

الحقيقة والخيال

الترتيب

٨١٥٨

تأليف
إسحق أسيموف

ترجمة

المذكور جابر عبد الحميد جابر

المذكور محمد جمال الدين الفندي



دار المعارف بمصر

١٩٦٥

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر

القاهرة - نيويورك

مايو سنة ١٩٦٥

المشركون في هذا الكتاب

المؤلف :

إسحق آسيموف :

ولد إسحق آسيموف في روسيا سنة ١٩٢٠. وحصل على الجنسية الأمريكية سنة ١٩٢٨. وهو أحد علماء الكيمياء الحيوية ومن أشهر كتابات التخصص العلمي في أمريكا.

وقد حصل آسيموف على درجات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه في العلوم من جامعة كولومبيا بمدينة نيويورك. وعمل كيميائياً في البحرية الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية حيث قام بتجارب كثيرة. ومنذ سنة ١٩٤٩ وآسيموف عضو في هيئة التدريس بمدرسة الطب بجامعة بوسطن.

المترجمان :

الدكتور محمد جمال الدين الفللى (وقد قام بترجمة الأجزاء الثلاثة الأولى وملق عليها) .
أستاذ الطبعة الحجرية بكلية العلوم بجامعة القاهرة . حصل على بكالوريوس الفيزياء مع مرتبة الشرف الأولى من جامعة القاهرة . وعمل دبلوم معهد الأحياء البحرية من لندن سنة ١٩٣٨ . كما حصل على

هذه الترجمة مرعياً بها . وقد كانت مؤسسة فرانكفيلد للطباعة والنشر بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق

This is an authorized translation of FACT AND FANCY by Isaac Asimov
Copyright © 1968 by Isaac Asimov, Copyright © 1958 by Street & Smith
Publications, Inc., Copyright © 1958, 1959, 1960, 1961 by Mercury Press, Inc.,
Published by Doubleday & Company, Inc., New York.

درجة الدكتوراه في فلسفة العلوم سنة ١٩٤٦ . نال جائزة الدولة في العلوم سنتي ١٩٤٧ ، ١٩٥٠ . له أكثر من ٢١ بحثاً ومؤلفاً بالإنجليزية وله مؤلفات عديدة بالعربية في موضوع العلوم المبسطة منها « الصعود إلى المريخ » و « الغبار الذري » و « قوى الطبيعة في خدمتك » و « طبيعيات الجو وظواهره » و « قصة الكون » و « التنبؤ بفيضانات النيل » .

ترجم كتاب « سكان السموات » وكتاب « رواد الصواريخ » وكتاب « قصة الفيزياء » واشترك في ترجمة كتاب « حصاد الفكر » وهي من الكتب التي نشرتها مؤسسة فرانكلين .

الدكتور جابر عبد الحميد جابر (وقد قام بترجمة الجزء الرابع)

مدرس بكلية التربية جامعة عين شمس

درس في كلية الآداب بجامعة الإسكندرية وتخرج فيها عام ١٩٥١ ، ودرس بمعهد التربية ثم بجامعة شيكاغو من عام ١٩٥٧ إلى ١٩٦١ حتى حصل على دكتوراه الفلسفة في علم النفس التربوي .

اشتغل مدرساً بالمدارس الثانوية بالقاهرة ثم بكلية المعلمين .

اشترك في ترجمة العديد من الكتب منها : نمو الشخصية لجوردون إليوت ، والتشخيص والعلاج في تدريس الحساب .

له مؤلفات : من بينها النمو النفسي والتكيف الاجتماعي وكتاب « علم النفس التعليمي والصحة النفسية » .

مصمم الغلاف : أحمد محمد منيب

محتويات الكتاب

الصفحة	
٩	مقدمة المؤلف
١٣	الجزء الأول : الأرض وما بعدها
١٥	١ - عنق زجاجة الحياة
٣٤	٢ - أليس ثمة عصور جليدية ؟
٥٩	٣ - الهواء الرقيق
٨٠	٤ - اللحاق بنيوتن
١٠٣	٥ - حول الإمساك والمروب
١٢٣	الجزء الثاني : المجموعة الشمسية
١٢٥	٦ - جبال كاتسكايز في السماء
١٤٥	٧ - ما بعد بلوتو
١٦٥	٨ - سلم الصعود إلى النجوم
١٨٤	٩ - كوكب الشمس المزدوجة
٢٠٣	الجزء الثالث : الكون
٢٠٥	١٠ - السماء على الأرض
٢٢٤	١١ - كوكبنا الوحيد
٢٤٦	١٢ - المقاييس المتغير للبعد

١٣ - منظر لوطي ٢٦٥

١٤ - هنا يحيى ٢٨٢

الجزء الرابع : العقل الإنساني ٣٠١

١٥ - تلك الأفكار الجنونية ٣٠٣

١٦ - الشك الراسخ ٣٢٢

١٧ - معركة العقول الغربية ٣٤١

مقدمة المؤلف

الخطائق الرثية المسماة "أم الخيال ومصدره" وما أكثر الأكاذيب التي
 قيلت لصنع قصة جيدة . لا لزعة في نجس عقاب . أو ميل إلى
 إحراز ثقة لا تستحق . أو جرى وراء تحقيق غاية . والقصة التي تتكرر
 كثيراً ويغير حد تدو وتزايد لما يتجمع حيفا من تفاصيل زائفة . فيصبح
 الصيد الذي تكاد المره يقتنصه أكثر خطراً وأهمية . وتسمى معارضة
 الرئيس ونقص حججه أشد مرارة . ويزداد الفزع حدة . ويتساقط المهرب .
 محطوط ذلك الإنسان الذي تتيج له مهنته أن يكذب في حرية وأن
 يسمى أكاذيبه قصة . وإذا أجاد الكذب وهور في استصراخ الإنمالة .
 والكشف عن حباياها الصدا فقد يحقق الحلو ويحظى بامتنان البشرية
 الأبدى . بدلاً من أن يلقي التهم والازدراء الذي يشتم بهاد الصبر .
 وهو الخزي الذي نألفه لمن يكذب .

وعلى العكس من ذلك ما أتمس حظ ذلك الإنسان الذي يعد نفسه
 يكذب في ميدان مكرم للحقيقة بدرجة كبيرة . ومع ما تنسم به الحقيقة
 من رثاء وإملاإ إلا أن أقل الخراف عنها في لحظة من لحظات الإهمال .
 يعرضه لنظرات مزعجة .

إلى أي ميدان يمكن أن أوسيه جديتي . سوى ميدان العلم : فالعلم

هو رسول الحقيقة كما نراها الآن ولكنه مبعوث جامد يارد . وهو ينادى :
الحقائق أيها السادة ، ولا شيء غير الحقائق ؛ لأن العيون المدققة تراقبنا
عن كذب وبعثانية .

وأنا أدعوكم إذن لتشهدوا ما أجده من صعوبة شديدة حادة في
كتابة العلم ، وقد بدأت مهنتي في الكناية ، بوضع القصص الخيالية ،
فكتبت خلال عشرين عاماً ما يزيد على مائة قصيرة ، يضاف إليها
اثنتا عشرة رواية أو تزيد . ولقد نمت غريزة التزيين لدى نمواً كبيراً إلى
درجة يمكن أن أسميها تضخماً بحيث إنها ترتعد متوجعة عند لقاء أول
طريق طويل مضمّن ينذر بمنهج يقوم على الحقيقة المسلة الرتيبة .

وينبغي أن تكون هناك أرض وسط بين الحقائق الكاملة بما لها من
أقدام راسخة ، وصلابة ، والكذب التام ذي الألوان القزحية والشفافية
والرقة التي تمكنه من الانفلات ليضي في طريقه عبر الأثير .

لقد قيل لي إن العلم ساحر كثير المخاطرة ، وإنه يحمل علامة مضيئة
مشتعلة لجميع الرواد العظماء وإن العقل الإنساني يواجه بحر الجهول المظلم
ويلجئه اللاتهاية التي تمد عليه منافذ الحرب وتحدق به . وأنا أعرف ذلك
حق المعرفة .

وليس هناك متعة في كتابة العلم بالنسبة إلى . إذا لم أستطع أن
أبدل جهداً لا صليداً الضباب والألوان القزحية الجلبابة التي تنتمي
إلى الحقائق المخطوفة من عماء الجهل ، أكثر من انتمائها إلى أكاذيب
واهية .

ولا أستطيع أن أفكر في كلمة أفضل تعبر عن ضباب الحقيقة من
كلمة الخيال .

إن ما يفصل القمر عن الأرض وعن الشمس من مسافات ، وأحجام
هذه الأجسام الثلاثة وحركاتها حقائق . غير أن استنباط منظر احتجاب
الشمس بالأرض أو كسوفها كما يرى من القمر لا يعتبر كذباً ،
ولو أن هذا المنظر لم تقع عليه عين إنسان بعد . وكون هذه حقيقة أساسية
خافية ، لم يكشفها أحد بعد بنائها ، يجعلها أكثر سحراً وجاذبية عن
أي كذبة . وهي محض خيال .

والجموعة الشمسية مكونة من تسعة كواكب سيارة أساسية معروفة ،
وهذه حقيقة . وقد يكشف كوكب عاشر فضلاً عما نعرف منها الآن ،
وإذا حدث هذا ، فإن من الممكن استنباط حقائق معينة على أساس
ما نعرف من قبل عن النظام الشمسي . وهذا خيال .

ومن الممكن أن يكون هناك كواكب سيارة ، تلجئة تحيط بالشمس
بعيداً في الفضاء ، بحيث يتقلص النظام الشمسي الذي نعرفه اليوم إزاءها
ويتضائل ويصبح مجرد نقطة إذا قورن بما يحيط به . وربما يبرز هذا إلى
الوجود بمعدل بالغ البطء ، وأن يخفى بنفس البطء أيضاً ، ولقد رأى
الإنسان النجوم البعيدة تنفجر ويزداد لمعانها وبريقها ازدياداً هائلاً ،
ولكنه لم ير كوكباً مجاوراً له يفعل هذا . ويزداد في لمعانه وضوئه بحيث
يتنافس شمساً لفترة تستمر عدة أسابيع . فربما ذلك تتحقق عن طريق
الخيال الذي يتسع لأعاجيب أخرى لا نهائية . وفن الكذب لا يمكن

أن يمس شيئاً عظيماً كهذا .

وهكذا أخرج من مأزق . لأن صفحات مجلة الخيال والعلم الخيالي Magazine of Fantasy and Science Fiction ترحب بكتاباتي وتسمح لخيال لما . وذلك تحت إشراف رئيس تحريرها الصديقة « روبرت ميلز » ودون أن تعرض عليها قيوداً أو رقابة . (فاعمل على مباحة الخفايا قلوا استطاعني بحيث تناسب أجنحة الخيال الرقيقة الخفيفة ثم أطلقها لتطير .)

وقد نشرت المجموعة التالية من المقالات في صفحات هذه المجلة باستثناء مقال واحد . ويسرني أن أجد القراء في قراءتها يعفون ما وجدته من متعة في كتابتها .

الجزء الأول

الأرض وما بعدها

١ - عنق زجاجة الحياة

الأشجار . أو أهل السوء والضرر . هم حيث نجدهم . ولقد عثر
الخيال على أفراد ضخم منهم دون شك . وتدخل ضمن هذه القائمة
الشموس المتفجرة والغزاة من أهل المريخ . ولقد وقعت الحياة الواقعية
في السنين الأخيرة على فئة من الأشجار بالفعل كانت تبدو أكثر الأشياء
قرباً من الخيال والوهم منذ فترة وجيزة من الزمان . ومثل ذلك القنابل
النووية والفاطهتان القطبيتان الأخطرتان في الدويان .

ولكن هناك دائماً بعض الإضافات التي تحدث كلما نظرنا على
أبعاد أو آفاق كافية على غرار شبكة المجازي . وكاسحة الفضلات
الحديثة التي تحت تصرفنا .

والآن دعني أشرح لك ذلك .

لنبدأ قبل كل شيء ، باعيط ، مهد جميع الكائنات الحية ومنبتها
الأصل . فلقد نشأت الحياة من مادة مثل بفضة بلايين مقت من
السنين . واستخدمت في سبيل ذلك جميع أنواع الدورات المختلفة التي
حوارها المحيط . ورغم أنه كان عليها إلى حد ما أن تعتمد إلى تغيير النسب
وتبديلها .

