء واحد هو توجيه جهودهم نحو دراسة الظواهر الكونية . يجب على الفيزياء الارضية والفضائية ان يكمل احدهما الآخر . ولكن ، على اية حالة ففى المرحلة الراهنة من تطور العلوم الطبيعية يمكن ان يغدو الكون فى المستقبل القريب موردا هاما جدا لاثمن المعلومات القادرة على ان توسع كثيرا تصوراتنا حول فيزياء الكون .

الا انه ليس من اليسير ابدا الحصول على حقائق جديدة فى مختبر الكون . وقبل كل شىء لان الاجسام الفضائية تقع على مسافات بعيدة جدا عن الارض . وثمة صعوبات اخرى ايضا ...

« الصناديق السوداء » فى الفضاء

تبحث السيبرنيتيكا المسألة التالية : هناك جسم لا نعرف تركيبه الداخلى . ونطلق عليه تسمية « الصندوق الاسود » . الا انه توجد لهذا الجسم « مداخل » و « مخارج » . وترد الى المداخل المؤثرات الخارجية ، ويجيب عليها الجسم بردود افعال معينة .

تكمن المسألة فى تكوين تصور عن التركيب الداخلى للصندوق الاسود دون « فتحه » ، واعتمادا على الاشارات الداخلة والخارجة فقط .

تصور انك لا تعرف تصميم او مبدأ عمل مذياعك . وتعرف فقط انه ترد

الى « مدخله » اشارات كهربائية من الهوائى ، بينما نسمع فى « مخرجه » اصوات : اصوات بشر وموسيقى وغناء . وينبغى ان نكون بالاعتماد على المعطيات « الداخلة » و « الخارجة » هذه صورة عن تركيب الصندوق الاسود اى المذياع .

من حيث المبدأ ثمة سبيلان لحل المسألة . فيمكن تسجيل الاشارات الواردة من الهوائى ومقارنتها مع ما يدور فى « المخرج » . وهذا سبيل المراقبة والدراسة . الا انه توجد امكانية اخرى ، اكثر فعالية . وهى ان نعطى بانفسنا فى « المدخل » مختلف الاشارات وان نراقب ما يدور فى « المخرج » .

من الواضح ان السبيل الثانى اكثر فعالية . فهو يوفر ، ضمنا ، امكانية الاختبار السريع للتصورات والفرضيات الناشئة بصدد « تركيب » الصندوق الاسود . وبدراسة القوانين التى تربط ما بين الاشارات الداخلة والخارجة يمكن من حيث المبدأ صنع موديل يعكس بدقة كبيرة تركيب الصندوق الاسود . ويقوم علماء الفيزياء الفلكية بحل مسائل مماثلة . ان غالبية الاجسام الفضائية هى صناديق سوداء لا تمكن دراسة تركيبها الداخلى ، اى ما يدور فيها من عمليات فيزيائية ، سوى بالاعتماد على الظواهر الخارجية .

بيد ان وضع علماء الفلك يتعقد لامرين على اقل تقدير . واولهما ، انه لا تتوفر لديهم امكانيات اجراء التجارب ، وبوسعهم المراقبة فقط . وثانيا ، ان غالبية الصناديق السوداء الفضائية هى صناديق خالية من « المداخل » .

وعلى أى حال ان هذه « المداخل » مجهولة فى الوقت الحاضر . فمثلا ، نحن لا نعرف تأثيرات خارجية يمكنها ان تغير مجرى العمليات الفيزيائية فى الشمس . صحيح انه توجد فرضية متطرفة تعود الى ا . براون ، وتفيد هذه الفرضية بان للتذبذبات الدورية لنشاط الشمس علاقة باضطرابات المد فى الكواكب . بيد ان هذا لا يزال مجرد افتراض فحسب ...

علما بانه توجد اجسام فضائية تلعب المؤثرات الخارجية دورا ملموسا بالنسبة لها . وبضمنها انه اكتشفت ظواهر طريفة فى ما يسمى بالمنظومات المزدوجة المؤلفة من نجمين يدوران حول مركز مشترك للكتل . واذا ما كان احد النجمين كبيرا جدا ويتمتع بمجال جاذبية قوى فانه يجب ان تسيل اليه ، طبقا لاستنتاج الفيزياء الفلكية الحديثة ، مادة النجم الثانى « الاعتيادى » وقد تلعب

مثل هذه العملية دور الاشارة « الداخلة » ، التى تؤثر بشكل ملحوظ على وضع النجم الكبير .

كما توجد « مداخل » معينة لدى الاجرام السماوية كالكواكب والشهب والمذنبات . فمثلا ، يكون هذا التأثير بالنسبة الى الكواكب هو الفاعلية الشمسية ، وبالنسبة للمذنبات هو الاشعاعات الحرارية والضوئية للشمس ، والرياح الشمسية ، وكذلك قوة جذب الكواكب العملاقة .

الا انه عند دراسة الشمس تتوفر لدى علماء الفلك المعاصرين امكانية واقعية واحدة فقط عمليا وهى تسجيل الظواهر فى طبقاتها الخارجية . وهى تمثل « مخارج » الصندوق الاسود الشمسى .

لا تصدق عينيك

ان الصعوبة الاخرى ، التى تواجه باحثى الكون لدى البحث عن حقائق جديدة ، متميزة ليس بالنسبة الى علم الفلك فقط بل وبالنسبة الى علوم اخرى مثل الفيزياء والرياضيات . والمقصود بها العلاقة بين تصوراتنا الجلية والواقع الفعلى .

وتبرهن كل خبرة ادراك الطبيعة ، وبضمنها تاريخ علم الفلك ، جلاء على ان « الوضوح » يعتبر مستشارا لا يؤتمن جدا لدى حل المسائل العلمية . فمثلا كان فلاسفة العصور القديمة يفكرون كما يلى : تصوروا وجود طرف للكون وان الانسان قد وصل اليه . ولكن يكفى ان يمد يده فقط لكى يصبح خارج الكون . غير انه بهذا بالذات تمتد اطر العالم المادى الى مسافة ما . وعندئذ يمكن الاقتراب من الحد الجديد وتكرار العملية نفسها مرة اخرى ... وهكذا الى ما لا نهاية له . ومعنى ذلك ان الكون لا نهاية له .

كتب لوكريشيوس كار فى قصيدته « حول طبيعة الاشياء » يقول : « ليست هناك اية نهاية للكون ولا من اى طرف ، والا لكان له نهاية حتما » .

الا ان مثل هذه الافكار لا يمكن للاسف ان تفيد كاساس للاستنتاجات العلمية الجادة . ونحن لا نستطيع تصور امور كثيرة ، بيد ان هذا بحد ذاته لا يثبت اى شىء . اما فكرة لوكريشيوس ، فبالرغم من انها منطقية ظاهرياً ، الا انها

فى الواقع ترتكز بالذات على تصوراتنا الأرضية المعتمدة ، بافتراض انها صحيحة دائما وابدا بلا جدال .

يوسعنا ان نعيد الى الاذهان ولو تلك المعارضة التى اثارتها فى حينه فكرة الطواف حول العالم التى طرحها ماجلان . وقد استعان خصومه بالمظهر الجلى بالذات . وقد ابدوا عجبهم قائلين : « كيف يمكن بالسير على خط مستقيم باتجاه واحد الرجوع الى النقطة نفسها ؟ » . ان احتمال هذه النتيجة كان يتناقض مع التصورات اليومية المألوفة . الا انه كما هو معروف فقد اكد الواقع افتراضات ماجلان .

ولقيت معارضة مماثلة فكرة الاضداد (النقائض) : اذا كانت الارض كروية فكيف يمكن ان يعيش البشر على جانبها الآخر ؟ – فعندئذ ينبغى عليهم السير رأسا على عقب ...

بينما يغيب الوضوح فى كل خطوة لدى الدراسات الفلكية . فنحن نرى ، مثلا فى كل يوم كيف تنتقل الشمس فى اثناء النهار ، والقمر والنجوم فى اثناء الليل فى السماء من الشرق الى الغرب . وظاهريا يتراءى لنا ان الارض ثابتة ، بينما تدور الاجرام السماوية حولها . وهذا ما كان يعتقده الناس فى العصور القديمة معتبرين هذه الحركة الظاهرية شيئا واقعيا . اما اليوم فان كل تلميذ يعرف ان انتقال الاجرام السماوية اليومى الظاهرى هو انعكاس لدوران الارض نفسها فحسب .

كما ان التنقلات الظاهرية للكواكب بين النجوم ، والتى تجرى خلال فترات زمنية طويلة ، معقدة جدا . فالكواكب تتحرك تارة من الغرب نحو الشرق ، وتارة تتوقف فجأة وتبدأ بالحركة فى الاتجاه المعاكس – نحو الغرب . ومن ثم ، وبعد ان تقوم فى السماء بحركة التفاف غريبة ، تندفع مجددا نحو الشرق .

اما فى الواقع فان الحركة الالتفافية للكواكب هى حركة ظاهرية ووهمية . فهى متأتية عن كوننا نراقب الكواكب من الارض التى تدور نفسها حول الشمس . وقد ادرك كوبرنيكوس طبيعة هذه الظاهرة ، كما وادخل فى العلوم الطبيعية مبدأ ميتودولوجيا هاما جدا هو ان العالم يمكن الا يكون بالشكل الذى نراقبه مباشرة . ولذلك فان مهمة العلم تكمن فى استكناه الجوهر الحقيقى للظواهر ، والكامن وراء مظهرها الخارجى .

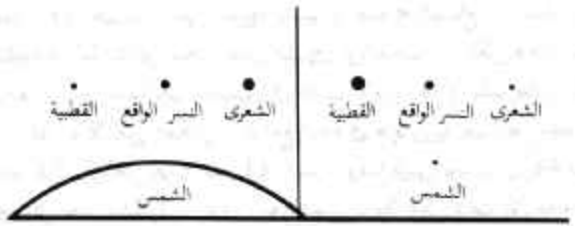
وقد غدا هذا المبدأ الاساس فى اعتبار العالم منظومة مركزها الشمس ، والتى استحدثها كوبرنيكوس ، واصبح فى الواقع اساس العلوم الطبيعية الحديثة كلها .

وثمة مثال آخر يصور بجلاء مبدأ كوبرنيكوس . تبدو الشمس فى السماء بالنسبة لنا بشكل قرص صغير نسبيا مثل قرص القمر تقريبا . بيد ان هذا وهم فحسب وهو ناجم عن كون الشمس تبعد عن الارض بمسافة اكثر بـ ٤٠٠ مرة من بعد القمر عن الارض . ولو راقبنا الشمس من مدار بلوتو ، ابعد كوكب فى المجموعة الشمسية ، لبدت لنا كنقطة .

والنجوم ؟ لقد رأيناها كنقاط حتى لدى المراقبة بواسطة اقوى التلسكوبات . وتوجد بينها نجوم عملاقة تزيد فى حجمها ملايين ومليارات المرات على الشمس . وتكمن المسألة كلها فى المسافات الهائلة .

وتجرى المسافات تصحيحاتها ايضا فى درجة سطوع النجوم التى نراقبها . فيبدو بعض النجوم اكثر سطوعا ، بينما يبدو البعض الآخر أقل سطوعا . بيد ان هذا كله لا يدل بعد على كمية الضوء التى تشع منها فعلا . ولنورد مثالا . اليكم اربع نجوم يعرفها الجميع : الشمس وهى اسطع نجومنا ، والشعرى وهو أسطع نجمة نرى فى السماء ليلا ، ونجمة النسر الواقع من برج القيثارة (اضعف من الشعرى باربع مرات) والنجمة القطبية وهى أضعف الاجرام الاربعة المذكورة (اضعف من النسر الواقع بست مرات) .

الا انه اذا ما استطعنا وضع هذه النجوم الاربع على مسافات متساوية عن الارض ، لوجب اجراء « اعادة تقييم للقيم » بصورة كاملة . ولاحتلت المكانة الاولى



الشكل ١ – توقف السطوع المرئى للنجوم على المسافة

النجمة القطبية اما السر الواقع والشعرى فلحلت احداهما محل الاخرى ، بينما لأصبحت الشمس فى الآخر ... وعموما فان المظهر الخارجى للجرم السماوى يمكن ان يكون خادعا جدا . ولنأخذ القمر مثلا . فقد كان الشعراء منذ قديم الزمان يصفون تابعنا الفضائى بانه فضى . وفى الليالى الصافية ، فى فترة اكتمال البدر ، تلقى الاجسام الارضية ظلالا واضحة تماما فى اشعة القمر ..

اما فى الواقع فان سطح القمر لا يعكس سوى سبعة بالمائة من ضوء الشمس الساقط عليه .

وفى الظروف الارضية الاعتيادية نصف الجسم الذى يعكس اقل من عشر الاشعاعات الضوئية الساقطة عليه بانه اسود او ، على اية حال ، اسود – رمادى .

وفعلا ، فان سطح القمر – قاتم اللون . وتدل على ذلك الصور التلفزيونية التى بثتها المحطات الاوتوماتيكية السوفيتية والامريكية من القمر . كما تؤكد ذلك ملاحظات رواد الفضاء الامريكان .

علما بان الحق يتطلب الاشارة الى ان صخور القمر ليست جميعها سوداء اللون . فهناك صخور صفراء وبنية . وعلاوة على ذلك فان لون سطح القمر يتوقف الى حد كبير على زاوية سقوط اشعة الشمس . وبالمناسبة فان اللون المقاس موضوعيا للقمر هو الاصفر الغامق .

فلماذا ، اذن ومع هذا كله يبدو القمر فى السماء الارضية كجرم ساطع ؟ فقط بالتناقض مع الخلفية السوداء المحيطة للسماء فى الليل ...

وثمة وهم فلكى آخر . لاريب فى ان كل انسان راقب فى السماء اكثر من مرة نجمة الزهرة الحسناء ، وهى المعروفة باسم « نجمة » الصباح او المساء . وتبدو كنقطة متألقة بشكل ساطع لدى الشروق او الغروب ... لكن دعنا ننظر الى الزهرة بواسطة التلسكوب . فسنرى فى غالب الاحيان هلالا يشبه هلال القمر .

الا انه لا يجوز العكس . اذ تقع الزهرة فى فترة رؤيتها بعيدا عن الخط الذى يربط كوكب الارض بجرمنا المضيء فى النهار . وهذا فليس بوسعنا فى كافة الظروف رؤية كل نصف الكوكب الذى تنيره الشمس . ولا يمكن ذلك الا عندما تكون الزهرة فى الجانب الآخر من الشمس . لكنها تضيع عندئذ فى اشعتها الساطعة ولا نستطيع عندئذ ملاحظتها عموما .

الشكل ٢ – صورة فوتوغرافية لكوكب الزهرة

وتبدو الزهرة لنا بشكل نجمة بفضل كون العين البشرية غير قادرة على تمييز السمات الفعلية لهلال الزهرة بسبب بعد المسافة .

كما قد ينشأ خداع البصر لدى اجراء المراقبة بواسطة التلسكوب . ومن اسطع الامثلة على ذلك القصة الشهيرة لاكتشاف القنوات فى المريخ . ففى عام ١٨٧٧ قام العالم الفلكى الايطالى سكيابارللى ، اثناء الاقتراب الدورى للمريخ من الارض ، بتوجيه تلسكوبه الى المريخ فاكتشف على سطحه شبكة دقيقة من الخطوط المتقاطعة فى مختلف الاتجاهات . وهكذا ظهر لغز قنوات المريخ الذى ولد الكثير من الفرضيات الخيالية حول وجود حضارة رفيعة مزعومة فى الكوكب الغامض الذى يميل لونه الى الاحمرار .

بيد ان الكثير من علماء الفلك اكدوا عدم وجود اية قنوات فى المريخ ، وان القنوات السيئة الذكر ما هى سوى وهم بصرى ، ينشأ لدى المراقبة بواسطة التلسكوب . اما فى الواقع فانه ، حسب قولهم ، يوجد على سطح الكوكب عدد كبير من الاجسام المبعثرة . ولكن بفضل المسافة الشاسعة تبدو لأعيننا بشكل خطوط متراصة ...

ونحن نلاحظ شيئا من هذا القبيل لدى التطلع الى شاشة التلفزيون . ومعروف ان الصورة التلفزيونية تتألف من بضع مئات من الخطوط الرفيعة التى يرسمها الشعاع الالكترونى الواحد تلو الآخر . واذا ما اقتربنا من التلفزيون ، وبالاخص ذى الشاشة الكبيرة ، فان هذه الخطوط ترى بوضوح . ولكن حالما

نبتعد عن الشاشة الى مسافة كافية حتى تكف أعيننا عن تمييز الخطوط المتفرقة حيث تندغم فى صورة متراصة ومتصلة .

لقد قام بعض العلماء بتجارب طريفة فى محاولتهم اثبات ان قنوات المريخ هى خداع بصر . اذ جمعوا فى قاعة كبيرة جدا حشدا من الناس الذين لم يسمعوا شيئا لا عن المريخ ، ولا عن قضية قنوات المريخ ، وعلقوا على الجدران امامهم رسوما خاصة ، رسمت عليها كيفما اتفق شتى اصناف البقع والنقاط . وبعد ذلك طلب من الحاضرين اعادة رسم هذه الصور .

وكانت نتائج مثل هذه التجارب مقنعة جدا . اذ اعاد رسمها بدقة وبدون اية اضافات الجالسون فى الصفوف الامامية من الناس الذين اجريت عليهم التجارب . اما الجالسون فى مكان ابعد ، فقد صوروا خطوطا غير موجودة فى الاصل لأنه لم يكن بوسعهم ان يميزوا بدقة على مسافة كبيرة بعض الاجزاء التى تراءت لهم كخطوط متواصلة .

واظهر الزمن بان نتائج مثل هذه التجارب قد عكست بشكل صحيح الوضع الحقيقى للاشياء . ولم تكتشف الاجهزة الفضائية ، التى بثت الصور التلفزيونية المأخوذة لسطح المريخ من مسافة قريبة ، وجود اية قنوات على هذا الكوكب . وتبين ، انه فى تلك الاماكن التى كانت ترى فيها « القنوات » على سطح المريخ فى الصور الفلكية الاعتيادية للكوكب ، توجد سلاسل من فوهات البراكين الصغيرة وغيرها من الاجزاء الصغيرة .

غالبا ما ينشأ غموض لدى اجراء الابحاث الفلكية لانه لا يمكن دوما ان نحدد بثقة المسافة التى تفصلنا عن هذا او ذاك من الاجسام الفضائية . والاجسام الواقعة فى مكان واحد من قبة السماء قد تكون فى الواقع موجودة على مسافة متباينة كثيرا عن الارض ، وبالتالى ، عن بعضها البعض .

ومنذ عدة سنوات مضت افاد الفلكيون الامريكان بانهم عثروا فى القسم المركزى من المجموعة الكوكبية لمجرتنا على تشكيلات كثيفة متميزة من الغاز . وكان بالمستطاع تفسير طابع حركة هذه التشكيلات الكثيفة بانها دليل على وجود جرم متراص ضخم فى مركز المجرة . بيد ان اعمال الرصد اللاحقة التى اجريت فى اكبر تلسكوب راديوى سوفيتى (راتان – ٦٠٠) اظهرت بان التشكيلات الكثيفة

الآنفة الذكر لا تنتمى على الاغلب الى مجرتنا ، بل تتراءى صدفة فى قسمها الاوسط .

وثمة أمر آخر يساعد على حدوث الغموض : وهو ان العمليات الفيزيائية المختلفة فى الفضاء يمكن ان تولد اشعاعات كهرومغناطيسية تتسم بالصفات نفسها تقريبا .

واغلب الظن انه بالمستطاع ايراد امثلة وافكار كثيرة تظهر بانه لا يحق لدارسى الكون ابداء الثقة بالانطباعات المباشرة ، ولا استخلاص الاستنتاجات السريعة المفاجئة . وبالاخص فى تلك الحالات عندما تجرى دراسة العمليات الفضائية المعقدة والمبهمة .

والقضية هى انه توجد بين العملية الفيزيائية الجارية فى مكان ما فى الكون ، واستنتاجات العلماء الذين يرصدون هذه العملية ، سلسلة من حلقات كثيرة جدا . ولدى الانتقال من كل واحدة منها الى التالية يحتمل حدوث عدم الدقة واعطاء استنتاجات خاطئة . ولا تتوفر الامكانية لاختبار ذلك بصورة مباشرة كما هو الحال مثلا ، فى الفيزياء او البيولوجيا .

علاوة على هذا لا يعتبر بعد من الحقائق العلمية ما يبينه اى جهاز قياس يستخدم فى الابحاث الفلكية – كانحراف ابرة او التخطيطات على اللوحة الفوتوغرافية . ولكى يصبح ما يبينه الجهاز حقيقة علمية يتعين تفسيره وشرحه كما ينبغى . ولا يمكن اجراء مثل هذا التفسير الا ضمن اطار نظرية علمية معينة .

قال العالم الفيزيائى الشهير لوى دى برويل : « ان التجربة لا تتسم ابدا بطابع الحقيقة البسيطة ، التى يمكن تأكيدها . ويتضمن ايراد هذه النتيجة دائما شيئا من التفسير ، وبالتالى ، ترتبط بالحقيقة دوما تصورات نظرية » " .

واذا ما وجدت فى مجال علمى ما فى اللحظة المعطاة مفاهيم نظرية متنافسة ، فانه يمكن الحصول على تفسيرات متباينة تماما لمعطيات الرصد او التجربة نفسها من وجهة نظر هذه المفاهيم . ولكى تكون الاستنتاجات حول طبيعة هذه الظاهرة الكونية او تلك مضمونة بقدر كاف ينبغى اخذ هذه الظاهرة من مختلف الاوجه ، ودراستها بطرائق مستقلة ومقارنة النتائج المستحصلة فيما بينها .

" لوى دى برويل . « فى دروب العلم » ، موسكو ، ١٩٦٢ ، الصفحة ٢٦٢ .

علما بان هذا كله لا يتعلق بعلم الفلك فقط ، بل وبأى علم آخر . ويكمن الفرق فقط فى ان هذه المسألة قد تكون ذات اهمية خاصة بالنسبة الى علم الفلك . لانه كانت اداة البحث الرئيسية للسموات طوال قرون هى العين ، اى عين الراصد . وكانت مصدر جميع المعلومات ، وكان الكثير يتوقف على ابداء ثقة مطلقة بها او اتخاذ موقف انتقادى بدرجة كبيرة تجاه المعلومات المستحصلة بواسطتها .

والفلكيون يخطئون ايضا

ان ما يحول دون اعطاء الفلكيين تقييما صائبا للحقائق ووضع الاستنتاجات الصحيحة على اساسها هو ليس فقط الثقة البشرية العامة بالوضوح ، بل واحيانا حدوث اخطاء اعتيادية جدا . وللاسف فان اى علم من العلوم ، وحتى اكثرها دقة كالرياضيات ، لا يخلو من الاخطاء . ويكتشف فى كل عمل علمى تقريبا بمرور الزمن وجود هفوات مؤسفة واخطاء مطبعية غير ملحوظة . ويقال ان احد العلماء وضع هدفا له ايجاد الاخطاء التى ارتكبها مؤلفو بضع عشرات من كتب الرياضيات . وكتب بهذا الصدد عملا ضخما ، وتبين بانه نفسه ارتكب مئات الاخطاء .

علما ، بان الاخطاء متباينة . فاحيانا قد تكون نتيجة الاهمال ، وفى احيان كثيرة نتيجة المعرفة المحدودة ، وقلة دراسة هذه المسألة او تلك كما تحدث اخطاء غير متوقعة من الصعب التنبؤ بها مسبقا وليس من اليسير جدا اكتشافها .

وبالمناسبة ، ان الاخطاء ذات عبر ايضا ، اذا ما كشفت فى الوقت المناسب واستقصيت اسبابها كما يجب ...

منذ عدة سنوات انتشر فى عالم الابحاث الفلكية نبأ مثير : فقد اكتشف العلماء الفرنسيون فى مرصد بروفانس العلوى فى طيف الكوكب القزم (DH ١١٧٠٤٢) خطوط اشعاع البوتاسيوم المحايد .... وقبل ذلك لم يكتشف احد وجود البوتاسيوم فى اطياف مثل هذه النجوم . كما لم يتكرر اى شىء من هذا النوع فى الصور الطيفية للنجمة نفسها .

بيد انه بعد مضى عامين لوحظ وجود « الانفجار البوتاسيومى » الغامض فى كوكب قزم آخر هو (DH ٨٨٢٣٠) .

وشرع العلماء الذين آثار فضولهم ذلك فى اجراء اعمال بحث منتظمة . ولكن دون ان يحالفهم التوفيق مع الاسف . ولربما انتهت المسألة بذلك لو لم يكتشف فى عام ١٩٦٥ حدوث انفجار بوتاسيومى آخر فى كوكب ثالث . ولاحت فى الجو تباشير حدث مثير . اذ ان المقصود بالامر آنئذ هو كوكب تبلغ درجة حرارة سطحه قرابة ١٢ الف درجة . فكيف امكن بقاء البوتاسيوم فى الوضع الحيادى فى مثل درجة الحرارة الهائلة هذه ؟ وبدا غامضا ان الانفجار البوتاسيومى حدث مرة واحدة لدى جميع الكواكب الثلاثة . ولم يكن هناك ذكر للبوتاسيوم الغامض فى الصور الطيفية التى تم الحصول عليها بعد مرور عدة ساعات . ولكن كيف امكن ان يتغير تركيب النجمة خلال فترة قصيرة كهذه ؟ بالاخص وان خط البوتاسيوم لدى « الانفجار » كان عريضا وكثيفا جدا .

وفجأة افاد ثلاثة علماء فلك من كاليفورنيا بانهم وجدوا حلا غير متوقع تماما للمسألة . وقالوا بان خطوط البوتاسيوم الغامضة فى الصور الطيفية ما هى « اشباح » ما ولا « اوهام فوتوغرافية » كما فى صور « الاطباق الطائرة » السيئة الذكر ، بل هى خطوط محترمة لبوتاسيوم فعلى تماما . الا ان هذا البوتاسيوم لا يوجد فى الكوكب البعيدة ، بل قريبا منا فى مبنى المرصد نفسه ، والذى مر شعاع الضوء من الكوكب عبره . وهو غير موجود فى تركيب جو الكوكب بل فى تركيب الثقاب الاعتيادى . وما ان يتم ايقاد عود ثقاب اثناء الرصد هناك الى جانب التلسكوب حتى يظهر البوتاسيوم على الصورة الطيفية . واختبر العلماء ذلك باجراء ابحاث عديدة . وهكذا ظهرت فى تأريخ علم الفلك « الفرضية الكبريتية » .

ومن الجائز ان علماء كاليفورنيا قد اخطأوا ايضا ؟ فمن ثلاثة باحثين قاموا بتسجيل « الانفجارات البوتاسيومية » الغامضة كان يدخن اثنان منهم ...

هناك مثال آخر . فلدى دراسة التركيب الكيميائى لتيتان تابع زحل باستخدام الطرائق الطيفية – علما بانه التابع الوحيد فى المجموعة الشمسية الذى له غلاف غازى – خلص علماء الفلك الى استنتاج يفيد بانه يتألف من الميثان

بصورة اساسية . وعلى هذا الاساس اوردت حتى فرضيات جريئة حول احتمال وجود الحياة العضوية فى تيتان .

الا ان اجهزة القياس التى وضعت على متن المحطة الاوتوماتيكية « فوياجير – ١ » للتحليق بين الكواكب ، والتى بلغت منطقة زحل فى نوفمبر (تشرين الثانى) عام ١٩٨٠ ، اظهرت شيئا آخر . فقد تبين ان جو التيتان يتألف من ٩٣ ٪ من النتروجين ونسبة الميثان فيه لا تتعدى الواحد بالمائة .

فكيف استطاع علماء الفلك ارتكاب مثل هذا الخطأ الفاحش ؟ ان تركيب جو التيتان هو الذى خدع العلماء بهذه الصورة الشريرة . وبالرغم من ان قطر التيتان يعادل زهاء ٥ آلاف كيلومتر اى ٢ ½ مرة اقل من قطر الارض ، فان سمك غلافه الجوى يزيد ١٠ مرات تقريبا على سمك الغلاف الجوى لكوكبنا . اما الميثان فقد ظهر انه يتركز فى الطبقات العليا منه بصورة اساسية . وهذا « القناع الميثانى » هو الذى اخفى الوضع الحقيقى للاشياء ، مكونا صورة معكوسة حول تركيب الغلاف الجوى كله .

وثمة صعوبة جدية أخرى يصطدم بها علماء الفلك هى ان العمليات الفيزيائية المختلفة فى الفضاء يمكن ان تولد تأثيرات رصد واحدة تقريبا . وهذا الامر يعقد جدا تفسير المعطيات المستحصلة عند الرصد ويتطلب اختبارا وافيا وشاملا جدا للتفسيرات المقدمة .

« قصة بوليسية فضائية »
(من أدب الخيال العلمى)

كان ميان يجلس فى مكتبه وهو يحلل البلاغ الفلكى الدورى عندما اندفع الى الغرفة كريوت . وابعد ميان بصره عن الاوراق ببطء .

وقال كريوت بانفعال وهو يحبس انفاسه بصعوبة .

– نبأ استثنائى !

مد ميان يده بتثاقل ، وأخذ من كريوت الورقة الحاوية على النبأ ، ووضعها امامه . وعندما كان يمرر بصره بلا عجلة فوق السطور القليلة المطبوعة باحرف

كبيرة ، لم يبد على وجهه اى تعبير . ثم ارتسمت عليه علائم الانزعاج البالغ .

– مرة اخرى ؟ !

ولوح كريوت بديه عاجزا .

ومضى ميان يقول بلهجة تنم عن عدم الارتياح :

– انني امرت بعدم تبليغى بمثل هذه الانباء .

– لكنني فكرت ..

– لا يهمنى ، ما تفكر به ...

– ولكن اذا ما قارنا هذا – واشار كريوت الى الورقة الملقاة امام ميان – مع الانباء الكثيرة حول الاجسام الطائرة المجهولة ...

وتطلع ميان الى كريوت باهتمام :

– وهل تصدق بجد مثل هذه الترهات ؟

– ولكن ثمة شهود عيان كثيرين ... وهم ليسوا جميعا مجانين فى نهاية المطاف ؟

فضحك ميان بسخرية :

– قل لى يا كريوت ، وهل انت تؤمن بوجود الساحرات ايضا ؟

واعاد كريوت السؤال :

– الساحرات ؟ وما علاقة الساحرات بالامر ؟

– بالمناسبة ، ان عدد الناس الذين شاهدوا الساحرات اكبر بكثير من عدد الذين شاهدوا الاجسام الطائرة الغامضة .

فعارضه كريوت بوجل :

– لكن نبأ اليوم .. انه من معطيات اجهزة الرادار الكوكبية .

وصرخ ميان ساخرا :

– يا ليت ! الا تعرف ، يا عزيزى كريوت ، انه يوجد ألف سبب وسبب يمكن بموجبه لاجهزة الرادار اعطاء معلومات خاطئة .

– انني لا أقول اى شيء من هذا . ولكن مجرد ان هذا النبأ يستحق ، باعتقادى ، اجراء تحقيق خاص ...

ثم اضاف قائلا وهو يزيح بصره جانبا :

– ولو من اجل الكشف عن الخطأ الثانى بعد الالف الذى ترتكبه اجهزة الرادار .

ابتسم ميان بلطف وبدا عليه مظهر التفوق الذى لا جدال فيه .

– حسنا ...

والتقط ورقة البرقية وصار يقرأ ببطء وبصوت عال : « سجل اليوم فى الساعة صفر والدقيقة السادسة والخمسين حسب التوقيت المحلى مرور جسم فضائى مجهول وكان الجسم يتحرك من الجهة الشمالية الغربية الى الجنوبية الشرقية بسرعة ٦ – ٧ كيلومترات فى الثانية تقريبا فى مسار اهليلجى . والبعد الادنى للجسم عن سطح الكوكب قرابة الف كيلومتر » .

التزم كريوت الصمت .

ثم القى ميان بالورقة على المنضدة وقال :

– هكذا اذن ... ليس فى هذا النبأ اى شىء يمكن اخذه كاساس لاجراء تحقيق علمى . هل توافقنى ؟

واخذ كريوت يقول بحذر :

– المسألة ... ان « لاير » اجرى عدة حسابات اولية ... وظهر لديه ... باختصار انه لا يستبعد الاحتمال بان الجسم المجهول قد اطلق من كوكب ثالث .

وتساءل ميان بعجب :

– هكذا اذن ؟ معنى هذا ان لاير ايضا ...

– ليس بوسعى التأكيد ...

وقال كريوت ذلك بعجلة ، ربما لانه لا يرغب فى احراج لاير الغائب :

– طبقا لحساباته لا يستثنى هذا الاحتمال من حيث المبدأ – وهذا كل ما هناك ، اى كما يقال بدون تقييم صواب الفرضية .

– وهل هناك احتمالات اخرى ؟

هز كريوت كتفيه .

– كويكب .

استغرق ميان فى التفكير . واغلب الظن انه كان يقرر هل يستحق الامر القيام بشىء ما من باب الاحتياط . وفى هذه اللحظة دخل لاير الى الغرفة .

وقال برصانة : – نبأ اضافى . لقد اظهر التحليل الاكثر دقة بانه فى احد قطاعات الطريق غير الجسم المجهول اتجاه حركته .

فانتفض ميان : – ماذا ؟ ماذا ؟

وقال لاير شارحا بنفس اللهجة الرصينة : – اريد القول بان الجسم المجهول اجرى مناورة .

نهض ميان ببطء كما لو كان صخرة ، ووقف منحنيا فوق منضدته الضخمة :

– هل يمكن التأكد من ذلك ؟

هز لاير كتفيه :

– بدرجة الاحتمال نفسها فى اية معطيات مماثلة اخرى .

وكرر ميان بحدة : – انى اسأل ، هل ان نبأك موثوق به بقدر كاف ؟ فاذا ما كان كذلك ، ينبغى اتخاذ التدابير اللازمة ؟

–لا استطيع الاجابة على سؤالك سوى كعالم رياضيات . اذا اردت فسأحسب الاحتمال بدقة .

فصرخ ميان هادرا :

– الى الشيطان هذا الاحتمال . ينبغى العمل فورا ! كريوت ، ادع الىّ جميع رؤساء الاقسام فى هذه اللحظة !

عندما اجتمع شمل المدعوين اطلعهم ميان ، دون ان يضيع ثانية واحدة فى التمهيد ، على محتوى الخبين وبعد ان توقف هنيهة وقفة ذات دلالة بالغة واصل الحديث بلهجة لا تدع مجالا للاعتراض :

– لنأخذ كفرضية عمل ان الجسم المقصود ارسله فعلا ساكنو كوكب ثالث . فاذا ما كان يقوم بالتصوير الفوتوغراف من المستبعد ان يكتشف شيئا ما من هذه المسافة حيث ان مدننا تقع تحت الارض ، اما المبانى الخارجية فهى قليلة العدد وضئيلة الحجم . ولكن ينبغى التوقع ان تدنو اجهزتهم لاحقا بقدر اكبر وحتى ان يحاولوا الهبوط ... ينبغى ان نحول دون اكتشافهم لنا . ومن يعرف ما حاجتهم لذلك ؟ ولربما يريدون استعبادنا او تدميرنا .

ساد الصمت فى القاعة . وصار ميان يتفحص الحاضرين . وقال :

– بايجاز ، ينبغى اتخاذ التدابير فورا . اولا ، ينبغى تمويه كافة المبانى الخارجية بشكل قوهات براكين صغيرة ...

وثانيا ، ينبغى اكساب تابعنا الاصطناعى ايضا مظهرا طبيعيا ، شكلا غير منتظم وتغطية سطحه ايضا بنماذج من القوهات الصغيرة الحجم .. نعم ، نعم ، ان هذا هو القرار الاكثر ملاءمة ... هل هناك اسئلة ؟

– وما الامر بالنسبة للمناطق الزراعية ؟ اذ يمكن اكتشافها بسهولة ايضا من المسافات القريبة .

واجاب ميان دون ان يفكر لحظة واحدة :

– ينبغى ان ترش على عجل بمادة دقيقة لتشتيت الضوء وبطبقة سميكة جدا .

قال لاير : – هناك اقتراح !

– انني اصغى ...

– فى حالة اقتراب جهاز استطلاع آخر تنبغى اثارة زوبعة ترابية اصطناعية بمثابة ستار على نطاق الكوكب كله .

وبعد ان فكر ميان قال : – مقبول .. وماذا ايضا ؟

وتساءل احدهم : – وماذا لو هبط الجسم ؟

– تدميره فورا ! انتهى الاجتماع ، تفضلوا جميعا ... ولم تبتسم يا كريوت ؟

انتظر كريوت حتى يغادر الجميع القاعة :

– كنت افكر ، كيف يمكن ان يتغير الوضع بسرعة .

قال ميان بكآبة :

– عيبا ان تهزأ يا كريوت ... عيبا .. فانني ادرك كل الادراك ما تلمح اليه . انك تلمح الى اجسامك الطائرة المجهولة ، اليس كذلك ؟

– ولو ...

رفع ميان رأسه وقال بلهجة تنم عن الانتصار :

– وهنا بالذات يكمن خطؤك . انك لعلى خطأ شديد . فالمسألة بالذات هى ان الواقع ليست له اية علاقة بالاجسام المجهولة . ولا علاقة له بها على الاطلاق !

وحاول كريوت معارضته : – ولكن ..

وصرخ ميان : – كن موضوعيا فى نهاية المطاف ! ولو مرة واحدة فى حياتك . الا ترى بان الاجسام المجهولة هى خرافة ! اما الواقع ، فرغم كونه اكثر عجبا بقدر كبير جدا فهو واقع . ولا علاقة له بالخرافات البتة .

سكت كريوت ، ونكس رأسه .

واردف ميان وهو يطمئن وينتقل الى لهجة الوعظ قائلا : – هكذا اذن ، يا صديقى . فى العلم الامر هكذا دوما ! وهو ينهل المادة لتطوره من الحقائق فقط اما الخرافات فتبقى خرافات ...

وتمتم كريوت : – اوه نعم ، ان الواقع ، فعلا ، مثير للعجب بقدر اكبر ...

وقال ميان بارتياح : – بالضبط . وليكن فى عونك العقل والفراسة . والآن عد الى عملك . وانس ، رجاء الى الابد تلك الاجسام المجهولة السخيفة .

× × ×

نفذت بسرعة وبانتظام جميع التدابير لتضليل ساكنى الكوكب الثالث . وعندما اقترب الجاسوس الفضائى الآخر من الكوكب اثارت الاجهزة الخاصة الواقفة على قدم الاستعداد عاصفة ترابية شديدة مما جعل سحب الرمال والتراب الهائلة المرتفعة فى الجو تغطى سطح الكوكب كليا .

وفرك ميان يديه سرورا ...

واستمرت العاصفة ما دامت اجهزة الرادار تبعث انباء مفادها ان اجهزة المتن فى الجاسوس الفضائى تواصل عملها .

اما الجهاز – الجاسوس التالى فقد نزل بعناية الى سطح الكوكب وهبط برفق . بيد ان الفريق الخاص كان مستعدا . وحالما بدأ الجهاز يمد الهوائى حتى تم تدميره .

وعندما اختتمت هذه العملية بنجاح ايضا جمع ميان مساعديه مجددا . وسأل :

– ماذا سنفعل لاحقا ؟ اية تنبؤات ؟

فقال كريوت :

– تشير كافة الدلائل الى انهم لن يكتفوا بهذا .

وأضاف لاير قائلا :

– وانتبهوا الى ان عملياتهم الاستطلاعية تتعقد مرة بعد أخرى .

واستفسر ميان قائلا :

– ما هو قصدك ؟

– انهم ليسوا اغبياء هناك ؟

– غير مفهوم .

– ما الذى لا يفهم ؟ فانت ترسل جهازا الى كوكب آخر وحالما يدنو منه حتى تهب عاصفة ترابية هوجاء غير اعتيادية . ثم ترسل جهازا تاليا وتنزله على السطح ولكنه حالما يبدأ بارسال اشارتين حتى يصمت ... هل هى مصادفة مزدوجة ! ولنفرض انه يمكن بشكل ما نسب الحادث الى تكرار الصدفة ...

ولاحظ ميان بنفاد صبر : – ان حديثك معقد ، اوضح ... اوضح .

وتابع لاير قائلا : – بيد انك طبعا لن تكتفى بهذا . بالاخص وان المصادفة قيد البحث تدفعك الى مواصلة البحث . ويطرح امامك عندئذ سؤال حتمى ولا مفر منه : اما واما ؟ فهو اما ان يكون وليد تطابق الظروف بالصدفة ، واما ان يمثل اعمالا مقصودة ، لكائنات عاقلة ، تقطن فى الكوكب الذى يعنيك ؟

ولاحظ ميان بسخرية : – لم يحدث ابدا ان صرت ذكيا بهذه السرعة . بيد انني لا ارى العلاقة ...

الا انه لم يكن بالمستطاع تضليل لاير بهذه البساطة .

وهتف بدون اى ظل للاستياء : – انها علاقة مباشرة جدا . وهكذا فانت تواصل الابحاث وتبعث بجهاز استطلاع جديد . ولنفترض انه يتوقف عن العمل كسابقه فور هبوطه . أهى مصادفة مجددا ؟ ولكن ينقص كما تدرك ، فى كل مرة احتمال التكرار وتطابق الظروف صدفة ... – وامر لاير بصره على الحاضرين ببطء – هذا بالذات ما اردت ان الفت انتباهكم الاريب اليه ...

صار الجميع ينظر الى بعضهم البعض بقلق .

– نعم ... وحك ميان قفاه وقد استغرق فى التفكير وقال :

– بتعبير آخر ، اذا ما دمرنا مجددا الجهاز الذى يهبط ، فاننا نكشف امرنا بنفسنا . انها حقا فكرة طيبة .

واقترح احدهم بوجل : – ماذا لو لم نعمد الى تدميره هذه المرة ؟ فهب ميان قائلا :

– وكيف ذلك ؟ ! اننا سنكشف انفسنا بشكل اسرع عند ذاك .

وتابع الصوت نفسه : – ولم ؟ ليس من المحتوم هذا تماما . فسيقوم الجهاز بالتقاط صور للمنطقة المحيطة ، دون ان يكتشف عندئذ وجود اى شيء : فقد موهنا كل شيء .

فعارض لاير بالقول : – سيحدث ذلك لو كان المقصود به الهبوط الاول . الا ان الزوبعة الترابية غير المتوقعة التى هبت بالذات لدى اقتراب جهاز الاستطلاع الفضائى من كوكبنا ، قد ارغمت صانعيه على تصميم الجهاز الاكثر كمالا الذى قام بالهبوط . بيد ان العطب اصاب الجهاز بسرعة مريبة . وارى بان هذا الامر سيكون دافعا جديدا الى مصمميه لمواصلة تحسينه .

وصرخ ميان : – معنى هذا ، اننا المسؤولون عن كل ما جرى ؟ !

فاكد لاير ببرودة دم : – نعم ، المسألة هكذا بالضبط .

وانفجر ميان قائلا : – فلماذا ، بحق الشيطان ، نصحتنا باتباع مثل هذا التكتيك ؟

وقال لاير مندهشا : – انا ؟ اننى لم اقدم ابدا مثل هذه النصيحة ، وبوسعك مراجعة المحاضر . فلقد اعطيت الاوامر بنفسك .

– حسنا ، حسنا ، ليس الآن وقت البحث عن المذنب .

وحاول ميان تغيير موضوع الحديث غير السار . لقد جرى ما جرى . وينبغى البحث عن مخرج من الوضع الناشئ .

قال لاير منتقدا نفسه : – لو انك سألتنى عند ذاك لنصحتك القيام بالشيء نفسه . ففى تلك اللحظة كنت اعتبر هذا التكتيك ايضا هو التكتيك الامثل .

وصرف ميان الجميع فيما عدا لاير .

– ابتدع فكرة ما ...

فهز لاير يده مشيرا الى عجزه .

وكرر ميان : – ابتدع شيئا ما .. فانت عبقرى ...

وقد فعل هذا القول فعله فى لاير .

– حسنا ، لنجرب ان نعمل الفكر . ربما توجد لدى ساكنى الكوكب الآخر رؤيتهم للعالم ، ونفسيتهم . ولنحاول ان نضع انفسنا مكانهم . ولربما نرتكب خطأ كبيرا ، ولكن ليس لدينا من مخرج آخر .

ولوح ميان بيده يائسا وقال : – ابدأ العمل !

اخذ لاير يقول وهو يكتسب الالمام تدريجيا : – اذن ، ما الذى كنت سأفعله فى هذا الوضع لو كنت مكانهم ؟ انى كنت افكر ، حسب اعتقادى ، كما يلى : اذا كانت الحياة موجودة فعلا فى الكوكب الذى يهمنى ، فانها يجب ان تظهر نفسها ليس بشكل اجسام كبيرة فقط ، بل وكذلك باجسام دقيقة ، كما يقال :

التزم الصمت ، بيد ان ميان لم يكشف عن نفاد صبره باى شيء .

وواصل لاير تأملاته : – واذا ما كانوا يريدون ان يخفوا عنى مستوى الاجسام الكبيرة ، فينبغى على النزول الى مستوى الاجسام الدقيقة ... باختصار ، يمكن توقع ان يقوم جهاز الاستطلاع القادم الآتى من الفضاء الى جانب التقاط الصور الفوتوغرافية وغيرها من الاعمال المماثلة ، بابحاث ترمى الى اكتشاف الحياة على مستوى الاجسام الدقيقة ايضا .

فقال ميان مرتاعا : – البحث عن ميكروبات وبكتريا ؟ فى الجو ؟

– فى التربة ... فاحتمال اكتشافها هناك اكبر .

– وماذا ينبغى ان نفعل ؟ ثمة حاجة الى فكرة ...

– ان الفكرة شيء متقلب الاهواء وليس من عاداتها الحضور لدى اول دعوة .

حاول ميان ان يمزح فقال : – اذن ادعوها مرات عديدة . واطلب ، فى نهاية المطاف ، مساعدة منطقك مرة اخرى .

هز لاير رأسه : – ثمة حاجة هنا الى الاستنارة ، والمفارقة ...

قال ميان مشجعا : – هيا ، اجهد نفسك . من اجل مثل هذه الظروف الاستثنائية .

وتطلع لاير الى ميان وجها لوجه . وسألة بلهجة جافة :

– وماذا كنت ستفعل لو لم تبتكر اية فكرة ؟

ومط ميان شفتيه : – اذا لم تتوفر افكار اصيلة ، فسنضطر الى ان نكون عاديين – يتبقى عندئذ تدمير السفينة التى ستهبط من جديد .

– عاديين ؟ معنى هذا اذا ما هبطت محطة اخرى فمصيرها سيكون ايضا كسابقاتها ؟ ومواصلة العمل بهذه الروح ؟

فهز ميان كتفيه بانزعاج وقال : – لا ارى حلا آخر .

وقال لاير وهو مستغرق فى التفكير : – لا بد من ايجاده ، دعنا نبحث عن البديل المعاكس .

– ما هو قصدك ؟

– عدم القيام باى شيء . ودعها تعمل .

– ان تكتشف وجود اجسام دقيقة فى التراب وحسم القضية .

– اذن ، هذا لا ينفع ... فماذا يتبقى اذن ؟ لعله شيء واحد هو تزويد المحطة بمعطيات سلبية .

– ماذا ، ماذا ؟

– لقد خلصنا معك الى استنتاج مفاده ان المحطة ستأخذ عينة من التربة . وانا اقترح ان تعد العينات مسبقا بالشكل المطلوب . وفى اللحظة اللازمة نضعها فى جهاز اخذ التربة .

– من السهل قول ذلك ! ولكن كيف تنفذه ؟

فقال لاير : – هذا لا يعنينى . ومهمتى – تقديم فكرة . اما كيفية تحقيقها ... فلديك فوج كامل من الاختصاصيين . وانا اعتقد ان العملية قابلة للتحقيق من حيث المبدأ . ويمكن الافتراض بان المحطة لن تأخذ التربة للتحليل فورا ، وسيتطلب بعض الوقت اعداد المنظومة للعمل ، وتحديد الاتجاه ، وبث الباناوراما وغير ذلك من العمليات الاولية . وينبغى استغلال هذا الوقت بالذات .

صار ميان يدق باصابعه على المنضدة وهو غارق فى تأملاته .

– لا بأس ، ان الفكرة تعجبنى ... يبدو انها المخرج الواقعى الوحيد .

× × ×

مضى اسبوعان من المشاغل . ولم يغادر ميان مكتبه اياما كاملة ، وهو يحل القضايا صغيرها وكبيرها ، ويصدر الاوامر ، ويعجل ويعنف ويناقش المشكلات غير المتوقعة التي تبرز بين حين وآخر . ولدى انتهاء الاعمال صار ميان يراجع الرسائل لاول مرة في الايام الاخيرة .

الا انه لم يجد المجال لقراءة عدة سطور حتى فتح الباب ودخل لاير الى المكتب بدون استئذان .

كان مظهر المفكر كئيبا ، وارتاب ميان على الفور في انه ليس كل شيء على مايرام . وصار يتطلع الى لاير بصمت . بيد ان هذا لم يسارع في بدء الحديث . وبدون ان ينبس بكلمة واحدة جلس الى الطاولة واخذ كعادته يحدق في اللانهاية .

ولم يتحمل ميان ، عندما كان محدثه ينظر عبره ، فقال بنفاد صبر :

– ماذا حدث هناك ايضا .

وتنهد لاير .

– يبدو اننا اخطأنا قليلا ، انا وانت ... لقد طرأت في ذهني فكرة .

– قال ميان ساخراً : – عبقرية ، طبعا !

فاجاب لاير بلا انزعاج :

– على الارجح ، انك على حق .

– قل ما وراءك .

قال لاير : – اذن ، اذا نفذنا ما خططنا له ، فانهم سيحصلون على نتيجة سلبية بصورة مطلقة اليس كذلك !

فأكد ميان قائلا : – هذا بالضبط ما آمل فيه . واذا لم اكن على خطأ فان هذا بالذات ما قصدت اليه فكرتك ؟

– نعم ، نعم ، هذا ما قصدت اليه ... لكن في ذلك بالذات يكمن خطئي .

وزعق ميان : – خطأ ؟

واجاب لاير برباطة جأش : – ما العمل . لا يمكن للمرء مراعاة كل شيء دفعة واحدة .

قال ميان مهددا بصوت يشبه الفحيح : – لا تحطم اعصابي .

– لكنني احاول ان اشرح المسألة لك . لنفرض ان ساكني الكوكب الثالث قد حصلوا ، بعد ارسال المحطة الثانية والثالثة ، على نتائج غريبة هي زوابع ترابية وتوقف الاجهزة بسرعة بالغة بعد الهبوط ...

فقاطعه ميان : – لقد سمعت هذا كله .

قال لاير منزعجا : – صبرا عليّ ، ولا تقطع على حبل افكاري ... ان النتائج التي ذكرتها قد اعطت الاساس للكائنات التي ارسلت الاجهزة الفضائية للاعتقاد بان اجهزتهم الاستطلاعية قد اصطدمت بمظاهر حياة عاقلة . وعلاوة على ذلك فنحن لا نعرف اية معطيات بثها جهاز الاستطلاع الاول . فتصور لو انه ارسل الى اصحابه صورة كوكبنا ، او لربما صورة قمر اصطناعي . وبعد ذلك اخذنا نقوم باعمال التمويه ... والآن نعتزم مجددا ان ندس له جوابا سلبيا مطلقا على السؤال حول وجود حياة على كوكبنا . وما هو الجواب السلبي المطلق ؟ وماذا يعطى من تصورات ؟

ودمدم ميان بكآبة : – فيما يتعلق الامر بي ، ان النتيجة السلبية لا تعطيني اية تصورات ، بل تعكر مزاجي .

– ذلك لانك لست عالما بل اداريا . علما بان الجواب السلبي المطلق يثير الشبهات دوما ويدفع الباحث الى اجراء اختبارات وفحوص جديدة متكررة .

– حسنا ، حسنا .

واردف لاير قائلا : – وهذا ما فكرت به ، بدلا من التحديد الكامل والغريب الذي نود عرضه ، الافضل اعطاء شيء من عدم التحديد .

تساءل ميان بخيبة أمل : – أهذه فكرتك العبقرية ؟

نعم ، انه بالذات ذلك التناقض الظاهري الذي كنا نبحث انا وانت عنه ، دون ان نستطيع ايجاده ... ان عدم التحديد في النتيجة المستحصلة تثير في الكوكب الثالث حتما جدالات عنيفة ، وكلما تزداد عنفا وتمتد وقتا أطول كلما تكون المعطيات المستحصلة غير محددة ومتناقضة بقدر اكبر . ويظهر انصار وخصوم ويصر البعض على مواصلة الابحاث ، بينما يبدأ البعض الآخر في اثبات عقمها ...

ضحك ميان ضحكة ساخرة وبغرابة . وقال بصوت لا ينم عن شيء :

– لنفرض ... وماذا بعد ؟

هز لاير كتفيه : – وبعد ؟ ... بعد ذلك سيواصلون ، فى اغلب الظن ، ابحاثهم وسيرسلون محطة اكثر تطورا ، ولربما عدة محطات دفعة واحدة . ولكن بالعمل وفق اقتراحى سنكسب الوقت مع هذا .

قال ميان بعد ان ملك زمام نفسه تماما : – اسمح لى بالسؤال ، ولم ؟ ماذا تعنى عدة شهور او حتى عدة اعوام على نطاق التاريخ ؟

فعبس لاير وقال : – الرأى رأيك . اننى حللت مسألة نظرية صرفة ، وبحثت عن الحل الامثل فى الوضع الراهن . واعتقد باننى وجدت هذا الحل .

– الامثل ؟

– نعم ، الامثل ... واكرر : من المستبعد ان يوجد من حل افضل فى الوضع الراهن .

وفرك ميان يديه : – حسنا جدا . ممتاز .

فدهش لاير : – ما مبعث ابتهاجك .

– التحديدات ، يا صديقى ، التحديدات .

ضغط ميان على زر الاستدعاء . فظهر كريوت عند الباب .

واصدر ميان امره بصوت رتيب :

– تلغى فورا جميع التدابير وفق المشروع الاخير . وازيلوا التمويه ...

استطال وجه كريوت ... الا ان الانضباط فعل فعله . فردد قائلا :

– سينفذ الامر !

التفت ميان الى لاير الذى واصل جلوسه عند المنضدة بمظهر الحائر ، وقال : – ايه ، لماذا تنظر الىّ هكذا ؟ الامر كله بسيط جدا : لقد دخلنا فى طريق مسدود ... والشيء الرئيسى انه كان لا بد لنا من الدخول فيه .

اراد لاير التفوه بامر ما ، الا انه انطلقت فى هذه اللحظة اشارة صوتية حادة وانطفأ نور شاشة جهاز الديسبلاى .

× × ×

كان مكاروف قد وضع بعجلة لتوه ورقة جديدة فى الآلة الكاتبة واستعد لطبع سطر جديد ، لكن يده بقيت مرفوعة فى مكانها ...

ادار سولوماتين مقبض ايقاف التيار الكهربائى ، ودفع نفسه مبتعدا عن طرف لوحة الازرار ، فاستدار بكرسيه الدوار ليقابل مكاروف وجها لوجه . ونهض غوشين من وراء لوحة ازرار اخرى ببطء بقامته الطويلة .

وتساءل سولوماتين : – ما رأيك الا تأسف على الوقت الضائع ؟

فقال مكاروف مندهشا بصدق : – ماذا تقول ؟ لقد كانت تمثيلية شيقة ذات نهاية غير معروفة مسبقا .. اتعرف اننى هنا حتى حاولت تصوير عمليتك بالشخوص .

وسأل غوشين : – اسمح لى بالقاء نظرة ؟

وناوله الصحفى النص الذى اطلع عليه القارئ آنفا . وقرأه غوشين بسرعة فائقة كما لو كان جهاز القراءة فى عقل الكترونى ، ثم قدم الاوراق الى سولوماتين .

قرأها سولوماتين فترة طويلة ، وبامعان ، كما لو كان يراجع دفتر امتحان لطالب .

وقال بعد الانتهاء من القراءة : – طريف جدا ... اتعرف ، اننى حالما قرأت هذا العمل الادبى ادركت بشكل افضل النتيجة المستحصلة !

قال مكاروف : – شكرا جدا على الاطراء . بيد اننى لا افهم تماما .

– المسألة انه قد يتكون وضع طريف لدى القيام باعمال الرصد الفلكى . وتتطابق جميع العلائم الخارجية للظاهرة الجارى رصدها مع استنتاجات النظرية . اما السبب فهو مغاير كليا ، وهنا يجب علينا استقصاء كافة البدائل المحتملة للتأويلات ، من اجل ان يغدو فى المستطاع اسقاطها بثقة . كما يجرى اسقاط الجذور لدى حل المعادلات .

واضاف غوشين : – او عدم اسقاطها .

ابتسم مكاروف وقال : – قصة بوليسية فضائية . انه عمل شيق جدا . اما بصدد المريخ ... فهل يعقل ان البعض يجيز القول باحتمال تزييف معطيات الاجهزة الفضائية من قبل كائنات عاقلة تعيش بهذا الكوكب ؟

قال غوشين : – مع ذلك فان احتمال وجود مثل هذا الوضع من حيث المبدأ لا يعادل الصفر . ومعنى هذا كان ينبغى اجراء دراسات له .

خلافا للعقل السليم ؟

تحدثنا حتى الان عن الوضوح بالمعنى الاكثر يسرا ومباشرة لهذه الكلمة : « لا تصدق عينيك » ، وبتعبير ادق « دقق واعد تدقيق ماتراه » . الا انه لا تستنفد بهذا ابدا مسألة الوضوح فى العلم . فثمة جانب آخر لها . هل يعتبر الوضوح شرطا لازما لصواب هذا الاستنتاج العلمى او ذاك ؟ بتعبير آخر : اذا ما كان هذا المبدأ العلمى او ذاك يعكس العالم الواقعى بشكل صائب ، فهل يعنى ذلك انه بوسعنا حتما ان نتصور بكل وضوح كل ما يرتبط به ، وبشكل يجعل هذه التصورات غير متناقضة مع عقلنا السليم ؟

قبل كل شىء ما هو « العقل السليم » ؟ لقد قلنا بان العالم الواقعى هو دائما اكثر غنى وتنوعا من تصوراتنا العلمية عنه . ومهما تقدمنا فى ابحاثنا ، فستكون هناك دائرة مشكلات معينة فى معارفنا . وكما اشرنا آنفا فان لجميع النظريات العلمية حدودا معينة فى التطبيق . ولكن اين تمر هذه الحدود بالذات ، فهو شىء غير معروف مسبقا عادة . ومن الطبيعى تماما ان تقود الى نتائج خاطئة حتما المحاولات الى استخدام التصورات القائمة خارج حدود مجال تطبيقها ، بيد ان مثل هذه النتائج تؤخذ كحقيقة لفترة زمنية ما . وهكذا تتولد الاضاليل .

هذا هو « العقل السليم » للمرحلة التاريخية المعطاة أى ، « معارف مضافة الى اضاليل تؤخذ كمعارف » . ومهما بدا الامر غريبا ، فان مثل هذه الاضاليل ليست حتمية فقط ، بل وضرورية . ومن العسير الاستفادة من المعرفة ذات الثغرات الواضحة ، فهى لا تعطى صورة متكاملة عن الظواهر قيد البحث . وتملأ هذه الثغرات حتى زمن معين بالاضاليل .

اذن ، فالاضاليل هى بمثابة « معرفة مؤقتة » ، وبالاحرى « اللامعرفة التى تؤخذ كمعرفة » .

لا ريب فى ان من الواجب التفرقة بين العقل السليم فى المفهوم الحياتى اليومى

باعتباره التعميم التطبيقى لخبرة البشرية والعقل السليم الذى يحدده مستوى المعارف العلمية .

فمثلا ، لم يتكون العقل السليم فى العصر الذى نشأ فيه وترسخ اول نظام للعالم أى نظام ارسطو – بطليموس ؟ فماذا كان يتوفر لدى العلم آنذاك ؟ اعمال رصد النجوم الثابتة ، والدوران اليومى لقبة السماء وحركات الكواكب الانشوطية الستوية . تلك هى المعارف التى كانت متوفرة ، الا انها لم تكن كافية لاستيضاح اسباب الظواهر الجارية مراقبتها وتكوين صورة كاملة منطقية للعالم .

ونتيجة ذلك فان حركة الاجرام السماوية المرئية من الارض قد نشرت بصورة غير قانونية ووضعت فى مصاف الحقائق العامة . وهكذا برز واحد من اكبر الاضاليل واكثرها استقرارا فى تاريخ البشرية وهو التصور حول كون الارض مركز الكون .

ولكن تسنى بمعونة هذا الضلال بناء نموذج منتظم للكون ، لا يفسر فقط من وجهة نظر موحدة طابع التنقلات الجارى رصدها للاجرام السماوية ، بل ويتيح بدقة كافية تماما بالنسبة لتلك الازمان ، ان نحسب مقدما اماكن توضع الكوكب وسط النجوم فى المستقبل .

وكما نعرف الآن فان نظام العالم الذى وضعه ارسطو وبطليموس وتلك العلاقة بين المعرفة والاضاليل التى حددها هذا النظام ، لم تكن سوى احدى مراحل ادراك الطبيعة . الا أن الانتقال الى المرحلة التالية الجديدة لم يتطلب بذل جهود جبارة من جانب العقول الطليعية للبشرية فحسب ، بل والتغلب على المقاومة الضارية جدا . والمقصود به فى هذه الحالة ليست مقاومة الكنيسة التى اعتبرت نظام ارسطو – بطليموس الصورة الوحيدة للعالم ، بل ومقاومة العقل السليم للعصر . وهو ذلك العقل السليم الذى اذ وضع الاضاليل المألوفة فى اطار المعارف ، فانه يرغم الناس على اعتبار المعرفة الجديدة من الاضاليل .

الا انه فى نهاية المطاف تنتصر المعرفة الجديدة رغم ذلك . وكما هو معروف فقد حلت افكار كوبرنيكوس محل نظام ارسطو – بطليموس . وتم القضاء نهائيا على التضليل السابق حول كون الارض مركز الكون . ولكن نظام كوبرنيكوس تضمن بدوره العديد من الاضاليل . وكان صاحبه يرى بان جميع الكواكب تدور

حول الشمس فى دوائر محددة بدقة وبسرعات زاوية ثابتة . كما كان كوبرنيكوس يعتقد بان الكون محدود بمجال كروى من النجوم الثابتة ...

وكانت الخطوة التالية فى ادراك العالم هى اكتشاف كبلر لقوانين دوران الكواكب حول الشمس . وقد اظهر بان الكواكب تتحرك فعلا فى مدارات اهليلجية وبسرعة متغيرة . بيد ان كبلر انطلق فى بحثه عن اسباب هذه الحركة من الضلال السائد آنذاك بانه ينبغى للمحافظة على الحركة المستقيمة المنتظمة توفر فعل قوة دائم . وصار يبحث فى المجموعة الشمسية عن القوة « الدافعة » للكواكب والتى تحول دون توقفها .

وسرعان ما قضى على هذا الضلال . حيث اكتشف غاليلو مبدأ القصور الذاتى ، بينما اكتشف نيوتن قوانين الحركة الاساسية وقانون الجاذبية العام . وقد اوضح هذان الاكتشافان نهائيا قوانين المنظومة الشمسية ، كما وحطما التصورات حول المجال الكروى للنجوم الثابتة .

لقد خلصت الفيزياء الكلاسيكية الى استنتاج يفيد بان كافة الاجرام فى الكون توجد وتتحرك فى فضاء لانهائى وبدون حدود .

الا ان فيزياء نيوتن الكلاسيكية جلبت بدورها ضلالا كبيرا جديدا هى : الثقة الراسخة بان كافة ظواهر الطبيعة بلا استثناء تؤول الى عمليات ميكانيكية بحتة . ناهيك الحديث عن الاضاليل « الخاصة » مثل « الفضاء المطلق » و « الزمن المطلق » وغير ذلك .

وكانت جميع قضايا الكون يتم تصورها من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية باعتبارها واضحة ومحلولة بلا جدال ونهائيا ، شأنها – بالمناسبة – شأن جميع المشكلات الاخرى . ولكن الوضوح الذى تم التوصل اليه هذه المرة ايضا كان وضوحا حادعا ، اما الحقيقة فهى اكثر تعقيدا بكثير مما كانوا يعتقدونه فى ايام نيوتن .

ان نظرية النسبية التى اكتشفها اينشتين فى مطلع القرن الحالى قلبت تصورات نيوتن ، التى كادت تغدو مألوفة حول الفضاء والصفات الهندسية للكون . علما بانه من الخدمات الرئيسية لاينشتين ايجاده الصلة العضوية العميقة بين صفات المادة وهندسة الفراغ .

لقد انعكس التحول الدورى الحديد للعقل السليم فى العلم بشكل دقيق جدا

فى الابيات الشعرية التالية :

كان الظلام الدامس يلف هذا العالم .
وكان لا بد وان يحل النور ! فظهر نيوتن .
بيد ان الشيطان لم ينتظر طويلا لحظة الانتقام :
فجاء اينشتين – وصار كل شيء كما كان سابقا .

والطريف ان صاحبى البيتين الاولين والاخيرين هما شاعران مختلفان ، وجرى نظمها فى فترتين تفصل ما بينهما ٢٠٠ سنة .

ولا ريب ، فى ان الصواب هنا يكمن فقط فى انه وجب التخلى عن التصورات الكلاسيكية حول الفضاء . ولكن هذا لا يعنى البتة بان نظرية النسبية اعادت العلم الى ازمان ما قبل نيوتن وارسطو . لقد كانت الفيزياء الجديدة خطوة هامة للغاية نحو الادراك الاعمق لتركيب العالم المحيط بنا ...

وتتواصل عملية تغير العقل السليم هذه فى يومنا وستتواصل فى المستقبل ايضا ... لان معارفنا الحديثة عن الكون لا تعتبر البتة حقيقة فى المرجع الاخير .

اذن فالعقل السليم فى العالم هو ظاهرة نسبية مؤقتة تتناسب ومستوى المعارف فى العصر المعنى . ولذلك ينبغى على العلماء ان يخوضوا فى نضالهم من اجل ادراك اعمق فاعمق للعالم المعركة المحتومة ايضا مع التصورات المألوفة ، والعقل السليم المألوف .

اما فيما يتعلق بالوضوح فكلما يتطور العلم اكثر ، وبالاخص الفيزياء وعلم الفلك ، كلما نتخلى بقدر اكبر عن كل ما يمكننا تصوره بالشكل المنظور . وان هذا قد لا يثير الاعجاب ، بل قد يثير حتى الانزعاج ، بيد انه لا مفر من ذلك .

ان عالم الفيزياء الحديثة غريب . انه عالم جديد يصعب فيه بل وحتى يستحيل تصور الكثير جدا بشكل واضح بالنسبة لنا – انه ليس عالم الفيزياء الحديثة فقط ، بل وعالم علم الفلك الحديث ايضا . وقد سار العلم فعلا فى طرقه المتعرجة والشديدة الانحدار .

ونحن عندما نتابع الاكتشافات المذهلة الجديدة ، التى غالبا ما يقف ضدها عقلنا السليم ، نظرا الى انها لا تتفق مع تصوراتنا المألوفة ، ينبغى الا ننسى ابدا بان كل عقل سليم لا بد وان يتضمن كذلك التضاليل .

كما اوردنا آنفا فان ظهور حقائق جديدة مبدئيا ، لا يمكن تفسيرها ضمن اطارات النظرية القائمة ، يؤدى الى اعداد نظرية اكثر عمومية ، « تتضمن فى ذاتها » التصورات السابقة ايضا .

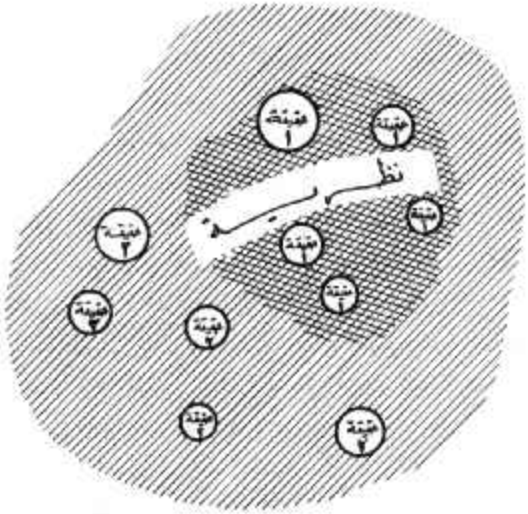
وكما اشار باحث الفضاء السوفيتى ا . زيلمانوف فانه اذا ما تبين ابان عملية الادراك بان مجموعة من القوانين يمكن ان تستخلص من القوانين الاكثر عمومية ، فان هذا لا يعنى البتة بان الاولى تؤول كليا الى الثانية . فلديها خصوصيتها . وبتعبير آخر فان « الاستخلاص » لا يعنى بعد « تأويلا » مجردا . ان العلاقة بين النظريات الخاصة والعامة معقدة جدا .

لنتصور ان لدينا نظريتين فيزيائيتين احداهما خاصة ، والاخرى عامة اكثر . وعندئذ كان مجال استخدام النظرية الخاصة يوجد داخل مجال استخدام العامة . وتكون لهاتين النظريتين معادلتان مختلفتان . ولا تكمن المسألة فقط فى ان معادلات النظرية العامة اكثر دقة . ولو اخذنا مجاميع القيم الفيزيائية كلها الداخلة فى هذه المعادلة او تلك ، لظهر بانها ليست واحدة . فهناك عدة قيم مشتركة لدى كلتا النظريتين . الا انه توجد قيم متباينة ايضا ، فتكون فى معادلات النظرية العامة بقدر ما ، وفى معادلات النظرية الخاصة بقدر آخر .

ويعزى ظهور قيم جديدة فى النظرية الاعم الى استخدام المفاهيم الجديدة . ولدى الانتقال من النظرية الخاصة الى العامة يتبين بان مفاهيم النظرية الخاصة نفسها (المفاهيم بالذات وليس المعادلات) هى تقريبية ، وتعكس العالم الواقعى بدرجة دقة معينة فقط . والمفاهيم الجديدة المستخدمة فى النظرية الاعم ، هى اكثر دقة .

وهكذا فلدى الانتقال من النظرية الخاصة الى العامة يحدث ما يسمى بكسر المفاهيم . ولهذا بالذات فان النظريتين الخاصة والعامة تختلفان عن بعضهما البعض نوعيا .

فكيف يحدث فى هذه الحالة ان احداهما يمكن ان تصبح حالة خاصة للاخرى ، وتنبع منها ؟ وتحتوى معادلات النظرية الفيزيائية الاعم على ثابت كونى واحد اكثر . وتعرف ثلاثة ثوابت كهذه فى الوقت الحاضر هى : ثابت الجاذبية ،



الشكل ٣ – تطور الادراك من النظرية الخاصة الى العامة

او ما يسمى بتأثر الكم ، او ثابت بلانك ، وسرعة الضوء (تستخدم عادة القيمة العكسية لسرعة الضوء) .

ومثلا ، ان معادلات ميكانيكا نيوتن الكلاسيكية لا تحتوى عموما على ثوابت كونية ، بينما تحتوى معادلات ميكانيكا الكم ، التى تشكل ميكانيكا نيوتن حالة خاصة لها ، على ثابت بلانك .

ولغرض الحصول على النظرية الخاصة من العامة ينبغى تحويل المعادلات بالطريقة المناظرة والانتقال الى الحد النهائى عندما يسعى الثابت « الزائد » الى الصفر . والمعادلات التى ستحصل عليها لدى مثل هذا الانتقال النهائى لن تكافئ المعادلات الاولية . فهذه المعادلات وتلك تختلفان نوعيا عن بعضهما البعض ، وهما تحتويان على كميات متباينة ، ولهما مغزى متباين .

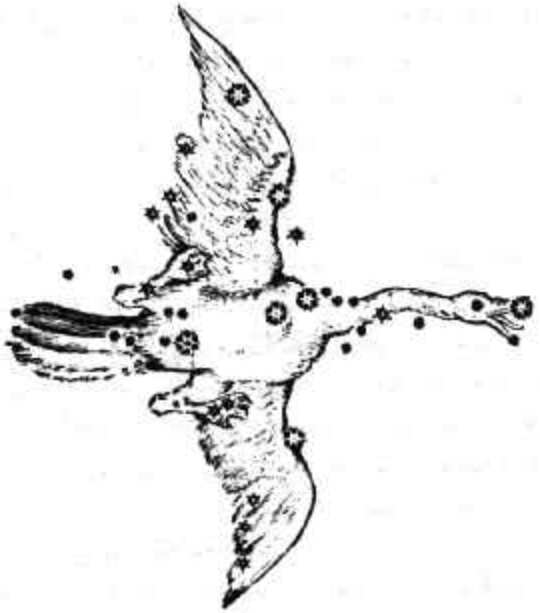
لهذا ، فاذا كانت لدينا فقط معادلات النظرية الخاصة واردنا اجراء عملية عكسية ، اى ان نستعيد بمعادلات النظرية الخاصة معادلات النظرية العامة ، فلن

يتسنى لنا القيام بهذا ، حيث انه لا يجوز الحدس من شكل معادلات النظرية الخاصة كيف يجب ان تكون معادلات النظرية العامة . ولا بد هنا من توفر افكار ارفع مكانة ، مثل الافكار الفلسفية . ولا ريب فى انه لا يجب تفهم هذا القول بانه يمكن من الافكار الفلسفية مباشرة استنباط معادلات او الحصول على نتائج فيزيائية ملموسة اخرى . بيد ان المبادئ الفلسفية تساعد فى تحديد السبل الاكثر مستقبلية لتطور العلم ، واختيار البدائل الممكنة المختلفة للنظريات الجديدة .

وتاريخيا فان الانتقال من النظرية الخاصة الى العامة يشكل ثورة تتطلب افكارا جديدة مبدئيا واحيانا « مجنونة » ، واعداد مفاهيم جديدة .

ويمكن كمثال على ذلك ايراد نظرية الجاذبية لنيوتن ونظرية النسبية العامة . فالاولى تستخدم فراغ اقليدس والزمن المستقل عنه ، والثانية تبحث التواصل الفراغى – الزمنى الذى يتسم بصفات لا اقليدية . وكان الانتقال الى هذه المفاهيم الجديدة مبدئيا تطورا ثوريا فى علم الجاذبية .

وهكذا فان النظرية الخاصة والنظرية الاعم مختلفتان نوعيا . وسيكون من الادق وصف النظرية الخاصة ليس بالخاصة ، بل بانها حالة حدية للنظرية العامة .



الباب الثانى

عائلة الشمس

الارض والبندول

يرد فى تاريخ العلم الكثير من المشاكل التى تطلب حلها عمل العقول الطليعية للبشرية خلال قرون طويلة وكفاحا مديدا ضد التصورات الزائفة . وتم التوصل الى الوضوح بثمن جهود هائلة . الا انه فى حالات كثيرة تم فيما بعد الحصول على النتائج نفسها اما بوسائل ابسط كثيرا ، واما كنتائج بسيطة جدا لاحدث الاكتشافات والانجازات .

ويمكن ان نذكر فى عداد هذه المشاكل مسألة دوران الارض حول محورها .

وان واقع عدم تمكن الناس خلال فترة طويلة من اثبات انهم يعيشون فوق كوكب يدور حول نفسه ليس امرا هينا كما يتراءى ذلك للوهلة الاولى .

وعموما يمكن ان يعثر فى الانظمة الدوارة على التسارعات المتأتية عن الدوران (ما يسمى تسارعات كوريولوس) . وتولد هذه التسارعات بالذات تآكل الضفاف اليمنى للانهار فى نصف الكرة الارضية الشمالى والضفاف اليسرى فى نصفها الجنوبى .

ولكن ، اولا ان تسارعات كوريولوس لا تظهر الا لدى انتقال الاجسام ، وثانيا انها تشكل دليلا غير مباشر على دوران كوكبنا .

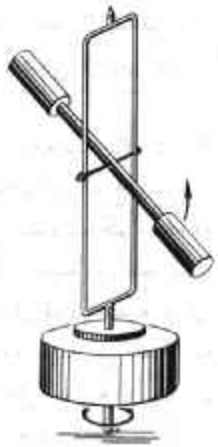
وتبدو اكثر اقناعا تلك الظواهر التى لا تتيح كشف التسارعات بل واقع دوران الكوكب نفسه . ومن العلامات التى لا جدال فيها حول دوران الارض اليومى هى حركة الشمس فى السماء ، وهو ما يرى فى كل يوم ، وكذلك تعاقب النهار والليل . الا انه ، للاسف ، سيكون بوسعنا رصد الصورة نفسها لو كانت الارض ثابتة ، بينما « تدور » الاجرام السماوية ومنها الشمس حولها .

يمكن الحكم على دوران الاجسام السماوية الاخرى على اساس اعمال الرصد المباشر . فمثلا ، يمكن كشف دوران الشمس من تغير اماكن البقع الشمسية ، ودوران كوكب المريخ ، من تغير التفاصيل المرئية على سطحه . الا ان البشر لم يتمكنوا من رصد كوكبهم « الارض » من الجانب .

لقد اعتبرت تجربة فوكو باستخدام البندول المتأرجح دليلا جليا ومقنعا على دوران الارض حول نفسها .

ان البندول ، اى الثقل المعلق بخيط ، هو من ابسط اجهزة القياس من حيث التركيب وفى الوقت نفسه من اجودها . ويكمن الجوهر الفيزيائى لتجربة البندول بما يلى : ان القوى المؤثرة على البندول المتأرجح ، وهى قوة جاذبية الارض وقوة شد الخيط ، تقع فى مستوى واحد هو مستوى تأرجحه . ولهذا فان البندول المعلق بشكل طليق والجارى تحريكه سيتأرجح طوال الوقت فى مستوى واحد . ويصيغ الفيزيائيون هذه الصفة كما يلى : « يحافظ مستوى تارجح البندول على وضعه الثابت فى الفراغ » .

يعرف الجميع اثبات دوران الارض باستخدام البندول ، ولهذا فسوف لا نذكر



الشكل ٤ – بندول بوشيخونوف

القارئ به . ونشير فقط الى ان هذه التجربة تتسم بنقص كبير ، اذ لا بد من وقت طويل لكى يكتشف انقلاب مستوى تأرجح البندول بنتيجة دوران الارض .

وفى بداية الخمسينيات من القرن العشرين ابتكر المهندس السوفيتى بوشيخونوف اداة قياس مبتكرة لاثبات دوران كوكبنا حول نفسه فى كل يوم . وهو فى جوهره بندول ايضا ولكن من طراز خاص ، اما الاثبات نفسه فيقوم على مبدأ مغاير تماما .

تصوروا اطارا موضوعا بصورة رأسية على مسند وقادرا على الدوران حول محوره الرأسى . وثبتت بوسط الاطار على المحور الافقى عارضة تدور بصورة طليقة ويوجد ثقلان فى طرفيها . ويمثل هذا كله اداة القياس . فكيف تعمل ؟ يعمل هذا البندول الطريف وفقا لقانون حفظ عزم كمية الحركة .

وعزم كمية الحركة – هو حاصل ضرب كتلة الجسم m المعطى فى سرعته الخطية V والمسافة R من محور الدوران . لكن السرعة الخطية تعادل حاصل ضرب R فى السرعة الزاوية ω $(V = R\omega)$.

وهكذا فان : $N = m\omega R^2$ ، حيث m – كمية ثابتة .

والآن لنفرض ان نصف القطر R يتناقص ، اى ان الجسم يقترب من محور الدوران . فيما ان m ثابتة ، فلكى لا يتغير مقدار ωR^2 يجب ازدياد ω على التناظر .

بتعبير آخر ان السرعة الزاوية تزداد باقتراب الكتل الدائرة من محور الدوران .

وعادة يورد كمثال قيام لاعب التزلج بالدوران حول نفسه . فهو عندما يمد يديه جانبا او يضمهما الى صدره يتحكم بسرعة دورانه . ويمكن ان يفعل المظلى الشيء نفسه عندما يقفز لفترة طويلة دون فتح المظلة ، ورائد الفضاء الذى يسبح بحرية فى حالة انعدام الوزن فى قمرة السفينة او فى الفضاء المكشوف .

لنرجع الى بندولنا . دعنا نضعه على منصة ثابتة ونجعل العارضة المركزية تدور حول المحور الافقى . فستواصل العارضة الدوران حتى تتوقف بتأثير الاحتكاك فى كراسى التحميل . هذا فى حالة القاعدة الثابتة .

والآن لنجعل المسند يدور بصورة منتظمة حول المحور الرأسى ، اى يكون البندول فى وسط القاعدة الدائرة . ففى هذه الحالة تتغير الصورة تغيرا ملموسا .

فعندما تكون العارضة فى وضع افقى ، اى ان الثقلين يقعان بعيدا عن المحور الرأسى ، يدور البندول سوية مع المنصة . ولكن عندما تعود العارضة الى الوضع الافقى ويغدو الثقلان فى طرفيها فوق محوز دوران المسند ، تزداد السرعة الزاوية لدوران الاطار بالنسبة الى المحور الرأسى . ويجب على الاطار ان يقوم مع العارضة « بحركة خطف » ، سابقا بهذا دوران المسند .

وهكذا ففى الحالة عندما يكون بندولنا فوق القاعدة الدائرة ، يلاحظ انقلاب مستوى دوران العارضة تدريجيا . وليس من العسير تصور انه يمكن وفقا لهذا المبدأ الحكم على دوران المسند ، حتى بدون مراقبته مباشرة .

وهذا يعنى بان البندول الذى وصفناه يمكن استخدامه بنجاح لكشف دوران الارض ايضا . وسيتم الحصول على التأثير الملحوظ للازاحة بشكل اسرع بكثير مما فى حالة بندول فوكو .

منذ عدة اعوام مضت تم صنع البندول الآنف الذكر ووضعه فى صالة بلانيتاريوم موسكو . وقد عمل بلا تلكؤ طبقا للافكار المذكورة اعلاه .