فتلا يتكون معظم المحيط من الماء ، وهذا هو الحال كذلك مع

أنسجة الكائنات الحية . وتبلغ نسبة المياه في المحيط ٩٧ في المائة من حيث الوزن . بينما هي تبلغ في الكائنات الحية البحرية نحواً من ٨٠ في المائة على وجه العموم .

وهما يمكن من شيء فإن هذه المقارنة ليست سليمة تماماً ، فإن الجزء من الماء إنما يتكون من ذرتين من الأيدروجين مع ذرة أوكسجين واحدة . وفي المحيط لا توجد مادة غير الماء فحسب يمكن أن نتحدث عنها من حيث احتوائها على هاتين الذرتين بالذات . أما في المادة الحية على أية حال فإن كلا من الأيدروجين والأوكسجين يوجدان في كثير من الجزيئات التي تكون هذه المادة إلى جانب الماء . ولكن المصدر الأصلي لهذا الأيدروجين والأوكسجين هو الماء أيضاً . وعلى ذلك فإن علينا أن ندخل في الحساب هذا الأيدروجين والأوكسجين الذي لا يكون الماء في الأحياء .

ولكى نحصل على منظر شامل أقرب إلى الصواب . دعنا نحسب النسبة من حيث الوزن لكل نوع من أنواع الذرات التي تدخل في تكوين الأجسام والبحار معاً ، فإن في مقدورنا أن نتجز هذا الحساب بالنسبة للمحيط . وكذلك بالنسبة إلى الحشرات ذوات الأقدام العجاف (كوبيبود) التي تكون قشرة رقيقة من قاع المحيط ، والتي هي من أكثر الأنواع شيوعاً من بين كائنات المحيط الزراع بالحياة . وبين الجدول رقم (١) نتيجة هذا الحساب .

جدول رقم (١)

معامل التركيز	النسبة المئوية للكوبيبود	النسبة المئوية لمكونات المحيط	
٠,٩٣	٧٩,٩٩	٨٥,٨٩	أوكسجين
٠,٩٤	١٠,٢١	١٠,٨٢	أيدروجين
٣,٣٥	٩,٨٠	٣,٢٩	كل ما هو غير ذلك

فلما يوجد كل من الأوكسجين والأيدروجين بنسب متوبة أقل داخل الأنسجة عنها في المحيط ، ولهذا السبب نجد أن معامل التركيز لكل منهما أقل من الواحد الصحيح ، على النحو الموضح في الجدول . ولكي نحول ١٠٠ رطل من ماء المحيط (يحتوي على ٩٦,٧١ رطلاً من الأوكسجين والأيدروجين) إلى ١٠٠ رطل من الكوبيبود^(١) — (الذي يحتوي على ٩٢,٢٠ رطلاً من الأيدروجين والأوكسجين) علينا أن نتخلص من ٦٥١ رطلاً من الأيدروجين والأوكسجين معاً .

وعندما يكون معامل التركيز لأية مادة أقل من الواحد الصحيح فإن هذا إنما يعني أن تلك المادة بالذات لا يمكن أن تكون حدةً نهائياً لتكاثر الكائنات الحية ، ولو من حيث الوضع على الأقل . وسنكون مشكلة الحياة نتخلص منها دائماً ، بدلاً من جمعها .

(١) الكوبيبود Copepod هي مجموعة من المواد القشرية الصغيرة التي تعيش في البحار والمياه العذبة (ويتر) ص ٣٢٥ .

ومن حيث « كل ما عدا ذلك من المواد » نجد أن الوضع ينعكس .
فهنا نحوي ١٠٠ رطل من الكوباليد على ٩٨٠ أرطال من « كل ما عدا ذلك » - بينما ١٠٠ رطل من ماء المحيط - الذي يتكون منه الكوباليد -
يحتوي على ٣٢٩ أرطال فقط . وعلى ذلك فإن علينا أن نستهلك من ماء المحيط ٣٣٥ رطلا لتتضمن ٩٨٠ أرطال من « كل ما عدا ذلك » .

وعندما يكون معامل التركيز أكبر من الواحد الصحيح نجد تأثير احتمال وجود عتق زجاجة . ومن وجهة النظر الكيميائية : كان يمكن للحياة أن تتضاعف في المحيط حتى يتم تحويله بأجمعه إلى أسجة حية . ولكن ما هو السر الذي يوقف عمليات تضاعف الحياة اللانهائية وغير المحدودة ؟ حسناً . لنفترض أننا بدأنا بمقدار ٣٣٥ رطلا من ماء المحيط . في اللحظة التي يتم عندها تكاثر الكوباليد إلى وزن كلي قدره ١٠٠ من الأوتال تكون قد استوعبت جميع « كل ما عدا ذلك » وأضافت إلى أجسامها بالذات . ويبقى بعد ذلك ٢٣٥ رطلا من ماء المحيط . إلا أنه ما نرى ولا سبيل إلى تحويله إلى كوباليد .

وكلمة عظمت قيمة معامل التركيز كان الوصول إلى تلك النهاية أسرع وصغرت قيمة الجزء من الوسط الكلي التي يمكن أن تتحول إلى خلايا حية .

وبطبيعة الحال . لقد تحدثت عن قصد إلى تبسيط الأمر عند الابتداء حتى تتضح النقطة . أما في الواقع فإن « كل ما عدا ذلك » إنما هو كتل (أو تراكيب) من نحو عشرة عناصر مثلاً . كل عنصر منها ضروري

للحياة . ولا سبيل إلى الاستغناء عن أحدها .

ويوجد كل عنصر من العناصر الضرورية بكميات مختلفة في المحيط كما أن كلاً منها يوجد بقدر مختلف في الأنسجة الحية . وعلى ذلك فإن لكل منها معامل تركيزه الخاص . وبمجرد أن يتم استهلاك أحد هذه العناصر استهلاكاً كاملاً يتوقف احتمال استمرار تضاعف الحياة بوجه عام . وتلك مرحلة يمكن فيها لنوع من أنواع الحياة أن ينمو وينتشر على حساب نوع آخر . ولكن لا سبيل إلى ازدياد القدر الكلي (للموتو لازم) أو المادة الحية .

والعنصر الأساسي الذي له أكبر معامل تركيز هو الذي استنفد أولاً . وهو على ذلك عتق زجاجة الحياة .

ولنعمد إذاً إلى عمل مقارنة أكثر تفصيلاً بين المحيط والكوباليد ، مع حذف الأندروجين والأوكسينجين . ودراسة « كل ما هو عدا ذلك من المواد » . وعلينا الجدول رقم (٢) هذه المقارنة .

وفي مقدورك أن ترى أن معاملات التركيز تتغير فعلاً بدرجات كبيرة جداً من عنصر إلى آخر . وهناك أربعة عناصر فقط لها معاملات تمثل النهايات العظمى يحد أي فوق الألف . ومن بين هذه العناصر الأربعة لا تمثل القيم المعطاة لكل من الكربون والنيتروجين لهاياتهما العظمى على حقيقتها . وذلك على أية حال . بسبب أن المحيط ليس هو المصدر الوحيد لهذه العناصر . فهناك مثلاً بعض ثنائي أوكسيد الكربون في الهواء . وهو نأكله في تناول الحياة في المحيط (ومغادر ثنائي أوكسيد الكربون الذي

جدول رقم (٢)

العنصر	النسبة المئوية لمكونات المحيط	النسبة المئوية لمكونات الكويبيد	معامل التركيز
الكربون	٠.٠٣١	٦.١١	٢٠٠٠
الأزوت	٠.٠٠٠٨	١.٥٢	١٩٠٠٠
الكلور	٢.٠٤	١.٠٥	٠.٥٢
الصوديوم	١.٠٩	٠.٥٤	٠.٥٠
البروم	٠.٠٤٢	٠.٢٩	٦.٩
الكبريت	٠.٠٩٧	٠.١٤	١.٤
الفسفور	٠.٠٠٠١١	٠.١٣	١٣٠٠٠
الكالسيوم	٠.٠٠٢٤	٠.٠٤	١٦.٥
المغنسيوم	٠.١٣	٠.٠٣	٠.٢٣
الحديد	٠.٠٠٠٠٢	٠.٠٠٠٧	٣٥٠٠
السليكون	٠.٠٠٠٤	٠.٠٠٠٧	١٧.٠
البروم	٠.٠٠٠٧٢	٠.٠٠٠٩	٠.١٢
اليود	٠.٠٠٠٠٠٥	٠.٠٠٠٠٢	٤٠.٠

في الجو آخذة في الزيادة هذه الأيام كلما أحرقتنا الفحم والبتون .

وهناك أيضاً كمية ضخمة من الأزوت في الهواء الجوي - تفوق ما في المحيط - وهي في متناول يد الحياة في البحار كذلك ، ولو بطريقة غير مباشرة على الأقل عن طريق البكتيريا التي تعمل على تثبيت الأزوت بأن

تحول هذا الغاز الذي لا تتدخله صور الحياة المتقدمة إلى (نترات) يمكن استخدامها .

ولقد الأسباب لا سبيل قط إلى اعتبار أى من الكربون أو الأزوت كعق زجاجة بإزاء التكوين الإضافي لكل المادة الحية (البروتوبلازم) ، إذ لا يوجد من كليهما إلا مقدار معين ، إلا أنه قبل أن نحس أو نشعر المادة بحاجة إلى الكربون أو الأزوت نجد هناك نقصاً مبرحاً في أى من الحديد أو الفسفور .

وهنا نجد الفسفور أكثر حرجاً من الحديد بأربعة أضعاف . وما الكويبيد بطبيعة الحال إلا نوع واحد من أنواع الحياة ، إلا أن هذا النظام يتبع بصفة عامة . والفسفور أعلى معاملات التركيز فهو أول عنصر يستنفد ، وتستطيع الحياة أن تتكاثر حتى ينفد كل الفسفور ويستهلك ، وعند ذلك يوجد موقف لا يرحم ولا يلين ، بل ولا سبيل إلى درته ومنعه .

وحتى هذا القدر لا يمكن أن يتم إلا تحت ظروف الطاقة الملائمة ، إذ عليه أن يأخذ من الطاقة ما يلزم لتركيز فسفور وحديد المحيطات إلى المستويات اللازمة للأنسجة الحية . ولكن ، لكي يتجز ذلك عليه أن يستنفد من الطاقة ما يلزم لإطرد القدر الكاف من الكلور والصوديوم والمغنسيوم والبروم ليخفص درجات تركيزها إلى المستويات التي تحصلها الأنسجة الحية . وعليها كذلك ، أن تأخذ من الطاقة ما يفي لتحويل المركبات البسيطة ذات الطاقات المنخفضة الموجودة

في المحيط (حتى بعد مرحلة الوصول إلى درجات التركيز الملائمة) إلى مركبات معقدة لها طاقات عليا تميز الأنسجة الحية .

وتستمد الطاقة اللازمة لهذه العمليات من ضوء الشمس الذي لا سبيل إلى إضعافه أو خفقه حيث يتولد . وحيثما يوجد تنكاثر خلايا النبات وتحول طاقة الإشعاع الشمسي بواسطة التكوين الضوئي إلى طاقة كيميائية للمواد العضوية (الكاربوهيدرات) والدهنيات والبروتينات وتحصل الحيوانات (التي تمثل نوعاً من الحياة يشغل جزءاً بسيطاً فقط من المقدار الكلي) على طاقتها عن طريق أكل خلايا النبات والتغبر الغذائي في خلايا مادة أنسجتها من أجل الطاقة الكيميائية التي تتضمنها .

ولكن ضوء الشمس يوجد خلال طبقة المحيط العليا التي يبلغ سمكها نحو ١٥٠ متراً فقط . ولا تخترق أشعة الشمس ما دون ذلك ، مما يحول دون نمو النباتات . وعلى ذلك فإننا نجد أنه في المائة والخمسين متراً الأولى (أو منطقة « الإيفوتك » Euphotic المشتقة من كلمتين إغريقيتين معناهما « الضوء الجيد ») لا تكون إمدادات الطاقة ذاتها عنق الزجاجة ، وتستطيع الحياة أن تنكاثر في كل صورها حتى يتم استهلاك كل القصور الموجود .

وهذا هو عين ما يحدث تماماً .

ويمكن تقدير كمية الفسفور المعنق أو غير العضوي في طبقات المحيط السطحية بأنه لا يعدو الصفر . وتكاد تكون كمية الفسفور كلها في هذه الطبقات عضوية ، أي إنها إما أن توجد في الخلايا الحية وإما

في الفصلات وأجسام الكائنات الميتة .

قالذي يحدث إذا في منطقة انتشار الضوء « الإيفوتك » . هو حالة من النبات . إذ تعتمد الأحياء من الحيوان إلى التهام أحياء النبات . بينما تستخدم الحياة النباتية فضلات الحيوان كمصدر للفسفور . وتنمو لتكون بدليلاً أو عوضاً عن ذلك الجزء منها الذي سبق التهامه . وعلى ذلك فإن كمية الفسفور الكلية في حالة من الاثزان عند قمتها أو نهايتها العليا .

وتعتمد الحياة تحت المنطقة التي ينتشر فيها الضوء (الإيفوتك) على وجود مطر عضوي يهطل من أعلى . وفي مستطاع الكائنات الحيوانية أن تسبح إلى أسفل منطقة الضوء هذه . (كما يمكن أن ترغم خلايا النبات على الهبوط تحت تأثير التيارات المائية غير المواتية) وهناك يمكن أن تلتهمها كائنات تعيش بانتظام في الطبقات التي تلي منطقة الضوء .

وثمة ناحية أخرى . فإن أجسام الأحياء الميتة تهبط إلى أسفل ، حيث تزدورها الأحياء التي على أعماق أكبر في المحيط (لاحظ أنه لا توجد حياة نباتية تحت منطقة الإيفوتك) . وهذه بدورها تمثل بعد موتها وذاداً مستمراً يتحلل بصفة دائمة إلى أسفل ليصل إلى أعماق أكبر وأكبر . وفي النهاية يمثل هذا الرذاذ المتجدد على الدوام للدعامة التي تعتمد عليها جميع الأحياء حتى قاع المحيط .

وتحت منطقة (الإيفوتك) نجد أن الذي يقع في عنق الزجاجة هو الطاقة وليس الفسفور . وتكون هذه الطاقة على هيئة مركبات عضوية من الرذاذ المحيط . مما يمكن أن تتغذى بها الحيوانات (بالإضافة إلى

التهام بعضها البعض بطبيعة الحال) ويتم تحويلها إلى طاقة. وعلى ذلك فإنه توجد تحت منطقة الضوء حياة أقل مما يلزم لاستهلاك جميع القوسفور للموجود بتلك البيئة، مما يجعل القوسفور يوجد على حاله أو في مركباته غير العضوية (الفوسفات) والذي يظل باقياً في حياة أعماق المحيط ذاتها.

ويمثل الرذاذ العضوي نقصاً في قسور طبقة (الإيفونك) نظراً لأن الأنسجة الميتة وقسولات الحيوانات تكون غنية بهذا العنصر، فإذا لم يكن هناك ما يعوض انتقال القوسفور على هذا النحو من منطقة الضوء إلى الأعماق فإن من اللازم أن تتناقص كمية الحياة في طبقة (الإيفونك) متشبة بذلك مع التناقص في القسور الموجود بها حتى تصبح في النهاية أترأ بعد عين.

ومن حسن الحظ أنه توجد دورة مالية ما بين الأعماق وسطح المحيط. فهناك صعود للمياه الغنية بالقوسفور من القاع إلى السطح وهي تعوض ما ينقص من كميات القوسفور بالرذاذ العضوي المتناقص إلى أسفل. ويبلغ هذا التصاعد أقصى درجاته في المياه الباردة كما هو الحال في المحيط المتجمد الجنوبي وشمال الأطلسي، حيث يغوص الماء البارد الثقيل الذي عند السطح ليحل محله ماء ميثق من الأعماق. وهنا بطبيعة الحال تكون طبقة (الإيفونك) أغنى ما يمكن من حيث ما تحتوي عليها من القوسفور، وبذلك تستطيع أن تعتمد عليها الحياة في أكبر درجات تركيبها. (ولذا السبب تتواجد الحيتان الضخمة الجبارة التي تتطلب من أجل بقائها كميات وفيرة من الغذاء في مناطق المتجمد الجنوبي وشمال الأطلسي فهي ليست غنية).

ومن ناحية أخرى نجد أن المياه الدافئة الخفيفة التي تغطي المساحات الساخنة من الأرض تبقى طافية على السطح ولا تحل محلها بصفة مباشرة المياه الأكثر برودة وكثافة الموجودة بالأعماق. ومن اللازم أن تعتمد هذه المياه على التيارات السطحية المقلبة من المناطق الباردة في الشمال والجنوب لكي تجدد قسورها. ولكن هذا المدد الثاني من القوسفور يستهلك فعلاً بأنواع الحياة التي تسبق بالوصول إليه. ولذا نجد أن الحياة في المناطق الاستوائية من المحيط أقل إثراء من الحياة في المناطق الباردة. وفي أجزاء المحيط الدافئة المغلقة التي تحيط بها الأرض من كل جانب، مثل البحر المتوسط، تلك الأرجاء التي لا تصل إليها نسبياً إمدادات القوسفور، حتى ولا عن طريق التيارات السطحية الباردة، تكون الحياة في البحر أكثر شحاً وأقل إثراء كذلك.

وعلى وجه العدم. فبالرغم من أن هناك توازناً في كل مكان في المحيط، فإن تركيز القوسفور، الذي هو حق زجاجة الحياة، هو بصفة عامة كذلك الذي يعلو طبيعة هذا الاتزان.

وللموقف بالنسبة للحياة التي تعتمد على الياس بعض النشاط الهامة المثيرة. فالحياة على الأرض جاءت متأخرة، وهي لا تزال، من حيث الكم، تقل كثيراً عن الحياة في المحيط. فإن ما يقرب من ٨٥ في المائة من جميع أنواع المادة الحية إنما تعيش في الماء. بينما لا يزيد ما يعيش منها على الياس على نحو ١٥ في المائة فقط. ونحن لا نعطي البيئة اليابسة كل هذا الاهتمام والقدر إلا مجرد أن الإنسان يعيش فيها.

وعلى الأرض . كما تنتظر من أنواع الحياة التي نشأت أصلاً في البحر . نجد أن عتق الزجاجة الحقيقى هو الماء نفسه . الذى لم يعد يحيط بتلك الأنواع من الحياة ويعذبها . ولقد قللت الحياة على الأرض تبعاً لذلك من استخدامها للأيسروجين والأوكسجين . قريباً نجد أن الأيسروجين والأوكسجين معاً يكونان نحو ٩٠ في المائة من الكويبير . إذا بهما لا يكونان معاً إلا نحو ٨٦ في المائة من أى نبات أرضى مثل كلاً (القالفا) . و ٧٢ في المائة فقط من أى ذابة أرضية مثل الإنسان . وليس النقص ظاهراً تماماً على أية حال . وإذا ما أصاب مكاناً ما نقص من الماء تقل أنواع الأحياء فيه بصرف النظر عن عناصر التربة . وعندما نعلم بالحاجة إلى الماء علينا أن نفكر بعد ذلك في عتق الزجاجة الناجم عن العناصر الأخرى غير الأيسروجين والأوكسجين . ونفس السبب الذى سبق علينا أن نحذف الكربون والأزوت على الأرض كما حللناها من المحيط . فهناك المزيد من إمدادات الجو من النيتروجين أو الأزوت . ويرجع الفضل في ذلك إلى بكتريا تثبت الأزوت . أما الكربون فإنه يستخلص من ثالى أو كسيد الكربون الحوى .

وبهذا تبقى العناصر الخارجة عن الأيسروجين والأوكسجين والكربون والأزوت . وعندما نترك هذه العناصر الأربعة جانباً يكون من اللازم أن نشق العناصر الأخرى كلها من التربة في النهاية . وهى ممثلة في الجدول رقم (٣) الذى يعطينا مقارنة بين النسبة المئوية لتركيب قشرة الأرض وأحد الأمثلة لحياة نباتية أرضية على غرار (القالفا) . (تسود الحياة النباتية على

جدول رقم (٣)

العنصر	النسبة المئوية لتركيز التربة	النسبة المئوية لتركيز القالفا	معامل التركيز
الفسفور	٠.١٢	٠.٧٠٦	٥.٩
الكلسيوم	٣.٦٣	٠.٥٨	٠.١٦
اليونانيوم	٠.٥٩	٠.١٧	٠.٠٦٦
الكبريت	٠.٠٥٢	٠.١٠٤	٢.٠
المغنسيوم	٢.٠٩	٠.٠٨٢	٠.٠٣٩
الكلور	٠.٠٤٨	٠.٠٧٠	١.٥
الحديد	٥.٠٠	٠.٠٠٢٧	٠.٠٠٠٥
البورون	٠.٠٠١٠	٠.٠٠٠٧	٠.٧٠
المنجنيز	٠.١٠	٠.٠٠٠٣٦	٠.٠٠٣٦
الزنك	٠.٠٠٨٠	٠.٠٠٠٣٥	٠.٠٤٤
النحاس	٠.٠٠٧٠	٠.٠٠٠٢٥	٠.٠٣٦
المولبدنم	٠.٠٠٠٢٣	٠.٠٠٠١٠	٠.٤٣
اليود	٠.٠٠٠٠٣	٠.٠٠٠٠٠٢٥	٠.٠٨
الكوبلت	٠.٠٠٤٠	٠.٠٠٠٠٠١٠	٠.٠٠٠٢٥

الأرض . كما هو الحال في البحر . من حيث الكم . كما تعتمد عليها الحياة الحيوانية إلى حد كبير . ومهما كان نوع العنصر الذى يعطى عتق زجاجة الحياة للنبات فإن هذا العنصر يكون كذلك . عتق حياة الحيوان .

وفي بعض الحالات لا تكون معاملات التركيز المعطاة في الجدول رقم (٣) جيدة على النحو الذي يبدو عليه . وعندما تقارنها بالقيم التي في الجدول رقم (٢) يتضح أنها تفوقها ، فالترية تزداد فيها درجات تركيز العناصر الأساسية المختلفة إلى حد كبير بالنسبة إلى المحيط مما يستلزم أن تبدل الحياة على اليابس ما هو كائن في البحر إلى حد بعيد .

وعلى أية حال فإن الحقيقة والواقع هي أن العناصر الداخلة ضمن المعادن الصلبة لا فائدة منها للحياة النباتية ، كما أنها ليست في متناول يدها . وكذلك في النهاية بالنسبة إلى الحياة الحيوانية ، فالنبات إنما يعيش على المواد التي يمكنه استخلاصها من محلولات المياه الموجودة في التربة .

ولما كانت معادن التربة غير قابلة للذوبان على وجه عام ، فإننا نجد أن المحلول المائي يكون مخففاً إلى حد كبير ، مما يجعل معاملات التركيز كبيرة جداً في الواقع . وهذا هو أحد الأسباب التي تجعل الحياة المعتمدة على اليابس قليلة في واقع الأمر بالنسبة إلى حياة البحر على الرغم من الكبر الظاهري لتركيز المعادن على الأرض بالنسبة إلى البحر .

وزيادة على ذلك فإن توزيع المادة في التربة لا يتم بالتساوي . فقد توجد في إحدى المناطق كميات فائضة من الزنك مثلاً أو النحاس بسبب بعض الترسبات المحلية . بينما تفتقر منطقة مجاورة لكل منها وتحتوي أخرى على المزيد منها مما يجعلها سامة . ومن الممكن أن يمثل أي عنصر عائق زجاجة بالنسبة إلى الحياة . وهذا من الأسباب التي تدعو إلى جعل جزء من الأرض أقل خصياً من جزء آخر رغم توفر الشمس والمطر .