لقد كان يبدو ان اصوب طريقة لدراسة الارض بافضل شكل ممكن هى

الذهاب الى كافة انحائها والتوغل فى بواطنها ومراعاة كافة الظواهر الجارية على سطحها . وهذا ما يفعله العلماء .

الا انه فى الكثير من الحالات يسهل حل الكثير من المشكلات الارضية اذا ما « انسلخنا » عن كوكبنا وخرجنا الى الفضاء . واذا ما امعنا الفكر فلا يوجد اى عجب فى هذا . وعموما ، يفعل فعله فى العلوم الطبيعية قانون غير مدون هو : اذا اردنا دراسة اى جسم ، فيجب الا يدرس هذا الجسم ذاته فقط ، بل وبمجال اوسع من الظواهر حتما . ان الخروج الى الفضاء يعطينا ، بين امور اخرى ، دليلا مقنعا جدا وفى الوقت ذاته دليلا جليا على دوران كوكبنا حول نفسه . والمقصود به حركة الاقمار الاصطناعية حول الارض .

تؤثر فعليا على القمر الاصطناعى المتحرك فى مدار حول الارض قوة الجاذبية الارضية فقط ، والمؤثرة فى مستوى هذا المدار (سوف نهمل الآن الانحرافات المتأتية عن كون الارض لا تشكل كرة متجانسة مثالية ، وبعض التأثيرات الدقيقة الاخرى) . وبفضل ذلك فان مستوى مدار القمر الاصطناعى لا يغير خلال الفترات الزمنية القصيرة من وضعه ازاء النجوم . فاذا كانت الكرة الارضية لا تدور حول محورها ، لوجب على القمر الاصطناعى ان يمر فى كل دورة متعاقبة فوق النقاط نفسها من سطح الكرة الارضية . لكن نظرا الى ان الارض تدور من الغرب الى الشرق ، فان خط سير القمر الاصطناعى اى مسار حركته بالنسبة الى سطح الارض يتغير باستمرار فى الاتجاه نحو الغرب .

ومعروف ان القمر الاصطناعى المتحرك على ارتفاع يعادل ٢٠٠ — ٣٠٠ كيلومتر ، يحتاج الى حوالى ٩٠ دقيقة للقيام بدورة كاملة حول الارض ، اى قرابة ساعة ونصف . وليس من العسير حساب ان الكرة الارضية تدور خلال هذه الفترة بمقدار ٢٢٫٥ درجة . ويبلغ طول خط الاستواء الارضى زهاء ٤٠ ألف كيلومتر . وهكذا فان الانعطاف بمقدار ٢٢٫٥ درجة يطابق مسافة ٢٥٠٠ كيلومتر تقريبا .. وبالتالى فان القمر الاصطناعى يقطع خط الاستواء لدى كل دروة فى مكان يبعد ٢٥٠٠ كم الى الغرب من الموقع السابق لمروره . ويمر القمر الاصطناعى فوق منطقة اطلاقه بعد حوالى يوم واحد ، أى بعد قيامه بـ ١٦ دورة حول الارض .

ونعيد الى الاذهان انه لدى التحليق الجماعى للسفن الفضائية السوفيتية

« سويوز – ٦ » و « سويوز – ٧ » و « سويوز – ٨ » فى عام ١٩٦٩ ، انطلقت كل سفينة تالية بعد مرور يوم تقريبا على انطلاق سابقتها .

فوقنا سماء مرصعة بالنجوم

هل فكرت فى سبب عدم رؤية النجوم فى وقت النهار ؟ فالهواء نهارا شفاف كحاله فى الليل . ويحمل المسألة ان الجو يبدد اشعة الشمس فى النهار .

تصور بانك موجود مساء فى غرفة جيدة الاضاءة . وترى عبر زجاج النافذة المصابيح الساطعة فى الخارج . الا انه من المستحيل تقريبا رؤية الاشياء الضعيفة الانارة . ولكن حالما ينطفئ الضوء فى الغرفة يكف الزجاج عن ان يغدو عقبة بالنسبة لبصرنا .

ويجرى شيء مشابه ايضا لدى رصد السماء : فالجو فوق رؤوسنا ذو انارة ساطعة فى النهار وترى الشمس عبره ، بيد ان الضوء الخافت للنجوم البعيدة لا يستطيع النفاذ الى الارض . ولكن بعد ان تغيب الشمس وراء الافق و « ينطفئ » نور الشمس (ومعه النور الذى يبدده الهواء) يغدو الجو « شفافا » وتمكن عندئذ مراقبة النجوم .

والامر مختلف فى الفضاء . فلدى صعود السفينة الفضائية الى الاعالى تبقى طبقات الجو الكثيفة فى الاسفل وتصبح السماء معتمة تدريجيا .

وعلى ارتفاع ٢٠٠ – ٣٠٠ كم تقريبا ، حيث تحلق عادة السفن الفضائية المأهولة تكون السماء سوداء تماما . وهى سوداء دائما حتى اذا وجدت الشمس فى القسم المرئى منها فى اللحظة المعطاة .

وصف يورى غاغارين رائد الفضاء الاول انطباعاته الفضائية بالقول « ان لون السماء اسود تماما . وتبدو النجوم فيها بشكل اكثر بريقا ووضوحا امام خلفية السماء السوداء » .

مع هذا لا ترى من متن السفينة الفضائية فى الجانب النهارى (المضاء) من السماء جميع النجوم ابدا ، بل اكثرها تألقا فقط . ويعيق الرؤية ضوء الشمس الذى يغشى الابصار وكذلك ضوء الارض .

ولو تطلعنا الى السماء من الارض فسنرى بوضوح ان جميع النجوم ذات بريق . وهى تارة تخمد وتارة تتقد ، مكتسبة آنذاك مختلف الالوان . وكلما ينخفض موضع النجمة فوق الافق يكون بريقها أشد .

ويعزى بريق النجوم ايضا الى وجود الجو . فالضوء المنبعث من النجمة يمر قبل ان يصل الى بصرنا عبر طبقة الجو . وتوجد فى الجو دائما كتل من الهواء الاكثر دفئا او برودة . وتتوقف كثافة الهواء على درجة الحرارة فى هذه الطبقة او تلك . ويحدث انكسار الاشعاعات الضوئية لدى انتقالها من طبقة الى اخرى فيتغير اتجاه انتشارها . وبفضل ذلك تتركز فى بعض الاماكن فوق سطح الارض ، بينما تغدو فى الاخرى قليلة ومتباعدة نسبيا . وبنتيجة الحركة الدائمة للكتل الهوائية تتغير هذه المناطق باستمرار ، ويرى الراصد ازدياد بريق النجوم تارة وضعفه تارة اخرى . ولكن بما ان انكسار الاشعاعات الملونة المختلفة لا يكون واحدا ، فان لحظات تقوية وضعف الالوان المختلفة تحل فى اوقات متباينة .

وعلاوة على هذا يمكن ان تلعب دورا معينا فى بريق النجوم تأثيرات بصرية اخرى اكثر تعقيدا .

كما ويؤثر فى نوعية الصور التلسكوبية وجود طبقات دافئة وباردة من الهواء ، والتحركات المكتشفة للكتل الهوائية .

اين توجد افضل الظروف لاعمال الرصد الفلكى : فى المناطق الجبلية او السهول ، على ساحل البحر ام فى اعماق البر ، فى الغابة ام فى الصحراء ؟ وعموما ما هو الشيء الافضل بالنسبة لعلماء الفلك – عشر ليال خالية من السحب طوال شهر او ليلة صافية واحدة ، شرط ان يكون الهواء فيها شفافا وهادئا بصورة مثالية ؟

وما هذا سوى قسم قليل من المسائل الواجب حلها لدى اختيار مكان بناء المراصد او وضع اجهزة التلسكوبات الضخمة . ويدرس هذه القضايا فرع خاص من العلم هو علم المناخ الفلكى .

تم فى بلادنا قبل عدة اعوام تشغيل اكبر تلسكوب فى العالم مزود بمرآة قطرها ستة امتار ، اى اكبر بمقدار متر واحد من قطر مرآة التلسكوب الباليومارى فى الولايات المتحدة الامريكية .

وماذا تعنى زيادة متر واحد بالنسبة الى علماء الفلك ؟ ان اطارات مجال مراقبة الكون قد توسعت بحوالى ١٫٢ مرة .

وقام العلماء فى المرصد الفلكى الرئيسى لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى فى بولكوفو ، بمناسبة صنع التلسكوب الجديد ، بأبحاث مناخية فلكية فى مختلف مناطق الاتحاد السوفيتى ، وبالدرجة الاولى فى سهوب كوبان وفى القوقاز وجورجيا وارمينيا والبامير وجبال تيان – شان وبحيرة ايسيك – كول وحتى فى اقليم اسوريسكى . وبنتيجة هذه الابحاث وقع الاختيار على احدى مناطق شمال القوقاز فى اقليم ستافروبول . فاقيم هناك المرصد الجديد للتلسكوب العملاق الذى يبلغ قطر مرآته ستة امتار .

صحيح ، توجد فى اراضى بلادنا اماكن ذات ظروف مناخية فلكية افضل هى فى آسيا الوسطى وجبال بامير . بيد ان بناء مثل هذا المرصد الضخم فى اماكن وعرة كهذه كانت سترافقه صعوبات فنية كبيرة ونفقات اضافية . وعلاوة على هذا فان المناطق المذكورة بعيدة عن المراكز العلمية الكبيرة ، لذلك فقد اعطيت الافضلية الى شمال القوقاز .

لكن لا ريب فى ان افضل الظروف للرصد الفلكى هى خارج طبقات الجو الكثيفة ، فى الفضاء . وبالمناسبة ان النجوم هناك لا تبرق ، بل تتألق بنور هادئ بارد .

تبدو الابراج العادية من الفضاء مثلما تبدو من الارض تماما . وتبعد النجوم عنا بمسافات هائلة ، لذا فان الابتعاد عن سطح الارض بضع مئات الكيلومترات لا يمكن ان يغير شيئا من اوضاعها المتبادلة المرئية . وحتى لدى الرصد من كوكب بلوتو فان اشكال الابراج ستكون كما هى عليه بالضبط .

يمكن من حيث المبدأ ان ترى كافة الابراج الموجودة فى سماء الارض من متن سفينة فضائية تتحرك فى مدار قريب من الارض خلال دورة واحدة . ويتسم رصد النجوم من الفضاء باهمية مزدوجة : فلكية وملاحية . ومن ذلك ، من المهم جدا مراقبة ضوء النجوم دون ان يتغير بتأثيرات الجو .

كما تكتسب الملاحة فى الفضاء اعتمادا على النجوم اهمية لا تقل عن هذا . ويمكن برصد نجوم « اسناد » يتم اختيارها مسبقا ليس توجيه السفينة فقط بل وتحديد وضعها فى الفضاء .

كان علماء الفلك يحلمون خلال فترة طويلة باقامة مراصد فى المستقبل على سطح القمر . وبدا لهم ان انعدام الجو كليا هناك كفيل بان يوفر فى التابع الطبيعى للارض ظروفا مثالية لاعمال الرصد الفلكى سواء فى اثناء الليل القمرى ، أو فى ظروف النهار القمرى .

وقد اجريت ابحاث خاصة لدراسة ظروف الرصد الفلكى على القمر . ولهذا الغرض جهز المختبر الاوتوماتيكى المتنقل السوفيتى « لوناخود – ٢ » بجهاز قياس خاص هو مقياس ضوء فلكى صمم ووضع فى المرصد الفلكى بالقرم التابع لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى . وثبت الجهاز فى « لونوخود » بشكل يجعل محوره البصرى يتجه دوما نحو سمت سماء القمر .

وكانت نتائج القياس غير متوقعة نوعا ما . فقد اتضح بان درجة السطوع على القمر فى الاشعة المرئية ، وعلى الاخص ، الاشعة فوق البنفسجية هى اعلى بشكل ملحوظ مما هو متوقع . واظهرت دراسة خواص هذا الاشعاع الضوئى بانه يمكن ان ينجم عن جسيمات الغبار القمرى الموجودة فى الفضاء المحيط بالقمر .

وبهذا الصدد اوردت فرضية تقول بانه يوجد حول القمر حشد مفرغ من الجسيمات الغبارية ، تأتى عن قصف سطح القمر بالشهب الكبيرة والصغيرة . وتبقى هذه الجسيمات معلقة على ارتفاع معين فوق سطح القمر تحت تأثير القوى الكهربائية الساكنة . وهى تبدد ضوء الشمس وكذلك ضوء الارض . حيث ان كوكبنا يبدو فى سماء القمر كجرم اكثر تألقا بمقدار ٤٠ مرة من سطوع البدر فى سماء الارض .

ان وجود الحشد الغبارى حول القمر قد يؤثر تأثيرا سلبيا على فعالية اعمال الرصد الفلكى من مراصد القمر القادمة .

معلومات جديدة حول نيزك تونغوس

يجذب انتباه الجميع منذ ما يربو على نصف قرن حدث غامض جرى فى صيف عام ١٩٠٨ بسيبيريا . والمقصود به نيزك تونغوس الشهير .

ففى فجر يوم ٣٠ يونيو (حزيران) عام ١٩٠٨ عكر سكون التايغا فى سيبيريا خلال قرون ، وبغتة ، ظهور جسم يخطف نوره الابصار ، يحلق فى السماء

بسرعة هائلة . ثم اختفى وراء الأفق بعد ان حجب ضوء الشمس لعدة ثوان وخلف وراءه ذنبا من الدخان الكثيف . وبعد مرور لحظة خاطفة سقط ، بالقرب من محطة فانوفر التجارية الواقعة بمنطقة نهر بودكامينايا تونغوسكا ، عمود هائل من اللهب شوهد جيدا من مسافة حتى ٤٥٠ كم ، مكونا سحابة ضخمة من الدخان . وصاحب الكارثة حدوث انفجارات تصمّ الآذان سمعت فى دائرة نصف قطرها ١٠٠ كم . واهتزت الارض فى مساحة شاسعة كما لدى حدوث زلزال شديد ، وارتجت الابنية ، وتحطم زجاج النوافذ ، وتأرجحت الاشياء المعلقة وسجلت اهتزازات الارض محطات رصد زلازل كثيرة ، بينما دارت الموجة الهوائية حول الكوكب مرات عديدة ...

لقد نظمت اول بعثة الى مكان كارثة تونغوس بعد قيام ثورة اكتوبر فقط ، حيث ارسلتها اكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى فى عام ١٩٢٧ . وفى فترة اعوام ١٩٢٨ – ١٩٣٠ ارسلت بعثتان اضافيتان ، وفى عام ١٩٣٨ ، جرى تصوير جوى لمنطقة الكارثة ، ولكنه لم يكن كاملا للاسف .

ثم اوقفت الدراسات لدى قيام الحرب الوطنية العظمى (العالمية الثانية) ، ولم ترسل بعثة تونغوس الجديدة الا فى عام ١٩٥٨ . غير انه زارت فى الاعوام الاخيرة مكان كارثة تونغوس عدة بعثات مستقلة جيدة التجهيز . كما عملت بهذه المنطقة بعثة شاملة لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى .

لقد تم منذ القيام باعمال البحث الاولية الكشف عن العديد من الامور الغامضة . ومن ذلك لم يتم العثور على حفرة واحدة من الحفر التى تتكون عادة لدى ارتطام الاجسام الفضائية بالارض ، ولا على شظية واحدة . وكانت الاشجار متساقطة فى مساحة شاسعة تبلغ عشرات الكيلومترات ، علما بان اتجاه جذوع الاشجار الملقاة على الارض يشير بجلاء الى مركز حدوث الانفجار . الا ان الاشجار بقيت صامدة فوق جذورها فى المركز بالذات حيث كان ينبغى ان يكون الدمار على أشده . وكانت قممها وجميع فروعها تقريبا مكسورة بشكل يخلق انطباعا بانه اجتاحتها موجة هوائية من الاعلى ...

ونشأت فرضية تقول بان انفجار نيزك تونغوس حدث فى الجو على ارتفاع كبير فوق سطح الارض . وتشير كافة الدلائل الى ان الانفجار اتسم بطابع

نقطى ، اى حدث بصورة خاطفة ، خلال اجزاء بالمائة من الثانية ، والا لما جرى تساقط الاشجار بشكل شعاعى منتظم بهذا القدر . وظهرت بهذا الصدد عدة فرضيات حول طبيعة الجسم الغامض ، ومنها فرضيات طريفة جدا مثل الفرضية الخيالية الصرفة حول تحطم سفينة فضائية تعود لحضارة كوكب آخر ، والزعم بان ما جرى فوق غابات التايغا فى تونغوس هو كارثة نووية .

بيد ان جميع الافتراضات – والمقصود بها الفرضيات العلمية طبعا – قد اصطدمت بصعوبات جدية ولم يكن بالمستطاع اعتبار اية واحدة منها كفرضية معترف بها .

ومن مثال نيزك تونغوس يتراءى لجلاء قانون محتوم طريف يتعلق بدراسة الظواهر الغامضة فى الطبيعة ، التى لم يتسن خلال فترة طويلة ايجاد التفسير العلمى الشافى لها . وعادة تجرى لدى البحث عن مثل هذا التفسير المحاولات لجذب كل اكتشاف اساسى جديد فى المجال المناظر من العلوم الطبيعية .

فمثلا ، لدى اكتشاف الجسيمات المضادة وتطوير فكرة المادة المضادة فى فيزياء الجسيمات الاولية ، جرى الافتراض بان نيزك تونغوس كان عبارة عن قطعة صغيرة من مادة مضادة ، بقيت تجوب الفضاء الكونى خلال مليارات السنين ، ومن ثم ارتطمت بكوكبنا . ومن المعروف بان تلامس المادة والمادة المضادة يؤدى الى ابادتهما حيث تحول المادة والمادة المضادة الى اشعاع كهرومغناطيسى وعندئذ تنبعث كمية هائلة من الطاقة . وحاول اصحاب الفرضية الجديدة بهذه الصورة تأويل الظواهر المدمرة التى رافقت حدوث كارثة تونغوس .

حقا ، لم تحظ بشهرة خاصة الفرضية القائلة بأن لجسم تونغوس « طبيعة مضادة » . ومن ذلك كان من العسير تفسير كيف يمكن « لشظية » المادة المضادة البقاء فترة طويلة ، متحركة فى الفضاء الكونى . اذ لا بد وان تصطدم باستمرار بالجسيمات الكثيرة للفضاء بين النجوم والكواكب ، مما كان سيقود حتما الى فنائها بسرعة .

وجرت محاولة اخرى لتفسير ظاهرة تونغوس بالسير على « خطى » اكتشاف كبير آخر فى الفيزياء بزماننا هو ايجاد مولدات الكم اى الليزرات .

وطرحت فكرة مفادها ان جميع الظواهر التى نشأت فى عام ١٩٠٨ فى غابات

التايغا التونغوسية قد نجمت عن انه فى تلك اللحظة هوى شعاع ليزرى فضائى قوى مجهول المصدر على كوكبنا ... الا ان مثل هذا التفسير بدا ضربا من الخيال لدرجة انه لم يأخذه احد على محمل الجد .

وجرت فى السنوات القريبة الاخيرة محاولة اخرى لربط كارثة تونغوس بالافكار الفيزيائية الجديدة . وكانت « نقطة الانطلاق » فى هذه المرة فرضية « الثقوب السوداء » التى يدرسها علماء الفيزياء والفيزياء الفلكية دراسة مكثفة . ان الثقب الاسود هو مادة مضغوطة الى درجة تجعلها « محصورة » ضمن قوى الجاذبية الخاصة بها . ويتمتع مثل هذا الشيء فقط بالقدرة على ابتلاع الاشياء المحيطة به ، الا انه لا يمكن ان يفلت منه الى الخارج اى جسيم او اشعاع* . وانطلاقا من ذلك افترض العالمان الامريكيان الفيزيائيان ا. جاكسون وم . ريان من جامعة تكساس بان نيزك تونغوس كان فعلا ... ثقبا اسود صغيرا ، اقتحم جو الارض بسرعة هائلة .

بيد ان الحسابات الادق التى قام بها الفيزيائيون فى شتى البلدان قد اظهرت بان طابع الظواهر التى كان يجب رصدها لدى اصطدام الارض مع ثقب اسود لا تتفق كليا مع ما حدث فعلا لدى سقوط نيزك تونغوس .

وفى الوقت نفسه جرت ايضا ابحاث علمية جادة تماما حول الظاهرة السيبيرية لعام ١٩٠٨ .

فمثلا ، اجرى العلماء السوفيت فى معهد فيزياء الارض تجارب هامة جدا لنمذجة انفجار نيزك تونغوس . فقد وضع فى حجرة خاصة نموذج لمنطقة الكارثة بالمقياس المطابق ، مثلت فيه اسلاك كثيرة جذوع الاشجار . وتم فوق هذا النموذج فى نقاط مختلفة وعلى ارتفاعات مختلفة تفجير عبوات صغيرة من البارود ، مع تقريبها بسرعات متباينة وبزوايا متباينة . وفى كل واحدة من هذه التجارب تم الحصول على صورة معينة من سقوط « الاشجار » ويضمن ذلك تسنى فى بعض الظروف الحصول على صورة مطابقة لصورة الاشجار المتساقطة فى مكان الكارثة .

واظهر تحليل النتائج المستحصلة ان جسم نيزك تونغوس كان يتحرك بسرعة

* سنتحدث فى الباب الثالث بمزيد من التفاصيل عن الثقوب السوداء .

٣٠ – ٥٠ كم /ساعة ، وجرى الانفجار الناجم عنه على ارتفاع يتراوح ما بين ٥ و ١٥ كم . وهذه القوة كانت تعادل تفجير ٢٠ – ٤٠ ميغاطن من التروتيل . اما بصدد مظاهر الخراب الناشئ فى منطقة سقوطه فيبدو انها جميعا ناجمة عن الموجات الضاربة أى الموجة الآتية من الاعلى من مكان الانفجار ، والموجة المنعكسة من سطح الارض .

وطرح فرضية طريفة عالم الفلك والخبير السوفيتى المعروف فى دراسة النيازك الاكاديمى ف . فيسينكوف . وطبقا لفرضية العالم فان ارضنا اصطدمت فى صيف عام ١٩٠٨ بالنواة الجليدية لمذنب صغير . واظهرت الحسابات التى اجراها العالم السوفيتى ك . ستانيوكوفيتش بان قطع جليد المذنب التى تذوب بسرعة لدى دخولها جو الارض بسرعة تفوق سرعة الصوت قد تبخرت بصورة بطيئة نسبيا . لكن بعد هذا (وكان يجب ان يتم هذا فى الطبقات السفلى الكثيفة من الهواء) وعندما سخنت كل كتلة الجليد بقدر كاف ، كان لا بد وان تتحول فى لحظة خاطفة الى حائرة من الغاز وتتبخر . وحدث انفجار شديد .

واظهرت الحسابات المناظرة بان مثل هذه الفرضية يمكن ان تفسر بشكل مقنع تماما كافة الظواهر التى تم رصدها فى لحظة حدوث الكارثة التونغوسية وبعدها . بيد انه لغرض تفضيل الفرضية على جميع الفرضيات المماثلة الاخرى وجب ايراد حقائق اضافية ، وبالاخص انه لم يسجل فى عام ١٩٠٨ مرور اية مذنبات بالقرب من الشمس . ولا ريب انه ربما امكن عدم ملاحظة مذنب صغير ، ومع ذلك كان لا بد من توفر تأكيدات مستقلة تدعم رواية وجود المذنب . وقد تم الحصول على مثل هذه التأكيدات .

لقد لاحظ علماء الفلك منذ فترة بعيدة انه حتى بعد ان تمر فى السماء الشهب الساطعة ، التى ترتبط باقتحام المجال الجوى من قبل الاجسام الفضائية الكبيرة بما فيه الكفاية ، وكقاعدة لم تسقط نيازك فى المنطقة التى جرى فيها رصد هذه الظاهرة السماوية المؤثرة (حيث تحلق فى السماء كرة ساطعة يخطف نورها الابصار ويتطاير منها اللهب) . وتم تأكيد ذلك بنتيجة الدراسات التى اجراها فى السنوات الاخيرة علماء الفلك التشيكوسلوفاكيون والامريكان الذين كونوا « شبكات نيازك » خاصة من اجل تصوير الشهب باستمرار .

وهكذا يطرح نفسه الاستنتاج القائل بان غالبية الاجسام الفضائية التى تدخل الى المجال الجوى للارض لا تصل الى سطح الكوكب . علما بان النيازك الحجرية او الحديدية الكبيرة الحجم كان لا بد وان تسقط على الارض . وهذا الشيء وحده يقود الى فكرة مفادها بان الجسم الذى احدث كارثة تونغوس والاجسام التى غالبا ما تولد ظاهرة النيازك هى ذات طبيعة فيزيائية واحدة .

منذ فترة قريبة خلص العالم الفلكى الموسكوفى ف . برونشتين لدى مقارنته المعطيات حول ٣٣ نيزكا ساطعا مع المعطيات حول نيزك تونغوس الى الاستنتاج بوجود تشابه من الناحية الفيزيائية بين نيزك تونغوس والقسم الاكبر من اجسام النيازك الكبيرة التى تستدعى لدى دخولها الى المجال الجوى للارض من الفضاء بين الكواكب حدوث ظواهر النيازك دون ان تبلغ سطح الكوكب . وبتعبير آخر ان جميع هذه الاجسام ذات كثافة ومتانة قليلتين وتتحطم بسهولة لدى تحركها فى الجو ...

وفى السنوات الاخيرة طرحت فرضية اخرى هى عبارة عن تطوير لاحق لفكرة النواة الجليديه للمذنب . وصاحب الفرضية هو العالم السوفيتى المعروف الاكاديمى غ . بتروف . وتفيد حسابات المؤلف بان الجسم الغامض الذى ولد كارثة تونغوس كان عبارة عن كتلة جليدية هى جسم ذو نواة هشة جدا ، مؤلفة من بلورات جليدية تعادل كتلتها قرابة ١٠٠ الف طن وقطرها حوالى ٣٠٠ متر ، وكثافتها المتوسطة اقل بعشر مرات من كثافة الماء .

وبعد ان دخلت كتلة الثلج جو الارض بسرعة تزيد باكثر من ١٠٠ مرة على سرعة الصوت سخنت بسرعة وصارت تتبخر بسرعة . اما بقايا الكتلة الثلجية ، فعلى ارتفاع بضعة كيلومترات كونت بنتيجة التبخر غازات طارت امامها ، فى لحظة خاطفة ، مما ادى الى تكون موجة ضاربة قوية جدا . وهذه الموجة بالذات ادت الى تساقط الاشجار بصورة شعاعية فى منطقة يعادل قطرها عشرات الكيلومترات .

ان الفرضية المذكورة تفسر جيدا الطبيعة الفيزيائية للانفجار الهوائى لنيزك تونغوس ، وكذلك انعدام وجود الحفر والشظايا . كما ينبغى الاعتراف بانه لا يوجد رأى موحد لدى الاختصاصيين بشأن طبيعة ظاهرة تونغوس حتى الآن ولا تزال غير واضحة الكارثة التى حدثت فى عام ١٩٠٨ بمنطقة نهر يودكامينايا تونغوسكا .

بيد انه يوجد شيء واحد لا يبعث على الشكوك هو ان كارثة تونغوس تمثل ظاهرة نادرة للطبيعة وان اهتمام العلماء الذى لا يفتر بها له ما يبرره . ومن المحتمل جدا انه بنتيجة استمرار دراسة الظاهرة النادرة هذه سيكشف العلم جوانب جديدة لا زالت مجهولة للعمليات الفضائية والجيوفيزيائية .

الملاحة الفضائية تخبر علم الفلك

هل يوسع الابحاث عن بعد ان تعطى معلومات موثوقة حول العالم المحيط بنا ؟

ان هذا السؤال له علاقة مباشرة جدا بعلم الفلك . حيث ان الاجرام الفضائية تبعد مسافات بعيدة عن الارض ولهذا لم تتوفر لدى دارسى الكون ، وحتى الآونة الاخيرة على اقل تقدير ، الفرصة لدراستها بصورة مباشرة . وفى الاعوام الاخيرة توفرت مثل هذه الفرصة بفضل التطوير السريع للمعدات الصاروخية الفضائية وغزو الفضاء الكونى بنجاح . وولد امام سمعنا وبصرنا علم الفلك الفضائى : اذ تنقل الاجهزة الفضائية اجهزة القياس والتلفزيون الى مناطق الاجرام السماوية القريبة وحتى الى سطحها .

وظهرت امكانية واقعية تماما لمقارنة « جعبة المعلومات » ، التى جمعتها بصورة حثيثة اجيال من علماء الفلك حول المنظومة الشمسية مع المعطيات « الفضائية » الجديدة . فماذا كانت الحصيلة ؟

لقد اعطى الجواب على هذا السؤال بشكل مجازى جدا ، ولو انه متناقض ظاهريا نوعا ما ، العالم الفلكى السوفيتى المعروف العضو المراسل لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى ا . شكلوفسكى فى احدى مقالاته :

– ان اعظم انجاز فى مجال دراسة المنظومة الشمسية باستخدام الاجهزة الفضائية هو انه لم يتم التوصل بهذا المجال الى اية اكتشافات عظيمة . ولم يظهر بان « كل شيء على خلاف ما هو معروف » . واثبت بجلاء المخطط المبدئى للعمليات الفضائية الجارية فى الاسرة الكوكبية للشمس ، الذى رسمه علم الفلك الارضى .

ان هذا الاستنتاج ذو اهمية بالغة ومبدئية ، حيث انه بالرغم من المسافات

البعيدة وما ينجم عن ذلك من مصاعب فان الابحاث الفلكية تعطى معلومات موثوق بها عن الكون .

ولا ريب ان من السذاجة الاعتقاد بان دور علم الفلك الفضائى يقتصر على الاثباتات فقط . ولو كان الامر كذلك فانه لم يكن – على الاغلب – يستحق تطويره . ان الطريقة الجديدة لدراسة الاجسام الفضائية هى فى حالات كثيرة اكثر فعالية من الطرق التقليدية السابقة . وهذا يتيح بمساعدتها الحصول على معلومات جديدة اضافية لا يمكن لعلم الفلك الارضى الحصول عليها ، واستيضاح تفاصيل هامة عن العمليات والظواهر الفضائية ، وايجاد الجواب على كثير من الاسئلة التى بقيت غير واضحة خلال فترة طويلة .

فمثلا ، كانت تطرح بحدة قبل تحليق الاجهزة الفضائية الى القمر ، مسألة خواص تربة القمر . وكان هناك راى مفاده ان الطبقة السطحية للقمر تحولت بفضل ارتطام النيازك خلال مليارات السنين الى تربة ناعمة جدا ، بوسع طبقتها السميكة منه امتصاص الجهاز الفضائى الهابط عليه . وتولى التحقق من هذه الفرضية علماء الفلك الراديوى بمعهد الفيزياء الراديوية فى مدينة غوركى .

وبدأت ابحاث على الاشعاعات الراديوية الحرارية لسطح القمر . وتم التوصل الى الاستنتاج التالى : لا توجد طبقة سميكة من الغبار فوق القمر ، وان تربة القمر متينة بدرجة كافية وتشبه من الناحية الميكانيكية الرمال الرطبة . ولا ريب فى ان الطبقة السطحية للقمر غير رطبة ، والمقصود به هو التشابه فى الصفات الميكانيكية ...

وقد اكدت هذا الاستنتاج لعلم الفلك الارضى الاجهزة الفضائية الكثيرة التى ارسلت الى القمر وكذلك اجهزة « لونوخود » السوفيتية والمشاركون فى البعثات الامريكية الى القمر .

لنجرب قبل كل شىء استقصاء السبب فى ان طرائق الابحاث الفضائية عن بعد تعطى نتائج تتفق مع الوضع الفعلى للامور .

للاجابة على هذا السؤال يجب ان نطلع على المبادئ الكامنة فى اساسها . والمبدأ الاساسى هو انه لا تجرى دراسة الاجسام الفضائية نفسها ، بل اشعاعاتها الكهرومغناطيسية والجسيمية . وتتوقف صفات هذه الاشعاعات على صفات

مصادرها . وبتعبير آخر انها تتضمن معلومات حول صفات الاجسام الفضائية والعمليات الفيزيائية المختلفة الجارية فى الكون .

اذن فالابحاث الفلكية تقتصر من حيث المبدأ على رصد وتسجيل مختلف الاشعاعات الآتية من الفضاء ، وتحليلها واستخلاص المعلومات المناظرة . بيد ان ذلك اما ان يكون الطرائق التى يستخدمها الفيزيائيون بنجاح فى المختبرات الارضية ، واما الطرائق التى تسمح باجراء الاختبار التجريبى الشامل .

لقد اعلن العالم الفرنسى اوغست كنت منذ القرن الماضى امام العالم اجمع بان الانسان لن يتمكن من معرفة التركيب الكيميائى للكواكب . لكن لم يقدر لمثل هذه النبوءة القاتمة ، وكذلك لكثير من الفرضيات المتشائمة المماثلة الاخرى ، ان تتحقق ، اذ سرعان ما دحضت . ووجدت طريقة مضمونة وفعالة ، استحدثها الفيزيائيون واختبرت مرارا عديدة فى المختبرات الارضية ، هى طريقة التحليل الطيفى لاشعاعات الضوء . والاكثر من هذا فان الابحاث الطيفية لا تتيح فقط دراسة التركيب الكيميائى لمصادر الاشعة الكونية ، بل وتحدد درجة حرارتها ، ووضعها الفيزيائى ، وخصائصها المغناطيسية ، وسرعة حركتها فى الفضاء وتجد الجواب على كثير من الاسئلة التى تهم العلماء .

ويمكن قول الشىء نفسه عن الطرائق الاخرى للابحاث الفلكية .

وفى الختام ينبغى التاكيد على ان علم الفلك الفضائى لا يمكن ان يستغنى عن شقيقه الارضى . ويتطلب حل المشكلات الكثيرة جدا المرتبطة بدراسة الظواهر الكونية اجراء ابحاث بصرية وفلكية راديوية موازية ، ومقارنة المعطيات المستحصلة بمختلف الطرائق . ويمكن بهذا الشرط فقط ادراك الجوهر الفيزيائى للعديد من اعمال الرصد المنجزة من المدارات الفضائية . ويستحيل تطوير علم الكون بصورة منسجمة بدون المجمع الفلكى الارضى .

مصير فرضية

يوجد تابعان صغيران للمريخ هما : فوبوس (ابولو) وديموس . ويدور ديموس فى مدار يبعد عن الكوكب بحوالى ٢٣ ألف كيلومتر ، بينما يتحرك فوبوس على بعد ٩ آلاف كيلومتر فقط عن المريخ . ولنتذكر بان القمر يبعد عنا بمسافة ٣٨٥ الف

كيلومتر ، اى يقع فى مكان يبعد عن الارض بمقدار ٤٠ مرة عن بعد فوبوس عن المريخ .

ان تأريخ دراسة فوبوس وديموس كله ملىء بالاحداث العجيبة والالغاز المثيرة . واحكموا بانفسكم : لقد ورد ذكر وجود تابعين صغيرين للمريخ لاول مرة ليس فى الاعمال العلمية بل على صفحات رواية « رحلات جوليفر » الشهيرة التى كتبها جوناثان سويفت فى بداية القرن الثامن عشر .

ففى مجرى الاحداث يأتى جوليفر الى جزيرة لابوته الطائرة . فيحدثه علماء الفلك فيها بانه تسنى لهم اكتشاف تابعين صغيرين يدوران حول المريخ .

اما فى الواقع فقد اكتشف قمرى المريخ ا. هول بعد مضى مائة وخمسين عاما فقط من صدور الرواية ، فى اثناء التقابل الكبير لكوكب المريخ فى عام ١٨٧٧ . وتم اكتشافهما فى ظروف جوية مناسبة للغاية وبعد اعمال رصد عنيدة دامت اياما عديدة ، وفى اقصى امكانيات الادوات والعين البشرية .

والآن لا يسعنا سوى ان نضرب اخماسا فى اسداس بصدد السبب الذى دفع سويفت الى التنبؤ بوجود هذين التابعين لكوكب المريخ . انها على اية حال ليست اعمال الرصد التلسكوبى . واغلب الظن ان سويفت افترض بان عدد توابع الكواكب يزداد تبعا لبعدها عن الشمس . وفى ذلك الوقت كان يعرف عدم وجود توابع لكوكب الزهرة ، بينما يدور حول الارض تابع واحد هو القمر ، وحول المشترى — اربعة اقمار اكتشفها غاليلو فى عام ١٦١٠ . وتم الحصول على متوالية هندسية ، احتل فيها المكان الشاغر ، الذى يفرد الى المريخ ، الرقم ٢ من تلقاء نفسه .

علما بان سويفت لم يتنبأ بوجود فوبوس وديموس فقط ، بل وبان نصف قطر مدار اقرب تابع للمريخ يعادل ثلاثة امثال قطر الكوكب ، وقطر مدار التابع يعادل خمسة امثاله . وثلاثة امثال القطر هو قرابة ٢٠ الف كيلومتر . وعلى هذا البعد تقريبا يقع مدار ديموس . صحيح انه ليس التابع الداخلى يقع على هذه المسافة كما زعم سويفت ، بل التابع الخارجى ، ومع ذلك فان التطابق يبعث على العجب . ولا ريب ، وبالطبع ، فالمقصود هو هذا التطابق بالذات ...

ولفت الانتباه الى قمرى المريخ مرة اخرى فى النصف الثانى من القرن الحالى .

الشكل ٥ — فوبوس تابع المريخ .

فبعد ان قارن علماء الفلك نتائج الرصد الذى جرى فى اعوام مختلفة خلصوا الى استنتاج مفاده أن فوبوس وهو اقرب تابعى المريخ يتعرض الى قوة فرملة تؤدى الى اقترابه تدريجيا من سطح الكوكب . وبدت الظاهرة غامضة . وعلى اية حال لم يتسن تفسير الفرملة الملاحظة بواسطة اية تاثيرات لميكانيكا الاجرام السماوية .

وبقى شىء واحد هو الافتراض بان فرملة فوبوس ترجع الى المقاومة الديناميكية الهوائية لجو المريخ . الا ان الطبقة الغازية للمريخ على ارتفاع ٦ آلاف كيلومتر قادرة ، كما اظهرت الحسابات ، على ابداء المقاومة المناظرة فقط عندما تكون الكثافة المتوسطة لمادة فوبوس قليلة . وبالاحرى ، ضئيلة بشكل لا يصدق .

وعندئذ برزت فكرة اصيلة تقول انه بالمستطاع تفسير الكثافة القليلة لفوبوس ... بكونه اجوف ! الا اننا لا نعرف عمليات فى الطبيعة يمكن ان تؤدى الى تكون تجاويف داخل الاجرام السماوية . وتطرح نفسها فكرة تقول بان فوبوس ، ولربما ديموس ايضا ، هما تابعان اصطناعيان للمريخ ، قامت بصنعهما قبل ملايين السنين كائنات عاقلة ، كانت اما تقطن فى المريخ آنذاك ، واما جاءت اليه من مكان ما فى الفضاء .

لربما لا يستحق الامر التحدث عن هذا الآن ، حيث تم تصوير تابعى المريخ من مسافة قريبة بواسطة الأجهزة الفضائية ، ولا تبقى اية شكوك بصدد منشئها الطبيعى . بيد ان الحادثة قيد الذكر ذات دلالة بالغة .

ثمة علم وثمة خيال . فاين يمر الحد بينهما فى هذه القرضية ؟ واذا حدثت فى حركة فوبوس فعلا الفرملة التى اشارت اليها اعمال الرصد ، فلربما يعنى ذلك بان تابع المريخ اجوف . وهذه فرضية علمية صحيحة . وانها تنطلق من المعطيات الفلكية وتؤدى الى استنتاج معين بمعونة الحسابات الرياضية المناظرة . انها صورة اعتيادية لفرضية علمية : « اذا ما كان كذا – فالنتيجة تكون كذا » . اما الباقى كله فهو ينسب الى مجال الخيال العلمى .

ان المصير اللاحق للفرضية قيد البحث كان واضحا منذ البداية وهو انه كان ينتظرها المصير نفسه الذى ينتظر اية فرضية علمية اخرى . فاما ان تحصل على الاثباتات اللازمة ، او ان تدحض . وكان الكثير يتوقف على مدى دقة معطيات اعمال الرصد بشأن فرملة التابع الاقرب للمريخ . وكانت مضمونيتها تبعث على المخاوف حيث ان الرصد جرى على حدود دقة الادوات الفلكية . وسرعان ما تاكدت هذه المخاوف ...

عندما توفرت لدى باحثى المريخ وسيلة جديدة ، اقوى ، لدراسة الكواكب (اى المحطات الفضائية الاوتوماتيكية) ، اصبح كل شىء فى مكانه . وبدا واضحا فى الصور الفضائية بان فوبوس وديموس هما كتلتان هائلتان غير منتظمتى الشكل ، وطبعا ، ان منشأهما طبيعى .

واذا ما قارنا نتائج اعمال الرصد الفلكى مع ما بثته المحطات الفضائية ، تتكون الصورة التالية : ان تابعى المريخ هما جرمان سماويان صغيران . ويبلغ حجم فوبوس – ٢٧ × ٢١ ، وديموس – ١٥ × ١٢ كم . وهما يتحركان فى مدارين دائريين

تقريبا ، يقعان فى مستوى الخط الاستوائى للكوكب ، وباتجاه حركة دورانه اليومية . ويقوم ديموس بدورة كاملة واحدة خلال ٣٠ ساعة و ١٨ دقيقة ، وفوبوس – خلال ٧ ساعات ، و ٣٩ دقيقة . واذا ما اخذنا بعين الاعتبار ان اليوم فى المريخ يزيد قليلا على $\frac{1}{4}$ ٢٤ ساعة ، فليس من العسير تصور ان فوبوس يسبق بشكل ملحوظ دوران الكوكب خلال يوم . ولو وقفنا على سطح المريخ للاحظنا كيف ان فوبوس وديموس يتجهان بانصاف محوريهما الكبيرين دائما نحو مركز المريخ . (لنتذكر بان القمر يدور حول الارض بالشكل نفسه – اى انه يواجه كوكبنا دائما من جهة واحدة) .

لقد اتاح تحليق المحطة الاوتوماتيكية « فايكينغ – ١ » لاول مرة تقدير كتلة فوبوس . فعندما مر القسم المدارى من هذه المحطة على بعد ١٠٠ كيلومتر من تابع المريخ ، تسنى للعلماء الامريكان تحديد انحراف مسار حركته الناجم عن جاذبية فوبوس . وليس من العسير حساب كتلة الجسم المنحرف لدى توفر مثل هذه المعطيات . ولدى معرفة ابعاده يمكن حساب كثافته المتوسطة ايضا . وقد تبين انها بالنسبة الى فوبوس تقارب ٢ غم /سم٣ . وهى كثافة عادية تماما ، وتعادل تقريبا كثافة العديد من المذنبات الحجرية . وهكذا لا توجد حاجة الى الفرضية حول التركيب الاجوف لتابعى المريخ .

وبات واضحا الآن اين كانت حلقة الضعف فى هذه الفرضية ، انها فى المعطيات الفلكية الاولية حول حركة فوبوس .

ويمكن لدى معرفة كتلة فوبوس تحديد مقدار قوة الجاذبية على سطحه ، فهى أقل من الجاذبية الارضية بالفى مرة . ويمكن ان يتولد انطباع بان رائد الفضاء الذى يقف على سطح فوبوس يستطيع لدى اقل دفعة التحليق الى الفضاء . بيد ان الامر ليس كذلك تماما . حيث تظهر الحسابات بان السرعة الكونية الثانية للتابع فوبوس تعادل فى المتوسط زهاء ١١,٧ م /ث . وليست هذه بالسرعة القليلة . ولا يمكن ان يتحرك بهذه السرعة على الارض سوى الرياضى عندما يقفز الى ارتفاع مترين ونصف . وبما ان الجهد العضلى يبقى واحدا فى كل مكان ، فانه لم يولد بعد ذلك الانسان الذى يستطيع ان يغادر فوبوس الى غير رجعة بمجرد دفع ارضيته بقدميه .

وتتسم باهمية كبيرة الصور الفوتوغرافية لفوبوس وديموس . وقد تم الحصول

عليها بواسطة المحطات الفضائية من مسافة بضع عشرات الكيلومترات فحسب . ويلاحظ على سطح كلا التابعين تجلاء عدد كبير من الفوهات البركانية ، الشبيهة بتلك الموجودة على القمر . ويبلغ قطر اكبر فوهة فى فوبوس ١٠ كم .

والطريف انه فى الوقت الذى كانت تناقش فيه مشكلة قلة كثافة فوبوس ، طرحت فرضية تقول بان هذه الظاهرة الفريدة لا تعزى الى كون الكوكب اجوف ، بل هى نتيجة تأثيرات الشهب على سطحه ، مما ادى الى اكتساب مادة فوبوس المسامية الشديدة . وبالمناسبة ، جرى هذا فى الوقت الذى كان لا يزال يدور فيه الجدال حول منشأ الفوهات البركانية القمرية وفيما اذا كان ناجما عن الشهب ام البراكين . وتأريخ العلم يعرف مثل هذه الغرائب عندما تطرح الفرضيات الصائبة على اساس معطيات خاطئة .

وبالاضافة الى الفوهات البركانية ترى على صور فوبوس اخاديد متوازية تقريبا يصل عرضها الى عدة مئات الامتار ، وتمتد الى مسافات كبيرة . ولا يزال غير واضح اصل هذه الخطوط الغامضة . ولربما هى نتيجة ضربة قوية لنيزك ضخم ، « هز » فوبوس وادى الى تكون تشققات عديدة . ولربما ظهرت الاخاديد الغامضة بفضل تأثير المد على المريخ . ومما يؤيد هذا واقع انعدام مثل هذه التفاصيل على ديموس الذى يقع فى مسافة ابعد كثيرا عن المريخ . ومعروف ان تأثيرات الجاذبية تضعف بصورة تتناسب مع مربع المسافة .

اما بصدد منشأ فوبوس وديموس فلا يستبعد كون هذين الجسمين من الطراز الكويكبى ، اى الكواكب السيارة الصغيرة الواقعة بين المريخ والمشترى ، وانجذبا الى المريخ . ولربما تكونا حتى قبل تكون الكوكب نفسه . وفى كافة الاحوال فان دراستهما اللاحقة ذات اهمية بالنسبة لاستبيان قوانين تشكيل المنظومة الشمسية .

فوهات فى كل مكان

منذ ان بدأت اعمال الرصد التلسكوبى للقمر ، اعتبر بان من اكثر الخصائص تميزا لتابعنا الطبيعى هو غزارة عدد الجبال الحلقية اى الفوهات . وتغطى هذه التشكيلات الحلقية قسما كبيرا من الجانب المرئى للكرة القمرية ، ويصل قطر بعضها الى مائتين وحتى ثلاثمائة كيلومتر .

وجرى صراع استمر فترة طويلة بصدد منشأ الفوهات فى القمر بين وجهتى نظر تقول احداهما بان اصلها نيزكى والاخرى بانه بركانى . الا انه لغرض الاجابة على السؤال حول ما تمثله فعلا الجبال الحلقية فى القمر فيما اذا كانت فوهات براكين خامدة ام حفر تكونت بنتيجة سقوط اجسام فضائية هى النيازك ، لم تتوفر لدى باحثى القمر الكمية الكافية من المعطيات الضرورية . ولم تظهر مثل هذه المعطيات الا نتيجة دراسة تابعنا الطبيعى بواسطة الاجهزة الفضائية . وتدل هذه المعطيات بجلاء على ان اصل الاغلبية الساحقة من الفوهات للقمر (ولكن ليس كلها) هو حدوث ارتطامات .

وتبين على وجه الخصوص طبقا للتقديرات الحديثة ان عدد الاجسام النيزكية التى كانت تجوب فضاء المنظومة الشمسية فى مختلف العصور ، هو بذلك القدر بالذات الذى يفسر وجود مثل هذا العدد من الفوهات الموجودة فعلا فى مختلف قطاعات سطح القمر . فمثلا ، اظهرت حسابات عدد الفوهات بان القمر تعرض لاشد قصف نيزكى طوال المليار عام الاولى من وجوده . ثم انخفض لاحقا عدد الارتطامات النيزكية بسطح القمر ، مع نفاد المادة النيزكية فى فضاء المنظومة الشمسية . ويعزى هذا الى واقع ان عدد الفوهات اقل بثلاثين مرة فى البحار القمرية التى تكونت فى وقت متأخر نوعا ما عن مناطق اليابسة فيه .

ومن الطريف الاشارة الى ان شدة القصف النيزكى للقمر ضئيلة جدا فى الوقت الحاضر . وطبقا للمعطيات المتوفرة لدى العلماء فانه يسقط فى مساحة نصف قطرها زهاء مائتى كليومتر نيزك يكتلة حوالى كيلوغرام واحد مرة واحدة فى الشهر تقريبا كمعدل وسطى .

كما تتساقط النيازك الدقيقة على سطح القمر بقدر قليل نسبيا فى عصرنا الراهن . الا ان تأثير الاجسام النيزكية الدقيقة على نطاق القمر كله خلال فترة زمنية خيالية محسوس ايضا فى عصرنا الحاضر . وتدل على هذا الفوهات الدقيقة وهى الحفر المجهرية المتكونة بسبب ارتطام الجسيمات الدقيقة جدا للمادة الفضائية ، التى عثر عليها فى حبيبات التراب القمرى فى العينات التى تم جلبها الى الارض . وعثر على شوائب المادة النيزكية فى الطبقة السطحية من تراب القمر ، فى كل مكان اخذت منه العينات المناظرة .

وتعطى دراسة فوبوس تابع المريخ المعروف لدينا ، مهما بدا هذا غريبا ، حجة مقنعة لصالح المنشأ النيزكى للجبال الحلقية فى القمر .

فقد اتضح امر طريف . كما قلنا آنفا فان الفوهات تغطى سطح فوبوس كله . ويمكن الحكم مسبقا بانها ناجمة عن الارتطامات : اذ ان تابع المريخ صغير الحجم – يبلغ طوله ٢٧ كيلومترا فقط ، ومن الواضح انه لا يمكن الحديث عن اية عمليات بركانية فى بواطنه . وهذا يعنى بدوره ان الفوهات المماثلة فى القمر يجب ان تكون فى اغلب الظن ذات منشأ نيزكى بالاخص وانه عثر على الفوهات المماثلة للفوهات القمرية فى الاعوام الاخيرة ليس فى فوبوس فقط ، بل وفى اجزاء اخرى من المنظومة الشمسية ، ومنها المريخ نفسه . واظهر التصوير الفوتوغرافى الفضائى بانه تنتشر فى قطاعات كثيرة من سطح هذا الكوكب فوهات شبيهة بالفوهات القمرية . وتكونت غالبية هذه الفوهات فى العصر نفسه تقريبا الذى تكونت فيه الفوهات بمناطق اليابسة من القمر ، اى قبل حوالى ٣٫٥ – ٤ مليارات سنة مضت . وبقى قسم منها بصورة جيدة جدا ، بينما تهدم بعضها بشدة ، كما توجد اخرى لم يبق منها سوى آثار لا تكاد تلحظ .

كما عثر على فوهات نيزكية عديدة بواسطة الاجهزة الفضائية على كوكب عطارد اقرب الكواكب الى الشمس فى المجموعة الشمسية . وهى تغطى عمليا كل سطح هذا الجرم السماوى . ويبلغ قطر اكبرها بضع عشرات الكيلومترات ، وقطر اصغرها (التى تسنت رؤيتها فى الصور التلفزيونية التى جرى بثها من الفضاء الى الارض) يبلغ قرابة خمسين مترا . وبذلك فان الفوهات فى عطارد هى بالمتوسط اصغر حجما من الفوهات القمرية .

يمكن العثور فى كثير من الفوهات العطاردية الكبيرة على تشكيلات حلقية ، يبدو انها تكونت فى فترة متأخرة بقدر اكبر . وهذا يدل على انه فى المرحلة المبكرة من وجود عطارد كانت تسقط على سطحه كتل فضائية من مختلف الاحجام ، ومنها الكبيرة جدا ، وبمرور الزمن صارت المادة النيزيكية فى الفضاء الكونى تصغر فى الحجم شيئا فشيئا . كما ويؤكد صواب هذا الاستنتاج ان حجم الفوهات لبحار القمر التى تكونت فى وقت متاخر بقدر اكبر هو اقل من حجم الفوهات الاقدم فى مناطق اليابسة منه . ومن المفيد الاشارة هنا الى ان سطح

عطارد قد تشكل فى العصر نفسه تقريبا الذى تكونت فيه مناطق اليابسة من القمر ، اى قبل زهاء ٤ – ٤٫٥ مليار سنة .

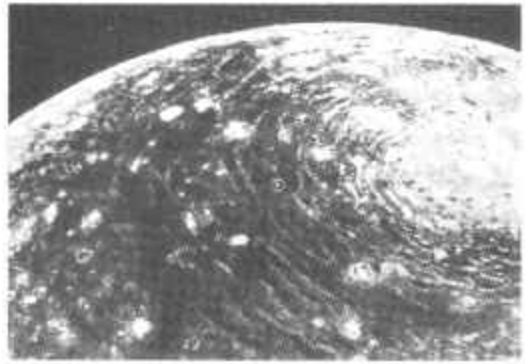
واكتشفت بواسطة القياسات الرادارية تشكيلات لفوهات فى كوكب الزهرة ايضا . ومعروف انه لا يمكن رؤية سطح هذا الكوكب بواسطة التلسكوبات بسبب طبقة السحب الكثيفة التى تغطيه . بيد ان الموجات الراديوية تمر عبر طبقة السحب ، ولدى انعكاسها من سطح الكوكب تأتى بمعلومات حول طابع تضاريسه . وبنتيجة اعمال الرصد الراديوى فى احد قطاعات القسم الاستوائى من الزهرة سجل وجود ما يربو على عشرة فوهات حلقية بقطر يتراوح ما بين ٣٥ و ١٥٠ كم . كما اكتشف وجود فوهة ذات قطر يبلغ قرابة ٣٠٠ كم وبعمق كيلومتر واحد . وقد اطلق عليها اسم الفيزيائية المعروفة ليزا ميتنر ، وهى من رواد ابحاث الفاعلية الاشعاعية .

وتختلف الفوهات فى الزهرة عن فوهات القمر وكذلك عطارد فى كونها انبسطت بشدة

بالاضافة الى هذا اكتشف فى الزهرة تركيب حلقى شبيه بالفوهة ، وبشكل دائرى تماما ، يحيطه اخدود ثنائى مهدم بشدة يبلغ قطره قرابة ٢٦٠٠ كم . الا انه توجد وجهات نظر متباينة بصدد طبيعة هذا التشكيل .

كما هو معروف فان المشترى وزحل هما من الكواكب الهيدروجينية – الهيليومية . بينما تكون توابعهما الكثيرة من الاجسام الارضية الطراز . وكما اظهرت الابحاث الفضائية فى السنوات الاخيرة ، فانهما تعرضا ايضا فى حينه الى قصف نيزكى مكثف . فمثلا ، ترى آثار الارتطامات النيزكية الكثيرة على سطح ما يسمى بتابعى المشترى الجاليلوين وهما جانيميدا وكاليستو على الاخص . ويغطى كلا التابعين درعان سميكان من الجليد ، ولذلك فان تشكيلات الفوهات فيهما تكون بلون فاتح اكثر من التشكيلات الحلقية فى القمر . كما ويرى فى جانيميدا فى الصورة جيدا حوض قاتم كبير بقطر يربو على ٣٠٠٠ كم . ولا يستبعد فى ان يكون ذلك « اثر » اصطدام جانيميدا مع جسم كبير جدا من طراز الكويكبات .

وتتراءى فوهات نيزكية بجلاء ايضا على سطح بعض توابع كوكب زحل .



الشكل ٦ – كاليستو تابع المشترى (التقطت الصورة بواسطة الجهاز الفضائى « فويجر – ١ »)

فمثلا ، ترى على ميماس ، فى الجهة المقابلة الى زحل باستمرار ، فوهة نيزكية هائلة يبلغ قطرها ١٣٠ كم ، اى ما يعادل ثلث قطر ميماس نفسه . وتظهر الحسابات بانه لو كانت الصدمة التى ولدت هذه الفوهة أشد ، لتحطم ميماس الى قطع متناثرة . كما وتغطى الفوهات جميع السطح الباقى لميماس ، جاعلة اياه شبيها بالقمر . وهى اصغر حجما ، لكنها عميقة نسبيا .

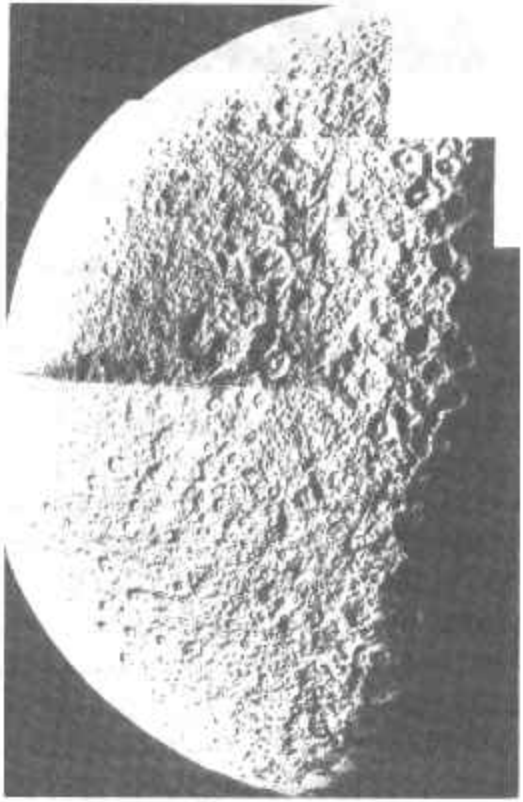
كما توجد فوهات نيزكية كبيرة على سطح ديونا احد توابع زحل . ويبلغ قطر اكبرها قرابة ١٠٠ كم . وتتفرع من بعضها خطوط شعاعية فاتحة اللون ، يبدو انها تكونت بنتيجة تطاير المادة لدى ارتطام الاجسام النيزكية الكبيرة بالتابع . حقا ، لا يستبعد فى ان تكون الخطوط الشعاعية المذكورة هى ترسبات الندى المتجمد على سطح ديونا .

وكشفت اكبر الفوهات على ريا احد توابع زحل . ويبلغ قطرها ٣٠٠ كم . ويوجد فى الكثير منها قمم مركزية . وعموما فان المظهر الخارجى لريا يذكر كثيرا بالقمر أو عطارد .

تم بواسطة المحطة الأوتوماتيكية « فويجر – ٢ » للتحليق بين الكواكب ، والتى بلغت منطقة زحل فى نهاية آب (اغسطس) عام ١٩٨١ ، اكتشاف فوهة

فى تيفى احد توابع هذا الكوكب قطرها زهاء ٤٠٠ – ٥٠٠ كم . ويرى الخبراء بانها تكونت فى اغلب الظن بنتيجة اصطدام تيفى مع جسم ضخم .

كما واكتشفت فوهة يقطر يعادل حوالى ١٠٠ كم على سطح هيبيون من توابع زحل . وتبين ايضا بان شكل هذا التابع غير منتظم ويشبه حبة البطاطس . ويرى العلماء بان هذا الشكل غير الاعتيادى للتابع هيبيون قد يكون نتيجة حدوث اصطدام فضائى .



الشكل ٧ – ريا تابع زحل (التقطت الصورة بواسطة الجهاز الفضائى « فويجر – ١ »)

galalgalal

الشكل ٨ – الفوهة البركية فى اريزونا

اذن ، فان تشكيل الفوهات البركانية الشكل بنتيجة سقوط الاجسام النيزكية هو ظاهرة مميزة لكواكب المجموعة الارضية ، وكذلك لتوابع الكواكب – العملاقة . ولكن فى هذه الحالة يطرح سؤال طبيعى : لماذا لا توجد على كوكبنا (الارض) مثل هذه التشكيلات الحلقية ؟

فى الحقيقة توجد حفر حلقية متكونة فى مكان سقوط النيازك على الارض . وتوجد احداها بولاية اريزونا الامريكية . ويبلغ قطرها زهاء ١٢٠٠ متر ، بينما يصل عمقها الى ١٧٤ مترا . كما اكتشفت مجموعة كبيرة من الفوهات البركانية النيزكية فى جزيرة سا اريما فى استونيا . ويبلغ قطر اكبرها ١١٠ امتار وهى ممتلئة بالمياه .

الا انه لا تمكن مقارنة هذه الفوهات جميعا ومثيلاتها من حيث الحجم مع التشكيلات الحلقية المماثلة الاكبر حجما ، مثلا ، فى القمر . وكان يعتقد حتى وقت قريب بانه لا توجد فى الارض عموما فوهات بهذا الحجم .

وهذا الشىء يبدو غريبا على اقل تقدير حيث ان الارض تشكلت فى العصر نفسه الذى تكونت فيه الاجرام السماوية المجاورة لها . وبالتالى ، كان يجب ان تتساقط على سطحها فى الماضى السحيق النيازك الكبيرة ايضا . والتفسير المحتمل هو انه قبل ملايين ومليارات الاعوام كانت الحفر الهائلة المتولدة فى اماكن سقوطها تتعرض لتأثير العديد من العوامل الطبيعية ، المميزة بمجملها بالنسبة للارض : كالامطار والرياح والتقلبات الموسمية لدرجة الحرارة ، ومختلف تحركات القشرة

الارضية ... وعلاوة على ذلك هناك فى الارض البيئة الحيوية التى تؤثر تأثيرا تحويليا كبيرا على بنية الطبقات السطحية لكوكبنا .

وفى الوقت نفسه فان التراكيب الجيولوجية المماثلة للفوهات النيزكية الحلقية العملاقة يمكن ان تنشأ بالطرق الارضية الخالصة ، التى ليست لها اية علاقة بسقوط الاجسام الفضائية . ومن هذه الظواهر التى يمكن ان تؤدى الى تكون منخفضات دائرية كبيرة ، مثلا ، هبوط الطبقات السطحية من الارض فى مناطق التربة الحبيبية الهشة ، وطوفان كتل الجليد فى مناطق التجمد الدائم ، وعلى الاخص ، حدوث العمليات البركانية .

فهل يمكن تفرقة الفوهات البركانية النيزكية العملاقة القديمة – وتطلق عليها تسمية (استروبليما) – اللحظة الفلكية – عن التشكيلات البركانية ، مثلا ؟ من حيث المبدأ تتوفر الامكانيات لذلك . فان العمليات البركانية ذات ارتباط وثيق بالطابع المعين لبنية القشرة الارضية فى المنطقة المذكورة ، وحضرها كل التاريخ السابق لتطور هذا القطاع او ذاك . اما موضع تواجد الفوهات النيزكية فهو ناجم عن الصدف تماما ، نظرا الى ان النيازك كان يمكن ان تتساقط بدرجة الاحتمال نفسها فى اية نقطة من كوكبنا . وبتعبير آخر ان الفوهات النيزكية تتوزع بغض النظر عن التراكيب الجيولوجية .

ومما انه يرافق سقوط الاجسام النيزكية الضخمة انبعاث كمية كبيرة من الطاقة لدى ارتطامها بسطح الارض ، فانه يمكن ان يكتشف فى الفوهات النيزكية ، كقاعدة ، حدوث ازاحات للصخور والتربة باتجاهات شعاعية . وعلاوة على هذا ، فبنتيجة تكسر الصخور فى منطقة الفوهات النيزكية الضخمة يختل وضع خطوط القوة المغناطيسية المميزة لهذه المنطقة .

واخيرا ، يعثر فى اماكن سقوط النيازك العملاقة على تشكيلات متميزة مخروطية الشكل يتراوح حجمها ما بين عدة سنتيمترات وحتى عدة امتار ، يحتاج تكونها الى توفر ضغوط عالية للغاية . ولدى الارتطام بقوة كبيرة تتكون انواع خاصة من الكوارتز ذات صفات فيزيائية غير اعتيادية .

ولتقييم الطابع الهائل للظواهر التى تنشأ عند سقوط النيازك العملاقة يكفى مقارنتها بظواهر طبيعية جبارة مثل انفجار البراكين . وفى اثناء الانفجار الهائل

الذى رافق قبل عدة اعوام ثوران بركان بيزيميانى فى منطقة كامتشاتكا (فى الاتحاد السوفيتى) ، بلغ الضغط فى الموجة الضاربة قرابة ٣ – ٥ كيلوبار . وهو اقصى ضغط يمكن توليده عموما فى سياق العمليات الجيولوجية . ولدى سقوط النيازك العملاقة يتولد ضغط يصل الى ٢٥٠ كيلوبار واكثر .

اذن ، تتوفر من حيث المبدأ الامكانية للتمييز بين الاستروبليمات القديمة والتشكيلات الجيولوجية المماثلة لها . وهذا امر هام جدا : حيث لا يتسم استظهار الطبيعة النيزكية للتراكيب الحلقية العملاقة باهمية نظرية فقط ، بل وباهمية تطبيقية كبيرة . واذا ما كان اصل الطائفتين من التراكيب ليس بركانيا بل نيزكيا ، فانه ستقيم بشكل مغاير احتمالات وجود الثروات الطبيعية فى المنطقة المذكورة .

فى عام ١٩٧٠ اكتشفت فى شمال اقليم كراستويارسك واحدة من اهم الاستروبليمات فى العالم هى استروبليمات بويغايسكايا . ويبلغ قطرها ١٠٠ كم ويتراوح عمقها ما بين ٢٠٠ و ٣٥٠ مترا . وتظهر الحسابات بان قطر النيزك الذى ولد مثل هذه الاستروبليما كان يعادل بضعة كيلومترات . وقد جرى سقوط هذا الجسم الفضائى قبل حوالى ٤٠ مليون سنة مضت . والطريف ان طبيعة النباتات فى استروبليما بويغايسكايا تماثل غابات التوندرا ، ويضمن ذلك ، غزارة نمو اشجار الشربين . اما فى اطراف الاستروبليما فتنعدم النباتات تقريبا ، بالرغم من ان غابات التوندرا تمتد الى المناطق الاكثر بعدا نحو الجنوب . ولربما تعزى هذه الظاهرة الى ان الاستروبليما تشكل منخفضا يكون اعمق بكثير من مستوى الارض فى المنطقة المحيطة به . ولكن ربما يوجد دفق حرارى كثيف فى الاستروبليما نابع من اعماق الارض . ولا يمكن ان تعطى الجواب النهائى على هذا السؤال اليوم سوى الابحاث الخاصة .

تعرف فى الوقت الحاضر باراضى الاتحاد السوفيتى بضع عشرات من التشكيلات الحلقية القديمة العهد (يوجد قرابة العشرين منها فى اراضى جمهورية كازاخستان السوفيتية) . ولا يزال موضع الشك الجزم بان اصل هذه التشكيلات هو نيزكى .

وهكذا فان الارض وغيرها من الاجرام السماوية من طراز الكواكب ، الداخلة ضمن نطاق المنظومة الشمسية ، قد تعرضت فى مرحلة معينة من وجودها الى القنبلة المكثفة بواسطة النيازك . وهذا دليل آخر يؤكد ان الكواكب تكونت فى

عملية موحدة . وثمة استنتاج آخر له أهمية كبيرة بالنسبة لتبيان قوانين تكون وتطور المنظومة الشمسية : اذ مرت بفترة من تاريخها حينما كان يتحرك فى الفضاء القريب من الشمس عدد كبير من الاجسام النيزكية الضخمة .

ان الدراسة اللاحقة للفوهات النيزكية ستتيح التسلل الى اعماق تاريخ الارض والمنظومة الشمسية .

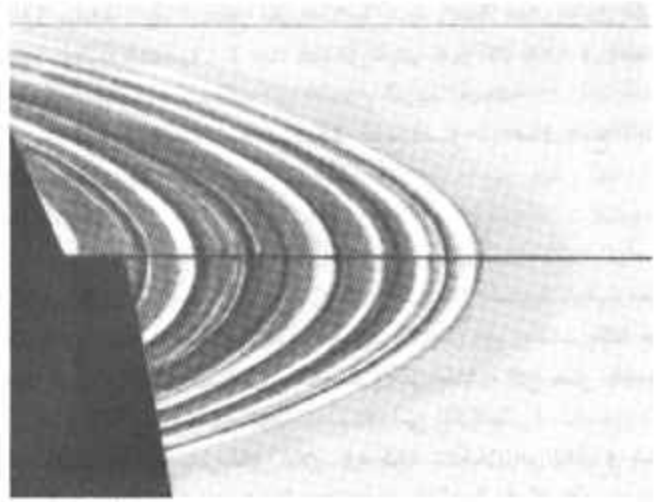
حلقات الكواكب العملاقة

يبرز كوكب زحل من بين كواكب المنظومة الشمسية بمظهره غير الاعتيادى . فهو محاط بهالة عجيبة وغير اعتيادية عبارة عن حلقات مؤلفة من عدد كبير من الجسيمات الدقيقة المتجمدة والكتل الجليدية التى يصل حجمها الى عشرات الامتار ، وتدور حول الجسم الاساسى للكوكب .

وكانت حلقات زحل تعتبر خلال فترة طويلة تشكيلا نادر المثال فى اسرة الكواكب . الا انه اكتشف فى عام ١٩٧٦ بواسطة اعمال الرصد الارضى وجود عدة حلقات ايضا حول اورانوس وهو الكوكب السابع فى المنظومة الشمسية . وبعد مضى فترة من الزمن سجلت المحطة الفضائية « فوياجير – ١ » وجود حلقة باهتة فى كوكب المشترى ايضا ، ويبلغ سمكها قرابة كيلومتر واحد . وقد تتكون من جسيمات تتراوح اقطارها ما بين ميكرومتر واحد وعدة امتار .

اما بصدد حلقات زحل فانه ، انطلاقا من معطيات الرصد لسنوات عديدة والتى حصلت عليها المراصد الارضية ، توصل العلماء الى فرضية مفادها ان عدد الحلقات اربع . وقد رمز للحلقات بحروف لاتينية كبيرة هى A ، B ، C ، D ، ابتداء من الحلقة الرابعة التى كانت تعتبر فى الماضى واقعة فى الطرف الخارجى الاقصى . ولهذا فعندما اكتشفت الحلقة الخامسة ، الابعد عن زحل ، فقد رمز لها بالحرف E .

بدأ عصر جديد فى دراسة الحلقات بفضل دراسة زحل من متن المحطات الامريكية « بايونير – ١١ » و « فوياجير – ١ » و « فوياجير – ٢ » للتحليق بين الكواكب فى الفترة من ١٩٧٩ – ١٩٨١ . ويضمن ذلك اكتشفت المحطة « بايونير – ١١ » ابعد الحلقات والتى يرمز لها بالحرف F ، بينما بثت « فويجير – ١ » الى الارض صورة الحلقتين D و E اللتين توفرت شكوك معينة



الشكل ٩ – حلقات زحل (التقطت الصورة بواسطة الجهاز الفضائى « فوياجير – ١ »)

بصدد وجودهما . والاكثر من ذلك فان تحليل الصور المستلمة من « فوياجير – ١ » من قبل العلماء قاد الى الاستنتاج بصدد احتمال وجود حلقة اخرى هى الحلقة السابعة .

بيد ان الشيء المثير حقا هو غير ذلك . فقد تبين ان زحل محاط ليس بست أو بسبع حلقات واسعة ، بل ببضع مئات من الحلقات الضيقة المتحدة المركز . وطبقا لتقديرات الخبراء فان عددها يتراوح من ٥٠٠ حتى ١٠٠٠ ! ويرى فى الصور الفوتوغرافية التى بثتها « فوياجير – ٢ » بان هذه الحلقات تتفكك بدورها الى « حليقات » او « حدائل » رفيعة بقدر اكبر . ومما لا يقل غرابة عن هذا انه ليست جميع الحلقات الرفيعة ذات شكل منتظم . فمثلا ، ان عرض الواحدة منها يتراوح ما بين ٢٥ وحتى ٨٠ كم .

فبم يفسر تركيب الحلقات هذا ؟ والشيء الأهم هو الافتراض القائل بان تفكك الحلقات الى خيوط كثيرة العدد يتم بفضل قوة الجاذبية لتوابع زحل ، وبضمنها الصغيرة التى اكتشفت فى آخر فترة باستخدام الأجهزة الفضائية .

كما ويلفت الانتباه العرض الصغير نسبيا للحلقة F . واغلب الظن بان هذا يعود الى تأثير التابعين الصغيرين المجهولين سابقا لهذا الكوكب ، ويبلغ قطر كل واحد منهما قرابة ٢٠٠ كم . ويقع احدهما فى الطرف الخارجى للحلقة ، اما الآخر ففى الطرف الداخلى . وكما تظهر الحسابات فان هذين التابعين « يطردان » الجسيمات بتأثيرهما الى داخل الحلقة . ولهذا اطلقت عليهما مجازا تسمية « الراعيين » – حيث يبدو انهما يحرسان تركيب الحلقة .

وثمة خاصية عجيبة أخرى لحلقات زحل – « البرامق » وهى تشكيلات غريبة ، تمتد عبر الحلقات باتجاهات شعاعية الى مسافة بضعة الاف الكيلومترات . وهى مثل برامق العجلات تدور حول الكوكب وتتراءى طوال عدة دورات . واذا ما كانت « البرامق » جزءا لا يتجزأ من الحلقات ، فان المفروض ان تتحطم بسرعة لان جسيمات الحلقات الواقعة على مسافات مختلفة عن الكوكب تتحرك بسرعات زاوية متباينة . واظهر التحليل الدقيق للصور الفوتوغرافية التى بثتها المحطات الفضائية بان فترة قيام « البرامق » بدورة كاملة تعادل بدقة فترة دوران زحل حول محوره . وقد طرح بهذا الصدد افتراض يقول ان « البرامق » مؤلفة من جسيمات دقيقة تقع فوق مستوى الحلقات وتمسك بها القوى الكهروستاتيكية . ويعزى دورانها الى انها تنجذب بالقطب المغناطيسى لزحل .

وثمة لغز آخر : اكتشف فى الحلقة F وجود تغلظات وحتى تشابكات لخيوط منفردة . وهذه الظاهرة عسيرة على التفسير من وجهة نظر قوانين الميكانيكا التقليدية ! واغلب الظن انها مرتبطة ايضا بالتأثيرات الكهرومغناطيسية .

يدل اكتشاف الحلقات فى المشترى واورانوس على ان وجود مثل هذه التراكيب امر محتوم بالنسبة للكواكب العملاقة . وتدل كافة الدلائل على ان تكونها هو نتيجة عملية غير مكتملة لتكون توابع الكوكب من جسيمات السحابة التى وجدت قبل نشوء الكوكب ، وبالقرب منه . وتوجد فرضيات أخرى .

تراكيب المنظومة الشمسية

يتميز علم الفلك الحديث باستخدام « مبدأ المقارنة » على نطاق واسع . واذا ما اردنا دراسة قوانين تطور اى جرم فضائى وبنيته ، فان احدى الطرائق الفعالة جدا ، لحل هذه المهمة ، هى البحث فى الكون عن اجرام مماثلة أخرى والسعى

٨-١٠٨٤

الى ابراز اوجه الشبه والاختلاف مع الجرم الذى يعنينا . وبعد اكتشاف اسباب هذا التشابه والاختلاف نتقدم كثيرا باتجاه حل المسألة المطروحة .

فالتشابه يشير الى وحدة الاسباب والعوامل المحددة التى اثرت فى تطور الاجسام قيد البحث ، اما الاختلاف فيساعد على البحث عن الظروف التى حددت مسبقا السبل المتباينة لتطورهما .

من الطبيعى تماما انه لدى دراسة حتى اكثر قضايا العلم تجريدا يغدو الهدف النهائى للابحاث هو الاستفادة من المعارف الجديدة فى التطبيق الانسانى . وقد حددت مثل هذا التوجه الطبيعة الاجتماعية للعلم ، باعتباره احد اشكال النشاط الانسانى . ولا يشكل علم الفلك استثناء عن ذلك . فعندما يدرس علماء الفلك ظواهر الفضاء فانهم يفكرون بالارض قبل كل شيء . ويتعلق هذا على الاخص بدراسة الكواكب الاخرى للمنظومة الشمسية ، التى تتيح لنا ان ندرك بشكل افضل بيتنا الفضائى الخاص . ومن القضايا الهامة من هذا الطراز دراسة العمليات والظواهر البركانية .

تعتبر العمليات البركانية من الظواهر المميزة للحياة الداخلية لكوكبنا ، التى تؤثر اصداؤها تأثيرا ملموسا على كثير من العمليات الجيوفيزيائية . ويدل على نطاق العمليات البركانية ولو واقع انه يوجد فى الارض زهاء ٥٤٠ بركانا فعالا ، اى تلك البراكين التى ثارت ولو مرة واحدة فى التاريخ الذى تتذكره البشرية . ويوجد ٣٦٠ بركاناً منها فى ما يسمى بالحزام النارى حول المحيط الهادئ و ٦٨ بركانا فى كامتشاتكا وجزر كوريل .

واتضح فى الاعوام الاخيرة انه يوجد فى قاع المحيطات عدد اكبر من البراكين . وفى القسم الاوسط من المحيط الهادئ فقط يوجد ما لا يقل عن ٢٠٠ الف بركان .

وتنبعث ، فى اثناء انفجار بركانى واحد فقط متوسط الشدة ، طاقة تعادل طاقة ٤٠٠ الف طن من الوقود الشرطى . واذا ما قارنا الطاقة البركانية بالطاقة الكامنة فى الفحم الحجرى فان « ما يعادلها من كمية الفحم » يبلغ ٥ ملايين طن اثناء الانفجارات الكبيرة .

وفى اثناء ثورة البراكين تنطلق من اعماق الارض كمية كبيرة من الاجسام

الصلبة الى الجو ، وبعد ان تبعثر اشعة الشمس ، تؤثر بشكل ملموس على كمية ما تتلقاه الارض من حرارة . وبضمن ذلك تتوفر معطيات تدل على انه سبقت بعض فترات البرودة المديدة فى كوكبنا فترة نشاط بركانى قوى . وتتوفر لدى العلم الحديث معطيات كثيرة تدل على ان الظواهر البركانية لا تحدث فى الارض فقط بل وفى الاجرام السماوية الاخرى من طراز الكواكب ، المشابهة للارض من حيث الطبيعة والتركيب .

ان اقرب جرم سماوى الينا هو القمر ، وتدل كافة الدلائل على ان ظروف تكونه كانت قريبة من ظروف تكون كوكبنا . ولهذا فان مقارنته بالقمر تتسم باهمية كبيرة على الاخص .

وكما هو معروف ، فقد اتضح نتيجة دراسة القمر بواسطة الاجهزة الفضائية ، بان الاغلبية الساحقة من الجبال – الفوهات الحلقية القمرية نشأت بنتيجة ارتطام النيازك به . ومع هذا يعثر على سطح تابعنا الطبيعى على آثار واضحة للنشاط البركانى . فمثلا ، تنتشر فى القمر على نطاق واسع البازلتات ذات المنشأ البركانى ، كما توجد مخارج لحمم متجمدة . وثمة اسس ايضا للافتراض بان الكتل المركزة « الماسكونات » التى عثر عليها بواسطة التوابع الاصطناعية للقمر فى قاع بعض البحار القمرية هى ليست سوى سدادات حمم متجمدة .

كما توجد على سطح القمر تشكيلات قد يكون لها علاقة اوثق بالعمليات البركانية . والمقصود بها ما يسمى القبب وهى تشبه الانتفاخات الدائرية المنحدرة تدريجيا ، ويوجد فى قممها احيانا تشكيل يشبه الكالديرا البركانية (caldera) (المرجل الكبير الناشئ عن تطاير الحمم حول فوهة البركان) . والطريف ان مثل هذه التشكيلات موجودة بكثرة فى الارض ايضا . ومنها الكتل المقحمة (lacolith) ، وهى انتفاخات من قشرة الارض ناشئة عن نشاط البؤر البركانية . ومنها مثلا بعض جبال شمال القوقاز التى ربما يعرفها كثير من القراء مثل – ماشوك وبيشتاو وزميبكا .

وعموما شاركت فى تكوين التضاريس القمرية العمليات الخارجية المنشأ (exogenous) وكذلك الداخلية المنشأ (indogenous) . ومثال التأثير المشترك لهذين العاملين تكوين البحار الدائرية . وطبقا للمعطيات المتوفرة لدى باحثى

القمر فان هذا حدث كالآتى تقريبا : تنشأ لدى ارتطام جسم نيزكى ضخم حفرة يبلغ عمقها عدة عشرات من الكيلومترات . وبمرور الزمن يتعدل قاع الحفرة تدريجيا بتأثير مرونة قشرة القمر ، وبعد مرور قرابة ٥٠٠ مليون سنة تشق الحمم طريقها من عمق حوالى ٢٠٠ كم . وبعد ان تملأ الحمم قاع الحفرة وتتجمد تكون سطحا مستويا . وجرى بالصورة نفسها تقريبا تشكيل الفوهات البركانية القمرية ذات القاع المستوى ، اى ما يسمى بالفوهات البركانية الغارقة .

ويمكن ان نضيف الى هذا كله بان دراسة صور سطح القمر ، التى استلمت من التوابع الاصطناعية للقمر ، قد اظهرت بانه توجد فى عدد من الاماكن على سطح القمر سيول وبحيرات من الحمم المتجمدة . ويعتقد الاختصاصيون ان العمليات البركانية الفعالة قد حدثت على القمر بصورة اساسية فى فترة المليار ونصف المليار عام الاولى بعد تكونه . وان قياسات عمر عينات التربة القمرية ، التى تحتوى على صخور بركانية تؤكد هذه الفرضية . وقد تبين بان عمرها لا يقل عن ثلاثة مليارات عام .

ويمكن العثور على آثار جلية للنشاط البركانى فى الصور الفوتوغرافية لعطارد وهو اقرب الكواكب الى الشمس . ويغطى سطح عطارد كله تقريبا عدد كبير جدا من الفوهات . وبالرغم من ان هذه الفوهات ناشئة ، كما فى القمر ، عن الارتطامات ، فانه تلاحظ جيدا فى قاع بعضها آثار انصباب الحمم .