ولكني نلتزم جانب الدقة نجد أن هناك عاملاً على جانب كثير من البطء . يعمل على تجانس عناصر الأرض على مر الأسقاب ، بأن يجلب مختلف العناصر من قسم الجبال وأعاليها إلى الوديان ، وسط تشابك المواد وحفر الأنهر الجليدية ومرتفعات الجبال . وبعض الوقت الكافي إذا لا يهم أمر النقص المحلي أو الزيادة في المواد . وبمستحسن واقع الأمر عن أن العامل المهم هو معامل التركيز . وهناك على الأرض ، كما هو الحال في البحر ، يكون القوسفور عائق الزجاجة .

وبطبيعة الحال يستطيع الإنسان أن يشارك في ذلك ، ففي مقدوره ، بسبب الحدود التي فرضتها الفنون والعلوم ، أن يقاوم النقص دون أن يساير ركب العمليات الجيولوجية الطبيعية . فهو يستطيع أن ينقل الماء من الأماكن التي يتوفر فيها (مع اعتبار المحيط المصدر الرئيسي) إلى أماكن قلته وشحته . وهو يستطيع أن يفعل نفس الشيء بالنسبة للأزوت (مع اعتبار الهواء مصدراً رئيسياً له) أو الكالسيوم أو القوسفور .

والإنسان عندما يعمل ذلك إما يحاول إلى حد ما أن يعمل على تشابه التربة وجعلها خصبة ، وهو لا يرفع من قيمة النهاية العظمى لطاقة خصوبة الأرض ، فالذي يملئ الحدة الأعلى لكثافة المادة الحية (البروتوبلازم) التي يمكن أن تتحملها الأرض ، مثل النهاية العظمى التي يمكن أن يتحملها البحر ، هو مقدار القوسفور الموجود . والقوسفور له أعلى قيم معاملات التركيز على كل من الأرض والبحر ، وعلى ذلك فهو يكون عائق الزجاجة في كليهما .

وكما أن هناك توقفاً في منطقة الضوء (الإيفوتك) . فكذلك الحال على الأرض . فالمطر يتساقط ، وينديب كميات دقيقة من التربة ، وتنمو النباتات على حساب هذا المحلول ، حتى يتم لها أخذ كل الفوسفور اللازم لها . وتعتمد الحيوانات إلى أكل النباتات ، وهي أثناء حياتها تفرز مادة تحتوى على الفوسفور الذى يمكن أن تتغذى به الحياة النباتية وتنمو ، وبذلك نعوض القدر الذى التهمته الحيوانات منها .

وكما أن هناك رذاذاً يخرج من منطقة الضوء في المحيط ، فإننا نجد هناك من الرذاذ ما يخرج من الأرض . فإن بعض المواد التى تذاب من التربة لا تقع تحت طائل جذور النبات فلا تمتص ، وتحملها مياه الصرف إلى الترع والقنوات والأنهر ثم إلى البحر .

ولا ينقل أى نهر في أية ثانية معينة الشئ الكثير من الأرض إلى المحيط بطريقة المواد المذابة ، ولكن جميع الأنهار مجتمعة تصب ٩٠٠٠ ميل مكعب من الماء في المحيط كل سنة ، وفي هذه الكمية من الماء يتضمن أى محلول مخفف جداً ويعنى الكثير من المواد المذابة .

ويعظم الخطر بسبب فقد الفوسفور الذى يكون عنق زجاجة الحياة . ولقد قدر بالحساب أن نحواً من ٣٥٠٠٠٠٠ طن من الفوسفور تكسحها أو تجرفها الأنهار من الأرض إلى البحر كل عام . ولما كان الفوسفور يكون نحو واحد في المائة من المادة الحية على وجه التقريب ، فإن هذا إنما يعنى أن النهاية العظمى لإمكانيات المادة الحية التى تعتمد على اليابس تقل كل سنة بمقدار ٣٥٠ ٠٠٠ ٠٠٠ طن .

وبطبيعة الحال ربما تكون هناك طريقة ما لإعادة النقل من البحر إلى الأرض ، كما هو الحال في المحيط . إذ يعاد نقل الفوسفور من الأعماق إلى السطح .

ويتضمن نوع من أنواع إعادة الفوسفور من البحر إلى الأرض فضلات الطيور ، فإن بعض طيور البحر تعيش على الأسماك بينما هى تعيش على الأرض ، وتكون فضلاتها غنية تماماً بالفوسفور (المشتق من السمك الذى يحصل عليه من المحيط) . وهكذا تغطى الأرض التى تعيش عليها هذه الطيور بأطنان الفضلات المشتقة من البحر . وهذه المادة المسماة باسم (الجوانو^(١)) Guano هى سلعة لها قيمتها ، لأنها من أحسن مواد السماد بسبب ما تحتوى عليه من فسفور .

ومهما يكن من شئ فإن الفوسفور المعاد إلى الأرض بهذه الطريقة إنما يمثل فقط ٣ في المائة أو أقل من قيمة الفوسفور الذى تجرفه المياه إلى البحر ولا يعود الباقي .

وثمة ناحية أخرى ، فإن الفوسفور المنجرف إلى البحر لا يبقى ذائباً فيه ، ولو أنه بقى كذلك لتضاعفت الحياة في البحر تدريجاً بينما تتناقص الحياة على اليابس ، ولكن يظل القدر الكلى للمادة الحية في الأرض ثابتاً . ومن سوء الحظ أن المحيط يحمل في وقتنا هذا كل ما في طاقته من مواد الفوسفات غير القابلة للذوبان إلى حد كبير . وترسب كميات الفوسفور المنجرفة أولاً بأول إلى البحر في قاعه على هيئة مواد رسوبية .

(١) Guano هى فضلات نوع من طير البحر يستعمل في السماد ، ويسترص ٦٤٢ .

وبطبيعة الحال بعمل ارتفاع قاع البحر بمرور الأجيال الجيولوجية على تكوين تربة جديدة غنية بالفسفور لبدء دورة خصوبة الأرض من جديد . وفي الوقت الحاضر ، نجد أن وجهة النظر هذه بعيدة المدى ولا نعنيها كثيراً ، فازدياد السكان يجعلنا نطلب زيادة في خصوبة التربة حتى نحيا حياة سهلة ، كما أن التناقص المستمر في الخصب يمكن أن يتمخض عن كارثة .

وعلى الأخص عندما يعبد البشر في عزم إلى زيادة المعدل الذي يفقد به الفسفور في البحر يظهر الضرر أو الشر الجليل الذي يتهدد البشرية . ففي جميع أرجاء الأرض المتقدمة (تزداد الأجزاء المتقدمة شيئاً فشيئاً) أصبح من العادة أن نبحث داخل الأرض ، فأنابيب الغاز المحكمة تكون شبكة تحت المدن ، وعن طريقها تصبغ مياه غنية بالفسفور وتروح هباء إلى المحيط .

وعلى ذلك تتناقص خصوبة الأرض بمعدلات أسرع . ولا يمكن تعويض هذا النقص بالصناعة الكيميائية ، وذلك لأن كميات متزايدة من أكثر المواد الكيميائية أهمية ولزوماً لنا . وهي الفسفور ، تكون في قاع المحيط ، ويساعد الإنسان بنفسه على هذا الوضع في الوقت الذي لا سبيل فيه إلى إرجاعها من هناك حتى الآن .

وبطبيعة الحال إنني لا أقترح أن نعدل عن نظام المجاري أو كاسحات الفضلات ، فأننا نقضي قد تعودت المحافظة على الصحة ، تحاشياً

لانتشار أمراض على غرار التيفوئيد والكوليرا والملين تساوياً عن عدم المحافظة على الصحة .

ولكنني أقترح رغم ذلك أننا خلال محاولتنا للمعاونة ضد النقص الذي لا مناص منه في الفحم ، وزيت البترول والخشب ، والقراغ أو الخيز الحيوي الذي يحصل الناس بعضهم عن بعض - وغير ذلك من الأشياء الآخذة في الاختفاء وهي تراكم في طيش كل عام ، فن الأفضل لنا أن نصيف إلى القائمة مسألة اختفاء الفسفور ونعمل ما في وسعنا لتشجيع وحدات الصرف التي تصنع السماد من ماء المجاري بدلاً من إلقائه كفضلات أو نعلين قاع المحيط .

وقد يكون في استطاعتنا أن نستعوض بدلاً من الفحم بالقوى النووية ، وبدلاً من الخشب بالبلاستيك وبدلاً من اللحم بالخمائر ، وبدلاً من الصلبة والصداقة بالعزلة - ولكن بالنسبة إلى الفسفور لا يوجد بديل ولا عوض .

٢ - أليس ثمة عصور جليدية ؟

إننا جميعاً نعرف أن الرمال ذا النشاط الإشعاعي الذي ينجم عن استخدام وحدات القوى النووية له خطورته، ويشكل موضوع التصرف فيه مسألة من اللازم تدبرها، وكما تختلف هذه الوحدات عن تلك الوحدات البدئية الوديعه، التي لا تنبع، ألا وهي وحدات حرق الفحم (أو زيت البترول) القديمة. وإنه لمن السهل علينا أن نضع أنفسنا موضع السيد في القرن الخامس والعشرين وهو بين حصرة على الأيام الجميلة الماضية. ربما أن السيد في القرن الخامس والعشرين قد يكون كذلك جالساً هناك وهو يلعب تلك الأيام الطيبة الخالية عندما يعمد إلى دفع جهازه الخاص بتكييف الهواء إلى العمل، ويتمنى أن المفاعلات النووية بما فيها من رمال تشيط الإشعاع وكل شيء، كانت سبقت وقت ظهورها ببعض الأجيال.

ويختلف عن الفحم والبترول رمال بترول في الجو - إلا أن رمال الفحم والبترول ليس لهما أي نشاط إشعاعي على وجه التأكيد. فما هو إلا ثاني أوكسيد الكربون، ذلك الغاز القديم الغريب الذي لا ضرر منه، والذي يوجد في الجو على أية حال. وما ثاني أوكسيد الكربون إلا أحد مكونات الغلاف الهوائي الثانوية، فلا تزيد نسبته من حيث الوزن على ٠.٠٣ في المائة، إلا أن هذا القدر

الضئيل يتمخض عن أعداد كبيرة عندما تدخل في الحساب جميع أجزاء الغلاف الهوائي - فمركز جوف يبلغ ٥.٧٠ - ١٠ طناً، وعلى ذلك فإن وزن ثاني الأوكسيد الموجود في الهواء هو ٢.٢٨ - ١٠ طناً (أو نحو ٢.٢ تريليون طن).

ومهما يكن من شيء، فإن ثاني أوكسيد الكربون هذا إنما يتعرض لعوامل هائلة من الدفع والجذب.

فثلاً نجد أن كل الحياة النباتية تعتمد في وجودها على استهلاك ثاني أوكسيد الكربون الحيوي، وباستخدام طاقة الشمس الضوئية بالإضافة إلى ذرات الإيدروجين (المستمدة من جزيئات الماء) تعمل النباتات على تحويل ثاني أوكسيد الكربون إلى (كاربوهيدريتش) أو «قحبيات» ومن ثم إلى جميع الجزئيات العضوية الأخرى اللازمة لتكوين وكيمياء النبات.

انجمع كل الحياة النباتية على الأرض وفي البحر (وعلى الأخص البحر حيث يستفاد - الأحيى - أو عشب البحر من الكربون ثمانية أضعاف ما تستهلكه كل النباتات في مجموعها) نجد أن قدراً طويلاً من الغاز يتم استهلاكه. ويتغير تقدير كمية ثاني أوكسيد الكربون الذي تستفده الحياة النباتية في العام الواحد من ٦٠ إلى ٢٠٠ بليون طن، وحتى عندما نأخذ القيمة العفوية في حسابنا يتضح لنا أن ما في الجو من ثاني أوكسيد الكربون يمكن أن يتبدل في نحو ٣٦ سنة. أما القيمة الكبرى فإنها تستهلكه في أقل من سنة واحدة، وعندها تصل كل أنواع الحياة إلى نهايتها.

وتمة ناحية أخرى . فإنه بطبيعة الحال عندما يموت نبات ما فإن اليكثير بما نتاجه ونجول ما فيه من كربون إلى ثلثي أوكسيد الكربون من جديد . والبيانات أثناء حياتها تكون تحت رحمة الحيوانات آكلة الكاكة التي لا تستخدم ثلثي أوكسيد الكربون الجوى ولكنها تحصل على إمداداتها من الطاقة بهدم ما بناء النبات . وهي تكون ثلثي أوكسيد الكربون نتيجة للعمليات الحيوية فيها ثم تعينه مع هواء الزفير إلى الجو .

وبهذا فإن هناك دورة ثلثي أوكسيد الكربون . إذ تستخدم النباتات بينا تكونه من جديد الحيوانات واليكثيرا . وأو أن الحيوانات احتفظت بكميات متزايدة منه إلى حين لانتهت حياة النبات بمعدل سريع جداً . ولتبع ذلك هلاك العديد من الحيوانات لتنتج للنبات فرصة الانتعاش . فإذا ما زاد انتعاشه إلى حد كبير تشكلت الحيوانات وتنضج في البيئة الخصبية وتقطع النباتات مرة أخرى . وعلى ذلك فهناك ذبذبات ثانوية اتصل معدلاتها (إذا لم تسبح الظروف فقط بالاتجاه بعيداً جداً في ناحية من النواحي) إلى التوازن تام في النهاية .

وأقول : ليس الاتزان كاملاً . فهناك تسربات أو قلقات في كل من الاتجاهين .

فمثلاً لا تستهلك اليكثيرا بعض أسجة النبات الميت . بل يغطيها الطين والرواسب وتحتس تحت الأرض . حيث تتخلص المادة العضوية من كل ما فيها تدريجاً تحت تأثير الحرارة والضغط ولا يبقى بها سوى الكربون والأيدروجين . وأحياناً لا يبقى سوى الكربون فقط .

وهكذا يتم تكوين ذبذبات البترول والقحم الحجري . وما المصدر الدائم للدورة الكربون - أو على أية حال - الدائم لبضع الملايين من السنين ، سوى ما أودع في الغلاف الجوى من ثلثي أوكسيد الكربون .

وقد يتفاعل ثلثي أوكسيد الكربون كذلك مع الصخور غير العضوية ليكون الكربونات غير القابلة للذوبان . وقد يتخلص من الهواء بصفة تكاد تكون مستمرة بهذه الطريقة .

والذي يوازن هذين العاملين الدائرين على التخلص من ثلثي أوكسيد الكربون من الجو هو ثلثي أوكسيد الكربون الجديد الذي ينسرب إلى الهواء بسب نشاط البراكين .

وعندما تحدث تسربات في الاتجاهين يبقى اتزان قائماً . وفي وقتنا الحاضر في الواقع يوجد مثل هذا الاتزان . إذ تبلغ قيمة ثلثي أوكسيد الكربون التي يتخلص منها الجو بصفة مستمرة كل عام على هيئة قحم حجري أو كربونات غير قابلة للذوبان نحواً من ١٥ إلى ٣٠ مليون من الأطنان . ويعود نفس القدر كالمساوية بواسطة فعل البراكين (لاحظ أن البور اللاعضوي في هذه الدورة لا يتعدى ٠.٥ في المائة بالنسبة إلى الدور الكيميائي الحيوي . وهذا مثل لأهمية الحياة على مقياس كوكبي) ولكن هل تتزن هذه التسربات دائماً ؟ على أية حال ربما وجدت

فترات من الزمان في تاريخ الأرض ازداد خلالها التسرب في ناحية على الأخرى بشكل ظاهر . فقد استمر تكوين القحم الحجري خلال أحقاب طويلة من الزمن بمعدل كبير غير عادي . وما تربيدونات أعتان القحم

التي دفنت تحت سطح الأرض سوى ما تم تكوينه كله . مهما كانت العملية بطيئة . من مستفيع ثاني أكسيد الكربون الجوى . فهل تم تعويض ذلك على نطاق كبير .

ومرة أخرى . تعرضت سخور جديدة للجو خلال أحقاب تكوين الجبال . وبذلك استخمدت مقادير من ثاني أكسيد الكربون تفوق بكثير ما يستنفذ عادة في عمليات التجوية وتكوين الكربونات غير القابلة للذوبان . فهل تم تعويض هذا القدر من ثاني أكسيد الكربون ؟

ومن ناحية أخرى . هناك عصور ازداد فيها النشاط البركاني وتم خلالها تدفق كميات بائنة من ثاني أكسيد الكربون إلى الجو . تفوق ما هو معروف عادة .

والآن . هل يحدث هذا كله تغيراً فيما يحتويه الجو من غاز ثاني أكسيد الكربون من عصر جيولوجي إلى آخر ؟ من المحتمل أن يكون الأمر كذلك . ولو إلى حد صغير فقط .

ولكن هل يهم الأمر إذا حدث هذا إلى حد صغير فقط ؟ الإجابة عن ذلك هي أن بعض العلماء يعتقدون ذلك . فإن الأمر يهم إلى حد كبير . ويروج أن المكونات العنصرية للغلاف الجوى (الأوكسجين والأزوت) هي تراكبات جيدة جداً لطاقة الإشعاع عبر العبد من أطوال الأمواج . فأشعة الضوء المقبلة من الشمس تصطدم بالجو وتم خلال مئات الأميال منه . حتى تنع على سطح الأرض ويتم امتصاصها . وترتفع درجة حرارة سطح الأرض . ويسع السطح الساخن أثناء الليل ويرد طاقة الإشعاع

إلى الفضاء على هيئة موجات تحت الحمراء أقل بكثير في نشاطها من أشعة الشمس . وتمر هذه الإشعاعات كذلك خلال جو الأرض . وكلما ارتفعت درجة حرارة الأرض عظمتم قيمة الإشعاعات التي تردّها إلى الفضاء أثناء الليل . وتتساوى قيمة ما تفقده الأرض من إشعاع ليلاً وما تكتسبه نهاراً تحت درجة حرارة معينة يحدث عندها الاتزان . بحيث إنه بمجرد الوصول إلى درجة الحرارة هذه (مهما كانت قيمتها) لا تسخن الأرض في مجموعها ولا تبرد بمرور الزمن (حاملة في باطنها المواد ذات النشاط الإشعاعي) . وبطبيعة الحال قد يتم تسخين أجزاء معينة منها أو قد تبرد أجزاء أخرى خلال مواسم السنة المختلفة . ولكن متوسطات درجات الحرارة . عندما تؤخذ فوق سطح الأرض بأمر لا تتبدل .

وهنا يمكن من شيء . فإن ثاني أكسيد الكربون إما يعقد الأمر . فهو يحلّ سبيل الضوء الذي يخترقه بسهولة كما هي الحال مع الأوكسجين والأكسروجين . إلا أنه يمتص الأشعة تحت الحمراء بقوة إلى حد ما . ومعنى ذلك أن إشعاعات الأرض خلال الليل تجد جسيمات الهواء مظلمة بالنسبة لها ولا يمر جائب منها . وينجم عن ذلك ضرورة ارتفاع درجة حرارة التعادل بضع درجات لتصل إلى النقطة التي عندها يتجمد فقد كمية كافية من الأشعة تحت الحمراء إلى الفضاء ليحدث الاتزان مع ما يرد من الشمس . وتكون الأرض أسخن (على وجه العموم) منها إذا لم يكن هناك ثاني أكسيد الكربون على الإطلاق في جوها . وتسمى ظاهرة

التسخين هذه باسم ظاهرة « البيت الأخضر » .

ولو أنه كانت هناك حبة من الزمان ازدادت فيها عوامل التعرية أو التجوية أو تكوين الفحم . بحيث ينخفض المستوى العام لغاز ثاني أكسيد الكربون الجوي . فإن ظاهرة البيت الأخضر تفل . وتبعاً لذلك تهبط درجة حرارة الأرض بصفة عامة . وإذا حدث أن زاد النشاط الإشعاعي من مستوى ثاني أكسيد الكربون ارتفعت درجة الحرارة الإجمالية . وتدل بعض الحسابات التي أجريت حديثاً على أنه لو تضاعف مستوى ثاني أكسيد الكربون الحالي ضعفين اثنين لارتفعت درجة حرارة الأرض ارتفاعاً عاماً قدره 3.6°C . أما إذا تناقص إلى النصف فإن درجة حرارتها تنخفض بمقدار 3.8°C .

والآن لكي يبدأ عصر جليدي من جديد . لا يحتاج الأمر إلى هبوط كبير في درجة الحرارة أو كثرة حرارية . فإنه من الممكن أن يكون الهبوط الحراري بحيث يكاد يسمح لكمية أكثر بقليل من الثلج بالتساقط خلال الشتاء الأكثر برودة قليلاً كذلك بحيث لا تتاح فرصة ذوبان هذا الثلج خلال الصيف الذي يليه والذي تنخفض فيه الحرارة قليلاً عن المعتاد . فإذا ما تكرر ذلك عاماً بعد عام يزحف الجليد . وتعمل الأهوية الباردة التي تسبب من الشمال على جعل الصيف أبرد مما سبق . وهكذا تكسب العملية عجلة تصاعدية .

ولا يعرف على وجه التحديد مقدار التغير في درجة الحرارة تحت المستوى الحاضر اللازم لإلحاز ذلك . ولقد قدر البعض أرقاماً تختلف

من 5°C إلى 8°C . وعندما نتخذ طريقاً وسطياً . وتعتمد إلى تقليل ثاني أكسيد الكربون الجوي إلى النصف (من 0.4 إلى 0.2 في المائة) تنخفض درجة الحرارة بمقدار 3.8°C وقد يكفي هذا القدر تماماً لبدء عصر جليدي . وربما كان مثل هذا التغير هو النافع أو الضار على حدوث العصور الجليدية التي مرت . ومن ناحية أخرى نجد أن ارتفاعاً قدره 3° أو 4° يسمح للصيف الأكثر دفئاً إلى حد ما بإذابة كمية أكبر بقليل من الثلج مما يمكن تعويضه بوساطة ثلوج الشتاء التالي المعتدل قليلاً . وبهذه الطريقة تذوب الطاقيتان الثلجيتان ومن ثم تختفيان . وهناك نحو 23 مليون كيلو متر مكعب من الثلج في العالم (أغلبها في منطقة القطب الجنوبي) . وإذا أن هذا القدر كله ذاب لازداد حجم المحيطين بنحو 17 في المائة . ولا ترتفع سطح البحر نحو 60 ياردة . ولا غرق الطوفان المساحات الساحلية في العالم . (وسوف يفرق البناء المعروف بالأميسبيت في الماء إلى الطابق العشرين تقريباً) .

ومن الواضح أننا لا نرغب لأن العصر الجليدي ولا نرغب أن يعم المناخ الاستوائي جميع أرجاء الأرض . فالأفضل هو أن تبقى حيث نحن . ولكن هل نحن على يقين من أن الاتزان قائم ؟ أو أن هناك ميلاً قليلاً تجاه ناحية أو أخرى — حسناً إذا كان هناك ميل صغير جداً تجاه أية ناحية فلا داعي للقلق لمدة مليون سنة إلا من شيء واحد .

ويزيد الإنسان الطين بلة أو يضيف إلى اعوجاج هذه الآلة . فنحن أنفسنا نعمل إلى تغيير المستوى بحرق الفحم ورؤيت البترول كما سبق أن

فكرونا في موقد الفحم أو موقد البترول الحبيطة الودعة التي نستمد منها الطاقة . ويمكن إحداث كمية ثاني أكسيد الكربون التي تولدت بهذه الطريقة حتى عام ١٩٠٠ . ولكن على أية حال فقد عمل قرنتا العثرون المصنف بالتصنيع على استخدام «الوقود الحفري» بطريقة متزايدة لوغاريتيا . ولأن يتلف ثاني أكسيد الكربون . ذلك الذي تسرب من الجو خلال فترة بلغت مائة مليون سنة تكون فيها الفحم . ليعود إلى الجو في مائة مليون لحظة من الدخان دفعة واحدة .

ول هذه اللحظة تجدنا نضيف كل عام إلى الجو نحو ٦ بلايين طن من ثاني أكسيد الكربون (٢٠٠ مرة ضعف ما يضيفه النشاط البركاني ، وعلى الأقل ٥٠ مرة قدر ما يضيفه النشاط الجوى الحقيقي ولا يزال المعدل في ازدياد .