كما توجد معطيات تؤكد الافتراض بانه يستمر النشاط البركانى فى كوكب الزهرة حتى الوقت الحاضر . ومعروف ان درجة حرارة سطح هذا الكوكب تعادل ٥٠٠ درجة مئوية تقريبا . ويبدو ان مثل درجة الحرارة العالية هذه تعزى قبل كل شيء الى تأثير فعل الدفيئات ، مما يؤدى الى تراكم الحرارة الآتية من الشمس فى الطبقات السفلى من جو الزهرة . بيد انه لا يستبعد ان تسهم برصيد معين فى تكون درجة الحرارة هذه ، العمليات البركانية ومنها تدفق كتل الحمم الحارة الى السطح . ولربما يعود الى الحمم البركانية المتقذفة وجود عدد كبير من الجسيمات الصلبة الموجودة ، طبقا لبعض المعطيات ، فى الغلاف الغازى لكوكب الزهرة .

وتنبغى الاشارة ايضا الى الكمية الكبيرة من غاز الكربونيك (٩٧ ٪) فى جو هذا الكوكب . وكما هو معروف فان انبعاث غاز الكربونيك هو من السمات المميزة للظواهر البركانية .

بيد اننا لا نعرف بعد ما هى طبيعة الفوهات فى الزهرة هل هى بركانية ام نيزكية المنشأ . لكن تم اكتشاف وجود ثلاث بقع « مضيئة » اى المجالات التى تعكس الموجات الراديوية بشكل افضل .

ويبلغ قطر احداها ٤٠٠ كيلومتر . ويرى الاختصاصيون بان البقع الآنفة الذكر هى تشكيلات تكونت من سيول الحمم .

يوجد فى منطقة جبال ماكسويل ، فوق قمة اعلى جبال فى الزهرة كالديرا (مرجل كبير) بقطر ١٠٠ كيلومتر ، ذات اصل بركانى على الاغلب .

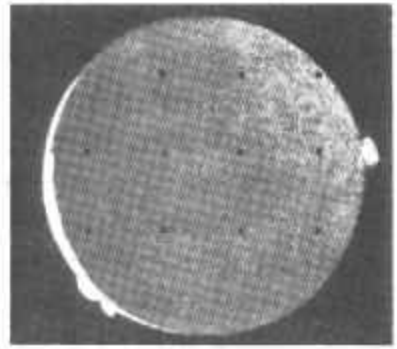
وسجل فوق القطاع المحدد بالحرف اليونانى (بيتا) حدوث تشوش كبير فى حقل الجاذبية ، وتلاحظ هذه الظاهرة فى الظروف الارضية فوق مناطق تواجد البراكين الفتية (الا انها لا يشترط ان تكون فعالة) . ومن المعتقد ايضا ان الاشعاعات الكثيرة المنطلقة من (بيتا) باتجاهات متباينة هى سيول الحمم المتجمدة . ويبدو ان (بيتا) هى بركان بشكل درع يبلغ قطر اساسه قرابة ٨٠٠ كم بينما يبلغ قطر قمة مرجله الكبير ٨٠ كيلومترا .

إن الشحنات الكهربائية الكثيرة من طراز الصواعق التى سجلتها المحطات السوفيتية « فينيرا — ١١ و ١٢ و ١٣ » فى منطقة بعض جبال كوكب الزهرة تؤيد الفرضية بصدد الظواهر البركانية الجارية فى الزهرة فى الوقت الحاضر . وقد لوحظت مثل هذه الظواهر اكثر من مرة لدى انفجار البراكين الارضية .

كما تلفت الانتباه السرعات الهائلة لحركة الكتل الغازية فى جو كوكب الزهرة ، حيث تصل سرعة دوران هواء الجو الى ٤ — ٥ ايام مع ان الكوكب يدور حول نفسه بسرعة بطيئة نسبيا (دورة واحدة حول محوره خلال ٢٤٣ يوما ارضيا) . الا انه قد ترتبط مثل هذه السرعات العاصفة بفقدان كميات هائلة من الطاقة . ولربما لا ترد هذه الطاقة من الشمس فقط ، بل من بواطن الكوكب نفسه ايضا .

لقد اظهر تحليل المعطيات الجديدة حول المريخ ، المستحصلة بصورة اساسية بمعونة الاجهزة الفضائية ، بان العمليات البركانية لعبت دورا كبيرا جدا فى تكوين تضاريس هذا الكوكب ايضا . فمثلا ، ان بعض الفوهات البركانية فى المريخ ذات جبال مركزية تكون قممها بشكل نقط سوداء . ولا يستبعد فى انها براكين خامدة .

كما توجد فى المريخ جبال لا يوجد أى شك بصدد طبيعتها البركانية ، ومثالها



الشكل ١٠ – انفجار بركاني في ابو تابع المشتري (التقطت الصورة بواسطة الجهاز الفضائي «فويجر – ١ »)

جبل الاوليب الذى يبلغ ارتفاعه حوالى ٢٤ كم . ولغرض المقارنة يكفي القول بان ارتفاع اعلى قمة جبل فى الارض وهو ايفرست لا يتجاوز ٩ كيلومترات . وعندما اجتاحت المريخ فى عام ١٩٧١ عاصفة ترابية هوجاء، بدت قمة الاوليب مرتفعة فوق العشاوة الترابية .

وتوجد فى المنطقة نفسها ثلاثة براكين عملاقة حامدة يقل ارتفاعها عنه بمقدار ضئيل فحسب . وطبقا لتقديرات الاختصاصيين فان انفجارات هذه المجموعة من هذه البراكين جرت قبل عشرات او مئات ملايين السنين . ورافق ذلك تطاير كميات هائلة من الرماد الذى يغطى فى الوقت الحاضر ، فى اغلب الظن ، مساحات منبسطة كثيرة من الكوكب . ويدل وجود مثل هذا العدد الكبير من الجبال العالية البركانية الاصل فى المريخ على القوة الكبيرة للعمليات البركانية ، التى تراكمت بفضلها على سطح الكوكب كتل هائلة من المواد بغزارة .

ولعل من اهم الاكتشافات التى تم التوصل اليها بواسطة الاجهزة الفضائية وجود ٨ – ٩ براكين فعالة على التابع ابو الذى يدور حول كوكب المشترى . وهى تقذف التراب والغازات الساخنة الى ارتفاع يصل الى ٢٠٠ كم .

ان العمليات البركانية الجارية فى الارض مرتبطة بتسخن بواطن الارض ،

وبشكل اساسى عن طريق انحلال العناصر ذات الفاعلية الاشعاعية . اما بصدد التابع ابو فان مصدر السخونة هناك هو ، كما يبدو ، اضطرابات المد فى التوابع المجاورة لكوكب المشترى فى مجال جاذبيته القوى .

ويمثل اهمية لا ريب فيها واقع انه بالرغم من مرور عدة اشهر على تصوير التابع ابو من قبل المحطتين « فوياجير – ١ » و « فوياجير – ٢ » فقد واصلت الانفجار ستة براكين من البراكين النشيطة المكتشفة فيه . فلم يفسر استمرار الانفجارات خلال فترة مديدة كهذه ؟ وقد طرح العالم الفلكى السوفيتى غ . ليكين فرضية شيقة .

اذا ما كان يوجد فى ابو مجال مغناطيسى خاص به فلا يستبعد ان يجرى على سطحه انهيال الجسيمات من الاحزمة الاشعاعية للمشترى . كما انه من المحتمل تماما وجود اماكن شذوذ مغناطيسى فى مناطق الانفجارات البركانية ، وهى تساعد على تركيز مثل هذه الجسيمات فى الاماكن المذكورة بالذات . ولربما يجرى بتأثيرها تبخر مادة السطح التى تعمل على ابقاء الظواهر البركانية .

وقد تحدث العمليات البركانية فى تيتان تابع زحل ، الذى يعتبر من اكبر توابع كواكب المنظومة الشمسية . الا انه لا تنصب لدى الانفجارات فى تيتان سيول الحمم الساخنة بل الميثان السائل ومحلول الامونيا (غاز النشادر) .

اذن فالعمليات البركانية تشكل ، كما تشير الى هذا كافة الدلائل ، وبالرغم من تنوعها ، مرحلة حتمية من تطور الاجرام السماوية من طراز كوكب الارض . ولهذا فان دراسة الظواهر البركانية فى الكواكب الاخرى للمنظومة الشمسية ستساعد بلا ريب على ادراك قوانين الحياة الداخلية للارض بشكل اعمق .

القمر والجسيمات الاولية

تعتبر الاشعة الكونية مختبرا طبيعيا لا غنى عنه بالنسبة الى الفيزيائيين الذين يدرسون تركيب المادة . ويمكن ان نجد فى سيول الاشعة الكونية ، التى تنفذ الى الفضاء العالمى ، جسيمات ذات طاقة ليس بوسعنا بعد الحصول عليها حتى فى اقوى المعجلات .

بيد انه يوجد نقص كبير فى « مختبر الاشعاعات الكونية » وهو : اذا كان

الشكل ١١ – آثار الجسيمات الأولية على طبقة حساسة فوتوغرافية

المقصود به البحث عن جسيمات تتمتع بصفات نادرة ، فان انتظارنا قد يطول الى عقود كثيرة من السنين . فلا يمكن ان نعرف مقدما متى سيصبح الجسيم الذى يهمنا فى تلك النقطة من الفضاء بالذات التى يوجد فيها جهاز التسجيل فى اللحظة المعطاة .

ويحاول الفيزيائيون الخروج من هذه الحالة بوضع لوحات فوتوغرافية خاصة ذات طبقات حساسة سميكة فى المناطق الجبلية . وعندما تخترق الاشعة الكونية مثل هذه الطبقات الحساسة تترك عليها آثارها وهى الشقوق او الدروب .

الا انه ، اولا لا زالت فترة مثل اعمال الرصد هذه ضئيلة ، وثانيا ، فانه حتى اعلى قمم الجبال لا تزال بعيدة عن كونها فضاء . وليس بوسع كافة الجسيمات ان تصل الى هناك عبر سمك المجال الجوى للارض . صحيح ان الفيزيائيين حصلوا نتيجة تطور التكنيك على امكانية رفع اجهزتهم بواسطة الطائرات ذات التحليق العالى والمناطيد – المسابر وشتى اصناف الأجهزة الفضائية . بيد ان الطائرات والمناطيد – المسابر لا يمكن اى تضمن سوى اجراء الرصد لفترات قصيرة ، بينما لم تظهر الاجهزة الفضائية الا منذ فترة وجيزة .

ومع ذلك فان الاجهزة الفضائية بالذات تستطيع احداث انقلاب حقيقى فى دراسة الاشعاعات الكونية . وجعلت فى متناول يد الباحثين مختبرا يجرى فيه تسجيل الاشعاعات الكونية طوال ملايين السنين . وقد صنعت هذا المختبر الطبيعة ايضا . والمقصود به هو القمر .

فكما نعرف ان سطح القمر ، الذى لا يحميه مجال جوى ، يتعرض للمعالجة المستمرة من قبل جسيمات الاشعاعات الكونية . والاحجار القمرية تحافظ على آثار هذه الضربات . وقد بدأت فعلا دراسة هذه الآثار .

وظهرت اولى الانباء الهامة للغاية . فقد عثر العالمان الهنديان د . لال و ن . نخاودرى بنتيجة المعالجة الخاصة للعينات المأخوذة من القمر على آثار طويلة بشكل غير اعتيادى لجسيمات ما ، فى بلورات المادة القمرية . ويبلغ طول احدها ١٨ ميكرومترا . ويمكن لعرض المقارنة الاشارة الى ان الجسيمات المتكونة لدى الانقسام العفوى لنوى ذرات اليورانيوم تولد اثارا يصل طولها الى ١٤ ميكرومترا فقط .

اما العالم الامريكى ب برايس فقد عثر فى الصخرة القمرية على أثر اطول بخمسين مرة .

فما هو الجسيم الذى يمكن ان يولد مثل هذا الاثر الطويل ؟

وفيما يتعلق بالآثار التى اكتشفها العالمان الهنديان فلا يستبعد الاحتمال بانه ولدتها شظايا نوى ذرات العناصر فوق الثقيلة وما وراء اليورانيومية ...

ومعروف ان اليورانيوم احتل خلال فترة طويلة المكانة الاخيرة ، الثانية والتسعين فى جدول مندليييف الدورى للعناصر . وبفضل نجاحات علم الفيزياء

تسنى للعلماء تخليق العديد من العناصر ما وراء اليورانيومية بالطريقة الاصطناعية .

وتكمن الصعوبة الرئيسية لهذا التخليق فى ان العناصر ما وراء اليورانيومية غير مستقرة للغاية . وكلما تكون النواة اثقل تزداد سرعة اضمحلالها . لذا كان من المتوقع ان الحصول على عناصر ذات ارقام اعلى من ١٠٣ هو امر صعب جدا او حتى انه يستحيل الحصول عليها عموما . الا انه عندما امكن فى دوبنه تخليق العنصر الـ ١٠٤ الذى اطلقت عليه تسمية « كورتشاتوفيه » ، تبين بان فترة وجوده تبلغ حوالى ثلاث ثوان .

بعد تحليل هذه الحقائق وغيرها خلص المنظرون الى استنتاج يفيد بانه لا بد وان توجد فى عالم العناصر ما وراء اليورانيومية « جزيرات استقرار » متميزة — اى ذرات تتمتع بقشرات الكترونية مستقرة . وثمة افتراض بان مثل هذه الجزيرات تتواجد فى منطقة العناصر ١٠٦ — ١١٤ و ١٢٤ — ١٢٦ .

الا انه اذا كانت بعض العناصر ما وراء اليورانيومية تتمتع بفترة حياة مديدة فانها ينبغى ان تتوفر فى الطبيعة ايضا . وهى بعد أن تتولد ، مثلا ، فى اثناء عمليات فضائية عاصفة ما ، يمكن ان تصل الى الارض ايضا . ومعنى ذلك انه من المعقول البحث عن آثارها .

وفى الاعوام الاخيرة تجرى اعمال بحث مكثفة كهذه فى شتى الميادين : فى قشرة الارض وفى المناطق الجليدية للقطب الشمالى وفى الترسبات القديمة فى قاع المحيطات وحتى فى قطع الزجاج والمرايا القديمة .

لكن من المحتمل جدا ان تتوفر خيرة الظروف لمثل اعمال البحث هذه فى القمر التابع القديم لارضنا .

فما هو ذلك الجسيم الغريب الذى استطاع ان يترك اثره فى مادة القمر بمقدار يكاد يربو على المليمتر ؟ ولا يستبعد ان يكون هذا القطب المغناطيسى الاحادى الغامض هو الجسيمة الفرضية التى تنبأ بها منذ عام ١٩٣١ العالم الفيزيائى النظرى الانكليزى المعروف ب . ديراك .

ومعروف ان الشحنات الكهربائية ، الموجبة والسالبة ، قد تتواجد بمعزل عن بعضها البعض . وتوجد فى الطبيعة الالكترونات والبوزترونات والبروتونات

ومضادات البروتونات . وفى الوقت نفسه فان الشحنات المغناطيسية ، الشمالية والجنوبية ، ترتبط فيما بينها ارتباطا وثيقا . ولم يتسن لاحد بعد ابدا توليد او ولو رصد القطب المغناطيسى الاحادى ومضاده ، اى عزل القطبين المغناطيسيين احدهما عن الآخر .

وطبقا لحسابات ديراك فان الشحنة المغناطيسية للقطب الاحادى يجب ان تكون اكبر بـ ٧٠ مرة تقريبا من الشحنة الكهربائية للالكترون . وبالتالى فان القطب الاحادى يمكن ان يكتسب طاقة هائلة حتى فى المجالات المغناطيسية الضعيفة للغاية . لذلك اذا تمكنا من ايجاد القطب المغناطيسى الاحادى لكان بامكاننا صنع معجلات قوية جدا فوق العادة ، وذلك بواسطة وسائط اولية بما فيه الكفاية ، ناهيك الحديث عن انه من شأن اثبات وجود القطب الاحادى ان يحل الكثير من المصاعب فى نظرية تشوه الاشعة الكونية ، ومن ذلك تفسير الطاقات العالية للغاية لبعض الجسيمات الفضائية .

وعلاوة على ذلك فان الاقطاب الاحادية ، طبقا لحسابات ديراك ، يجب ان تكون ذات كتل كبيرة وان تؤثر فى بعضها البعض بشكل اكثف بعدة آلاف من المرات من الشحنات الكهربائية الاولية . لذا فان فصل القطب الاحادى ومضاده بشكل نقى هو أمر اصعب بكثير من فصل الجسيمات الاولية الاعتيادية . لكن من ناحية أخرى فان احتمال ابادتها المتبادلة اقل كثيرا ايضا . وبفضل ذلك فان من شأن الاقطاب الاحادية ان تكون « قذائف » متفوقة من المدفعية الذرية من اجل قصف مختلف الجسيمات الاولية ، و « قذائف » يمكن تسريعها الى طاقات هائلة واستخدامها مرات كثيرة على التوالى . وادى ذلك الى قيام العديد من علماء الفيزياء بالبحث عن القطب الاحادى ، دون ان يسفر هذا البحث عن نتيجة .

بيد ان المسألة لا تكمن فقط فى الامكانيات العملية المغرية التى يبشر بها الحصول على القطب الاحادى . وتتسم باهمية نظرية كبيرة مسالة وجود الجسيمات المغناطيسية الاولية .

ان من شأن العثور على القطب الاحادى ، وكذلك اكتشاف القانون الذى « يحرم » وجوده ، ان يكتسبا على السواء اهمية كبيرة بالنسبة لتطور التصورات الفيزيائية حول تركيب العالم .

« تمتلك » الكواكب المختلفة عددا متباينا من التوابع . وهذه «الثروة» موزعة فى المنظومة الشمسية بشكل غير متساو . فلدى الكوكب العملاق المشترى ١٥ ، ولدى زحل اعتمادا على بعض المعطيات اكثر من ٢٠ ، وبقدر اقتراب الكوكب من الشمس ينخفض عدد التوابع بحدة . فيوجد لدى المريخ تابعان فحسب هما فوبوس وديموس بينما تنعدم لدى عطارد والزهرة كليا .

ولدى الارض تابع وحيد هو القمر .

بالمناسبة لا بد من تحديد ما ندعوه بالتابع . فقد صار من المألوف بالنسبة لنا ان يكون قمرنا بشكل جسم كروى ، بينما قد تكون توابع الكواكب ، عموما ، باشكال اخرى . والمهم فقط ان ترتبط بقوى الجاذبية مع الكوكب قيد البحث .

فبأية احوال يمكن وجود الجسم الصلب ، عموما ، فى الفضاء ؟ بشكل كتل منفردة عديمة الشكل وبشكل ... غبار وسحب غبارية . اما بصدد بعض الكتل المنفردة فمن المحتمل تماما وجود عدة توابع كهذه للارض . الا انه لم يتسن لأحد تسجيلها ، بالرغم من توفر بعض الادلة غير المباشرة على وجودها .

وماذا عن التوابع الغبارية ؟

لقد خلص العالم الرياضى الفرنسى الشهير لاغرانج فى القرن الثامن عشر ، لدى بحث مسألة حركة ثلاثة اجسام مرتبطة ببعضها البعض ، الى استنتاج يفيد بان هذه الاجسام يمكن ان تولد فى ظروف معينة مثلثا متساوى الاضلاع طريقا جدا فى الفضاء .

ومما لا ريب فيه انه بمرور الزمن سيتحرك كل واحد من الاجسام الثلاثة على مداره بالنسبة للمركز العام للكتل . الا انه تكمن المسألة كلها فى ان الاجسام الثلاثة تبقى دوما فى قمم المثلث المتساوى الاضلاع لدى حدوث هذه التحركات . وشكل المثلث المذكور نفسه يتغير باستمرار ، فتارة ينضغط ، وتارة يتمدد ، مع دورانه بالنسبة الى مركز الكتل . بيد انه يبقى عندئذ متساوى الاضلاع دائما . وهكذا يمكن ان توجد فى منظومة الاجسام الثلاثة « نقاط توازن » خاصة .

وماذا لو كانت المنظومة مؤلفة من جسمين ، مثل ، منظومة « الارض — القمر » ؟ عندئذ سيكون فيها بالرغم من كل شىء ما يسمى « بنقطة التوازن » الكامنة ، ان جاز القول ، التى تشكل مع الجسمين الآخرين قمة المثلث المتساوى الاضلاع . وبما انه فى المستوى الذى تجرى فيه حركة الجسمين ، يمكن دوما تكوين زوج من المثلثات المتساوية الاضلاع بقمتين متطابقتين موجودتين حيث يوجد هذان الجسمان ، فمن الجلى انه يجب ان توجد فى منظومة الجسمين دوما « نقطتا توازن » . بالرغم من انه يمكن بقاء هاتين النقطتين حتى وقت معين دون انشغال .

ولكن اذا ما غدا جسم ما فى نقطة لاغرانج وفقد عندئذ سرعته بصورة خاطفة حيال الارض والقمر ، فانه يقع فى ما يشبه مصيدة الجاذبية ويبقى فيها الى الابد او ، على اية حال ، لفترة طويلة .

وفى الفترة الاولى ، حينما تكون « المصيدة » لا تزال فارغة ، فانها تعمل بصورة سيئة حيث تتطاير الجسيمات بلا عقبة عبر « منطقة التوازن » ثم تمضى فى طريقها . ولكن بقدر امتلاء « المصيدة » بالمادة تتسارع عملية « الاحتلال » . وحينئذ قد تصطدم الجسيمات المتطايرة مع تلك التى وقعت فعلا فى اسر الشباك الخفية ، وبعد ان تفقد سرعتها ، تضاف الى « كمية الصيد » .

وبالرغم من ان هذه العملية بطيئة للغاية ، فكان بالمستطاع توقع انه كان ينبغى ان يتراكم فى نقاط لاغرانج لمنظومة « الارض — القمر » ، خلال مئات ملايين السنين ، كمية كبيرة من المادة : حيث تتحرك فى الفضاء المحيط بالارض كمية كبيرة من ذرات الغبار ، لربما ، اجسام أكبر حجما .

وجرى فى بداية القرن الحالى اكتشاف توابع موجودة فى نقاط لاغرانج من منظومة « الشمس — المشترى » . واكتشف علماء الفلك بالقرب من كل نقطة منها وجود عدة كويكبات .

واطلقت عليها جميعا اسماء ابطال الاسطورة اليونانية القديمة حول حرب طروادة . وسميت المجموعة الاكبر بـ « الاغريق » والأقل بـ « الطرواديين » .

الا انه لم يتسن خلال وقت طويل اكتشاف التوابع المماثلة للارض ، التى ينبع احتمال وجودها من النظريات . ذلك انه لا تمكن رؤية مثل هذا التابع الا

ومن المهم الاشارة الى انه تم قبل حوالى ٥ اعوام اكتشاف تأثير طريف آخر ، قد يشير ايضا الى وجود جرم ضخم ما فى اطراف المنظومة الشمسية . ويرتبط هذا التأثير بمراقبة ما يسمى النوابض (pulsars) وهى نجوم نيوترونية كثيفة جدا وصغيرة الحجم وتدور بسرعة كبيرة . وبنتيجة الدوران ، فان الاشعاع الراديوى لهذه النجوم الذى سجل بالتلسكوبات الراديوية ، يشكل سلسلة من النبضات الراديوية المتتابعة الواحدة تلو الاخرى . وبما انه بمرور الزمن تتغير سرعة دوران النوابض ، لذا يتغير ايضا تردد النبضات الراديوية المستلمة فى الارض .

لقد لوحظ بان هذا التردد يتغير لدى النوابض الواقعة فى احد نصفى كرة السماء بشكل ابطأ منه لدى النوابض الواقعة فى النصف الآخر

ومن الواضح تماما بان مثل هذا التأثير لا يمكن ان يميز النوابض فقط ، بل يرتبط بشكل ما بظروف رصدها . ومن الاسباب المحتملة وجود جرم ضخم فى اطراف المنظومة الشمسية . واذا ما وجد مثل هذا الجرم فعلا فان المنظومة الشمسية يجب ان تتحرك بطريقة معينة بالنسبة الى مركز كتلتى المنظومة « الشمس – الجرم الضخم » . وهذه الحركة المعجلة بالذات يمكن ان تولد ذلك التأثير فى الاشعاع الراديوى قيد البحث والجارى رصده للنوابض .

ومن الطبيعى ان يطرح السؤال : ما هو الجرم المجهول ، وما هى طبيعته الفيزيائية ؟ لا يمكن فى الوقت الحاضر سوى ابداء الافتراضات بهذا الصدد . ويضمن ذلك لا يستبعد احتمال ان يكون الجسم الغامض ثقبا أسود صغيرا .

وطبقا لحسابات العالمين الفلكيين السوفييتيين ى . نوفيكوف و ن . كارديشيف فانه يمكن ان يوجد احد الثقوب السوداء ، التى ربما تكونت فى مرحلة مبكرة من تطور الكون وذات كتل صغيرة نسبيا ، بالذات فى مكان يبعد عن الشمس بالمسافة التى يقع فيها الجسم المجهول . وللأسف فانه لا يمكن رصد الثقوب السوداء بصورة مباشرة ، ولا يمكن كشفها الا بالاعتماد على بعض التأثيرات الثانوية ، الناجمة مثلا عن سقوط المادة المحيطة فيها . بيد ان الوسط ما بين الكواكب ، فى ذلك المجال من الفضاء الذى يوجد فيه الجسم المجهول ، معدم بشدة ومن المستحيل عمليا العثور على التأثير الثانوى ومن الطريف ايضا الاشارة الى ان قطر الثقب الاسود الذى تعادل كتلته كتلة الشمس يجب ان يكون مقدار ٦ كيلومترات فقط .

اما المسألة الاخرى التى يجب على الفلكيين حلها فهى ان يحدد وفقا للمعطيات المتوفرة باى اتجاه بالنسبة للشمس يوجد الجسم والمجهول ، والسعى الى الكشف عنه بصورة مباشرة .

ولو تأكدت الاستنتاجات الاولية للعلماء فستكون لهذا اهمية كبرى من اجل ادراك قوانين تركيب وتطور المنظومة الشمسية بصورة اعمق .

هل توجد حركة بقوة العطالة ؟

لعب اكتشاف غاليلو لقانون القصور الذاتى (العطالة) دورا هاما جدا فى تفهم حركة الاجرام السماوية ، ومنها كواكب المنظومة الشمسية .

وفى تلك الازمان عندما لم يكن هذا القانون معروفا بعد ، بحث كيبلر العظيم ، فى محاولته ايجاد السبب الذى يرغم الكواكب على الدوران حول الشمس بلا توقف ، عن القوة الغامضة التى تدفع الكواكب وتحول دون توقفها .

والآن بات معروفا جيدا بان الحركة الدورانية للكواكب تتألف من حركتين هما : الحركة المستقيمة المنتظمة بالقصور الذاتى ، والسقوط على الشمس تحت تأثير الجاذبية الشمسية .

بيد انه يطرح سؤال غير متوقع نوعا ما هو : هل توجد الحركة بالقصور الذاتى فى العالم الواقعى ؟

سيبقى فى ذاكرتى طول حياتى حادث له مغزاه . كنت آنذاك اتعلم فى المدرسة ، واظن فى الصف الثامن ، وكنا ندرس فى دروس الفيزياء قوانين نيوتن الثلاثة .

وفى الدرس الاخير جاء معلمنا ، وهو انسان مبتدع ويعرف علم الفيزياء بصورة ممتازة ، حاملا فانوسا سحريا وعلبة تحتوى على صور العرض (البوزيتيف) ، وقال :

– ساعرض الآن صورا ، وتبدو فيها اوضاع مختلفة . ويجب عليكم ان تمعنوا فيها النظر ، وان تحكموا فى اى قانون من قوانين نيوتن الثلاثة يتجلى فيها . لنبدأ ...

الشكل ١٢ – رسم تخيلي يوضح قانون نيوتن الأول

ظهرت على الشاشة الصورة الأولى . صبي راكض يتعثر بحجر فيسقط بعنف ، مادا يديه الى الامام .

– وهكذا ، اى من قوانين نيوتن هو المقصود هنا ؟

فاجبنا بصوت واحد :

– الاول .

وكان لدينا أساس نعتمد عليه فى اعطاء هذا الجواب : ومجمل القضية انه قبل عدة ايام من ذلك حدث ان شاهدنا الشروح الايضاحية لمجموعة صور العرض بعنوان « قوانين نيوتن الثلاثة » . وانا لا اعرف من الذى وضعها لكن ورد فى الشرح الموجز للرقم الاول – « الصبى الساقط » – ما يلى :

« الرسم التوضيحى لقانون نيوتن الاول وهو قانون القصور الذاتى . تعثرت قدم الصبى اثناء الركض بحجر ، الا ان القسم الاعلى من جسمه واصل الحركة بقوة الاستمرارية . ونتيجة ذلك يسقط الصبى ... » او ما شابه ذلك .

قال المعلم : – لنفترض ذلك ...

ودعانى الى اللوحة .

فقلت بحيوية :

– عندما كان الصبى راكضا تعثرت ساقه بحجرة ...

– اذن ... معناه ، القانون الاول ؟

واومأت رأسى ايجابا .

– حسنا . فى هذه الحالة لنتذكر تعريفه ؟

فاوردت صيغة قانون نيوتن الاول بلا تعثر :

– يكون الجسم فى حالة سكون او حركة منتظمة ومستقيمة ما دامت لا ترغمه قوى خارجية على تغيير هذا الوضع .

– صحيح . والآن دعنا نترجم هذا الى لغة الفيزياء الاعتيادية . اذا لم تؤثر على الجسم قوى خارجية فان تسارعه يعادل الصفر . اليس كذلك ؟

وسأل احدهم من مكانه :

– والسكون ؟ انك لم تذكر شيئا عنه ؟

– ان السكون هو حالة خاصة من الحركة ، عندما تساوى السرعة الصفر ... وهكذا ، فما الذى يبحثه القانون الاول وما الذى لا يبحثه ؟ انه يبحث فقط تلك الحالة عندما تكون القوى مساوية للصفر . وليس اى شيء آخر ! واذا لم تكن القوى مساوية للصفر فان القانون الاول لا « يعرف » اى شيء عن هذا .

لقد كان ذلك امرا جديدا ما . وقبل هذا اليوم كنا نتذكر فقط صيغ القوانين الثلاثة ونتعلم حل المسائل . اما الآن فقد بدا كما لو ان قانون نيوتن الاول قد تكشف لنا من جانبه الآخر ايضا . وادركنا فجأة بان « سقوط الصبى » فى الصورة لا علاقة له البتة بالقانون الاول .

صحيح ، ان الصبى قد تعثر بالحجر . لكن هذا يعنى بانه اثرت عليه قوة وحدث تسارع فى حركة الصبى . ومنذ تلك اللحظة لم تعد حركته منتظمة ومستقيمة ... وفى الواقع ان القانون الاول لا يستطيع ايراد اى شيء فى هذه الحالة .

ويستخلص من ذلك كله استنتاج هام . فلا يمكن التحدث عن الحركة بقوة

الاستمرارية الا عندما لا تؤثر على الجسم اية قوى على الاطلاق . او على اقل تقدير عندما تساوى محصلة جميع القوى الصفر .

غالبا ما تسمع اقوالا كهذه : « تم ايقاف المحركات ، وواصل الصاروخ الحركة بالقصور الذاتى » ، « اوقف السائق السيارة لكنها واصلت الانزلاق فوق السطح المتجمد للطريق بالقصور الذاتى » .

فهل مثل هذه التعابير صحيحة ؟ لعلها صحيحة من الناحية الادبية فقط . اما فى الواقع فان الصاروخ بعد ايقاف المحركات ، والسيارة بعد بدء الفرملة ، كانا يتحركان بتسارع . وفى الحالة الاولى اكسبت الجاذبية الارضية الصاروخ تسارعا (ايجابيا ام سلبيا) ، وفى الثانية اكسبت السيارة تسارعا سلبيا قوة الاحتكاك بين حافظات العجلات والسطح المبلط للطريق .

واذا ما اعتمدنا وجهة نظر صارمة على الاطلاق ، فمن المستبعد ان نجد فى الطبيعة تماما ولو حالة واحدة للحركة « بالقصور الذاتى » بشكلها الخالص ، وفقا لقانون نيوتن الاول بدقة . اذ تؤثر دوما على اى جسم ، اينما وجد ، قوى الجاذبية لاجرام سماوية كثيرة .

ويمكن ان يقصد بالامر فقط تلك الحالات عندما تجرى معالجة مثالية معينة ، اى عندما تكون القوى المؤثرة على الجسم المعطى ضئيلة الى حد انها لا تؤثر عمليا على حركته ويمكن تجاهلها .

بيد انه بدون هذا التحفظ الملموس لا يطبق قانون نيوتن الاول فى الطبيعة عمليا ابدا ، فانها حالة قصوى ونهائية لتسارع الحركة فقط .

المفارقات المدارية

كما نعرف انه تكمن فى اساس حركة الاجرام السماوية قوانين كيبلر وقانون نيوتن للجاذبية . وقد غدت هذه القوانين مألوفة الى درجة انه يمكن ان يتولد بلا وعى انطباع كما لو انه يمكن ان ندرك امورا كثيرة مسبقا فى حركة الاجسام الفضائية بدون حسابات ، وكما يقال ، نوعيا ، انطلاقا من المحتوى الفيزيائى للقوانين الآنفة الذكر . وفى بعض الاحيان يخالفنا النجاح فى ذلك فعلا . الا انه فى حالات

عديدة تقود الحسابات الى نتائج لا تشبه البتة تلك التى بدت لنا وكأنها جلية للعيان ...

تنطلق سفينة فضائية من متن قمر اصطناعى تابع للارض ، ويتحرك حول الكوكب فى مدار اهليلجى . ففى اية لحظة يكون من الانسب اطلاقها ، عندما يكون القمر الاصطناعى فى الاوج ام فى الحضيض ؟

قد يبدو بان الجواب واضح تماما : طبعا ، فى الاوج : فكلما ابتعدنا عن الارض ، تضعف الجاذبية الارضية ، وتغدو سرعة الانفلات اوطأ ، وبالتالى ، تكون كمية الوقود المصروفة أقل .

الا انه ينبغى عدم نسيان ان القمر الاصطناعى يتحرك ، حسب القانون الثانى لكيبلر ، فى مداره الخاص بسرعة متغيرة . وتكون فى الاوج اوطأ سرعة ، بينما فى الحضيض تكون اعلى سرعة .

فما هو الانفع ؟ أهى سرعة الانفلات الاقل فى الاوج ، مع الاحتياطى الاقل من السرعة الاولية أم الاحتياطى الاكبر للسرعة الاولية فى الحضيض ، مع السرعة الاعلى للانفلات ، وهى السرعة التى يجب ان تكتسبها السفينة ؟

لا يمكن ان تعطى الجواب عن هذا السؤال اية اعتبارات نوعية ، ولا بد من توفر الحسابات الدقيقة .

ينبغى ان تحسب بالنسبة للاوج والحضيض قيمتا الفرق بين سرعة حركة القمر الاصطناعى وسرعة الانفلات فى النقطة المعطاة من الفضاء القريب من الارض ومقارنة هاتين القيمتين فيما بينهما . ومن الواضح ان الافضلية ستعطى الى ذلك البديل لاطلاق القمر الاصطناعى الذى سيكون هذا الفرق اقل بالنسبة له .

لنبحث مثالا ملموسا . ليتم اطلاق السفينة الفضائية من متن قمر اصطناعى تابع للارض يتحرك فى مدار يبلغ ارتفاع اوجه ٣٣٠ كم وارتفاع حضيضه ١٨٠ كم .

لقد تم منذ وقت بعيد حساب قيم سرعة الانفلات بالنسبة لمختلف الارتفاعات ، وسجلت فى جداول خاصة . لنتطلع الى احد هذه الجداول فنجد انها بالنسبة لارتفاع حضيض مدار هذا القمر الاصطناعى تبلغ ١١٠٤٠ م /ثا وبالنسبة لارتفاع الاوج ١٠٩١٨ م /ثا .

وليس من العسير ان نحسب ايضا سرعة حركة القمر الاصطناعى فى الاوج والحضيض . وهى تبلغ ٧٨٥٠ و ٧٦٨٠ م /ثا على التوالى .

الآن لنحسب قيمتى الفرق المجهولتين . بالنسبة للحضيض ١١٠٤٠ – ٧٨٥٠ = ٣١٩٠ م /ثا ، وبالنسبة للاوج ١٠٩١٨ – ٧٦٨٠ = = ٣٢٣٨ م /ثا .

لهذا فان انسب نقطة للانطلاق هى ليست الاوج ، كما قد يبدو للوهلة الاولى ، بل الحضيض .

والطريف انه بازدياد المدى الاهليلجى للمدار تزداد افضليات الانطلاق من الحضيض بقدر اكبر وتغدو المفارقة الظاهرية للوضع جلية على الاخص . فمثلا ، عندما يكون المدار ممدودا بقدر اكبر ويبلغ الحضيض مسافة ٤٠ الف كم عن الارض والاوج ، الواقع وراء مدار القمر على مسافة ٤٨٠ الف كم عن كوكبنا ، يكون بلوغ السرعة الكونية الثانية والانفلات من « قبضة » الجاذبية الارضية من منطقة الحضيض اسهل باربع مرات من منطقة الاوج .

انه شىء غريب ، أليس كذلك ؟

وتبين هذه الحقيقة مرة اخرى ضلال كثير من التصورات الجلية الاخرى . وبالمناسبة ، ينبغى التأكيد مرة اخرى على ان المفارقة المقصودة لا تصح الا لدى مقارنة نفعية اطلاق السفينة الفضائية من القمر الاصطناعى نفسه ، والمتحرك فى المدار المعطى .

ومما له اهميته انه لدى انخفاض القمر الاصطناعى التابع للارض تحدث مفارقة ظاهرية معاكسة . وقد يبدو انه من الانفع تشغيل وحدة محركات الفرملة وبدء الفرملة فى تلك اللحظة عندما يمر القمر الاصطناعى فى الحضيض ، اى يكون فى اقرب نقطة الى سطح الارض .

بيد ان الحسابات تظهر بانه تلعب الدور الرئيسى عندئذ لا المسافة عن الارض ، بل سرعة حركة القمر الاصطناعى فى مداره . وتكون فى الاوج اقل ، وهذا فمن وجهة نظر استهلاك الوقود يكون من الانسب كليا بدء الانطلاق من قطاع المدار الاوجى . حقا ، ان المقصود به فى هذه الحالة اضفاء صفة مثالية نوعا

على المسألة ، نظرا الى انه لا تؤخذ فى الاعتبار سرعة دخول القمر الاصطناعى الى الطبقات الكثيفة من جو الارض .

لنبحث الآن مفارقة ظاهرية اخرى فى الملاحة الكونية ، تتعارض مع التصورات المألوفة لميكانيكا الارض . وتشهد تصوراتنا المعتادة على اننا كلما تزداد سرعة حركتنا ، نقطع المسافة المطلوبة بشكل اسرع . ولدى تحرك الاجهزة الفضائية فى مجالات جاذبية الاجرام السماوية لا يصح هذا المبدأ دائما . فمثلا ، انه لا ينفع لدى التحليق من الارض الى كوكب الزهرة .

والمعروف ان الارض تدور فى مدار حول الشمس بسرعة تقارب ٢٩٫٨ كم /ثا . وبالتالى فان الجهاز الفضائى الذى ينطلق من قمر اصطناعى تابع للارض يكتسب السرعة الابتدائية نفسها بالنسبة للشمس . ويقع مدار الزهرة اقرب الى الشمس ، ولهذا فلغرض الوصول الى الكوكب المذكور ينبغى ألا تزيد السرعة الابتدائية للجهاز بالنسبة للشمس عنها لدى التحليق ، مثلا ، الى المريخ ، بل تنقص.ان ذلك يمثل « النصف » الاول فقط لهذه المفارقة . وقد تبين انه كلما تكون السرعة اقل يصل الجهاز الفضائى مدار كوكب الزهرة بشكل أسرع . وكما تظهر الحسابات ، فانه عندما تبلغ سرعة الانطلاق ٢٧٫٣ كم /ثا بالنسبة للشمس ، يستغرق التحليق ١٤٦ يوما ، وعندما تبلغ السرعة ٢٣٫٨ كم /ثا سيستغرق ٧٠ يوما فقط .

وهكذا فان تصوراتنا الارضية المعتادة لا يمكن استخدامها دائما بالنسبة لحركة الاجسام الفضائية .

« قرار غير نهائى »
(قصة علمية خيالية)

كانت سفينة النقل للتحليق بين الكواكب « اوميكرون » تقوم برحلة عادية الى كوكب ميغوس حاملة على متنها طاقما مؤلفا من اثنى عشر شخصا و ٣٦٠ راكبا . وكان القبطان مينج وضابط الملاحة جاسكوندى يتطلعان بصمت الى

اللوحة وادركا بجلاء ان الوضع لا أمل فيه ... لقد حدث الخطأ فى لحظة الخروج من وراء الفضاء . وتعطل شيء ما فى المجمع المعقد للقيادة الاوتوماتيكية للسفينة . انه انحراف ضئيل عن البرنامج ، وعدم استقرار غير ملحوظ جدا ، بينما تبين بانه كاف لكى تغدو السفينة بعيدا عن النقطة المقررة بمسافة خمسة بارسيكات * ... بينما كانت تنتظرها هنا قزمة بيضاء وهى نجيمة صغيرة ذات كثافة شديدة وقوة جاذبية هائلة .

وتم تشغيل كافة المحركات بكل قوتها . وقد انقذ هذا « اوميكرون » فقط من السقوط فى الهاوية الملتهبة ، الا انه لم يكف لتحطيم سلاسل الجاذبية . والآن صارت السفينة تدور حول القزمة فى مدار مغلق على مسافة متوسطة تقارب ٢٠ الف كيلومتر عن مركز النجمة ، ولم تكن كل قوة محركاتها لتكفى للافلات من الأسر . وعلاوة على هذا لقد نفد الوقت وشارف على الانتهاء احتياطى الوقود اللازم للمحافظة على المجال الوقائى الذى يقاوم الحرارة المتلظية للنجمة .

سأل مينج دون ان يبعد بصره عن اللوحة حيث بدت نقطة حمراء صغيرة تدور فى خط اهليلجى دقيق حول النجمة :

– كم ؟

وقام ضابط الملاحة ، الذى اعتاد منذ وقت بعيد فهم مراد قائده من مجرد التلميح ، بالضغط على عدة ازرار فى لوحة الجهاز الحاسب .

– ست ساعات ونصف ... لربما نبعث باشارة الاستغاثة (SOS) ؟

كانت القزمة قريبة جدا . وبالرغم من انه كان المجال الوقائى يحمى السفينة فقد احس مينج بجسده تقريبا الانفاس الساخنة للنجمة . انه لا يزال يحمى السفينة ... لكن بعد مضى ست ساعات ونصف ستنفد الطاقة وعند ذاك ...

وسأل مينج :

– الا يمكن تخفيف الوقاية ؟

فاجاب جاسكوندى باقتضاب :

– ان المجال بحده الاقصى اصلا . وما رأيك بارسال اشارة الاستغاثة ؟

غاص مينج فى مقعده ، دون ان يجيب ، واغلق عينيه . لقد وجب عليه آنذاك حل مسألة يعجز عن حلها حتى اكثر الاجهزة الحسابية كمالا .

* وحدة لقياس المسافات بين النجوم وتعادل ٣,٢٦ سنة ضوئية (٣٠,٨٦ × ١٠^١٢ كم) .

لا ريب ، فى انه وجب عليه فى الوضع الناشئ ارسال اشارة الاستغاثة . ويلزمه بهذا « الميثاق الفضائى » . لكن مينج كان يعرف بدقة انه لا توجد فى قطاعهم الآن اية سفينة قادرة على اغاثة « اوميكرون » . وكانت اقرب محطة اليهم تقع فى كوكب ميغوس ، الا ان السفينة تبعد عنها مسافة تجعل البرقية اللاسلكية العادية تقطعها خلال شهور عديدة . ووجب لكى تصل اشارة الاستغاثة فى الوقت المناسب ان ترسل عبر ما وراء الفضاء . علما بان مثل هذا البث اللاسلكى يتطلب صرف طاقة كبيرة . بينما هم بحاجة الى الطاقة لحماية انفسهم من القزمة البيضاء : وقد أعطت « اوميكرون » ثوانى ودقائق اضافية .

مع ذلك كان مينج سيقدم على بث رسالة لاسلكية الى ما وراء الفضاء ، لو كان هناك اقل امل . ويضم اسطول المجرة ثلاث او اربع سفن فحسب قادرة على الاقتراب فى مثل هذا الوضع من « اوميكرون » ، بغية تزويدها باحتياطى الوقود او سحبها ، دون ان تقع أثناء نفسها فى مصيدة الجاذبية . بيد ان مينج كان يعرف جيدا بانها جميعا موجودة فى قطاعات بعيدة ولن تجد الفرصة فى كافة الاحوال للاقتراب منه فى الوقت المناسب .

قال جاسكوندى :

– بوسعنا كسب القليل من الوقت ... زهاء ثلاثين دقيقة ..

فتطلع القبطان الى ضابط الملاحة بتساؤل . وشرح جاسكوندى قائلا :

– اذا ما ابهلت الجاذبية الاصطناعية .

قال مينج بحزم :

– كلا . هناك نساء واطفال بين الركاب ...

وهذه مشكلة اخرى لا يستطيع احد حلها باستثناء قائد السفينة الركاب ! ... انهم يستجمون الآن باطمئنان فى مقصوراتهم ، وتخامرهم الثقة الكاملة بانهم بعد يومين سيصلون بسلامة الى المكان المقصود . ولا تساور احدا منهم حتى الريبة بانه ثمة ست ساعات ونصف فقط تفصلهم عن الكارثة المحتومة ... فهل ينبغى عليه ابلاغ الركاب بما حدث ؟ ام عليه ان يبقيهم فى وضع عدم الاطلاع السعيد حتى النهاية ؟

لقد مر القبطان مينج اكثر من مرة فى وضع حرج خلال فترة خدمته الفضائية الطويلة . لكنها كانت اوضاع وجدت لها مخارج من المأزق . وكانت

تقرر كل شيء عندئذ خيرة وفطنة القائد الذى يتطلب الوضع منه ايجاد القرار الامثل خلال ثوان معدودات . وكان مينج يجده دوما حتى الآن .

لكن الآن لا يوجد مخرج . وقد دل على هذا بشكل ثابت الحساب البسيط الذى بوسع اى طالب القيام به . وعندئذ لم يكن ليتوقف شيء على القبطان مينج . وكان يستطيع استخدام اية وسائل مهما كانت ، ومع هذا يبقى المخرج واحدا لا غير .

وكان هذا يعنى انه يجب عليهم الاستسلام لمصيرهم والانتظار بسكينة الوقت الذى تحول فيه الانفاس اللاهبة للنجمة سفينتهم « اوميكرون » الى شعلة مضيئة .

الاستسلام بلا كفاح ؟ ... لم يحدث شيء من هذا ابدا لمينج . وضحك مينج فى دخيلة نفسه بمرارة قائلا : « الا ان مثل هذا الشيء يحدث مرة واحدة فقط » .

كلا ، ينبغى مع ذلك الكفاح ، وعدم الاستسلام مهما كانت الظروف . وحتى اذا ما بدا الوضع ميئوسا منه .

وسأل بعد ان تطلع الى ضابط الملاحة :

– هل اعدت النظر فى جميع الاحتمالات ؟

ادار جاسكوندى رأسه ببطء . وتلاقت انظارهما لاول مرة منذ اللحظة التى ابلغت اللوحة فيها نبأ الكارثة القريبة . وهز جاسكوندى كتفيه :

– انت نفسك تعرف ...

– مع ذلك ، ينبغى اختبار كافة البدائل مرة اخرى .

وانفجر غاسكوندى وقال :

– لكنها حادثة واضحة جدا ! فأية بدائل يمكن ان توجد هنا .

وكان القبطان مينج يدرك الأمر بشكل لا يقل عن ضابط الملاحة لديه . انه وضع كلاسيكى قام الباحثون بدراسة كل دخائله وابعاده منذ فجر التحليقات الفضائية والذى لم يعد يثير اهتمام احد منذ سنوات طويلة . وخلصت احدث وسائل الملاحة رواد الفضاء من مثل هذا الخطر . وعلى اقل تقدير لم يحدث فى الخمسين عاما الاخيرة ان سقطت سفينة واحدة فى مصيدة الجاذبية . ولم يخالف الحظ سوى « اوميكرون » .

لكن لربما تكمن فى هذا بالذات فرصتهم الوحيدة ؟ وفى انه لم تدرس هذه المشكلة نظريا منذ زمن بعيد . والعلم لا يراوح فى مكانه . وماذا لو تطلعنا مرة اخرى الى الوضع الذى لا مخرج منه ، والذى وقعوا فيه ، من مواقع المعرفة الحديثة ، فلربما سيتم ايجاد بديل لم تأخذه الملاحة الكلاسيكية بنظر الاعتبار .

على اى حال لا بد من البحث . ولكن كيف سيتم اقناع جاسكوندى ؟ انه ضابط ملاحة ممتاز ويعمل بدون خطأ . ولم يتذكر مينج حالة واحدة اخرف فيها جاسكوندى عن « التعليمات » باى قدر . لكن كانت فى هذا بالذات نقطة ضعفه . ان من يرتكب الاخطاء ويحسن تصويبها ، يضطر ارادا ام ابى الى العمل فى الاوضاع الطارئة . اما جاسكوندى فيعيد إلها واحدا معصوما من الخطأ وقادرا على كل شيء هو « التعليمات » .

وفكر القبطان بأسف : « واحسرتاه ، ان دماغه غير مبرمج لاكتشاف شيء جديد ... » ثم فكر بأسف ايضا بانه يولع بقدر اكثر دائما بالجانب الهندسى من العمل ، اما نظريات حركة السفن الفضائية فقد اولاها اهتماما اقل بكثير . وطبعا ، كان يعرف الاسس جيدا جدا واذا ما تطلب الامر كان بوسعه تماما ان يحل محل جاسكوندى ، الا ان هذه المعارف تنقصه الآن ...

سأل مينج بعد ان التفت :

– هل تقترح الانتظار ؟ الجلوس هكذا وانتظار حلول النهاية ؟

فكرر ضابط الملاحة عابسا :

– انى اقترح ارسال اشارة الاستغاثة . كما تطالب بذلك « التعليمات » .

وقاطعه مينج :

– كلا . ستكون لدينا الفرصة للابلاغ عن هلاكنا . اما الآن فمن واجبنا القيام بشيء ما ... وحتى اذا ما كان يتنافى مع جميع التعليمات .

وزم جاسكوندى شفتيه باستياء .

– بودى ان أرى ...

نهض مينج ودنا من مقعد ضابط الملاحة :

– دعنا نفكر معا . ماذا لو ...

ولم يلاحظا كيف ولج فيون الى الحجرة ، ثم رأياه عندما وقف عند المنصة الرئيسية وهو يتطلع الى اللوحة .

وعموما ، لا يسمح للركاب بدخول حجرة القيادة بيد ان فيرين لم يكن مجرد راكب . فتكمن فى اساس تصميم « اوميكرون » النظرية الفيزيائية التى استحدثها . وفيرين صاحب عدد لايحصى من الافكار المبتكرة التى اثرت بشكل ملحوظ على تطور الفيزياء والفيزياء الفلكية . وكان يعتزم فى جامعة ميغوس القاء سلسلة من المحاضرات عن نظرية ما وراء الفضاء .

مع هذا كان فيرين يحلق فى « اوميكرون » كراكب ، وفكر مينج بقلق بان وضعهم الفاجع لم يعد سرا .

– وضع طريف ، اليس كذلك ؟

بدت هذه الكلمات غريبة جدا فى الوضع الناشئ ، كما انها قيلت بلهجة عامضة تنم اما عن السخرية واما عن الارتياح غير المفهوم .

وهز جاسكوندى كتفيه فحسب .

وسأل فيرين بعد ان ابتعد عن اللوحة فى نهاية الامر :

– القدرة غير كافية ، نعم ؟

فتمتم جاسكوندى ليس بأدب جم :

– كما ترى .

– وستنفد الوقاية الحرارية بعد عدة ساعات ؟

اجاب مينج بصورة لا ارادية :

– بعد ست ساعات ونصف .

ومد العالم النظرى اقواله :

– هكذا .. هم .. هم ، هكذا ...

ووميضت فى عينيه الغائرتين شرارات متقدة ، وفى تلك اللحظة بدا مينج مثل صياد رأى بغتة طيرا نادرا . وبدا كما لو ان فيرين لا يهتم ابدا بان الطير المذكور فى ذلك الوضع المعقد هو فيرين نفسه بالذات ... وجمدت نظراته وصار يتطلع الى المدى البعيد ، كما لو ان فيرين كان يتطلع عبر الجدار غير الشفاف للسفينة الى شىء ما يختفى فى اعماق الفضاء ولا يراه غيره . فكر مينج فى دخيلته : « ليس عبثا ان يقال انه يحيا بالعلم فقط » .

الا ان فيرين لم يكن يحيا بالعلم وحده . فبعد ان رأى اللوحة فكر قبل كل

شىء بامه العجوز التى بقيت على الارض . وعن معاناتها لدى معرفتها بمصرع ابنها ... وبعد لحظة صار عقله المبتكر يبحث عن مخرج .

وترك فيرين جانبا ، بالتشديد المعتاد للارادة ، كل شىء باستثناء ظروف المسألة غير الاعتيادية التى طرحها التطور المخيف للاحداث . وهى مهمة ليس لها نتيجة ايجابية وفقا لجميع القوانين الموجودة . بيد ان فيرين كان يحل طوال عمره مثل هذه المسائل ...

وسأل بعد ان كف للحظة عن التأمل :

– هل بوسعى استخدام الحاسب عندكم .

وقال جاسكوندى دون ان يكمل عبارته :

– لكن الامر سواء ...

فوضع مينج يده على كتفه بصمت .

الا انه بدا كما لو ان فيرين لم يلق بالا الى هذه الحادثة الصغيرة . واقترب من اللوحة دون ان يضيع الوقت واخذ يضغط على المفاتيح الواحد بعد الآخر بسرعة ، وهو يتطلع بين حين وآخر الى جهاز اظهار النتائج .

وحاول مينج ان يتابع حساباته . لكنه سرعان ما فقد التتابع . ولم يفلح سوى بادراك ان حسابات فيرين لا علاقة مباشرة لها البتة بوضعهم .

وفجأة فكر مينج : « مع هذا فان سلوكنا غريب ، وغير معقول . فلم يتبق لدينا فى الوجود سوى ست ساعات ، بينما يبدى جاسكوندى حرصه على التعليمات ، اما فيرين فقد ولع بمسألة نظرية ما ، اما انا فاراقبهما بهدوء ، كما لو انه لم يحدث شىء . لربما ان المسألة كلها تكمن فى ان قيمة الوقت نسبية – والساعات الست ، اذا ما استمرت هذه الساعات الست حتى النهاية ، ليست بالفترة القصيرة ؟ »

وابتعد العالم النظرى عن اللوحة بغتة وسأل وهو يتطلع الى ضابط الملاحة :

– هل تعتقد ان المسألة عويصة ؟

واخذ جاسكوندى الرقيق الحس ينظر الى فيرين متسائلا : هل ينم كلامه عن مقلب ؟ وفى نهاية الامر قال وهو يتطلع جانبا :

– الحالة بسيطة . ثمة قوتان : جاذبية القزمة وجاذبيتنا ... وهنا كل شىء واضح . لا تكفينا الجاذبية لجلاء لبلوغ السرعة الكونية الثانية .

وتمتم فيين :

– نعم ، نعم ... ان امكانية حل المسألة تتوقف على كيفية صياغتها . وفى طرحك هذا – واشار الى اللوحة – تعتبر المسألة عويصة فعلا .

وعارضه جاسكوندى قائلا :

– للأسف ، انني لم اطرح هذه المسألة .

بيد ان فيين لم يسمعه ... واستغرق فى التفكير مجددا ، وانفصل عما يحيط به فى لحظة خاطفة ...

وفى تلك اللحظة ظهرت بشائر الامل لدى مينج لاول مرة . وكان يدرك أفضل من اى شخص آخر بانه لا يمكن ان تنقذهم الآن سوى المعجزة . وبما انه لا توجد معجزات فمن الضرورى توفر حل استثنائى مبتكر للغاية وغير متوقع . واذا ما كان عموما يمكن توقع اى شيء مماثل ، فانه يمكن توقعه من فيين .

تطلع القبطان باحترام الى العالم النظرى . فمن كان يعتقد ؟ انه رجل صغير الحجم ، خيف القوام ، مديب الانف وعموما ليس عملاقا . فكيف يتسنى له اى يرى ما لا يراه الآخرون ؟

وفجأة سأل فيين :

– اتعرفان النكتة عن الكلب ؟

وبما ان كلا رائدى الفضاء قد التزما الصمت ، فقد مضى يقول :

– قال احد الفيزيائيين للآخر : تصور انه ربطت مقلاة معدنية بذيل كلب . فاذا ما جرى الكلب تبدأ المقلاة بالطرق على ارضية الشارع . ما هى السرعة التى ينبغى ان يعدو بها الكلب لكى لا يسمع الصوت ؟ .. ولغرابة الامر لم يتمكن الفيزيائى الآخر من ايجاد جواب عن هذا السؤال ...

سأل فيين بغتة ، وهو يبتسم ابتسامة غامضة ، وحدق فى جاسكوندى وجها لوجه :

– وانت ماذا تعتقد ، باية سرعة ينبغى ان يعدو الكلب ؟

– لا اعرف ..

تمتم ضابط الملاحة بصوت مختنق وتطلع نحو مينج متضرعا . وكان واضحا انه يضبط اعصابه بصعوبة ..

الا ان جاسكوندى انكمش نوعا ما عندما واجه النظرة المتوترة للقبطان ، ثم تفوه بعدم رضى وهو يصك على اسنانه ، بالكلمات التالية :

– اعتمادا على كافة الدلائل فانه يجب ان يعدو بسرعة تفوق سرعة الصوت ...

وقهقه فيين :

– بالضبط ، بالضبط . هذا بالذات ما عرضه الفيزيائى ذاك ... بينما الجواب الصائب بسيط للغاية : يجب ان تكون سرعة الكلب مساوية الصفر ... انه أمر بسيط ... ومجمل القضية ان المسألة صيغت كالآتى : كم ينبغى ان تكون السرعة ؟ السرعة ... وهنا بالذات تكمن الخدعة . وحتى الفيزيائيين ينسون احيانا بان السرعة التى تعادل الصفر ، هى ايضا سرعة ...

كان جاسكوندى الصريح والبسيط يحدق فى فيين ، وقد اتسعت حدقتا عينيه . كما اصابت الحيرة مينج نفسه ، بالرغم من انه كان يدرك كل الادراك بان هذه النكتة انما رواها النظرى ليس طمعا للتسلية ، بل بصفتها نوعا من الاستراحة . فالآن بدأ عمل اللاشعور ، ويجب منح الشعور قسطا من الراحة .

وفكر مينج فى دخيلته : « بالمناسبة ، ليس من قبيل الصدف ان وردت فى خاطره هذه النكتة بالذات .. ولربما انه وجد فعلا شيئا ما ؟ .. » .

ثم قام فيين مجددا ، كما لو كان يريد تأكيد فرضيته المتفائلة ، بالغوص مجددا فى اللوحة ، وبدأ بشكل مضحك ، وقد زم شفتيه كطفل ، باللعب بمهارة فذة على المفاتيح ..

وانتظر مينج وجاسكوندى صامتين . ثم ابتعد فيين عن المفاتيح واطلق تنهدة ، قد تنم عن الارتياح ام عن اليأس ، لكن ومضت فى عينيه الرماديتين الضيقتين مجددا شرارات تعبر عن عدم الاكتراث .

وتساءل بلهجة اعتيادية :

– هل تلعب الشطرنج ؟

قال مينج :

– نعم .

– اتعرف ما معنى الحل الافتراضى ؟ فالوضعية خاسرة تماما ، لكن ثمة نقلة

تبدو انها ستعجل بالهزيمة . الا ان هذه النقلة الرهيبة بالذات تؤدى الى الفوز ...

وعندئذ عرف مينج بدقة ان فيرين وجد مخرجا مع هذا .

فسأل وهو عاجز عن لجم نفاد صبره :

– وما العمل ؟

تطلع فيرين الى القبطان بامعان .

– يجب علينا القيام بالنقلة الافتراضية .

وقد تلفظ بهذه الكلمات ببطء ، كما لو كان يزن شيئا ما مرة أخرى .

ساد المقصورة الصمت . وكان القبطان يقف بلا حركة ، وهو يضغط على ظهر مقعده .

قال فيرين :

– ينبغى تشغيل جهاز الجاذبية .

وكتب على ورقة عدة ارقام ومد الورقة الى مينج .

وتمتم جاسكوندى قائلا باضطراب :

– لكن هذا لن يعطى اى شيء رغم هذا ، سوى انه سيجعل ذلك المدار اكثر امتدادا .

فقال فيرين :

– بالضبط ، بالضبط .

– الا ان الجاذبية ستلتهم الطاقة كلها . وبالتالى ، الحماية الحرارية ..

وقاطعه مينج :

– صبرا .

وفكر فى دخيلة نفسه : « أليس الامر سيان بعد ست ساعات ام بعد ثلاث .. » .

لكن القبطان مينج كان يثق فى اعماق ذاته بفيرين . ومد يده بلا تردد الى اللوحة الرئيسية ونقل اربع اذرع حمراء الواحدة تلو الأخرى الى عدة اقسام .

اصاب جاسكوندى الشحوب .

وتناهت الى سمعهم الاصوات المميزة لتشغيل المحركات ، ولقطقة مرحلات الوقاية من فرط التحميل .

وسأل مينج :

– لربما ، ستفسر الأمر الآن ؟

شرع فيرين يقول ببطء :

– اذا لم اكن على خطأ فان « اوميكرون » تتألف من قسمين منفصلين .

فاكد مينج قائلا :

– نعم ، فى احدهما مجمع القيادة والمحركات . وفى الآخر – المقصورات وغرف المرافق .

– وهل يمكن فصل هذين القسمين ووضعهما على مسافة بعيدة عن بعضهما البعض ؟

– نعم ، يراعى هذا الاحتمال لدى الطوارئ او اصلاح وحدات الطاقة . ويتم فصل والتحام كلا القسمين بواسطة « نابض » (pulsator) خاص .

– وما هو البعد الاقصى بينهما .

– مائة وخمسون كيلومترا .

وغمغم فيرين قائلا :

– وتكفى مسافة مائة واربعين .

فى آخر المطاف قال جاسكوندى :

– هل تريد التخلص من قسم المسافرين ؟ الا ان قوة الجذب لا تكفى رغم كل هذا .

وعارضه فيرين بنشاط :

– كلا . لكان هذا بسيطا جدا . ان النجمة القزمة لن تخلى سبيلنا بسهولة .. الفكرة هنا مغايرة تماما .

وتدخل مينج :

– اننا نضيع الوقت . لربما ..

قال فيرين برصانة :

– اوه ، ان الوقت لدينا يكفى تماما . حسنا .. انتم تعرفون ، طبعا ، فكرة السفينة الفضائية النبضية ؟

صار جاسكوندى ومينج يتطلعان الى احدهما الآخر باستغراب .

ولاحظ فيبين :

– نعم . انها فكرة قديمة ولسيت منذ زمن بعيد ..

وقال مينج ببطء :

– انني اتذكر شيئا ما بصورة مبهمة . وقد طالعت في الكتب الدراسية القديمة ... واذا لم اكن مخطئا فان المسألة هي ان السفينة الفضائية ليست نقطة . وتتوزع كتلتها في فراغ معين .

وشاعت الحيوية في فيبين وقال :

– بالضبط ، بالضبط .. واذا شطرنا سفينتنا الى قسمين فان محصلة قوى الجاذبية المؤثرة عليهما ستكون اقل من القوة المؤثرة على « اوميكرون » الآن .

كان يتحدث بدقة وبوضوح كما لو كان يلقي محاضرة امام الطلاب .

وبادر مينج بالقول :

– هذا يعني انه تؤثر على السفينة المنقسمة قوة التنافر .

– واذا ما تم توحيد القسمين في الاوج ، وفصلهما في الحضيض ، فان « اوميكرون » ستخرج من مدار كيبلر وتبدأ بالحركة في لولب مفكك . قال مينج وهو يمط العبارة :

– ز ... نعم .

ثم تحدث جاسكوندي فجأة وبصورة انفعالية :

– انا تذكرت ايضا . رائع ، بديع ، عظيم ! ..

ثم أخذ يقهقه بعصبية قائلا :

– لكن بقدر ما اتذكر فانه لكي يتم التغلب بمثل هذه الطريقة حتى على جاذبية الارض تحتاج الى عدة سنوات . فما العمل ونحن امام جاذبية النجمة القزمة ؟..

قال فيبين برصانة :

– وهنا تكمن القضية .

وفكر القبطان في اعماق نفسه : « عجيب ، كيف يتسنى لمثل هذا الرجل النحيف الاحتفاظ بالهدوء التام في مثل هذا الوضع الصعب ؟ لربما انه يرى أبعد كثيرا مما نرى نحن ... » .

وكرر فيبين :

– هنا تكمن القضية . ان الجاذبية تخدمنا في هذه الحالة . فكلما تكون كتلة النجم او الكوكب اكبر ، يتم بشكل اسرع بلوغ سرعة الانفلات . وهنا تكمن المفارقة !

سأل مينج :

– كم ساعة سنحتاج لذلك ؟

– اعتقد ... ساعة ونصف ، لا اكثر .

فابتسم القبطان وقال :

– انك عبقري ..

واخذ مكانه وراء اللوحة .

وحذّر فيبين :

– ينبغي فقط اختيار اللحظات المثلى للانفصال والتقارب .

فاجابه مينج وهو يضغط على مفاتيح الجهاز الحاسب :

– افهم . سابدأ بالعملية بعد ست دقائق ...

وكان ذلك مشهدا ليس له نظير . فقد كانت السفينة الفضائية العملاقة تنشطر الى قسمين . فينفصلان عن بعضهما البعض ، ثم يقتربان من احدهما الآخر مجددا ، ويتحدان في كلّ واحد . وفي سياق هذه « الرقصة الفضائية » اخذ المدار القاتل الذي كانت تسير فيه « اوميكرون » بالانفتاح .

واخذت القوة الجبارة للجاذبية التي اخضعت لقوة العقل البشري تبعد السفينة الفضائية باستمرار عن النجمة الرهيبة بمسافات ابعد وابعد .

الجاذبية .. ضد الجاذبية

يقبل مؤلفو الروايات العلمية الخيالية على استخدام شتى انواع الشاشات القادرة على الوقاية من تأثير قوى الجاذبية . وللأسف فانه لا توجد بعد مثل هذه الشاشات ، ويجب على السفينة الفضائية الانطلاق بمعونة محرك صاروخي من أجل التغلب على قوة الجاذبية الارضية . ولكن هل يمكن ان يستخدم في هذا المحرك

بل .. الجاذبية الارضية ؟ قد يبدو الامر غريبا : حيث ان جاذبية الارض بالذات تحول بين السفينة الفضائية والانطلاق الى رحاب الفضاء الكونى .. بيد انه بالرغم من المفارقة ، فان هذا الاحتمال ممكن فى حالة واحدة على أقل تقدير . وقد اظهر ذلك العالمان السوفيتيان ف . بيليتسكى وم . غيفرتس .

اذ جرت العادة على اعتبار السفن الفضائية فى كافة الحسابات المتعلقة بحركتها كنقطة مادية . وهذا أمر له ما يبرره تماما : حيث ان ابعاد السفينة ضئيلة بالقياس الى ابعاد الاجرام السماوية .

ولكن اذا ما توخينا الدقة فان السفينة مع هذا ليست نقطة ، بل جسم منجذب ، وها ابعاد معينة وشكل محدد تماما . ولهذا فان قوة الجاذبية الفعلية المؤثرة عليها من جانب الارض تختلف نوعا ما عن تلك القوة التى قد تؤثر عليها اذا ما كانت كتلة السفينة متركزة فى نقطة واحدة . حقا ان الفرق بالنسبة للسفن والاقمار الصناعية الاعتيادية هو ضئيل جدا ، بحيث يمكن عدم الالتفات اليه تماما . وذلك بشرط واحد يمكن جعل هذا الفرق محسوسا بقدر كاف : اذا ما كانت السفينة طويلة بشكل ملموس .

لنأخذ ، مثلا ، سفينة تتألف من كرتين يربط ما بينهما محور او حبل معدنى عمودى على امتداد نصف قطر الارض . ففى هذه الحالة تؤثر على كل واحدة من الكرتين قوة جاذبية موجهة باتجاه يميل بزاوية على المحور الرابط . وليس من العسير تحديد محصلة هذه القوى طبقا لقاعدة متوازى الاضلاع . ويظهر الحساب البسيط نسبيا ان هذه المحصلة اقل نوعا ما من قوة الجاذبية التى كانت ستؤثر على مركز المحور لو تركزت فيه كل كتلة السفينة غير الاعتيادية .

بتعبير آخر ، نجد ان « تمدد » السفينة الفضائية يعادل ظهور قوة ما شعاعية دافعة . وبالتالى فان حركتها حول الارض ستتم فى مدار يختلف نوعا ما عن المدار الاعتيادى « الكبلرى » .

ويمكن الاستفادة من هذا الظرف بذكاء . لنفعل ما يلى : دعنا نختار تصميما لسفينتنا بحيث يمكن جذب الكرتين الى بعضهما البعض بسرعة ومن ثم فصلهما مجددا الى مسافات بعيدة .

وفى اللحظة التى تصل فيها السفينة الى ابعد نقطة للمدار اى الاوج ، نربط الكرتين . ومنذ تلك اللحظة تتحول السفينة عمليا الى « نقطة مادية » ، وستتم حركتها لاحقا فى المدار « الكبلرى » .

وفى الحضيض نقوم بعملية معاكسة أى نفصل الكرتين بالمسافة السابقة . وعندئذ تظهر « القوة النافرة » المذكورة اعلاه . ويغدو مدار الحركة اللاحقة ممدودا اكثر نوعا ما من المدار « الكبلرى » المناظر . وفى النتيجة تغدو مسافة الاوج اكبر نوعا ما من الاولى .

لنكرر العملية كلها مرة اخرى ونزيد مجددا مسافة الاوج . وباستخدام مثل هذا التكتيك لاحقا ايضا سنرغم سفينتنا أى القمر الاصطناعى على التحرك فى لولب متفكك لحين خروجها من مجال جاذبية الارض .

الا أن الاحتمالات النظرية لا تتطابق دوما ابدا مع الامكانيات العملية . فكم من الوقت نحتاج لزيادة السرعة باستخدام هذه الطريقة المبتكرة « لاستحداث النبضات » ؟

وطبقا لحسابات ف . بيليتسكى فانه اذا ما كان طول السفينة ١٤٠ م ويبدأ الحركة الى مسافة الفى كيلومتر عن مركز الارض فان التسارع بالطريق المذكورة آنفا يتطلب قرابة السنتين .

بينما تحتاج السفينة نفسها الى ٨٠ عاما للخروج من مجال جاذبية الشمس عندما تكون المسافة الاولية زهاء ٧٠٠ الف كيلومتر عن مركز الشمس .

وثمة مفارقة أخرى . كلما تكون كتلة الجرم السماوى اكبر وتكون السفينة اقرب اليه يمكن بسرعة اكبر « كسر » قيود الجاذبية بواسطة طريقة « استحداث النبضات » .

غالبا ما تصور على صفحات الروايات الخيالية اوضاع فاجعة عندما تقع السفينة الفضائية فى أسر نجمة ضخمة ما . وتظهر حسابات بيليتسكى بانه فى تلك الحالة عندما تتحرك السفينة حول مثل هذه النجمة فانها يمكن ان تكتسب بسرعة كبيرة جدا السرعة الكونية الثانية ، اذا ما استخدمت طريقة «استحداث النبضات » . فمثلا ، ان السفينة الفضائية ، التى تبعد مسافة عشرين الف

كيلومتر عن مركز النجم المعروف الشديد الكثافة وهو القزم الابيض سيريوس (ف) ، يمكن ان تنطلق الى الفضاء فى لولب متفكك خلال ساعة ونصف فحسب .

بينما يختلف الامر فيما يتعلق باية درجة تستطيع تحقيق مثل هذا المشروع عمليا ، وهل من الممكن صنع سفينة فضائية نبضية ؟ الا ان هذه مسألة تتعلق بالتكنيك فى المستقبل . وعلى اى حال هناك امكانية نظرية من حيث المبدأ .

« مصادفة غريبة »

ثمة قانون طريف فى المجموعة الشمسية ... لقد اوردنا آنفا بان القمر يواجه الارض بجانب واحد منه . ويقوم تابعنا الطبيعى خلال ٢٨ يوما بدورة واحدة حول الارض وخلال هذه الفترة نفسها يدور دورة واحدة حول محوره .

وبفضل تطابق فترة دورة القمر حول الارض ودورانه حول محوره فاننا نرى دائما جانبا واحدا فقط من الكرة القمرية . لكن هل هذه مصادفة ؟

وعموما ان الطبيعة لا « تحب » المصادفات من هذا النوع ولا تلاحظ فى غالب الاحيان . ومفهوم سبب ذلك : فان احتمالات حدوث مصادفات معقدة عارضة هى قليلة للغاية عادة . واذا ما وجدنا مع هذا فى الطبيعة تطابقا عجيبا للاحداث فانه يوجد على الاغلب قانون خفى ما له .

و « سلوك » القمر لا يشذ عن ذلك : فاننا نجد مثيلا له لدى الاجرام السماوية الاخرى التى تضمها المجموعة الشمسية . فمثلا ، ان عطارد اقرب الكواكب الى الشمس يدور دورة واحدة حول الشمس خلال ٨٨ يوما ارضيا ، ويقوم بدورة واحدة حول محوره خلال ٥٩ يوما . وقد يبدو انه ليست هناك اية مصادفات . لكن القضية انه طبقا لقانون كبلر الثانى تتحرك الكواكب فى مداراتها الاهليلجية بسرعة متغيرة : وتزداد سرعتها كلما كانت اقرب الى الشمس . ولو حسبنا السرعات الزاوية فى حركة عطارد لتبين بان السرعة الزاوية لدورانه حول محوره تتطابق مع السرعة الزاوية لدورانه حول الشمس فى تلك اللحظة عندما يمر الكوكب فى اقرب قطاع من مداره الى الشمس .

ونجد تطابقا اكثر تعقيدا فى حركة الزهرة . فهذا الكوكب ينجز دورته حول الشمس ، كما نعرف ، خلال ٢٢٥ يوما ارضيا . وبعد مضى كل ٥٨٤ يوما تغدو الزهرة فى الخط الذى يربط ما بين الشمس والارض .

وفى هذه اللحظة تكون الشمس دائما متجهة نحو الارض بالجانب نفسه .

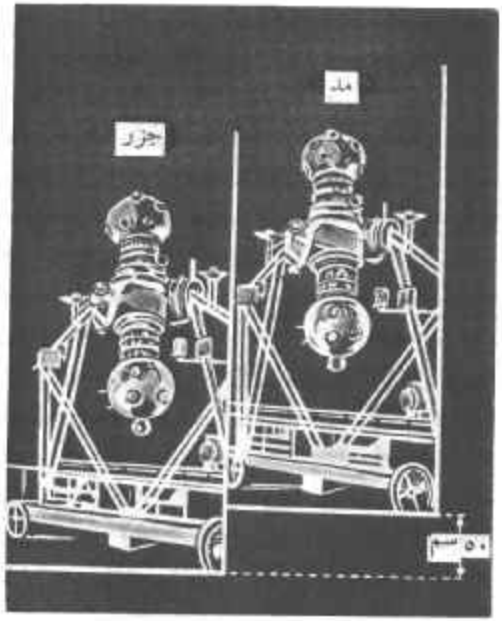
فما سبب كل هذه « المصادفات » ؟

يعرف الجميع ظواهر المدّ القمرى . اذ تولد قوة الجاذبية القمرية فوق الغلاف المائى للارض « تحديبين » . وبما ان كوكبنا يدور حول نفسه فان هذين التحديبين يتنقلان على سطحه اى تتحرك موجة المد . ولا يحدث المد فى الغلاف المائى فقط ، بل وفى المادة الصلبة للارض . فمثلا ، ان التربة بموسكو ترتفع وتنخفض بحوالى ٤٠ — ٥٠ سم يوميا بتأثير المد والجزر . وبما ان مياه المد تتنقل للقاء دوران الارض حول محورها يوميا فانها لابد وان تعرقله ، وتقل سرعة دوران كوكبنا حول نفسه تدريجيا . وكانت فترة اليوم الارضى فى وقت ما اقصر منها فى الوقت الحاضر .

ولكن اذا ما جرت على الارض ظواهر المد القمرى ، فلا بد وان تحدث فى مادة القمر ظواهر المد الارضى ، وبنطاق اكبر ، لان كتلة الارض تزيد بمقدار ٨١ مرة على كتلة القمر . وبفضل هذا فان البطء فى دوران القمر حول محوره يجب ان يتم بشكل اسرع حتى يتوقف نهائيا هذا الدوران حول الارض . اما الآن فانه قدر للقمر ان « يتطلع » نحو الارض بجانب واحد منه .

يبدو ان تأثير السبب المذكور نفسه قاد ايضا الى تكافؤ السرعتين الزاويتين لدوران عطارد حول محوره وحول الشمس فى اقرب نقطة من مداره الى الشمس . وتضعف قوة الجاذبية بسرعة من مسافة تتناسب طرديا مع قيمتها التربيعية ، ولهذا فان ظواهر المد الشمسى على الارض ضئيلة قياسا الى ظواهر المدّ القمرى . الا ان هذه الظواهر بالنسبة الى عطارد ، اقرب الكواكب الى الشمس ، تكون فى اغلب الظن قوية جدا وبوسعها التأثير بشكل ملحوظ على دورانه حول محوره . اما تطابق السرعات الزاوية المذكور آنفا هو على الاكثر من نتائج الابطاء الناجم عن المد ايضا .

وفيما يتعلق الامر بالزهرة فان سبب توجهها الدائم نحو الارض فى فترات اقترابها باكبر قدر لا يزال غامضا حتى الآن . ولا يعرف بعد فيما اذا كانت هذه



الشكل ٣ – مقدار المد القمري في المادة الصلبة للارض بمنطقة موسكو

الظاهرة حتمية ام انه تلاقينا هنا مصادفة بحتة . ولربما يلعب دورا ما كون الزهرة في فترة الاقتراب في مسافة اقرب كثيرا الى الارض منها الى الشمس ، بيد ان حل هذا اللغز لا يزال امامنا .

هل تهددنا كارثة ؟

قد يتراءى لنا بان بناء الكون بسيط ومضمون اكثر من بناء منظومتنا الشمسية ؟ وتلعب الدور الحاسم في هذا قوة واحدة هي قوة الجاذبية ، اذ تخضع حركة كل كوكب يدور حول الشمس الى قوانين واضحة وصريحة هي قوانين كبلر ، كما وتتم هذه الحركة في مستوى واحد لجميع الكواكب باستثناء اقلوطن ...

اما في الواقع فان المسألة ليست بهذه البساطة . ويحمل القضية انه لا تؤثر على كل واحد من الكواكب قوة الجاذبية الشمسية فقط ، بل وقوة جذب الكواكب الباقية في المنظومة الشمسية . ويولد هذا الجذب اضطرابات في حركة كل واحد من الكواكب . وينحرف الكوكب عن طريقه الطبيعي نوعا ما ، وهو الطريق الذي حددته قوانين كبلر ، علما بانه يعود في كل مرة محددا اليه . واذا ما راعينا بان التموضع المتبادل للكواكب يتغير باستمرار فسيغدو واضحا ان الصورة العامة لحركتها معقدة جدا .

ويطرح سؤال مشروع . هل يمكن ان تقود الاضطرابات في حركات الكوكب الى حدوث الكارثة التي لا يحمد عقباها ؟ فايّ الضمانات في ان الكوكب سيعود حتما ، بعد خروجه عن الدروب الفضائية غير المرئية ، الى مداره الاصلي ؟ وماذا لو كان الانحراف كبيرا جدا ؟ ألن يؤدي كل هذا « التأرجح الداخلي » ، والاهتزاز غير الاعتيادي الى الانهيار الكامل للمنظومة الشمسية ؟

لا يمكن ان تعطي الجواب على السؤال المطروح سوى الحسابات . ويجب حساب حركة كل كوكب مع مراعاة جميع الاضطرابات المحتملة المتأتية عن تأثير الكواكب الاخرى ، وعندئذ سيغدو كل شيء واضحا .

الا انه من اليسير القول بوجوب اجراء حسابات . ولا ريب في ان مثل هذه المسألة قابلة للحل من حيث المبدأ ، وعلى اية حال بدرجة دقة معينة . وتتحكم بتحركات الاجرام السماوية قوى الجاذبية المؤثرة فيما بينها . وتتوقف قيمة هذه القوى على كتلة الاجرام السماوية والمسافات الكائنة فيما بينها . وعلاوة على ذلك ان مواصلة تحرك اي جسم انما تحددها ايضا السرعة التي يكتسبها . ويمكن القول انه في الوضع الراهن لمنظومة الاجرام السماوية ، اي باوضاعها المتبادلة وسرعاتها ، سيكون مستقبلها واحدا (بدرجة دقة معينة ايضا) . لذا فان المسألة تكمن في حساب تحركات الكواكب في المستقبل ، بعد معرفة مواضعها بالنسبة الى بعضها البعض وسرعتها في اللحظة الراهنة ، لكن هذه المسألة معقدة جدا من الناحية الرياضية ذلك لانه تجرى في اية مجموعة من الاجسام الفضائية المتحركة اعادة توزيع مستمر للكتل ، وبفضل ذلك تتغير قيمة واتجاه القوى المؤثرة على كل جسم . ولا يوجد حتى الآن حل رياضي كامل عموما حتى بالنسبة لابسط حالات حركة ثلاثة اجسام تؤثر في بعضها البعض .