وحتى إذا لم نعد إلى زيادة هذا المعدل فسوف تضاعف ما في الهواء من ثاني أكسيد الكربون (بغرض عدم وجود عامل يعمل في الاتجاه المضاد) . وارتفاع من درجة حرارة الأرض عموماً يتقارب ٣.٦°م . حيث تبدأ عمليات خطيرة بإذابة الطائفتين الثلجيتين (القطبتين) وإغراق المساحات الساحلية في مدى ٣٥٠ سنة فقط .

وهذا يمكن فيما يتعلق بمصادر القوى الناجمة عن إحراق الفحم (أو البترول) ، تلك المصادر الحبيطة الودعة التي درجنا عليها منذ القدم وليس لها نشاط إشعاعي .

كل ذلك ما لم تكن هناك عوامل مقاومة . ولكن هل هناك شيء كهذا ؟

الإجابة : من الخاطر .

فالأحتمال الأول هو أن مستوى ثاني أكسيد الكربون الجوى يرتفع . وقد ينجم عن ذلك ازدهار الحياة النباتية . بأن تستخدم ثاني أكسيد كربون بتعدلات أسرع وتخفض المستوى مرة أخرى . ونحن نبدأ بذكر احتمال حدوث ذلك . ولكن التفاعل الطبيعي للحياة يعمل على اتزان هذه العمليات . فإن ازدياد الأحياء من النباتات إنما يعنى ازدياد الأموات منه وكذلك ازدياد ما يتحلل . ويعنى الأمر كذلك ازدياد الحيوانات التي تلتهم هذه النباتات . ولا يدل ازدياد التحلل والزيادة في عالم الحيوان إلا على ازدياد ثاني أكسيد الكربون المتولد . وبذلك يرتفع المستوى من جديد .

ول معنى آخر . إن زيادة ثاني أكسيد الكربون في الهواء تعجل من دورة هذا الغاز وتجعلها أسرع . من غير أن تحدث أثراً فعالاً . فإذا ما عمدنا إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون الجوى . فإنه — يبقى زائداً أو فائضاً لكل ما يمكن أن تفعله وسائل الحياة وطرقها .

ولكن ثمة عاملاً آخر . فنحن قد تركنا جانباً بحار الماء الذي يحتوى عليه الهواء ، وهو من مكونات الهواء الطبيعية . ويلوِّب ثاني أكسيد الكربون في الماء إلى حد كبير .

في درجة الصفر المئوي مثلاً يذيب المليمتر المكعب (احتصاره مم ٣) من الماء التي ٠.٠٢٣٣ سم ٣ سيستمر مكعب (احتصاره سم ٣) من الأوزون و ٠.٠٤٨٩ سم ٣ من الأوكسجين . ولكنه يذيب ١.٧١٣ سم ٣ من

ثاني أكسيد الكربون .

والآن تحتوي محيطات الأرض (التي تكون أكثر من ٩٨٪ من مصادو المياه على الأرض) على كمية كلية من محلول الماء والملح قدرها 1.37×10^{21} سم³ فإذا ما حمل هذا المحلول كله ثاني أكسيد الكربون بمعدل ١.٧٣ سم³ لكل سم³ (حيث إن المحيطات صارت كحجفة مليئة بماء غاز ثاني أكسيد الكربون) فإن ما يحتوي عليه المحلول من هذا الغاز يصير نحو $2.35 - 10^{21}$ سم³ . وبمعدل هذا من حيث الوزن 5.1×10^{11} طنًا . أو نحو ٢٢٥٠ مرة قدر ما في هوائنا الجوي بأمره من ثاني أكسيد الكربون .

وفي واقع الأمر هذا تقدير مع التحفظ . لأن قيمة الذوبان التي ذكرناها هي للماء النقي . وترتفع قيمة الذوبان هذه إذا ما صار الماء قلوياً . وبدون شك نجد أن ماء البحر قلوي بعض الشيء .

وإذا كان المحيط يستطيع أن يذيب كل هذا القدر من ثاني أكسيد الكربون فإنه يلوح من الغريب أن تبقى أية كمية لها قيمتها من هذا الغاز في الجو . مالم يحدث تشبع المحيطات به . وهي الآن قرب التشبع . إلا أن الجو يحتفظ بالغاز . نظراً لأن محلول ثاني أكسيد الكربون يعتمد على عدة عوامل محلية (مثل درجة الحرارة والضغط والحموضة والملوحة . وطرق الحياة التي تتبعها كائنات المحيط الحية الخ) . وليست الأشياء سهلة كأننا نضع المحيط في قنبلة ثم نمرر خلاله الهواء الجوي ونحركه بعنف على الدوام . . .

ولقد فُقد بالقياس القليل أن كمية ثاني أكسيد الكربون الكلية الموجودة

في المحيطات هي ضعف ما في الجو ٥٠ مرة فقط .

ومع ذلك إذا سلمنا بأن هذا هو حال التوازن فلماذا لا يقلل قائمنا عندما نعلم الإنسان إلى صب ثاني أكسيد الكربون إلى الجو صلباً أثناء حرق الفحم والبترو . ويعني آخر لما كان الـ ٩٨ في المائة من ثاني أكسيد الكربون على الأرض موجوداً في المحيطات فلماذا لا يروح ٩٨ في المائة من ثاني أكسيد الكربون الناشئ حديثاً على الأرض إلى المحيطات ؟ الحق أنه إذا ما أذاب المحيط ٩٨ في المائة من ثاني أكسيد الكربون الحديث فإن أخطار تعميم المناخ الاستوائي على الأرض تبتعد ولا يعود لها من أثر قريب . وبدلاً من أن يتضاعف مستوى ثاني أكسيد الكربون . وتصبح الأرض كلها استوائية المناخ في مدى ٣٥٠ سنة يصبح من اللازم هنا أن تستغرق 350×50 أو ١٧٥٠٠ سنة ليم هذا التحور . وعند ذلك سوف نفكر في حل - سنفكر في حل .

وعلى أية حال فإن نقطة الاتزان شيء واحد ويمكن تحديدها بسهولة أما المعدل الذي نحصل به على هذا الاتزان فهو شيء آخر وفي العادة يصعب تحديده .

نعم . إن في مقدور المحيط أن يذيب الستة البلايين طن من ثاني أكسيد الكربون التي تكونها كل عام عن طريق حرق الفحم والبترو . . . فهناك متسع لهذا عظيم . إذ يستطيع المحيط أن يستوعب ٨ بلايين ضعف هذه الكمية كقدار أدنى إلى حد كبير فوق وزيادة على ما يحتويه الآن (ومن الجائز أن يسبب هذا بعض المشاكل للسمك ... إلخ ولكن خلال

ثمانية ملايين سنة قد نستطيع حل مثل هذه المسائل .

وهما يكن من شيء . فإنه على الرغم من أن المحيطات تستطيع إذابتها . فهل سيتم لها ذلك بسرعة كافية ؟ وإذا كانت ستذيب هذه المقادير في عام واحد فإنها سوف تساهر ركبنا . ولا تسوء الأمور . أما إذا كانت ستذيبها في ألف سنة . فإننا نكون قد أنتجنا أثناء ذلك ٦٠٠ مليون طن من ثاني أوكسيد الكربون (وربما أكثر بكثير) وعندها يخربنا المحيط .

ولكن لماذا لا تذيب المحيطات ثاني أوكسيد الكربون سريعاً ؟ فالغاز قابل للذوبان بدرجة كافية . وهناك من الماء ما يكفي المحيطات . فما الذي يعوق دون ذلك ؟

آه . لنعلم أن المحلول إنما يتكون فقط عند سطح المحيط حيث يتقابل الهواء والماء . ولكن إذا ما أثقلت القشرة السطحية بما تحمل من ثاني أوكسيد الكربون تتوقف عملية إذابة الغاز . بصرف النظر عن خلو الماء الذي تحت هذه القشرة من ثاني أوكسيد الكربون . وعلى ذلك فإن معدل تكوين المحلول سوف يتوقف على السرعة التي بها تساهب جزيئات غاز ثاني أوكسيد الكربون إلى أسفل متعلقة من الطبقة السطحية . أو على السرعة التي تتحرك بها مياه المحيط وتحل بها أحزاء من الماء محل أخرى . فصل مياه جديدة مكان الطبقة السطحية حيث تستطيع إذابة كمية أخرى من ثاني أوكسيد الكربون .

وبلوح أن الطريقة الثانية هي التي تحل لنا المسألة . لأننا جميعاً

نعرف أن المحيط يتحرك دائماً حركة موجية متلاطمة . ومن المؤكد إذاً أنه يتم مزج أجزائه بعضها ببعض . فتصعد مياه متجددة إلى السطح طوال الوقت .

حسناً . إذا ما أخذنا في الاعتبار السهانة قدم العليا فقط . فكما أنه كافة العواصف في جونا يقتصر حدوثها فحسب على طبقة التروبوسفير (الطبقة السطحية الممتدة من ٥ - ١٠ أميال فقط) نجد بالمثل أن كافة حركات الأجواء القاسية العنيفة يقتصر تأثيرها على السهانة قدم العليا من المحيط أو أقل . ولا يوجد تحت هذه السهانة قدم سوى تحركات بطيئة عظمى . إلا أننا لا نعرف تماماً مدى بطئها ومقدار اتساعها . وعلى ذلك فإن معدل تكوين محلول ثاني أوكسيد الكربون إنما يتوقف على السرعة التي يتم بها صعود هذا الماء العسير (الذي يمثل ٩٩ في المائة من حجم المحيط الكلي) إلى السطح .

وهناك فوج من أنواع الدورات يتم ما بين الأعماق والسطح كما نعلم . ولكن المحيط لا يستطيع إذابة الأوكسجين بأية طريقة تفوق في سحرها إذابته لثاني أوكسيد الكربون . ومع ذلك فإننا نعرف أن بالمحيط أوكسجيناً مذاباً على طول الطريق الممتد إلى القاع . ودليلنا على ذلك ما نعرف من حياة حيوانية في الأعماق لا تستطيع العيش مع عدم وجود الأوكسجين . وكلما طالت مدة مكث الماء في الأعماق من غير أن يتجدد تنخفضت درجة تركيز الأوكسجين فيه بسبب ما تستهلكه الكائنات الحية هناك . وتعلمنا هذه (الحقيقة) إحدى الطرق التي نستعين بها على

تتبع دورة الماء في الأعماق . بأن اجلب عينات من مياه هذه الأعماق من على انخفاض ثلاثة أميال مثلاً ثم تقيس كمية الأوكسجين . وكلما اوتفعت نسبة الأوكسجين الموجودة في الماء . كانت المياه حديثة العهد بالسطح .

ولقد تم إنجاز مثل هذه الأقيسة . ودلت على أن أغنى مياه الأعماق وأعظمها اشتمالاً على الأوكسجين بوجوده في شمال الأطلسي وحول المتجمد الجنوبي . ويلاحظ أن هذه القاع هي التي يعرض فيها ماء السطح إلى القاع بسهولة . ويبدو كذلك أن على القاع حركة بطيئة تحمل الماء خارج المتجمد الجنوبي حول أفريقيا إلى المحيط الهندي عبر بحر الجنوب ثم إلى الهادي . مع نقص كمية الأوكسجين باستمرار .

وعن عندما نوافق على وجود مثل هذه الدورة في القاع . نتساءل كم تكون سرعة تحركها ؟ ومن الجائز أن نصل إلى الحل بإضافة شيء إلى سطح المحيط ليس موجوداً فيه . ثم نصبر حتى يظهر هذا الشيء في أجزاء مختلفة من الأعماق . ونلاحظ الوقت الذي يمضي في كل مرة . وبطبيعة الحال من اللازم أن يكون الشيء المضاف مما يسهل أو يمكن ملاحظته على مقادير صغيرة جداً بعد أن نعمل حساب تخفيف درجات التركيز في مياه المحيط الأخر .

وفي واقع الأمر من الجائز أن يكون هناك شيء في بؤبؤ الغرض - سترنشيوم ٩٠ . فله كمية في جو الأرض يمكن ملاحظتها الآن . ولم تكن هذه المادة موجودة في الجو منذ ١٥ سنة . ولقد تسربت كميات منه

إلى سطح المحيط . فهل توجد أية آثار منه في الأعماق . إذا كان الأمر كذلك فأين ؟ إن الكيميائيين يحاولون الوصول إلى الطرق التي بها يركزون ويقيسون سترنشيوم ٩٠ في المحيط لهذا الغرض بالذات .

وسوف يكون من الغريب والعجيب إذا ما تمخص الأمر عن أن هذا الرماد الخطر . سترنشيوم ٩٠ . يعطينا معلومات حيوية تتضمن أسرار الرماح « غير القصار » . ألا وهو ثاني أوكسيد الكربون . إنها دبابح لخير موالية .

ولا تقتصر أهمية دورة الأعماق على مجرد المعلومات الخاصة بدورة ثاني أوكسيد الكربون . فإن المياه المنخفضة أكثر إثراء بالمعادن وبالتالي فهي أكثر خصياً . من المياه العليا التي تكسحها الحياة . فإذا ما جاء الوقت الذي فيه يعتمد الإنسان على البحر في الحصول على قوته . يكون من الأمور الحيوية بالنسبة إليه الحصول على معلومات عن الدورة في الأعماق من أجل زراعة المحيط .

وبالطبع لنا أن نطوع النظريات المتعلقة مثلاً بمدى السرعة التي تليق بها المحيطات ثاني أوكسيد الكربون . ومدى البطء الذي به يبنى ثاني أوكسيد الكربون في الجو . ومدى العجلة التي تتحول بها الأرض إلى عالم استوائي لا ثلج فيه . فلماذا لا نعتد بالفعل إلى قياس الطاقيتين الثلجيتين في علمنا . وننظر فيما إذا كانتا آخذتين في الاختفاء أو الاندثار أم لا . فإذا ما كانتا آخذتين في الاندثار فما سرعة هذا الاندثار ؟ لقد كانت هذه النقطة في الحقيقة أحد موضوعات البحث الأولى التي

تعرض لها خلال السنة العالمية لطبيعات الأرض . وأحد الأسباب الهامة جداً التي دعت كل أولئك العلماء إلى أن يقيموا سكناً لهم على طاقة المتجمد الجليوي .

وقد نعد كذلك إلى قياس درجة الحرارة الفعلية للأرض بأسرها وننظر فيما إذا كانت آخذة في الارتفاع . فإذا ما كان كل ثاني أوكسيد الكربون المحروق يبقى في الجو . ربما هو يدوب في المحيط بمعدل يكاد إسهاله . فإنه من اللازم أن ترتفع درجة حرارة الأرض بصفة عامة بمقدار 1.1°C كل قرن .

وتبعاً لما ذهب إليه جلبرت ن . بلاس من جامعة جون هبكنز تدل مثل درجات الحرارة هذه التي بين أيدينا على أن هذا المعدل لزيادة درجة الحرارة هو بعينه ما يعزى منذ عام ١٩٠٠ . وبطبيعة الحال لا يمكن الاعتماد كثيراً على قياس درجات الحرارة في النصف الأول من القرن العشرين خارج البلاد المتقدمة صناعياً . وعلى ذلك فقد تكون هذه الزيادة الظاهرية تسابير النتائج النظرية لمجرد المصادفة الناجمة عن عدم توافر القراءات الكافية .

وعلى أية حال . فإنه إذا كان ذلك أكثر من المصادفة . وكانت درجة حرارة الأرض آخذة في الارتفاع فعلاً . فعليك إذا أن تلوح مودعاً الطاقيتين الثلجيتين . وإذا كنت تعيش على ساحل البحر . فإن حقلك غير البعيد جداً سيزورون منزل العائلة القديم داخل حلة من حقل الغوص تحت الماء !

ولقد مرت بالأرض محبات مماثلة ثلاث مرات خلال $300,000,000$ سنة الماضية . وهذا الارتفاع الجارى هو الرابع من نوعه . وتسمى هذه الفترات التي ترتفع فيها درجة الحرارة باسم « فترات ما بين العصور الجليدية » .

وقد لايمت الأرض أحقاب من انخفاض درجة الحرارة في نفس هذه الفترة من الزمان . وولدت كل منها « حقبة جليدية » أو كما هو معروف عادة « عصراً جليدياً » . ومن الجائز أن يبدو أن هناك ظاهرة طبيعية تسبب مجئاً وذهاب الثلج على هذا النحو . ومن المنتظر أن تدوم هذه الظاهرة الطبيعية ليقبى التعاقب في الثلج وذهابه مستمراً للمستقبل التالى مباشرة (خلال ملايين السنين القليلة التالية)

ومع ذلك فإنه قبل $300,000,000$ سنة مضت (بل وقبل $200,000,000,000$ في واقع الأمر) لم تكن هناك عصور جليدية لأنه خلال تلك المدة الطويلة . (أو أكثر) . كانت الأرض خالية من الثلج إلى حد كبير . والسؤال هو ماذا حدث منذ $300,000,000$ سنة مضت ؟

يقول أحد التضميرات بأن الأرض تعاني تذبذباً في الحرارة من نوع بطيء جداً بالغ الأثر . ولكنه (أى الدور) لم يظهر في صورة ثلج إلا منذ $300,000,000$ سنة مضت . فمثلاً رأى عالم من سيبيريا يقال له ميلوتين ميلانكوفتش عام ١٩٢٥ بأنه نظراً للتذبذبة التي تنتاب مسار الأرض وببل محورها يكتسب الكوكب في بعض الآونة حرارة من الشمس أكثر يقليل عما يكتسبه في آونة أخرى . وقوام فترة الدوارة الحرارية التي اقترحها

الرجل ١٠,٠٠٠ سنة . بحيث يوجد نوع من « صيف عظيم » مدته ٢٠,٠٠٠ سنة . و « شتاء عظيم » قوامه ٢٠,٠٠٠ سنة . ولم تكن فروق درجات الحرارة بينها عظيمة جداً في واقع الأمر ، ولكن ، كما قلت سابقاً ، يكفي انخفاض أقل من ٤°م في درجة حرارة الأرض الحالية ليده عصر جليدي .

ويمكن أن نقرر لنا دورة ميلانكوفيتش هذا التراجع المحدث للتلاجات ، ولكن كيف كان الوضع في ع . ج (قبل العصر الجليدي) ؟ حسناً ، ما الذي سبق درجة حرارة الأرض العامة قبل ٣٠٠,٠٠٠

سنة التي مضت . هل كانت الحرارة عالية فلم تسمح لانخفاض الحرارة خلال الشتاء العظيم بدرجة تكفي لتكوين الثلوج ؟ تستطيع أن تتبين ذلك إذا ما عدت إلى دراسة الدبابة السنوية لدرجة الحرارة بين الشتاء والربيع العاديين . في نيويورك تعبر هذه الدبابة نقطة تجمد الماء ، بحيث يهطل المطر في الصيف ويهطل الثلج في الشتاء . وفي ميامي تكون متوسطات الحرارة أعلى ولا تنغرس الدبابة بدرجة تكفي لحدوث الثلج في الشتاء . وعلى مقياس كوكبي ، ماذا يكون الأمر لو أن مناخ الأرض انقلبت من ميامي التي لا تلج فيها إلى نيويورك التي تصبها الثلوج طول كل شتاء بانتظام ؟ ولقد اختبرت حقيقة هذا الفرض بالتحليل النظائري (في هذه الأيام

إذا لم يحصل أي عالم على الجواب بالتحليل النظائري لا يعتبر كلامه مجدياً) . ولأوكسيجين ثلاثة نظائر مستقرة : أوكسيجين ١٦ ، الذي يكون ٧٦ و ٩٤ في المائة من كافة ذرات الأوكسيجين ، وأوكسيجين

١٨ (يكون ٢٠ ر . في المائة) ، ثم أوكسيجين ١٧ (ويكون ٤ ر . المائة) . وهي كلها تنصرف بنفس الطريقة على وجه التقريب ، وتبلغ من التشابه الملح الذي يحول دون وجود فروق بينها في الظروف العادية . وبما يمكن من شيء فإن الأوكسيجين ١٨ أثقل بمقدار ١٢ في المائة من الأوكسيجين ١٦ ، ومن ثم فهو أبطأ عند التفاعل . فمثلاً عندما يتبخر الماء تصعد جزيئات الماء المحتوية على أوكسيجين ١٦ وتتقل إلى الهواء بسهولة بالنسبة إلى جزيئات الماء المحتوية على أوكسيجين ١٨ . وإذا ما استمر البحر خلال فترة حقبة ، يكون الماء المتبقى محتوياً على نسبة من أوكسيجين ١٨ أعلى من قبل .

وهذا هو عين ما يحدث للمحيطات التي يتبخر ماؤها بصفة مستمرة . وعلى ذلك فإنه من اللازم أن يحتوي ماء البحر (وهو يحتوي بالفعل) على كمية من أوكسيجين ١٨ مضافة إلى ما يحتوي عليه من أوكسيجين ١٦ أكثر بقليل مما يحتوي عليه الماء العذب . الذي يتكون من الجزء الذي تبخر من المحيطات . وبالإضافة إلى ذلك نجد أن هذه الظاهرة تزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة . وكلما ارتفعت درجة حرارة المحيط ١°م ترتفع النسبة بين أوكسيجين ١٨ وأوكسيجين ١٦ بمقدار ٠.٢ ر . في المائة .

والآن نجد أن أصداف البحر المتحجرة مكونة إلى حد كبير من كربونات الكالسيوم . وتحتوي كربونات الكالسيوم على ذرات الأوكسيجين المشتقة أصلاً من ماء البحر . ومن اللازم أن تعكس لنا النسبة بين أوكسيجين ١٨ وأوكسيجين ١٦ في هذه الأصداف المتحجرة . وتبين

نفس النسبة في المياه التي اشتقت منها الأوكسجين . ومن ثم يجب أن نحدد بمقياس تقدر به درجات حرارة المحيطات في تلك الأحقاب الماضية .

ولقد أجريت مثل هذه القياسات أول مرة في معامل هارولد ك . يوربي بجامعة شيكاغو وتمخضت عن عملية ملتوية إلى حد كبير . وعلى أساس مثل هذه القياسات . على أية حال تبين أنه خلال عصر الميزودي القديم (العصر الحيواني الأوسط) عندما سادت الدينامصورات (جمع ديناصور) كانت درجات حرارة المحيطات مرتفعة إلى 21° م (70° ف) .

وبلدينا هذا بدرجة حرارة مرتفعة للكوكب . مما لا يسمح بتكوين عصر جليدي . حتى في حضيض دورة ميلانكوفتش .

ولكن عندما تبدأ منذ ٨٠.٠٠٠.٠٠٠ سنة مضت . عندما كانت درجات حرارة المحيط عند القمة وبلغت 21° م . أخذت درجات الحرارة تنخفض واستمرت على هذا المنوال منذ ذلك الحين .

وتبعاً لما يقوله ميرنر أميليان (الذي أجرى قياسات درجات الحرارة حتى الماضي الحديث) (بالتعبير الجيولوجي) . نجد تفسير ذلك هو أنه بعد مرور فترة طويلة من الزمان على مساحة من اليابس خالية من الجبال ومحيط لا هائلة فيه . بحيث إن بخاراً ضخمة عديدة تغطي أغلب اليابس المعروف الآن . حدثت ثورة جيولوجية . حيث بدأت قيعان المحيطات في الارتفاع . بينما ترتفع سلاسل الجبال .

وعندما ارتفع اليابس وهبط قاع المحيط تعرت أجزاء جديدة من

اليابس ولكن ببطء شديد جداً . ومن طبيعة اليابس أن يحتزن كميات من الحرارة أقل مما يحتزن الماء . كما أنه يشع أثناء الليل كميات أكبر . بحيث إن درجة الحرارة الكلية للأرض أخذت تنخفض على التدريج . وكذلك كان من جراء ظهور أراض جديدة أن تعرضت صخور جديدة لفعل التجوية بثاني أوكسيد الكربون . مما أدى إلى تناقص كميات ثاني أوكسيد الكربون الذي في الجو . ومن ثم حدث نقص في فعل ظاهرة البيت الأخضر . وهبوط درجة الحرارة مرة أخرى .

ومن المحتمل جداً أن يكون انخفاض الحرارة هذا هو الذي أدى إلى قتل (الدينامصور) .