ولا يتسنى الحصول على حل دقيق لهذه المشكلة المعروفة فى ميكانيكا السماء باسم « مسائل الاجسام الثلاثة » الا فى حالات معينة ، عندما تتوفر الفرصة لاجراء التبسيطات المعروفة .

ومما يزيد من صعوبة الحساب المتناهى فى الدقة لحركة كواكب المنظومة الشمسية التسعة المؤثرة على بعضها البعض ، والمتنقلة باستمرار ، انه لا تستطيع القيام به حتى الرياضيات الحديثة ذات المعدات الحاسبة الجبارة .

لكن هل ينبغى للاجابة على السؤال المطروح اجراء حساب صارم ودقيق بصورة مطلقة ؟ المهم فى نهاية المطاف هو ليس معرفة كل مستقبل وضع الكواكب بالنسبة الى بعضها البعض قدر الحصول على جواب عن سؤال واحد لا غير هو : هل يمكن او لا يمكن ان تتجاوز الاضطرابات الكوكبية « حدا حرجا » ما ، يبدأ بعده انحلال المنظومة الشمسية بلا رجعة ؟ بتعبير آخر ان ما يهمنا هو الحل النوعى لا الكمى للمسألة .

وثمة فارق ملموس بين مفهومى « الكمى » و « النوعى » . ويظهر الحل الكمى بكم مرة تتغير القيم الفيزيائية تبعا لتغير القيم الاخرى . اما الحل النوعى فلا يعطى سوى صورة حول ما يتعلق باية اتجاهات او باية حدود تتغير القيم التى تهمنا لدى حدوث تغير معين فى القيم الاخرى .

الا انه فى عدد من الحالات تكون هذه المعرفة كافية تماما . ومنها ايضا الكثير من المسائل الخاصة بالاستقرار . فمثلا تجرى عملية كيميائية ما . وتنبغى معرفة الانحرافات المسموح بها للبارامترات عن تلك المعطاة من اجل استبعاد حدوث انفجار .

او هناك مسألة اخرى هى حساب تصميم جسر للسكك الحديدية بحيث لا تؤدى اية اهتزازات ناشئة عند حركة وسائل النقل الى ظواهر يمكن ان تفوق احتياطى المتانة للبناء . ولا توجد ضرورة فى كلتا الحالتين الى حساب جميع الاوضاع البينية للمنظومة ، يكفى فقط تحديد الصلة بين التغيرات فى بعض القيم الاولية والنهائية .

ان مسألة الاضطرابات الكوكبية هى ايضا مسألة الاستقرار أى استقرار المنظومة الشمسية . وهى تسمح ايضا باجراء الحل النوعى . وقد قام بحل هذه

المسألة لاول مرة العالم الرياضى الروسى العظيم . ا . لياپونوف الذى تسنى له ان يظهر بانه لا يمكن ان تتجاوز الحد الحرج الاضطرابات المتبادلة للكواكب فى اية اوضاع تتبادر الى الذهن . وبهذا لا يمكن لاية قوى داخلية وتأثيرات متبادلة ان « تهز » المنظومة الشمسية وان تقودها الى شفير الانحلال . ان الاسرة الكوكبية للشمس مستقرة .

الشمس والنيوترينو

لقد ذكرنا آنفا ان كوكبنا الساطع اى الشمس هى « صندوق اسود » ، لا يمكن ان يرصد الفلكيون فيه سوى « المخرج » . وان كل ما يتوفر لدى علم الفلك الحديث من معلومات عن الشمس قد تم الحصول عليها بفضل دراسة مختلف الاشعاعات المتولدة فى الطبقات العليا للشمس . ولا ترد الينا اية معلومات من بواطن الشمس مباشرة . ولذا فان نظرية التركيب الداخلى للشمس ، والتى تقول بان طاقتها ناشئة عن التفاعلات النووية الحرارية ، هى بالاحرى ، ليست سوى نموذج نظرى .

بالمناسبة ، ان عبارة « ما هى سوى » غير ملائمة تماما فى هذه الحالة . وتفسر النظرية النووية الحرارية بصورة جيدة جدا عمليات تطور النجوم وتتوافق جيدا مع الخصائص الفيزيائية للشمس والنجوم الجارى رصدها . ومع ذلك ، فمثل اى نموذج « للتركيب » الداخلى « للصندوق الاسود » تحتاج هذه النظرية ليس الى الادلة غير المباشرة فحسب ، بل والاثباتات المباشرة ، وهذا يتطلب توفر المعلومات الواردة من بواطن النجوم ، مباشرة .

وقد ظهرت مثل هذه الامكانية فى السنوات الاخيرة من حيث المبدأ . والمقصود به ما يسمى « علم الفلك النيوترينى » او بتعبير ادق « الفيزياء الفلكية النيوترينية » .

ان النيوترينو هو جسيم « سريع الافلات » يشارك بصورة مباشرة فى التفاعلات النووية الحرارية . ومن ذلك تتولد النيوترينوات فى سياق عمليات التحولات النووية الحرارية للهيدروجين الى هيليوم ، والتى تعتبر طبقا للتصورات

الحديثة ، مصادر الطاقة داخل النجوم . وتتوقف طاقة هذه الجسيمات ومقدار تدفقها على درجة الحرارة وطابع التفاعلات النووية .

وبينما يعانى الفوتون ، الذى يتولد فى بواطن الشمس ، وقبل ان ينفلت الى الخارج ، من قرابة ١٠ مليارات من التصادمات ، فان جسيمات النيوترينو التى تتصف بقدرة انفاذية هائلة ، تمر عبر كل سمك المادة الشمسية ، بلا عقبة عمليا وتصل الى الارض . ولو تسنى لنا « اصطياد » النيوترينوات الشمسية « لرأينا » بشكل ما ، ماذا يجرى فى مركز الشمس . الا انه لا يمكن رصد النيوترينوات الا بصورة غير مباشرة ، بارغامها على التعامل مع الجسيمات الاخرى وبالتحكم بنتائج مثل حالات هذا التعامل .

ويمكن ان يفيد كتفاعل نووى مناسب تعامل النيوترينو مع نواة احد النظائر المشعة للكلور الذى يبلغ وزنه الذرى ٣٧ . وبعد ان تلتقط هذه النواة النيوترينو تتحول الى نواة النظير المشع للارغون — ٣٧ . ويتولد عندئذ الكترون واحد يمكن تسجيله بالوسائل المعروفة جيدا لدى الفيزيائيين . وعلاوة على هذا فان الارغون — ٣٧ يتسم بفاعلية اشعاعية ، وهذا يعنى انه بعد مضى فترة معينة من الزمن يمكن قياس الكمية المتجمعة منه .

الا انه ينبغى ان « ينعزل » عن الاشعاعات الكونية الاخرى التى يمكن ايضا ان تولد التفاعل النووى لتحول الكلور الى ارغون . ولغرض تفادى مثل هذه التشوشات ينبغى اجراء كافة القياسات على عمق كبير تحت الارض ، حيث لا تستطيع الجسيمات الفضائية العادية التسلل اليه كما نعرف .

لقد طرح فكرة « الكاشف الكلورى » لتسجيل نيوترينوات الشمس العالم السوفيتى المعروف الاكاديمى ب . بونتيكورفو ووضعها قيد التطبيق العالم الفيزيائى الامريكى ر . ديفيس والعاملون معه . واستخدم بصفة « تيلسكوب نيوترونى » صهريج ضخم يملأ بـ ٦٠٠ طن من البيركلوراثيلين وهو سائل اعتيادى مماما يستخدم فى تنظيف الملابس . ووضعت الاجهزة فى منجم ذهب مهجور بولاية داكوتا الجنوبية بالقرب من مدينة هومستيك .

وجرت اعمال الرصد خلال فترة طويلة من الزمن بعدة دفعات واعطت

نتيجة غير متوقعة . وظهر بان عدد اعمال التفاعل اقل بكثير مما تنبأت به النظرية .

وطرحت لغرض التفسير تنبؤات مختلفة بضمنها تنبؤات متطرفة جدا . فمثلا ، افترض بعض العلماء بان المفاعل النووى الحرارى الشمسى يعمل بـ « النظام النبضى » . ويتحكم خصائص معينة لمجريات العمليات الفيزيائية فى باطن الشمس يتغير التفاعل النووى الحرارى بين حين وآخر . وعندئذ تضيء الشمس على حساب احتياطيات الطاقة المتراكمة فى الدورة السابقة . ولنتذكر بان فوتونات الاشعة الكهرومغناطيسية الواردة الينا من الشمس قد ولدت فى الواقع منذ حوالى مليون سنة مضت حيث ينبغى عليها ان « تشق طريقها » نحو سطح الشمس . اما جسيمات النيوترينو فانها تزودنا بالمعلومات حول وضع الشمس عمليا فى لحظة الرصد . ولذا ليس من الغرابة ابدا ان لا تتطابق الصورتان « الكهرومغناطيسية » و « النيوترينوية » ... أفلا يعنى انعدام جسيمات النيوترينو الشمسية فى تجارب ديفيس ان المفاعل النووى الحرارى الشمسى لا يعمل فى عصرنا بالذات ؟

وثمة أمر واضح وهو ان حل المشكلة الناشئة يتطلب مواصلة اعمال رصد نيوترينوات الشمس . ويجرى فى الوقت الحاضر صنع اجهزة التسجيل اللازمة لهذا الغرض .

ومن جانب آخر لا يستبعد الاحتمال بان تعزى النتيجة السلبية لاعمال الرصد التى قام بها ديفيس الى خصائص النيوترينو نفسه . وسنعود الى هذه المسألة فى الباب القادم .

الباب الثالث

فى اعماق الكون

الكون

نرى جيدا فى السماء فى الليالى غير المقمرة المنطقة الضبابية لدرب التبان . الا انها ليست تراكمات من الكتل الضبابية ، بل عدد كبير من النجوم – اى منظومتنا النجمية (المجرة) . ويوجد فى المجرة حسب التقديرات الحديثة قرابة ٢٠٠ مليار نجمة . ويحتاج الشعاع الضوئى لكى يمر من احد طرفيها الى الآخر بسرعة ٣٠٠ الف كيلومتر فى الثانية الى حوالى ١٠٠ الف سنة .

بيد انه بالرغم من هذه الابعاد الهائلة فان مجرتنا ليست سوى واحدة من كثير

من الجزر النجمية المماثلة فى الكون . ولديها توابع . واكبرها سحابة ماجلان الكبرى وسحابة ماجلان الصغرى . وهما تدوران سوية مع مجرتنا حول المركز المشترك للكتل . وتشكل مجرتنا وسحابتا ماجلان وعدة منظومات نجمية اخرى ، وبضمنها سديم اندروميدا الشهير ، ما يسمى بالمجموعة المحلية للمجرات .

ويوسع التلسكوبات العادية والتلسكوبات الراديوية الحديثة وكذلك الوسائل الاخرى للابحاث الفلكية رصد مجال هائل من الفضاء . ويبلغ نصف قطر هذا المجال ١٠ – ١٣ مليار سنة ضوئية . وتوجد فى هذا المجال مليارات المجرات . وتسمى بمجملها المجرات الخارجية .

وفى عملية الادراك يبرز الانسان ويفصل عن المادة المتنوعة الى ما لانهاية للعالم اجساما وظواهر وروابط وتأثيرات متبادلة معينة . لذا فمن المناسب التفريق بين مفهوم الكون الفلكى والعالم المادى اجمع .

كتب العالم السوفيتى والاكاديمى المعروف ب . فيدوسييف يقول : « علما بانه انطلاقا من مبدأ التطور ، تتوفر كل الاسس للاعتقاد بان الكون الذى تدرسه العلوم الطبيعية الحديثة يتألف من تكوين يتطور بمرور الزمن ، نشأ من حالات واشكال للمادة سبقت وجوده وتتبدل بحالات واشكال جديدة لها .

وتتجافى الفلسفة المادية مع التصورات حول ان العالم المادى وليد الوعى ، وأن الكون خلق من قبل كائن ما اعلى . واذا ما كان الكون الذى ندرسه اليوم قد نشأ قبل ٢٠ مليار عام مضت ، فمن المهم من وجهة النظر الفلسفية الاعتراف بالطابع الموضوعى لهذه العملية بصفتها المرحلة الفضائية لتطور المادة ذاتيا . وواجب العلم الملموس هو ادراك هذه العملية فيزيائيا وتوصيفها . ويمكن التفكير بوجود اكوان كثيرة ذات طوبولوجيا خاصة معقدة . لذا فمن المناسب التمييز بين مصطلح الكون لدى العالم التجريبى الطبيعى ، والذى تخصص له معطياتنا حول الكون ، والمتراكمة حتى اللحظة الراهنة ، عن المفهوم الفلسفى للعالم المادى . ويتضمن هذا المفهوم بشكل خفى كل انجازات المستقبل فى الافكار حول الكون لدى العالم التجريبى الطبيعى » . *

* ب . فيدوسييف ، لينين والقضايا الفلسفية للعلوم الطبيعية : النتائج والآفاق ، موسكو ، دار « ناوكا » للنشر ، ١٩٨١ ، الصفحة ١٣ .

يمكن بلا شك اعتبار النظرية التى ظهرت فى القرن الحالى حول « الكون المتمدد » او بالاحرى المجرات الخارجية المتمددة ، من اكثر النظريات الفلكية اثارة . والفكرة الاساسية لهذه النظرية هى ان المجرات الخارجية قد ظهرت الى الوجود قبل زهاء ١٥ – ٢٠ مليار عام بنتيجة حدوث انفجار فضائى هائل لكتلة مكثفة متراصة من مادة عالية الكثافة .

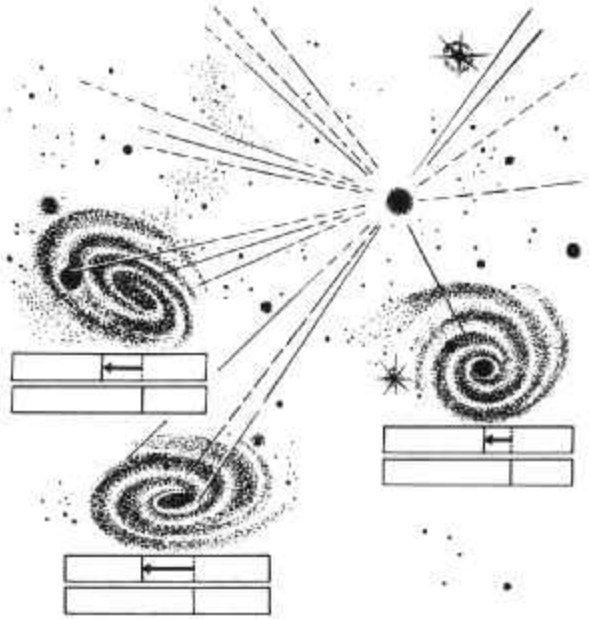
ولنتكلم بايجاز عن ولادة هذه النظرية . ان من اكثر الوسائل فعالية لدراسة الكون هى تكوين مختلف النماذج النظرية ، اى المخططات النظرية المبسطة لبناء الكون . وجرت خلال فترة طويلة فى علم الكونيات دراسة ما يسمى النماذج المتجانسة الموحدة الخواص فى مختلف الاتجاهات . فما معنى ذلك ؟

لنتصور اننا قسمنا الكون الى عدد كبير من القطاعات « الاولية » وان كل قطاع منها يتضمن عددا كبيرا من المجرات . وعندئذ يعنى التجانس ووحدة الخواص فى مختلف الاتجاهات بان خواص وسلوك الكون فى كل عنصر واحدة فى جميع القطاعات الكبيرة جدا وفى كافة الاتجاهات .

وقد اقترح البرت اينشتين اول نموذج متجانس موحد الخواص فى مختلف الاتجاهات للكون وقد وصف ما يسمى الكون المستقر ، اى الكون الذى لا يتغير بمرور الزمن فى السمات العامة ، كما وانه لا تجرى فيه اية حركات على نطاق كبير جدا . الا انه فى عام ١٩٢٢ بين العالم الليننغرادى الموهوب ا . فريدمان بان معادلات اينشتين تشمل ايضا الكثير من النماذج المتجانسة الموحدة الخواص فى مختلف الاتجاهات غير المستقرة ، اى المتمددة والمتقلصة . وتبين فيما بعد بان النموذج الثابت لاينشتين يتحول حتما الى نموذج غير مستقر . لكن هذا يعنى بان الكون المتجانس الموحد الخواص فى مختلف الاتجاهات يجب حتما اما ان يتمدد واما ان يتقلص .

وقبل هذا اكتشف العالم الفلكى الامريكى سلايفر الانحراف الاحمر لخطوط الطيف فى اطياف المجرات . وتلاحظ مثل هذه الظاهرة ، المعروفة فى الفيزياء باسم تأثير دوبلر ، عندما تزداد المسافة بين مصدر الضوء والجهاز المستقبل .

وبعد قيام فريدمان بابحاثه برهن العالم الفلكى الامريكى هابل نهائيا على انه كلما تكون المجرة ابعد عنا ، يزداد انحراف الخطوط فى طيفها . والاكثر من ذلك ،



الشكل ٢٤ – رسم تخطيطى لتمدد المجرة الخارجية . الانحراف الاحمر لخطوط الطيف يزداد بازدياد المسافة

تم اكتشاف العلاقة النسبية المباشرة بين المسافة ومقدار الانحراف الاحمر . وهذا يعنى من وجهة نظر مبدأ دوبلر ان المجرات كافة تبتعد عن بعضها البعض بسرعة اكبر كلما كانت المسافة بينها أكبر .

وعلى اساس هذه الصورة لحركة المجرات ، والمستحصلة بنتيجة تفسير الانحراف الاحمر بواسطة تأثير دوبلر تم وضع نظرية المجرات الخارجية المتمددة .

الا انه لم يكن الاعتراف بهذه النظرية اجماعيا البتة . وجرت فى اوقات مختلفة محاولات شتى لتفسير ظاهرة الانحراف الاحمر ليس بالابتعاد المتبادل للمجرات بل لاسباب ما اخرى . ولم يخالف النجاح اية واحدة من الفرضيات المطروحة .

مع ذلك تستمر الى يومنا هذا المحاولات لدحض طابع دوبلر للانحراف الاحمر فى طيف المجرات .

وسنحاول تبيان امكانية تفسير الانحراف الاحمر فى اطياف المجرات بكونه ناجما ليس عن تأثير دوبلر ، بل عن سبب آخر ما ، وفيما اذا كانت توجد مسوغات جدية لتشكك فى توسع المجرات الخارجية ؟

وقد طرح بصفة الاعتراض الاكثر شيوعا على التفسير الذى اعطاه علم الكونيات للانحراف الاحمر الاعتراض القائل بـ « شيخوخة » الفوتونات ، و « تحللها » التدريجى وتناقص طاقتها (اى زيادة طول الموجة) فى الطريق البعيدة عبر الفضاء الكونى .

لكن قد يمكن ايراد الحل نفسه تماما « للخلاف » بين تأثير دوبلر وتأثير التحلل ، عن طريق اعمال الرصد الفلكى . ذلك لان هذين التأثيرين غير متشابهين تماما .

وتظهر الحسابات انه لدى شيخوخة الفوتونات يجب ان يكون التغير $\Delta\nu$ للتردد ν (اى انحراف خطوط الطيف) واحدا فى الطيف كله . بعبارة أخرى ان مقدار الانحراف لا يتوقف على التردد .

اما فى حالة تأثير دوبلر فان تغير التردد يتناسب طرديا مع التردد . ويكون الثابت عندئذ ليس مقدار الانحراف $\Delta\nu$ بل علاقته بالتردد المناظر $\Delta\nu/\nu$. بتعبير آخر ان مقدار الانحراف فى هذه الحالة لا يكون واحدا بالنسبة الى مختلف خطوط الطيف .

وماذا تظهر اعمال الرصد ؟ انها تدل على ان الانحراف الاحمر بالذات ، والذى يلاحظ فى اطياف المجرات ، هو بشكل بحيث انه بالنسبة لمختلف خطوط الطيف نفسه يتساوى لا تغير التردد ، بل بالذات نسبة هذا التغير الى التردد نفسه . لكن هذا يثبت بلا مواربة تفسير « دوبلر » للانحراف الاحمر فى اطياف المجرات .

والمسألة الاخرى هى فيما اذا كان يحدث « الخلال » الفوتونات الفضائية عموما . فاذا لم يتوقف انحراف خطوط الطيف على التردد ، فمن الواضح انه يجب ان يلاحظ بقدر اكبر فى مجال الترددات الواطئة نسبيا ، اى فى النطاق الراديوى . فهنا يجب ان يلاحظ على الفور كما فى لوحة القياس لجهاز الراديو حتى اقل تغير فى التردد . الا ان اعمال الرصد الفيزيائى الفلكى لم تكشف وجود اية علامات لمثل هذه الظاهرة .

صحيح انه احقاقا للحق لا بد من الاشارة الى انه توجد من حيث المبدأ ظاهرة فيزيائية اخرى تتصف بنفس خصائص تأثير دوبلر . فعندما تنتشر الاشعة فى مجال الجاذبية يتغير ترددها بالصورة نفسها لدى الابتعاد المتبادل بين مصدر الضوء والجهاز المستقبل .

لكن الحسابات اظهرت انه فى حالة الانحراف الاحمر لهذا التأثير فى المجرات الخارجية ، والمعروف باسم « انحراف الجاذبية » او « تأثير اينشتين » ، فقد يبدو من حيث المقدار كاضافة ضئيلة جدا الى تأثير دوبلر .

وهكذا لا تعرف الفيزياء الحديثة ظواهر اخرى باستثناء تأثير دوبلر يمكن بواسطتها تفسير الانحراف الاحمر الملاحظ فى اطياف المجرات .

الا انه هل يوجد عموما اساس للبحث عن اية تفسيرات اخرى ، لا علاقة لها بتأثير دوبلر ؟ ولربما سيغدو هذا مبررا اذا ما قادت « صورة دوبلر » الى اية تناقضات جدية . وهل توجد مثل هذه التناقضات فى الواقع ؟

لقد طرحت فى حينه اعتراضات تتعلق بعمر الاجسام الفضائية . ذلك انه طبقا لنظرية المجرات الخارجية المتمددة فان فترة التمدد تتراوح ما بين ١٠ و ٢٠ مليار عام . ألن يؤدى هذا الى التناقض مع التقديرات الموجودة عن عمر الكواكب والمجموعات الكوكبية والمجرات ؟

وبدا فعلا فى وقت ما بان طول فترة التمدد وعمر الاجسام الفضائية لا يتفقان مع بعضهما البعض . غير انه بات ممكنا الآن القول بانه يجوز على اعتراف الجميع ان فترة وجود كافة الاجسام الفضائية المعروفة لدينا يعادل قرابة ١٠ مليارات عام .

ومع ذلك تقدر الآن ايضا اعمار بعض الاجسام الفضائية بـ ٢٠ مليار عام واكثر . ويطرح السؤال التالى : اذا ما اثبتت هذه التقديرات فعلا ، فهل سيكون ذلك بمثابة كارثة بالنسبة الى نظرية التمدد ؟

يؤكد ا . زيلمانوف بان الاستنتاج حول فترة عهد تمدد المجرات الخارجية ، التى تعادل ١٠ — ٢٠ مليار عام ، قد طرح ضمن اطارات نظرية الكون المتجانس الموحد الخواص فى كافة الاتجاهات . وقد تكون هذه الفترة اكبر قليلا فى النظرية الاكثر تعميما .

بيد انه توجد فى نظرية الكون المتجانس الموحد الخواص فى كافة الاتجاهات ايضا عدة بدائل تكون بموجبها فترة عهد تمدد المجرات الخارجية اطول . وفى غالبية

البدائل للنظرية يغلب فى بداية التمدد انجذاب الكتل المتبادل بواسطة قوة الجاذبية ، مما يعرقل التمدد ويجعله ابطأ . الا انه لدى ازدياد التمدد تضعف قوة الجاذبية ، بينما يزداد التنافر الفضائى الذى تسمح به فى ظروف معينة معادلات نظرية النسبية العامة . ويمكن ان يحدث انه تتعادل قوة الجاذبية فى نهاية المطاف بفعل التنافر ، وفيما بعد تتراجع امامه ، وعندئذ يجب ان يحل التمدد السريع محل التمدد البطىء .

لنفرض ان المجرات الخارجية سلكت هذا السلوك بالذات واننا نعيش فى عصر التمدد السريع . الا ان هذا يعنى بانه كان يتم فى الماضى القريب بوتيرة ابطأ ، وبالتالى استمر فترة اطول مما فى حالة الفرملة المستمرة .

من جانب آخر فان تقدير العمر يمكن انقاصه تماما .

وطبقا لنظرية الكون المتمدد الساخن فانه بعد مضى فترة من الوقت بعد بدء التمدد كان يجب ان يحل طور تصبح فيه المادة كلها بشكل بلازما ، تتألف من الكترونات وبروتونات ونوى العناصر الخفيفة . وعلاوة على المادة لوجدت ايضا الاشعة الكهرومغناطيسية : موجات الراديو والاشعة الضوئية واشعة رونتجن . وفى تلك الفترة لكانت المادة والاشعة فى حالة توازن . اما الجسيمات (الالكترونات بصورة رئيسية) فكانت تبتلع المقدار نفسه من البروتونات الذى تشعه .

الا انه فيما بعد انخفضت درجة الحرارة الى حد ان الالكترونات صارت ترتبط بالايونات ، مكونة ذرات الهيدروجين والهيليوم وغيرها من العناصر الكيميائية . وبنتيجة ذلك غدت البيئة المحيطة شفافة بالنسبة للاشعاع . بتعبير آخر ان الفوتونات كفت عمليا عن الانبعاث والابتلاع .

وبعد هذا صارت درجة حرارة الاشعة تنخفض رويدا رويدا ، وطبقا للحسابات المتأتية من نموذج الكون المتمدد الساخن ، فان الفراغ العالمى فى العصر الحديث يجب ان يكون مترعا باشعة تبلغ درجة حرارتها زهاء ٣ – ٤ كلفن .

فى عام ١٩٦٥ تم تسجيل هذا الاشعاع المفترض واطلقت عليه تسمية المعمر . ويدل اكتشاف الاشعاع المعمر بصورة مباشرة على ان تمدد الكون يستمر منذ مليارات السنين من حالة اكثر كثافة مما لا يقاس منها فى الوقت الحاضر .

بيد انه فى الاعوام الاخيرة ظهرت اسباب ما تدعو للشك . فقد رأى بعض العلماء انه جرى فى واقع الامر تسجيل الخلفية الحرارية العامة فقط للمجرات الخارجية والتى تتسم بطبيعة فيزيائية مغايرة تماما .

كما طرحت فرضية تفيد بان الاشعاع الذى يعتبر بصفته معمرا كان قد انطلق فى الماضى البعيد من اجسام فضائية منعزلة ما ، وبعد ذلك انتشر فى الفضاء العالمى كله .

الا ان العلماء خلصوا فى المؤتمر الدورى للاتحاد الفلكى الدولى الذى عقد فى صيف عام ١٩٧٠ ببريطانيا الى رأى موحد مفاده انه لا توجد اية مسوغات جديدة للتشكك فى الوقت الحاضر بان الاشعاع الراديوى الفضائى الذى تم تسجيله ليس معمرا .

اما بصدد الفرضية حول المصادر المنعزلة للاشعة المعمرة ، فانه كان يجب ان يرصد فى اماكن تواجدها آنذاك اهتزازات (تقلبات) للاشعة الراديوية .

لكن الابحاث التى اجراها العالم الفلكى السوفيتى المختص بالاشعاعات يو . باريسكى قد اظهرت انه يمكن التأكيد بدقة كبيرة جدا على عدم وجود مثل هذه التقلبات .

الا انه حتى اذا تبين عدم وجود الاشعاع المعمر عموما فان من شأن ذلك الا يعنى بتاتا وجوب التخلى عن نظرية التمدد . فيمكن فى اطار هذه النظرية وجود بديل لا تنبعث فيه الاشعة المعمرة .

وتعطى دراسة الكوازرات (quasars) حجة هامة جدا تدعم نظرية تمدد الكون . فالكثافة الفراغية لهذه الاجسام فى المجالات القريبة نسبيا من الكون تكون ضئيلة جدا . اما فى الاماكن التى تبعد قرابة ٧ – ٩ مليارات سنة ضوئية فانها تزداد كثيرا ، لكى تنخفض فيما بعد الى الصفر . لكن هذا يعنى بان الكثافة الفراغية للكوازرات كانت فى الماضى البعيد اكثر ، وفى العصر الاقدم لم تكن قد تولدت بعد .

وهكذا فان الكوازرات تعطينا تأكيدا مستقلا على ان الكون غير مستقر البتة . ومع ذلك تعرب الشكوك فيما اذا كانت توجد فى حوزتنا عموما المعايير الضرورية لقياس مقدار الانحراف الاحمر . حيث ان اطوال موجات الاشعة الكهرومغناطيسية نفسها تزداد مثل المسافات التى تبعد بها المجرات الخارجية ، ومقاييس الذرات مثل اطوال الموجات ، فانه لا يجوز عندئذ اكتشاف اى شىء فعلا .

تنبغى قبل كل شىء الاشارة الى ان الفيزياء الحديثة تنطلق من انه لدى

توسع المجرات الخارجية لا يحدث التغير سوى فى النطاقات الخاصة بعلم الكونيات . اما بصدد النطاقات الدقيقة والضخمة فانها تبقى فى سياق عملية التمدد . ولا تمثل هذه احدى وجهات النظر المحتملة ، بل مسألة ذات ارتباط وثيق بالاسس المتينة للفيزياء الحديثة كلها عموما .

اشعاع من الماضى

كما نعرف فانه تولدت الاشعة المعمرة فى احدى المراحل المبكرة من تمدد الكون . وتاريخ العثور عليها طريف جدا . فقد سجلها لاول مرة بالصدفة عالما الفيزياء الاشعاعية الامريكيان ا . بينزياس و ر . ويلسون ، اللذان حازا على جائزة نوبل لقاء هذا الاكتشاف بعد مضى ثلاثة عشر عاما على ذلك .

بدأت اولى المحاولات لاكتشاف الاشعاعات الآتية من اعماق الزمن وبذلك اثبات نظرية التمدد الساخن للكون فى بداية اعوام الستينيات . وعند ذاك قام الفيزيائى الامريكى المعروف ر . ديكه والعاملون معه فى جامعة برنستون بتصميم جهاز لاكتشاف الاشعة المعمرة وفى خريف عام ١٩٦٤ شرعوا بصنعه .

وفى الوقت نفسه كان بينزياس وويلسون يعملان بطلب من شركة « بيل » للتلفون اللاسلكى بدراسة خصائص الهوائى الفلكى اللاسلكى الجديد الذى خصص من اجل منظومة الاتصال اللاسلكى عبر الاقمار الاصطناعية التابعة للارض . وقد تميزت هذه المنظومة والاجهزة المرتبطة بها بتوفر حماية جيدة جدا فيها من التشويشات ودرجة حرارة الضجيج الواطئة ، اى كانت اجهزة الاستقبال نفسها تولد الحد الادنى من التشوهات فى نتائج القياسات . وتسنى الحصول على مثل هذه النتيجة بفضل التصميم الخاص لجهاز الاستقبال ذى المقوى المزود ببلورة من الياقوت الاحمر ، والمبرد بالهيليوم السائل .

واكتشف العالمان فى سياق العمل وجود تشويش غير متوقع هو خلفية من الضجيج غير واضحة على موجة يبلغ طولها ٧,٣ سم . واظهرت القياسات اللاحقة بان الضجيج اللاسلكى الغامض لا يعتمد على اتجاه المنظومة ، ولا على الوقت فى اليوم او العام . ودل هذا على ان مصدره من الفضاء .

وفى مايو (ايار) عام ١٩٦٥ نشرت فى « المجلة الفيزيائية الفلكية » مقالة بينزياس وويلسون ، التى اوردا فيها نتائج دراسة الاشعة المجهولة ، ولكن بدون

تفسير طبيعتها الفيزيائية . ونشرت المجلة التفسير لها فى العدد نفسه كما اوردته مجموعة ر . ديكه ، التى اوضحت بان خلفية الضجيج الغامضة هى الاشعة المعمرة .

بالمناسبة ان المصطلح المجازى « المعمرة » قد اقترحه الفيزيائى الفلكى السوفيتى المعروف العضو المراسل لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى ى . شكلوفسكى .

الا انه تنبغى الاشارة احقاقا للحق الى انه قبل نشر المقالة فى « المجلة الفيزيائية الفلكية » نشر بحث شيق جدا للعالمين الفلكيين الفيزيائيين السوفيتيين ا . دوروشكيفيتش وى . نوفيكوف ، اللذين برزا فيه امكانية التسجيل الفعلى للاشعة المعمرة . وقام كاتبا المقالة لاول مرة بحساب كل طيف الاشعة من مصادر الاشعاعات فى الكون التى كانت معروفة فى ذلك الوقت مع مراعاة تطورها فى سياق عملية التمدد واظهرا كيف يجب ان تبدو على خلفيتها الاشعة المعمرة . وعند ذاك خلصا الى استنتاج يفيد بانه يمكن عمليا اكتشاف هذه الاشعاعات التى تتواجد فى مجال الموجات السنتيمترية والمليمترية . وكما رأينا فان الواقع قد اثبت هذه النبوءة .

اذن يعتبر اكتشاف الاشعة المعمرة مثالا ساطعا آخر على التنبؤات العلمية ، والتى يزخر بها تأريخ العلوم الطبيعية وبالاخص الفيزياء والفلك . وفى الوقت الحاضر يقوم بدراسة الاشعة المعمرة الفلكيون المختصون بالاشعاعات بالعمل فى التلسكوبات الراديوية الكثيرة الموجودة فى العالم ، ومنها التلسكوب الراديوى السوفيتى العملاق راتان — ٦٠٠ .

وبتمدد الكون صارت الاشعة المعمرة تبرد تدريجيا وتبلغ درجة حرارتها الآن زهاء ٣ كلفن .

تتوفر الاشعة المعمرة بصورة كثيفة الى اقصى حد فى مجال الموجات فوق القصيرة التى يبلغ طولها جزءا من المليمتر . والموجات الكهرومغناطيسية من هذا الطول لا تبتلع عمليا فى الفضاء الكونى ولهذا السبب تصل الينا من مسافات بعيدة جدا .

اظهرت القياسات العديدة لكثافة الاشعة المعمرة فى مختلف الاتجاهات بانها متجانسة وموحدة الخواص فى مختلف الاتجاهات الى حد كبير من الدقة . وهذا

يعنى انه مهما كان اتجاه تلسكوبنا فان كثافة الاشعة المعمرة تكون واحدة عمليا . وهذا الواقع بالذات يدل على ان الاشعة الآنفة الذكر هى معمرة فعلا ، وليست اشعة متولدة عن مصادر منفردة ومتعزلة .

ان وجود الاشعة المعمرة يشكل اثباتا هاما جدا ، ويمكن القول بانه اثبات حاسم ، لتلك الحقيقة الراسخة القائلة باننا نعيش فى واقع الامر فى مجرة خارجية متمددة . وعلى وجه الخصوص اظهرت دراسة خصائصها الفيزيائية بان البلازما الاولية كانت فعلا ذات درجة حرارة عالية للغاية . وبهذا تم اثبات صحة نظرية التمدد الساخن للكون .

بيد ان اهمية الاشعة المعمرة بالنسبة لادراك العالم المحيط بنا لا تقتصر على كل ما قلناه . فمثلا ان دراسة هذه الاشعة قد اتاحت الحصول على معطيات تعتبر اثباتا مستقلا للاستنتاج الاساسى لعلم الفيزياء الفلكية الحديث حول تجانس الكون الذى نوجد فيه على النطاقات الكبيرة . ولو وجدت فى العالم المحيط بنا مناطق كبيرة جدا ذات كثافة عالية للمادة ، تقاس من حيث ابعادها بكل مجال الفضاء الذى نقوم برصده ، فانه كانت ستطرأ على الاشعة المعمرة فى هذه المناطق تغييرات معينة .

وتكمن المسألة فى انه طبقا لنظرية النسبية العامة لاينشتين فانه لا بد من وجود ما يسمى الانزياح الاحمر للجاذبية . ويطرأ على الاشعة الكهرومغناطيسية فى مجالات الجاذبية الشديدة تطور معين باتجاه الموجات الاطول والترددات الاوطأ . وقد تم اختبار هذا التأثير تجريبيا بدقة كبيرة . فكلما كان طول الاشعة الكهرومغناطيسية اطول تكون الطاقة التى تحملها اقل . اذن يجب ان تصل الينا الاشعة المعمرة الناشئة فى منطقة التركيز الكبير للمادة وقد اصابها الضعف . كما انه يجب ان توجد عندئذ فى الصورة العامة لتوزيع الاشعة المعمرة فى الفضاء فى كافة ارجاء السماء « بقع » ذات كثافة أقل .

تظهر الحسابات بانه لغرض امكان ملاحظة مثل هذه البقع بواسطة التلسكوبات الراديوية الحديثة الضخمة مثل راتان — ٦٠٠ فان مقاييس مثل هذه المناطق المكثفة للمادة يجب ان تعادل زهاء مليار سنة ضوئية ، بينما يجب ان تزيد كثافة المناطق المذكورة على المستوى المتوسط بما لا يقل عن ١٠ ٪ .

بيد ان اعمال الرصد الفلكى الاشعاعى الحديثة لمثل تلك « البقع » من

التكثف لم تكشف وجود الاشعة المعمرة هناك . واغلب الظن ان هذا يعنى انعدام وجود التكثفات المذكورة .

وبالتالى ، ففى حدود ذلك المجال من الفضاء الذى ترد منه الينا الاشعة المعمرة ، تكون اكبر تشكيلات بنيوية هى التجمعات الهائلة للمجرات بقطر يعادل تقريبا حتى مائة مليون سنة ضوئية . ويكون توزع المادة فى الكون بصورة متجانسة جدا فى النطاقات الكبيرة .

وبمراعاة ما تحقق من دقة فى الرصد يمكن القول بان الكثافة المتوسطة للمادة فى مجالات كبيرة جدا من الكون يمكن تمييزها بمقدار لا يزيد عن أجزاء من عشرة من المائة .

لو صحت فرضية الاكاديمى ى . زيلدوفيتش حول نشوء تجمعات المجرات من تشكيلات مسطحة من طراز « الارغفة » ، فان مثل هذه « الارغفة » التى تكونت فى مرحلة معينة من التطور لا بد وان تنعكس حتما على طابع الاشعة المعمرة . ويجب ان تلاحظ فى هذه الحالة فى توزيعها فى قبة السماء اهتزازات معينة صغيرة فى درجة السطوع الاشعاعى اى التموجات .

ان الاهتزازات البالغة الدقة التى سجلت فى التلسكوب الراديوى راتان — ٦٠٠ من قبل الفلكيين السوفيت المختصين بالاشعاعات أتاحت الكشف لاول مرة عن تموجات درجة سطوع الاشعة المعمرة ، التى تشمل السماء كلها ، ولربما الناشئة عن تكون المجرات الاولية والتجمعات الاولية للمجرات فى مرحلة معينة من تمدد الكون .

لا ريب فى انه تنبغى فى هذه الحالة ايضا مواصلة الفحوص الوافية اللاحقة باستخدام اجهزة اكثر حساسية .

وتتيح اعمال رصد الاشعة المعمرة حل مهمة أخرى هامة جدا . فان جميع الاجسام الفضائية فى حركة دائمة . والكواكب تدور حول الشمس . بينما الشمس والنجوم الاخرى تتحرك حول مركز المجرة ، والمجرات بدورها لا تساهم فقط فى تمدد الكون ، بل وتتحرك ايضا بالنسبة الى بعضها البعض .

ولغرض كشف ودراسة اية حركة ، وقياس خصائصها الفيزيائية : السرعة والتسارع والاتجاه ، ينبغى توفر نظام معين للحساب (للاحصاء) يرتبط بهذه الاجسام المادية او تلك . فمثلا ، ان حركة الارض والكواكب تحسب عادة

بالنسبة الى نظام الاحداثيات المرتبط بالشمس ، اما حركة الشمس والنجوم فتحسب بالنسبة الى نظام الاحداثيات للمجرات .

بيد ان المسألة كلها تكمن فى ان الاجسام الفضائية التى تربطنا بها هذه او تلك من انظمة الحساب ، تتحرك نفسها . بعبارة اخرى ان اى جسم فضائى يشترك فى آن واحد بعدد كبير من الحركات المتباينة . ولغرض تحديد الحركة الاجمالية لا بد من توفر نظام حساب « مستقل » ما ، غير مرتبط بالاجرام السماوية المتنقلة . ويمكن ان يستخدم فى هذا النظام « المطلق » بقدر معين او بالاحرى النظام التفضيلى فيزيائيا ، نظام حساب يرتبط بصورة جاسئة بالاشعة المعمرة .

ونحن نقوم بادخال هذا النظام بحيث يكون سيل الاشعة مساويا الى الصفر فى كل نقطة من الفضاء بالنسبة اليه . وفى هذا تكمن الافضلية الفيزيائية للنظام الذى استحدثناه ، فهو ليس أفضليا بحد ذاته ، بفضل خصائص داخلية ما يتميز بها ، بل بالذات لان مجال الاشعاع يكون مستقرا بالنسبة الى هذا النظام .

هل يمكن تحديد سرعة هذا الجسم الفضائى المعين او ذاك ، ولنقل كوكبنا الارض بالنسبة الى هذا النظام ؟ يمكن . اذا ما كانت الارض تتحرك بالنسبة الى الاشعة المعمرة ، والخلفية المعمرة للكون ، فان كثافة طاقة الاشعة المعمرة ، وبالتالى ، درجة سطوعها الاشعاعى باتجاه الحركة ، ستكون اكثر على التوالى مما فى الحالة المعاكسة . وفعلا ، لنتصور الاشعة المعمرة كسيل من الفوتونات . ومن الواضح عندئذ ان الارض « ستصطدم » خلال الفترة الزمنية الواحدة بعدد من الفوتونات السائرة للقائها اكبر من الفوتونات التى تلحق بها .

وهكذا ، بما ان للارض حركتها الذاتية فلا بد وان يصيب الخواص الموحدة للاشعة المعمرة بعض الخلل . ولا ريب فى ان هذه الاختلالات ضئيلة جدا ولا تنتهك الصورة العامة بسبب كون حركة كوكبنا بطيئة بالقياس الى سرعة انتشار الامواج الكهرومغناطيسية . ومن ذلك توجد مثل هذه الانتهاكات ، ويمكن اكتشافها من حيث المبدأ . وبعد ان نقيس الفرق فى درجة كثافة الخلفية المعمرة فى اتجاهات متعاكسة قطريا نحدد سرعة حركة الارض بالنسبة الى نظام الحساب التفضيلى .

لقد اظهرت ادق القياسات بواسطة التلسكوبات الاشعاعية الحديثة على

موجة طولها ٩ ملليمترات بان درجة السطوع الاشعاعى للخلفية المعمرة باتجاه مجرة الاسد (تقع هذه المجرة فى السماء اسفل قليلا من مقر كأس الدب الاكبر) اكثر قليلا ، وفى الاتجاه المعاكس بمقدار اقل قليلا من درجة السطوع المتوسطة للسماء كلها . ولا يكاد يلحظ الفرق حيث يعادل جزءا من الالف فقط . الا انه يتبين من ذلك بان كوكبنا يتحرك مع الشمس ومع المنظومة الشمسية كلها باتجاه مجرة الاسد وبسرعة تعادل ٣٩٠ كيلومترا فى الثانية بالنسبة الى نظام الحساب المتعلق بالاشعة المعمرة .

هل نحن فى المركز ؟

هكذا نحن نعيش فى المجرة الخارجية الآخذة فى الامتداد ونراقب صورة ابتعاد المجرات المحيطة بنا الى كافة الاتجاهات . وبهذا الصدد قد ينشأ بصورة لا ارادية انطباع بتلخص فى كوننا نحن بالذات موجودين فى مركز التمدد اى فى النقطة الثابتة التى تنطلق من عندها كافة المجموعات النجمية الباقية . ان مثل هذه الحالة لا تتفق جيدا مع نظرية الاحتمالات وتثير حيرة مشروعة وهى : لماذا نحن بالذات ؟

فعلا ، ان الانطباع بشأن وضعنا المركزى فى المجرة خاطئ . ولنورد المثال التوضيحى الذى عرضه ا . زيلمانوف . لنتصور ، مثلا ، انه ينطلق من منطقة ما عدد كبير من السيارات فى طريق مستقيم وباتجاه واحد وبسرعات مختلفة . وبعد مضى فترة من الوقت ستكون مواضعها بالنسبة للواحدة الى الاخرى طبقا لسرعاتها اى : ان السيارات المنطلقة بشكل اسرع تكون فى المقدمة ، بينما تتخلف عنها ذات السرعة الابطأ .

من الواضح الآن ان كل سيارة تسير فى المقدمة ستمضى بسرعة اكبر من تلك التى تليها . ولنتصور المشاهد الجالس فى احدى السيارات الوسطية ويرى السيارات امامه وخلفه فقط . عندئذ ، وبغض النظر عن السيارة التى يستقلها سيتراءى له بانه بالذات موجود فى مركز توسع (تمدد) قافلة السيارات ، حيث

الشكل ١٥ – تماثل يوضح غياب مركز تمدد المجرة الخارجية

ان جميع السيارات الباقية ، الامامية والخلفية تبتعد عنه : السيارات الامامية تأخذ بالابتعاد اكثر فاكثر ، والسيارات الخلفية تتخلف اكثر فاكثر .

وعلى هذا النحو بالضبط فان الانزياح الاحمر للمجرة الخارجية يدل فقط على ازدياد المسافات التى تبعد بها عنا والمجرات الاخرى عن بعضها البعض ، ولكن ليس البتة عن كوننا نقع بالذات فى المركز . ولو انتقلنا الى اية مجرة اخرى لتراءى لنا بانها بالذات تعتبر المجرة المركزية .

وبصدد تمدد المجرة الخارجية يطرح سؤال آخر . فمن المعلوم باننا نحدد المسافة الى هذه المجرة او تلك طبقا للانزياح الاحمر باستخدام قانون هابل : اى كلما يكون الانزياح الاحمر اكبر كلما كانت المجرة ابعد عنا . الا انه بينما يكون شعاع النور الذى تبعثه المجرة فى طريقه الى الارض ، ينبغى على هذه المجرة الابتعاد الى مسافة اكبر . والاكثر من ذلك : اننا فى اللحظة نفسها نستقبل اشعة ضوئية من مجرات مختلفة ، ومنبعثة فى عصور متباينة . ألن يشوش هذا بصورة تامة كل صورة بناء المجرة الخارجية ؟

ان مثل هذه المخاوف باطلة نهائيا لسبب بسيط هو ان النظرية تراعى هذه الحالات . وهى مبنية بحيث ان كل المسافات يعاد حسابها تلقائيا وتنسب الى عصر واحد هو عصر الرصد .

وثمة سؤال آخر : لماذا يزداد الانزياح الاحمر بازدياد المسافة ، وبعبارة اخرى لماذا تبتعد المجرات الاكثر بعدا بسرعات اكبر ؟ ان اعتماد الانزياح الاحمر على المسافة لا يعتبر البتة نتيجة لانقذاف المجرات من نقطة اولية ما وبسرعات مختلفة . ويجرى تمدد المجرة الخارجية بحيث تكون سرعة ازدياد المسافة بين اية نقطتين متناسبة مع مقدار هذه المسافة . وقد اثبت الباحثون هذا نهائيا منذ عام ١٩٢٩ .

الكون فى اشعة – جاما

المعروف ان علم الفلك كان طوال فترة زمنية مديدة علما « بصريا » خالصا . وكان الانسان يدرس ما يراه فى السماء فى البداية بالعين المجردة ، ومن ثم باستخدام التلسكوبات . وبتطور المعدات الراديوية تولد علم الفلك الراديوى او

الاشعاعى ، الذى زاد كثيرا من معارفنا عن الكون . واخيرا ، نشأت فى السنوات الاخيرة بنتيجة ظهور الوسائل الفضائية للبحث الامكانية لدراسة البشائر الكهرومغناطيسية الاخرى فى الكون وهى الاشعة الحمراء وفوق البنفسجية واشعة رونتجن واشعة – جاما . وتحول علم الفلك الى علم لكافة الموجات .

ويعتبر علم الفلك الخاص باستخدام أشعة رونتجن واحدا من الاساليب الجديدة فى دراسة الاجرام الفضائية . وبالرغم من كون هذا الأسلوب حديثا نسبيا فانه لا يمكن تصور الكون فى الوقت الحاضر دون تلك المعطيات التى تم الحصول عليها بفضل أعمال الرصد فى مجال أشعة رونتجن .

ولعل اشعة جاما من مصادر الاعلام الفضائى التى تبشر بمستقبل اكبر . ذلك لان طاقة كمّات – جاما يمكن ان تتفوق بمئات آلاف وملايين المرات على طاقة فوتونات الضوء المرئى . ويعتبر الكون شفافا عمليا بالنسبة الى مثل كمّات – جاما . هذه . وهى تنتشر عمليا فى خط مستقيم ، وتصل الينا من اجسام بعيدة جدا وبامكانها ابلاغنا بمعطيات ثمينة للغاية حول كثير من العمليات الفيزيائية الجارية فى الفضاء .

ويمكن ان تعطى كمّات – جاما معلومات هامة على الاخص حول الاوضاع غير الاعتيادية والقصوى للمادة فى الكون ، علما بان مثل هذه الاوضاع بالذات تهم بالدرجة الاولى علماء الفيزياء الفلكية المعاصرين . فمثلا ان اشعة جاما تنشأ لدى تفاعل المادة والمادة المضادة ، وكذلك حينما تتولد الاشعة الكونية اى سيول الجسيمات ذات الطاقات العالية .

ان الصعوبة الاساسية لاعمال الرصد – جاما للكون تكمن فى انه بالرغم من كون طاقة كمّات – جاما الكونية كبيرة جدا ، فان عدد هذه الكمات فى الفضاء المحيط بالارض ضئيل للغاية . وتلسكوبات – جاما الحديثة تسجل حتى من اكثر مصادر – جاما تألقا زهاء كمّ واحد خلال عدة دقائق .

كما تبرز صعوبات جمة بنتيجة انه تجرى دراسة الاشعة الكونية الاولية امام خلفية التشوشات الكثيرة . وتحت تأثير الجسيمات المشحونة للاشعة الكونية الوافدة الى الارض اى البروتونات والالكترونات تبدأ بـ « التألق » بشكل ساطع فى

مجال – جاما ايضا جو الارض وهياكل الاجهزة الفضائية التى توجد على متنها اجهزة التسجيل .

فكيف يبدو الكون فى اشعة – جاما ؟ تصور للحظة بان عينيك لا تتحسسان الضوء المنظور بل كمات – جاما . فما هى الصورة التى تمثل امامك ؟ اننا عند ذاك وبعد التطلع الى السماء ما كنا لنرى الشمس ولا النجوم المألوفة ، ولبدت مجرة درب التبان كشريط لامع رفيع . بالمناسبة ، لقد اكدت مثل هذا التوزيع لاشعة – جاما للمجرات تلك الفرضية التى اوردها العالم الفيزيائى السوفيتى المعروف الاكاديمى ف . جينزبورج من ان الاشعة الكونية صادرة عن داخل المجرة وليس عن خارجها .

وفى الوقت الحاضر تم بواسطة تلسكوبات – جاما المثبتة فى الاجهزة الفضائية تسجيل بضع عشرات من مصادر أشعة – جاما الفضائية . ولا يجوز بعد القول بدقة ما تمثله ، هل هى نجوم ام اجسام اخرى متراصة ، او لربما تكوينات ممدودة . وثمة اساس للاعتقاد بان أشعة جاما تنشأ لدى حدوث انفجارات غير مستقرة . ونذكر من بين هذه الظواهر مثلا الانفجارات فى النجوم فوق الجديدة . بيد انه لدى دراسة البقايا المعروفة لهذه النجوم وعددها ٨٨ اكتشف مصدران فقط لاشعة جاما .

وفى الوقت نفسه اكتشفت مصادر غير مجرية لاشعة جاما ذات ارتباط بانجرات الفعالة والكوازرات حيث تجرى عمليات انفجارية اقوى بعشرات ملايين المرات من انفجارات النجوم فوق الجديدة . ولا يستثنى الاحتمال بان علم الفلك الحديث يقف على عتبة اكتشاف طبقة جديدة مبدئيا من الاجسام الفضائية لانعرف بعد طبيعتها الفيزيائية .

كما اكتشف مصدر – جاما هام جدا فى برج الحية . وتوجد فى هذا المكان سحابة كثيفة من الغازات والغبار تقع داخلها مجموعة من النجوم الملتهبة الساخنة الفتية . كما اكتشف وجود اشعة جاما فى سديم آخر هو سديم الجوزاء ، الذى توجد فيه نجوم فتية وحيث يلاحظ طبقا لبعض المعطيات تمدد منظومات مثل هذه النجوم اى الروابط النجمية .

ووفقا للتصورات الحديثة فان انفجارات النجوم فوق الجديدة تعتبر احدى المراحل الختامية فى حياة النجوم . اما ظواهر الانفجارات فيبدو انه تتميز بها

المراحل المبكرة من تطور هذه الاجرام السماوية . ويتكون انطباع بان اشعة جاما وعملية تشكل الاشعة الكونية التى تولد أشعة جاما ، لا يرتبطان بانتهاء حياة النجوم ، بل على الارجح بمولدها .

ومن حيث المبدأ يتيح تسجيل اشعة جاما الكونية ذات الطاقة العالية العثور على الاجسام التى تعتبر من مولدات الاشعة الكونية ، اى حل المسألة التى تعتبر منذ زمن بعيد من اهم المسائل فى الفيزياء الفلكية . ومجمل القضية انه لدى تفاعل النوى النشيطة الموجودة ضمن الاشعة الكونية ، مع الوسط بين الكواكب والذى يحيط بمصدرها وهو عبارة عن جزيئات الغاز او الغبار ، يجب ان تتولد جسيمات اولية خاصة ، هى ما يسمى بى – صفر – ميزونات . وعمر هذه الجسيمات قصير وتتحلل الى كمات – جاما ، التى يمكن ان تسجل بواسطة تلسكوبات – جاما . علما بانه يكون اشعاع – جاما اكثر سطوعا بازدياد كثافة الاشعة الكونية . وهكذا فان اعمال الرصد فى مجال – جاما لا تتيح فقط تحديد موقع الجسم الذى يولد الاشعة الكونية ، بل وكذلك تقدير درجة كثافته .

كما ان من مصادر كمات – جاما النجوم النيوترونية اى النابضة (البولسارات) . ومن ذلك ان اسطع « نجم » فى مجال – جاما هو النجم النابض الواقع فى برج الشراع الذى لا يرى بالتلسكوبات البصرية . وتتطابق « نجمة – جاما » اخرى مع النجم النابض الشهير الموجود فى سديم السرطان . الا انه لا تتوفر بعد اية ادلة مباشرة على انه تتولد النوى النشيطة فى النجوم النابضة وبذلك فان النجوم النابضة بالذات هى مصادر الاشعة الكونية ، وعلى الارجح فان اشعاعات – جاما للنجوم النابضة تولدها الالكترونات السريعة .

ومنذ عدة سنوات خلت اكتشف بواسطة الاجهزة الموجودة فى الاقمار الاصطناعية التابعة للارض والمناطيد التى تحلق على ارتفاع عال ، حدوث ومضات شديدة لاشعة جاما الكونية . وقد اثارت الدهشة بقوتها الهائلة . فالطاقة المنبعثة فى سياق الوميض من المصادر الغامضة كانت تزيد بمليون مرة تقريبا عن طاقة الاشعة الضوئية للشمس .

وبالرغم من ان الطبيعة الفيزيائية لهذه الظواهر لا تزال غير واضحة فهناك مسوغات معينة للافتراض بانه يمكن ان تكون لها علاقة بالعمليات الجارية فى الانظمة المزدوجة التى تضم النجوم النيوترونية . ولا يستبعد ان الدفقات الشديدة

لاشعة – جاما تنشأ بنتيجة سقوط المواد المنقذفة من احدى النجوم فى النظام المزدوج على النجمة النيوترونية .

ان الدراسة اللاحقة لاشعة – جاما الكونية يجب ان تعطى الاجوبة عن كثير من الاسئلة التى لها اهمية وطيدة بالنسبة لادراك بنية الاجسام الفضائية والعمليات الفيزيائية الجارية فى الكون . ومن ذلك واقع ان كمات – جاما تنتشر بصورة مستقيمة ويوفر الامكانية ليس فقط لكشف المصادر البعيدة جدا لاشعة – جاما ، بل ولتحديد الاتجاهات التى توجد فيها .

وبما ان آلية نشوء اشعة – جاما ترتبط بتأثير الجسيمات « غير الحرارية » ذات الطاقة العالية جدا ، فان هذه الاشعة تحمل معها معلومات قيمة جدا حول العمليات الفيزيائية الجارية فى تلك المناطق من الكون حيث يوجد تركيز عال للجسيمات غير الحرارية .

الانفجارات الكونية

كان علماء الفلك يعتقدون منذ اربعين عاما بانه لا تطرأ تغيرات كبيرة على الاجسام الفضائية بمرور الزمن . وبدا بان النجوم والمجرات ايضا تتطور تطورا بطيئا للغاية الى حد انه لا تلاحظ فى الفترات الزمنية المنظورة اية تغيرات ملموسة على وضعها الفيزيائى . صحيح انه كانت تعرف نجوم متغيرة فيزيائيا تتميز مثلا بالتغيرات المتكررة فى الوميض : وهى النجوم التى تقذف المادة بشكل عاصف وكذلك ومضات النجوم الجديدة وفوق الجديدة ، والتى يصاحبها انطلاق كميات هائلة من الطاقة . وبالرغم من ان هذه الظواهر قد جذبت انتباه الباحثين ، فانها كانت تعتبر مع هذا ثانوية ، وليست لها قيمة مبدئية .

الا انه فى اعوام الخمسينات ساد الاعتقاد بان ظواهر عدم الاستقرار هى مراحل حتمية من تطور المادة فى الكون ، تلعب دورا هاما للغاية فى تطور الاجسام الفضائية . وفعلا ، فقد تم اكتشاف عدد كبير من الظواهر فى الكون المرتبطة بكميات هائلة من الطاقة وحتى بعمليات انفجارية .

وقد تبين ، على وجه الخصوص ، بان بعض المجرات هى من مصادر الاشعاعات القوية .

واحدى هذه المجرات المشعة – المصدر المشع (النم – أ) – توجد فى منطقة

برج الثم . وهى محطة اشعاعية فضائية قوية للغاية : وتكون اشعتها المستلمة فى الارض بشدة تعادل شدة الاشعة للشمس الهادئة ، بالرغم من ان المسافة الى الشمس تعادل قرابة ٨ دقائق ضوئية فحسب ، بينما المسافة الى المجرة فى الثم زهاء ٧٠٠ مليون سنة ضوئية .

وتظهر الحسابات بان الطاقة الاجمالية للالكترونات النسبية التى تولد الاشعة للمجرات المشعة يمكن ان تصل الى مقدار ضخم . وهذه الطاقة بالنسبة الى المصدر المشع (الثم – أ) تتفوق بعشرات المرات على طاقة الجاذبية لجميع النجوم التى تتضمنها هذه المجرة المشعة وبمئات المرات اكثر من طاقة دورانها .

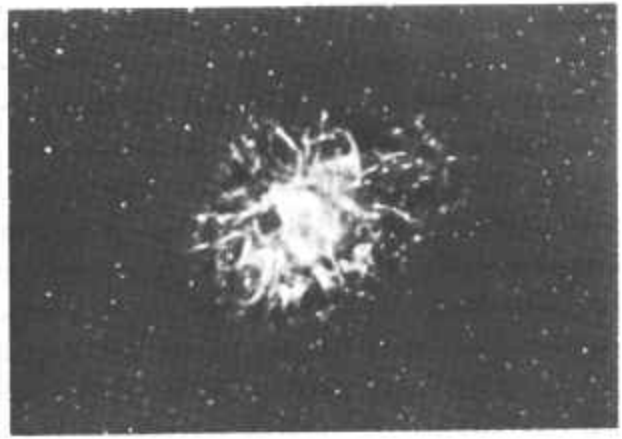
ويطرح السؤالان التاليان : ما هى آلية الاشعة للمجرات المشعة ومن اين تنشأ الطاقة اللازمة للابقاء على هذا الاشعاع ؟

يوجد سديم غازى صغير فى نصف الكرة الشمالى من السماء فى برج الثور . وقد اطلق عليه اسم السرطانى لشكله الغريب الذى يشبه الى حد ما سرطانا عملاقا ذا لوامس كثيرة . ولدى مقارنة الصور الفوتوغرافية لهذا السديم التى التقطت فى اعوام مختلفة تبين بان الغازات الداخلة فى تركيبه تنطلق بسرعة هائلة تبلغ حوالى ١٠٠٠ كم /ثانية . ويبدو بان سبب ذلك حدوث انفجار ذى شدة كبيرة قبل حوالى ٩٠٠ عام ، عندما كانت كل مادة السديم السرطانى متركزة فى مكان واحد . فماذا حدث بهذه المنطقة من السماء فى مطلع الألف الثانى بعد الميلاد ؟

نجد الاجابة فى اسفار التاريخ لتلك الازمان . ويرد فيها الحديث عن انه فى ربيع عام ١٠٥٤ ومضت نجمة فى برج الثور . وبقيت متألقة طوال ٢٣ يوما بشكل ساطع جدا بحيث صار من الممكن رؤيتها فى السماء نهارا وفى ضوء الشمس . وقد قادت مقارنة هذه الحقائق العلماء الى استنتاج مفاده ان السديم السرطانى يمثل بقية انفجار نجم فوق جديدى .

اظهرت اعمال الرصد بان السديم السرطانى الشكل هو مصدر للاشعاع قوى للغاية . وعموما فانه يجب ان تنبعث من اى جسم فضائى ، سواء اكان مجرة ام نجمة ام كوكبا ام سديما ، اشعة كهرومغناطيسية فى النطاق الاشعاعى أى ما يسمى الاشعاع الحرارى وذلك بشرط ان تكون درجة الحرارة لذلك الجسم أعلى من الصفر المطلق .

10-1084



الشكل ١٦ – صورة فوتوغرافية للسديم السرطانى الشكل

والغريب فى الأمر ان اشعاعات السديم السرطانى الشكل كانت اقوى بمرات كثيرة من الاشعاعات الحرارية التى يجب ان تكتسبها طبقا لدرجة حرارتها . وعند ذاك بالذات تم تحقيق أبرز اكتشاف فى علم الفلك الفيزيائى المعاصر الذى لم يفسر فقط طبيعة اشعاعات السديم السرطانى الشكل ، بل واعطى المفتاح لادراك الطبيعة الفيزيائية لكثير من الظواهر الجارية فى الكون . علما انه لا يوجد فى هذا اى عجب اذ ينعكس فى كل جسم فضائى اكثر القوانين شمولية للعمليات الطبيعية .

استحدثت بجهود العلماء السوفيت بصورة اساسية النظرية حول الاشعة الكهرومغناطيسية غير الحرارية للاجسام الفضائية التى تولدها حركة الالكترونات السريعة فى المجالات المغناطيسية . واطلق على هذه الاشعة اسم الاشعة المتزامنة على غرار بعض العمليات الجارية فى معجلات الجسيمات المشحونة .

وقد اتضح لاحقا بان الاشعة المتزامنة تمثل خاصية متميزة لعدد كبير من الظواهر الفضائية . ويضمن ذلك تميز بهذه الطبيعة بالذات الاشعة المنبعثة من المجرات المشعة .

اما بصدد مصدر الطاقة فقد كان انفجار النجم فوق الجديد هو مصدرها فى السديم السرطانى الشكل . وماذا فى المجرات المشعة ؟

ثمة حقائق كثيرة تدل على ان مصدر طاقة اشعتها ، كما يبدو ، هو العمليات الفيزيائية النشيطة الجارية فى نوى هذه المنظومات النجمية .

وتظهر اعمال الرصد الفلكى انه توجد تكوينات متراصة فى الاقسام المركزية لغالبية المجرات المعروفة لدينا ، وهذه التكوينات ذات مجال مغناطيسى شديد جدا . وقد اطلقت على هذه التكوينات تسمية النوى . وغالبا ما يتركز فى النواة القسم الاكبر من اشعة المجرة كلها . كما توجد نواة مجرتنا . واظهرت اعمال الرصد الراديوى بانه يتدفق منها الهيدروجين باستمرار . وتنطلق خلال عام واحد كمية من الغاز تعادل مرة ونصف من كتلة الشمس . أليس هذا قليلا ؟ ولكن اذا ما راعينا ان منظومتنا النجمية موجودة منذ اكثر من ١٠ مليارات سنة ، فليس من الصعب حساب انه خلال هذه الفترة انقذفت من النواة كمية هائلة من المادة . وتتوفر عندئذ المسوغات للافتراض بان الظواهر المسجلة فى الوقت الحاضر ليست سوى اصداء عمليات عاصفة اكثر حدت فى نواة مجرتنا ، عندما كانت احدث سنا واغنى طاقة . وتدعو الى هذا الاعتقاد الظواهر الفعالة جدا التى ترصدها فى نوى بعض المجرات الاخرى .

فمثلا ، يلاحظ فى المجرة (م ٨٢) انطلاق سيل من الغاز فى كافة الاتجاهات من النواة بسرعات تصل الى ١٥٠٠ كم /ثانية . ويبدو ان هذه الظاهرة لها علاقة بانفجار حدث قبل عدة ملايين من السنين فى نواة هذه المنظومة النجمية . وطبقا لبعض الحسابات فان هذه الطاقة كانت هائلة حقا ، حيث تعادل طاقة انفجار شحنة نووية حرارية تعادل كتلتها كتلة عدة عشرات الآلاف من الشموس . حقا ، تورد فى الآونة الاخيرة شكوك معينة بصدد الانفجار فى (م ٨٢) الا انه يعرف عدد كبير من المجرات التى تجرى فى نواها ظواهر غير مستقرة شديدة للغاية .

تم فى عام ١٩٦٣ العثور على مسافات بعيدة جدا من مجرتنا على اجسام غريبة اطلقت عليها تسمية الكوازرات . والكوازرات ضئيلة الحجم قياسا الى المجرات النجمية الهائلة – المجرات . الا انه تنبعث من كل كوازر كميات من الطاقة اكثر

بمئات المرات من الطاقة المنبعثة من اضخم المجرات العملاقة المؤلفة من مئات مليارات النجوم .

كان اكتشاف الكوازرات ، مثل اى اكتشاف مماثل آخر ، غير متوقع فهو من تلك المفاجآت العجيبة التى يحملها وسيحملها الينا بين حين وآخر الكون المتنوع الى ما لانهاية . وما كان بوسع الفيزيائيين والفيزيائيين – الفلكيين التنبؤ بوجود مثل هذه الاجسام فقط ، بل حتى لو جرى قبل اكتشاف الكوازرات وصفها لاعلن العلماء حسب رأى الفيزيائى الفلكى المعروف ى . توفيكوف ، فى اغلب الظن بانه لا وجود لمثل هذه الاجسام فى الطبيعة عموما .

مع ذلك فان الكوازرات موجودة وتتطلب طبيعتها الفيزيائية التفسير . بيد انه لا يتوفر بعد مثل هذا التفسير . وقد طرحت فرضيات متباينة سقط قسم منها فيما بعد ، بينما تستمر مناقشة البعض الآخر . ولكن لا يزال غير واضح ما هى العمليات الفيزيائية التى يمكن ان تؤدى الى تدفق مثل هذه الكميات الهائلة من الطاقة .

وفى الوقت نفسه تحققت نجاحات كبيرة فى حل مسألة اخرى : ما هو المكان الذى تشغله الكوازرات فى صف الاجسام الفضائية المختلفة ؟ وهل تعتبر تكوينات نادرة ، واستثناء متميزا عن القاعدة العامة أم مرحلة حتمية فى تطوير الانظمة الفضائية ؟

ان مثل هذا الطرح للسؤال امر مميز لكل روح الفيزياء الفلكية الحديثة . واذا ما كان باحثو الكون يهتمون حتى الماضى القريب بالدرجة الاولى بدراسة الصفات الفيزيائية المميزة للوضع المعاصر لهذا الجسم الفضائى او ذاك ، فانه تطرح الآن فى المرتبة الاولى مسألة دراسة تاريخه ، واوضاعه السابقة ، وقوانين تشوئه وتطوره . وقد نجم مثل هذا الموقف عن ادراك حقيقة كوننا نعيش فى الكون المتمدد وغير المستقر ، الذى يختلف وضعه الماضى عن وضعه الحاضر ، كما يختلف وضعه الحاضر عن وضعه فى المستقبل .

وعلى ضوء هذه الافكار يتسم باهمية خاصة ايضا استيضاح صلة القرابة المحتملة بين الاجسام غير المستقرة المتباينة . وقد تبين ضمنا بان المجرات المشعة هى من حيث بنيتها وصفاتها البصرية لا تشكل استثناء عن ذلك . وظهر انه يمكن لكل مجرة مشعة ايجاد مثيل « اعتيادى » لها ، يتميز بخلوه من الاشعاعات فقط .

واظن ان هذا يدل على انه لا تبرز المقدرة على اشعاع دفقات شديدة للموجات الراديوية الا فى بعض مراحل تطور المجرات من هذا الطراز او ذاك . انها ظاهرة « عمر » متميزة تحل فى مرحلة معينة من حياة منظومات النجوم ، ثم تختفى ...

ان مما يجعل هذه الفرضية قريبة للحقيقة كون المجرات المشعة أقل عددا بكثير من المجرات « الاعتيادية » ... لكن الا تعتبر فى هذه الحالة الكوازرات ، تلك « المعامل » البالغة الضخامة لانتاج الطاقة ، مرحلة ما ايضا من مراحل تطور الاجسام الفضائية ، ولربما تكون من اكثرها حداثة ؟ على اى حال فان تحليل الاشعة الكهرومغناطيسية للكوازرات يظهر تشابها واضحا بينها وبين نوى بعض انماط المجرات المشعة .

لفت العالم الفلكى الموسكوفى المعروف فورونتسوف – فيليامينوف الانتباه الى مسألة ظريفة جدا . فان جميع الكوازرات المعروفة لدينا (وقد احصى ما يربو على الف وخمسمائة منها حتى الان) عبارة عن اجسام منفردة . ومن ناحية اخرى فان المجرات المشعة القريبة منها من حيث الصفات تدخل ، كقاعدة ، فى تجمعات المجرات ، وتعتبر من الاعضاء الرئيسية والمركزية ، ومن اكثرها سطوعا وفعالية .

طرح فورونتسوف – فيليامينوف بهذا الصدد فرضية مفادها ان الكوازرات ليست سوى « تجمعات اولية » للمجرات ، اى اجسام نشأت منها المجرات وتجمعات المجرات فيما بعد بنتيجة تطورها اللاحق .

ومما يؤيد هذه الفرضية ، مثلا ، نشاط نوى المجرات المشابه جدا لنشاط الكوازرات ، بالرغم من انه ليس عاصفا جدا . وتجرى عمليات عاصفة على الاخص فى نوى ما يسمى مجرات سيفرتوف . وهذه النوى ذات احجام صغيرة جدا ، بالقياس الى احجام الكوازرات وتتميز مثلها باشعاع كهرومغناطيسى شديد للغاية . وتجرى فيها حركة الغاز بسرعات كبيرة ، تبلغ بضعة آلاف الكيلومترات فى الثانية . وتلاحظ فى كثير من مجرات سيفرتوف تدفقات من السحب الغازية المتراصة مع الكتل فى عشرات ومئات الكتل الشمسية . علما بانه تنبعث عندئذ طاقة هائلة . فمثلا حدث فى نوى المجرة السيفرتوفية ن ج س ١٢٧٥ (المصدر المشع بيرسى – ١) قبل حوالى خمسة ملايين سنة خلت (حسب زمن هذه المجرة) انفجار هائل رافقه تدفق سيول غازية بسرعة تصل الى ٣٠٠٠ كم /ثانية . وطاقة اندفاع الغاز هنا تزيد بمرتين على مثيلتها فى المجرة م ٨٢ .

واكتشف العالم الفلكى السوفيتى ب . ماركاريان وجود طبقة اخرى من المجرات ذات النوى الفعالة ، لها اشعة فوق بنفسجية شديدة بصورة شاذة . ويبدو ان قسما كبيرا من هذه المجرات يمر فى الوقت الحاضر بالعصر التالى لقذف المواد ، او كما يقول علماء الفلك مرحلة ما بعد الانفجارات .

ولا يستبعد ان تولد طاقة اشعة الكوازرات ونشاط نوى المجرات نتيجة عمليات فيزيائية متشابهة .

كما قلنا فان الكوازرات اجسام بعيدة جدا . وكلما يبعد هذا الجسم الفضائى او ذاك عنا فاننا نرصده فى زمن ابعد . والمجرات ، وبضمنها المجرات ذات النوى الفعالة ، تقع وسطيا اقرب الينا من الكوازرات . وبالتالى ، فان هذه الاجسام من الجيل المتاخر اكثر ، اى انها لا بد وان تكونت فى فترة لاحقة بالنسبة الى الكوازرات . وهذا دليل كبير الاهمية على ان الكوازرات ، ربما ، تكون نوى مجرات .

اما بصدد طبيعة العمليات الفيزيائية التى تؤمن انطلاق طاقة الكوازرات فهناك فرضية طريفة بشأنها .

الثقوب السوداء فى الكون

فى السنوات الاخيرة شاعت فى الفيزياء الفلكية على نطاق كبير فرضية حول ما يسمى « الثقوب السوداء » .

لقد جلب القرن العشرون معه العديد من الاكتشافات العجيبة فى الفيزياء وعلم الفلك . ويجرى تفاعل متسلسل خاص : فيتم اكتشاف ظواهر غريبة ، بينما تقود دراستها واستقصاؤها لاحقا الى اكتشاف ظواهر مذهلة اكثر . هذا هو السبيل المحتوم لتطور علوم الطبيعة .

ومن اغرب الاجسام الفضائية التى لا تزال ، حقا ، تعتبر من الاجسام « النظرية » ، وصارت تجذب فى السنوات الاخيرة على الاخص اهتمام الفيزيائيين والفيزيائيين – الفلكيين ، هو الثقوب السوداء . والتسمية وحدها كبيرة القيمة : ثقوب فى الكون ، كما انها سوداء !

طبقا لنظرية النسبية العامة لاينشتين فان قوى الجاذبية ذات ارتباط مباشر

بصفات الفضاء . وان اى جسم لا يوجد فحسب فى الفضاء بحد ذاته ، بل يحدد هندسته . وحدث مرة ان طلب مراسل صحفى ارهب وهمام من اينشتين ان يطرح فحوى نظريته فى عبارة واحدة بحيث تكون مفهومة لعامة الناس . فاجاب اينشتين قائلا : « كان المعتقد سابقا لو انه اختفت من الكون المادة كلها ، فان الفضاء والزمان سيبقيان . اما نظرية النسبية فتؤكد على انه سيختفى عندئذ سوية مع المادة ، الفضاء والزمن ايضا » .

ان جميع الكتل تشوه الفضاء المحيط . ونحن لا نشعر عمليا فى حياتنا اليومية بهذا التشوه ، نظرا الى اننا نتعامل عادة مع كتل صغيرة الحجم نسبيا . الا ان هذا التأثير قد يكتسب اهمية ملموسة فى مجالات الجاذبية الشديدة .

فى السنوات الاخيرة عثر فى الكون على ظواهر كثيرة تدل على احتمال تركز الكتل الضخمة فى مجالات صغيرة نسبيا من الفضاء .

واذا ما وجدت كتلة ما من المادة فى حجم صغير ، وهو الحجم الحرج بالنسبة الى هذه الكتلة ، فان هذه المادة تبدأ بالانضغاط بتأثير جاذبيتها الذاتية . وتحدث كارثة جاذبية من نوع خاص هى الانهيار بفعل الجاذبية .

يزداد تركيز الكتلة فى سياق عملية الانهيار . كما يزداد تقوس الفضاء طبقا لنظرية النسبية العامة . وفى نهاية المطاف تحل لحظة لا يمكن بعدها لاى شعاع من الضوء او اى جسيم ، او اية اشارة فيزيائية « الانفلات » من مثل هذا التكوين الى السطح . وهذا ما يعرف بالثقب الاسود .

ان مثل هذا الجسم يبدو بالنسبة لمن يراقبه من الخارج وكأنه فى قيد العدم ، حيث لا ترد منه اية معلومات : اذ لا يمكن لاية معلومات ان تنتشر بحد ذاتها ، ويجب ان يوجد حامل مادى لها .

وقد اطلق على نصف قطر الجسم المنهار ، الذى يتحول عنده الى ثقب اسود اسم نصف قطر دائرة الجذب . وبالنسبة لكتلة الشمس فان نصف قطر دائرة الجذب ٣ كم ، اما بالنسبة لكتلة الارض فهو ٩ر٠ سم . ولو بلغت الشمس بحجم كرة نصف قطرها ٣ كم فانها كانت ستتحول آنئذ الى ثقب اسود .

وتكون قوة الجاذبية كبيرة الى ما لانهاية على السطح الذى يعادل نصف قطر دائرته بالنسبة للكتلة المعطاة نصف قطر دائرة الجذب ، ومن اجل التغلب عليها يجب تحقيق سرعة كونية ثانية تفوق سرعة الضوء .

هذا السبب فان الثقب الاسود لا يسمح بخروج اى شيء الى الخارج . بينما يستطيع ان يجذب اليه المادة المحيطة به فيزيد بذلك من حجمه . لذا يمكن تفسير احتمال وجود الثقوب السوداء ايضا من وجهة نظر ميكانيكا نيوتن الكلاسيكية . الا انه من اجل وصف مجمل الظواهر المرتبطة بالثقوب السوداء ، من الضرورى استخدام نظرية النسبية العامة .

ومن ذلك ان مرور الزمن يتباطأ طبقا لهذه النظرية فى مجال الجاذبية الشديد . وهذا السبب فان سقوط اى جسم فى ثقب اسود ينبغى ان يجرى بالنسبة للمراقب الخارجى خلال فترة طويلة بلا حدود . وتتوقف فعليا بالنسبة له عملية انضغاط المادة لدى الاقتراب من نصف قطر دائرة الجذب . ولكنه كان سيرى صورة مغايرة ذلك المراقب التخيلى الذى يسقط سوية مع المادة فى الثقب الاسود . وليبلغ خلال فترة زمنية محدودة نصف قطر الجاذبية ولاستمر فى السقوط الى مركز الثقب الاسود . ويحدث الشيء نفسه للمادة المنهارة : فعندما تمر عبر نصف قطر دائرة الجذب تواصل الانضغاط لاحقا .

اعتمادا على استنتاج الفيزياء الفلكية النظرية الحديثة فانه قد تغدو الثقوب السوداء المراحل النهائية فى حياة النجوم الكبيرة . وما دام يعمل فى القسم المركزى من النجمة مصدر للطاقة فان درجة الحرارة العالية تؤدى الى تمدد الغاز الذى يسعى الى « توسيع » الطبقات الموجودة فوقه . وفى الوقت نفسه « تشد » قوى الجاذبية الهائلة للنجمة هذه الطبقات نحو المركز . ولكن بعد ان يستنفد « الوقود » فى اعماق النجمة كليا ، تبدأ درجة الحرارة فى قسمها المركزى بالانخفاض رويدا رويدا . ويختل التوازن وتأخذ النجمة بالانضغاط بتأثير قوة الجاذبية لها . ويتوقف مصيرها اللاحق على مقدار الكتلة . وكما تظهر الحسابات فانه اذا ما كانت النجمة اكبر من الشمس بمقدار ٣ – ٥ أمثال فان انضغاطها فى المرحلة النهائية يمكن ان يقود الى الانهيار بفعل الجاذبية وتكون الثقب الاسود .

منذ عدة سنوات خلت تم اكتشاف جسم فضائى فى برج الثور يعتبر فى اغلب الظن ثقبا اسود . وهو جسم مظلم تزيد كتلته على كتلة الشمس بمقدار ١٤ مرة . علما بانه ينبغى فى المستقبل ايجاد البرهان النهائى على ان الجسم الموجود فى برج الثور هو ثقب اسود فعلا .

وفى الوقت نفسه غالبا ما تطرح فرضيات مفادها انه يمكن ان توجد فى نوى المجرات وفى الكوازارات ثقوب سوداء بالغة الضخامة تعتبر ايضا من مصادر فاعلية هذه الاجسام الفضائية .

ويوسع هذه الثقوب السوداء ان تسحب اليها المادة المحيطة بها والتى يمكن ان تتحول الطاقة الحركية لها فى مجال الجاذبية الى اصناف أخرى من الطاقة . وجرى ضمنا التوصل الى اكتشاف ظريف يتعلق بالمجرة M78 (المصدر الاشعاعى ديفا أ) ، التى تجذب اليها الاهتمام منذ زمن بعيد . ويرى على الصورة الفوتوغرافية لهذه المجرة بجلاء سير متدفق من النواة يتألف من عدة خالرات غازية تبلغ كتلتها الاجمالية زهاء ١٠ ملايين كتلة الشمس وتتحرك بسرعة تعادل ٣٠٠٠ كم /ثا . وهذا يدل على القوة الكبيرة للانفجار الذى حدث فى النواة .

لقد اظهرت اعمال الرصد بانه اذا ما كان توزيع المادة على مسافة ما من النواة فى (M78) يتطابق مع التوزيع الاعتيادى للنجوم فى المجرات ، فانه تتحشد بالقرب من المركز وبحجم صغير جدا كتلة هائلة ضعيفة النور تعادل ٦ مليارات كتلة الشمس . ولربما هى ثقب أسود عملاق يستثير فعالية النواة ، أو لربما هى تكوين كثيف جدا لا نعرف بعد طبيعته .

الصوت الباقى ، فى الكون

بما ان الكون المعاصر متجانس بنطاقات كبيرة فبالتالى كانت متجانسة تلك البلازما الساخنة التى ملأت الفضاء كله فى المرحلة المبكرة من تمدده .

بيد ان هذا التجانس ما كان ليشمل جميع النطاقات بلا استثناء . وفى هذه الحالة فان تكون الاجرام السماوية ومنظوماتها كان من المستحيلات ، ولتألف الكون المعاصر كله من غاز متعادل ، يجب ان تتحول فيه البلازما المتجانسة حتما لدى حدوث التمدد والبرود .

فالكواكب والنجوم والسدم الكونية والمجرات والتجمعات وما فوق التجمعات للمجرات ما كان بوسعها ان تتشكل الا بشروط توفر عدم التجانس فى البلازما الاولية .

كما تظهر الحسابات القائمة على معطيات الدراسات الفلكية فان كتلة مثل

هذه الاجسام غير المتجانسة يجب ان تبلغ ١٥١٠ من كتلة الشمس . وهى بالذات كتل التجمعات الحديثة للمجرات . اما بصدد الاختلاف بين كثافة مادة الاجسام غير المتجانسة ومتوسط كثافة الوسط المحيط فانه ينبغى ان يشكل اجزاء عشرية او مئوية من النسبة المئوية .

اذن فالبلازما الساخنة لم تكن متجانسة كليا وكان يتراوح فيها التكاثف والتحلخل . بيد ان هذه الصوره بالذات تلاحظ فى المادة عندما تنتشر فيها الموجات الصوتية . وبالتالى فانه فى إحدى المراحل المبكرة للتمدد وجدت موجات صوتية فى البلازما الساخنة بعد مضى ١٠-٤٣ ثانية تقريبا من بدئها . ويبدو ان هذا الظرف قد حدد بقدر كبير مستقبل تركيب كوننا . ووفقا للتعبير المجازى الذى اورده العالمان الفلكيان الفيزيائيان السوفيتيان ى . نوفيكوف وف . لوكاش فان « التركيب الحالى للكون اجمع يمثل ترديدا وصدى لتلك الموجات الصوتية التى رافقت بداية تمدد الكون ، وتعتبر دويا لذلك الهدير الذى تردد آنذاك » . *

وفى تلك اللحظة عندما ظهر الصوت الباقى فى الكون حدثت عمليات كمية (نسبة الى الكمات) فى المادة المتمددة والكثيفة جدا . وفى هذه الظروف تتميز ظواهر الموجات بالكمات واشباه الجسيمات . وتسمى اشباه الجسيمات فى الموجات الصوتية بالفونونات . وكلما كانت سعة التذبذبات الصوتية اكبر يزداد عدد الفونونات فى كل ذبذبة .

اظهرت الحسابات التى اجراها ى . نوفيكوف وف . لوكاش بان سرعة الصوت فى الوسط الاولى الكثيف جدا بلغت حوالى ⅓ سرعة الضوء ، بينما كان تردد الاهتزازات منخفضا جدا . اما بصدد سعة الاهتزازات اى عدد الفونونات ، فانها فى هذه الفترة لم تكن كافية ابدا لتشكيل مثل هذه التجمعات من المجرات .

الا انه فيما بعد ، وبسبب حدوث التغيرات فى ضغط المادة فوق الساخنة ، وبنتيجة ذلك تغير وتيرة التمدد ، ازداد عدد الفونونات بحدة وازدادت طبقا لذلك سعة الاهتزازات الصوتية . وبفضل ذلك امكن نشوء الاجسام غير المتجانسة الكافية لتكوين تجمعات المجرات .

واغلب الظن ان ازدياد الاجسام الاولية الصغيرة ، والصغيرة جدا بالنسبة الى

* ى . نوفيكوف وف . لوكاش . صدى « الانفجار الكبير » . مجلة « العلم والحياة » ، ١٩٨١ ، العدد ٧ ، الصفحة ٤ .

تشكيل المجرات ، تلك الاجسام غير المتجانسة الاولية العشوائية والمتولدة بالصدفة فى الغاز الساخن ، كان يجرى بنتيجة عمل آلية فيزيائية خاصة اطلقت عليها تسمية الرنين البارامترى .

يكمن فحوى هذه الظاهرة فى اشتداد الامواج ، التى « تتوافق » مع تغيرات بارامترات المنظومة . ويحدث شيء مشابه حينما نتأرجح فى ارجوحة فنهبط بتوافق مع تأرجحها . وعندئذ يزداد نطاق اهتزازاتها .

فما هى الاضطرابات (الانفجارات) الجارية فى الكون المتمدد والتى تتوافق مع وتيرة التمدد ؟ انها تلك التى يفوق طول موجتها Ct ، حيث C – سرعة الضوء ، و t – الزمن المار منذ بدء التمدد . وازدياد مثل هذه الاجسام غير المتجانسة بنطاق كبير جدا قد يؤدى بالذات الى تكون التكثفات الكافية لتشكيل تجمعات المجرات .

ويطرح السؤال التالى : ما هى الاسباب الفيزيائية التى ادت الى حدوث التغيرات فى صفات المادة التى اوجبت بدورها حدوث تغير حاد فى وتيرة التمدد ؟ فان هذه الاسباب بالذات قد اوجبت فى نهاية المطاف تشكيل البنية المعاصرة للكون .

وكما يرى ى . نوفيكوف وف . لوكاش فانها ذات صلة متينة بالظواهر التى تدرسها فيزياء الجسيمات الاولية . وتعرف الفيزياء الحديثة اربعة انماط للتفاعلات هى : الشديدة او النووية والكهرومغناطيسية والضعيفة الجارية بمشاركة النيوترونات والجارية بفعل الجاذبية .

تعمل التفاعلات الشديدة على المحافظة على الاقسام المكونة لنوى الذرات ، اما الضعيفة فتؤدى الى حدوث انحلال بيتا ذى الفاعلية الاشعاعية ، والذى يتحلل فيه النيوترون الطليق تلقائيا الى بروتون والكترون ونيوترينو مضاد .

وطبقا للتصورات الحديثة فانه فى المراحل المبكرة جدا من تمدد الكون كانت درجة حرارة المادة عالية للغاية ، وكانت تتألف من جسيمات تتحرك بسرعات الضوء وذات كتل سكون صفرية . الا انه عند التمدد اللاحق بردت المادة وحدثت فيها انتقالات طورية . وجرى انعزال مختلف انماط التفاعلات ، واكتسبت بعض الجسيمات كتلة السكون .

ولا يزال من المقرر ادراك كيف جرت بالذات مثل هذه الانتقالات . الا انه

كان ينبغي ان يغير وتيرة التمدد بشدة كل اعادة بناء كهذا لوضع المادة . وفي تلك المراحل القصيرة الامد ، عندما جرى هذا التمدد بسرعة عالية ، ولدت الفوتونات التي حدد ظهورها مقدما التركيب المعقد للكون في المستقبل .

يقوم السيناريو المذكور اعلاه لفجر الكون ، كما يؤكد ذلك مؤلفاه ى . نوفيكوف وف . لوكاش ، « على فرضيتين اساسيتين ، وقد إحتلتا مكانهما بصورة راسخة في نظرية الجاذبية وفي فيزياء الجسيمات الأولية ، دون ان يتم بعد اثباتهما عمليا بصورة شاملة . وهما الفرضيتان حول صواب نظرية النسبية العامة في ميدان مجالات الجاذبية الشديدة وحول وجود مجال واحد لدى الطاقات العالية ، يجمع ما بين كافة اصناف التفاعلات » . *

تظهر الابحاث المعاصرة في مجال دراسة المراحل المبكرة من تطور الكون بجلاء انه توجد صلة وثيقة بين عمليات علم الكون والظواهر الجارية في عالم الجسيمات الدقيقة .

الكون والنيوترينو

لقد اشرنا اكثر من مرة بصورة مباشرة او غير مباشرة الى وجود صلة وثيقة بين الفيزياء والفيزياء الفلكية . فمن جانب يغدو الكون مختبرا للفيزياء الحديثة . ومن جانب آخر ان الاكتشافات الفيزيائية الحديثة التي تم انجازها بهذا القدر أو ذاك بفضل الابحاث الفيزيائية الفلكية والمشاكل الفلكية ، تؤثر بدورها تأثيرا حتميا على مواصلة تطوير التصورات الفلكية . وهذه هي الصلة العكسية الخاصة في العلاقات والتأثيرات المتبادلة بين هذين العلمين ، وهذا هو ديالكتيك المعرفة !

ثمة جسيم عجيب بين مائتين ونيف من الجسيمات الأولية المعروفة لدى الفيزيائيين المعاصرين هو النيوترينو . وطبقا للتصورات النظرية التي وجدت خلال فترة طويلة ، فان هذا الجسيم يخلو مما يسمى كتلة السكون – اذ انه يتحرك دائما بسرعة تعادل سرعة الضوء بالضبط . بيد انه من ناحية اخرى لا تفرض النظرية اية تحريمات أيضا على احتمال وجود كتلة للنيوترينو غير الصفر . ودعا هذا الامر بعض العلماء في معهد الفيزياء النظرية والتجريبية التابع لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتي

* ى . نوفيكوف ، وف . لوكاش ، صدى « انفجار الكون » ، مجلة « العلم والحياة » ، ١٩٨١ ، العدد ٧ ، الصفحة ٧ .

الى اجراء عدد من التجارب لتبيان المقدار الفعلي لكتلة ما يسمى النيوترينوات الالكترونية . وكانت النتيجة – حقا انها النتيجة الاولية – ، مثيرة : فقد خلص العلماء الى استنتاج يفيد بان كتلة النيوترينو لا تعادل الصفر بل تبلغ بالوحدات الطاقية من ١٤ الى ١٦ الكترون – فولت . والكتلة ليست كبيرة جدا فهي في حدود جزء من ثلاثين الف الى جزء من عشرة آلاف من كتلة الالكترون ، الا ان حقيقة وجودها بحد ذاته ، في حالة اثباته ، سيقود الى عواقب خطيرة جدا بالنسبة الى تصوراتنا عن الكون ...

ان من المشكلات الآنية لعلم الفلك الحديث هي مشكلة الطاقة داخل الشمس وداخل النجوم . وكان المعتقد حتى فترة قريبة بان مصدر هذه الطاقة هو التفاعلات النووية الحرارية لتخليق الهيليوم من الهيدروجين . وقد صمد هذا التصور الى حد انه كان يعتبر من الافكار التي لا جدال فيها في الفيزياء الفلكية الحديثة . فجأة ، برز الشك ! ...

لقد تحدثنا من قبل عن انه اذا ما كان يجري في بواطن الشمس – كوكبنا النهاري – فعلا تفاعل نووي حراري ، فلا بد وان يتولد هناك النيوترينو . بفضل القدرة الانفاذية الهائلة التي تتمتع بها هذه الجسيمات ، والتي يكون تفاعلها مع المادة ضعيفا جدا ، فانها « تنطلق » بحرية الى الفضاء المحيط بالشمس ويصل قسم معين منها الى الارض . وتم صنع جهاز خاص لتسجيل نيوترينوات الشمس ونفذت اعمال الرصد . الا ان النتيجة كانت غير متوقعة الى آخر حد : اذ كان سيل النيوترينوات اقل بعدة مرات مما كانت تتنبأ به النظرية . وكما اشرنا اعلاه فلغرض ايضاح هذه الظاهرة اقترحت عدة فرضيات ، لحد الافتراض بان المصدر الاساسي لطاقة الشمس والنجوم هو ليس التفاعلات النووية الحرارية بل عمليات فيزيائية اخرى غير معروفة . ولا تزال المسألة معلقة حتى الآن .

لكن اذا ما تأكد وجود كتلة نهائية لدى النيوترينو ، فستتوفر امكانية اخرى لتفسير النتيجة السلبية لتجارب تسجيل نيوترينوات الشمس . ومجمل القضية انه توجد ثلاثة انماط مختلفة من النيوترينو في الطبيعة . وكما يعتقد النظريون فان النيوترينو من النمط الواحد ذي الكتلة ، المغايرة للصفر ، يمكن ان يتحول تلقائيا الى نيوترينو من نمط آخر . لهذا يمكن ان تكون لدينا الصورة التالية : ان النيوترينوات ، التي تولد في بواطن الشمس وتخصص الكواشف الحديثة من اجل تسجيلها ،

يمكن ان تتحول وهى فى طريقها الى الارض الى نيوترينوات لا تستطيع هذه الكواشف تسجيلها .

ان ايجاد الكتلة النهائية للنيوترينو سيحدث تغيرات ملموسة جدا فى التصورات القائمة فى علم الكونيات ايضا . ومعروف ان الصفات الهندسية لكوكبنا ذات ارتباط وثيق جدا بالكثافة المتوسطة للكتلة . فاذا ما كانت هذه الكثافة اكبر من قيمة حرجة ما تبلغ حوالى $2 \cdot 10^{-29}$ غم /سم^3 ، فان فضاء الكون مغلق وله نهاية . ووفقا للمعطيات الفلكية الفيزيائية الموجودة حتى الوقت الحاضر فان الكثافة المتوسطة الفعلية كانت تقدر دون القيمة الحرجة . ويوسع النيوترينوات اجراء تعديل ملموس جدا فى هذا المقدار . وطبقا للمعطيات المتوفرة فان لكل بروتون موجود فى الكون (يدور الحديث عن البروتونات نظرا الى ان الهيدروجين يعتبر من العناصر الكيميائية الاكثر انتشارا فى الطبيعة) هناك قرابة مليار نيوترينو . وهكذا ، اذا ما كانت توجد للنيوترينو كتلة محدودة فعلا ، فانه حتى اذا ما كانت هذه الكتلة اقل من كتلة البروتونات ببضع عشرات الملايين من المرات ، فستزيد الكتلة الاجمالية النيوترينو بمقدار ٣٠ مرة على كتلة المادة « الاعتيادية » ! وقد يبدو بان جميع النجوم والكواكب والسدم والمجرات ليست سوى اضافة ضئيلة الى الخلفية النيوترينوية للكون . وهذا سيعنى بدوره بان الكثافة المتوسطة للكتلة تفوق كثيرا الكثافة الحرجة . وبالتالى فان الكون الموجودين فيه مغلق وله نهاية ويجب ان يعقب تمدده بمرور الزمن (بعد مليارات السنين) حدوث الانضغاط .

الا ان هذا ليس كل شىء . فالمعروف ان الكون المعاصر متجانس فقط فى النطاقات الكبيرة جدا . ولو بحثنا مجالات الفضاء الصغيرة نسبيا ، فانه لن يكون هناك تجانس اذ ان المادة الفضائية متركزة فى الجزر النجمية – المجرات وتجمعات المجرات . وطبقا لنظرية التمدد الساخن للكون ، فان هذه الاجسام الفضائية يجب ان تتكون فى مرحلة معينة من التمدد بنتيجة تطور عدم التجانس فى الوسط المحيط . وينبغى ان تجرى العملية بالشكل التالى تقريبا : كان هناك فى احدى المراحل المبكرة نسبيا من التمدد طور تجانس ذى تقلبات صغيرة ناشئة بنتيجة عدم الاستقرار فى الجاذبية . وقد تكون المادة فى بعض مناطق الفضاء اكثر ، وفى مناطق أخرى اقل قليلا . واذا ما كانت قوى المرونة متفوقة على قوى الجاذبية ، فانه قد يحدث امتصاص عدم التجانس . ولكن اذا ما كان الحيز الذى تشمله

الاضطرابات كبيرا جدا ، يتولد عدم استقرار فى الجاذبية . وهكذا ينبغى ان تعاظم التموجات ذات النطاق الكبير جدا . ويقوم الاكاديمى ياكوف زيلدوفيتش والعاملون معه بدراسة فرضية نشوء المجرات بنتيجة تكسر الوسط المحيط المتأتى عن عدم الاستقرار فى الجاذبية .

بيد ان هذه الفرضية تصطدم بصعوبات معينة . وترتبط احداها بمعطيات اعمال الرصد الفلكى الاشعاعى .

وفى الوقت الحاضر فان الكون شفاف بصورة مطلقة بالنسبة الى كمات الاشعاعات المعمرة ، (انظر الصفحة ١٣٢) حيث انها تتحرك دون ان تبتلع عمليا . الا انه فى الماضى ، عندما كانت جميع الابعاد اصغر بحوالى ١٠٠٠ مرة ، كان الكون غير شفاف بصورة مطلقة بالنسبة لكمات الاشعاع الكهرومغناطيسى ، حيث انها كانت تتشتت كليا . ولو كان الوسط فى ذلك العصر متجانسا كليا ، ولوجب ان تكون الاشعاعات المعمرة موحدة الخواص ، ووجب ان تكون كثافتها واحدة فى كافة الاتجاهات .

بيد ان الكون المعاصر لا يعتبر ، كما ورد آنفا ، متجانسا بصورة مثالية ، حيث توجد فيه جزر نجمية – مجرات وتجمعات المجرات . ولو كانت هذه الاجسام قد تكونت فعلا من « الاجنة » التى تولدت تحت تأثير عدم استقرار الجاذبية ، فان الوسط الفضائى لم يكن متجانسا بصورة مطلقة فى المرحلة المذكورة من تطوره . وفى هذه الحالة لا يمكن ان تكون الاشعاعات المعمرة موحدة الخواص ، ولا بد وان ترصد فيها تموجات ذات نطاقات صغيرة . ولغرض اكتشافها اجريت قياسات عديدة لكثافة الاشعاعات المعمرة فى التلسكوبات الراديوية الضخمة ، ومن ذلك فى التلسكوب الراديوى السوفيتى النادر المثال (راتان – ٦٠٠) . الا انه لم يتسن اكتشاف اية تموجات صغيرة النطاق على مستوى عال جدا من الدقة ، اذا ما حسبنا قيمة « الاجنة » انطلاقا من حجوم تجمعات المجرات الحديثة . وينشأ لغز عسير على الحل ! فالمجرات والتجمعات لا بد وان تتكون من شىء ما . فان لم يكن ذلك من لاتجانسات الوسط ، فمن اى شىء ؟ ولحد ما لا ترى اية احتمالات اخرى قريبة الى الحقيقة .

وكان بالمستطاع ازالة هذه الصعوبة من وجود كتلة نهائية للنيوترينو . وقد يحتمل نشوء اجسام لاتجانسة صغيرة بالصدفة فى المرحلة المبكرة من تمدد

الكون ، وذلك فى الغاز النيوترينوى الذى كان يملأ الفضاء العالمى . الا ان طاقة النيوترينوات فى تلك الفترة كانت عالية جدا ، وكانت تتحرك بسرعات تقارب سرعة الضوء . كما ان قوى جذب التكثفات الصغيرة لم تكن كافية للامساك بمثل هذه النيوترينوات . ولهذا جرى الخلاها و « امتصاصها » تدريجيا .

الا انه بحدوث التمدد تقلصت سرعات النيوترينوات ، وكما تظهر الحسابات ، وبعد مرور ٣٠٠ عام تقريبا من اللحظة الاولية صار بوسع التكثفات الكبيرة جدا « الامساك » بها . وكان ينبغى ان تعادل كتلة مثل هذه التكثفات حوالى 10^{15} كتلة الشمس . وصار حجمها يكبر تدريجيا ، جاذبة اليها بقوة الجاذبية الشديدة نيوترينوات اخرى ، وبعد مضى قرابة المليون عام بعد بدء التمدد احدثت تجذب المادة الاعتيادية اى الغاز المتعادل . وبعد ان تراكمت فى الاقسام المركزية من هذه المادة التجانسات النيوترينوية غير المرئية تشكلت بهيئة تجمعات المجرات التى نرصدها نحن . وطبقا للحسابات فان كتلة هذه المادة كانت اقل بمرات عديدة من الكتلة الاجمالية للتكثفات النيوترينوية .

وبهذا فان القسم الاكبر من مادة الاجسام اللامتجانسة الاولية ، التى تكونت منها فيما بعد تجمعات المجرات ، كانت « غير مرئية » بالنسبة الى الاشعاعات المعمرة ولم يكن بوسعها ان تؤدى الى اختلال خواصها الموحدة . اما كتل المادة الاعتيادية الداخلة فى تركيب الاجسام اللامتجانسة النيوترينوية فانها لم تكن تكفى بجلاء لاثارة تلك التموجات فى درجة تكثف الاشعاعات المعمرة التى بالمستطاع كشفها باستخدام الاجهزة الحديثة . اذن ، لو كانت للنيوترينو كتلة نهائية ، فانه يزول تماما التناقض الناشئ بين النظرية الحديثة لنشوء المجرات وحصيلة رصد الاشعاعات المعمرة .

وثمة مشكلة اخرى هامة جدا ، فى نهاية المطاف ، يمكن ان يعطى اكتشاف الكتلة النهائية للنيوترينو فى حلها الوضوح المنشود .

تثير قلق علماء الفيزياء الفلكية طوال سنين عديدة مسألة ما يدعى بالكتلة الخفية . ذلك انه يمكن تحديد كتلة تجمعات المجرات بطريقتين . الاولى ، بدرجة شدة الضوء : فكلما كانت كتلة التجمعات اكبر تكون شدة الضوء المنطلق منها اكثر . والثانية ، طبقا لقانون الجاذبية ، وانطلاقا من رصد الحركات المتبادلة للمجرات فى التجمعات . وقد تبين بان كتل التجمعات الواحدة التى تم تحديدها

بطرق مختلفة لاتتطابق ، حيث ان الكتل المحسوبة وفقا لقانون الجاذبية تزيد بمرات عديدة على الكتل المحسوبة على اساس شدة الضوء .

ومن التفسيرات المحتملة لذلك هو انه توجد فى التجمعات اجسام غير مضيئة تسهم برصيدها فى الكتلة الاجمالية ، دون ان تؤثر البتة فى شدتها الضوئية . وهذه الكتل الخفية بالذات تحرك المجرات فى التجمعات بسرعات كبيرة . وظهرت المشكلة التالية : ما هى الطبيعة الفيزيائية « للكتل الخفية » ؟

لقد طرحت عدة فرضيات بهذا الشأن : الغاز والغبار والنجوم الضعيفة الضوء والثقوب السوداء . الا انه لم تعط اية واحدة منها لهذا السبب او ذاك الجواب المرضى على السؤال الناشئ ولا يزال الوضع غير محدد بقدر معين حتى يومنا هذا . وبوسع النيوترينوات ان تحدد الامر . واذا ما كانت هذه الجسيمات ذات كتلة نهائية فان رصيدها فى الكتلة الاجمالية لتجمعات المجرات قادر على تغطية النقص فى الكتلة الناشئ لدى استخدام طرق مختلفة لتحديدها .

الا انه هذا كله مجرد اذا ... ولنعد الآن مرة اخرى الى مسألة كتلة النيوترينو . فأى قدر يمكن اعتبار الاستنتاج القائل بان هذه الكتلة تعادل الصفر هو استنتاج صائب ؟

من المعروف بانه جرى التنبؤ بوجود النيوترينو بنتيجة دراسة ما يسمى الخلال – بيتا ، اى العملية الفيزيائية التى تطلق فيها نواة احد العناصر الكيميائية الكترونا وتتحول الى نواة عنصر كيميائى آخر . وقد لوحظ بان الطاقة التى يولدها الالكترون فى عدد من الحالات اقل مما يجب وفقا للحسابات النظرية . وافترض الفيزيائى السويسرى المعروف ف . باولى بانه يحمل معه الطاقة المنقوصة جسيم متعادل آخر لا يعرفه العلم ، وهو يتفاعل بصورة ضعيفة مع المادة ولهذا لا يلاحظ . وقد تبين بان الجسيم المذكور هو النيوترينو .

الا ان عملية الخلال – بيتا يمكن من حيث المبدأ ان تكون كاشفا غير مباشر لايضاح مسألة كتلة النيوترينو . وقد مضى بهذا الدرب بالذات علماء الفيزياء السوفيت . واستخدمت لغرض القياس عملية الخلال – بيتا التريتيوم التى تتحول فيها نوى ذرات هذا العنصر ، باطلاقها الالكترونات ، الى نوى ذرات النظير المشع للهيليوم فلو كانت كتلة النيوترينو صفرا لوجب ان يوجد بين الالكترونات المنبعثة من نوى التريتيوم الكترونات باقصى طاقة ممكنة بالنسبة لهذه

العملية . وفى الحالة اذا ما كانت النيوترينوات ذات كتلة نهائية فان الطاقة القصوى للالكترونات المنبعثة ستكون اقل نوعا ما ، أى يتوقف هذا الفرق على مقدار كتلة النيوترينو .

وبنتيجة سلسلة هذه التجارب التى نفذت فى معهد الفيزياء النظرية والتجريبية تم التوصل الى استنتاج أولى حول ان كتلة النيوترينو غير الصفر .

فى السنوات الأخيرة درس الفيزيائيون الامريكان ايضا مسألة كتلة النيوترينو . وقد انطلقوا فى قياساتهم من انه لدى وجود الكتلة النهائية فان النيوترينوات من « نوع » معين يمكن ان تتحول الى نيوترينوات من « نوع » آخر ، بينما عندما تكون الكتلة صفرا لا يمكن حدوث مثل هذا التحول . وقد اعلن العلماء الذين اجروا التجارب المناظرة بانهم اكتشفوا الانتقالات المذكورة . صحيح ان تقييمهم لكتلة النيوترينو اقل من تقييم العلماء السوفيت له . الا انه بعد مرور فترة من الزمن ظهرت انباء جعلت هذه النتيجة موضع شك ...

وهكذا يقى الوضع غير محدد ايضا ولا بد للحكم بثقة من اجراء تجارب واعمال رصد كثيرة . الا انه تطرح نفسها مقارنة طريفة . فقد ادت الى اكتشاف النيوترينو مسألة نقص الطاقة لدى حدوث انحلال – بيتا . وحل النيوترينو بوجوده نفسه اللغز المتولد . ولربما يتكرر الوضع الى حد ما ؟ كما رأينا يوجد فى علم الفيزياء الفلكية الحديث العديد من الالغاز التى كانت ستحل لو كانت للنيوترينو كتلة محدودة . وقد تسنى مرة بمعونة النيوترينو تفسير النقص فى الطاقة ، فلربما سيتسنى الآن تفسير النقص فى الكتلة . وكما لاحظ عن حق عالم فيزيائى فلكى معروف فانه اذا ما ظهر بان كتلة النيوترينو تعادل الصفر مع ذلك ، فانه ينبغى « اختراع » جسيم آخر يتفاعل بشكل ضعيف جدا مع المادة ، الا انه ذو كتلة محدودة .

بالطبع ان التماثلات فى الفيزياء والفيزياء الفلكية لا تتمتع بقوة البرهان . ولكن يمكن ويجب ان تستحث اجراء الابحاث اللاحقة فى دراسة مسألة كتلة النيوترينو .

ولهذا السبب بالذات تستحق قضية الآثار الفلكية الفيزيائية المحتملة لوجود كتلة محدودة للنيوترينو المناقشة الوافية منذ اليوم ، بالرغم من انه لا يزال الوقت مبكرا لايراد استنتاج نهائى حول وجود هذه الكتلة او عدمه .

يكشف تطور العلوم الطبيعية ، وعلى الاخص الفيزياء والفيزياء الفلكية ، بين حين وآخر ، جانب وصفات جديدة ، وغالبا ما تكون غير متوقعة جدا ، للعالم المحيط بنا . ومن الانجازات المذهلة باكبر قدر من هذا النوع الافكار الحديثة حول الفراغ الفيزيائى .

يزداد اكثر فاكثر الحديث عن الفراغ فى الأعمال الجادة حول الفيزياء والفيزياء الفلكية . وتبحث مسألة احتمال ان يولد الفراغ جسيمات مادية ، والتفاعل بين الفراغ والثقوب السوداء ، بينما اورد الفيزيائى الفلكى السوفيتى المعروف الاكاديمى غ . نان حتى فكرة تقول بانه يلعب الفراغ بالذات الدور الاساسى فى الكون ، اما البقية الباقية اى النجوم والمجرات والكواكب فهى ليست سوى « تموجات خفيفة » على سطحه ...

فما هو اذن الفراغ الفيزيائى وكيف يتصور العلم الحديث خواصه الفيزيائية ؟

كان يعتقد فى زمن ما فى عصر الفيزياء الكلاسيكية ان فراغ الكون هو خواء وحيز فارغ تتحرك فيه شتى انواع الاجسام الفضائية المؤثرة فى بعضها البعض وفقا لقانون الجاذبية . الا ان السير اللاحق للاحداث فى الفيزياء قد احدث تعديلات ملموسة فى هذه التصورات . وطرح علم البصريات الذى تطور بشكل عاصف فى القرن التاسع عشر امام العلماء مسألة ماذا يمثل الضوء وكيف ينتشر فى الفضاء ؟ وكما يحدث غالبا فى مثل هذه الحالات حاول الفيزيائيون حل هذه المسألة بواسطة التماثل والمشابهة . وبالاخص وانه كان يوجد لديهم موضوع مناسب للمقارنة هو الصوت .

ان الموجات الصوتية تنتشر فى الوسط المرن ، وبالتالى يجب ان تنتشر الموجات الضوئية ايضا فى الوسط المرن . وهكذا كان يفكر العلماء . واطلق على هذا الوسط الذى لا يدرك باللمس ويملأ كل شىء اسم الاثير . وهكذا برزت الفكرة القائلة بان الموجات الضوئية هى التذبذبات الميكانيكية للاثير .

بيد انه سرعان ما اكتشفت حقيقة تتعارض مع فرضية الاثير بشكل جلى . فقد تبين بان الموجات الضوئية ذات طابع عرضى ، اى ان اتجاه التذبذبات فى الموجة الضوئية يكون عموديا على اتجاه انتشاره . الا ان المسألة تكمن فى ان

الموجات الميكانيكية العرضية لا يمكن ان تنتشر سوى فى الاجسام الصلبة بينما لا يمكن للاثير مسبقا ان يكون صلبا حيث انه لا يمكن ان تتحرك الكواكب فى الاثير الصلب ...

ومع ذلك لم يتخل الفيزيائيون عن فرضية الاثير بارتياح . وتم لفرض انقاذها ابتداع مختلف البدائل التى تنم عن دهاء وشطارة . واستمر ذلك لحين قيام نظرية النسبية الخاصة التى استحدثها البرت اينشتين بالقضاء على فكرة الاثير الى الابد . وكما تبين فانه لغرض انتشار الضوء لا حاجة لاى وسط مادى حيث ان شعاع الضوء بحد ذاته احد اشكال وجود المادة .

هكذا بات واضحا بان الفضاء العالمى ملىء ليس فقط بالمادة بل بشتى الاشعاعات والمجالات الفيزيائية . ويبدا ان المشكلة تعود بهذا الى وضعها الابتدائى اى الى الفكرة القائلة بان الفراغ هو خواء مطلق .

لكن ماذا يحدث لو اخرج من حيز ما كل ما يمكن : الاشعاعات والمجالات والجسيمات المادية ؟ ماذا سيتبقى ؟ هل هو الخواء المطلق أم منظومة فيزيائية ما ذات صفات محددة اى الفراغ الفيزيائى . وخلصت الفيزياء الحديثة الى قناعة راسخة بصواب الفرضية الثانية .

وتبين أمر مذهل بظهور وتطور ميكانيكا الكم . فقد ظهر ان الجسم الدقيق مثلا الالكترون لا يستطيع ابدا ان يكون فى حالة السكون التام . وبعكس ذلك لاحتل ما يسمى مبدأ عدم التحديد ، الذى يعتبر احد الموضوعات الاساسية لميكانيكا الكم . وطبقا لهذا المبدأ لا يمكن ان يقاس بدقة فى آن واحد وضع الجسم الدقيق فى الفضاء وسرعته . ولكن اذا ما كان الالكترون ساكنا فان سرعته تعادل الصفر وبالتالى يثبت وضعه فى الفراغ وسرعته بقيمة واحدة . وهذان الامران لا يتفقان على الاطلاق من وجهة نظر مبدأ عدم التحديد .. ونستخلص من ذلك الاستنتاج التالى : من المستحيل سلب الجسيم الدقيق الطاقة كلها حيث انه فى كافة الظروف سيتحرك ، يهتز ...

ان هذا الرأى يعتبر الاساسى فى الافكار الحديثة حول الفراغ الفيزيائى . ويجب على كل منظومة دقيقة ان تكون دائما فى حركة . ويضمن ذلك انه يجب فى اى حيز صغير من الفضاء ان تتولد ازواج من «الجسيم» و « الجسيم

المضاد » . ولكنها حالما تظهر الى الوجود تختفى ، وتمحق ، وتنبعث منها عندئذ الكمات الضوئية التى تمتص بدورها على الفور . لهذا لا يحدث فى المتوسط اى شىء ولا يوجد شىء ولا نرى اى شىء ، بالرغم من انه توجد فى كل لحظة فى الحيز الذى يهمنا شتى انواع الجسيمات وكمات الاشعاع . الا ان هذا التنوع يتولد باستمرار ويمحق باستمرار . وقد اطلقت على هذه الظاهرة تسمية التذبذبات الصفرية للفراغ . اما الجسيمات التى يبدو انها موجودة وغير موجودة فى آن واحد فسميت الجسيمات الافتراضية (المحتملة) .

وبالرغم من الغرابة الواضحة لمثل هذه الافكار ، ويمكن القول ، قلة احتمالها ، فانها ليست مجرد فرضية نظرية حيث ثبت تجريبيا الوجود الواقعى للتذبذبات الصفرية للفراغ . .

ان قصة هذه التجربة ذات عبرة بالغة . فهى تظهر كيف ان سحر النظرية غالبا ما يؤدى الى اعطاء تفسير متحيز للمعطيات التجريبية . وبالرغم من ان نقطة الانطلاق فى معارفنا العلمية هى التجربة بالذات .

لقد حسب العالم الفيزيائى الشهير بول ديراك منذ اعوام الثلاثينيات طيف اشعاع ذرة الهيدروجين – اى المنظومة المؤلفة من بروتون والكترون . وطبقا لحسابات ديراك فان المستوى الطاق الثانى للالكترون فى هذه المنظومة لا يشكل فى الواقع مستوى واحدا بل هو مؤلف من اثنين متلاحمين مع بعضهما البعض .

الا انه بعد مضى عدة سنوات اكتشف الفيزيائى الامريكى الخبير المعروف فى الحاث الطيف ليون باسترناك ، لدى دراسته لانتقال الالكترون فى ذرة الهيدروجين من المستوى الطاق الثانى الى الاول ، ليس خطا واحدا ، كما وجب ان يكون عليه الامر طبقا لفكرة ديراك ، بل وجود خطين طيفيين . الا ان مكانة ديراك كانت كبيرة الى درجة انه لم يتخذ اى عالم فيزيائى موقف الجد من هذه النتيجة . بالاحص وان باسترناك قد توصل اليها فى الحد الاقصى لامكانيات الاجهزة .

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية فقط قرر عالم فيزيائى امريكى آخر هو ويليس لامب ان يكرر دراسات باسترناك . غير ان لامب سلك طريقا مغايرا نوعا ما فى اجراء تجربته . وكانت توجد لديه بخلاف باسترناك ليست أجهزة بصرية فقط بل واجهزة رادار ناسخة . فاذا ما كان المستوى الثانى ينشطر فعلا الى اثنين، اذ لا بد

من وجود انتقال طاق بينهما . واظهرت الحسابات بانه ينبغى البحث عن الخط المناظر لهذا الانتقال ليس فى النطاق البصرى بل فى النطاق الراديوى . وقد اكتشفه لامب ، مدشنا بذلك بداية مجال جديد للفيزياء التجريبية هو التحليل الطيفى الراديوى (الاشعاعى) .

فلماذا اخطأ ديراك ؟ مجمل القضية انه كان يعتبر ذرة الهيدروجين كمنظومة مؤلفة من البروتون والالكترون فقط . علما بانه لا توجد مثل هذه المنظومة بصورة منفردة ، حيث يغوص البروتون وكذلك الالكترون فى الفراغ . وبتأثير التذبذبات الصفرية للفراغ يبدأ الالكترون بالتذبذب ايضا . وهذا بالذات يؤدى الى انشطار المستوى الطاق والذى اكتشفه لامب .

ان تجربة لامب لا تعتبر البرهان الوحيد على وجود التذبذبات الصفرية للفراغ . فهناك براهين أخرى . ومعروف جيدا ان الشحنتين الكهربائيتين المتباينتين تنجذبان الى بعضهما البعض بقوة ما يتجاوب مقدارها مع قانون كولون . بيد ان هذا يحدث فى « الفراغ » . اذا ما وضعنا الشحنتين فى وسط ما فانه بتأثيره تغدو قوة التفاعل المتبادل بينهما بشكل آخر . فمثلا تضعف فى الماء بمقدار ٨٠ مرة .

ويحدث شيء مشابه لذلك فى الفراغ ايضا . مثلا ، ان النواة ذات الشحنة الموجبة تبدأ بالتفاعل مع الالكترونات والبوزيترونات الافتراضية ، جاذبة الاولى ومتنافرة مع الثانية . وبفضل ذلك فان التفاعل بين جسمين مشحونين حتى فى الفراغ سينحرف عن قانون كولون . وقد سجل هذا التأثير بالذات فى التجارب على المعجلات ، ومثالها لدى تشتت حزمة من الالكترونات ذات الطاقة العالية على البروتونات .

اذن فالفراغ هو الوسط الفيزيائى المتكامل الذى يسلك ، كما يعتقد الفيزيائيون اعتمادا على العديد من المعطيات المتوفرة ، سلوك موصل مفرط للغاية .

ان فرط المصلية هو ظاهرة طريفة جدا . فكما تظهر الابحاث ان بعض المعادن تفقد مقاومتها الكهربائية كليا لدى تبريدها الى ٢٥٠ درجة مئوية تحت الصفر او ٢٣,٤ كلفن . وفى الوقت الحاضر باتت واضحة الى حد ما الآلية الفيزيائية لهذا التأثير العجيب . والمسألة انه فى الموصل المفرط لا تكون

الالكترونات متفرقة كما هى الحال فى الموصل الاعتيادى ، بل تشكل بتأثير بعض الاسباب اثرة لها « منفعة » ، كما يقول الفيزيائيون بلغتهم السوقية الرائجة ، فى « الجلوس » فى ادنى مستوى للطاقة . وفى النتيجة ينشأ فى الموصل المفرط ما يشبه المنظومة الفرعية هى مجموعة جسيمات ذات طاقة صفرية تتمتع بفرط الموصلية .

لقد قام الفيزيائى الامريكى س . فاينبرغ والفيزيائى الباكستانى ا . سلام منذ عام ١٩٦٧ بمحاولة لاعداد نظرية حول الفراغ الفيزيائى مشابهة لنظرية فرط الموصلية . وافترضا بانه فى الفراغ الفيزيائى يمكن ان تنشأ روابط (مجموعات) من الجسيمات التى توجد فى المستوى الادنى الطاق (وحسب مصطلحهما — المتكثف) .

ويمضى التماثل أبعد من ذلك . فلدى تسخين الموصل المفرط تبدأ الجسيمات ، التى تدخل ضمن المجموعة ذات الموصلية المفرطة ، بالانتقال الى مستويات طاقة اعلى ، وتأخذ المجموعة بالتهدم ، وفى الوقت نفسه يحل الضعف تدريجيا بصفة فرط الموصلية وفى نهاية المطاف تزول تماما .

يحدث شيء من هذا القبيل فى الفراغ ايضا . فاذا ما جرى تسخينه (بالمعنى الفيزيائى يمكن تسخين اى شيء) فان المتكثف يبدأ بـ « التبخر » ...

وعندئذ تتجلى حتمية عجيبة هى انه تتوقف الخصائص الفيزيائية للجسيمات الواقعية ، وخاصة كتلتها ، على عدد الجسيمات « الخفية » فى المتكثف الفراغى . وهذا ستنقص كتل الجسيمات الواقعية وبتغاير طابع التأثيرات المتبادلة فيما بينها بقدر « تبخر » المتكثف .

وكما تظهر الحسابات فانه لدى بلوغ درجة الحرارة الحرجة 10^{27} كلفن يحدث فى الفراغ انتقال طورى هو « غليان الفراغ » الذى يجب ان يؤدى الى حدوث تغير جذرى فى صفاته ، وبالتالى فى صفات الجسيمات الواقعية ايضا .

ولا شك فى ان 10^{27} كلفن هى درجة حرارة رهيبة . لكنها ليست خيالية . ووفقا لنظرية التمدد الساخن للكون فقد كانت فى المرحلة المبكرة للتمدد فترة ذات درجة حرارة عالية جدا تفوق ذلك الحد الحرج . ودعنا نحاول متابعة العمليات التى جرت فى المراحل الاولى من تطور الكون بشكل معكوس . وعندما نرجع

الفهقرى فى التسلسل الزمنى نكتشف بان درجة حرارة الوسط ستزداد بينما تتناقص بالتالى كتلة المتكثف الفراغى . واخيرا تبلغ القيمة الحرجة لدرجة الحرارة ويحدث « غليان الفراغ » . وهذه اللحظة متأخرة عن بداية التمدد بمقدار 10^{-12} ثانية .

الآن لنسترجع الاحداث بالتتابع الذى جرت فيه فعلا . وبعد بدء التمدد حتى 10^{-12} ثانية لم يكن للمتكثف وجود وكانت كتل جميع الجسيمات تعادل الصفر . ولكن عندما هبطت درجة الحرارة دون 10^{16} كلفن حدث الانتقال الطورى ، القفزة التى تغيرت فيها كثيرا صفات الجسيمات الاولية ، حيث اكتسبت الكتلة .

هكذا يمكن لنظرية الفراغ الفيزيائى ان تلقى ضوءا هاما على العمليات التى جرت فى المراحل المبكرة جدا من تمدد الكون . وتتسم باهمية فيزيائية فلكية لا موارية فيها ظاهرة غير اعتيادية أخرى تتعلق بالفراغ . فلو اثرنا على الفراغ الفيزيائى تأثيرا خارجيا قويا جدا ، مثلا ، بمجال كهربائى او بمجال جاذبية ، فان الجسيمات « غير الملحوظة » التى توجد فى المتكثف يمكن ان تتحول الى جسيمات واقعية . بتعبير آخر ، لدى توفر ظروف معينة فان الفراغ يتمتع بالقدرة على « توليد » جسيمات واقعية . ويحدث هذا بدون الاخلال بقوانين البقاء .

ان التصور حول امكان « تولد الجسيمات من الفراغ » قد اعتمد كأساس لواحدة من اهم افكار علم الفيزياء الفلكية الحديث الا وهى فكرة « تبخر » الثقوب السوداء . وكما اظهرت الحسابات التى اجراها العالم النظرى البريطانى س . هوكينغ فان مجال الجاذبية الجبار للثقب الاسود قادر على التأثير على الفراغ الفيزيائى ، محولا الجسيمات الافتراضية الى واقعية . وبفضل هذه العملية ينبغى ان يفقد الثقب الاسود كتلته ويصغر حجمه شيئا فشيئا . ولدى انعدام المؤثرات الخارجية فان الثقب الاسود للكتلة النجمية « يتبخر » فى غضون 10^{66} (ك / ك ش)^3 سنة ، حيث ك – كتلة الثقب الاسود وك ش – كتلة الشمس .

اذن ما هى فترة الحياة التقريبية « للثقب الاسود » ؟ ولو وجد « ثقب اسود » تعادل كتلته كتلة الشمس ، لتطلب من اجل تبخره كليا ما لا يقل عن 10^{74} ثانية . ولغرض تقييم ضخامة هذا العدد يكفى القول بان مجمل تطور الكون الذى نشأ كما هو معروف بنتيجة تمدد خاثرة مفرطة الكثافة من البلازما الساخنة ،

استغرق منذ اللحظة الاولية وحتى الوقت الحاضر فترة 10^{18} ثانية تقريبا لا غير . وهكذا فان فترة حياة « الثقوب السوداء » الضخمة جدا تفوق كثيرا جميع الازمان الممكن تصورها فى الكون .

الا انه ليس من المستبعد احتمال وجود « ثقوب سوداء » فى الكون تقل كتلها عن كتل النجوم . ويمكن ان تنشأ مثلا فى المرحلة الاولى من التمدد على حساب اللاتجانسات فى توزيع المواد المتولدة فى عملية التمدد . ومن المحتمل جدا ان هذه « الثقوب السوداء » الاولية والمعمرة قد حددت الكثير من سمات الصورة الراهنة للعالم .

ولكن فترة حياة مثل هذه « الثقوب السوداء » اقل بكثير . فقد تبين بان فترة حياة « ثقب اسود » تبلغ كتلته حوالى 10^{16} غرام تعادل 10^{17} ثانية تقريبا . بعبارة اخرى ان « الثقوب السوداء » المعمرة ، اذا ما نشأت فعلا فى المراحل المبكرة من التمدد ، ليس بوسعها البقاء حتى زماننا الحاضر .

هل ان الكون موحد الخواص ؟

كانت الفكرة حول تجانس الكون وخواصه الموحدة (الايزوتروبيا) تعتبر دائما احدى الموضوعات الاساسية للعلم الحديث . ويعنى التجانس أن خواص مجالات الكون الكبيرة النطاق جدا هى واحدة فى سماتها الاساسية . والايزوتروبيا هى وحدة الخواص فى كافة الاتجاهات .

ان جميع معطيات الرصد المتوفرة لدى علماء الفلك حتى آخر فترة لا تتناقض مع مثل هذه الافكار . الا انه جرى منذ زمن قريب الحصول على نتائج هامة جدا وغير متوقعة ربما ستضطرنا الى اعادة النظر فى هذه الفكرة .

لقد جرى رصد ما يسمى المصادر الاشعاعية المزدوجة ، اى المحطات الراديوية الفضائية التى تتألف كل واحدة منها من مكونين مرتبطين ببعضهما البعض ، وتنبعث منهما الاشعاعات فى النطاق الراديوى . وسجل عدد كبير جدا من هذه المصادر وهى موزعة فى كافة انحاء قبة السماء .

وكما هو معروف فان الامواج الكهرومغناطيسية وبضمنها الموجات الراديوية

تتمتع بخلاف الموجات الصوتية ، مثلا ، بطابع مستعرض . واذا ما كان اتجاه الذبذبات فى الموجة الصوتية يتطابق مع اتجاه انتشار الموجة ، فان اتجاه الذبذبات فى الامواج الكهرومغناطيسية يكون عموديا على اتجاه الانتشار . واذا ما جرت الذبذبات المستعرضة علاوة على ذلك فى مستوى واحد فان الموجة الكهرومغناطيسية تدعى بالموجة المستقطبة المستقيمة ، اما المستوى العمودى على مستوى الذبذبات فيسمى بمستوى الاستقطاب .

وفى سياق اعمال الرصد المذكورة تم قياس الزاوية بين الخط الذى يربط مكونات المصادر الاشعاعية المزدوجة واتجاه مستوى استقطاب اشعاعاتها . وعندئذ اكتشفت ظاهرة عجيبة : فقد ظهر بان هذه الزاوية بالنسبة الى المصادر الاشعاعية الموجودة فى احد نصفى قبة السماء ذات اشارة واحدة ، بينما تكون ذات اشارة معاكسة بالنسبة الى المصادر الاشعاعية الموجودة فى النصف الآخر لها .

من الطبيعى ان يطرح السؤال : هل توجد علاقة للتأثير المكتشف بظروف الرصد ؟ انه السؤال الذى يطرحه القائمون باعمال الرصد والتجريبيون على انفسهم دائما بغية الاقتناع بان الظاهرة التى يدرسونها ذات طابع واقعى ، ولا تشوهها ظروف ثانوية ما . وفى الوضع قيد الذكر يمكن ان يشكل مثل هذا التأثير الثانوى ما يسمى بتاثير فاراداى اى تاثير دوران مستوى الاستقطاب فى المجال المغناطيسى . فهل نجم الاختلاف المكتشف فى صفات الاشعاع للمصدرين الاشعاعيين الواقعين فى مجالين متعاكسين من قبة السماء ، عن تأثير المجال المغناطيسى لمجرتنا ؟

الا ان الباحثين قد درسوا هذا الامر بامعان وتم استثناء العواقب ، المرتبطة بتأثير فاراداى ، من نتائج اعمال الرصد . اذن فالاختلاف فى الصفات الذى تم اكتشافه ينبع اصله من خارج المجرات ، وبالتالى فان السبب المولد له يكمن فى القوانين العامة نفسها للكون الذى نوجد فيه .

كما سجلت بصورة عرضية حقيقة اخرى هامة للغاية . فالمكونات الاشعاعية لمصادر الاشعاع المزدوجة مرتبطة ببعضها البعض بفواصل غازية . واظهرت اعمال الرصد بان هذه الفواصل تكون فى احد نصفى كرة السماء مقوسة باتجاه ، وفى النصف المعاكس باتجاه آخر .

واخيرا ان المصادر الاشعاعية المزدوجة تدور حول محورها . وتكون هذه المحاور متجهة على الاكثر فى الفضاء .

فعلام تدل هذه الحقائق جميعا ؟ ربما على انه توجد بعض الصفات العامة جدا للكون ، الذى نوجد فيه ، تنتهك الوحدة فى صفاته فى كافة الجهات . ومن ذلك ، قد يكون احد اسباب الظواهر المكتشفة هو دوران الكون بسرعة زاوية تؤمن حدوث دورة واحدة خلال ١٠٠ تريليون سنة .

ومن الطريف ان نشير ايضا الى ان العالم السوفيتى الدكتور فى الفيزياء والرياضيات ر . مراديان قد اعد فى حينه فرضية اصيلة تفيد بان مجرتنا الخارجية (الكون) قد تكونت بنتيجة حدوث انفجار سوبرادرون ضخم للغاية (تعادل كتلته 10^{56} غم) وهو جسيم أولى من الجسيمات المشتركة فيما يسمى التفاعلات الشديدة . وادى انحلاله الى ادرونات اصغر نسبيا الى تكون تجمعات اولية من المجرات ، بينما ادت الانحلالات اللاحقة الى ادرونات اصغر فى الكتلة الى تكون المجرات . ولو صحت هذه الفرضية فانه ينبغى ان تدور المجرة الخارجية دورانها الخاص . حقا ، ان هذا الدوران يمثل ضرورة فقط ، الا انه لا يمثل شرطا كافيا لصواب آلية تكون المجرات هذه الذى طرحها مراديان . ولهذا فان دوران المجرة لا يمكن بحد ذاته ان يكون برهانا على صحة فرضيته . الا انه يضطرنا الى تذكر هذه الفرضية احتمال تفسير تلك الحقائق المكتشفة فى سياق رصد المصادر الاشعاعية المزدوجة بدوران مجرتنا .

وطبعا ، وكما هو الامر دوما فى تلك الحالات عندما يدور الحديث عن النتائج التى يمكن ان تؤثر بشكل ملموس على الافكار الاساسية الموجودة حول صرح العالم ، فالحقائق التى تدل على غياب الصفات الموجدة فى الكون ، تحتاج الى ادق اختبار واعادة اختبار . ولكن اذا ما تأكدت فانها ستكون ذات اهمية كبيرة بالنسبة الى العلوم الطبيعية الحديثة .

البحث عن كائنات عاقلة فى الكون

فى السنوات الاخيرة اخذت قضية الحياة فى الكون ووجود حضارات لاارضية تجذب اهتمام الاختصاصيين وكذلك اوسع دوائر الناس . وبالرغم من انه لم يتسن لنا حتى الآن كشف اى جسم حى لاارضى فان العلوم الطبيعية المعاصرة

قد بلغت مستوى عاليا فى تطورها الى حد ظهور الامكانية لطرح مسألة الحياة خارج الارض فى العوالم الفضائية الاخرى على اساس علمى متين . وتجرى فى الوقت الحاضر بهذا المجال ابحاث علمية جدية يشارك فيها بنشاط ممثلو مختلف العلوم .

وقد يبدو للوهلة الاولى بان المعطيات المتوفرة لدى العلماء قد تكاد تدل بمدلول واحد على انتشار الكائنات العاقلة فى الكون على نطاق واسع . فاولا ، اذا ما نشأت الكائنات الحية على الارض بالطريقة الطبيعية الحتمية فى سياق عملية تطور كوكبنا ، فانه من المنطقى الافتراض بانها يمكن ان تنشأ فى الاجرام السماوية الاخرى من الطراز الكوكبى . وثانيا ، ان الكربون الذى يشكل الاساس الكيميائى للمادة الحية هو من اكثر العناصر الكيميائية انتشارا فى الكون . وثالثا واخيرا ، لقد ثبت بطرائق ما يسمى علم الفلك الجزيئى انه يجرى فى سحب الغاز والغبار التى تملأ الفضاء بين النجوم تخليق الجزيئات العضوية المعقدة ، التى هى بمثابة « لبنات » يمكن بها بناء المادة الحية .

الا ان المسألة فى الواقع اكثر تعقيدا من هذا بكثير . ويبدو انه لدى تكون الكواكب من المادة الغازية – الغبارية يجب ان تتهدم تلك الجزيئات العضوية التى تكونت فى الفضاء الكونى . وبالتالى ، فانه لغرض تكون الاجسام الحية فى هذا الكوكب او ذاك من الضرورى ان تتكون فيه المركبات ما قبل الحية الخاصة بها . وبذلك فانه حتى انتشار الجزيئات العضوية على نطاق واسع جدا فى الوسط ما بين الكواكب لا يمكن ان يؤثر ، كما تشير الى هذا كافة الدلائل ، على احتمال نشوء الحياة على الاجرام السماوية من نمط الكواكب .

لكن الشىء الاساسى جدا يكمن فى ان العلم الحديث لا يزال ، مع الاسف ، لا يعرف كيف يتم فى الطبيعة الفعل العجيب للتنظيم الذاتى للمادة اى كيف يتحول ما هو غير حى الى حى . والعلم ، فى الحقيقة ، قد بدأ لتوه بدراسة هذه المشكلة الاساسية جدا . وكلما يجرى التعمق فى دراستها اكثر تبدو اكثر تعقيدا . وبالتالى نحن لا نعرف ايضا ما هى مجموعة الظروف الضرورية والكافية لتشكيل التراكيب الحية . ولهذا ليس بوسعنا تقييم احتمالات تكون مثل هذه الظروف فى عملية تطور الكون . وهذه واحدة من اهم الامور المبهمة ، بين كثير غيرها ، التى تصطدم بها مشكلة الحضارات غير الارضية .

وتمكن الاشارة ايضا الى ان طرائق علم الفلك الحديث لا توفر الامكانية لكشف انظمة الكواكب حتى لدى اقرب النجوم . ولم يتسن حتى الآن تسجيل اية اسرة كوكبية اخرى مماثلة للاسرة الشمسية . علما بانه لا توجد الاسس للتشكك فى ان الكواكب فقط وحدها بين العدد الهائل من الاجسام المختلفة الموجودة فى الكون ، هى التى يمكن ان توجد فيها الحياة ، لا سيما الحياة العاقلة .

صحيح ، انه يجرى فى الوقت الحاضر استحداث طرائق جديدة اكثر كمالا للبحث عن منظومة الكواكب . بيد انه لا يزال بعيدا ذلك الوقت الذى بوسعنا فيه توقع نتائج عملية ملموسة .

اذن لا يزال من غير الممكن بعد اعطاء اى جواب مثبت قائم على اساس نظرى عن السؤال حول انتشار الحياة العاقلة فى الكون . ولا تكفى لهذا المعطيات المتوفرة لدى العلم المعاصر .

ويتسم باهمية خاصة بهذا الشأن جانب الرصد من الابحاث . والمقصود به المحاولات لاكتشاف مرسلات لاسلكية عاملة للحضارات غير الارضية او أى مظهر من مظاهر نشاطها العملى . وضمن اطار هذا البرنامج جرت خلال العقود الاخيرة من السنين بواسطة العديد من الادوات الفلكية الراديوية الضخمة لمختلف البلدان ، وبضمنها الاتحاد السوفيتى ، اعمال مراقبة راديوية لشتى قطاعات السماء . الا انه لم يتسن اكتشاف اى « مرسل لاسلكى » فضائى يمكن ولو الاشتباه بكونه اصطناعى الاصل .

كما لم ترصد فى الكون اية ظواهر أخرى يمكن ربطها باعمال كائنات عاقلة تمثل الحضارات خارج الارض .

وهكذا لا تتوفر لدى العلم المعاصر واقعة واحدة تدل بصورة مباشرة او غير مباشرة على وجود الحضارات خارج الارض .

تطرح وجهات نظر متباينة . فمثلا ، ان ى . شكلوفسكى العضو المراسل لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى لا يستثنى احتمال أن تكون الحضارة الارضية شيئا فريدا من نوعه وهى الوحيدة فى مجرتنا ، لربما فى المجرة الخارجية (الكون) . ومنطق تفكير شكلوفسكى هو كالآتى تقريبا : اذا ما افترضنا بان هناك حضارات كثيرة فى الكون فانها يجب ان تكون بحكم عدم الانتظام فى تطورها ذات امكانيات علمية وتكنيكية وتكنولوجية متباينة . ولابد من وجود حضارات متخلفة عن

حضارتنا واخرى متفوقة عليها ، ومن ذلك لا بد من وجود ولو عدة « حضارات عليا » ، ذات موارد طاقية تتناسب مع الطاقة المنبعثة من انظمتها النجمية – المجرات . ويجب ان تكون نطاقات النشاط العملى لمثل هذه الحضارات العليا بشكل لا يسعنا معه عدم اكتشافها . الا انه بما اننا لم نكتشفها ، فمعنى ذلك عدم وجود حضارات عليا . وبما انه لا توجد حضارات عليا ، اذن لا توجد حضارات خارج الارض عموما . لانه اذا ما وجدت فلا بد من وجود حضارات عليا ايضا .

وتطرح آراء اخرى ايضا . ويرى بعض العلماء بان حضارات الكواكب الاخرى لا تكشف عن نفسها ليس لانها غير موجودة ، بل لاسباب اخرى . وطرح فرضية طريفة ف . ترويتسكى العضو المراسل لاكاديمية علوم الاتحاد السوفيتى ، فحسب نظرية التمدد الساخن للكون لم توجد فى المرحلة المبكرة من التطور لا نجوم ولا كواكب ولا جزيئات وحتى لا ذرات . وتكونت هذه الاجسام جميعا بعد فترة طويلة لاحقا . وهكذا فان الظروف اللازمة لتكون التراكيب الحية لم تنشأ فى الكون الا فى مرحلة معينة من تطوره . وعند ذاك بالذات ، حسب رأى ترويتسكى ، نشأت الحياة اى عمليا فى وقت واحد فى مختلف العوالم الفضائية . وبالتالى فان الحضارات التى تسبقنا كثيرا فى تطورها هى غير موجودة فحسب . ولهذا السبب لا نكتشفها .

ويعتقد علماء آخرون بان النشاط الفضائى للحضارات سيغدو ، مهما كان مستوى تطورها ، مرتبطا بقيود شديدة ذات طابع طاقى ، متأتية عن ضرورة المحافظة على البارامترات الفيزيائية المحددة للوسط المعيشى . فمثلا ، ان صنع جهاز ارسال راديوى قوى جدا يمكن بواسطته بث الاشارات فى كافة الاتجاهات من اجل اقامة اتصالات مع الكائنات العاقلة الاخرى الساكنة فى الكون ، سيتطلب تركيز كميات هائلة من الطاقة بقدر من شانه ان يهدد وجود الحضارات العليا نفسه . وعلاوة على ذلك فان تنفيذ مثل هذا المشروع سيتطلب بذل جهود ضخمة بحيث ان هذه الحضارة او تلك لن تقدم على تحقيقه الا اذا ما كان ذلك يتسم بضرورة حيوية بالنسبة لها .

يمكن الاتفاق مع هذه الآراء أو عدم الاتفاق معها ، لكن القضية تبقى مطروحة . اما الوضع الفعلى للامور فهو كالآتى : لم يتم بعد اكتشاف حضارات

خارج الارض وتبدو آفاق اكتشافها فى المستقبل المنظور مسألة فيها نظر جدا وجدا .

فهم يكمن اذن مغزى دراسة الحضارات خارج الارض على الصعيد الراهن ؟ لقد عبر عنه بشكل جيد جدا الاكاديمى ع . نان من اكاديمية علوم جمهورية استونيا السوفيتية الاشتراكية بقوله : اننا لدى دراسة قضية الحضارات خارج الارض نسعى قبل كل شىء لادراك ذاتنا بشكل افضل .

لقد بلغت البشرية تلك الدرجة من تطورها حينما لم يعد بوسعنا تجاهل واقع ان الحضارة الارضية تعتبر من الناحية الفيزيائية جزءا من الكون ، يخضع للقوانين الفاعلة فيه . وتغدو معرفة هذه القوانين ضرورية اكثر فاكثر من اجل تخطيط نشاطنا التطبيقى والتنبؤ به ، بالاخص الانجازات على الصعيد الكونى والفضائى . وقد ظهر عندئذ بانه فى المرحلة الراهنة من تطور العلوم الطبيعية تعتبر من اكثر السبل فعالية لحل مثل هذه المسألة دراسة قضية الحضارات الكونية بشكلها الأعم . اننا ندرس قوانين الوجود الفضائى للحضارات عموما ، ومنها قوانين وجودنا الفضائى نفسه . وبهذا فنحن ندرسها فى « المرآة الفضائية » كما لو كنا ننظر الى الحضارة الارضية من وجهة نظر فضائية .

وينبغى ان نبحث من هذا الجانب ايضا قبل كل شىء ما تسمى قضية الاتصالات ، اى التبادل المحتمل للمعلومات مع الحضارات خارج الارض . وتتسم دراسة هذه المسألة ايضا باهمية كبيرة جدا ، وبغض النظر ايضا عما اذا كان سيتسنى اجراء مثل هذا الاتصال عمليا فى زمن ما . كما ان دراسة مسألة سبل التبادل الاعلامى بين الكائنات العاقلة فى مختلف العوالم الكونية ، التى ربما تكون لديها تصورات علمية متباينة عن الطبيعة المحيطة ، لها مخارج كثيرة الى الممارسة الارضية البحتة ، وبضمن ذلك من أجل حل قضية « التفاهم المتبادل » الاكثر فاعلية والتعامل بين الانسان ومختلف الاجهزة السيبرنيتيكية .

اللغوب (قصة علمية خيالية)

بلغت السفينة المدار الدائرى وصارت الآن تتحرك حول كوكب ثالث فى منظومة النجمة الصفراء – الخضراء التى تبلغ درجة الحرارة على سطحها ٦ الاف درجة مئوية . وعقد قادة البعثة اجتماعا طارئا سريعا فى صالة السفينة .

بدأ القائد المناقشة قائلا :

– لقد حققنا اكتشافا عظيما جدا ، اكتشافا ستكون له آثاره البعيدة المدى . اننا وجدنا حضارة فى كوكب آخر . والآن لا يوجد اى شك فى اننا لسنا ساكنى الكون العقلاء الوحيدين . ولدينا اخوة فى العقل فى الفضاء .

فتمتم البيولوجى قائلا :

– وما الفائدة ؟ ما الفائدة ، اذا ما كانت اية اتصالات مستبعدة مطلقا مع اخوة العقل ، كما تفضلتم بتسميتهم . وعارضه الفيزيائى ، الذى كان اصغر الموجودين سنا واقلهم صبرا :

– ولماذا مطلقا ؟ يبدو مثل هذا الاستنتاج بالنسبة لى افتراضيا للغاية ولذا فهو سابق لاوانه . انني اقترح البدء بالتجارب !

قال البيولوجى عابسا :

– سابق لاوانه . هل يا ترى انني يجب ان اذكرك بتوافه الاشياء ؟

فقال الفيزيائى بتحدّ :

– هيا ، حاول .

تحدث البيولوجى مواصلا عبوسه :

– لنبدأ من انه لا بد للاتصال والتفاهم المتبادل من توفر ظروف موضوعية معينة . الا انها غير موجودة ! وقبل كل شيء ان ساكنى هذا الكون يتألفون بصورة اساسية من نويات والكترونات ، فى حين ان اجسامنا مركبة من نيوترينوات . لذا فهم لا يروننا ولا يتحسسوننا . كذا حال التكنولوجيا عندنا كلها . ويمكن عدم ابداء الشك فى ان اية محاولة منا للاتصال مع ساكنى هذا الكوكب الأخضر ستولد عندهم حتما صدمة نفسية قوية جدا . ويمكن ان تكون بالنسبة لهم حتى خطرة بشكل قاتل . وها انت تقول – لنبدأ بالتجارب ...

ولاحظ العالم الفلكى :

– ومع ذلك ، فانني ما كنت لأبت فى الامر بشكل قاطع هكذا . اننا نعيش فى الكون ذاته حيث تفعل فعلها قوانين فيزيائية واحدة . وبما ان الحضارة التى اكتشفناها قد بلغت مستوى رفيعا جدا وحتى أنها تمارس التحليقات الفضائية ، فان معارفهم عن العالم المحيط لا يمكن ان تختلف كثيرا عن معارفنا .

وهذا يشكل مسوغا كافيا لاجراء الاتصال : فالصور العلمية للعالم متشابهة .

وتساءل القائد :

– ما رأيك ايها الفيلسوف ؟

– اعتقد ان المسألة اعقد من هذا بكثير ... ويرأيى ان عالمنا الفلكى المحترم يبدى تفاؤلا كبيرا جدا . الا ان هذا التفاؤل ليس له اى مبرر ، للاسف . نعم ، نحن نعيش فى الكون نفسه . وهو واحد بالنسبة لنا ولهم . لكن هذا الكون متنوع الجوانب الى مالانهاية ! وتوجد فيه مجموعة لا تحصى من الصلات والعلاقات والتأثيرات المتبادلة والظواهر . وان اية صورة علمية للعالم – ما دامت قد تكونت خلال فترة زمنية محددة – لا يمكن ان تشمل سوى عدد محدود من هذه الصلات والظواهر والتأثيرات المتبادلة . وهذا يعنى بان صور العالم التى ينتها الحضارات المختلفة لا يمكن ان تتطابق مع بعضها البعض فحسب ، بل وحتى ان تتلاقى ! فأين يكمن هنا الاساس للاختلاط ؟

وعارضه الفيزيائى قائلا :

– لكن يمكن ان تتلاقى .

– نعم ، ممكن ، الا ان هذا يتم من حيث المبدأ . لا تنس بان العلم ظاهرة اجتماعية وجماعية . وهو لا يتطور بحد ذاته فحسب ، بل بحكم منطقه الداخلى ، ويتجاوب قبل كل شيء مع المتطلبات العملية للمجتمع . ارجو المعذرة ، لاضطرارى الى ذكر اشياء معروفة بهذا القدر ... باختصار ، ان صور الحضارتين الفضائيتين عن العالم لا يمكن ان تتطابق الا اذا قطعت طريقا واحدا فى التطور الاجتماعى . الا ان هذا فى حالتنا ، كما تعرفون ، مسألة مستبعدة مسبقا . اذن ماذا ...

ولوح الفيلسوف بيديه معترضا .

ساد الصالة صمت كئيب .

وسأل الفيزيائى :

– ماذا تقترح ؟ ان نبتعد دون القيام باية محاولات ؟

– للأسف ... ان ما قيل هنا صحيح ، فلا بد من توفر الاساس للاتصال . اى القاعدة التى يمكن ان تبنى عليها محاولات الاختلاط ... لربما تكون

غير متوقعة تماما . ولكننى لا ارى مثل هذه القاعدة حتى الآن . ولا اتصور كيف تمكن محاولة الاتصال مع هذه الحضارة بدون المجازفة باثارة عواقب غير مرغوب فيها ، ولربما عواقب وخيمة جدا ...

قال القائد وهو يستعرض الحاضرين بنظرة ثقيلة :

– وهكذا ، انتى انتظر اقتراحات ملموسة .

وصمت الجميع . واستخلص القائد الحديث بالقول :

– اذن ، لقد خلص الجميع ، كما يبدو ، الى رأى موحد . وتحدث الفيزيائى مجددا فقال :

– مع هذا ... هل من المعقول اننا سنغادر هكذا ؟

فقال القائد بصرامة :

– هذه ضرورة . اعطيكم ثلاث ساعات من اجل القيام بدراسات اضافية لهذا الكوكب . وبعد ذلك – سننطلق .

دخل الى الصالة الضابط المناوب :

– ايها القائد ! حادث طارئ ! لقد اختفى زورق النزهة .

تطلع القائد الى الضابط عابسا :

– ما معنى ... اختفى ؟ فليس بوسع الزورق ان يختفى لوحده .

– بالضبط . وتشير كافة الدلائل الى انه حلق فيه حفيدك . فلا أثر له على السفينة .

فاعاد القائد السؤال :

– أهو جاك ؟ وغطت وجهه سحابة قاتمة . وتمتم قائلا :

– لقد قلت انه لا يجوز اخذ طفل فى مثل هذه اليعثة .

وسأل الفيزيائى القائد :

– وهل رأيته منذ وقت بعيد ؟

– منذ فترة قريبة جدا . فانه طلب منى كعادته ان الاعبه . لكننى قلت له بان اليوم ليس وقت اللعب .

وقال الفيزيائى :

– لقد طلب منى ذلك ايضا .

قال البيولوجى :

– ومنى ايضا .

وقال الفيلسوف :

– ومنى ايضا .

فقال البيولوجى .

– لقد طار ، طبعا ، الى هذا الكوكب . ايها القائد ، ينبغى اتخاذ التدابير فورا ! فيمكن ان يفعل ما لا يحمد عقباه .

اجاب القائد شارد الذهن :

– نعم ، نعم .

وخاطب الضابط المناوب قائلا :

– اسمع يا راو . ساضطر الى تكليفك بهذه المهمة . خذ الزورق الثانى وتوجه للحاق به على عجل ، لكن عليك ان تلتزم بالغ الحذر . وتذكر بأنه يجب عدم اجراء اية اتصالات مع ساكنى الكوكب . فاجابه الضابط المناوب :

– سمعا وطاعة .

وغادر الصالة بسرعة ...

– كلا ، ليس هذا المطلوب ! دعك تيم وود منزعجا صفحة الورق التى كان يكتب عليها لتوه ، ورماها جانبا .

وكرر عدة مرات :

– كلا ، ليس هذا المطلوب ، ليس هذا المطلوب ... وصار يذرع الغرفة جيئة وذهابا من ركن الى ركن بسرعة .

– جافة ، ومملة ، وخالية من المضمون الممتع . انها ليست مقالة ، بل نشيد جنائزى ...

كان وود قد جاء فى ذلك اليوم الى بيته الريفى الصغير بعد الغداء ، ودون ان يعرج على شقته . وكان يفعل هذا فى كل مرة تبرز فيها الضرورة لكتابة مقالة جديدة على جناح السرعة . فالسكون والوحدة يهيئان الجو بافضل شكل للعمل . وقد تولد عند وود خلال اعوام طويلة رد فعل خاص : فحالما تغادر سيارته حدود المدينة وتتوغل الطريق المؤدية الى « مقره الريفى » ، كما كان يسمى بيته المتواضع

مازحا ، فى الغابة ، حتى يتخلص على الفور من مشاغله اليومية التى لا حصر لها ، ومن التوتر المستمر ، الذى تزيد من تفاقمه كثرة الحركة فى المدينة الكبيرة ، ويصيح ذهنه رائقا وتأخذ الافكار ، التى كان يضطر هناك فى مكتب هيئة التحرير الضيق الى عصرها من دخيلة نفسه عنوة ، بالظهور الآن لوحدها بحرية وبلا اكراه ... وغالبا ما كان تيم « يحمل فى رأسه » ، لدى خروجه من السيارة ، مقالة جاهزة . ولم يكن ليتبقى امامه سوى الجلوس الى الالة الكاتبة ، وطبع ما يجول فى خاطره .

الا انه فى ذلك اليوم لم تقدم المعونة له الطريق الساحرة وسط الغابة ، التى تغمرها اشعة الشمس البهيجة ، ولا هدوء الريف ، ولا الخلو الى الذات . فلم تحضره الافكار ...

استمر وود يذرع الغرفة ، وتفوه بكآبة :

– كنت اعرف بانه سيحدث ذلك ان عاجلا ام آجلا .

وعموما كان يحب الاعراب عن افكاره بصوت عال عندما يعمل . وكان ذلك يساعده فى التفكير . واردف يقول :

– ان القارئ يطالب بالأحداث المثيرة . ولكن هل بالمستطاع اثارة دهشة القارئ المعاصر بشىء ؟ بالاحرى وان الجميع يتعطشون الى ما هو غير اعتيادى ! انهم لا يرغبون مجرد القراءة عن الاكتشافات العلمية ، ولتكن من ابرز الاكتشافات . وينبغى ان تقدم لهم حتما شيئا خارقا للعادة ...

وبالمناسبة ، ان وود كان يدرك فى اعماق روحه كل الادراك بانه يطالب بالموضوعات المثيرة ليس القراء بقدر المحرر . وقد اعتاد منذ زمن بعيد الكتابة قبل كل شىء من اجل المحرر وتقبل هذا الوضع .

– لكننى لا استطيع تصوير احداث مثيرة بلا نهاية ، يا للعنة ! فيجب الا تكون مذهلة فحسب ، بل ومقنعة ايضا . كفى ... لقد استنفدت قابلياتى ! – انها النهاية ...

كف وود عن السير جيئة وروحا والقى بنفسه فى المقعد . وحمد بريق عينيه ، وصار عديم المبالاة وغائبا فى عالم آخر .

ولا يعرف كم من الوقت كان سيستمر على هذه الحال ، لو لم تجذب انتباهه

ظاهرة غريبة . وكانت معلقة على الجدار الواسع قبالته بين النافذتين ثلاث لوحات لمناظر طبيعية ، وذات اطارات خشبية ، اهداها له احد معارفه من الرسامين . وقد علقت بخيوط من الحرير ربطت الى انبوب معدنى رفيع ، مثبت تحت السقف مباشرة . وتراءى الى وود ان جميع تلك اللوحات الثلاث صارت تتزلق رويدا رويدا فوق الجدار ، كما لو ان احدهم اخذ يحرك الأنبوب بحركة دورانية فتلتف الخيوط عليه .

حملقت عينا تيم وهو يتابع حركة اللوحات . وتمتم قائلا :

– اوه ، يالللشيطان ! وقام حتى بادارة رأسه بغية التخلص من الوسواس .

– اظن اننى لم اتناول اى شراب مسكر اليوم ...

ثم انزلقت اللوحات رويدا رويدا ايضا واحتلت مكانها الاعتيادى .

نهض وود من المقعد بحزم وهو يلتقط فى طريقه ورقة بيضاء ثم جلس الى المنضدة :

– كلا ، قد يصاب المرء هكذا بالجنون .. يجب العمل .

وبعد ان امعن الفكر هنيهة ، مد يده لتناول قلم الحبر الملقى على الطرف الآخر من المنضدة . فسحب يده بسرعة ، كما لو مس حديدا ساخنا : اذ تدحرج القلم بحد ذاته الى الطرف الآخر من المنضدة . وكرر وود المحاولة ، لكن القلم قفز بعيدا مرة اخرى .

بيد ان روح النكتة التى غالبا ما كانت تساعد وود فى اصعب الاوضاع ، لم تخنه هذه المرة ايضا .

– يغدو هذا شيئا طريفا – تفوه وود بهذه العبارة وضحك – فهل ظهرت اشباح فى بيتى ؟

سيكون هذا شيئا مدهشا ، واذا ما حدث ذلك لكفانى حتى نهاية حياتى . تفحص الغرفة حواليه بامعان ، الا انه لم يكتشف وجود اى شىء غير اعتيادى . فقد كانت جميع الاشياء فى مكانها ، لم يظهر اى شىء ينجاق مع قوانين الطبيعة .

– حسنا ، حسنا .

وتمتم وود حتى بشىء من خيبة الامل :

– معنى ذلك انه تراءى لى .

وفى اللحظة نفسها طارت الورقة الموضوعة امامه فى الهواء وبعد ان ظلت عالقة امام وجهه دغدغت انفه بخفة عدة مرات .

صرخ وود ابتهاجا :

– رائع ! هذا بالذات ما كان ينقصنى .

فاندفع الى الآلة الكاتبة ووضع فيها على عجل قطعة ورق وكتب عنوان مقالته القادمة : « عودة الاشباح » .

ثم ادار بحركة خاطفة الاسطوانة المتحركة للآلة ، وتوقف للحظة ، واخذ يتأمل فى ذهنه العبارة الاولى . الا أن الآلة انتعشت بغتة وصارت تكتب لوحدها كما لو كانت حاسبا الكترونيا :

« الا تخافنى ؟ » .

تطلع وود ذاهلا الى العبارة التى ظهرت بصورة غير اعتيادية . الا انه بدأ ينخرط فى هذه اللعبة الغريبة .

فكتب جوابا على ذلك :

« يسعدنى الترحيب بك ! » .

ولزمت الآلة « الصمت » فترة من الزمن ، ثم اخذت تدق مجددا لوحدها :

« هيا العب معى » .

– يا للعجب !

صرخ وود بدهشة وضرب المنضدة الصغيرة بقوة شديدة الى حد ان الآلة الكاتبة الموضوعة عليها قفزت من مكانها مطلقة رنينا .

– لتضربنى الصواعق ، انى لم اسمع ابدا بان الاشباح لعبت اية العاب مع البشر .

فكتبت الآلة :

« انى لست شبحا . انى آت من كوكب آخر » .

وتفوه وود قائلا :

– ان الاحوال تزداد صعوبة . اين انت ؟

ثم كتبت الآلة مجددا :

« انى الى جانبك . الا انك لن تستطيع رؤيتى او سماعى – فهذا تركيبى . لكننى اسمعك ... هيا العب معى » .

وصار وود يفكر بشكل محموم . « اللعب ؟ ولكن اية لعبة استطيع ان

العب مع كائن لا اراه ولا اسمعه ؟ فهل سنلعب لعبة الاستخفاء فى نهاية المطاف ؟ ويكفى اننا نتحدث بمشقة ، الا اننا نتحدث . وحتى وجدنا متسعا لرفع الكلفة فى التخاطب » .

سأل وود :

– كيف عرفت لغتنا ؟

فكتبت الآلة :

– لقد درستها .

درستموها ؟ .. اذن ، لربما ...

اقترح وود قائلا :

– دعنا نستحدث كلمات ، وذلك من حروف تتألف منها كلمة ما . ولنفترض ان الفترة الزمنية اللازمة لذلك هى خمس عشرة دقيقة مثلا ، ويفوز من يستحدث أكثر من الكلمات ...

فقال ساكن الكوكب : « فهمت » . « انى انتظر الكلمة » . وضع وود فى الآلة الكاتبة ورقة نظيفة وطبع اول كلمة وردت فى خاطره : « جوهرة » . ثم وضع ورقة اخرى امامه على المنضدة الصغيرة ، ومد يده فالتقط من المنضدة الكبيرة قلم الحبر الجاف الذى لم يقم عندئذ بمحاولة للافلات ، وكتب فى ركنها الايسر الكلمة نفسها .

– اذن ، الفترة المحددة خمس عشرة دقيقة ... لنبدأ .

اخذت الآلة الكاتبة تدق فى لحظة خاطفة . وقبل ان تنسنى لوود كتابة ثلاث كلمات ، كان قد ظهر على الورقة عمود طويل من الكلمات المطبوعة . وواصلت الآلة الكاتبة العمل بالوتيرة المجنونة لحاسب الكترونى .. وبعد مضى ١٥ دقيقة بالضبط توقفت الآلة الكاتبة عن العمل . واطلع وود خلال هذه الفترة بكتابة ٦٣ كلمة . اما ساكن الكوكب الغريب فطبع ١٥٥ ! وامرر وود بصره على العمود الاول : هرة ، هجو ، جو ، وجه ، رجة ، توّج ، هجر ... الخ .

ما الذى يمكن قوله ، ان ابناء الكوكب الغريب ، قد درسوا كما يبدو حضارة الارض دراسة جيدة ، وتدل الكلمات على انهم يعرفون الكثير عن الحياة فى الارض .

ورفع وود يديه بشكل استعراضى :

– أستسلم ! ... ماذا سنفعل لاحقا ؟

وطبعت الآلة الكاتبة : « سنلعب » .

وفكر وود فى دخيلة نفسه : « اية لعبة ؟ » واستيقظت فى اعماقه روح الحماس الرياضى ، لم يكن يريد ان يخسر اكثر من هذا . وتابع تفكيره : « وينبغى على » ان احافظ على شرف الحضارة الارضية . ويجب التفكير فى لعبة تكون فرصنا فيها متكافئة ... » .

صار وود يسترجع فى فكره بشكل محموم كافة الالعاب المعروفة لديه . الدومينو ؟ بل هى مملة جدا وتتطلب وقتا طويلا ، بالاخص اذا ما لعبها لاعبان . علاوة على ذلك لا توجد لديه هنا ادوات الدومينو . لعبة تنس الطاولة ؟ وبدت هذه الفكرة بالنسبة الى وود سخيفة الى درجة انه حتى استغرق فى الضحك : فكيف يمكن لعب تنس الطاولة مع كائن خفى ؟ ولربما ، البلبارد ؟ .. انها البلبارد بلا ريب ! وكيف لم يفكر بذلك فورا ؟ .. وكان وود يحب هذه اللعبة ويعتبر من لاعبيها الاقذاذ ولم يكن يوسع سوى القلائل من معارفه مجابهته بنجاح . وعندما شيد بيته الريفى جهز فيه غرفة بلبارد ممتازة .

قال وود بصوت عال وهو ينهض من مكانه :

– لنذهب الى الغرفة المجاورة .

وقد فعل ذلك كما لو كان يخشى الا يسمعه ساكن الكوكب الغريب .

وفتح باب غرفة البلبارد ثم قفل راجعا بعد ان ضرب جبهته بقبضة يده ، وحمل الآلة الكاتبة ونقلها ووضعها على الكرسى الى جانب البلبارد .

وطبعت الآلة الكاتبة بنفاد صبر : « هيا لنلعب ! » .

امسك وود العصا بيده . وشرع بالقول شارحا :

– تتلخص اللعبة فى توجيه الكرات الى هذه الفتحات – الجيوب . وسنلعب بطريقة الهرم الروسى . وتحمل الكرات الارقام من الواحد الى الخمسة عشر . ويفوز من يكسب اولا ٧١ نقطة . ويمكن الضرب بكرة واحدة فقط أى بهذه الكرة المخططة ، وتطلق عليها تسمية « الضاربة » . ويلزم التحذير مسبقا . لنفرض مثلا ... – تطلع وود الى الارضية القماشية الخضراء ، التى تناثرت عليها الكرات كيفما اتفق – انك ستضرب الكرة الثانية عشرة بالكرة الثالثة فى الركن الايمن ...

الخشى على الطاولة وضرب ، دون تهديف تقريبا ، الكرة الثانية عشرة ، التى انزلقت فى الجيب بخفة دون ان تمس تقريبا حافة الفتحة .

طبعت الآلة الكاتبة : « فهمت ! دعنا نلعب بسرعة » .

وفكر وود وهو يرتب الكرات داخل المثلث الخشبى :

– يا لها من قلة صبر .

وضع الكرة الضاربة فى النقطة الابتدائية ووجهها بشكل جعلها تضرب فى الحافة الخلفية للمنضدة ثم تنضم الى الكرات الباقية ، دون الاخلال بترتيبها الاول .

قال وود :

– الآن دورك .

وفكر عندئذ فقط فيما اذا كان سيتمكن ساكن الكوكب الغريب عموما من ممارسة هذه اللعبة ؟ وكيف سيمسك العصا ؟ حيث ان وود لم يكن يتصور ابدا كيف يبدو . بالمناسبة ، حتى كلمة « يبدو » نفسها لا تناسب بجلاء فى هذا المقام .

الا انه سرعان ما تبددت شكوك وود : فان الكرة الضاربة دارت لوحدها بحدة وخربت المثلث المؤلف من الكرات . وتدحرجت الكرات بسرعة فى كافة الاتجاهات .

فكر وود وهو يراقب الكرة الضاربة :

– يا لها من شطارة ! امامى فرصة لا بأس بها .

وصفر على الفور : – طارت ! ..

تدحرجت الكرة الضاربة ببطء ، كما لو فعلت هذا مرغمة ، نحو ركن الطاولة ، وبعد ان دخلت الجيب نفسه توقفت على مسافة مليمتر واحد فحسب من الحافة . وفى هذه الوضعية كان من المستحيل اطلاقا توجيه الضربة النهائية .

وأبدى وود اعجابه :

– انه لم يخطئ الهدف . باية سرعة ادرك مغزى اللعبة !

وبعد ان فكر هنيهة ضرب الكرة كيفما اتفق ، وسعى فحسب الى جعل الكرة الضاربة فى وضع غير مريح . وبعد ان ودع الكرة المخططة بنظراته ، ضحك بارتياح : دعه يجرب الآن .

اخذت الآلة الكاتبة تطبع . ونظر وود الى الورقة ولم يصدق ما تراه عيناه :

« تضرب الكرة الثالثة الكرة الثالثة عشرة ، وتضرب الكرة الثالثة عشرة الكرة السابعة بعد اصطدامها بحافتى الطاولة ، وتضرب السابعة الكرة الخامسة عشرة ، وتنتقل الاخيرة بواسطة الكرة الثالثة الى الركن الايمن » .

غير معقول ! اندفع وود نحو المنضدة . وفى هذه اللحظة بالذات كانت الكرة الضاربة ، التى تحركت من مكانها ، قد اصطدمت بالحافة الطويلة ونقرت بقوة الكرة التى تحمل الرقم « ثلاثة ».وصدمت الكرة رقم « ثلاثة » الكرة رقم « ثلاثة عشرة » ، التى ارتدت بدورها عن الحافتين الطويلة والقصيرة وضربت الكرة رقم « سبعة » بينما ابعدت رقم « سبعة » برفق الكرة رقم « خمسة عشر » التى تدحرجت باتجاه الفتحة الكائنة فى الزاوية لكن دون ان تصيبها . وكاد وود ان يضحك بارتياح الا انه فى اللحظة الاخيرة قطعت الطريق على الكرة رقم « خمسة عشر » الكرة رقم « ثلاثة » التى كانت ما تزال تتدحرج بعد الضربة . ومست الكرتان بعضهما البعض برفق وسقطت الكرة الخامسة عشرة فى الفتحة بلا صوت ...

اما وود فانه حتى فتح فمه دهشة ، اذ لم يحدث له طوال ممارسته الغنية فى لعب البليارد ان رأى مثل هذا الشىء . اما ساكن الكوكب الغريب فكان يؤلف التوليفات الاكثر تعقيدا ، الواحدة تلو الأخرى ، والتى تبدو غير قابلة للتحقيق ابدا . ومع ذلك كانت الكرات تتساقط طائعة فى هذه الفتحة او تلك . وما كان وود يلحق باخراجها من هناك . وعندما تجاوز عدد النقاط التى كسبها ساكن الكوكب الـ ٥٠ ، وضع وود العصا جانبا . ولم يخطئ فى هذا ، فبعد ثلاث ضربات انتهى كل شىء .

وطبعت الآلة الكاتبة بسرعة العبارة التالية : « هل ستلعب مرة أخرى ؟ » .

يبدو ان لعبة البليارد قد راقت لساكن الكوكب الغريب . فاجابه وود ببطء ، ولعجزه عن اخفاء خيبة امله ، حيث بنى على البليارد آمالا كثيرة :

– ربما ، لا يستحق الامر ذلك . الافضل ان نلعب لعبة اخرى ما ...

بات واضحا لوود بعد ثلاث هزائم ساحقة بانه لا يقوى على منازلة ساكن الكوكب الغريب فى مثل هذه الالعاب حيث يقرر كل شىء ما يتوفر من احتياطى المعارف ، او المقدرة ، او الحساب الدقيق . وتشير كافة الدلائل الى ان دماغ هذا

الكائن الخفى لا يتخلف عن الماكينة الحاسبة ذات النوعية العالية وبوسعه حل المسائل المعقدة جدا . يبدو ان فرص النجاح لا يمكن ان تظهر الا عندما تتوقف نتيجة اللعب على المصادفات البحتة . حقا ، ان الفوز فى مثل هذه اللعبة ليس من الافضال الكبرى ، غير ان اللعبة نفسها على اقل تقدير ستجرى بين انداد ...

قرر وود :

– واضح ، لنحاول ان نلعب لعبة الزار .

وتناول من الرف علبة تحتوى على مكعبين صغيرين ، مصنوعين من عظم العاج ، وهى هدية من زميل هندى .

شرح وود قائلا :

– سنرمى هذين المكعبين كل بدوره . ويفوز من يكسب مثلا خمسين نقطة . بيد انه بعد القاء المكعبين ، لا يجوز ايقافهما او مسهما عموما .

واردف قائلا العبارة الاخيرة من باب الاحتياط متذكرا الامكانيات غير الاعتيادية لشريكه .

– لنبدأ ...

وابعد وود جانبا الكرات الباقية على طاولة البليارد ورمى كلا المكعبين فوق القماش الاخضر .

توقف المكعبان بعد ان تقلبا مرات عديدة . وبدت على جانبيهما العلويين ثلاث واربع حفرات مطلية باللون الاسود .

فقال وود :

– سبع نقاط . الآن دورك .

ثم قفز المكعبان فى الهواء على التو ، وتدحرجا فوق كل سطح المنضدة وتوقفا . فتطلع وود ورأى ان كل واحد منهما يشير الى ستة اى ١٢ نقطة . لربما انها مصادفة ؟ ثم تناول المكعبين مجددا ورماهما مرة ثانية ، ولكن بقدر اقل من الثقة . فكان نصيبه ستة وخمسة .

فكر وود فى دخيلة نفسه بشىء من الابتهاج : « لا بأس بهذا الآن . سننظر ما سيحصل لاحقا ... » .

قفز المكعبان مجددا لوحدهما ، تدحرجا ثم توقفا . وظهرت مجددا ستة فى كل واحد منهما .

بعد هذا اختتم وود اللعبة بلا أى اهتمام . بينما كان ساكن الكوكب الآخر يلقى فى كل مرة المكعبين ليحصل على ستة فى كل منهما . وبعد ان حصل على ٤٨ نقطة فى اربع محاولات ، القى المكعبين فى المرة الاخيرة وحصل على واحد فى كل منهما ، وبهذا كسب المجموع المطلوب ، نقطة فنقطة بالضبط .

ولازمت وود الخيبة فى هذه اللعبة ايضا . ولم تكن لديه اية مسوغات للاشتباه بنزاهة شريكه الخفى . واغلب الظن انه كان يستطيع حساب شدة الرمى بشكل يجعل الزاران يقومان بعدد معين من الدورات ثم التوقف بحيث يكون الجانبان المطلوبان فى الاعلى .

وفكر وود بعد أن خاب أمله :

« لم تسعفنى الصدفة ايضا . بالمناسبة ، اية مصادفة هذه اذا ما كان بالمستطاع حسابها مسبقا ؟ انها بالنسبة لى مصادفة ، وليس بالنسبة اليه ... ويلزم حدوث مصادفة مطلقة ، لا يمكن التنبؤ بها » .

وعلى النو تذكر وودّ احد المبادئ الاساسية لفيزياء الكم ، هو مبدأ عدم التحديد . وغالبا ما يحدث له ان يجرى محادثات مع فيزيائيين عاملين فى هذا المجال ، وكتابة مقالات ميسرة حول الظواهر فى عالم الجسيمات الدقيقة ، وقد عرف دخائل جميع هذه الامور بصورة لا بأس بها .

مبدأ عدم التحديد ! انه اقدس مقدسات فيزياء عمليات الجسيمات الدقيقة . وانه المبدأ الذى ينص على ان سلوك جسيمة دقيقة ما ، كالالكترون ، لا يمكن التنبؤ به مسبقا ، فهو يخضع فقط الى قوانين نظرية الاحتمالات . وهذه القوانين تنطبق فقط على عدد كبير جدا من الاحداث .

توجه وود الى جهاز التلفزيون الكائن فى ركن قصى من غرفة البليارد ، وحوله الى وحدة الالعاب .

اخذ يفكر فى ذاته : « بما ان احد المكونات الاساسية لهذه الوحدة هى مولد القيم الطارئة الذى تلعب العمليات الالكترونية دورا هاما فى عمله ، فان المعطيات التى تعالجها هذه الوحدة لا يمكن التنبؤ بها ابدا » .

وشرع وود يشرح مجددا :

– يجب ذكر اية ستة اعداد من الواحد الى الخمسين . وبعد ذلك يضغط على الزر فتظهر على الشاشة ستة اعداد جرى اختيارها كيفما اتفق بواسطة جهاز خاص مركب فى التلفزيون . وسيفوز اى واحد منا يحزر الارقام اكبر عدد من المرات ، مثلا ، من خمس محاولات . سأبدا .. لنقل على سبيل المثال : ٣ و ٨ و ١٧ و ٢١ و ٤٦ و ٤٨ . والآن لنرى مدى كون اختيارى موفقا .

ضغط وود على الزر فى اللوحة النقالة فظهرت على الشاشة فورا ارقام كبيرة هى : ٢ و ١٧ و ٢٩ و ٣٥ و ٣٦ و ٤١ .

وعلق وود قائلا :

– مطابقة واحدة . نقطة واحدة . الآن دورك ...

طبعت الآلة الكاتبة « ٦ و ٢٣ و ٣٤ و ٤١ و ٤٣ و ٤٩ » .

ضغط مجددا على زر لوحة الالعاب وتطلع الى الشاشة باهتمام : ٥ و ٢٣ و ٣٤ و ٤٢ و ٤٣ و ٥٠ .

لاحظ وود فى دخيلة نفسه : « اها ، هذه المرة ثلاث « اصابات فى المرمى » فقط ، اعتقد ان الامور تسير على ما يرام » .

فى الشوط الثانى حزر ساكن الكوكب الغريب مرتين . وفى الشوط الثالث ، اربع مرات . وكانت المحاولة الرابعة ناجحة مائة بالمائة ، حيث تطابقت جميع الارقام الستة . واخيرا ، كانت النتيجة فى المحاولة الخامسة اكثر تواضعا مجددا ، اذ حزر رقمان فقط . وبهذا فان الضيف القادم من الفضاء حزر الارقام اجماليا ١٧ مرة . بينما تسنى لوود خلال هذه الفترة التنبؤ بالارقام الظاهرة على الشاشة ثلاث مرات فقط . وبهذا هزم مرة اخرى هزيمة كبيرة . الا ان نتيجة ساكن الكوكب الغريب لم تكن هذه المرة ايضا مطلقة .

فكر وود بارتياح : « لا بأس ، ان هزيمتى هذه المرة مشرفة تماما . بينما لم يكن فوز ساكن الكوكب الغريب ساحقا بذلك القدر . بالرغم من انه يمتلك ، كما يبدو ، الامكانية للتنبؤ بسر عمليات الجسيمات الدقيقة بصورة اكثر دقة بكثير مما تعلم فيزيائيونا الارضيون القيام به ... وماذا ، لو ؟ ... »

كان ساكن الكوكب الغريب يتبارى بنجاح تام مع وحدة الارقام الطارئة .

واغلب الظن انه لا يتخلف عن اى كومبيوتر متطور . والانسان ؟ ... فبأى شيء تباري وود معه ؟ فى حجم الذاكرة ، وسرعة استنباط المعطيات الضرورية منها ، وفى دقة الحساب ... فى السرعة .. فى الدقة ... وفى حدة الذهن ؟

دنا وود بحزم من خزانة الكتب ، واخرج علبة الشطرنج ووضعها على المنضدة الصغيرة الى جانب الآلة الكاتبة . وكان وود انسانا متعدد الاهتمامات بالرغم من المشاغل الصحفية الدائمة ، وربما بفضل هذا بالذات . ونظرا لامتلاكه نمطا رياضيا فى التفكير ، فقد كان يلعب الشطرنج كأستاذ جيد ، بالرغم من انه لم يكن يشارك فى المباريات .

تمتم وهو يوزع بيادق الشطرنج :

– سنرى ، سنرى ...

مرت فترة عشر دقائق جرى فيها شرح قواعد اللعبة . وبعد هذا ، لغرض التأكد من مدى استيعاب ساكن الكوكب الغريب لها ، طرح وود عليه عدة مسائل شطرنجية ، بنقلتين أو ثلاث نقلات . فحلها الضيف القادم من الفضاء فى لحظة خاطفة . عندئذ عرض عليه وود تمرينين معقدين جدا . وتم حلهما خلال دقائق معدودات ... وكان بالمستطاع بعد هذا ، الشروع فى اللعب ...

رتب وود البيادق فى الأوضاع الأولية . وقال :

– ستبدأ انت اللعب بالابيض .

وكعادته صار يتطلع الى الآلة الكاتبة منتظرا ، لكن فى تلك اللحظة تحرك البيدق الابيض لحاله من الوضع e2 الى e4 .

وادرك وود الامر وقال فى ذاته : « طبعا ، فاذا ما كان بوسعه الكتابة على الآلة الكاتبة وتحريك كرات البلياردو ، فلم لا يتحكم ببيادق الشطرنج ؟ » .

دارت معركة حامية الوطيس على لوحة الشطرنج . وكان الزائر الكونى يجيب بسرعة كبيرة ، وبالرغم من عدم معرفته لدقائق نظرية المنازلات ، فقد كان يلعب بلا خطأ . بيد انه بتعقد الوضع على اللوحة وجب انتظار اجابات ساكن الكوكب الغريب فترة أطول فأطول وصار لعبه اكثر ضعفا . ويبدو انه لم يعد قادرا على حساب جميع البدائل المحتملة . وعندئذ عمد وود الى تشديد حدة اللعب . وصار الوضع على اللوحة معقدا ومتشابكا الى درجة انه لم يعد ممكنا عمليا اجراء

اى حساب واف للبدائل . وفى هذا الوضع لم يكن ليسعف اللاعب سوى حدسه الشطرنجى .

وتمتم وود وهو يضحى بحصانه :

– حسنا ، لننظر ، لننظر ...

لم يكن بوسعه نفسه فى هذه اللحظة القول اية عواقب ستنجم عنها نقلته . الا ان الحس الشطرنجى الغنى كان يبلغه بان البيادق البيض ستقع فى وضع صعب رغم كل شيء بغض النظر عما اذا كانت ستقبل الضحية المقدمة او ترفضها .

اخذ ساكن الكوكب الغريب الحصان وبعد ثلاث نقلات جعله وود فى وضع غير سار للغاية هو اما ان يفقد القلعة واما ان يعيد بيدقا خفيفا ، الا انه سيحصل عندئذ على موقع خاسر ...

فى هذه المرة التزم الزائر الفضائى الصمت فترة طويلة .

خلص وود فى الختام بانتصار الى فكرة مفادها : « حسنا ، لقد وجدت لديك نقطة ضعف ايضا . فلا يمكن ان تفوز دائما » ..

وفجأة ، وبدلا من تحريك بيدق جديد على اللوحة ، صارت الآلة الكاتبة تدق .

قرأ وود مايلى : « لا يمكننى مواصلة اللعب . فانهم جاءوا فى طلبى ...» .

وانتهى كل شيء .

تملك وود شعور وكأنه قد خدعوه . وكان الفوز قريبا جدا ، اول واهم فوز يحققه على ساكن الكوكب الغريب . وهو الفوز الذى وجب ان يثبت ان لم يكن تفوق الذهن البشرى الارضى ، فعلى اقل تقدير ان يثبت مستواه الرفيع ، الذى يعطيه الحق فى اجراء اتصالات فضائية . وفجأة ، افلت هذا الفوز ، المنشود جدا ، من بين يديه ...

الا ان وود هدأ نفسه على الفور . فهل من المهم الى هذا الحد وضع النقطة الاخيرة ؟ فالاهم من ذلك كثيرا انه فاز مع ذلك على ساكن الكوكب الغريب ، بالرغم من امكانياته الحسابية . وهل هذا فقط المهم ؟ !

هب وود من مكانه . فقد تبينت له الآن فقط وبصورة مفاجئة قيمة ما

حدث . اذ تملكه حماس اللعب والحماس المهنى كصحفى عثر على خبر مثير ، ولم يفكر البتة بذلك الجانب من المسألة ، ولم يفصل هذا الخبر المثير الواقعى عن جميع ما كتبه نفسه وما كان يوجد على الورق فقط ...

وفكر ايضا بانه ربما ان الشيء الاساسى هو ليس حتى فى ان وجود حضارات خارج الارض صار حقيقة لا تدحض ، وليس فى ان الانسان قد بلغ ذلك المستوى الذى يكشف فيه امكانية التعامل مع كائنات عاقلة من الكواكب الأخرى ، حتى التى لا تشبه تماما ابناء الارض ، بل فى ان الاتصال معها ممكن وقابل للتحقيق . وقد عرف وود آنئذ باية وسيلة ...

دخل الضابط المناوب الى صالة الاجتماع . وكان يتبعه جاك الذى علت وجهه ابتسامة نحد ، ويبدو انه لم يكن يحس ابدا بانه مذنب .

قال الضابط :

– ايها القائد ، لقد اتيت به .

تطلع القائد الى جاك بصرامة . الا ان هذا واصل ابتسامته بتحد .

قال القائد محولا بصره الى الضابط :

– انى اصغى اليك ...

فى ختام التقرير زالت التجعدات من وجه القائد ، ولمعت عيناه .

وقال الفيزيائى :

– هذا هائل !

وانضم العالم الفلكى اليه قائلا :

– الآن نعرف ، كيف ينبغى العمل !

وقال القائد :

– لن نبدى عجلة . يجب علينا تمحيص ووزن وبحث كل شيء بامعان . وستتولى هذا البعثات القادمة . الا اننى اعتقد بانه تم ايجاد المفتاح !

فى هذا الوقت على الارض ، وفى بيت صغير يقوم وسط الخضرة الكثيفة للاشجار العريقة ، كان الصحفى تيم وود قد وضع بعجلة ورقة نظيفة فى الآلة الكاتبة وطبع ، بالضرب على مفاتيحها ، عنوان مقالته الجديدة ، وهى اهم مقالة

كتبها فى اى وقت مضى . وكان العنوان يتألف من كلمتين : « الاتصال – اللعبة ! » .

ثم واصل الطبع دون توقف . « ان اللعب هو حاجة هامة حيويا بالنسبة الى اى كائن حى ، وفى المقدمة الكائن العاقل . ويمكن الافتراض بان هذا لا يصح بالنسبة للكائنات الحية فقط ، التى تقطن الارض ، بل وبالنسبة الى ساكنى اى عالم آخر مهما كانوا . وهو الشيء المشترك الذى يقرب ما بين ساكنى الكون ... » .

وبحلول المساء كانت المقالة جاهزة . وسحب وود من الآلة آخر ورقة وخرج الى الشرفة . كانت النجوم تومض فى السماء الصيفية . وبعد ان امعن وود النظر فى اغوارها العميقة لاحظ بريقا يميل الى الزرقة . ولربما كانت تلك السفينة الغريبة تنطلق عائدة الى نجمها . ولربما ، تراءى هذا الى وود فحسب .

ان قصة « اللعوب » بكل شرطية موضوعها واحداثها تمس مشكلة واقعية تماما تتعلق ببرنامج البحث عن حياة عاقلة فى الكون ، وبالذات هى مسألة امكانية اجراء اتصالات مع الحضارات الفضائية .

اذا ما كانت هذه الحضارات موجودة فعلا ، فان احتمال لقاء مثل هذا المجتمع من الكائنات العاقلة الذى يشابه البشرية على الارض وقطع طريقا مماثلة فى التطور الاجتماعى ويمتلك المعارف العلمية نفسها ، هو احتمال ضئيل للغاية . بيد ان هذا يعنى بان الصورة العلمية للعالم ، التى كونتها البشرية ، والصورة العلمية للعالم التى كونتها حضارة اخرى تتميزان بشكل ملموس عن بعضهما البعض . وحتى انهما قد لا تلتقيان . اذ ان الصورة العلمية للعالم هى « المقطع » النهائى للواقع الموضوعى المتباين الذى يتوقف طابعه بصورة مباشرة على كل التاريخ المسبق النشاط التطبيقى والادراكى للحضارة الآنفة الذكر .

لذلك فان اجراء تفاهم متبادل مع حضارات آخرى ، اذا ما كانت موجودة ، يعتبر مسألة بالغة التعقيد .

الباب الرابع

ماذا كان سيحدث لو ؟ ...

حتمية وجود عالم اكثر غرابة

على

تخوم اعوام الخمسينات والستينات صدر كتاب جذب اليه الانتباه فورا . كان هذا كتاب « حتمية وجود العالم الغريب » الذى كتبه الكاتب السوفيتى المعروف د . دانين .

فعن اى عالم جرى الحديث ولماذا اعتبر هذا العالم غريبا ومحتوما ؟

ان المقصود به تلك الثورة فى التصورات الفيزيائية التى حملها معه القرن العشرون ، وتلك الافكار فى الفيزياء الحديثة التى تناقضت صراحة وجهات النظر

المألوفة ولهذا بدت بالنسبة الى الكثيرين حمقاء ، وحتى مجنونة ، ولكن بالرغم من هذا تأكدت بصورة ممتازة بالتجربة .

تمضى الحياة اليومية للانسان فى عالم الفيزياء الكلاسيكية وليس من العجب ان الكثير من مبادئ الفيزياء الحديثة والفيزياء الفلكية الحديثة تتناقض مع تصوراتنا اليومية . فمثلا ، هل من اليسير القول بان كتلة الجسم تتوقف على سرعته ولهذا فان كتلة أى بروتون او ليوترون ، يحلق بسرعة تقارب سرعة الضوء ، يمكن أن تتجاوز من حيث المبدأ كتلة مجرتنا كلها ؟ او الاتفاق مع الرأى بانه يتصادم جسيمين فحسب ، يمكن طبقا لآراء بعض علماء الفيزياء ، يمكن نشوء مئات مليارات النجوم ؟ او تصور جسيم دقيق لا يمكن قياس سرعته ووضعه فى الفضاء باية وسائل بدقة فى آن واحد ، وهو جسيم دقيق يشبه السحابة المنتشرة ؟ وليس من السهل ان نتصور بجلاء الكثافات العجيبة لمادة بعض الاجسام الفضائية .

هذا جزء من الكشف الكبير للامور الغريبة فى عالم الفيزياء والفيزياء الفلكية الحديثتين . الا ان من اكثرها اثارة للعجب هو ان هذا العالم موجود ليس فى مكان ما بعيد عنا ، وهو ليس بيتا يقوم فى الجانب الآخر من الشارع بوسعنا دخوله فى يوم ما ، او ان لا ندخله ابدا ، ان هذا العالم يكمن فينا وحوالينا ، ونحن نعيش فيه . ونحن نعيش دون ان نصطدم بالكثير من صفاته العجيبة ودون ان نلحظها . ولكن لحين من الزمن فقط .

اذا ما القينا عبوة تحتوى على مادة التولين فى موقد فانها ستحترق بهدوء وتمنح الدفء . لكن التولين المذكور يمكن ان ينفجر ويدمر الموقد . وفى هذه الحالة تفعل فعلها الصفات التى يتميز بها التولين ايضا عند ما كان يحترق ببساطة ، لكنها لا تظهر الا فى ظروف معينة ...

لقد اشرنا انفا الى انه طبقا لنظرية النسبية فان كتلة اى جسم تزداد بازدياد السرعة . وبالتالى فاننا عندما ننتقل فى سيارة عادية جدا او نحلق فى طائرة فان كتلة اجسامنا تزداد ايضا . بيد ان هذه الزيادة ضئيلة الى درجة انها لا تلعب فقط اى دور تطبيقى ، بل وحتى لا يمكن قياسها باية وسائل حديثة . لكن هذا التأثير موجود بصورة واقعية تماما ، وتنبغى مراعاته شانه شأن بعض التأثيرات

الاخرى ، التى كشفتها نظرية النسبية ، وذلك لدى حساب وتصميم وحدات الفيزياء النووية والذرية . بما ان العلم لا يتوقف ابدا فى استكناه العالم ، فاننا سنلتقى حتما بتأثيرات دقيقة وغير عادية اكثر فاكثر . وقد اكد لينين على ان الانسان الذى اكتشف الكثير من غرائب الامور فى الطبيعة سيكتشف المزيد منها ...

لقد شهد مطلع قرننا انطلاقة ساطعة من الاكتشافات الفيزيائية الباهرة التى مست التصورات الاساسية حول العالم المحيط بنا . ومنذ ذلك الحين ازدادت وتعمقت معارفنا بما لا يقاس حول تركيب المادة . وقد تم كشف عدد كبير من الظواهر التى كانت مجهولة سابقا ، واكتشفت قوانين جديدة ، وحلت مشكلات معقدة كثيرة . غير انه برزت فى الوقت نفسه مسائل جديدة ومصاعب جديدة . ولا يستبعد فى انها ستقود الى اجراء تعديل ملموس جديد فى نفس الاسس والمفاهيم الاساسية للفيزياء الحديثة مثل المفاهيم المتعلقة بالجسيم والمجال والفضاء والزمن ... الخ .

وقد تتغير ايضا تصوراتنا المألوفة عن العلاقة بين الاشكال الكبيرة والدقيقة الحجم لوجود المادة . فهل ان الهوة كبيرة فعلا بين عالم الجسيمات الدقيقة والاجسام الكبيرة ؟

يكتشف العلماء التجريبيون جسيمات جديدة وجديدة وثقيلة اكثر فاكثر ، وما يسمى بالرنينات التى تتفوق فى كتلتها كثيرا على كتلة النوية . فهل يوجد حدود لهذه الكتل ؟ وهل يمكن ان تتولد اجسام ضخمة فى مجالات الفراغ والزمن البالغة الصغر ؟

لا ريب فى ان هذا لا يمكن ان يحدث سوى فى طاقات التفاعل العالية جدا . ولم يتم بعد التوصل الى مثل هذه الطاقات فى المعجلات . كما لا يمكن ان تساعد فى ذلك اعمال الرصد فى « المختبر » التقليدى للفيزيائيين ، اى الاشعة الكونية . ذلك لان الجسيمات الفضائية التى تحلق فى مجالنا من الكون تفقد حتما جزءا من طاقتها بنتيجة تفاعلها مع فوتونات الاشعة المعمرة ، ولهذا فان طاقة هذه الجسيمات « تتناقص » تلقائيا عند مستوى معين ولا يمكن ان تتجاوزه ابدا .

وعلى أى حال فان دراسة الظواهر الدقيقة تقود من اليوم الى مشكلات ذات

طابع فضائى ، بينما يصطدم حل القضايا الفضائية اكثر فاكثر بالمشكلات الاساسية لفيزياء الجسيمات الاولية .

وعموما فان علم الفلك يعتبر الآن ، وحتى بقدر اكبر من فيزياء الجسيمات الاولية ، مجالا لاعجب الاكتشافات التى تتطلب او يمكن ان تتطلب تعديلا اعمق وابعد مدى لتصوراتنا عن الطبيعة .

ان علمى الفلك والفيزياء الحديثين يحملان الينا بين حين وآخر اغرب المفاجات ، ويكشفان ظواهر « عجيبة » تؤدى بنا الى اعماق « عالم غريب اكثر فاكثر » .

لذا فمن النافع احيانا محاولة التطلع من وجهة نظر غير اعتيادية ومتناقضة ظاهريا الى بعض الظواهر « الاعتيادية » ايضا .

ويساعد هذا فى عدد من الحالات على اكساب هذه المسألة او تلك وضوحا أكبر ، والتوغل بقدر اعمق فى ادراك كنه العمليات الجارية .

ان احدى الامكانيات لخلق مثل هذه الاوضاع غير المألوفة هى فى طرح السؤال : « ماذا كان سيحدث لو ؟ ... » وهكذا لنجرى سلسلة صغيرة من التجارب الذهنية : ماذا كان سيحدث لو ...

فرط التحميل وانعدام الوزن

ان اى انجاز كبير فى العلم يغير لحد ما فى نهاية المطاف حياة كل واحد منا . وهذا ما حدث لدى اكتشاف الكهرباء والامواج الكهرومغناطيسية ، واختراع الاجهزة الطائرة الاثقل وزنا من الهواء ، واستنباط اشياه الموصلات ... والآن تدخل فى حياة البشرية الصواريخ والسفن الفضائية .

ويمكن الا تساور احدا الشكوك فى انه ستمضى عدة عقود اخرى من السنين وسيستخدم البشر فى التنقل بين القارات وسائل النقل الصاروخية بنفس الهدوء والسكينة التى يصعدون بهما الى متن طائرة الركاب النفاثة . وستغدو اعتيادية ايضا الرحلات الفضائية بين الارض والقمر . وسيحيا ويعمل الناس فى المحطات الفضائية ، وستظهر مهن اللحامين وعمال التركيب الفضائيين وغيرها .

ولكن لعلها اول مرة ، وبفضل المنجزات العلمية التكنيكية فى غزو الفضاء ، يصبح فيها الانسان فى ظروف جديدة مبدئيا ، تبدو فيها القوانين الفيزيائية المعتادة بشكل آخر . وربما لا يمكن ان يحدث مثل هذا الشيء سوى لدى غزو اعماق البحار .

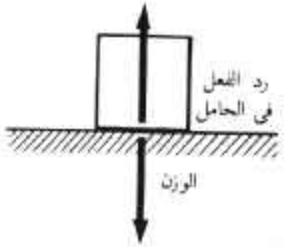
لا ريب فى ان القوانين الاساسية للفيزياء ومنها قوانين الميكانيكا هى واحدة فوق الارض وتحت الماء وفى الفضاء . لكنها تظهر باشكال متغيرة تبعا للظروف . وهذه الظروف ليست واحدة ابدا على الارض وفى الفضاء . اذ تتميز فى كوكبنا بأمرين اساسيين . فاولا ، تنعدم التغيرات الملحوظة فى السرعة – التسارع فى حركة النقاط على سطح الارض . وثانيا ، ان كوكبنا يجذب جميع المواد اليه ويرغمها على الضغط على ركائزها .

يعزى انعدام التسارعات المحسوسة الى خصائص حركة الارض فى الفضاء العالمى . ونحن نشارك سوية مع كوكبنا فى حركتين رئيسيتين من حركاته : الدوران اليومى حول محوره والدوران السنوى حول الشمس . وبالرغم من اننا ننطلق سوية مع الارض حول الشمس بسرعة ٣٠ كم /ثا ، وسوية مع المجموعة الشمسية حول مركز المجرة بسرعة خارقة تعادل حوالى ٢٣٠ كم /ثا ، فاننا لا نتحسس ذلك ، لان جسم الانسان لا يشعر كليا بسرعة الحركة المنتظمة .

وعلى أية حال ، طبقا لاحد القوانين الاساسية للميكانيكا ، فلا يمكن ان تكشف الحركة المنتظمة والمستقيمة اية تجارب او قياسات فيزيائية داخلية .

وماذا لو ان منظومة ما مثل الصاروخ الفضائى تحركت بالتسارع تحت تأثير المحركات او لدى تعرضها لمقاومة الوسط ؟ لدى توفر مثل هذه الحركة يتكون فرط التحميل ، اى ازدياد الضغط على الركائز . وبالعكس فاذا ما جرت الحركة فى الفراغ وكانت المحركات متوقفة عن العمل ، عندئذ يزول الضغط عن الركيزة ، وتبدا حالة انعدام الوزن .

فى ظروف الارض يعزى الضغط على الركيزة الى تأثير قوة الجاذبية . بيد ان البعض يعتقد بان قوة الضغط على الركيزة ما هى سوى تلك القوة التى ينجذب فيها الجسم الى الارض . واذا كان الامر كذلك ما كانت هناك حالة إنعدام الوزن ، مثلا ، فى سفينة فضائية تتحرك نحو القمر ، لانه كانت ستؤثر عندئذ قوة الجاذبية



الشكل ١٧ – الضغط على الركيزة ورد فعلها

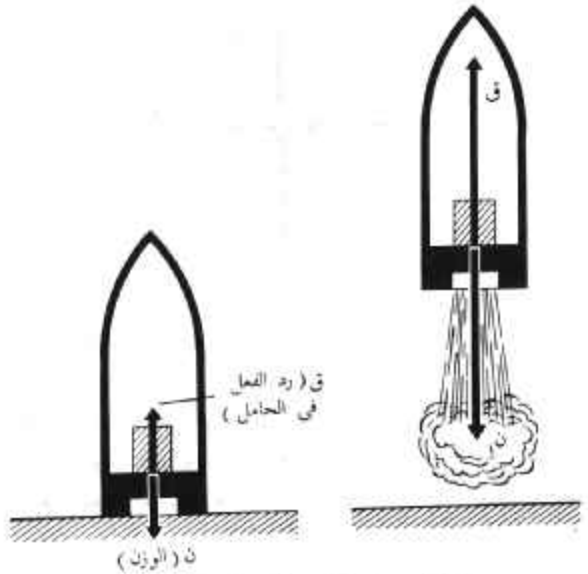
الارضية على السفينة فى اية نقطة من المدار . وعموما ، فانه من المستبعد ايجاد مكان فى الفضاء تعادل فيه محصلة قوى الجاذبية الصفر .

ونلاحظ ان الضغط على الركيزة قد لا يكون ناجما فقط عن تأثير قوة الجاذبية ، بل وعن اسباب اخرى مثل التعجيل . وبالنسبة للجسم الساكن المستقر على سطح الارض تتطابق قوة الجاذبية فى الواقع مع قوة الضغط على الركيزة . الا ان هذه حالة خاصة فقط . والانسان على الارض يضغط بقوة ما على سطحها . بينما سطح الارض يضغط بدورة على الانسان ، حسب القانون الثالث للميكانيكا ، من الاسفل الى الأعلى بالقوة نفسها بالضبط . وتسمى القوة « المقاومة » هذه برد فعل الركيزة . وتؤثر على شتى الاجسام دائما قوى الفعل ورد الفعل . ومن ذلك ، ففى حالتنا قيد البحث تكون قوة ضغط الجسم على الركيزة مطبقة على الركيزة ذاتها ، اما قوة رد فعل الركيزة فتكون مطبقة على الجسم نفسه .

اما قوة الجاذبية فهى ليست مطبقة على الركيزة ، بل على الجسم . وبهذا فان قوة الضغط على الركيزة وقوة الجاذبية هما قوتان مختلفتان تماما .

واذا ما تحرك الصاروخ الفضائى بتسارع ، فان ضغط الركيزة على الجسم يزداد بعدد المرات نفسه الذى يتفوق به التسارع الناشئ للصاروخ على تسارع السقوط الحر ، الذى يعادل ٩٫٨١ م /ثا٢ . بتعبير آخر يزداد رد فعل الركيزة فى قطاع التسارع للحركة . الا انه عند ذاك ، وطبقا لقانون الميكانيكا الثالث ، فانه يزداد بالعدد نفسه من المرات الضغط على الركيزة .

لقد سميت نسبة الضغط الفعلى لجسم ما على الركيزة الى ضغطه على الركيزة



شكل ٦٨ – الجوهر الفيزيائى لفرط التحميل

فى ظروف الارض باسم فرط التحميل . اذن فبالنسبة للانسان الموجود على سطح الارض يعادل فرط التحميل الواحد . وقد تكيف جسم الانسان الى تأثير فرط التحميل المستمر هذا ، ونحن لا نلاحظه فحسب .

ان الجوهر الفيزيائى لظاهرة فرط التحميل يكمن فى انه لا تكتسب جميع نقاط الجسم التسارع فى آن واحد . وان القوة المؤثرة على الجسم ، مثلا ، قوة دفع المحرك الصاروخى تؤثر فى هذه الحالة على قسم صغير نسبيا من سطحه . اما النقاط المادية الاخرى من الجسم فانها تكتسب التعجيل بشىء من التأخير عبر التشوه . بتعبير آخر ، ان الجسم يبدو كما لو انه انكمش ، وانضغط الى الركيزة .

لقد اظهرت الابحاث التجريبية الكثيرة ، التى بدأها فى حينه كونستنتين تسيولكوفسكى ، بان التأثيرات الفسيولوجية لفرط التحميل تتوقف كثيرا ليس على فترة استمراريتها فقط بل ، وعلى وضع الجسم . فعندما يكون وضع الانسان واقفا ينتقل قسم كبير من الدم الى النصف الاسفل من الجسم ، مما يقود الى

اختلال تزويد الدماغ بالدم . كما ان الاعضاء الداخلية تنتقل الى اسفل بنتيجة ازدياد وزنها ، مما يولد انشداد الانسجة الرابطة .

وبغية تجنب فرط التحميل الخطر بالنسبة للجسم فى قطاعات الحركة المتسارعة ينبغى اتخاذ ذلك الوضع الذى يكون فيه تأثير فرط التحميل موجها من الظهر الى الصدر . ومثل هذه الوضعية تتيح تحمل فرط تحميل اكبر بمقدار ثلاثة أضعاف تقريبا .

من الجدير بالذكر انه لهذا السبب بالذات ، تكون الراحة اثناء الاستلقاء هى افضل منها لدى الوقوف ...

واذا ما كان سكان الارض لا يتعرضون غالبا لتأثير فرط التحميل ، لكنهم مع ذلك يتأثرون به ، بينما لا يعرفون عمليا حالة انعدام الوزن .

ان هذه الحالة العجيبة تحل بعد ايقاف محركات الصاروخ ، وعندما يزول الضغط على الركيزة ورد فعلها كليا . كما ويزول الاتجاهان المألوفان لدى الانسان نحو الاعلى والاسفل ، وتسبح فى الهواء بطلاقة الاشياء غير المثبتة .

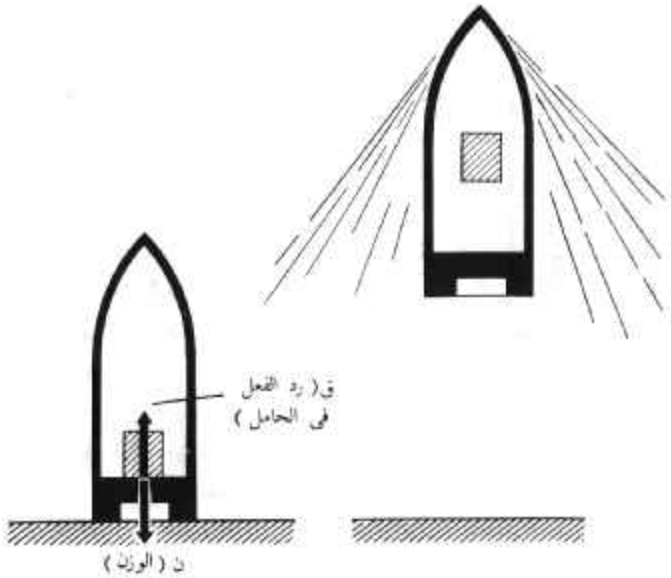
ثمة تصورات عديدة خاطئة بصدد انعدام الوزن ، فيعتقد البعض بان هذا الوضع ينشأ عندما تغدو السفينة الفضائية فى الفضاء الخالى من الهواء أى « خارج مجال الجاذبية الارضية » . بينما يرى البعض الآخر بان انعدام الوزن فى القمر الاصطناعى يحدث بفضل تأثير « قوى الطرد المركزى » عليه .

الا ان هذا كله غير صحيح .

اذن ما هى الظروف التى تنشأ فيها حالة انعدام الوزن ويتحول الضغط على الركيزة الى الصفر ؟ تعزى هذه الظاهرة الى انه لدى التحرك الطليق فى الفضاء الكونى يتحرك الصاروخ نفسه وجميع الاشياء الموجودة فيه بتسارع واحد تحت تأثير قوى الجاذبية . ويبدو كما لو ان الركيزة تفلت من تحت الجسم ، ولا يجد الجسم مجالا للضغط عليها .

الا ان الحركة فى القطاعات الفعالة تحت تأثير محرك الصاروخ وكذلك الحركة تحت تأثير قوى الجاذبية هما حركتان متسارعتان . وتجرى كلتاهما تحت تأثير القوى . فلماذا اذن يحدث فى احدى الحالتين فرط تحميل ، بينما يحدث فى الاخرى انعدام الوزن ؟

ان هذا التناقض ظاهرى يتراءى لنا . وقد اشرنا آنفا الى انه لدى حدوث



الشكل ١٩ – الجهاز الفيزيائى لحالة انعدام الوزن

فرط التحميل تنتقل التسارعات الى مختلف نقاط الجسم عن طريق التشوه . ويختلف الامر عندما يتحرك الصاروخ فى مجال الجاذبية . ومجال الجاذبية فى حدود ابعاد الصاروخ متجانس عمليا ، وهذا يعنى بانه تؤثر على جميع اجزاء الصاروخ قوى متساوية فى آن واحد . وذلك لان جميع قوى الجاذبية تنسب الى ما يسمى القوى الكتلية ، اى القوى التى تؤثر فى آن واحد على جميع نقاط المنظومة قيد البحث .

وبفضل ذلك تكسب كافة نقاط الصاروخ فى وقت واحد تسارعات متجانسة ويزول اى تأثير متبادل فيما بينها . ويزول رد فعل الركيزة ، ويزول الضغط على الركيزة . وتبدأ حالة انعدام الوزن الكامل .

كما ينبغى ان تجرى بعض العمليات الفيزيائية بصورة غير اعتيادية تماما فى ظروف انعدام الوزن . وقد طرح البرت اينشتين قبل وقت طويل من التحليقات

الفضائية السؤال الطريف التالى : هل ستشتعل الشمعة فى غرفة السفينة الفضائية ؟

فاجاب العالم العظيم على السؤال سلبا ، فقد كان يعتقد بان الغازات الملتهبة لن تغادر منطقة الشعلة بسبب انعدام الوزن . وبهذا لن يصل الاكسجين الى الذبالة ، فتخمد الشعلة .

الا ان العلماء التجريبيين المعاصرين المدققين قرروا مع ذلك اختبار صحة قول اينشتين بالتجربة . فاجريت فى احدى المختبرات التجربة التالية البسيطة جدا . وضعت شمعة مشتعلة فى اناء زجاجى مسدود والقيت من ارتفاع ٧٠ مترا تقريبا . فان الجسم الساقط يكون فى حالة انعدام الوزن اذا اهملنا مقاومة الهواء . الا ان الشمعة لم تنطفئ البتة ، بل تغير شكل لسان اللهب فقط ، حيث صار بشكل كروى اكثر ، بينما بدا الضوء المنبعث منه أقل تألقا .

ويبدو ان المسألة تكمن فى الانتشار ، الذى بفضله يتنقل مع ذلك ، الاكسجين من الفضاء المحيط الى منطقة اللهب . وذلك لان عملية الانتشار لا تتوقف على تأثير قوى الجاذبية .

ومع ذلك فان ظروف الاحتراق فى انعدام الوزن تختلف عما على الارض . ووجب ان يراعى هذا الامر المصممون السوفيت الذين استحدثوا جهاز لحام نادر المثال لاجراء اللحام فى ظروف انعدام الوزن .

فكما هو معروف تمت تجربة هذا الجهاز فى عام ١٩٦٩ فى السفينة الفضائية « سويوز – ٨ » وعمل بنجاح .

هل يمكن القضاء على الليل ؟

من المعروف ان تعاقب النهار والليل ناجم بصورة مباشرة عن دوران الارض خلال اليوم . وعندما يدور كوكبنا حول محوره يتعرض لاشعة الشمس نصف سطحه فقط ...

ويحكم ذلك يضطر البشر على قضاء قسم من الوقت فى الظلام ، وعلى انفاق موارد طاقية ضخمة لانارة المبانى والشوارع ليلا .

فهل يمكن القضاء على الليل عموما ؟

طرحت فى السنوات الاخيرة عدة مشاريع مبتكرة بهذا الشأن . واكثرها لا تزال تقارب الخيال ، الا انه يمكن تحقيقها ، من حيث المبدأ بعد مضى فترة من الزمن . فما هى هذه المشاريع ؟

يتألف احدها من وضع « شمس هيدروجينية » على قمر اصطناعى تابع للارض ، وهذه الشمس عبارة عن مفاعل نووى حرارى يجرى فيه تفاعل تخليق موجه اى توحيد نوى ذرات الهيدروجين بالصورة نفسها التى تجرى فى بواطن الشمس الحقيقية . وبما انه تتكون لدى حدوث مثل هذا التفاعل درجة حرارة تعادل ملايين الدرجات ، فان المفاعل النووى الحرارى بوسعه فعلا ان يصبح منبعا اصطناعيا للنور والحرارة . علما بانه يمكن اختيار مدار القمر الاصطناعى بحساب معين بحيث تظهر الشمس الاصطناعية بصورة رئيسية فوق الاجزاء المظلمة من سطح الارض او ان تتحرك لفترة اطول فوق المناطق القطبية . وعندئذ تمكن ازالة الليل القطبى الطويل والمضنى ، وفى الوقت نفسه « تدفئة » القطبين الشمالى والجنوبى .

ومثل هذا المشروع لا يزال طبعا غير قابل للتحقيق من الناحية التكنيكية : حيث لم تحل بعد مشكلة التفاعل النووى الحرارى الموجه . لكن بعد حلها ايضا ستمر فترة طويلة قبل ان يتعلم العلماء والمهندسون صنع « شموس هيدروجينية » اصطناعية ، يمكن وضعها على التوابع الارضية .

ثمة مشروع ضخم آخر يكمن فى اساسه استخدام الاقمار الاصطناعية التابعة للارض . الا انه ينبغى الا تكون هذه الاقمار الاصطناعية اجهزة فضائية « محشوة » بالاجهزة النادرة ، بل ... عدد كبير من حبات الغبار التى تنقل الى الفضاء المحيط بالارض بواسطة صواريخ خاصة . ويجب ان تسفر مثل هذه العملية عن تكوّن طوق هائل من الغبار حول كوكبنا ، يشبه نوعا ما طوق زحل الشهير .

وستقوم جزيئات الغبار بتوجيه قسم من ضوء وحرارة الشمس الى الارض بعد « اعتراض » اشعة الشمس التى تمر الآن بمحاذاة الارض وتفقد فى الفضاء الكونى ، متبددة فى كافة الاتجاهات . وبفضل ذلك يزول الليل ، بينما يغدو مناخ كوكبنا ادفأ بكثير .

كان بالمستطاع منذ الآن حساب عدد جزيئات الغبار اللازمة لتكوين التأثير

المنشود وما يجب ان تكون عليه ابعاد ووضع وكثافة الطوق الغبارى . بيد ان هذه « تفاصيل تكنيكية » كما يقال .

لربما توجد امكانيات اخرى لازالة الليل جزئيا او كليا . وربما سوف تظهر بمرور الزمن مشاريع يمكن تحقيقها بوسائل غير معقدة نسبيا .

الا ان السؤال يكمن فى قابلية مثل هذه المشاريع للتنفيذ من حيث المبدأ . والمقصود بهذا لا الصعوبات التكنيكية بل ان جاز القول الصعوبات الخاصة بـ « الطبيعة » .

ان القضاء على الليل معناه اجراء تغيير جذرى فى النظام الحرارى والضوئى المألوف ، وتغيير مناخ كوكبنا ، ويضمن ذلك اجراء زيادة ملموسة فى كمية الطاقة الشمسية ، الواردة الى الارض . علما بان الكيانات الطبيعية المستقرة ، من اشياه كوكبنا ، عبارة عن منظومات معقدة ذات تحكم ذاتى ، يحافظ فيها بصورة طبيعية على التوازن الديناميكى المستقر . والتدخل الاصطناعى يمكن ان يولد ظواهر غير مرغوب فيها تشبه الكارثة : ارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات ، واختلال دورة الماء ودوران المناخ ، وحدوث تغيرات مناخية لا تنفع البشرية .

وعلاوة على ذلك لا بد من مراعاة ان الاغلبية الساحقة من الاجسام الحية فى الارض قد تكيفت خلال ملايين عديدة من السنين الى الايقاع الموجود لتعاقب الليل والنهار . وان اختلال هذا الايقاع بحدة وبشكل غير متوقع يمكن ان يولد ظواهر غير مرغوب فيها وحتى ظواهر فاجعة فى عالم الحيوان والنبات ايضا .

وهذا لا يعنى بان البشر لن يشنوا ابدا الهجوم على الليل وبرد الشتاء ، الا انه يجب ان يسبق هذا الهجوم اعداد علمى دقيق وشامل .

بشر بلا نجوم

قال الفيلسوف اليونانى القديم الشهير سينيكا انه لو وجد فى الارض مكان واحد لا غير يمكن ان ترصد منه النجوم لتوجه الى هذا المكان البشر من كافة الانحاء فى سيل لا ينقطع ...

اراد سينيكا بهذا تأكيد الجمال غير الاعتيادى لصورة السماء المرصعة

بالنجوم وجلالها وفرادتها . ان السماء ذات اللآلئ البراقة المتناثرة فى الليل امام خلفية السواد القاتم للفضاء تمثل مشهدا مؤثرا فعلا . لكن هل انه المشهد فقط ، وهل ان لاعمال الرصد المنتظمة لنجوم السماء قيمة تطبيقية هامة بالنسبة للبشرية ام ان بوسع البشر التخلى بكل هدوء عنها ؟

بغية الاجابة عن هذا السؤال لنتصور لحظة ان سماء الأرض محتجبة وراء غلاف متصل وغير شفاف تماما من السحب التى تستثنى كليا امكانية مراقبة النجوم .

قد تبدو مثل هذه الفرضية لاول وهلة مفتعلة بقضها وقضيضها فنحن نرى النجوم ... الا انها ستساعدنا على ان نفهم بشكل افضل اهمية علم الفلك بالنسبة الى تطور البشرية .

علاوة على هذا فان الوضع الذى اوردناه ليس خياليا الى ذلك الحد . فالاجسام الفضائية التى تغطى السحب السماء فيها موجودة فعلا . ومنها جارنا الفضائى كوكب الزهرة . ولربما سيعيش وسيعمل البشر بمرور الزمن فى مثل هذه الاجرام السماوية . ومن الممكن تماما ان توجد فى الكون حضارات عاقلة كثيرة تقطن فى كواكب ذات سحب ...

وهكذا اذن ، الارض بلا نجوم ...

ان الانسان يبتهج للشمس ... وعادة ترتسم الابتسامات على وجوه البشر عندما يرون السماء الزرقاء المتألقة ، وبقع نور الشمس المترافقة فوق المياه ، واوراق الاشجار النضرة فى الربيع التى تتلمع تحت اشعة الشمس .

وفجأة يزول هذا كله . فلا سماء زرقاء . ولا بقع نور الشمس . ولا نجوم ، ولا قمر . اما السماء فتبدو غائمة دائما . وتحل العتمة الابدية لاوقات النهار المعتمة الكئيبة . وثمة امطار مملة لا نهاية لها ...

توجد على الارض مناطق ايامها المشمسة قليلة جدا . ويقال ان ساكنى هذه الاماكن لا يبتسمون أبدا تقريبا . وماذا كان سيحدث للبشر لو انهم لم يعرفوا الشمس عموما ؟

ان الانسان وليد البيئة المحيطة به ... وقد تشكل جسده عبر الآف الاعوام تحت تأثير هذا الوضع بالذات ، وتلك الظروف الفيزيائية ، الموجودة على الارض

فعلا . وحددت هذه الظروف خصائص تركيب جسم الانسان ، ودرجة حساسية بصره تجاه اشعاعات ضوئية معينة ، وتركيب جهاز السمع وغير ذلك . ولكن لا ريب ايضا فى انها تركت اثرا معينا على نفسية البشر ايضا .

وهنا ندخل ، طبعا ، فى مجال التخمينات والفرضيات الهش جدا . بيد انني اعتقد بانه لو رأى البشر خلال قرون طويلة ومن جيل الى جيل سماء رمادية مملة فوق رؤوسهم ، وكانت الايام الغائمة شبيهة ببعضها البعض كقطرق الماء ، فمن المحتمل جدا ان القدرة الروحية للبشرية ، ان جاز هذا التعبير ، كانت غير ما هى عليه ولكان البشر ذوى قدرة حيوية اقل ، واقل تفاؤلا . ولكن ، واكرر ، ان هذه افتراضات محتملة لا اكثر ولا أقل .

الا انه مما لا شك فيه ان التصورات حول العالم المحيط فى الفترات الاولى من تطور البشرية كانت ستكون اكثر غموضا وغيبية ، مما هى فى التاريخ الواقعى للحضارة الارضية .

لنتذكر مثلا كيف عرف البشر انهم يعيشون فوق كرة .

لقد تم الحصول على اكبر دليل مقنع بنتيجة مراقبة خسوف القمر . وعندئذ بالذات نرى على القمر ، لدى حدوث هذه الظاهرة السماوية ، كما على شاشة هائلة ، محيط ظل الارض . وقد لوحظ بان هذا المحيط ، وفى كافة حالات الخسوف والكسوف ، يكون دائرى الشكل . والكرة فقط يمكن ان تعطى ظلا « دائريا » فى كافة الاوضاع .

حقا ، ثمة دليل آخر : هو اختفاء الاشياء المبتعدة تدريجيا وراء انحناء الارض . الا ان هذه الظاهرة غير مقنعة جدا على البر : اذ يمكن تفسيرها دوما بعدم استواء تضاريس الأرض . وتبقى اعمال المراقبة فى البحر . ان السماء المغطاة بالسحب باستمرار لم تكن لتشكل حائلا دون التفات انتباه البشر الى اختفاء السفن وراء خط الافق . ولكن لغرض الانتقال من هذه الحقيقة الى الاستنتاج حول كروية الارض يجب ان نقارن بين النتائج المستحصلة من اعمال المراقبة الجارية فى مختلف نقاط الكوكب ، اى وجب الاقتناع بان الأرض « محدبة فى كل مكان » .

يجب لهذا الغرض توفر الاختلاط بين القارات ، والقيام برحلات بحرية . الا

انها كانت صعبة جدا لو لم توجد النجوم . فكيف يمكن الابحار فى المحيط او فى عرض البحر عندما لا تتوفر الامكانيات لتحديد مكان الوجود ، والتأكد من صواب خط السير ؟ فمن المعروف بان راكبى البحار كانوا يلجؤون منذ غابر الازمان الى طلب مساعدة النجوم لهذا الغرض .

صحيح انه كان بالمستطاع بدرجة ما التوجه اعتمادا على الفجر والغسق . ومعروف انه حتى فى الجو الغائم يضيء القطاع الشرقى من السماء صباحا فى وقت مبكر اكثر ، بينما تصيب العتمة القطاع الغربى فى وقت متاخر اكثر من بقية قبة السماء . ان من شأن عدد من اعمال الرصد ان يتيح ادراك هذه المسألة .

لو كان البشر يعيشون فى ارض تلفها الغيوم فانهم ما عرفوا تلك الظواهر المرتبطة بشروق الشمس وغروبها ، ولكن الانسان لدى مراقبته الفجر والغسق جيلا بعد جيل ، كان سيلاحظ فى نهاية المطاف بانهما يخضعان لقوانين معينة . ويمكن الافتراض انه كانت ستوضع ، ان عاجلا ام آجلا ، جداول خاصة تراعى تعاقب قطاعات الفجر والغسق بتغير فصول السنة وحتى بانتقال المراقب على سطح الارض . ولكن ، للاسف ، ان التوجه اعتمادا على رصد مواضع الفجر والغسق غير دقيق جدا فى السماء الغائمة ، حيث انه بنتيجة تشتت اشعة الشمس بواسطة الغيوم يغدو من العسير للغاية ان تحدد العين نقطة الشروق والغروب (بالاخص عندما تكون السحب كثيفة جدا ومتعددة الطبقات) .

بالمناسبة ، من المعروف جيدا ان « الطلب يولد العرض » . وكان بالمستطاع القول بانه وجب ان تظهر معدات حساسة خاصة لقياس درجة تألق السماء وتحديد القطاع الاكثر تألقا من الفجر والغسق . ولدى وجود مثل هذه المعدات فان دقة التوجه كانت ستزداد كثيرا .

وربما لجرى اختراع البوصلة المغناطيسية فى وقت مبكر اكثر مما حدث فعلا .

كما ان الكائنات العاقلة التى تقطن فى كوكب محاط بالسحب كانت ستضطر ايضا الى حل مسائل معقدة جدا تتعلق بحساب الزمن .

فى فجر البشرية عندما لم تخترع الساعة بعد ، كان الناس يحددون الوقت اعتمادا على الشمس ، وفى الليل اعتمادا على النجوم . واستخدمت المراقبات الفلكية كأساس فى وضع التقاويم .

اما فى حالة تغطية الارض بالسحب فان مثل هذه المراقبات كانت ستغدو مستحيلة . الا ان ايجاد مخرج من هذه الصعوبة كان ، ربما ، اسهل بكثير من حل مسألة ايجاد الاتجاهات مثلا . وكان بوسع الناس ان يحددوا ، بواسطة المعدات المذكورة آنفا ، الوقت نهارا بمراقبة انتقال المجال الاكثر تألقا فى قبة السماء . وكان بوسعهم بالطريقة نفسها ، وضع التقويم ايضا .

لربما كانت ستعتبر بداية الشتاء فى هذا التقويم هى أقصر نهار ، وبداية الصيف هى اطول نهار فى السنة .

كما يمكن الافتراض بان الصعوبات فى حساب الزمن ستمثل حافزا طيبا لكى تخترع فى وقت مبكر معدات من طراز الساعة ، اكثر مما جرى ذلك فى التأريخ الفعلى للبشرية .

يوجد مفهوم يبدو وكأنه يوحد جميع النتائج التى وصلت اليها العلوم المختلفة ، — اى « العقيدة » . والعقيدة هى ليست الفيزياء ولا الكيمياء ولا علم الفلك والبيولوجيا ولا الرياضيات ، بل هى شيء أعم من هذا واوسع . الا انه من جانب آخر يصعب التنبؤ بما ستكون عليه العقيدة بدون المعارف الفلكية ، مثلا ، بينما سيكون ساكنو الارض الغائمة بهذا الوضع بالذات .

مما لا ريب فيه ان تاريخ تطور علوم الطبيعة يدل على ان تأملنا فى بريق السماء المرصعة بالنجوم وحركة الشمس والقمر والكواكب لا يكفى لوحده لكى تكون تصوراتنا الصائبة عن العالم . وفى بداية الأمر اخذت الحركة الظاهرية للاجرام السماوية كشيء واقعى ، واخذ الوهم كواقع . وهكذا ولدت فكرة « الارض المركزية » التى تحتل مكانة السيادة فى الكون ، والاجرام السماوية المتحركة حولها حسب منظومة ارسطو — بطليموس .

الا انه مهما كان الامر فان الحضارة الموجودة فى كوكب محاط بالسحب ينبغى ان تصطدم فى مرحلة معينة من تطورها بمشكلة بناء الكون .

فالحضارة تحتاج بعد بلوغها مستوى معينا من التطور ليس الى مجرد معلومات متفرقة حول العالم المحيط ، بل الى « مجموعة من المعارف » . بينما لا يمكن ان تكون مجموعة المعارف كاملة اذا لم تتضمن التصورات حول تركيب العالم ، وحول مكانة الارض فى الكون .

ولا ريب فى انه ما كان ليعتبر من الاسرار بالنسبة لساكنى العالم المحاط بالسحب وجود عوامل خارجية ما تقع خارج ستار السحب . حيث انه كان سيرد من هناك الى الارض النور والدفء اللذان يبعثان الحياة . ولربما كان ساكنوا الكوكب المحاط بالسحب سيعبدون فى بداية الامر « الضوء » بالضبط كما فعل اجدادنا فى وقت ما ، الذين كانوا يعبدون الشمس .

لكنه كان سيغدو صعبا جدا وضع صورة علمية ما للعالم . اذ ان فكر الانسان ، حتى لدى استنباط اكثر التنبؤات تجريدية ، ينطلق دوما مما يراقبه ، ومن الواقع . بينما كانت الارض المحاطة بالسحب ستعطى غذاء من اجل التامل اقل بكثير مما تعطيه صورة السماء المرصعة بالنجوم .

لقد خلص كوبرنيكوس الى استنتاج عن حركة الارض حول الشمس ، لدى تحليله التحركات اللولبية للكواكب امام خلفية النجوم . وقد طور برونو ، ولوموتوسوف فكرة تعداد العوالم المأهولة ، باجرائهما مقارنة بين الاجرام البعيدة أى النجوم وجرمنا المضيء اى الشمس .

ما كان بوسع العلماء فى الكوكب المحاط بالسحب القيام باى شيء كهذا . ولربما كانوا سيحاولون بناء مختلف انواع الفرضيات بصدد صورة العالم ، الا ان افتراضاتهم كانت اغلب الظن ستكون أبعد عن الحقيقة من التخمينات المشوشة لاجدادنا الابعدين .

ولا ريب فى انه كانت ستؤثر بصورة سلبية استحالة رصد الكون على تطور العلوم عامة وعلى ادراك القوانين الاساسية للطبيعة .

فمثلا ، اكتشف غاليلو « مبدأ القصور الذاتى » الشهير بفضل اعمال الرصد الفلكى الى حد كبير . فان التجربة اليومية الارضية لا تشير البتة الى ان الجسم الذى لا تؤثر عليه اية قوى يستطيع التحرك بصورة منتظمة ومستقيمة . ولاكثر من ذلك ان مثل هذه الفرضية تتناقض مع « العقل السليم الارضى » ، وليس عبثا ان لقيت المعارضة الشديدة من جانب معاصرى غاليلو . بينما يعتبر مبدأ القصور الذاتى اساس علم الميكانيكا كله .

كما ولد من الرصد الفلكى احد القوانين الاساسية للطبيعة وهو قانون الجاذبية . طبعا ، ان « التفاحات » كان يمكن ان تسقط فى كوكب محاط

بالسحب ايضا ، الا انه يجب عدم نسيان ان التحليل المسهب لحركة القمر حول الارض كان قد سبق ظهور الفكرة العبقرية لنيوتن .

وعلى أى حال فانه كان من الصعب للغاية اكتشاف شمولية الجاذبية فى سماء تلفها ستارة من السحب . وذلك لان قوة الجذب المتبادل بين مختلف الاشياء فى الارض ضئيلة الى درجة انه لا يمكن قياسها سوى بواسطة التجارب الدقيقة جدا .

استخدمت معطيات الفلك ايضا كاساس فى اعداد نظرية ثورية كنظرية النسبية . ومعروف ان من المبادئ الاساسية لهذه النظرية القول بالسرعة النهائية لانتشار الاشعة الضوئية . الا ان الخبرة الارضية الخالصة تملى علينا شيئا آخر ، حيث ان كل حادثة تجرى فى تلك اللحظة بالذات التى نراها فيها . وليس من العسير ادراك سبب ذلك : ان نطاق معايير الارض ضئيلة للغاية بالقياس الى المسافة التى يقطعها الضوء خلال ثانية واحدة . ورصد الظواهر الجارية على النطاقات الفضائية وحدها استطاع ان يحطم مثل هذا الوهم .

كما حمل الفضاء الينا الكثير من الاكتشافات الرائعة الاخرى واكتشفت هناك ايضا حالات المادة غير المعروفة سابقا فى الارض ، والمصادر الجديدة للطاقة (ومنها الطاقة الذرية) .

واذا ما تابعنا بامعان تطور كثير من العلوم – وليس فقط الفيزياء ، بل والكيمياء والرياضيات وحتى البيولوجيا – فسنجد انه فى حالات كثيرة ترتبط انجازاتها ان لم تكن مباشرة ، فبصورة غير مباشرة بدراسة الكون .

وليس عبثا ان قال البرت اينشتين بان الادوات الذهنية ، التى لولاها لاستحال تطور التكنيك المعاصر ، قد استنبطت بصورة اساسية من رصد النجوم . ومن هذه الناحية كان العلماء فى الكوكب المحاط بالسحب سيغدون فى وضع اسوأ بكثير . ولا يكفى بان الكون الذى لن يرى من الارض عندئذ ما كان سيمدهم بالافكار المثمرة . ولوجب عليهم فى محاولة ادراك ما يجرى وراء ستار السحب ان يشنوا فى كل يوم وكل ساعة نضالا اكثر حدة كثيرا مع « العقل السليم » مما كان يخوضه اسلافنا .

وعموما فان الحضارة الموجودة فى كوكب تلفه السحب كانت ستشبه كثيرا انسانا أعمى منذ الولادة . لقد لعب بحث الاشعاع الضوئى للاجرام السماوية دورا

رئيسيا خلال فترة طويلة من التاريخ الفعلي لدراسة الكون . وليس عبثا ان سمى الضوء « بمبعوث العوالم البعيدة » لكن بالنسبة للناس في العالم المحاط بالسحب ما كان لمثل هذا المبعوث وجود عمليا ...

في الوقت نفسه من المعروف بان هؤلاء الناس حتى غير المصابين بالعمى فقط ، ولكنهم في الوقت نفسه مصابين بالصم منذ الولادة فانهم لا يفقدون القدرة على ادراك العالم المحيط بهم ، بل وحتى يمارسون النشاط الابداعي بنجاح . وبالرغم من ان القنوات الصوتية والضوئية للمعلومات مغلقة بالنسبة لهم ، فانها ترد اليهم عبر قنوات اخرى .

كان سيحدث الشيء نفسه بالنسبة الى البشرية بشكل عام . وكان العلماء ، الذين لا تتوفر لديهم الامكانيات للحصول على المعلومات الهامة الموجودة في نور الفضاء ، سيقومون ان عاجلا او آجلا بدراسة المبعوثين الآخرين للكون وبالدرجة الاولى الاشعة الراديوية .

لا شك انه كان بوسع البشر الاستفادة من القناة الراديوية الفضائية بعد بلوغهم مستوى معينا من تطور العلم والتكنيك . ووجب لا كشف الموجات الراديوية فقط ، بل وصنع اجهزة حساسة للغاية لاستقبال الاشعاعات الراديوية .

ولكانت تعتبر مرحلة كبيرة للغاية في تطور « الحضارة السحابية » مسألة « الخروج » الى ما وراء غشاوة السحب . ويمكن توقع انه كانت ستوجه جهود كبيرة نحو حل هذه المسألة .

وابتداء من هذه اللحظة كان تطور حضارة ساكني الكوكب السحابي لا يختلف كثيرا ، في اغلب الظن ، عن تطور حضارة الارض في عهد الطيران والملاحة الفضائية .

اذن ، فبالرغم من استحالة رصد النجوم لكان بوسع البشرية ان تتغلب ان عاجلا ام آجلا على الصعوبات المتأتية عن ذلك . ناهيك عن تذليل البشرية المعاصرة لتلك الصعوبات الهائلة التي تنجم لدى غزو الكواكب السحابية .

لو لم يكن هناك قمر

لنتصور لحظة بانه لم يكن يوجد تابع طبيعي للارض . فماذا كان سيتغير ؟ ان من شأن ذلك طبعا ، وقبل كل شيء ، ان ينعكس على جمال المناظر الطبيعية

في ارضنا : كانت ستزول الانسيات المقمرة الصافية ، والتموجات الفضية على الماء .. بيد ان هذا هو الجانب الخارجي الخالص . ولما وجدت حالات المد والجزر القمرية ، وبالتالي ، لتغيرت ظروف الملاحة . وحقا ، انه كانت ستبقى حالات المد الشمسية ، الا انها تغدو اضعف بكثير من القمرية بسبب البعد الشاسع عن الشمس .

ومن جانب آخر فان انعدام الليالي القمرية كان سيسهل كثيرا من اعمال الرصد الفلكي . ويمكن القول افتراضا انه في هذه الظروف كان بوسع العلماء ، ضمنا ، اكتشاف عدد اكبر من التيارك والكواكب الصغيرة للمجموعة الشمسية .

ومن المحتمل جدا ان اختفاء القمر كان سيؤثر تأثيرا معينا على سير بعض العمليات الجيوفيزيائية ايضا .

الا انه ثمة جانب آخر من المسألة ، ربما ، غير واضح بهذا القدر . ويكفي التذكير بان الشكل الكروي للارض قد جرى اثباته بالشكل الكروي لظل الارض ابان خسوف القمر .

وبانه لدى قيام غاليلو برصد القمر بواسطة التلسكوب اكتشف وجود جبال على سطحه وبهذا احدث اول ثغرة واقعية في التصورات الابدية عن وجود حد لا يمكن تجاوزه بين ما هو ارضي وما هو سماوي .

وبان نيوتن صاغ نهائيا قانون الجاذبية العامة بنتيجة دراسته لحركة القمر حول الارض .

وبان رصد حركة القمر حول الارض كان احدى الدفعات الاولى التي قادت الى فكرة صنع توابع اصطناعية لكوكبنا ...

وتجدر الاشارة ايضا الى انه باختفاء القمر ستزول حالات خسوف القمر .

بيد ان دور القمر لا يقتصر البتة على تأثيره على تطور النظرية العلمية . ففي الآونة الاخيرة صار القمر ، بصفته اقرب جرم سماوي الينا ، يستخدم اكثر فاكثر بمثابة ميدان تجارب تعالج فيه وتضبط عمليات معقدة كثيرة ذات علاقة بدراسة وغزو الفضاء .

وهكذا ، كان القمر أول « مرآة راديوية » فضائية تمت بواسطتها معالجة طرائق البحث الراديوي الفلكي . وساعدت تجارب عكس موجات الراديو من

سطح القمر على صنع اجهزة قادرة على اجراء اعمال مسح الشمس وكثير من كواكب المنظومة الشمسية .

كما يلعب القمر دورا هاما جدا فى تطوير التحليقات الفضائية . والمقصود بذلك ليس فقط امكانيات اقامة محطة فضائية على سطح القمر فى المستقبل ، بل وان تتقن فى منطقة القمر عمليات كثيرة تتعلق بحركة الاجهزة الفضائية وتتسم بأهمية ملموسة جدا لدى التحليق الى الكواكب الاخرى .

اذن ، ان جرمنا الليلى المضيء هو ليس فقط « من زخارف الزينة » فى قبة السماء الارضية . ومن شأن اختفائه ان يجعل صعبا بدرجة معينة تطور العلم وغزو الانسان للفضاء الكونى .

وفى حال غياب القمر تضعف كثيرا الظاهرة المسماة بالحركة البدارية . فالمعروف ان ارضنا ذات شكل مفلطح نوعا ما ، وذلك بفضل الدوران اليومى اذ ان نصف قطرها القطبى أقصر من الاستوائى بحوالى ٢١ كيلومترا . وهكذا فبنتيجة الدوران يعاد توزيع مادة الارض ، حيث ان قسما منها يبدو كما لو انه انتقل من القطبين الى خط الاستواء ، مكونا ما يشبه التحدب الاستوائى . ويؤدى تأثير جاذبية القمر على هذا التحدب (وكذلك جاذبية الشمس والكواكب) الى ان محور دوران كوكبنا يرسم فى الفضاء حلال ٢٦ الف عام مخروطا ، ويتبادر (precess) (بانتقال نقطتى الاعتدالين الربيعى والخريفى من الشرق الى الغرب – المترجم) . وتبلغ الزاوية فى رأس المخروط حوالى ٤٧ درجة . ولذلك فان النجمة القطبية الحالية لم تكن دائما ولن تبقى دائما قطبية . فبعد ١٣ الف سنة ستشير الى الشمال بالنسبة لاحلافنا نجمة النسر الواقع من مجرة القيثارة .

بالرغم من ان كتلة القمر غير كبيرة قياسا الى كتل الكواكب والشمس ، فينبغى الا ننسى بان القمر يقع اقرب من غيره الى الارض . علما بان قوة الجاذبية تضعف بسرعة جدا تبعا للمسافة – اى تتناسب تناسبا طرديا مع مربع المسافة . واذا ما كان القمر غير موجود فان مبادرة الاعتدالين كانت ستبقى ، لكن ستغدو اقل نوعا ما الزاوية فى رأس المخروط ، الذى يرسمه محور الارض .

والقمر اذ يولد مبادرة الاعتدالين فانه بفضل بعض خصائص حركته يحدث فيها بعض الانحرافات بين حين وآخر ، واطلقت عليها تسمية التذبذب ، وتتم فى فترة ١٩ عاما . وبزوال القمر كان سيزول التذبذب ايضا .

لنقل على الفور بان المقصود به هو احتمال القيام برحلة الى الماضى ، اى الانتقال القهقرى فى مقياس الزمن بعكس سيره الطبيعى ثم العودة لاحقا الى عصرنا الحاضر .

وفى البداية لن نبحث الجانب الفيزيائى البحت من المسألة ، بل سنحاول ان نتصور ماذا كان سيحدث اذا ما اضحت الرحلات الى الماضى ممكنة فعلا : فماذا ستكون نتيجة ذلك .

هناك قصة خيالية وقصيرة ولكنها ذات عبرة كبيرة كتبها الكاتب الامريكى المعاصر المعروف راى بريدبرى . اذ ينظم مكتب للسياحة لزبائنه من هواة الصيد رحلة سياحية غير اعتيادية : بان ينقلهم بواسطة آلة الزمن الى الماضى السحيق . وتتوفر لديهم فرصة رائعة لقنص ديناصور حىّ ! .. الا انه وجب على « سياح الزمن » الالتزام التزاما صارما جدا بشرط الزامى . حيث لا يسمح لهم سوى بقتل ضب معين تماما ، يحدده موظفو المكتب مسبقا . وينبغى على المسافرين الا يتدخلوا فى اية أحداث للعالم القديم ، أو إحداث اى تغيّر فيه .

بيد انه حدث ان خرق احد السياح هذا الحظر . وبعد ان خرج عن درب مدّ خصيصا لذلك ، ووجب ان يسير عليه المسافرون ، داس بلا حذر بقدمه على فراشة ما وسحقها . ولا ريب فى انه لم يعط اى واحد من الصيادين اية اهمية لهذا الحادث التافه . ولكن عندما عاد السياح الى زماننا رأوا لدهشتهم بان الكثير فى العالم المحيط بهم قد تغيّر .

ومعروف بان جميع الظواهر الجارية فى الطبيعة تشكل سلاسل متصلة من الاسباب والعواقب . وعندما نرجع الى الماضى ونتدخل فى سير احداث ما ، ونجرى تغيير فيها ، فاننا سنولد حتما تغييرات معينة فى كل سلسلة الاسباب اللاحقة للظواهر . لهذا فان موظفى مكتب الرحلات فى قصة بريدبرى كانوا يشيرون بدقة الى ديناصور معين لكى يطلق عليه الصياديون النار . وكانوا يختارون الضب الذى كان سيهلك رغم كل شيء بعد مضى عدة دقائق . وبذلك لم تطرأ اية تغييرات على سلسلة الاسباب للاحداث .

لا ريب فى انه يمكن الجدال حول مسألة باى قدر كان يمكن لسحق الفراشة من قبل احد اشخاص قصة بريدبرى ان يؤثر على مستقبل البشرية . ولكن لو

جرت حقا الرحلة الى الماضى بواسطة اجهزة من طراز « آلة الزمن » ، فان الاعمال العشوائية المحتملة « للسياح الذاهبين الى العصور القديمة » ، كان بوسعها من حيث المبدأ ان تحدث انتهاكات خطيرة جدا فى هذه او تلك من سلسلة الاسباب والعواقب .

لنفرض ان المسافرين فى القرن الحادى عشر مثلا قتلوا شابا فى اثناء اشتباك مع الاهالى المحليين . وكان المفروض ان يكون لديه اطفال فى السير « الطبيعى » للاحداث ... بيد انه بعد تدخل القادمين من المستقبل لم يظهر هؤلاء الاطفال الى الوجود . وبالتالى لم يولد جميع ابنائهم .

وعندئذ ينبغى ان يختفى من عصرنا عشرات بل ومئات الناس الذين يعتبر القتيل السلف المباشر لهم ... انهم يختفون بكل بساطة ، ويذوبون فى الزمن بلا أثر كما يقال ، لانه اختفت حلقة واحدة من سلسلة الاسباب والآثار التى ادت الى ظهورهم الى الوجود ...

كان بنفس الشكل ايضا يمكن ان يختفى لا البشر فقط ، بل والاعمال الفنية والمبانى وحتى مدن بأكملها .

كما ان الحياة لم تكن مفرحة جدا عندئذ بالنسبة للبشرية ، لو ظهرت آلات الزمن وصار الباحثون عن المغامرات الذين تنعدم لديهم روح المسؤولية يطاردونها فى شتى العصور . ولاخذنا نعيش فى خوف دائم من احتمال اختفاء احد ما او شىء ما . ومن جانب آخر فان المسافرين فى اعوار الزمن كانوا سيدعرون سلسلة معينة من الاسباب والعواقب ، وكذلك سيشكلون « اشياء » جديدة ، وقد تبرز فجأة فى واقعنا « اشياء » غير متوقعة تماما ..

ثمة رواية شيقة جدا للعالم والكاتب الخيالى الامريكى المعروف ايزيك ازيموف بعنوان « نهاية الازل » تتناول ايضا مناقشة العواقب المحتملة للتنقل فى اعوار الزمن . ويتم فيها وصف نشاط المنظمة الخاصة « لما بين الازمان » ، التى كانت تمارس اعمال « تعديل » و « تحسين » الواقع القائم بعد امتلاكها لوسائل القيام برحلات فى الازمان .

ويقوم الخبراء ، بعد اكتشاف احداث سلبية ما جرت فى التأريخ الفعلى للبشرية ، باجراء دراسات وافية لاسبابها الاولية وتصميمها بشكل يحول دون حدوث العواقب غير المرغوب فيها لهذه الاسباب . وتتم بالطريقة اللازمة تغيير ذاكرة

البشرية ايضا ، فاختفت منها كليا اية ذكريات عن البدائل السابقة للاحداث .

وبالرغم من ان جميع هذه الاحداث كان يمكن ان تبدو موجهة نحو تحسين حياة البشر ، فانها مئيت ، وبالمناسبة كما كان يتوقع ذلك ، بالانهيار التام ، لانه لا يجوز ارغام البشرية على العيش وفق « سيناريو » ما معد مسبقا ، وبالاخص عن طريق التدخل الاولى فى سلسلة الاسباب والعواقب . ان التأريخ هو التأريخ ، وبالرغم من ان هذه او تلك من الظروف العرضية تلعب دورا معينا فيه ، فانه تحدد مع ذلك سيره اساسا القوانين الموضوعية التى تشق طريقها عبر كافة المصادفات . وبغية التأثير على الاحداث على النطاق الأعم كان ينبغى ليس اعادة رسم تأريخ البشرية كله من أوله الى آخره فحسب ، بل وكذلك تغيير قوانين التطور الاجتماعى .

الا ان هذا يشكل الجانب الفلسفى من المسألة ، ولنعد الى الفيزياء . فما هو موقف هذا العلم من امكانية السفر الى الماضى ؟ انه بكل بساطة يفرض حظرا عليه ، كما ويحظر صنع المحرك الازلى .

تقول الفيزياء النظرية الحديثة بان اى حدث ، يجرى فى المنظومة الفيزيائية ، لا يمكن ان يؤثر على هذه المنظومة سوى فى المستقبل ولا يمكن ان يؤثر على سلوك المنظومة فى الماضى .

هذا هو البديل الفيزيائى لمبدأ السببية العام الذى يقضى بانه لا بد من وجود سبب طبيعى لكل ظاهرة .

من جانب آخر يمكن ان نتصور ، بالرغم من صعوبة ذلك ، بانه توجد فى مكان ما من الكون قطاعات يسير فيها الزمن فى الاتجاه المعاكس بالقياس الى زمننا . وكان بالمستطاع الاستفادة من هذا للقيام برحلات الى الماضى ، وعلى اقل تقدير الى الماضى القريب (اذا ما كانت وتيرة مجرى الزمن فى هذه القطاعات أسرع ، فالى الماضى السحيق) . لكن لا بد لهذا من الانتقال مرتين ، من قطاعنا الزمنى الى « ذاك » ذهابا وايابا .

وبالرغم من انه لم تبحث هذه المسألة كليا بعد ، فيمكن القول مسبقا بانه بالنسبة الى هذه الانتقالات أيضا تفرض قوانين الفيزياء ، على اغلب الظن ، نفس القدر من التحريم الشديد الذى تفرضه على الرحلات المباشرة الى الماضى .

لقد شاع رأى مفاده ان نظرية النسبية لا تقر السرعات الاسرع من الضوء . فهل الامر كذلك ؟ وهل يمكن عموما من وجهة نظر النظرية الحديثة ان توجد فى الطبيعة سرعات تفوق سرعة الضوء ؟ اليكم اجابة أ . زلمانوف على هذا السؤال الطريف .

حقا ، يوجد من وجهة نظر نظرية النسبية ما يسمى بالسرعة الاساسية C التى تعتبر اكبر سرعة ممكنة لانتشار اية تفاعلات للقوى . فهم يكمن مغزاها الفيزيائى ؟

مجمل القضية ان قيمة السرعة التى يتحرك بها جسم واحد معين حيال مختلف منظومات بدء الحسابات ليست واحدة بشكل عام . فبالنسبة الى منظومة ما قد يستقر الجسم ، بينما بالنسبة الى الاخرى يتحرك بسرعة صغيرة ، اما بالنسبة لمنظومة ثالثة فيتحرك بسرعة كبيرة . وتوجد فى ميكانيكا نيوتن سرعة تكون قيمتها واحدة بالنسبة الى جميع منظومات بدء الحساب ، لكنها سرعة كبيرة بلا نهاية . ومثل هذه السرعة تشكل الحد الاقصى فحسب . وبوسع اى جسم واقعى ان يتنقل بسرعة محدودة فقط . الا ان سرعة حركة الاجسام فى ميكانيكا نيوتن قد تكون من حيث المبدأ كبيرة باى قدر مهما كان .

وثمة حالة فى نظرية النسبية ايضا عندما لا يتوقف فيها مقدار السرعة على اختيار منظومة بدء الحساب . ويحدث ذلك عندما يتحرك الجسم بسرعة تعادل مقدار السرعة الاساسية .

اذن فالسرعة الاساسية لنظرية النسبية مماثلة للسرعة الكبيرة بلا نهاية فى ميكانيكا نيوتن .

من وجهة نظر نظرية النسبية فان اية انتقالات للكتل والطاقة ، واى انتقال لتفاعلات القوى لا يمكن ان تحدث الا بسرعات لا تتجاوز السرعة الاساسية .

وهناك اجسام ذات كتلة للسكون (الاستقرار) لا تعادل الصفر ، فهى لا تتحرك الا فى سرعات اقل من السرعة الاساسية ، وكذلك اجسام تعادل كتلة السكون لها الصفر (الفوتونونات والنيوترينوات) – حيث تستطيع التحرك بالسرعة الاساسية فقط .

لكنه مهما بدا ذلك الامر غريبا ومتناقضا ظاهريا فيمكن ان توجد سرعات تفوق السرعة الاساسية . ومن الامثلة على هذه السرعة يمكن ان نتناول سرعة انتقال ظل كفّة اليد على الجدار . ويمكن تحريكه باية سرعة مهما كانت كبيرة . بيد ان هذا فقط سرعة انتقال الموضع المضاء على سطح الجدار ، فلا يمكن ان تحدث اية حركة للمادة او انتقال للتأثير المتبادل تمثل هذه السرعة .

والآن لنحاول تحديد معنى السرعة بشكل عام لحركة اى جسم . وهى دائما سرعة الحركة بالنسبة الى منظومة معينة لبدء الحساب ، والاكثر من ذلك ، بالنسبة الى تلك النقطة من المنظومة المذكورة التى يمر الجسم عبرها فى اللحظة المعطاة . ولا فائدة من الحديث ، اذا توخينا الدقة ، عن سرعة حركة الجسم بالنسبة الى اية نقطة أخرى توجد على مسافة ما بالنسبة الى جسم آخر موجود فى عصر آخر .

اذن ما هى فى هذه الحالة سرعة حركة اية مجرة بالنسبة الى من يرصدها على الارض ؟ من الجلى ان مثل هذه الفكرة تخلو من اى معنى حيث انه يفصلنا عنها البعدان الفراغى والزمنى .

فعن اية سرعة يمكن التحدث فى هذه الحالة ؟ فقط عن سرعة حركة المجرة بالنسبة الى اية منظومة معينة لبدء الحساب تشمل ذلك المجال وذلك العصر ، الذى نتواجد نحن فيه ، والمجال والعصر الذى وجدت فيه المجرة فى لحظة انبعاث الشعاع الضوئى . لكن بوسعنا بناء مثل هذه المنظومة لبدء الحساب بوسائل متباينة . ودعنا نختار من بين البدائل المحتملة تلك المنظومة التى تعادل سرعتنا بالنسبة اليها الصفر . ومن الجلى عندئذ ان تتعلق سرعة المجرات الباقية بما اذا كانت تتشوه منظومتنا للحساب بمرور الزمن ، واذا ما تشوهت فبأية صورة بالذات . ومن الطبيعى ان يتم اختيار منظومة « ثابتة » ، لا تتشوه ، لبدء الحساب . بيد ان هذا مستحيل ، حيث انه بنتيجة ابتعاد المجرات عن بعضها البعض تتغير كثافة توزيع الكتل ، وبالتالى تتغير هندسة الفراغ .

لنجرب فى هذه الحالة اختيار منظومة لبدء الحساب لا تتشوه فى الاتجاهات القطرية من النقطة التى نتواجد فيها . وهذا ممكن فى الكون المتجانس ذى الخصائص الموحدة . وتكون سرعات حركة المجرات بالنسبة الى مثل هذه المنظومة لبدء الحساب غير الصفر كما تكون من حيث المقدار اقل من السرعة الاساسية

دائما . ومن الواضح ان مثل هذه السرعات تمثل فى آن واحد سرعات تغير المسافات بين المجرات المتباعدة والنقطة التى نتواجد فيها .

لكن من المناسب اكثر فى النظرية استخدام المنظومة المتشوهة لبدء الحساب ، التى ترافق المنظومة المتمددة للمجرات ، اى تلك المنظومة لبدء الحساب التى تعادل سرعات جميع المجرات فيها الصفر (اذا ما اهملت السرعات الصغيرة نسبيا للحركات العشوائية) . وفى المنظومة المرافقة لبدء الحساب لا تتغير المسافات بين المجرات بنتيجة تنقلاتها بالنسبة الى هذه المنظومة ، بل بفضل تشوه (تمدد) منظومة بدء الحساب نفسها .

قد تكون مثل هذه السرعات لتغير المسافات بين المجرات ، مثلها مثل سرعات تحرك البقعة الضوئية المنعكسة على الجدار ، اكبر من السرعة الاساسية ايضا .

لكنها لا تشكل البتة سرعات حركة اية اجسام مادية ما .

الا انه يبدو عندئذ كما لو انه يظهر وضع متناقض تماما . ونخصل من هذا على انه فى المنظومة الاولى لبدء الحساب تكون سرعات تغير المسافات بين المجرات دائما اقل من السرعة الاساسية ، وفى المنظومة الثانية قد تكون هذه السرعات اكبر من الاساسية ايضا .

ان هذا التناقض ظاهرى . ذلك لان المسافة بين اى جسمين ، وسرعة تغيرها تشكلان قيمتين تتوقفان على منظومة الحساب .

ماذا لو كانت أربعة ؟

من المعروف ان العالم الذى نعيش فيه ذو ثلاثة ابعاد . والفضاء المحيط بنا ذو ثلاثة مقاسات هى الطول والعرض والارتفاع .

لكن ماذا لو كان عالمنا يتسم باكثر من ثلاثة ابعاد ؟ وكيف كان سيؤثر البعد « الزائد » على سياق مختلف العمليات الفيزيائية ؟

غالبا جدا ما يمكن ان نجد على صفحات المؤلفات العلمية الخيالية الاحاديث حول كيفية قطع المسافات الكونية الهائلة فى لحظة خاطفة بواسطة ما

يسمى « النفق الصفرى » او الانتقال عبر « الفراغ المقرط » او « تحت الفراغ » او « فوق الفراغ » .

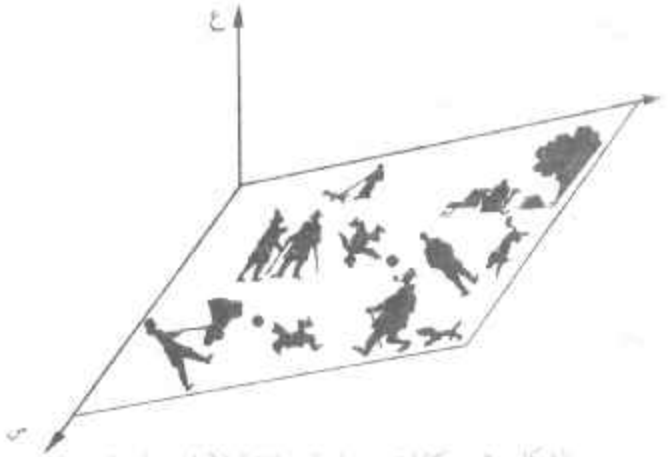
فماذا يقصد الكتاب الخياليون بهذا ؟ اذ يعرف جيدا بان اقصى سرعة يمكن ان تنتقل بها اية اجسام واقعية هى سرعة الضوء فى الفراغ ، وهو امر لا يمكن بلوغه عمليا . اذن عن اية « طفرات » عبر ملايين ومئات ملايين السنوات الضوئية يمكن الحديث ؟ لا ريب فى ان هذه الفكرة – خيالية . الا انه تكمن فى اساسها آراء فيزيائية ورياضية شيقة .

لنبدأ من تصور كائن – نقطة أحادى البعد ، يوجد فى فراغ وحيد البعد ، اى فى خط مستقيم . وفى هذا العالم « الضيق » يوجد بعد واحد فقط هو الطول واتجاهان محتملان فقط – هما الى الامام والى الوراء .

بينما تكون الامكانيات اكبر بكثير لدى الكائنات الخيالية المسطحة (ذات البعدين) . فبوسعها الانتقال فى بعدين ، ويوجد فى عالمها العرض علاوة على الطول . الا انها عاجزة بنفس القدر تماما عن الخروج الى البعد الثالث ، مثل الكائنات – النقط التى لا تستطيع « القفز » الى ما وراء خطها المستقيم . والكائنات الأحادية والثنائية البعد تستطيع من حيث المبدأ التوصل الى استنتاج نظرى بصدد احتمال وجود عدد اكبر من الابعاد ، الا ان الطريق الى البعد التالى مسدود أمامها .

يوجد على كلى جانبى السطح المستوى فراغ ثلاثى الابعاد نعيش نحن فيه ، نحن الكائنات الثلاثية الابعاد ، التى لا يراها الكائن الثنائى البعد حبيس عالمه الثنائى البعد ، حيث انه حتى لا يستطيع الرؤية الا فى حدود فراغه . لهذا فليس بوسع الكائن الثنائى البعد ان يعرف بوجود العالم الثلاثى الابعاد الا عندما يقوم انسان ما ، مثلا ، باختراق السطح المستوى باصبعه . الا انه بوسع الكائن الثنائى البعد ان يرصد عندئذ فقط انحناء الثنائى البعد للتماس بين الاصبع والسطح المستوى . ومن المستبعد ان يكون هذا كافيا للتوصل لأية استنتاجات حول الفراغ « الغريب » الثلاثى الابعاد وساكنيه « الغامضين » ، من وجهة نظر الكائن الثنائى البعد .

الا انه يمكن التأمل بهذه الصورة بالضبط بالنسبة الى فراغنا الثلاثى الابعاد ،



الشكل ٥٠ – كائنات مسطحة (ثنائية الابعاد) تعيش

اذا ما كان محصورا فى فراغ اوسع رباعى الابعاد ، مثلما يكون السطح المستوى الثنائى البعد محصورا فيه نفسه .

لكن لنتبين اولا ما هو بشكل عام الفراغ الرباعى الابعاد . فتوجد فى الفراغ الثلاثى الابعاد ثلاثة قياسات « اساسية » متعامدة فيما بينها هى « الطول » و « العرض » و « الارتفاع » (ثلاثة اتجاهات متعامدة لمحاور الاحداثيات) . واذا ما امكن ان يضاف الى هذه الاتجاهات الثلاثة اتجاه رابع ، متعامد ايضا مع كل واحد منها ، فانه سيصبح للفراغ بعد رابع ، ولكان رباعى الابعاد .

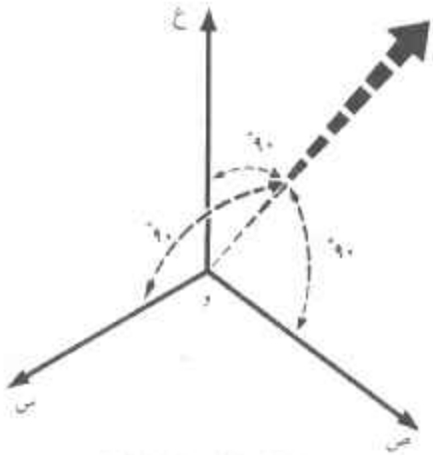
ومن وجهة نظر المنطق الرياضى تعتبر فكرة الفراغ الرباعى الابعاد بلا مثالب على الاطلاق . الا انها بعد ذاتها لا تثبت اى شىء ، حيث ان عدم التناقض المنطقى لا يعتبر بعد دليلا على التواجد من وجهة النظر الفيزيائية . وبوسع التجربة فقط ان تقدم مثل هذا الدليل . بينما تشهد التجربة على انه يمكن فى فراغنا ان نمد عبر نقطة واحدة فقط ثلاثة خطوط مستقيمة متعامدة لا غيرها .

لنطلب مرة اخرى مساعدة « ساكنى المستوى » . فالبعد الثالث بالنسبة الى هذه الكائنات (حيث لا يستطيعون الخروج اليه) هو كالبعد الرابع بالنسبة

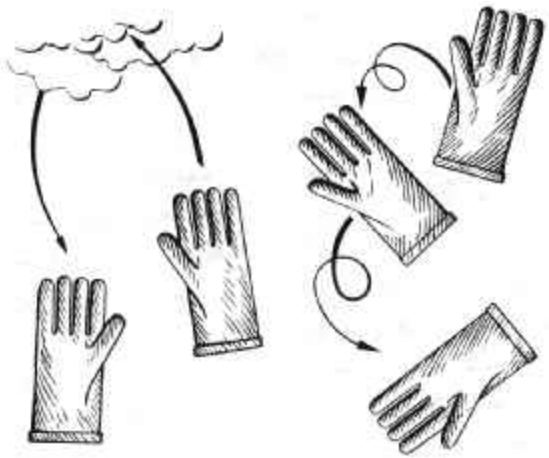
الينا . الا انه ثمة فرق ملموس بين الكائنات المسطحة الخيالية وبيننا ، نحن ساكنى الفراغ الثلاثى الابعاد . وبينما يعتبر السطح المستوى جزءا ثنائى الابعاد من العالم الثلاثى الابعاد ، فان كافة المعطيات العلمية المتوفرة لدينا تدل على ان العالم الذى نحيا فيه ثلاثى الابعاد من الناحية الهندسية ولا يعتبر جزءا من عالم ما رباعى الابعاد . ولو وجد مثل هذا العالم الرباعى الابعاد فعلا ، لامكن ان تجرى فى عالمنا الثلاثى الابعاد بعض الظواهر « الغريبة » .

ولنعد مجددا الى العالم المسطح الثنائى الابعاد . فبالرغم من ان ساكنيه لا يستطيعون الخروج وراء حدود المستوى فانه مع هذا ، وبفضل وجود العالم الخارجى الثلاثى الابعاد ، يمكن ان تحدث هناك بعض الظواهر من حيث المبدأ يتم فيها الخروج الى البعد الثالث . وهذا الامر يجعل ممكنا فى عدد من الحالات حدوث عمليات ما لا يمكن ان تحدث فى العالم ذى البعدين بحد ذاته .

لنتصور ، مثلا ، وجه ساعة اعتيادى مرسوما على مستوى . فمهما ادرت وحولت هذا الوجه ، فانه ببقائه فى المستوى لن يتسنى لنا ابدا تغيير اتجاه وضع الارقام بشكل يجعلها تتعاقب بعكس اتجاه عقرب الساعة . ولا يمكن تحقيق ذلك



الشكل ٥١ – البعد الرابع



الشكل ٢٢ – تجربة القفاز

الا « بانتزاع » وجه الساعة من المستوى الى الفراغ الثلاثى الابعاد ، ومن ثم اعادته مجددا الى سطحنا المستوى .

اما فى الفراغ الثلاثى الابعاد فان من شأن مثل هذه العملية ان تطابق مثلا ، ما يلى : هل يمكن تحويل القفاز المخصص لليد اليمنى الى قفاز لليد اليسرى بواسطة اجراء التنقلات وحدها فى الفراغ (مثلا دون قلبه بالمقلوب) ؟ بوسع كل انسان الاقتناع بسهولة ان مثل هذه العملية غير قابلة للتحقيق . الا انه لدى توفر فراغ رباعى الابعاد يمكن تحقيق ذلك ببساطة وكذلك الحال بشأن وجه الساعة .

اننا لا نعرف مخرجا الى الفراغ الرباعى الابعاد . الا ان القضية لا تكمن فى هذا فقط . فالطبيعة ايضا لا تعرف هذه الحالة كما يبدو . وعلى اى حال ، اننا لا نعرف اية ظواهر يمكن تفسيرها بوجود عالم رباعى الابعاد يحتوى فى طياته عالمنا الثلاثى الابعاد .

ويا للاسف ! ...

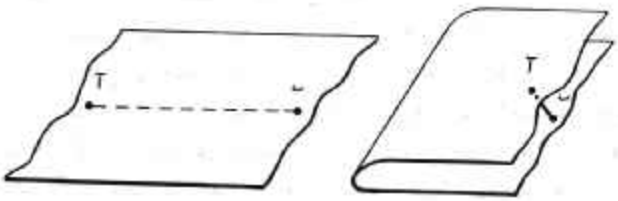
فلو وجد الفراغ الرباعى الابعاد وتوفر المخرج اليه فعلا لتوفرت امكانيات عجيبة .

لنتصور احد « ساكنى العالم المسطح » الذى وجب عليه قطع مسافة بين نقطتين فى العالم المسطح ، تبعدان عن بعضهما البعض بمسافة ٥٠ كم ، مثلا . فاذا ما كان هذا الكائن يتحرك بسرعة متر واحد فى اليوم فان رحلته ستستغرق ما يربو على المائة عام . ولكن تصور ان السطح الثنائى الابعاد قد جرى طيه فى الفراغ الثلاثى الابعاد بشكل يجعل المسافة بين نقطتى بداية الرحلة ونهايتها تعادل مترا واحدا فقط . وعندئذ تفصل بينهما مسافة قصيرة جدا سيكون بوسع الكائن المذكور قطعها فى يوم واحد فقط . بيد ان هذا المتر موجود فى البعد الثالث ! ولكان هذا هو « النقل الصفرى » او « الانتقال المفرط » .

كان سيتولد وضع مماثل فى العالم الثلاثى الابعاد المعوّج أيضا ...

وكما اظهرت نظرية النسبية العامة فان عالمنا ذو اعوجاج حقا . ونحن نعرف هذا فعلا . واذا ما وجد كذلك الفراغ الرباعى الابعاد الذى يغوص فيه عالمنا الثلاثى الابعاد ، فانه لغرض قطع بعض المسافات الفضائية الهائلة كان سيكفى « عبور » هوة الابعاد الاربعة التى تفصل ما بينهما . وهذا ما يقصده الكتاب الخياليون .

تلك هى الافضليات المغرية للعالم الرباعى الابعاد . ولكن ثمة « نقائص » فيه ايضا . فقد تبين انه بازدياد عدد الابعاد ينقص الاستقرار فى الحركة . وتظهر ابحاث عديدة بانه فى الفراغ الثنائى الابعاد لا يمكن لاى اضطراب ان يخل بالتوازن ويحمل الجسم ، المتحرك فى مسار مغلق حول جسم آخر ، الى اللانهاية . وفى فراغ الابعاد الثلاثة تكون التقييدات اضعف كثيرا ، ولكن هنا لا يتوجه مسار الجسم المتحرك الى اللانهاية ، اذا ما كانت القوة الاضطرابية غير كبيرة فحسب .



الشكل ٢٣ – المغزى الهندسى للطريقة الخيالية للنقل الصفرى

لكن فى الفراغ الرباعى الابعاد تغدو جميع المسارات الدائرية غير مستقرة . وفى مثل هذا الفراغ ما كان بوسع الكواكب الدوران حول الشمس ، فهى اما كانت ستسقط عليها ، واما كانت ستبتعد الى اللانهاية .

وباستخدام معادلات ميكانيكا الكم يمكن ايضا اظهار انه فى الفراغ الذى تتجاوز ابعاده الثلاثة ما كان يمكن ان توجد حتى ذرة الهيدروجين كتكوين مستقر ، اذ لتساقط الالكترون عندئذ حتما على النواة .

ان من شأن اضافة البعد الرابع ان تغير ايضا بعض الصفات الهندسية البحتة للفراغ . ومن اهم اقسام الهندسة ، الذى لا يتسم بأهمية نظرية فقط بل ويتسم باهمية تطبيقية كبيرة أيضا ، ما يسمى نظرية التحولات . والمقصود بذلك كيف تتغير الاشكال الهندسية المختلفة لدى الانتقال من منظومة احداثيات واحدة الى أخرى . وتطلق على احد انماط مثل هذه التحولات الهندسية تسمية التحولات المماثلة . وهى التحولات التى تحافظ على الزوايا .

بتعبير ادق ان المسألة هى كالآتى : تصور شكلا هندسيا ما ، مثل المربع او المضلّع . ولنطبق عليه شبكة من الخطوط كيفما اتفق ، بمثابة « هيكل » . وعندئذ نسمى بالتحولات المماثلة تلك التحولات فى منظومة الاحداثيات التى يتحول فيها مربعنا او مضلعنا الى اى شكل آخر ، شرط ان تتم عندئذ المحافظة على الزوايا بين خطوط « الهيكل » . وخير مثال على التحول المماثل يمكن ان يوخذ هو انتقال سطح الكرة الارضية الى المستوى ، وبهذه الصورة بالذات يتم اعداد الخرائط الجغرافية .

لقد اظهر العالم الرياضى ب . ريمان منذ القرن الماضى بان اى شكل مستو كليا (اى بدون « ثقوب » او كما يقول علماء الرياضيات المستوى الوحيد الرابطة) يمكن تحويله بصورة متماثلة الى دائرة .

وسرعان ما اثبت ج . ليوفيل احد معاصرى ريمان نظرية هامة اخرى تفيد انه لا يمكن تحويل اى جسم ثلاثى الابعاد بصورة متماثلة الى كرة .

وهكذا فان امكانيات التحولات المتماثلة فى الفراغ الثلاثى الابعاد ليست واسعة النطاق كما هو الحال فى السطح المستوى . وان اضافة محور واحد فقط للاحداثيات تفرض على الصفات الهندسية للفراغ قيودا اضافية شديدة جدا .

ألا يعتبر هذا سببا فى ان الفراغ الواقعى هو ثلاثى الابعاد بالذات وليس ثنائى

الابعاد او ، مثلا ، خماسى الابعاد ؟ لربما يكمن السبب بالذات فى ان الفرغ الثنائى الابعاد طليق جدا ، بينما هندسة العالم الخماسى الابعاد هى بالعكس « مثبتة » بحساءة للغاية ؟ وفعلا ، ما هو السبب ؟ لماذا يكون الفراغ الذى نعيش فيه ثلاثى الابعاد وليس رباعى الابعاد أو خماسى الابعاد ؟

لقد حاول كثير من العلماء الاجابة عن هذا السؤال انطلاقا من الافكار الفلسفية العامة . فقال ارسطو ان العالم يجب ان يتسم بالكمال ولا يمكن ان تضمن هذا الكمال سوى الابعاد الثلاثة .

بيد انه لا يمكن حل المشاكل الفيزيائية الملموسة بمثل هذه الطرائق .

وقام بالخطوة التالية غاليلو الذى لاحظ تلك الحقيقة المجربة من ان اكبر عدد من الاتجاهات المتعامدة بصورة متبادلة والتى يمكن ان توجد فى عالمنا هو ثلاثة اتجاهات . لكن غاليلو لم يعمل على تبيان اسباب وضع الاشياء هذا .

وحاول القيام بذلك ليبنيتس باستخدام البراهين الهندسية حصرا . الا ان هذا السبيل قليل الفاعلية ايضا نظرا الى ان هذه البراهين بنيت على اساس افتراضى ، وبمعزل عن العالم المحيط .

بينما ان هذا العدد او ذاك من الابعاد يمثل الصفة الفيزيائية للفراغ الفعلى ، ويجب ان تكون له اسباب فيزيائية محددة ، وان تكون نتيجة لقوانين فيزيائية عميقة معينة .

ومن المستبعد ان يمكن استنباط هذه الاسباب من هذه او تلك من موضوعات الفيزياء الحديثة . اذ ان صفة الابعاد الثلاثة للفراغ تكمن فى قاعدة واساس جميع النظريات الفيزيائية الموجودة بالذات . ويبدو انه لن يمكن حل هذه المسألة الا ضمن اطار نظرية فيزيائية اعم فى المستقبل .

وفى نهاية المطاف ، السؤال الاخير . المقصود بالامر هو أنه يجرى الحديث فى نظرية النسبية عن الفراغ الرباعى الابعاد للكون . الا انه ليس بالضبط ذلك الفراغ الرباعى الابعاد الذى ذكرناه آنفا .

ولنبدأ من ان الفراغ الرباعى الابعاد لنظرية النسبية هو ليس فراغا اعتياديا . فالبعد الرابع هنا هو الزمن . وكما قلنا سابقا فقد حددت نظرية النسبية صلة متينة بين الفراغ والمادة . ولكن ليس هذا فقط . اذ تبين بان المادة والزمن يرتبطان بعضهما البعض ارتباطا مباشرا ، وبالتالى يرتبط الفراغ بالزمن . وقد قصد هذه

الرابطة بالذات العالم الرياضى المعروف غ . مينكوفسكى التى اعتمدت اعماله كأساس لنظرية النسبية ، عندما قال : « ينبغى من الآن فصاعدا ان يصبح الفراغ بحد ذاته والزمن بحد ذاته ظلين ويحتفظ باستقلاليهما فقط نوع خاص من الجمع ما بينهما » . واقترح مينكوفسكى ان يستخدم لغرض التعبير الرياضى عن العلاقة بين الفراغ والزمن النموذج الهندسى الشرطى ، هو « الفراغ – الزمن » الرباعى الابعاد . وفى هذا الفراغ الشرطى تؤخذ على ثلاثة محاور اساسية ، كالعادة ، مسافات الطول ، وعلى المحور الرابع تؤخذ الفترات الزمنية .

اذن ، فان « الفراغ – الزمن » الرباعى الابعاد لنظرية النسبية هو مجرد اسلوب رياضى يتيح وصف مختلف العمليات الفيزيائية بشكل مريح . لذلك فاننا لا نستطيع القول باننا نعيش فى فراغ رباعى الابعاد الا بمعنى ان كافة الاحداث الجارية فى العالم لا تتم فى الفراغ فقط ، بل وفى الزمن أيضا .

لا شك فى انه تتجسد فى اية تراكيب رياضية ، وحتى اكثرها تجريدية ، جوانب معينة ما من الواقع الموضوعى ، وعلاقات ما بين الاشياء الموجودة فعلا والظواهر . الا انه سيكون من الخطأ الفاحش المساواة بين الاجهزة الرياضية المساعدة ، وكذلك تلك المصطلحات الشرطية التى تستخدم فى الرياضيات ، وبين الواقع الموضوعى .

وعلى ضوء هذه الاعتبارات يغدو واضحا بان الزعم ، مع الاشارة عندئذ الى نظرية النسبية ، بان عالمنا رباعى الابعاد كان يعنى الشىء نفسه تقريبا اذا ما دافعنا عن فكرة تزعم بان البقع القاتمة على القمر مملوءة بالماء اعتمادا على كون الفلكيين يسمونها بالبحار .

وهكذا فان « النقل الصفرى » ، وعلى اقل تقدير فى المستوى الحالى لتطور العلم ، لا يمكن تحقيقه للاسف الا على صفحات الروايات الخيالية .

فى الكون المنضغط

لقد ذكرنا آنفا بان مجالنا من الكون – اى المجرة الخارجية – يتمدد وكلما ابتعدت هذه المجرة او تلك اكثر كانت سرعة ابتعادها عنا اكبر .

بيد ان معادلات نظرية النسبية تسمح باحتمال آخر هو الانضغاط .

فهل ثمة اية اهمية مبدئية لواقع ان المجرة الخارجية تتمدد بالذات ولا تنضغط ؟

لنحاول الاجابة عن السؤال : ماذا كان سيحدث لو انضغطت المجرة الخارجية ؟ هل كان سيتغير اى شىء فى صورة العالم المحيط بنا ؟

قد يبدو للوهلة الاولى انه ما كان سيحدث اى شىء يستحق الذكر . وما كان سيلاحظ اى احد باستثناء علماء الفلك وجود انحراف بنفسجى بدلا من الاحمر . ذلك لان المجرات تبعد عن الارض بمسافات شاسعة تعادل ملايين ومليارات الاعوام الضوئية .

بيد ان هذا كله ليس ابدا بمثل هذه البساطة فى واقع الامر ... ولنبدأ من سؤال يبدو للوهلة الاولى بسيطا وساذجا نوعا ما : لماذا يسود الظلام فى الليل ؟ وفى الواقع ان هذه المسألة جدية جدا ، ولعبت دورا كبيرا فى تطوير الافكار العلمية حول الكون . ودخلت تأريخ علم الفلك باسم التناقض الظاهرى الفوتومترى . وهى تتلخص بما يلى :

اذا ما كانت تنتشر فى كل مكان من الكون نجوم تشع بمعدل متوسط كمية واحدة تقريبا من الضوء ، فبغض النظر عن كونها متجمعة فى مجرات ام لا ، فانها كانت تغطى باقراصها قبة السماء كلها . فالمجرة الخارجية تتألف من مليارات عديدة من النجوم ، واينما وجهنا انظارنا فسنرى نجمة فى اغلب الظن تقريبا ، ان عاجلا ام آجلا .

بتعبير آخر ان كل مجال من السماء المغطاة بالنجوم كان ينبغى ان يضىء ، مثل قرص الشمس ، لانه فى مثل هذا الوضع لا تعتمد درجة سطوع السطح المرئى على المسافة . وعندها كان سيتدفق علينا من السماء تيار ساطع وساخن من الضوء تقارب درجة حرارته ٦ الاف درجة ، وبقدر يزيد على ضوء الشمس بحوالى ٢٠٠ ٠٠٠ مرة . بينما نرى السماء فى الليل مظلمة وباردة . فما هى المسألة ؟

لقد جرت فى حينه محاولات لاستبعاد التناقض الظاهرى الفوتومترى بالاشارة الى امتصاص الضوء من قبل المادة المنتشرة ما بين النجوم . ولكن فى عام ١٩٣٧ اظهر العالم الفلكى السوفيتى ف . فيسينكوف بان هذا لا ينقذ الوضع . فالمادة ما بين النجوم لا تمتص ضوء النجوم بقدر ما تبدده . وهكذا فان الوضع حتى اخذ يتعقد .

ولا يزول التناقض الظاهرى الفوتومترى تلقائيا الا فى نظرية تمدد المجرة

الخارجية . وبما ان المجرات تتباعد فانه يجرى فى اطيافها ، كما نعلم ، انحراف احمر لخطوط الطيف . وفى النتيجة تنقص ذبذبة كل فوتون ، ومعنى ذلك تنقص طاقته . فالانحراف الاحمر هو ازياح الاشعاع الكهرومغناطيسى باتجاه الموجات الاطول . وكلما يزداد طول الموجة تقل الطاقة التى تحملها الاشعة معها ، وكلما يزداد بعد المجرة يزداد الانحراف الاحمر ، ومعنى ذلك انه تضعف بقدر أشد طاقة كل فوتون قادم الينا .

علاوة على ذلك فان الزيادة المستمرة للمسافة بين الارض والمجرة المبتعدة تؤدى الى أن كل فوتون لاحق يضطر الى قطع مسافة اكبر نوعا ما من المسافة التى يقطعها الفوتون السابق له . ولهذا فان الفوتونات تتساقط على المستقبل بقدر اقل مما ينبعث من المصدر . وبالتالى ينقص ايضا عدد الفوتونات الآتية فى وحدة الزمن . وهذا ايضا يؤدى الى تقليل كمية الطاقة الواردة فى وحدة الزمن .

وبالتالى فان الانحراف الاحمر يضعف اشعاعات كل مجرة ، وكلما تكون المسافة التى تبعد بها عنا اكبر يحدث هذا بشكل اقوى . اذن فبنتيجة الانحراف الاحمر لا يحدث فقط انحراف الاشعاعات الى مجالات ذبذبات اوطأ ، بل وانخفاض طاقتها ايضا . لهذا بالذات تبقى السماء مظلمة ليلا .

ها قد شارفنا على اعطاء الجواب عن السؤال المطروح : ماذا كان سيحدث لو انضغطت المجرة الخارجية ؟

اذا ما استمر الانضغاط فترة مليارات سنة على اقل تقدير ، لكنا قد شاهدنا بدلا من الانحراف الاحمر فى اطياف المجرات انحرافا بنفسجيا . ولجرى ازياح الاشعاعات باتجاه الذبذبات الاعلى ، ولما ضعفت درجة سطوع السماء بل بالعكس لاشتدت .

فى مثل هذه الظروف ما كان يمكن ان توجد حياة فى مجالنا من الكون . ومعنى ذلك انه لم تكن مصادفة ابدا ان نعيش فى منظومة مجرات متمددة وان نلاحظ بالذات الانحراف الاحمر فى اطيافها .

وكما لاحظ أ . زيلمانوف بطرافة فاننا نشهد عمليات من طراز معين لان العمليات من طراز آخر تجرى بلا شهود . ويتضمن ذلك ان الحياة مستحيلة فى المراحل المبكرة من التمدد وكذلك فى المراحل الاخيرة من الانضغاط .

كان باركالوف يقود السيارة باقصى سرعة ممكنة فى الطريق الجبلية المتعرجة . وفى نهاية المطاف استدارت الطريق فى المنعطف الاخير وانحدرت الى الاسفل ، نحو الوادى الذى يقطعه شريط السكك الحديدية المستقيم مثل شعاع من الضوء . ضغط باركالوف على الدواسة الى آخر حد فانطلقت السيارة الى الامام وحملته الى ذلك القسم من الطريق الذى يوازى الطريق المرتفع للسكك الحديدية . وتحسس وراءه الانفاس السريعة لقطار الركاب السريع الذى يلاحقه .

وبغتة بلغ اسماع باركالوف هدير انهيال بعيد . فخفف السرعة واصغى السمع . وترددت طلقطقات مخمدة فى مكان ما من امامه ويمينه .

فكر باركالوف فى دخيلته :

– غريب ، ان هذا الانهيال لا يمكن ان يلحق اى ضرر بطريق السكك الحديدية ، فهو بعيد جدا عنه . ولربما ان هذا كله سخافة عموما ، وليس سوى تناقض ظاهرى نظرى برىء لا علاقة له بالواقع ؟ لكن الانهيال قد حدث مع هذا ! وفى ذلك الوقت بالذات ! ان احتمال المصادفة الطارئة ضئيل عمليا ...

بعد اختتام الندوة أخذ الاكاديمى ماتفييف يبحث عن باركالوف فى البوفيه ، وقال ماتفييف :

– كدت ان افقدك ...

وبدا لباركالوف بان صوته قد تهدج بشكل غريب . ومضى ماتفييف يقول :

– انني اعرف بانك فى عجلة من امرك جدا ، الا انني اناشدك ، يا سيرغى نيكولايفيتش ، ان تأتى الىّ فى مكتبى .

كان باركالوف مسرعا فعلا : اذ كانت توجد فى حوزته تذكرة سفر على القطار السريع الجنوبى ، الذى ينبغى ان يحمله الى محطة الرصد التابعة للمعهد حيث اجتمع علماء الفلك لاختبار تأثير تنبؤوا به . وبقى على موعد السفر اقل من ساعتين ، ووجب عليه انجاز بعض الامور الاخرى ولم يكن بود باركالوف التأخر ابدا . وكان على وشك ان يرفض الدعوة متعللا بقلة الوقت ، الا ان الصوت المتهدج وتعبير الارتباك المرتسم على وجه الاكاديمى قد جعلاه يحجم عن ذلك . كما

كان غريبا ان الاكاديمى خاطبه باسمه واسم ابيه ... وهو عادة لا يفعل ذلك ، ولربما اقتصادا فى الوقت . زد على ذلك ان الاكاديمى ماتفييف كان عالما معروفا فى العالم ، ومولّدا حقيقيا للافكار العجيبة ، وكان باركالوف يعتبر نفسه من تلاميذه . لذا فان باركالوف ، بدلا من الرفض بأدب ، نهض من وراء الطاولة ، تاركا قدح القهوة دون ان يشربه ، وتبع ماتفييف .

فى رواق الطابق الثانى سمح الاكاديمى لباركالوف بان يتقدمه وقاده ، من المرفق ، كما لو كان يخشى ان يفقده . وتملك باركالوف العجب بقدر اكبر .

بعد ان بلغا المكتب تنهد ماتفييف بارتياح ، او على اقل تقدير هذا ما تراءى لباركالوف ، وبعد ان اجلس ضيفه فى مقعد ، جلس قبالته .

شرع فى الحديث بدون اية مقدمات :

– لقد كنت حاضرا ، يا سيرغى نيكولايفيتش ، عندما القيت تقريرك الذى عرضت فيه اسس نظريتك الرياضية . ويودى القول ان عملك يعتبر فى عداد الاعمال الفذة . انك موهوب جدا ، يا سيرغى نيكولايفيتش ، وحتى اكثر ... وانا اتنبأ بان هذه النظرية لن تفتح فقط امكانيات جديدة تماما فى الرياضيات ، بل وستؤثر تأثيرا عظيما على الفيزياء ايضا ...

استمع باركالوف اليه دون ان يصدق اذنيه . وما كان يقوله ماتفييف الآن أمر مذهل . فهو لم يكيل المديح الى اى احد بحضوره أبدا . وغالبا ما كان يعنف الآخرين ، بدون دبلوماسية وحلول وسط . اما المديح .. فهو شىء لم يكن باركالوف ليتذكره .

وتابع ماتفييف يقول :

– ويجب عليك حتما اكمال هذا العمل حتى النهاية .

تمتم باركالوف الذى لم يفقه شيئا بعد ، قائلا :

– هذا بالذات ما أقوم به .

لزم الاكاديمى الصمت ، وبعد ان انحنى برأسه الى الامام ، تطلع الى باركالوف من وراء حاجبيه باهتمام .

– ولهذا ينبغى عليك يا عزيزى سيرغى نيكولايفيتش الاعتناء بنفسك .

واخيرا هتف باركالوف بارتباك :

– انى لا أفهم شيئا .

– او تعرف ماذا كانوا يقولون قديما : الله يحمى من يحمى نفسه .

فلم يتمالك باركالوف عن القول :

– المعذرة ، يا روستيسلاف فالريانوفيتش ، انك تتحدث بألغاز ما . وهل انت تعرف عنى امرا لا اعرفه نفسى ؟

اجابه ماتفييف بغموض :

– كيف اشرح الامر ...

فقال باركالوف متضرعا وهو يختلس نظرة قلقة الى ساعته :

– اذن قل لى ، فى نهاية المطاف ، ما المسألة ؟

قال ماتفييف بغموض :

– ان المشكلة تكمن هنا بالذات ، فلا يمكن ببساطة ايرادها ...

وانتزع بحركة خاطفة جسده الضخم من المقعد ، وصار يذرع الغرفة واردف قائلا :

– هل تعرف نظرية الكون الدورى فى الزمن ؟

– فكرة الرجوع الابدى ؟ شوبنهاور ونيتشه ؟

– ليس هذا فقط . لقد كون كورت جيديل منذ ان كان اينشتاين على قيد الحياة نموذجا للكون ، تبدو فيها مغلقة خطوط المساحة المماثلة للزمن . وفى مثل هذا الكون يتكرر كل شىء بشكل دورى .

ولاحظ باركالوف :

– اذا لم تخنى الذاكرة فان اينشتاين اتخذ موقفا انتقاديا جدا من هذا العمل .

فعارض ماتفييف :

– ان افادات شهود العيان بهذا الصدد متباينة . الا ان المسألة لا تكمن فى هذا .

ومضى باركالوف يقول :

– حسب ما أتذكر فان تشاندراسيكار قد اظهر فيما بعد بان المسارات المغلقة على نفسها فى موديل جيديل يجب ان تطرح جانبا انطلاقا من مبدأ المعقولية الفيزيائية .

هتف ماتفييف :

– آه .. يا عزيزى ، ان مثل هذه المحاججة لا قيمة لها . فماذا تعنى المعقولية الفيزيائية ؟ اذ يمكن فهمها على هذه الصورة او تلك .

فقال باركالوف بحذر :

– ماذا تريد القول ؟

– ان موديل جيديل باطل ، بلا ريب . وتشاندراسيكار على حق تماما فى هذا . الا ان هذا لا يستثنى البتة احتمالات وجود الموديلات الدورية عموما .

وسأل باركالوف باهتمام :

– هل تسنى لك التوصل الى شىء ما ؟

فدمدم الاكاديمى بلا اى حماس :

– كيف اوضح الامر ... ثمة تصميم .

وقال باركالوف .

– شىء ممتع جدا .

وتطلع الى ساعته مجددا .

التقط ماتفييف نظرته :

– انك فى عجلة من أمرك ؟ .. عبثا . فالامر سواء ان الكون سيعود ان عاجلا او آجلا الى هذه اللحظة بالذات .

فقال باركالوف مندهشا :

– هل انت جاد ؟ لكن الموديل النظرى شىء ، بالرغم من انه غير متناقض ، بينما يختلف تماما ..

– يختلف تماما – الواقع ، الحقيقة ؟ أهذا ما اردت قوله ؟ هيا بنا .

عبر ماتفييف غرفة المكتب دون ان يتطلع الى باركالوف ، واختفى فى الباب وراء منضدة الكتابة . فلم يجد باركالوف مندوحة من السير فى اعقابه . سارا فى رواق داخلى ضيق طويل ، وعبرا بوابة رصاصية واقية سميكة ودخلا قاعة فسيحة مكتظة بالاجهزة المعقدة .

توقف الاكاديمى عند لوحة تناثرت فوقها ازرار كثيرة وشاشات رقابة ، وتطلع الى ضيفه بنظرات ذات مغزى .

قال باركالوف :

– رائع ! لكننى ارجو مراعاة اننى مجرد عالم رياضيات ولا افقه شيئا فى كل هذه الاجهزة . وينبغى ان احذرك بانه تروى عنى فكاهات مثلما كان يروى عن باولى فى شبابه : فيزعمون بانه عندما احضر الى المختبر تتعطل كافة الاجهزة بذاتها . فخذ بالك من هذا ، يا روستيسلاف فالريانوفيتش !

وقال ماتفييف بصوت غريب نوعا ما :

– لا قيمة لهذا . انها بدأت العمل فعلا .

وتابع القول بلهجة اخرى تماما دون ان يترك الفرصة لباركالوف لكى يعود الى رشده :

– سيرغى نيكولايفيتش ، انك تعتزم السفر الى مكان ما . اننى ارجوك كل الرجاء ان تلغى هذه الرحلة .

سأل باركالوف بصورة عفوية :

– ولماذا ؟

ثم لزم الصمت لنوه : فمن أين عرف ماتفييف بأمر رحلته ؟

واعاد الاكاديمى السؤال :

– لماذا ؟ هل بوسعك تصديق كلامى ؟

– ارجو المعذرة ، يا روستيسلاف فالريانوفيتش ، اننى لم اؤمن ابدا بقراءة البخت .

– لكن هل تعتزم السفر فعلا ؟

– اننى لا أخفى هذا عن احد . بعد مرور ساعة تقريبا .

– بالقطار ؟ ونحو الجنوب ؟

– روستيسلاف فالريانوفيتش ، اذا ما كانت هذه لعبة ما ، فاننى الآن ...

فالتمس الاكاديمى قائلا :

– ارجوك ، اجب عن سؤالى .

اجاب باركالوف وهو يغالب انزعاجه :

– نعم ، بالقطار ... نعم نحو الجنوب .

وقال ماتفييف بحزم :

– اذن ، يا عزيزى ، لن تسافر الى اى مكان .

وقال باركالوف باهتياج :

– ما هذا المزاح ، يا روستيسلاف فالريانوفيتش ؟ فها انت تعترض طريقى فى البوفيه ، وتكاد تقودنى قسرا الى مكتبك ، وتبدأ الحديث عن النماذج الدورية للكون ، وبعد ذلك تعرض على معدات غريبة ما ، وفى نهاية الامر تطلب منى العدول عن الرحلة المقررة . اتفق معى فى القول على ان هذا كله غريب على أقل تقدير .

تنهد ماتفييف وقال :

– حسن .. نا . هل تطلب ايضاحات ؟ هذا بالذات ما اردت تفاديه .

– ولكن ، يا روستيسلاف فالريانوفيتش ، اذا كان الامر يمسنى ، فهل بوسعى معرفة ما القضية ؟

– فى بعض الاحوال يستحسن عدم معرفتها .

فقال باركالوف متعجبا :

– اتقول هذا انت ؟ لغز آخر ! اليست هذه الالغاز كثيرة جدا ؟

– لقد تحدثت لتوك عن قراءة البخت والتنبؤ بالغيب .. ان كل ما تسنى لى معرفته هو ايضا ضرب من التنبؤ بالغيب . اذن ، هل أشيه نبيا ؟

وابتسم ماتفييف ، الا ان عينيه واصلتا اظهار التعبير الجادّ .

واردف ماتفييف قائلا :

– اذن ، يا عزيزى سيرغى نيكولايفيتش ، هل سمعت فى وقت ما عن التنبؤات المدبرة ذاتيا ؟ ان بعض التنبؤات تتحقق بالذات لانها كانت منجزة فعلا . هل تذكر اسطورة اوديب ؟ انى لا أود البتة ان تتحقق نبوءتى ... اما زلت تصرّ على رأيك بعد هذا ؟

قال باركالوف بصلابة :

– طبعا ، وما دمت قد بدأت الحديث ، فأكمله حتى نهايته .

فقال ماتفييف متنهدا :

– حسنا ، اذن ، فاسمع : اذا لم تعدل عن رحلتك فستنتظرك مصيبة كبيرة .. باختصار .. الموت .

انتفض باركالوف من فرط المفاجأة . وسرت القشعريرة فى بدنه .

وتمتم :

– اى هراء ؟ من اين امكنك ان تعرف ؟

فاومأ ماتفييف باتجاه الاجهزة :

– لقد رأيت ذلك ..

شحب وجه باركالوف :

– مهلا .. اتريد القول ؟

– لقد اتاح لنا هذا الجهاز التطلع الى الدورة السابقة ، فى ضواحى النقطة الفراغية – الزمنية المناظرة . وحاولنا اجراء اعمال المسح فى كافة الاحداثيات ، الا ان الاجهزة غير متطورة بعد وكانت الصور المستحصلة غير واضحة وغامضة . الا انه تسنى لنا ان نرى شيئا ما .

– وهذا ايضا ؟

– والا فمن اين كان لى ان اعرف بانك اعتزمت السفر ، وكذلك بواسطة القطار وباتجاه الجنوب ؟

وسأل باركالوف بهدوء :

– هل بوسعك ان تريني تسجيلات الفيديو ؟

– ربما لا يستحق الامر هذا ؟ فلا تسر كثيرا رؤية .. اعتقد انك تفهمنى .

قال باركالوف بثبات :

– كلا ، ينبغى ان اراها .

فاجابه ماتفييف بصوت ينم عن الانهاك :

– حسنا . انظر اذن الى الشاشة .

وضغط على زر فى اللوحة .

طغى على السطح المغبش للشاشة ضباب ازرق وردى متموج . ثم تبدد وفتحت امام باركالوف نافذة على عالم آخر ...

عرف باركالوف مبنى المعهد وقاعة الاجتماعات التى عقد فيها اجتماع ما ، وبدت بين الجالسين على خشبة المسرح بشكل غير واضح وجوه معروفة لديه . وبعد ذلك اخذت الصور تتحرك بسرعة وبات من المتعذر تمييز اى شيء . وعندما بدت الشاشة واضحة مجددا ومضت عليها صور جبال ثم سهل منبسط ، وكان

قطار يسير فوق طريق السكك الحديدية . وحلت محل هذه الصور مجددا مشاهد الطبيعة الجبلية ، وبغتة ظهر على الشاشة سيل مندفع من الصخور المنهارة . وكانت الكتل الصخرية العملاقة التى تزيح كل شىء من طريقها تتدحرج الى الاسفل حاملة صخورا جديدة معها . وغمرت التشوشات سطح الشاشة المضىء لفترة من الزمن ، وعندما توقفت ، برزت صورة رهيبة لكارثة السكك الحديدية ، او بالأحرى آثارها : العربات المحطمة المتراكمة فوق بعضها البعض ، والطريق المتهدمة ، وجثث الضحايا المتناثرة هنا وهناك . وكبرت الصور وظهرت وجوه البشر الراقدين على الارض ...

ضغط ماتفييف على زر آخر فجمدت الصورة فى مكانها . وعندئذ اقترب وجه باركالوف من الشاشة حتى كاد يلامسها . ورأى نفسه فى وسط الصورة . وكان صنو باركالوف يرقد بذراعين متدليتين وقد فارقته الحياة عند حافة طريق السكك الحديدية ، بعد ان سحقته عربة مقلوبة .

اطلق باركالوف حسرة وقال :

– متى .. حدث هذا ؟

وعلى النو ادرك ما يتسم به سؤاله من تناقض وسخف .

بيد ان ماتفييف اجابه بلا انزعاج وبلهجة اكاديمية :

– قبل حوالى ثلاثين او اربعين مليار سنة خلت .

وسأل باركالوف المذهول :

– معنى هذا اننى كنت موجودا آنذاك ؟

– ومن المحتمل تماما انك عشت مرات عديدة لا حصر لها .

بالرغم من ان باركالوف كان عالما صرفا فى الرياضيات اعتاد على التعامل مع اكثر الافكار التجريدية غرابة ، فانه لم يستطع آنئذ تمالك نفسه . لربما لهذا السبب بالذات اضحت الحادثة المجردة مسبقا فى هذه الحالة امرا واقعا قاسيا لا رجعة فيه بصورة مباغتة . وكذلك لان هذا الامر الواقعى قد مسه نفسه بصورة مباشرة جدا .

وبغية العودة الى الواقع مجددا وجب عليه ان يمعن النظر فى الوضع من كافة جوانبه وان يسعى الى ربطه مع التصورات المألوفة :

– مع هذا فمن الغريب جدا ادراك المرء كونه قد وجد فعلا عدة مرات ، وعاش اكثر من مرة على الارض . بينما لم يتحسس اى واحد منا اى شىء من هذا حتى الآن .

وعارضه ماتفييف :

– ربما ان القضية ليست هكذا تماما . فلا يستبعد ان تكون قد وصلتنا مع هذا اشارات ما من الماضى . الا اننا لم نستطع فك رموزها .

– ن ... هـ .. م ..

قال باركالوف ذلك وهو لم يستوعب بعد ما عرفه ، واضاف :

– اذن ، معنى هذا اننى قتلت عدة مرات فى كارثة للسكك الحديدية ؟

هزّ ماتفييف كتفيه بصورة غير محددة وتمتم عبارات غير مفهومة . وساد الصمت لفترة من الزمن . وكان الاكاديمى يتابع باركالوف بقلق . الا انه تملك نفسه الى حد انه استعاد مجددا قدرته على المناقشة :

– كان الناس قديما يقولون : لا مفر من القدر .. لا يمكن تلافى المكتوب . اذن ، هذا صحيح . ونحن نكرر فقط ما جرى سابقا مرات عديدة ، وكأننا ممثلين ، يمثلون باستمرار المسرحية نفسها ؟

فعارض ماتفييف قائلا :

– لكنهم قالوا شيئا آخر أيضا . لو عرفت مسبقا ما سيحدث لامكن تجنب الكثير من المصائب . لهذا كانوا يلجؤون الى مختلف أنواع العرافين والمنجمين . ولكن ، هيهات ، فلم يكن بوسع هؤلاء الناس معرفة اى شىء عن المستقبل .

وقال باركالوف ساخرا :

– والآن ، ظهر عراف قادر على قراءة المستقبل فى الماضى . وهل فكرت بما ستكون عليه حياتنا الآن عندما سنعرف كل شىء مقدما ؟

– اننا لن نعرف كل شىء ابدا . فبوسعنا فقط الحصول على معلومات حول تلك الاحداث الموجودة فى اقرب طرف من النقطة الفراغية – الزمنية للدورة السابقة ، المناظرة للحظة المراقبة . ولكن بوسعنا الآن فعلا ان نعرف بعض الاشياء مسبقا .

– وما الفائدة ؟

قال الاكاديمى بجفاف :

– انك تثير عجبى يا باركالوف . فانت عندما تعرف مقدما بان الرحلة فى القطار السريع الجنوبى تهددك بالهلاك ، بوسعك عدم السفر . فالامر بسيط جدا .

واعترف باركالوف :

– انى حتى لم افكر بهذا . ألن أولد بهذا تناقضا ظاهريا يمكن لسوء الحظ ان يقود الى هلاك الكون ؟

– المسألة انه فى الموديل الذى حسبناه واثبت التجارب صوابه ، كما اقتنعت بنفسك ، يخضع سلوك الخطوط العالمية على القوانين الاحصائية . وحيثما يسود الاحتمال يمكن ، كما تدرك ، ان تحدث هناك انحرافات كبيرة عن القيم المتوسطة .

– معنى هذا ان صور تطور الكون فى مختلف الدورات ليست متشابهة تماما ؟

– بحدود معينة .

– هل حاولت استيضاح طبيعة هذه الانحرافات ؟ وما هى الاسباب المولدة لها ؟ أهى التموجات ؟

– ان الاضطرابات العابرة لا تلعب دورا كبيرا . وكما تظهر الحسابات فان مثل هذه الاضطرابات ، ذات المنشأ الطبيعى كما يقال « تزول » بسرعة بمرور الزمن .

صار ماتفييف يتحدث عندئذ بلهجة المحاضر عمدا ، كما لو كان يجيب عن الاسئلة بعد القاء محاضرة علمية . وكان يسعى بجلاء الى جعل الحديث اقل تحديدا ، من اجل التخفيف من حدة ذلك الانطباع المذهل الذى تركه قوله فى باركالوف .

اعاد باركالوف السؤال :

– الاضطرابات الطبيعية ؟ عفوا ، انى لا أفهم . وهل يمكن ان توجد اية اضطرابات اخرى ؟

– كيف تسنى لنا استيضاح ان الانحرافات المستقرة للخطوط العالمية لا تنشأ الا فى تلك المجالات من الفراغ – الزمن ، حيث يحدث انخفاض حاد للانتروبيا ، باحتمال قليل للغاية فى اطارات العمليات الطبيعية البحتة .

قال باركالوف بسخرية :

– لا بد وانى صرت غبيا جدا فى الساعة الاخيرة . فانى ما زلت لا افهم بعد .

– ما اقصده هو ان الكائنات العاقلة فقط قادرة على تكوين اوضاع قليلة الاحتمال ، يرافقها انخفاض شديد فى الانتروبيا فى مجال ما . وفى هذه الحالة المقصود به انا وانت .

– اذن هذا ما تقصده ... بتعبير آخر ، ان الحظ قد حالفنى . وبفضل نظريتك وجهازك ظهرت لدى الفرصة للنجاة ؟

ابتسم ماتفييف وهو ينظر الى الساعة :

– لقد نجوت فعلا . فقد غادر القطار السريع قبل عشرين دقيقة .

فنهض باركالوف :

– غادر ؟ .. ولكن روستيسلاف فالريانوفيتش !.. ففى القطار بشر !

شحب وجه ماتفييف وتغيرت تعابيره .

– تصور انى لم افكر بهذا الجانب من المسألة . ولم يرد فى خاطرى هذا ، حيث كانت جميع افكارى مركزة عليك .

– هل بوسعك تأشير منطقة الكارثة ؟

بدقة تصل الى ثلثمائة كيلومتر فى القطر . انظر الى الخارطة فان مركز المنطقة يقع فى ناحية المفرق السابع والثلاثين .

– بوسعنا ان نلحق !

وامر ماتفييف :

– سيرغى نيكولايفيتش ، خذ السيارة بسرعة واذهب الى كبير موظفى التوجيه فى محطة القطار ! اما انا فسأحاول استخدام قنوات الاتصال لدينا ...

مضت فترة لا تقل عن نصف ساعة قبل ان يجد باركالوف كبير موظفى التوجيه . وقرر فى الطريق بالا يقول اى شىء الى كبير موظفى التوجيه عن الموديلات الدورية ، فمن المستحيل تماما ان يفكر الشخص غير المختص لهذا الغرض فى امور كهذه . لذلك فانه قام بابلاغه فحسب بان المعهد تلقى نبوءة بصدد حدوث انهيار شديد جدا بمنطقة مرور القطار السريع الجنوبى ، وطلب لتجنب حدوث كارثة ايقاف القطار لفترة من الزمن قبل بلوغه منطقة الخطر .

هز كبير موظفى التوجيه كتفيه وقال :

– لقد خابرنى بهذا الشأن اكاديمى عندكم ولكننى اؤكد لكم بانه لا داعى كليا للقلق . فالطريق يمر على مسافة آمنة بجلاء من سلاسل الجبال . انظر الى الخارطة .

وفكر باركالوف بدهشة : « فعلا ليس بوسع اى انهيار ان يقطع مثل هذه المسافة » .

واستفسر منه :

– وماذا قال الاكاديمى ؟

وعد بابلاغ الرئاسة العليا . الا انه لم ترد حتى الآن اية اوامر . فاذا ما وردت ...

– ماذا سيحدث عندئذ ؟

– المسألة انه لا يوجد لدينا اتصال لاسلكى مع القطار السريع الجنوبى . اذ يتحكم بادارته اوتوماتون مبرمج – فالطريق سهلة . وهكذا فليس بوسعنا توجيه اية اوامر اليه .

– لكن ما العمل ؟

– اؤكد لك ان المنظومة مأمونة بشكل مطلق . ولم تحدث خلال اثنى عشر عاما حتى حادثة مؤسفة صغيرة . واحتمال الكارثة مستبعد عمليا .

– ونظريا ؟

– هذا الا اذا انقلبت السماء ...

– واذا ما انقلبت ؟

– انت تعرف بانه لا توجد الضمانية بنسبة مائة بالمائة حتى فى بيتك .. وتبقى دوما نسبة معينة من المجازفة .

وفكر باركالوف : « اننى اضيع الوقت هنا عبثا ، يجب اللحاق بالقطار بسيارتى . واذا اسرعت كما ينبغى فانى سألحق به عند حد منطقة الخطر . وعندئذ سنرى ... » .

وواصل كبير موظفى التوجيه قائلا :

– طبعا ، يمكننا ارسال هليكوبتر المراقبة ، الا انه ايضا لا يستطيع سوى

اجراء المراقبة . فكما قلت لا توجد فى هذا القطار ادارة خارجية . لكن الكومبيوتر فيه قادر على تقييم أى وضع ...

بيد ان باركالوف لم يعد يسمعه . وكان يتفحص بعجلة خارطة كبيرة لطريق السكك الحديدية معلقة على الجدار سعيا منه الى حفظ طريق السيارات فى ذاكرته . ومن ثم جرى بسرعة على السلم واستقل سيارته وانطلق من مكانه تقريبا باقصى سرعة ..

عندما بلغ سمع باركالوف هدير الانهيار البعيد ، خفض السرعة وصار يصغى . وكانت الطقطقات الخافتة تتردد فى مكان ما امام الطريق والى اليمين .

وفكر باركالوف :

– غريب . ليس بامكان هذا الانهيار فعلا الحاق اى ضرر بطريق السكك الحديدية ... انه بعيد جدا عنه .

اعوجت الطريق ، وتكشف امام باركالوف للحظة خط طريق السكك الحديدية الشبيهة بالسهم . وكان بوسعه ان يرى فى زرقة غسق المساء ثلاث عيون مضيئة – انها انوار القطار السريع المنطلق نحوه . انه القطار الذى كان يجب ان يسافر فيه نفسه لو لم يحدث ما حدث فى الساعات الاخيرة ...

وتطلع باركالوف الى الامام .. حيث تراءت فى عتمة المساء الملاعم البعيدة للجبال . وبدت المنطقة مألوفة لديه . وبعد ان ضغط على المدوسة ، زادت سرعة السيارة .

عند ذاك اخذ باركالوف يسير بشكل يجعل المسافة بينه وبين انوار القطار السريع ثابتة . واذا ما نشأ بغتة خطر ما امامه فسيكون لديه فى الاحتياط بضع عشرات من الثوانى وسيكون بوسعه عمل شىء ما . حقا ، انه حتى لم يتصور ما يستطيع عمله لمد يد المساعدة فى مثل هذه الحالة . الا ان القلق على الناس الموجودين فى عربات القطار ، الذين لم تكن تساورهم اية ريبة حول الخطر المحتمل ، كان يدفعه الى الامام .

ومضت من جهة اليمين شارة معبر خط السكك الحديدية ووجب على باركالوف ان يخفف السرعة ، ومن ثم الضغط على الفرملة : اذ سد الطريق بالحاجز .

كان المعبر يمر عبر فرع يتفرع من الخط الرئيسى الى اليمين ، واثار وضع الانغلاق للحاجز قلق باركالوف على الفور . فما دام سيقترب بواسطة الخط الاساسى القطار السريع ، اذن يجب ان يكون الفرع الجانبى خاليا . وفى هذه الظروف بدا غير طبيعى الحاجز الذى اغلق طريق السيارات .

سمع باركالوف فى مكان خلفه هديرا متزايدا ، وانطلقت فوق رأسه طائرة هليكوبتر ، بعد ان ضربت السيارة موجة كثيفة من الهواء .

ومرت فى خاطره فكرة : ان الاكاديمى ماتفييف يعمل .

الا ان باركالوف رأى على الفور ما جعل البرودة تسرى فى قلبه والدم يدق فى صدغيه .

فقد كانت تندفع بسرعة فى الطريق الجانبى المنحدر باتجاه المعبر ثلاث عربات حمولة .

وادرك باركالوف على التو ما يجرى :

– هذه هى !

اذ حدث فى مكان ما وسط الجبال ان قطع الانهيار قطارا للبضائع وصارت العربات الثلاث الاخيرة منه تندفع الآن بسرعة متزايدة نحو الخط الرئيسى .

بعد ان القى باركالوف نظرة الى انوار القطار السريع المقترب تصور بجلاء تشوبه القسوة ما سيحدث بعد مرور بضع عشرات الثوانى . فستصل عربات الحمولة الى الطريق الرئيسى فى اللحظة نفسها التى سيمر بها القطار السريع عبر المفرق . ضربة جانبية .. وبرزت فى ذاكرة باركالوف الصورة التلفزيونية – كومة مشوشة من عربات القطار المشوهة ، واجساد القتلى ...

انها بالذات تلك الحالة الاستثنائية عندما تغدو المعدات الاوتوماتيكية عاجزة . ولو كان يوجد لقطار البضائع قاطرة محشوة بالاجهزة الالكترونية فانه سيتوقف طبعا لدى تلقى اشارة تفيد بان الطريق الرئيسية مشغولة . الا ان العربات المنفصلة عن القطار صارت غير قابلة للتحكم بها . ومن وجهة نظر المعدات الالكترونية للقطار السريع فان كل شىء على ما يرام : اذ ان برنامجها لا يتضمن فى اغلب الظن مثل هذا الوضع ...

بعد ان انجزت طائرة الهليكوبتر دورة قفلت راجعة وبقيت تحلق فوق المفرق يبدو ان الطيار أدرك ايضا الوضع الطارئ .

تذكر باركالوف قول موظف التوجيه :

– لا يمكن عمل شىء من طائرة الهليكوبتر .

بينما كان القطار السريع وعربات الحمولة تقترب من بعضها البعض باطراد . وعندئذ بات واضحا بان القطار السريع لن يجد مجالا للمرور . واخذت افكار باركالوف تموج بشكل محموم بحثا عن مخرج ...

وجاء الحل فى تلك اللحظة عندما بدت هياكل عربات الحمولة القاتمة اللون عند المعبر تقريبا مباشرة . ضغط باركالوف على مدوسة البنزين واندفعت السيارة الى المعبر ، بعد ان حطمت ذراع حاجز التوقف ، وسدت الطريق . ولم يتمكن باركالوف من مغادرتها ..

عكر سكون المساء صرير تحطم المعدن . وواصلت العربات الثقيلة حركتها وهى تدفع السيارة . الا انها فقدت سرعتها . وعندما بلغت العربات الطريق الرئيسية ، وهى تدفع امامها بقايا ما كان حتى وقت قريب سيارة سريعة ، كان القطار السريع قد افلح فى المرور . ولم تحدث هذه المرة الكارثة التى ربما تكررت قبل هذا مرات لا تعد ولا تحص فى الدورات السابقة من وجود الكون ...

قال الاكاديمى ماتفييف فى اجتماع المجلس العلمى :

– مع هذا لقى باركالوف مصرعه ، لكنه هلك دون الخضوع لسير الأحداث المحدد للابد ، بل استطاع التدخل فى سيرها هذا وتغييره ... ولم يسعفه المجال لانجاز بناء النظرية الجديدة التى وضعها . الا انه صان لمستقبل الحياة ، بعد ان دفع حياته ثمنا لذلك ، حياة مئات الناس القادرين على انجاز اكثر بمرات عديدة مما يستطيع انجازه رجل واحد . وثمة شىء آخر .. لقد اثبت باركالوف ان مجرى الظواهر يمكن ان يخضع لارادة البشر ، ومهما كانت الأحداث التى جرت فى الدورات السابقة ، فان مستقبلنا يتوقف علينا وحدنا فقط . فلنكن متفائلين اذن !

دوران العوالم ؟

ترددت فى الفلسفة اليونانية القديمة وفى المناهج الفلسفية للهند القديمة والصين والشرق الاوسط فكرة « العودة الابدية » و « دورة الزمن » .

كما نجد شيئا مشابها فى بعض نماذج علم الفضاء الحديثة . ويبحث فى

الطرف المعاكس للزمن «البادئ» بديل الزمن الدورى ، اى الزمن المغلق « على نفسه » .

كتب انجلز : « عندما نقول بان المادة والحركة لا تستحدثان ولا تفنيان ، فمعنى هذا اننا نقول بان العالم يوجد كالتقدم الازلى ... ويطرح السؤال ، هل تمثل هذه العملية ما يشبه – بشكل دورات كبيرة – التكرار الازلى لشىء واحد ام ان للدورات فروعا هابطة وصاعدة » . (انجلز . ديالكتيك الطبيعة ، موسكو ، ١٩٧٥ ، ص ٢٠٤) .

فى عام ١٩٤٩ قام العالم الرياضى المعروف كورت جيديل فى جامعة برينستون ، حيث عمل فى حينه البرت اينشتاين ، فعلا بتقديم تقرير عنوانه « الزمن فى نظرية النسبية العامة » . وقد اثبت فى هذا التقرير احتمال وجود خطوط المساحة المغلقة فى الزمن بالنسبة لطبقة معينة من نماذج الكون . ولو ترجمنا هذا الى اللغة الاعتيادية فانه فى ظروف معينة يمكن ان يعود الكون الى وضعه الاولى فيكرر فيما بعد بدقة المرة تلو المرة الدورات التى مرّ بها سابقا .

ولو نفذ مثل هذا البديل الدورى فى الواقع فمعنى هذا عمليا انه يجب ان يعقب تمدد الكون الذى نحن فيه ، انضغاطه مستقبلا الى كثافة كبيرة لا نهاية لها . وليبدأ بعد هذا تمدد جديد ، ينبغى ان تتولد فى سياقه الاجسام الفضائية نفسها . كما انه لتولدت فى مرحلة ما منه مجددا ارضنا ، ولتكررت فيها مجددا الاحداث نفسها ولولد البشر ذاتهم الذين كانوا سيعيشون بالضبط تلك الحياة التى عاشها اشباههم فى الدورة السابقة .. وهكذا يتكرر الامر عددا لا نهاية له من المرات .

لقد استمع البرت اينشتاين الى تقرير جيديل ، الا انه يصعب علينا الآن الحكم على موقفه الحقيقى من الافكار المطروحة . اذ ان افكار شهود العيان تختلف حقا بهذا الصدد . فيقول البعض بان الفيزيائى العظيم لاحظ فى اثناء المناقشات بان النتائج المطروحة لا تعجبه ، بينما يقول آخرون بانه بالعكس ابدى تعاطفا معينا مع افكار جيديل .

وبعد مضى سنوات عديدة بحث الفيزيائى – المنظرّ المعروف س . تشاندراسيكار مجددا باسهاب النموذج الذى عرضه جيديل ، وخلص الى

استنتاج مفاده ان المسارات المغلقة الناشئة فيه خالية من المغزى الفيزيائى . بيد ان تشاندراسيكار استخدم عندئذ طريقة الاختيار « المعقول فيزيائيا » ، ومثل هذه الطريقة ترتبط دوما بالافتراضات الحدسية العشوائية .

الا انه ، فى نهاية المطاف ، فالمسألة حتى لا تكمن فى صواب النموذج الذى اقترحه جيديل او عدمه . وتدل كافة الدلائل على انه غير صائب رغم كل شىء . فهذا النموذج هو حالة فردية خاصة . بينما توجد نماذج أخرى تتجاوب مع معادلات نظرية النسبية كما تتضمن خطوط مغلقة للزمن .

ان واقع كون وضع العودة الى الماضى ، الذى وصفه جيديل هو مستحيل فى النموذج الذى اقترحه (هذا رأى تشاندراسيكار) ، لا يستثنى عموما مثل هذا الاحتمال ضمن اطارات نظرية النسبية العامة . ومن الخير طبعا ان تثبت بالنسبة للحالة العامة استحالة خطوط المساحة شبه الزمنية والمغلقة ، الا انه بوسعنا الآن فقط القول بانه ظهر بان المثال الخاص الذى اورده جيديل هو غير صائب ...

بعبارة اخرى ، فمن اعتبار ان العودات الدورية للكون الى الماضى مستحيلة فى النموذج الخاص الذى اقترحه جيديل لا يعنى بانه لا يمكن عموما وجود عالم ذى خطوط زمن مغلقة . ولا بد من اثبات ان الامر هكذا فعلا ...

مما لا ريب فيه ان الوضع الفضائى الخيالى الجارى تصويره فى القصة هو وضع افتراضى الى حد كبير . فحتى اذا ما كان الكون يمر فى واقع الحال بين فترة واخرى عبر اوضاع ذات ظروف اولية واحدة ، فانه مع ذلك لا يمكن ان تتكرر عمليا اوضاع ملموسة واحدة . وهذه التكرارات ممكنة فقط من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية للقرن التاسع عشر ، التى قصرت كل التنوع اللانهائى للظواهر العالمية على العمليات الميكانيكية البحتة ، وعلى الصلة « الحديدية » بين الاسباب والنتائج . بيد ان العلم فى القرن العشرين قد اظهر بجلاء بان الصدف تلعب اهم دور فى حركة المادة . وليس بوسعها ان تغير التوجه العام لتطور المادة ، ولكن بفضلها يمكن للاوضاع الملموسة الناشئة فى سير هذا التطور ان تتباين كثيرا حتى فى حالة اذا ما كانت نقاط الانطلاق فى التطور عبارة عن اوضاع فيزيائية متشابهة (واحدة) بشكل مطلق .

ان هذا لا ينطبق على الطبيعة غير الحية فقط ، بل وعلى نشاط الكائنات

العاقلة ايضا . وبالمناسبة ، ففى قصتنا كان مثل هذا الانحراف الطارئ عن السير « المعهود » للاحداث متمثلا فى افعال البطل الرئيسى وهو العالم الفيزيائى باركالوف التى اثرت بشكل ملموس على « النتيجة النهائية » .

الى اين يجرى نهر الزمن ؟

تعتبر طبيعة الزمن احد الموضوعات المحبوبة جدا فى الادب العلمى الخيالى . وثمة عدد لا يعد ولا يحصى من القصص والروايات اعتمدت كأساس لها الافتراضات المختلفة حول خصائص هذه القيمة الفيزيائية .

ولا ريب فى ان اصحاب مثل هذه المؤلفات لا يضعون قبالتهم مهمة كشف هذه الصفات . وهم يستغلون التحركات المرتبطة بالزمن بمثابة خلفية تجرى امامها الحادثة : خلفية تتيح عرض الابطال فى اوضاع غير اعتيادية . ولا بد من الاعتراف بانها خلفية ذات امكانيات لا حدود لها حقا . لانه لا يزال يكمن فى مقولة الزمن عدد كبير من الالغاز ...

لقد شغلت مشكلة الزمن البشرية منذ غابر الازمان . وامعن الفكر فى جوهر الزمن اكبر العقول ، وحاول ابرز المفكرين ادراك مغزاه الخفى .

ان هذا الاهتمام مفهوم تماما . ولعله لا توجد بين القيم الفيزيائية التى تميز سير الظواهر فى العالم المحيط بنا قيمة اكثر غموضا وتملصا وانفلاتا من ادراك الانسان ، من الزمن ...

جذبت مشكلة الزمن الانتباه الملح جدا اليها فى النصف الثانى من القرن الحالى . ويرجع ذلك بقدر كبير الى ان العلوم الطبيعية الحديثة – الفيزياء والفلك وعلم الفضاء والسيبرنيتيكا والرياضيات – تقدم المزيد والمزيد من المعطيات الجديدة القادرة على القاء الضوء على طبيعة الزمن . علما بان القضية المركزية هى قضية اتجاهه .

تقول الحكمة الشعبية : اذا فقدت بيتك فيمكن بناء آخر جديد ، واذا فقدت المال فيمكن كسب غيره ، واذا فقدت الوقت فانك تفقد كل شىء !

لقد تجسدت فى هذا القول المأثور اكثر صفات الزمن تميزا وهى انه لا رجعة فيه . فلا يمكن اعادة الزمن الى الوراء ، وما مضى لا عودة فيه . وليس بوسعنا

العودة الى الماضى وليس بوسعنا ، باستباق الزمن ، الانطلاق الى المستقبل ومن ثم العودة الى عصرنا .

اذن ، يعتبر اللارجوع احدى الخصائص الاساسية للزمن . وبتعبير آخر ان الزمن يسير دائما فى اتجاه واحد ، وبغية التأكيد على هذا الامر ، غالبا ما يدور الحديث عن « سهم الزمن » .

ان التصور التاريخى حول اللارجوع أو الاتجاه الواحد للزمن قد تكون ، كما يبدو ، تحت تأثير كون جميع العمليات الواقعية التى يلقاها الانسان فى العالم المحيط به ، هى عمليات لا رجعة فيها عمليا . فلو سار الزمن الى الوراء لاخذت تحدث حوالينا ظواهر مدهلة تماما . ولكن لم يلاحظ احد ابدا مثل هذه الظواهر .

واغلب الظن انه لعب عاملا نفسيا كبير الاهمية واقع اننا لا نستطيع تغيير اى شىء فى الماضى وليس بوسعنا التنبؤ بالمستقبل بكل تفاصيله . ويتميز الماضى بالتحديد التام ، اما المستقبل فيتميز بعدم التحديد بقدر كبير . بعبارة اخرى ثمة عدم تماثل بين الماضى والمستقبل . وتمضى حياة الانسان كلها على ذلك الحد الذى يتحول فيه الماضى الى مستقبل ، اى ان حياة الانسان نفسها عبارة عن عملية لا رجعة فيها .

لقد حاول الفلاسفة اكثر من مرة اخراج النظام الزمنى من نظام المسببات . بيد ان المسألة كلها تكمن فى اننا نرتكز لدى تحديد نظام المسببات جهارا او سرا على مفهوم النظام الزمنى . فعندما يقال ان « السبب يولد النتيجة » يقصد به ان النتيجة ظهرت بعد السبب . وهكذا فان اية محاولة لاخراج النظام الزمنى من النظام السببى ستقود حتما إلى دائرة منطقية .

الا انه الى جانب كافة هذه التأملات العمومية تبرز حتما الحاجة الى اظهار عمليات لا رجعة فيها فى الطبيعة كان يمكن ان يربط بها بدقة توجه الزمن فى اتجاه واحد .

لقد كتب ارسطو فى حينه : « اننا لا نقيس الحركة بالزمن فحسب ، بل وكذلك الزمن بالحركة ... حيث ان الزمن يحدد الحركة ، لكونه عددها ، بينما تحدد الحركة الزمن » . (١)

لا يمكن ادراك جوهر الزمن بدون ربطه بسلوك الاجسام المادية فى ظواهر

(١) ارسطو . الفيزياء . موسكو ، ١٩٣٧ ، ص ٩٧ .

فيزيائية معينة . فما هى العمليات الفيزيائية الجارية فى العالم الواقعى التى تحدد وحدانية اتجاه الزمن ؟

وعموما فلغرض اثبات ان الزمن لا رجعة فيه يكفى فى جوهر الامر ان نكشف فى الطبيعة عملية فيزيائية واحدة لا رجعة فيها على وجه التدقيق . وفعلا ، لنتصور وجود كون تكون فيه جميع العمليات رجعية . ومن الواضح انه فى مثل هذا الكون ما كان ليوجد اتجاه الزمن . ولكن لتظهر فى الكون عملية فيزيائية واحدة لا رجعة فيها . وعندئذ سيكسب وجودها على الفور اتجاه الزمن مغزى فيزيائيا ، سواء ، بالنسبة الى هذه العملية نفسها ام بالنسبة الى جميع العمليات الرجعية الاخرى المرتبطة بها ، والتى بنتيجة ذلك غدت لا رجعة فيها . وبما ان جميع العمليات فى الكون مرتبطة ببعضها البعض بهذا القدر او ذاك فان وجود ولو عملية فيزيائية واحدة لا رجعة فيها على وجه التدقيق يمكن فى الواقع ان يشكل اثباتا للارجعية الزمن .

لكن ، اذا ما توخينا الدقة فان هذه المسألة لم تحل حتى الآن وهذا بالذات يوفر الفرصة للاستفادة من فكرة رجعية الزمن فى المؤلفات الادبية العلمية الخيالية بمثابة خلفية تدور امامها هذه الاحداث او تلك .

الدائرة

(قصة علمية خيالية)

نشأ الوضع الحرج ، الذى غالبا ما يحدث فى الحياة ، بشكل بسيط وغير معقول الى حد الشناعة ...

هتفت جلين بمرح قائلة :

– والآن التقط لى صورة هنا ، يا ستين !

وهرولت بخفة الى جسر صغير مخرم ومحدّب بشكل غريب اقيم عبر الوهدة الضيقة للوادى العميق .

وفى الغور العميق فى الاسفل ، كان يجرى جدول جبلى سريع المياه ، مكونا دوامات ومولدا الزبد .

هزت جلين رأسها ملقية جدائل شعرها الذهبية الى الوراء على ظهرها وعلت وجهها الابتسامة ، ثم استندت على الحاجز .

– هيا ...

حضر فوستر هيئتها فى الشاشة المستطيلة لمعيّن المنظر واستعد للضغط على زر الالتقاط .

وكان يعرف ما سيحدث بعد لحظة خاطفة ...

صرير خافت . ولم يتحمل الحاجز المتآكل الثقل عليه .

فصرخ ستانلى فوستر بصوت متوحش :

– جلين !

لكن بعد فوات الاوان . فبعد أن فقدت جلين توازنها وتشبثت بالسياج المتحطم ، صارت تتأرجح فوق الهوية .

القى ستانلى آلة التصوير وهرع بقفزتين الى الجسر الصغير ولحق بالامساك بالشريحة الخشبية الصقيلة الملتوية فى تلك اللحظة التى كانت جاهزة فيها للانفصال عن آخر قطعة تثبيت لها . وتوترت عضلاته فى لحظة خاطفة بعد ان تحسست الثقل . وتعلقت جلين تحت ، فوق الفراغ ، وقد تمسكت بكلتى يديها بالطرف الآخر للشريحة الخشبية ، وهى عاجزة عن فعل شىء .

قال ستانلى بحشرجة ، وهو يسحب بحذر الشريحة الخشبية مع الفتاة :

– تمسكى ، يا جلين ... تمسكى ...

ورأى يديها وهما تنزلقان ببطء فوق السطح الصقيل . عليه ان يلحق فقط ...

وكان ستانلى يعرف بانه لن يلحق بانتشالها !

واصل سحب الشريحة الخشبية بيد واحدة ، بينما انحنى عبر حافة لوحة الارضية وحاول الوصول الى جلين . ولكن كانت تنقصه عدة سنتيمترات ...

وانزلقت اصابع جلين حتى طرف الشريحة الخشبية . وسحب ستانلى الشريحة اليه بعجلة ، ومس تقريبا يدى جلين . وحاولت الفتاة بجهد يائس ان تصل اليه لكن الشريحة انفلتت من يديها ، فسقطت جلين الى الهاوية بصراخ يصم الآذان ...

وتساقطت فى اثرها ، كما لو كانت تود اللحاق بها ، من شجرة متهدلة الاغصان فوق الجسر وريقة اصابها الاصفرار قبل الاوان . وبعد ان دارت فى حركة انسيابية فى الهواء الساكن لمنتصف النهار ، مست الجسر ، ثم انزلقت تحت جزء الحاجز المتبقى ، وظلت معلقة هنيهة فوق الهاوية ، ثم هوت الى الاسفل ، ويبدو انه حملها تيار هواء نازل .

بعد ان توازن فوستر بصعوبة فوق حافة الجسر استقام بسرعة خاطفة وهو يواصل امساك شرخة الخشب التى لم تعد هناك حاجة اليها . واستمر يتردد فى اذنيه صوت الصرخة الاخيرة لجلين .

وسمع تلك الصرخة للمرة الرابعة ...

لقد بدأ ذلك اليوم بصورة رائعة . فبعد مضى اسبوع من الامطار المضجرة برزت الشمس لاول مرة ، ونسى هو وجلين شجارهما الذى بينهما مؤخرا .

كانا غالبا ما يتجادلان حول امور متفرعة ، ويتحول ذلك ، وهو ما كان يزعج ستانلى ، الى مناقشة للعلاقات بينهما ، مما يختم دائما تقريبا الى استياء متبادل .

قالت جلين :

– ليس بوسعى ادراك ما الحاجة الى هذا ، الى اعادة الزمن القهقرى ؟

– ان البشر سيعطون الكثير فى سبيل ان يعيشوا اليوم المنصرم ولو مرة واحدة وأن لا يكرروا الاخطاء التى ارتكبوها .

فهزت جلين رأسها بتشكك :

– كلا ... لا يتوقف على الانسان الشىء الكثير . ولكل شخص سبيله ، وعليه ان يمضى فيه ...

– هل تؤمنين بالقدر ؟

– على اية حال انا اعرف قدرى ... ان اعانى الوحدة بينما تقضى الليل والنهار فى مختبرك .

– انك تعرفين الفكرة التى وجدتها !

فلاحظت جلين بحزن :

– لكن الاشهر والاعوام تمضى وليس بوسع اية كرونوسكوبات ان تستعيدها .

قال ستانلى برقة :

– اصبرى . فقد بقى القليل جدا ... افهمى ان هذا واجبى امام الناس ...

حدث ذلك يوم امس ... وفى صباح هذا اليوم ، وعندما كانت جلين لا تزال نائمة ، تسنى لستانلى تخطى آخر العقبات . وانهى اعمال التركيب واستطاع عندئذ اخذ فترة استراحة .

صحيح انه خطا الخطوة الاولى فقط : فسيتيح بديل الكرونوسكوب الذى صنعه فوستر العودة الى الماضى لفترة ساعتين تقريبا ... الا انه تم اخيرا تخطى الحاجز الذى كان منيعا تماما خلال قرون طويلة ...

واقترحت جلين قضاء هذا اليوم فى متنزه شالين ...

بعد ان تركا السيارة عند سفح الجبل تسلقا دربا ضيقا الى الطريق العلوى ، وعندها ارادت جلين التقاط صورة لها . ثم جاءت الى هذا الجسر الصغير الذى سبب الفاجعة ...

وقف ستانلى عدة لحظات وقد صعقه ما جرى دون ان يرى اى شىء حوله . ثم ومضت لديه فكرة ترد فى خاطر كل من يغدو شاهدا او ضحية لحادث مؤسف : لربما لم يحدث هذا ، لو رجع عدة دقائق الى الوراء وابدى القليل جدا من التروى والحذر ...

اقشعر بدنه . فبالنسبة لجميع الناس الآخرين الذين يعيشون على الارض كانت مثل امارات الندم هذه متأخرة للاسف . ولكن كان يوجد لديه ... الكرونوسكوب !

اندفع فوستر ، وقبل ان يجد المجال للتفكير باى شىء ، نازلا فى الدرب المنحدر المغطى بابر الصنوبر ومخدشا يديه بالشجرات الشائكة ، نحو السيارة التى تركها فى الاسفل .

ينبغى قبل كل شىء ان ينفذ ما اراد فى موعده ! لقد بلغ المكان هذا مع جلين خلال ساعة ونصف . وسيحتاج الى ما لا يقل عن خمس عشرة دقيقة من اجل ان تصبح الاجهزة صالحة للعمل . والآن الوقت حوالى الظهر ...

اذن يجب عليه باى ثمن الوصول الى المختبر فى وقت لا يتعدى الواحدة والنصف . والا فلن يفيه الوقت ، حيث ينبغى اعادة كل شىء القهقرى بحيث

يمكن التقاط اللحظة التى سبقت الفاجعة . بينما لا يستطيع ستانلى التحكم سوى بساعتين فقط ...

قفز الى السيارة وانطلق بها باقصى سرعة من مكانها تقريبا . وعموما لم يكن ستانلى يحب القيادة السريعة جدا ، وغالبا ما كانت تحدث لهذا السبب ايضا مجادلات مع جلين السريعة الحركة الفوارة المشاعر . الا انه انطلق الآن بسرعة جنونية ، معتصرا كل ما يمكن ان تمنحه السيارة ...

عندما خلف ستانلى وراءه نصف الطريق بدا له فجأة بانه عندما صنع الكرونوسكوب ارتكب خطأ اوليا لا يمكن اصلاحه . فان كل فيزيائى ولو كان قليل المعرفة يعرف جيدا بانه لا يجوز فى كافة الاحوال اقتحام الماضى وتغييره ! ويمكن ان تكون عواقب هذه التغيرات مناقضة للاحداث التى جرت فعلا وتولد مفارقات لا يمكن حلها . وعندما يسافر الانسان فى آلة الزمن ويعود الى عصره فانه يجازف بلقاء تغيرات فاجعة . كما انه لا يجوز السماح على الاطلاق طبعا بان يعود الى الحياة الانسان الذى فارقها ..

ولكن مضى على الفور الاختلال فى التفكير ، وتنفس ستانلى الصعداء . اذ انه امعن الفكر فى هذه المسألة عشرات المرات . وقد خلص منذ زمن بعيد الى الاستنتاج بانه لا توجد ادنى علاقة لهذا كله بالكرونوسكوب الذى صنعه .

ان الكرونوسكوب ليس آلة زمن تحمل راكبيها الى مختلف العصور . انه جهاز يعيد الزمن نفسه الى الوراء . وبعد تشغيله يصبح العالم فى لحظة خاطفة فى الماضى . حقا ، ان هذا يحدث الآن لفترة ساعتين فقط ... ويبدو كما لو ان هذا الانتقال يمحو كل ما امكن انجازه خلال هاتين الساعتين . واذا ما جرت بعض الاحداث فى البديل المتكرر بشكل آخر ، فانه مع هذا لن تحدث تناقضات ظاهرية ...

ابعد فوستر نظره للحظة عن الطريق المندفع نحوه وتطلع الى الساعة . ومهما اسرع فان الوقت المتبقى قليل جدا .

صعد ستانلى السلم وهو يقفز فوق الدرجات وادار المفتاح بيد مرتعشة ، ودفع الباب ، واندفع نحو لوحة الاجهزة ، وصار يضغط على ازرار التشغيل الواحد بعد الآخر . وامتلأ المختبر بهدير منتظم .

ثم تطلع الى الساعة مجددا . لقد بقيت عشرون دقيقة لا اكثر . لكنه سيلحق الآن !..

تعالى الهدير رويدا رويدا . واضيف اليه صوت صفير جديد ، كما لو اندفع من مكان ما تيار مرن من البخار . وتحركت الابر فوق المقاييس العديدة من اشارات الصفر وصارت تنزلق وهى تحسب الدرجة تلو الدرجة . وبعد ان وضع فوستر يده على ذراع تشغيل وحدة ادارة الزمن اخذ ينتظر متوتر الأعصاب . ومضت الدقائق ببطء ...

ولم يكن آنذاك يريد حتى التفكير بما سيحدث اذا ما لم تشغّل الوحدة .

طبعا ان فوستر اجرى مئات التجارب قبل الشروع بتجميع الكرونوسكوب . الا ان حركة الزمن فى تلك التجارب لم تكن لتتجاوز اجزاء من المليون من الثانية . وقام بتشغيل الكرونوسكوب بطاقته الكاملة لاول مرة ... ووجب القيام بقفزة لمدة ساعتين دفعة واحدة ... لكن ستانلى كان واثقا من ان حساباته خالية من الاخطاء . وسعى الى دفع الفكرة حول احتمال الفشل الى اعماق وعيه ...

بقيت اربع دقائق فقط حتى حلول الموعد الحرج . وزاد فوستر الفلطية سعيا الى المحافظة على هدوئه . ثم زادها اكثر ... فاكثر ...

واخيرا مست الابرة الاخيرة الحد النهائى . ووجب بعد مرور دقيقة ان يبلغ المجال الزمنى القيمة التصميمية .

وادار فوستر الذراع حتى نهايتها وهو يضغط شفتيه بشدة ...

توقف الهدير على الفور وحلّ سكون مطبق غير اعتيادى . ثم تراءى لفوستر بان المختبر امتلأ بضباب ازرق غريب . الا انه نفسه لم يشعر بأية احساسات غير اعتيادية ... وفى لحظة خاطفة ازدادت كثافة الضباب حتى الاسوداد التام ، وعندما تبدد رأى فوستر مجددا المتنزه على طرف الوادى العميق عند الجسر الصغير المألوف لديه . وكانت جلين تقف الى جانبه .

وهتفت بمرح ، وهى تسرع نحو الجسر المهلك ، قائلة :

– والآن التقط لى صورة هنا يا ستين !

وتصور فوستر بكل دقة لا ترحم ما يجب ان يعقب ذلك . ثم ... لم

يستطع حتى الصراخ لتحذيرها من الخطر . وكما حدث فى المرة الاولى رفع آلة التصوير ، وضبط صورة جلين فى الشاشة المستطيلة لمبين المنظر ...

وكانت تتحكم عندئذ بكل حركاته وافعاله قوة خارجية ما لا ترد . وشعر بانه كالدمية الخالية من الارادة . وكان هذا شيء لا يطاق : وبدا له انه كان يستطيع تماما الحؤول دون حدوث النتيجة الفاجعة ، ومع هذا ، سلك سلوكا مخالفا لهذه الامكانية .

تكرر كل شيء كما كان بالضبط ، كما لو كان ذلك مشهدا مسجلا على شريط الفيديو .

والسقوط ... والصراخ .

وانطلق ستانلى مجددا ، وهو يخدش وجهه ويديه ، نحو الاسفل ، الى السيارة ، وقادها مجددا بسرعة مجنونة فى الطريق يدفعه الامل المجنون ، خشية ان يفقد ولو دقيقة واحدة . ولكى يضغط مجددا ، عند شفير الموعد الحرج ، على ذراع الكرونوسكوب ...

واضحى مجددا بالقرب من الجسر الصغير المهلك فى تلك اللحظة نفسها ، وعانى مجددا من هول الكارثة ، ولم يستطع مجددا عمل اى شيء .

ثم ذلك الصراخ الرهيب مجددا . وعلى الفور صارت تلك الوريقة الصفراء المقطوعة من الشجرة تتساقط ببطء فى الهاوية ...

وبعد ذلك قيادة السيارة بسرعة ، والمختبر ، والكرونوسكوب ، والذراع الأحمر ..

انها دائرة ، دائرة مفرغة !

منذ قليل تكررت الفاجعة للمرة الرابعة .

وادرك فوستر بانه وقع فى فخ لا مخرج منه . وكيف تأتى له ان لا يفكر بهذا من قبل ؟

فانه اذا ما وجب تكرار جميع الاحداث التى جرت مرة بثبات راسخ ، فانه يجب ان يكون فى عدادها تشغيل الكرونوسكوب أيضا ... ومعنى هذا انه ، اى فوستر ايضا ، قد حكم عليه طيلة ما تبقى له من الحياة ان يسرع مندفعا فى السيارة ، وان يقتحم المختبر ويشغل الكرونوسكوب ، وذلك فقط من اجل ان

يتواجد المرة تلو المرة لدى مصرع جلين ... انها حلقة مفرغة ليس بوسعه الافلات منها ابدا .

ولكن ماذا يعنى ما تبقى له من الحياة ؟ ان الزمن قد توقف عمليا ، والآن سيدور الى الابد فى حدود الساعتين المقدرتين : المصيبة ، السيارة ، المختبر ، الكرونوسكوب ، ومجددا المصيبة ... وهكذا مرة اخرى واخرى ... والى أبد الآبدين !

ثم احس كما لو مسّه تيار : وجلين ؟ انها ستعود فى كل ساعتين من العدم ، لكى تموت بعد عدة ثوان – تموت عددا لا يحصى من المرات !

الموت فظاعة – وكل شيء فى الانسان يقف ضده ، بيد انها تموت فى الابدية كلها !

ثم حلت محل هذه الفكرة اخرى ابشع منها بما لا يقاس .

فالبشرية كلها محكوم عليها بان تدور الآن فى تلك الحلقة المفرغة التى تستغرق ساعتين ... ولكن ، لا . ان قدرة الكرونوسكوب ليست كبيرة الى هذا الحد لكى تؤثر على الكوكب كله . ومع هذا ، فماذا لو ؟

اقشعر ستانلى عندما تصور بسرعة كيف ان آلاف الناس فى الارض سيموتون الى الابد ، بينما سيعانى آلاف الآخرين من الامراض الى الابد . وحتى اولئك الذين جرت لهم فى اثناء هاتين الساعتين احداث بهيجة فمن المستبعد ان يكونوا سعداء لتكرارها الى الابد . حيث انه لا يعقب هذه البهجة اى شيء !

اراد فوستر بعذاب ان يصحو وان ينفض عن نفسه هذه الوسوسة غير المعقولة . الا انه ادرك بجلاء بان هذا لم يكن حلما ، وانه لن يقدر له بعد هذا عموما رؤية الاحلام ، وتنتظره اليقظة الابدية فى حدود لا تقهر بين الثانية عشرة والثانية بعد الظهر .

فى تلك اللحظة انقطع حبل الافكار الكئيبة لستانلى : اذ بلغت ابرة المراقبة الحد الاحمر ، بينما احتوته دائرة الزمن مجددا ، ودارت به ، وحملته الى مكان الفاجعة ، الى وهدة الوادى العميقة الملتوية وسط الخضرة النضرة .

دورة اخرى لا رجعة فيها .. واخرى .. ثم اخرى . وصار ستانلى يفقد تدريجيا القدرة على التفكير بسبب سرعة التبدل المستمرة للاحداث المتكررة بشكل

منهك . ولم يعد يهتم تقريبا بما يدور ، بل واصل فحسب بشكل بليد وبلا معنى اداء دوره تلقائيا مجددا ومجددا لمدة ساعتين ...

ومع هذا ، وبالرغم من الضباب الكثيف الدبق الذى لف دماغ فوستر فانه لاحظ بعينه المدربة كفيزيائى تجريبى أمرا غريبا ...

لم يكن بوسعه القول فى اية دائرة جرى ذلك . لكنه رأى كيف ان الوريقة الصفراء المنقطعة من الشجرة سقطت تلك المرة فى الهاوية دون ان تمس الجسر الصغير . وهو فرق ضئيل يعادل بضعة سنتيمترات . لكنه – فرق !

وبدأ وعى فوستر ، الذى تخلص فى لحظة خاطفة من اسر اللامبالاة ، يعمل بشكل محموم كما لو كان محركا اوصلت به الطاقة الكهربائية .

انه اختلاف يقدر بعدة سنتيمترات !.. انها لمسة ضئيلة جدا ، وأمر صغير من المستبعد ان يؤثر باى قدر على اعادة الاحداث .

الا ان هذا الاختلاف موجود ، وهذا يعتبر الشىء الاساسى ! وما كان بوسع فوستر ان يرتكب خطأ ، وقد رآه بوضوح تام ... وما دام الامر كذلك فهذا يعنى ، انه لا يوجد فى العالم فعلا ذلك التعاقب والتحديد المسبق الثابت لجميع الاحداث ، واللذين بشر بهما الفيزيائيون فى ازمان نيوتن ولابلاس ...

وكيف استطاع ان ينسى ؟.. الصدفة !.. انها موجودة . وما يتحكم بالكون هو ليس الجبر الذى يستثنى اية مفاجآت وانعطافات غير متوقعة ، بل الاحتمال .. او لم يشرح لطلابه مرات عديدة بان العمليات العالمية لا رجعة فيها ؟ واورد لهم المثال التالى : لو نسفنا مثلا جسرا على نهر ، ومن ثم اعدنا الزمن القهقرى ، فان الشظايا المتطايرة فى كافة الاتجاهات رغم انها تعود الى مكانها ، لن تجتمع ابدا فى مثل هذا الجسر بالضبط ابدا ...

ان الماضى والمستقبل لا يرتبطان بشكل واحد !

الوريقة الساقطة ... ولربما ليس الوريقة فقط ؟ انه مجرد لم يلتفت الى ذلك . وقد سيطرت عليه فقط فكرة استحالة انقاذ جلين .

والآن صار فوستر يتفحص الاحداث المتكررة بامعان اكبر . وتسنى له ان يلاحظ بان بعض التفاصيل تختلف فعلا . وحدث مرة ان الوريقة المذكورة لم تسقط عن يسار الجسر بل فى الجهة المقابلة . وفى مرة اخرى كاد ان يحتجزه النور

الاحمر فى احد مفترقات الطرق الذى كان يعبره دائما فى الضوء الاخضر لاشارات المرور . وعندئذ لاحظ فوستر بان اجهزة الكرونوسكوب قد دخلت نظام العمل خلال ملى ثانية واحد اكثر من المعتاد ...

لا ريب فى ان هذه جميعا كانت تفاصيل صغيرة ، وعموما غير ملموسة ، لم تكن بوسعها أن تغير الوضع كثيرا . ومع هذا تولد لدى فوستر الامل . انه امل غامض وغير قابل للادراك وغير واضح ... لكنه أمل مع هذا .

تغيرت حال ستانلى . وكان يتمتع بصفة لا تقدر بثمن بالنسبة للعالم التجريبى هى : المقدرة على ان يكرر لدى الحاجة بالحاح مئات وآلاف المرات التجربة نفسها ، وان يعيد بلا كلل القياسات المماثلة . ويواصل ذلك حتى يحصل على النتيجة المنشودة . وكان هذا الاصرار الساحق بالذات قد ساعد فوستر على صنع الكرونوسكوب ...

الا انه وجب عليه قبل العمل ان يتأمل ويزن كل شىء . والآن بعد ان اكتسب شيئا من التوازن مجددا ، وردت فى خاطره فكرة مذهلة . وهى جلية الى حد ابداء العجب فحسب من كونها لم تظهر سابقا . لربما بحكم وضوحها بالذات ؟..

انتبه فوستر فقط فى الدورة الخامسة عشرة ، ولربما العشرين ، بانه يذكر كل ما حدث ابتداء من لحظة المأساة عند الجسر . وكل ما جرى بعد ذلك هو تكرار ممل للاحداث . بينما كان يعتقد بان دورة الزمن يجب ان تمحى كل ذكرى عن الاحداث التى ستتحول من ماضية الى مستقبلية .

أو ليس من العجب انه تتولد فى وعيه افكار جديدة لم تبرز فى الدورات الماضية ؟ وتتكرر كافة الاحداث والافعال بدقة ، بينما لا يكرر الوعى نفسه لسبب ما . فما هى القضية ؟

ولربما كان على حق اولئك الذين يعتبرون دماغ الانسان بمثابة جهاز ميكانيكى كمىّ ، لا ترتبط فيه الاوضاع السابقة باللاحقة بالطريقة نفسها البتة . وانه منظومة تعمل وفق مبدأ عدم التحديد ...

لكن أليس الوعى هو الذى يتحكم بافعال الانسان ؟ فلماذا اذن ، فى هذه الحالة ، يرى بوضوح امكانية انقاذ جلين ، الا انه لا يقوم من اجل ذلك بأية

خطوة واقعية ؟ ولماذا يكرر ويكرر فقط ، كالاوتوماتون الجامد ، الاعمال نفسها ؟ انه انفصال غريب بين العقل والجسد !.. انه تناقض ظاهرى عجيب تماما لا يدركه الوعى .

تناقض ظاهرى !.. بيد ان اى تناقض ظاهرى يمثل اشارة الى امكانيات غير معروفة ...

وردت فى خاطره لسبب ما كلمات هاملت الشهيرة « لقد انقطعت رابطة الزمن » . ولو كان الامير الدانماركى ذا تفكير ديالكتيكى لادرك بانه عندئذ بالذات حينما تنقطع « رابطة الزمن » – سلسلة الاسباب والنتائج المعتادة – بالذات تتولد اكثر الظروف ملاءمة من اجل التقدم ، ومن اجل القفز الى المجهول .

لقد استطاع فوستر ان يدرك جيدا هذه الحقيقة خلال الاعوام الطويلة من دراساته للفيزياء . وما اكثر المرات التى برز امامه فيها جدار أصمّ بدا انه من المستحيل تجاوزه او الالتفاف عليه . ولكن حالما يكتشف وجود التناقض – الظاهرة المناقضة للنظريات المألوفة – كان يجد دوما بوابة سرية اخفيت جيدا يكمن وراءها طريق جديد تماما .

فاين هى تلك البوابة الواجب عليه ايجادها هذه المرة ؟

وبالرغم من ان فوستر واصل المشاركة فى الازوحة الدائرية للاحداث الدائرة بلا توقف ، فان البحث عن حل سيطر على وعيه الآن كليا .

اذن ، لا وجود للتحديد المسبق والاحداث لا رجعة فيها . ولا تتحكم بالعالم قواعد الميكانيكا الراسخة بل قوانين الصدفة . وهى ايضا يستحيل خرقها : فقانون الطبيعة هو قانون الطبيعة ، ولا يمكن عمل شىء فى هذا المجال . ومع ذلك فان الاحتمال يترك فرصة ما « من » و « الى » ، وحرية للاختيار ، وحرية للعمل ، ولتكن حتى بادنى حد . والهاوية بين الفكر والعمل لا يمكن ان يكون من غير الممكن تجاوزها بصورة مطلقة .

وفكر ستانلى انه بات الآن كل شىء يتوقف عليه ، وعليه فقط . على تركيز افكاره ، وعلى ارادته واصراره ، وعلى ايمانه بامكانية القيام بما يجب عليه القيام به ...

فرسم الخطة : السعى الى تشغيل الكرونوسكوب ولو بصورة اسرع قليلا . وعندئذ سيغدو فى وقت مبكر اكثر قليلا عند الجسر – وسينولد لديه وقت اضافى ، وستصبح من الممكن محاولة تغيير شىء ما .

وفى المرة التالية لاقتحام فوستر المختبر ارغم نفسه بتوتر شديد جدا على ان يندفع بصورة اسرع قليلا الى اللوحة . واشار مقياس الثوانى الالكترونى بلا تحيز الى ان الاجهزة قد شغلت فى جزء من عشرة من الثانية اسرع من السابق ...

وفى الدورة التالية كسب فترة نصف ثانية .

ثم واصل المحاولة بعد المحاولة . وازداد الفرق فى الزمن قياسا الى « الجدول الزمنى الاول » للاحداث بسرعة وسرعان ما بلغ عدة ثوان . ويبدو انه تسنى لفوستر مع هذا ان يغير قليلا سلسلة الاسباب والنتائج .

بيد انه بقى كل شىء عند الجسر الصغير على حاله كما كان سابقا . الا ان فوستر استطاع الآن مع كل دورة جديدة ان يبتعد عن اللحظة المميتة اكثر فاكثر الى الماضى . وروبدا روبدا بلغ الفرق حوالى العشرين ثانية . واخرطت فى دورة الزمن احداث جديدة وجديدة سبقت سقوط جلين . الا ان تعاقبها بقى بلا تغيير . وعندئذ ركز فوستر كل قواه وكل ارادته فقط لكى يخرق هذا التعاقب ، وينتزع حلقة ما من سلسلة الاحداث فى هذا المكان بالذات .

واضاع حساب الدورات ، واغلب الظن ، انه ومضت بضع عشرات منها ، وربما حتى الخمسين منها ، الا ان هذا لم يعد يثير اهتمامه . ولكن ومضت فى وعيه مرة واحدة فكرة مفادها ان الخمسين دورة ذات الساعتين هى اربعة ايام ، وانه فى غضون اربعة ايام لم يخلد الى النوم ولم يأكل – ولم يشعر بالجوع ولا بالتعب . وبدا ان هذا يمكن ان يستمر الى ابد الآبدين ، وعلى اقل تقدير ، لحين احتراق شىء ما فى الكرونوسكوب .

الا انه لن يواصل ذلك ! فهو ، ستانلى فوستر ، قد اخرج من القمقم تلك الدوامة المسعورة للزمن ، وهو الذى سيدمرها ، ويروضها ، ويقطع الحلقة المفرغة . والآن بعد ان كسب فى معركته مع الازل فترة عشرين ثانية صار ستانلى يثق بانتصاره ...

يجب ايقاف جلين وابعادها عن ذلك الجسر الملعون ، ابعادها قبل ان تسير

عليه وتستند على حواجزه الخادعة الهشة . وينبغي تحقيق هذا بواسطة عمل ما بعد ادنى للغاية ، كان قبل ذلك غالبا عن سلسلة الاحداث . فما هو ؟

كان فوستر لا يشك فى انه لن يتسنى له تحقيق اى تراجع خطير عن « السيناريو » الذى سجل مرة فى قنوات الزمن ، مهما ابدى رغبة واصرارا على ذلك ...

هل يرغم نفسه على الصراخ « فقى » ؟ لكن جلين المتقلبة المزاج والفوارة العواطف لن تصغى اليه فحسب . فهو يعرفها جيدا ... هل بالامساك بيدها ؟ ان المسافة التى تفصل بينهما كبيرة جدا ... ولا يمكن حتى التفكير باجتيازها ..

العمل ... من الضرورى القيام بعمل بسيط جدا وبسيط ولمرة واحدة . شرط ان يكون بشكل بحيث يمكن ان يغير كل السير اللاحق للاحداث ...

آلة التصوير ؟.. اتلاف آلة التصوير ! وعندئذ لن يمكن التقاط صور ، وتنتفى الضرورة لذهاب جلين الى الجسر . علاوة على انه ، بلا شك ، سيجذب انتباهها واقع اتلاف آلة غالية الثمن بصورة مفاجئة وغير مفهومة . ستكون « الايرة » قد « انتقلت » وعندئذ ستنجذب جلين الى سير آخر للاحداث .

اتلاف الآلة ! لكن كيف ؟ انه ابسط عمل ومعتاد تماما فى الظروف الاعتيادية ، واكتسب الان سمات اليأس الكامل . تحطيمها بحجر ؟ الا ان ستانلى شعر بانه قادر فى احسن الاحوال على القيام بحركة « غير مريحة » واحدة فقط . بينما الآلة متدلية على رقبته ، بواسطة حزام جلدى متين . هل يجرى اسقاطها بحركة واسعة واحدة من يده ، وبهذا يحرر رأسه من انشوطة الحزام ؟ ان مثل هذه الحركة معقدة جدا ايضا ...

لكن وجب الاسراع . وساور فوستر شعور مكثف بانه حانت اللحظة المناسبة . والآن حينما تسنى له انه يزعزع الصلة بين الاسباب والنتائج ، لا يجوز الابطاء . فمن يدرى ، ماذا يمكن ان يحدث فى الدورة القادمة ؟ فقد تأخذ الاحداث انعطافا غير مرغوب فيه .

اظهرت ابر الاشارة فى اللوحة انه ستبدأ دورة جديدة بعد بضع ثوان ... ازداد الهدير . ضباب ازرق . وها هو فوستر محددا عند الجسر الصغير ...

قامت جلين بحركتها المعتادة فى تعديل شعرها على جبينها ثم ابتسمت . وبعد ثانية ستتلفظ « بكلماتها المألوفة » وستبدأ « التمثيلية » مرة أخرى . لا بد من العمل !..

تكون الحل فى لحظة خاطفة ، فى مكان ما فى اللاوعى . وعلى اية حال ان ستانلى لم يلحق بعد فى استنباط اى شىء بينما كان دماغه قد ارسل الامر . وبحركة قصيرة حادة من يده سحب ستانلى آلة التصوير من الاعلى الى الاسفل بقوة غير بشرية ، تلك القوة التى تتولد فى اللحظات الحرجة . فانقطع الحزام ... وبسط ستانلى اصابعه ، فسقطت الآلة فوق الدرب الصخرى . وتطايرت شظايا الزجاج كالنافورة ...

ادارت جلين رأسها ، ورفعت حاجبيها بعجب . وخطت نحو ستانلى بسرعة والحنت فوق حطام آلة التصوير .

خطت نحو ستانلى !.. وبهذا خرجت وافلتت من دورها السابق الذى كان سيقودها حتما الى الهاوية ...

ان الوضع الجديد قد ولد عواقب جديدة . بالرغم من ان سلسلة الاحداث قد كررت سابقتها الى حد كبير .

وقبل ان يثوب ستانلى الى رشده ، حتى كان محددا يتراجع محدثا وجهه ويديه ، ومنطلقا الى الاسفل فى الدرب الشديد الانحدار . الا انه كان هذه المرة يضغط بقوة على يد جلين التى تبعته دون ان تفهم اى شىء وهى تتعثر وتنزلق .

الآن لم يكن لدى فوستر ما يسرع من اجله . لقد بلغ هدفه ، وحقق المستحيل تقريبا : فقد انتزع حياة جلين من الازل . الا ان تعاقب الاحداث الذى تكون مرة كان يقوده مع هذا الى الطريق السابق – الى السيارة والى المخبر .

وصار ستانلى يفكر بجزع ماذا سيحدث عندما سيدخل الى غرفة الاجهزة ويغدو عاجزا عن مقاومة ذلك التعاقب المحتوم ، وسيشغل الكرونوسكوب محددا .. وما الذى حققه فى الواقع ؟ انها محددا تلك الحلقة المفرغة ، والارجوحة الدائرية التى لا تتوقف ، مع فرق وحيد هو انه ستدور الى جانبه الآن جلين فى دوامة الزمن تلك التى لا أمل فيها .

ولربما سيكون الامر اسوأ من هذا ... ان ظهور جلين لا بد وان يحدث تغييرات ما فى سلسلة الاسباب والنتائج الناشئة . ولكن ما هى ؟ واية علاقات يمكن ان تنشأ الآن ؟ من المستحيل تصور ذلك .

وسرت القشعريرة فى قلب ستانلى عندما وردت فى رأسه فكرة ان يكون فى موقع المصيبة بعد الحادث المميت . وعندئذ سيخسر جلين الى الابد ...

اذا ما امكن عمل شىء فيجب ان يفعله الآن بالذات . وهذا ما يمليه عليه لا الحدس ، بل المنطق . وبفضل ظهور جلين فى منظومة الاحداث نشأ الغموض . وبالنسبة الى جلين لم يعد يوجد بعد « السيناريو » المحدد ، فهى لم تشارك فى الدورات السابقة . وكانت افعالها تتوقف عندئذ عليها فقط .

لحد الان ... وما دامت الدائرة غير مغلقة . اما الدورة التالية فستكون اغلب الظن تكرارا دقيقا لسابقتها . وعندئذ لن يكون بوسعها عمل اى شىء ...

اقتربت السيارة من المختبر ، ولم يتبق لدى ستانلى تقريبا الوقت لمواصلة التفكير .

ولو حاولت جلين حتى ان تتحدث معه عن شىء ما ! ولربما ساعده هذا الامر على ان يغير بشكل ما سير الاحداث وان يحول دون انخراط الكرونوسكوب فيها . الا انها كانت تجلس صامتة طوال الطريق ، كما لو جرى تنويمها مغناطيسيا ، وقد التصقت بالمقعد ودون ان تبعد عينيها الخائفتين عن الطريق الاسفلتى الجارى للقائهما .

بدا امامهما المنعطف الاخير ... واحدثت الفرامل صريرا وعمد ستانلى الذى كان عاجزا عن مقاومة الضغط الكؤود للاحداث « المبرمجة » ، ودون انتظار توقف السيارة كليا ، الى فتح الباب وقفز الى الخارج . واقتربت بثبات لحظة تشغيل الكرونوسكوب ، ولم يتبق عندئذ ما يأمل فيه سوى الابتكار ...

كانت قدما فوستر تحملاه الى السلالم المؤدية الى المختبر . الا ان جلين فاقت فى هذه اللحظة من الصدمة ، وبعد ان قفزت من السيارة ، وقفت بين ستانلى وباب الدخول .

وصرخت وقد مدت ذراعيها وسدت عليه الطريق :

– كلا ... كلا ...

توقف ستانلى مثل الاوتوماتون الذى قطع عنه التيار مؤقتا . وتوقفت سلسلة الاحداث المتتابعة الواحدة تلو الاخرى .

لقد كان هذا خرقا واضحا « للسيناريو » ، بالرغم من انه ليس شديدا الى هذه الدرجة لكى يجعل فوستر يتخلص من تأثيره ويكتسب مبادرته الذاتية .

كانا يقفان احدهما قبالة الآخر جامدين بلا حركة كتمثالين . ومضى الوقت ...

وحدث امراً الامور . فقد اختفت الثوانى بلا رجعة فى الماضى الواحدة بعد الاخرى . ومضى معها وراء حدود قابلية الكرونوسكوب كل ما جرى عند الجسر الصغير أيضا . صحيح انه ما زالت الآمال باقية فى ان الدورات ستكون تكرارا للدورة الاخيرة ، التى تسنى تجنب الكارثة فيها . ولكن ماذا لو عاد كل شىء الى البديل الاول ؟ عندما تتعامل مع الاحتمال فلا تجوز الثقة باى شىء مائة بالمائة ...

مرت دقيقة ، ولربما عدة دقائق . وحتى صار يخالج فوستر الامل بان الوقفة غير المتوقعة ستطول وستتقطع نهائيا سلسلة الاسباب والنتائج ، بغية ان يتم بهذا تجنب تشغيل الكرونوسكوب مرة أخرى .

الا ان جلين ابتعدت جانبا بصورة غير متوقعة كذلك واتكأت عاجزة على طرف الباب ، واخلت الطريق لدخول المختبر .

ورجع كل شىء الى الحركة المعتادة .

هرول فوستر الى اعلى السلالم وهو يقفز عبر الدرجات .

غرفة الاجهزة ... اللوحة ... ازرار التشغيل ... الهدير المتصاعد للمولد ...

التفت ستانلى الى لوحة المراقبة فرأى عينى جلين الممتلئتين جزعا .

وقالت بصوت لا يكاد يسمع :

– لماذا ؟

لم يجب فوستر ، وصار مجددا فى اسر سلطان « البرنامج » كليا .

صارت جلين تنقل بناظريها فى ارجاء المختبر بضعف .

ثم صرخت بصوت عال :

– كلا !.

واندفعت نحو فوستر وتعلقت بيده قائلة :

– لا اريد ...

وبما ان ستانلى استمر فى الوقوف بلا حركة دون ان يرد على شىء ، فانها ادارته نحوها بقوة غير متوقعة .

– اتسمع ! لا أريد !..

واغلب الظن ان هذه الحركة الخاطئة قررت كل شىء ... فقد ابعدت فوستر بكل معنى الكلمة عن الدرب المطروق . وشعر ستانلى كما لو انه تحرر من حمل ثقيل يفوق طاقته . وكان لا يزال عديم الثقة بان هذا ممكن ، وخشية احتمال العودة فى اية لحظة الى الحالة السابقة ، فامسك بتشنج مقياس الاختبار الملقى على المنضدة ، ولوح به بعجلة ورمى به على اللوحة الزمنية للكرونوسكوب . هناك حيث كانت تجرى ادارة سير الزمن بواسطة توليفة معقدة من المجالات الكهرومغناطيسية والجاذبية .

وحدثت فرقعة تصم الآذان !.. واضاءت وحدة الزمن بوهج ازرق يغشى الابصار . وامتلأت غرفة الاجهزة بضباب خيالى متقطع ...

وهدأت المولدات ...

لقد استنفدت الدورة الجامحة للزمن ، متحولة مجددا الى مجرى هادئ عظيم .

مسح ستانلى براحة يده بيطء جبهته المبللة ، ثم انهار فوق المنضدة خائر القوى .

والتصقت جلين بفوستر ، وجسمها يهتز كله .

وهمست : – ما هذا ؟

فقال فوستر بصوت متعب :

– لقد ... انقذتنا ... جميعا ...

بدلا من الخاتمة

« الانقلاب يتأجل »

(قصة علمية خيالية)

انحدر قرص الشمس الصغير تحت خط الافق تماما ، وغدا كحاله دائما ، احمر – بنفسجيا . وبدا هذا كله لعين انسان الارض غير طبيعى . الا ان اسوأ الامور هى اوقات الغسق الحمراء – البنفسجية التى تبعث الكآبة فى النفس ..

على اى حال ان هذا كله لم يكدّر مزاج كلاى البتة . فخلال عامين من المناوبة الفضائية الاولى فى حياته لم يتسن له بعد فقدان الاهتمام بما هو غير اعتيادى .

عبر كلاى ببطء الدرب الصاعد الى بيت القاعدة . وكان يحمل بيده كرة صغيرة قاتمة اللون يزيد حجمها قليلا على كرة البليارد ...

فى نهاية المطاف بلغ كلاى الشرفة وصعد الدرجات بمشقة . وتوجه وهو يلهث ، كما لو جاء بعد اداء عمل مجهد ، نحو الغرفة الداخلية ، وسد خلفه الباب الفولاذى وانزل الكرة الى الارض .

فرنّت الكرة بانين ممدود .

وتحرك فيرى فى سريره .

قال بتكاسل دون ان يدير رأسه :

– هل جلبت مرة أخرى احدى النفايات ؟

فقال كلاى مبتهجا :

– لكن انظر فقط اليها !.. انها صغيرة بينما تزن حوالى خمسة وعشرين كيلوغراما ، وربما ثلاثين .

ولاحظ فيرى بلهجة عدم المبالاة نفسها ، وهو يواصل الاستلقاء ووجهه الى الجدار :

– الا يصيبك السأم من تقليب هذه النفايات .

قال كلاى بسخط :

– نفايات ؟.. انهم هم الذين تركوها .

وتابع فيرى وهو يمطط كلامه بصوت ينم عن السأم :

– لقد جرت دراسة هذا كله منذ زمن بعيد . وبدوننا ..

– ولكن ربما ليس كل شيء ؟

ودمدم فيرى :

– يا الهى . اى انسان انت .

فاستدار وهو يتأوه ثم انزل ساقيه الى الارض :

– حسنا ...

جلس كلاى القرفصاء ومرر راحته على الكرة بحنان ، كما لو كان يمسد قطيطة .

كان مظهر الكرة غير اعتيادى فعلا . فقد كانت مصنوعة من مادة غريبة ما ، ولا يشبه المعدن ولا اللدائن ، وكانت تبدو شفافة ، وفى نفس الوقت لم يكن

بالمستطاع رؤية ما يوجد بداخلها . اما سطح الكرة فكان يومض ويلمع بشكل غريب ، وكانت تبرز ثم تختفى عليه زخارف غامضة .

– هل ترى ؟

هز فيرى كتفيه برصانة وقال :

– وماذا فى ذلك ؟ انها كرة مثل الكرات .

– انك مع هذا فتى غريب يافيرى .

تعضنّ جبين كلاى ، وانطبق حاجباه الكثيفان فوق قصبة الانف . وكانت تلك علامة صائبة على انه بدأ يشتاط غضبا ، وقال :

– انك لا تتأثر ولا تعجب لاى شيء ...

فابتسم فيرى وقال :

– وهل بقى فى العالم ما يثير العجب ؟ بالاخص هنا ، فى هذا الكوكب المسى ، الذى تركه السكان المحليون منذ زمن بعيد .

وصدر أنين عن كلاى .

بينما تنهد فيرى وقال :

– كلا ، لقد تمت منذ زمن بعيد دراسة وتوضيب كل شيء . وليست هناك اية ألغاز . واية احداث مثيرة ... ولا يوجد اى شيء من شأنه ان يهز الخيال .

ودمدم كلاى :

– فلسفة مغامرة ، ويمكن ان تقع فى وضع حرج .

فقاطعه فيرى :

– بصراحة ، ان ما يهمنى الآن هو شيء واحد ، كم عدد الايام المتبقية لدينا .

تمطى كلاى بارتياح ناشرا ذراعيه الى الجانبين والى اعلى :

– انا يعجبنى هذا المكان .

فوافقه فيرى :

– كنت مثلك فى وقت ما . ويبدى ان انظر اليك بعد النوبة فستمل من كل شيء ...

– كلا !

قال فيرى مهادنا :

– حسنا ، حسنا . حييء كرتك ، وقد حان وقت العشاء ...

صوب كلاى الى الكرة ودفعها بطرف حذائه بخفة نحو زاوية الغرفة ، حيث تراكمت كومة كبيرة من مختلف الاشياء . الا انه انبعث من الكرة بغتة صوت صفير . وبعد ان قامت بعدة حركات متعرجة معقدة وغير متوقعة على الأرض ، اختفت بسرعة تحت السرير . فهرع فيرى نحو الباب بقفزتين . انقض على كلاى بشتم :

– أحمق . ماذا لو كانت لغما ؟

فقال كلاى برباطة جأش :

– انها لا تشبه لغما .

ودمدم فيرى ، وهو يخشى التطلع الى السرير الذى كانت لا تزال تنطلق من تحته اصوات قحيح وطقطقة غريبة .

– يا للشيطان . ماذا تأمرنى ان افعل بها الآن ؟

– عندما وجدتها اطلقت مثل هذا القحيح فى البداية ايضا . وبعد هذا لم يحدث شيء ، وهدأت .

خمدت اصوات القحيح تدريجيا .

وقال فيرى بحزم :

– اسمع . الى الشياطين جميعا . افعل ما يحلو لك ، اما انا فسأحملها الآن الى المستودع . فهذا سيكون باعثا على الاطمئنان اكثر .

قدنا من السرير وركع ، ومد يده بحذر وامسك بالكرة .

لم يحدث شيء . وعندئذ جذب فيرى الكرة اليه . وعندئذ حدث كما لو انه نبت فى الارض .

فضحك كلاى :

ما هذه الكرة الشيطانية !

– انها لا تريد الذهاب الى المستودع .

وفجأة ، وكما لو كانت تستجيب لاقواله ، تحركت الكرة من مكانها ، وانفلتت من تحت يد فيرى ، وتدحرجت الى قدمى كلاى ، وتمسحت بحذائه عدة مرات كما لو كانت تلاطفه ثم اختفت تحت السرير مرة اخرى .

سأل كلاى بتأمل :

– اسمع ، يا فيرى ، ماذا لو ...

– ماذا ؟

– ماذا لو كانت ... عاقلة ؟

– سخف . لقد كان ساكنو هذا الكوكب بساقين ويدين كالانسان . لقد ثبت ذلك بالضبط .

– اعتقد انها تفقه شيئا ما .. الافضل ان نتركها وشأنها .

فاستسلم فيرى قائلا :

– حسنا . دعها وشأنها ...

واخذ بعد طعام العشاء ، وهو يلقى بين الفينة والفينة نظرات باتجاه السرير . الا ان الكرة لزمت الهدوء .

سأل كلاى وهو يجلس الى المائدة :

– ماذا ستتناول اليوم ؟

وصار فيرى يقول :

– اولا – الطبق ١٣ / ٣ ، وثانيا ...

تغضن وجه كلاى بتألم :

– ها أنت مرة أخرى تعود الى هذا الرقم الشيطانى ١٣ ...

فسأل فيرى :

– وماذا ... هل انت وسواسى ؟ انه من ألذ الاطباق .

– أتق الله يافيرى . فاننا نأكل هذا الكسر كل يومين .. وحالما تحين نوبتك .

– هل تريد قطعة لحم مقلية ؟ ومكتنزة بالدم ، ان راق لك هذا ؟

اغمض كلاى عينيه حالما .

– انى اقدم نصف مجرة من أجل قطعة لحم ...

فقال فيرى :

– اتعرف ...

ثم توقف فجأة ، وصار يحدق فى الطاولة دون ان يرف له جفن .

– ما هذا ، الشيطان !..

تطلع كلاى الى المائدة ايضا وقفز فاسقط المقعد بضجيج .

اذ شاهدوا فى الطبق أمامهم قطعة لحم كبيرة ذات قشرة محمرة تبعث على الشهية ، وتنبعث منها رائحة لذيذة .

مدّ كلاى يده ببطء ولامس بسبابته بحذر قطعة اللحم الغامضة .

– لحم ...

– سخافة . من اين يؤخذ هنا اللحم ؟

قال كلاى :

– لا اعرف ، لكن هذا لحم ...

واخرج مطواته وقطع شرحة صغيرة بعناية ، بعد ان امسك قطعة اللحم بيده اليسرى . وانسكب من محل القطع سائل وردى ، ووخز كلاى الشريحة المقطوعة بطرف المطواة وقربها من فمه . وقضمها بحذر . وصار يتقلها بلسانه من خد الى آخر وبدأ يمضغها واتخذ هيئة تنم عن الاهتمام ...

وشرع يصرخ .

– انه لحم ، عليك اللعنة ! لحم حقيقى !

اما فيرى ، الذى كان يراقبه بحذر ، فضحك :

– لحم ؟ يا له من كوكب ملعون . لم تعد تعوزنا سوى الاوهام لاستكمال سعادتنا .

فقال كلاى بضجر :

– اية اوهام شيطانية . انني اقول لك بانه لحم . ومتاز جدا . هل اصابك العمى ... الا ترى ؟

– حسنا ، ارى ... وماذا فى ذلك ؟ انه خداع بصرى . ولا يمكن تصور اى شيء آخر .

– آه ، خداع ؟ اذن ، تلمسه .

ومد كلاى السكين الذى كانت على طرفه شرحة اللحم .

امتعض فيرى ، لكنه بالرغم من ذلك لمس اللحم عدة مرات باصبعه بحذر .

وسأل كلاى :

– هل تحسسه الآن ؟

– احسسه . وماذا فى ذلك ؟ اين الضمانات بان هذا كله ليس اوهاما .

واغتاظ كلاى فقال :

– انني سأحشره الآن بين فكيك .

لكن فيرى كان قد تناول بنفسه قطعة اللحم من السكين ، ثم مضغها فترة طويلة ، وهو يتمطق ، ويطلق الانفاس بين حين وآخر .

– هل اقتنعت ؟

هز فيرى كتفيه :

– باى شيء ؟ وعموما ماذا تحسست : انها ساخنة ، ولها مذاق اللحم ، لكن هذا وذاك هما احاسيسى فقط : فلا يوجد اى لحم ، كلا !

ضحك كلاى .

– حسنا ، ايها الصديق . سأنال حصة اكبر منه .

وجذب الكرسى الى المائدة وصار يلتهم قطعة اللحم الغامضة بنشاط .

وجلس فيرى الى جانبه أيضا وهو يدمدم بشيء ما فى دخيلته ، وشرع يتناول طبقه المحبوب « الثالث عشر » بهمة لا تقل عن الآخر .

قال كلاى بعد ان تناول قطعة اللحم :

– لقد كان ذلك رائعا .

– لو كنت مكانك لتذكرت الثالث عشر ايضا .

فسأل كلاى بدهشة :

– ولماذا ؟ لقد اكتفيت .

– لان الاوهام ، اذا ما كانت تؤكل ، فانها ذات سعرات حرارية قليلة فى كافة الاحوال .

تطلع كلاى الى فيرى بأسف :

انك لا تزال تعتبر قطعة اللحم هذه وهما ؟

– بلا ريب . وماذا تود ان يكون ؟

– لقد قلت نفسك بان الاوهام لا يمكن ان تعتبر طعاما . بينما انا شبعان .

– ان الشبع هو احساس ايضا . ولهذا يمكن ان يكون خادعا .

– لكن قطعة اللحم كانت واقعية تماما .

وسأل فيرى :

– ايعنى هذا انك تؤمن بوجود السحر ؟

– وما علاقة السحر بالامر ؟

– وكيف ان لم يكن كذلك ؟ لقد حدثت امام اعيننا لتوه معجزة . وظهرت قطعة لحم من العدم . غيبيات .

– اية غيبيات هذه . يبدو انك اصبحت متوحشا هنا الى حد انك نسيت اينشتين .

– وما علاقة اينشتين بالامر ؟

– ر .. ا .. تع ... علما بان الكتلة تتوقف على السرعة ، ويمكن صنع مجرة كاملة من جسيمين ، اذا ما تم تعجيلهما بصورة جيدة ، ولاسيما قطعة لحم مشوية .

واقفه فيرى بصوت متعب :

– لنفترض ذلك . لكن اين سمعت بان الذرات تتجمع بحد ذاتها مكونة قطعة لحم مشوية جيدا ؟ ان احتمال حدوث ذلك هو عشرة من ناقص مائة الف درجة . وعمليا – صفر .

– انك على حق طبعا ، اذا لم نأخذ بعين الاعتبار ، ان قطعة اللحم قد تكونت بالضبط بالصورة التى كنت أتصورها لنفسى .

– عظيم ! اذن انت الساحر ؟

وقهقه كلاى :

– يا للشيطان ! انها لفكرة رائعة ، يا فيرى !

– اذن ، بوسعك ان تصنع المعجزات ؟

– انى لا أعتقد بهذا بعد .

فضحك فيرى :

– ولكن حاول .

وقال كلاى بلا اهتمام :

– سأحاول ...

ثم تطلع حواليه وقال :

– ما هو الشيء الذى سأصنعه ؟

– اليس الامر سيان .

وغاص فيرى فى المقعد القائم فى ركن الغرفة ، ووضع ساقا على ساق . وكعادته بعد تناول طعام العشاء اصبح مزاجه رائقا ، وقال :

– ان من يستطيع صنع المعجزات فالامر سيان ما سيصنعه . الخلق ام التدمير .

وتابعه كلاى قائلا :

– قف ، انها لفكرة !

فضيق عينيه وخبث ونظر الى فيرى :

– حسنا ، دعنا نجرب . ليزل من الوجود المقعد الذى نجلس فيه .

ولكن لم يحدث شيء .

وضحك فيرى :

– ماذا تنتظر اذن ، يا صانع المعجزات المنكوب .

ثم تلعثم وتململ بقلق ، اذ طرأ شيء غريب على المقعد . فالتوى بشكل غير طبيعى كما فى افلام الكارتون ، ورفع ركائزه مثل حصان جامح ، وبدأ يذوب ...

وصاح فيرى :

– هيه ...

لكن بعد فوات الاوان . فقد اختفى المقعد نهائيا ، بينما سقط هو على الارض .

قال كلاى وهو يمطط كلماته :

– يا لها من حادثة عجيبة ...

وقال فيرى غاضبا وهو يمسح مرفقه المرضوض :

– اية مزحات سخيفة هذه ؟

كان كلاى قد عاد اليه رشده .

– وهل حدث شيء ما ؟

– وانت تسأل ايضا ...

– آه ، أنت سقطت ، واصبت برضوض ... لكن هذه احاسيسك فقط ...

وقال فيرى :

– دع عنك ...

ولكنه لم يتم قوله ، اذ انه التزم الصمت بعد ان نظر الى المكان الذى كان فيه المقعد .

– يا للشيطان ، ما هذا ...

– هذا ما تراه ...

لاحظ كلاى بارتياح واتلف المائدة .

اما فيرى فقد اطلق أنينا فحسب .

وقد راق ذلك لكلاى . فبعد المائدة اتلف كرسيا ، وثانيا ، ثم الخزانة الصغيرة ، وبعدها اعاد الكرسى الى الوجود مرة اخرى .

صرخ فيرى :

– قف ، هذا يكفينى .

وسأل كلاى :

– وماذا فى ذلك ؟

– انك عديم الخيال تماما ، هذا ما ارید قوله ... اتلفت وخلقت ، ثم خلقت واتلفت ... مثل الطفل . ان هذا يغدو مملا فى نهاية الامر .

قال كلاى :

– فى كل واحد منا يحيا طفل .

– ومع هذا كان بوسعك ابتكار شيء اكثر امتاعا .

ومضى كلاى يقول دون الاصغاء اليه :

– لقد كنت طوال حياتى احلم بعصا الساحر . ويبدو اننى قد حصلت عليها الآن ، الا اننى لسوء الحظ لا استطيع ابتكار اى شيء ... وفى طفولتى لم توجد لدى مثل هذه اللعب .

تمتم فيرى :

– البعض بحاجة الى لعب ، البعض الآخر الى ...

ولم يتوقف كلاى فقال :

– وماذا يقول منطقك العزيز ؟ لقد حدث ما يتناقض مع جميع القوانين ، اليس كذلك ؟ ولكن اذا ما كانت جميع القوانين معروفة فعلا ، كما يزعم البعض ، فلا بد من الاعتراف بانه يوجد « شيء ما » فوق القوانين : ماذا تقول ؟

قال فيرى عابسا :

– اقول ، انك على حق .

فدهش كلاى :

– ماذا ؟ هل انت جاد فعلا ؟

– ليس هذا وقت الضحك يا كلاى .

وقاطعه كلاى :

– هراء ، انه مجرد تناقض ظاهرى جديد لا غير .

– يا له من تناقض جميل ... كلاى ، يا صانع المعجزات ؟.. ربما ستكتب صيغة ؟ لا ، كفاية ! ساعود الى الارض واغدو مبشرا . وسأحلق الى الكواكب واتحدث عن المعجزات ... وسآخذك معى بصفتك من وسائل الايضاح .

وضع كلاى يديه على خاصرتيه وقال :

– وماذا ؟ انى لن اجلب لك الخزى . لكن ينبغى عليك تذكر الشيطان بدرجة أقل .

– لربما المسألة كلها تكمن فى الشيطان . فمن ابن لك ان تعرف ؟

فوافقه كلاى :

– انا لا أعرف . وكل ما اعرفه اننى افعل هذا بشكل لا بأس به .

– بالمناسبة ، كيف تفعل هذا ؟

– بكل بساطة – اسعى الى ان أتصور باوضح قدر الشيء الذى اريده . بشكل ملموس . وهذا كل ما فى الامر .

فجأة صاح فيرى :

– يا للشيطان ! انظر !

التفت كلاى . كانت الكرة ملقاة بجانب الجدار ، فى المكان الذى كان فيه السرير قبل لحظة . وقد انتفخت فصارت بحجم كرة القدم وبدأت تنبض بتوتر ، باعثة من داخلها وميضا من الضوء الاخضر الزمردى .

دنا كلاى من الكرة وانحنى عليها .

وسأل : – هل انت فعلت هذا ؟

وتحول اللون الزمردى فى لمح البصر الى اللون الياقوتى . وابتعدت الكرة عن الجدار وقفزت حوالى المتر ونصف ، وكادت تصيب كلاى ، وفى طرفة عين تعلقت فى النقطة العليا بشكل غير طبيعى ، ومن ثم هبطت الى الاسفل واصابها الاخضرار مجددا .

سأل كلاى بحيرة : كيف نفهم هذا ؟

وافترض فيرى : – لا بد وانها بمثابة تأكيد .

– لكن يمكن اعتباره ايضا بمثابة انكار .

قال كلاى وهو يواصل التطلع الى الكرة بتأمل :

– نـ .. نعم . بالمناسبة – قال هذا بحيوية – لدى فكرة !

اقترب كلاى من الكرة تماما .

– اذا كان « نعم » – وتلفظ بهذه الكلمة على انفراد – فليختفى ...

تطلع كلاى حواليه ، ولكن بفضل همته كانت الغرفة خالية تقريبا . وتوقفت نظراته هنيهة على فيرى . وومض فى عينى كلاى برق لعوب .

– كلا ، كلا ...

قال فيرى ذلك مرتعبا بجد .

وقال كلاى ببراءة :

– وماذا فى هذا ؟ ومن ثم ساعيد « خلقك » من جديد .

– تخلقنى . بالشكل الذى تتصورنى فيه . لكن سيكون غير فيرى ذاك ابدا . كلا ، اعفنى من هذا .

ووافق كلاى مشفقا :

– ليكن كذلك . اذن – والتفت الى الكرة مجددا – اذا كان « نعم » فلتظهر المائدة مرة اخرى .

وظهرت المائدة فى اللحظة نفسها .

قال كلاى :

– والان ، بقى علينا استيضاح ما تصوره « لا » ... وبعد ذلك سيمكن ممارسة اللعبة التى كنت أولع بها فى الطفولة وهى : ان تخزر متى سيجيبونك بـ « نعم » او « لا » فقط .

لاحظ فيرى :

– ليس من العسير جدا تبيان ذلك .

ثم عبر الغرفة ووقف الى جانب كلاى .

سأل وهو يتطلع الى الكرة :

– كيف سيرمز الى « لا » ؟

فى هذه المرة بقيت الكرة فى مكانها ، لكن اللون الزمردى تحول الى الاصفر .

فسأل فيرى وهو يرسم بيده نصف دائرة واسعة فى الهواء :

– ما معنى هذا ؟ أهو سحر ؟

وصار اللون الاصفر اكثر اصفرارا .

قال كلاى :

– هل ترى ؟ بينا جزمت بانه لا يوجد فى العالم اى شىء مجهول ... لقد كان اهل هذا الكوكب يعرفون اكثر منى ومنك .

ولوح فيرى بيده : – انتظر .

والتفت الى الكرة مجددا :

– أيعنى انه توجد قوانين للطبيعة لا تزال غير معروفة بالنسبة له ولى والعلم فى الارض ؟

احمرت الكرة بشدة .

– وكل ما جرى لتوه هنا كان يخضع الى هذه القوانين ؟

فاخذت الكرة تومض بلون ياقوتى .

ضحك كلاى وقال :

– وداعا ... ايها التبشير ! ينبغى عليك مرة اخرى ان تدير ظهرك لنفسك وممارسة سحق على الفيزياء الحديث .

عبس فيرى وقال :

– لا تتحذلق . الافضل ان تفكر فى كيفية حصولنا على هذه المعلومات ...

وسأل الكرة :

– هل بوسعنا الحصول على المعلومات اللازمة ؟

فاصاب الكرة الاصفرار .

galalgalal

ولاحظ كلاى :

– انك تطرح السؤال ، يا فيرى ، بصورة غير صحيحة .

– انت على حق ، يا كلاى ، فهذا ليس سؤالا بل على الارجح خيبة أمل .

– اما انا فاعتقد انني فهمت . فلقد برمجه بهذا الشكل اولئك الذين كانوا يعيشون هنا .

– شكرا على التوضيح – انني سادرك هذا بنفسي بشكل ما . لكن لماذا ؟ لماذا لم يرغبوا في اقتسام معارفهم مع احد ؟

– لربما لا يجوز اعطاء قوانين الطبيعة بصورة جاهزة ، ويجب على المرء ان يعاني من هذا نفسه .

قال فيرى :

– اذن لم كل هذه الرؤيا العجيبة ؟

– لا اعرف ... ربما من اجل القضاء على عادتنا في جعل كل شيء مطلقا . وعادتك ...

قال فيرى :

– ينبغي ان نأخذها معنا الى الارض . وهناك سنتبين الامر .

اصطبغت الكرة مجددا باللون الاصفر .

ولاحظ كلاى :

– انها لا تريد الذهاب الى الارض .

– ما معنى أنها لا تريد ؟ في نهاية المطاف انها ماكينة فحسب .

واصبح اللون الاصفر بشكل يعمي الابصار .

خطا فيرى باتجاه الكرة خطوة واحدة .

فارتعشعت الكرة مثل طير وقع في مصيدة .

صاح كلاى :

– احذر يا فيرى .

ومد فيرى يده :

– انني لا أفهم ...

في اللحظة نفسها انطفأ الضوء الاصفر . وتحركت الكرة من مكانها ،

وتدحرجت ما بين كلاى وفيرى ، واندفعت نحو الباب المغلق ، ومرت عبره بلا عقبة ، ثم اختفت .

تطلع كلاى وفيرى بحيرة الى احدهما الآخر ، ومن ثم الى الباب الذى بقى سليما .

تمتم فيرى :

– يا للشيطان ، صلب تيتانى بسمك عشرين سنتيمترا .

كان كلاى قد ثاب الى نفسه وقال متأملا :

– لو كنت مكانها لفعلت الشيء نفسه .

تنهد فيرى وقال :

– نـ ... نعم . وهكذا لم نعرف شيئا . – وابتسم لامر ما – حسنا ، ان الانقلاب في الفيزياء يتأجل .

فعارضه كلاى :

– لقد اخطأت ، اذ عرفنا ، وعرفنا الكثير .

– ماذا تقصد ؟

– لقد عرفنا بان هذا الانقلاب محتوم . وهذا بحد ذاته يتسم بأهمية ما .

بالطبع لا ينبغي اعتبار هذه القصة بمعنى انه يحتمل ان تجرى في الطبيعة اية أحداث وظواهر وحتى اكثرها غرابة ، واية عجائب ، وسيكون بوسع العلم في المستقبل ان يفسر حتى ما لا يمكن ان يحدث ابدا .

والمقصود بالامر هو شيء آخر . ان العالم المحيط بنا متنوع ولا يستنفد الى ما لانهاية . وفي اى مستوى من تطور العلم ستوجد فيه ظواهر لم يدرسها الانسان بعد ، ظواهر لا تتناقض بلا شك مع قوانين الطبيعة الموضوعية المرعية التي تم اكتشافها فعلا ام لم تكتشف بعد .

ان اى مستوى لمعارفنا هو نسبي . ولذلك فان سبيل البحث العلمي للعالم المحيط بنا هو درب بلا نهاية ، كما عبر عن هذا بدقة الاكاديمي غ . نان من اكاديمية علوم جمهورية استونيا السوفيتية .

والكون عبارة عن كنز من المعارف ! وقد جلبت دراسته الى الانسان فعلا الكثير من الاكتشافات الجديدة العجيبة وغير المتوقعة ولكن كلما اتسعت دائرة

معارفنا كبر خط التماس مع المجهول ، وكلما ازداد احتمال حدوث مفاجآت مذهلة تحمل لنا معرفة جديدة .

بيد ان هذه المعرفة لا تأتى بنفسها بل يحصل عليها الناس فى سياق عملية النشاط العلمى الشاق ، ذلك النشاط الذى يتجاوب مع المتطلبات العملية للحضارة الارضية ، والمهام الآنية للمجتمع البشرى . نحن لا ندرس العالم المحيط كيفما اتفق ، وبصورة عشوائية ، بل نبرز فى عملية البحث العلمى تلك الظواهر الواجب ادراكها لتحقيق اهدافنا العملية .

ولا يستبعد ان توجد فى الكون فعلا حضارات عالية التطور سبقتنا فى تطورها وحصلت على معارف أعمق عن العالم . الا اننا لا نستطيع ولا ينبغى ان نربط مستقبلنا بالآمال الخيالية فى تبادل المعلومات مع كائنات عاقلة اخرى فى الكون . ربما لاننا لا نستطيع ان نتفهم بعضنا البعض ، او لربما انه ليس هناك وجود لحضارات فى كواكب اخرى عموما ، وقد تغدو مثل هذه الآمال غير قابلة للتحقيق .

ان مستوى التطور الذى حققته الحضارة الارضية ، والنجاحات العظمى فى ادراك العالم ، وفى تطور التكنيك والتكنولوجيا ، لا تترك اية شكوك فى ان البشرية قادرة فى ظروف اجتماعية معينة على ان تحل بصورة مستقلة أعقد واصعب المهام ، وان تحلها بدون اية مساعدة من الخارج .

والاحداث الجارية فى علم الفلك فى النصف الثانى من القرن العشرين تقنعنا بهذا مرة اخرى . ان العقود الاخيرة من السنين لم تحمل الينا فقط الوسائل الجديدة لدراسة الظواهر السماوية ، ومنها المعدات الفضائية ، وحولت علم الفلك الى علم لكافة الموجات ، بل وغيرت بشكل ملموس جدا تصوراتنا عن فيزياء الكون وطابع العمليات الجارية فيه .

فى بداية القرن كان يجرى تصور الكون والاجرام السماوية الموجودة فيه فيما عدا استثناءات نادرة جدا بانها غير متغيرة ومستقرة تقريبا . وكان يعتقد بان الاجسام الفضائية تتطور بصورة بطيئة للغاية ، وانسيابية ، منتقلة رويدا رويدا من وضع مستقر ما الى وضع مستقر آخر .

الا ان القرن العشرين احدث تغييرات جذرية فى هذه التصورات . وقبل كل شىء تبين باننا نعيش فى كون متمدد غير مستقر . ثم اكتشفت الظواهر غير

المستقرة التى يرافقها انبعاث كميات هائلة من الطاقة ، وحدوث عمليات انفجارية شديدة . وبات واضحا انه ليس فقط يتغير الكون بمرور الزمن وان ماضيه لا يتطابق مع حاضره ومستقبله ، بل وانه تجرى فى كافة مستويات وجود المادة بكل معنى الكلمة عمليات غير مستقرة ، وتجرى تحويلات نوعية للمادة ، وتحدث قفزات نوعية عميقة .

وطبقا لذلك تغيرت ايضا المهمة الاساسية للفيزياء الفلكية الحديثة : اذ تحولت الى علم تطورى ، لا يدرس فقط الوضع الراهن للاجسام الفضائية ، بل وقوانين نشوئها وتطورها . وتتيح معرفة هذه القوانين التنبؤ بوضع الكواكب والنجوم والمجرات والاجسام الفضائية الاخرى فى المستقبل ، مما يتسم باهمية علمية ، وكذلك باهمية تطبيقية كبيرة .

حملت الاكتشافات الفلكية للقرن العشرين رؤية جديدة تماما للعالم الفلكى : وحلت محل الصورة الثابتة والمستقرة للكون صورة الكون المتطور ، وليس المتمدد فقط ، بل و « المتفجر » بكل معنى الكلمة الحرفى . وهذا الامر يعطى كافة المسوغات لاعتبار الاحداث الجارية فى علم الكون فى القرن الجارى ، وكذلك ما يرافقها من اعادة تركيب جذرى لمجموعة المعارف حول الكون ، بمثابة ثورة جديدة فى علم الفلك .

وغدت هذه الثورة جزءا مكونا ملموسا من الثورة العلمية – التكنيكية الجارية فى النصف الثانى من القرن ، والتى شملت كافة مجالات العلم الحديث تقريبا واستخداماتها التطبيقية .

فى الوقت الحاضر يمكن القول بان الثورة فى علم الفلك الجارية امام سمعنا وبصرنا تشارف على الانتهاء . بيد ان هذا لا يعنى البتة بانه لن تكون هناك اكتشافات هامة جدا فى علم الفلك . فانها ستتم حتما !

يستمر بسرعة تراكم المعطيات الجديدة حول الظواهر الفضائية سواء بنتيجة اعمال الرصد البصرى والراديو الفلكى الارضية ، ام بفضل الابحاث الجارية بواسطة الاجهزة الفضائية والمحطات المدارية . وتوجد بينها معطيات تفتح فعلا ، كما يبدو ، صفحات جديدة تماما لم نعرفها من قبل فى « سفر الكون » المتنوع الى ما لانهاية .

فمثلا ، اكتشفت فى الفضاء العالمى مجالات كبيرة جدا من حيث النطاق ،

تخلو كما يبدو من المجرات التى تؤلف الوحدات التركيبية الاساسية للكون . وبنتيجة الحسابات الخاصة التى اجريت على اساس معطيات اعمال الرصد الفلكى باستخدام الحاسبات الالكترونية تسنى اثبات ان المجرات الداخلة ضمن التجمعات الكبيرة – فوق التجمعات متوضعة بصورة اساسية على « جدران » ما يشبه « الخلايا » العملاقة ، التى تذكرنا بخلايا النحل . ويبلغ طول كل ضلع من هذه الخلايا قرابة ١٠٠ مليون سنة ضوئية . وتعرف فى الوقت الحاضر عدة « فراغات » كهذه ، ومنها ذات ابعاد هائلة جدا .

فمثلا ، اكتشف علماء الفلك مجالا خاليا من النجوم والمجرات يبلغ طول قطره زهاء ٣٠٠ مليون سنة ضوئية . ودرسوا توزيع الجزر النجمية على طول ثلاثة خطوط مستقيمة قريبة من بعضها البعض متجهة الى اعماق الكون . وبنتيجة هذا السبر تبين بان المجرات متوضعة بصورة كثيفة جدا فى اتجاهات مختارة لحد مسافة تعادل ٥٠٠ مليون سنة ضوئية وابتداء من مسافة قدرها حوالى ٨٠٠ مليون سنة ضوئية . الا انه فى الفراغ بين هذه المؤشرات لم يتسن كما يبدو رصد مجرة واحدة .

ولعرض التحديد النهائى لتوزيع المنظومات الفضائية فى فراغ الكون ينبغى القيام بعمل ضخم ، ومن ذلك فى مجال تحديد وضع عشرات آلاف المجرات البعيدة . لكن الآفاق مغرية جدا حيث ان المعطيات التى قد يتسنى الحصول عليها ستكون ذات اهمية كبيرة جدا لحل المشكلات الاساسية للفيزياء الفلكية الحديثة ، بضمن ذلك لاستيضاح مسألة نشوء المجرات .

بالمناسبة ، تتفق جيدا مع فكرة وجود « الفراغات » المذكورة فى الكون ، الفرضية حول نشوء المجرات التى يعكف على وضعها فى الوقت الحاضر الاكاديمى يا . زيلدوفيتش والعاملون معه .

ان دراسة التركيب الفراغى للكون ذات ارتباط وثيق بقياس المسافات الى الاجرام الفضائية البعيدة . وفى هذا المجال ايضا تتراءى امكانيات هامة . وقد نشأت بفضل تطور علم الفلك الرونتجنى . وتكمن المسألة فى ان من اهم مصادر اشعة رونتجن الفضائية هو الغاز الساخن المشحون ما بين المجرات ، والذى يملأ الفراغ بين المجرات فى تجمعات هذه المنظومات النجمية وتبدو تجمعات الغاز بين المجرات فى المجال (النطاق) الرونتجنى بشكل سدم طويلة ممتدة .

لقد اظهرت الدراسات بان الكترونات الغاز ما بين المجرات تتفاعل مع

الاشعة المعمرة . وفى هذا المجال تتوفر الامكانية عن طريق مقارنة معطيات الرصد فى المجالين (النطاقين) الرونتجنى والراديوى لتحديد الابعاد الزاوية وكذلك المطلقة للسدم الرونتجنية . واذا ما علمت الابعاد الزاوية والمطلقة لجسم بعيد ما فانه يمكن حساب المسافة اليه باستخدام طرق حساب المثلثات البسيطة .

وهكذا لا يستبعد الاحتمال فى ان تغدو سحب غاز ما بين المجرات المعايير المنشودة منذ امد بعيد لقياس الابعاد فى الفضاء .

وعموما فان التطور اللاحق للابحاث الفلكية من الاجهزة الفضائية سيفتح آفاقا مغرية جدا . ولقد ذكرنا آنفا الدور الهام بالنسبة لتطوير تصوراتنا حول تطور الكون الذى يلعبه تحديد قيمة الكثافة المتوسطة للمادة . ويمكن ان تسهم برصيد ملموس فى حل هذه المشكلة الابحاث ما وراء الجوية فى مجالات نطاقات الاشعة ما دون الحمراء والرونتجنية للموجات الكهرومغناطيسية .

لكن توجد من حيث المبدأ امكانية التحديد المباشر للكثافة المتوسطة للمادة ، بالاعتماد على مقدار مجال الجاذبية . فنحن نرى اى جسم فضائى منجذب ، كالمجرة مثلا ، بزاوية ما . ويتوقف مقدار هذه الزاوية على المسافة : فكلما كان الجسم الجارى رصده أبعد ، تكون هذه الزاوية أقل . واذا ما وجدت مادة فى الفراغ بين الراصد والجرم المرصود فطبقا لنظرية النسبية العامة يجب ان يحدث انحراف الاشعاعات الضوئية . ويمكن بالاعتماد على مقداره تقدير كمية المادة فى الفراغ بين الراصد والجرم المرصود . لكن لغرض حساب الكثافة المتوسطة انطلاقا من هذه المعطيات يجب ان نجيد ايضا قياس المسافة بدقة الى المجرات البعيدة . ولقد تحدثنا لتوه عن احدى الامكانيات لحل هذه المشكلة . الا انه ثمة سبيل آخر وهو قياس المسافات بواسطة التلسكوبات الراديوية التى تطلق الى المدارات الفضائية وتوزع فى اماكن بعيدة عن بعضها البعض . وبعد تجربة وضع التلسكوب الراديوى ك ر ت – ١٠ على المحطة المدارية السوفيتية « ساليوت – ٦ » صارت الامكانية التكنيكية لاجراء مثل هذه الابحاث شيئا واقعيا تماما .

يجرى بسرعة تراكم المواد الجديدة من اعمال الرصد الفلكى ، والحقائق الجديدة . ويتولد انطباع بان هذا التراكم الكمى ينبغى ان يولد بعد وقت قريب جدا قفزة نوعية جديدة فى معارفنا عن الكون ، وفى ادراك فيزياء العمليات الفضائية . ولربما ، لن ننتظر حدوث ذلك طويلا .

المحويات

ص

كلمة المؤلف ٥

الباب الأول . الطيافة وعلم الفلك ٧

كل شيء يبدأ ... من الصفر ١١
« الصناديق السوداء » في الفضاء ١٧
لا تصدق عينيك ١٩
بالمكيون يتعلمون أيضا ٢٦
« قصة بوليسية فضائية » (من أدب الخيال العلمي) ٢٨
حلاقا للعقل السليم ؟ ٤٢
من نظرية الى نظرية ٤٦

الباب الثاني . عائلة الشمس ٤٩

الأرض والبديل ٤٩
عوفا حماء مرصعة بالنجوم ٥١
معلومات جديدة حول نيزك تونغوس ٥٧
الملاحة الفضائية تخير علم الفلك ٦٣
مصير فرضية ٦٥
فوهات في كل مكان ٧٠
حلقات الكواكب الصلاقة ٧٩
تراكتور المنظومة الشمسية ٨١
القمر والجسيمات الآتية ٨٧
توابع حقيقية بالنسبة للعالم ٩٢
أهو جرم جديد في المنظومة الشمسية ؟ ٩٤
هل توجد حركة بقوة العطالة ؟ ٩٧
المفارقات المدارية ١٠٠
« قرار غير نهائي » (قصة علمية خيالية) ١٠٣
الجاذبية ... حماد الجاذبية ١١٥

ص

« مصادفة غريبة » ١١٨
هل تهددنا كارثة ؟ ١٢٠
الشمس والبوتونيو ١٢٣

الباب الثالث . في اعماق الكون ١٢٦

الكون ١٢٦
في المجرات الخارجية المتصدعة ١٢٨
اشعاع من الماضي ١٣٤
هل نحن في المركز ؟ ١٣٩
الكون في اشعة – جاما ١٤٠
الانفجارات الكونية ١٤٤
الثقوب السوداء في الكون ١٥٠
الصوت الباقي في الكون ١٥٣
الكون والبوتونيو ١٥٦
« الفراغ » غير الفارغ ١٦٣
هل ان الكون موجه الخواص ؟ ١٦٩
البحث عن كائنات عاقلة في الكون ١٧١
اللغوب (قصة علمية خيالية) ١٧٥

الباب الرابع . ماذا كان سيحدث لو ؟ ١٩٤

حتمية وجود عالم أكثر غرابة ١٩٤
فرط التحميل وانعدام الوزن ١٩٧
هل يمكن القضاء على النيل ؟ ٢٠٣
بشر بلا نجوم ٢٠٥
لو لم يكن هناك قمر ٢١٢
لو كان هذا ممكنا ٢١٥
اسرع من الضوء ؟ ٢١٨
ماذا لو كانت اربعة ؟ ٢٢٠
في الكون المضطرب ٢٢٨
« لو عرفنا مسبقا ... » (قصة علمية خيالية) ٢٣١
دوران العوالم ؟ ٢٤٥
الى اين يجري بنا الزمن ؟ ٢٤٨
الدائرة (قصة علمية خيالية) ٢٥٠

بدلا من الخاتمة . « الانقلاب يتأجل » (قصة علمية خيالية) ٢٦٧

На арабском языке

© Издательство «Наука», 1983, с изменениями

© حقوق الترجمة الى اللغة العربية محفوظة لدار « مير »

١٩٨٥

كلمة المؤلف

ان علم الفلك ليس شيقا فحسب ، بل ومترع بالعبر الى اقصى حد . وكان من اوائل العلوم التي نشأت في فجر البشرية ، وبقي الى الابد في الخط الطليعي لحبة ادراك الطبيعة .

يتطور علم الفلك الحديث تطورا عاصفا جدا . وبفضل ظهور وسائل البحث الجديدة من الراديوتلسكوبات وحتى مختلف اصناف الاجهزة الفضائية ازداد سيل المعلومات الواردة من الفضاء بحدة وصارت الاكتشافات في مجال دراسة الكون تترى الواحد تلو الآخر بكل معنى الكلمة .

وتتسم هذه الاكتشافات باهمية خاصة لان علم الفلك يعطينا المعارف الاساسية عن الطبيعة اي يكشف اعمق القوانين العامة لتركيب وحركة المادة .

بيد ان علم الفلك لا يسلحنا فقط بالتصورات الحديثة عن صورة العالم ، بل ويعتبر من اسطع الامثلة عن الطابع الديالكتيكي لعملية ادراك الطبيعة المحيطة بنا ، والحركة من الحقائق النسبية الى المطلقة .

ومهمة هذا الكتاب لا تكمن فقط في اطلاع القارئ على عدد من الحقائق الفلكية الشيقة ، بل وفي تعريفه على ديالكتيك تطور الفكر العلمي ، واقناعه بان العصر الراهن يتطلب فكرا ديناميكيا ابداعيا ، خاليا من الاحكام المسبقة ، ويتطلب افكارا اصيلة جديدة .

الا ان كل ما هو جديد في العلم ، مهما بدا اصيلا مبتكرا ، يتنامى دائما في نهاية المطاف على كل حال على اساس المعرفة السابقة . كما توجد سمة مشتركة ما في طرائق حل مختلف المسائل العلمية ، بالرغم من ان اية مسألة علمية لا تتكرر بحد ذاتها .

عندما تكون نقطة لاغرانج المناظرة فى مجال من قبة السماء يقابل الشمس ، وفى الوقت نفسه فى مكان بعيد جدا من المجال المضيء من درب التبان . ولا بد من ان نضيف الى هذا كله ان يكون الليل بدون القمر ...

ان مثل هذه التوافقات الملائمة نادرة الوجود فى الطبيعة للغاية . وقد التقط العلماء الفلكيون خلال سنوات عديدة صورا فوتوغرافية لنقاط لاغرانج ، ولكن لم يتم اكتشاف اية آثار لجسم صلب . ومنذ عدة سنوات فقط تسنى أخيرا تصوير « التوابع » الخفية لكوكبنا . وقد تبين بانها كبيرة جدا : حيث يعادل قطر كل واحد منها قطر الارض .

علما بان كتلة هذه السحب العابرة تعتبر قياسا الى المعايير الفضائية قليلة جدا اذ انها تبلغ ٢٠ الف طن تقريبا لا غير . كما ان كثافتها ضئيلة – بمعدل ذرة غبار واحدة فى الكيلومتر المكعب . وليس من العجب ان يغدو اكتشافها عسيرا للغاية .

ومع هذا ، ينبغى ان نراعى ، كما يبدو ، سحب المادة الفضائية الموجودة بالقرب من « نقاط التوازن » مراعاة جدية لدى اختيار مسارات حركة السفن الفضائية .

من جانب آخر فمما يبعث على الاغراء جدا اقامة محطات مدارية فضائية فى نقاط لاغرانج . اذ ان موقعها فى الفضاء لا يحتاج الى تصحيح تقريبا خلال فترة طويلة . وعندئذ تبرز فى اغلب الظن ضرورة التخلص بشكل ما من المواد المتراكمة فى هذه المناطق . فقد تغدو خطرة بالنسبة الى بناء المحطات كما وقد تعرقل اعمال الرصد العلمى .

أهو جرم جديد فى المنظومة الشمسية ؟

من المعروف ان كل كوكب فى المنظومة الشمسية لا يتعرض لجاذبية الشمس فقط ، بل وجاذبية الكواكب الاخرى التى تدور حول النجم المضيء . وبفضل ذلك يلاحظ ما يسمى بالاضطرابات وهى انحرافات صغيرة ، فى مدارات الكواكب عن المدارات التى كانت ستتحرك فيها ، لو وجدت بصورة منفردة ،

وبما ان الاوضاع المتبادلة للكواكب تتغير باستمرار ، فان صورة اضطرابات حركات الكواكب معقدة جدا ولا يمكن عموما حسابها بدقة . الا انه لدى بعض التخمينات المبسطة يمكن تعداد الاضطرابات على اقل تقدير من جانب أقرب الكواكب . كما يمكن حل المسألة المعاكسة ، اى يمكن تحديد كتلة ووضع الجرم المضطرب فى الفضاء من رصد اضطرابات مدار هذا الكوكب او ذاك .

وبهذه الطريقة بالذات تم فى حينه اكتشاف الكوكب السابع فى المنظومة الشمسية هو نبتون . وفى نهاية النصف الاول للقرن التاسع عشر اكتشفت فى حركة الكوكب السادس اورانوس انحرافات لم يكن بالمستطاع تفسيرها البتة بانها ناجمة عن جاذبية الكواكب المعروفة التى تدور حول الشمس . ولم تكن هناك مندوحة من الافتراض بانه يؤثر على اورانوس كوكب يرد وراءه « لا يزال مجهولا » وانطلاقا من ذلك حسب العالم الفرنسى ليفريه والعالم الانجليزى ادامز مكان وزمان تواجد الكوكب المجهول . وباتباع هذه التعليمات اكتشف العالم الفلكى الالمانى هالى فعلا كوكبا جديدا اطلقت عليه تسمية نبتون . وفى بداية القرن الحالى حسب العالم الفلكى الامريكى لوفيل اعتمادا على اضطرابات مدار نبتون الطريق الفضائى للكوكب السيار التاسع افلوطن ، الذى تم اكتشافه فى عام ١٩٣٠ .

بيد ان الاضطرابات التى يسببها افلوطن لا يمكن ان تفسر جميع تلك الاضطرابات التى تلاحظ فى حركة نبتون . كما سجلت اضطرابات « غير مقررة » عند مدار افلوطن نفسه . وقد دعا هذا الى الافتراض بانه يوجد وراء مدار الكوكب التاسع فى المنظومة الشمسية جرم آخر مجهول . ومع ذلك لم يتسن خلال فترة طويلة ايجاده او الحصول على اية معلومات اكثر دقة عنه . الا انه فى الآونة الاخيرة كشفت اعمال الرصد لمسارات حركة الجهازين الفضائيين الامريكيين « بايونير » و « فوياجير » وجود انحرافات شديدة جدا عن المدارات المقررة . واظهرت الحسابات اللاحقة بان هذه الانحرافات يمكن تفسيرها بدرجة كبيرة من الاحتمال بانها ناجمة عن تأثير جسم مجهول يقع وراء مدار افلوطن ، وتتجاوز كتلته كتلة الارض ولربما يعادل كتلة الشمس . وطبقا للمعطيات الاولية فان هذا الجسم يقع على مسافة عدة مئات المليارات وحتى التريليون كيلومتر عن الشمس . وهذا يزيد بعشرات المرات بعد الارض عن الشمس .