وبعد مئتي مليون سنة أدى الانخفاض المنتظم في درجات حرارة المحيط إلى بانوعها 2° م ($35\frac{1}{2}^{\circ}$ ف) . ومنذ ٣٠.٠٠٠.٠٠٠ سنة مضت كانت درجة حرارة الأرض منخفضة بالقدر الذي يكفي لظهور العصور الجليدية في حضيض دورات ميلانكوفتش .

ولقد تقدم موريس أوبنح وويليم دون اللذان يعملان في كولومبيا لتفسير للعصور الجليدية أكثر من ذلك حرارة وهما يلقيان اليوم على المحيط المتجمد الشمالي بصفة خاصة لوجود هذه العصور . فإن القطب الشمالي يقع في بقعة صغيرة على هيئة ذراع من المحيط تكاد تحيط به الأرض من كل جانب . وهو صغير نسبياً وتحيط به الأرض بدرجة تكفي ليكون من المحتمل حدوث حالة غير طبيعية .

وتبعاً لذلك فإن الفكرة هي أنه عندما يخلو المتجمد الشمالي من الثلج يعمل كخزان للماء المتجمد الذي يغذي عواصف الثلج في الشتاء .

ولو كان المحيط المنجمد الشمالي كبيراً ومفتوحاً لتساقطت للموج أغلب تلك العواصف الثلجية على البحر المفتوح وقابت هناك ، أما وهو على حالته الراهنة فإن الثلج يتساقط على منطقة الأرض المحيطة للمكونة من كندا وسيبيريا . ونظراً لما تحتوي عليه المساحات الأرضية من حرارات أقل فإنه لا يتساقط ولكنه يظل على حاله خلال الشتاء . وفي الواقع نجد أنه يتراكم من شتاء إلى آخر بحيث لا يذيب الصيف تماماً كافة الثلوج المتكونة من الشتاء السابق . وهكذا تتكون الثلجات وترتفع جنوباً . ونعجز أن نجد ذلك . يغطي جزء كبير من الأرض بالجليد ، وهو يرد إلى الفضاء كمية من الإشعاع الشمسي تفوق ما يردده كل من الماء أو الباس . وبالإضافة إلى ذلك تغطي سماء الأرض في مجموعتها سحب أكثر كما تكثر الأعاصير في العصر الجليدي بالنسبة إلى أي عصر آخر . وترد السحب المتزايدة مقادير أكبر من الإشعاع الشمسي وتعاكسها إلى الفضاء . وبإضافة هذه العوامل بعضها إلى بعض نجد أن نحو ٧ في المائة من الإشعاع الشمسي هو الذي يصل عادة إلى الأرض يرد إلى الفضاء خلال العصر الجليدي . وهكذا تنخفض درجة حرارة جو الأرض . كما يتجمد في النهاية المحيط المتجمد الشمالي (كما يقول أونغ ودون) الذي ظل مفتوحاً خلال فترة النشاط الجليدي (حتى على الرغم من انخفاض درجة الحرارة يتم كل ذلك فقط بخبر أنه بحر صغير ومحاط بالأرض إلى القدر الذي يكفي) .

ويعجز أن يتجمد المحيط المتجمد الشمالي . تنقص كميات البخار

المساعدة منه إلى حد كبير . وبذلك تقل عواصف الثلج التي تهب منه على كندا وسيبيريا . ويصير الصيف (رغم بقاء برودته على ما هي عليه) كافياً لإذابة مقادير أكبر من الجليد تفوق الجليد المتناقص الكمية الذي تجمع . تبدأ الثلجات في التراجع . ومرة أخرى تسخن الأرض (كما هي الحال الآن) ، ويتساقط المحيط المتجمد الشمالي (لم تصل الأرض بعد إلى هذه المرحلة خلال الدورة القائمة) ، فنعود التلوج إلى التساقط من جديد . وأخيراً يعني عصر جليدي آخر .

ولكن لماذا لم يبدأ كل ذلك إلا منذ ٣٠٠,٠٠٠ سنة مضت ؟ يرجع كل من أونغ ودون سبب ذلك إلى أن تلك الفترة هي التي ظهر فيها القطب الشمالي - لأول مرة - في منطقة المحيط المتجمد الشمالي . أما قبل ذلك فقد كان في مكان ما بالمحيط الهادي . حيث كان المحيط متسعاً بدرجة تكفي ومفتوحاً إلى الحد الذي يحول دون حدوث عواصف الثلج القاسية الشديدة على مساحات الأرض البعيدة .

وقد تستمر العصور الجليدية في إقلاقنا ومضايقتنا من عصر إلى آخر حتى تصحح أعالي الجبال الحاضرة أنراً بعد حين وترتفع قيعان المحيطات وحتى يترك القطب الشمالي منطقة المحيط المتجمد الشمالي (معتمدين في ذلك على النظرية الصائبة . سواء . أحدهما أو كلاهما) .

وسيكون هذا هو الحال ما لم يتدخل عامل جديد . على غرار ثاني أكسيد الكربون الذي تلقى به إلى الجو ، فإن الارتفاع المستمر في درجة الحرارة يلوح أنه قد أسرع بسبب ازدياد مقادير ثاني أكسيد الكربون

التي في الجو - ومن الجائز تبعاً لذلك أن تبطل عمليات هبوط الحرارة التي مثل ذلك - ومن المقدّر أنها قد لا تهبط إلى الحد الذي معه تبدأ عمليات زحف الجليد من جديد.

وعلى ذلك - فمن الجائز أن تكون الأرض قد شاهدت آخر عصورها الجليدية - بصرف النظر عن دورة ميلانكوفتش - أو موضع القطب الشمالي - حتى يجرى الوقت الذي فيه يتخلص المحيط أو يتخلص نحن بدلاً عنه - من كميات ثائي أوكسيد الكربون الزائدة مرة أخرى - ومن الجائز بناء على هذا أن تعكس خلال عدة قرون أغلب أو كل ما جرى من انخفاض حراري خلال ٥٠٠ ٠٠٠ ٨٠ سنة - لنجد أنفسنا وقد ارتد عصر الجليد وزوبلك من حيث المناخ - ولكن من غير الديناموزات^(١)

٣ - الهواء الرقيق

يمر غلاف الأرض الجوي الآن خلال فترة طاقيمتها وأهميتها العلمية. ونحن عندما نصوغ هذا القول بألوانه المتعددة (مع الأمانة التامة) قدر المستطاع نقول إنه - أي الغلاف الجوي - هو ما يصب عليه العلم جام غضبه.

ول تاريخ العلم سبق أن مر جو الأرض خلال فترة فائقة ساحرة - ولندعني أحدثك عن ذلك قبل أن أصل إلى عصرنا الذي نحن فيه.

ولنبداً بزمّن قدماء الإغريق - عندما كان للهواء قيمة «العنصر» أي إحدى المواد المعنوية التي يتكون منها الكون - فقد كان الفلاسفة وعلى رأسهم أرسطو يعتبرون الكون مكوناً من «الأرض» و «الماء» و «الهواء» و «النار» في أربعة هيكل كروية متحدة المركز - بحيث تحتل الأرض الخفيض والنار القمة أو الأوج.

وفي التعبير الحديث نعى الأرض اليابس أو (البيثوسفير) - وهو الجزء المتحجر من الكوكب ذاته - كما يعنى الماء (الهيدروسفير) المحيط (وهو الأوقيانوس) - ويعنى الهواء الغلاف الجوي (أو الأتموسفير) - أما النار فهي أقل وضوحاً نظراً لعظم ارتفاعها عنها (كما يقول أرسطو) - ولا سبيل إلى فهمها بسهولة بخواص الإنسان ومشاعره - وعلى أية حال

(١) جمع ديناموزات كما سبق.

فإن العواصف قد تحتاج كثرة النار وتجعل بعض أجزاء منها مريئة لنا مثل البرق .

وربما هذا فإن كثرة النارك كانت تصل فقط إلى القمر . ومن بعد ذلك كان يوجد (عنصر) خامس متمايز ليس على غرار تلك العناصر التي على أرضنا الدنيا .

وأطلق عليه أرسطو اسم « الأثير » كما أمته مدارس العصور الوسطى « العنصر الخامس » ومعناه باللاتينية « كوينتيسنس » . وفي اللفظ إلى اليوم ويعني أنني وأهم جزء من أي شيء .

ولقد حملت مثل هذه النظرية الخاصة بتركيب الكون بعض المفكرين الأول على التعرض لبعض المسائل الخاصة بالهواء . فمثلاً هل يتسنى الغلاف الهوائي . أو تصل إلى نهايته بالصعود إلى أعلى ؟ وبكل تأكيد كانت للجو نهاية . هي حيث تبدأ كثرة النار .

ولعلك على بينة من أن وجهة نظر أرسطو لا تخلو مطلقاً من بعض الشيء . ونماداً كما يحل الماء مكان اليابس والهواء مكان الماء من غير فراغ . فمثلاً نحل النار مكان الهواء والأثير مكان النار . ولا مكان للعدم قط . كما يقول أصحاب المدارس القديمة « تمت الطبيعة الفراغ التام » .

وهل كان للجو أي وزن (أي ثقل) ؟ من الخلق والواضح أنه لم يكن له ثقل . فأنت لا تحس بوزنه . أم ماذا ؟ وإذا ما منقط عليك حجر أو دلو من ماء فذلك تشعر بوزنهما . ولكن بعدم الشعور بوزن

الهواء . ولقد فسر أرسطو ذلك بأن الأرض والماء طما ميل طبيعي للتحرك إلى أسفل قدر المستطاع نحو مركز الكون (أي مركز الأرض) .

ومن ناحية أخرى كان الرأي أن للهواء ميلاً طبيعياً للتحرك إلى أعلى .

كما قد يبدو لأي منا (الفصح بعض فقائع الهواء تحت الماء وراقبها وهي تتحرك إلى أعلى) لم يكن أرسطو ليحتكم إلى التجارب في العمل . ولكنه كان يعتقد أن ضوء العقل والصواب يكفي للبحوث خلال أسرار الطبيعة وحباياتها . وما كان الهواء يرتفع ويعلو فليس له ثقل إلى أسفل .

ولقد ازدهر أرسطو حول عام ٣٣٠ قبل الميلاد . وكانت آراؤه بمثابة الكتاب المقدس لمدة طويلة من الزمن .

وتسدل الستارة . ونثر أنفاسه ثم ترفع الستارة .

راح غاليليو غاليلي . العالم الإيطالي . في أواخر حياته الطويلة الزاهرة بهم بحقيقة أن مضخة الماء العادية التي تسحب الماء من البئر لا تستطيع رفع الماء أعلى من نحو ٣٣ قدماً فوق مستوى في البئر . وذلك بصرف النظر عن درجة العنف أو القوة التي تدار بها يد المضخة .

وكان الناس يعتقدون أنهم يعرفون كيف تعمل المضخة . فكانت تصمم بحيث يتحرك مكبس محكم أعلى أسطوانة محدثاً داخلها فراغاً .

ولما لم تكن الطبيعة تستيع الفراغ . فإن الماء إنما يتدفع إلى أعلى ليحل هذا الفراغ . ثم يحتجز بصمام يعمل في اتجاه واحد . وعندما يتم تكرار هذه العملية مراراً تتزايد كميات المياه المندفعة إلى أعلى حتى تتدفق خارج الصنوبر . ومن الشاسعة النظرية كان لازماً أن تستمر

هذه الخلل على ما هي عليه إلى مالا نهاية . بحيث يرتفع الماء إلى أعلى ثم يتزايد ارتفاعه إلى ما شاء الله ما دمت تدبر المصحة .

والآن ماذا لم يرتفع الماء أعلى من ٣٣ قدماً فوق المستوى الطبيعي له ؟ وهو غاليليو رأسه فلم يجد جواباً قط . ودار بخلفه وهو عابس أنه يبدو أن الطبيعة تسمح بالفراغ إلى علو ٣٣ قدماً فقط . وأشار على تلميذه ليفانجيلستا تورشيلي بدراسة الأمر والنظر فيه :

وفي عام ١٦٤٣ بعد موت غاليليو بعام واحد . أخبر تورشيلي ذلك ، ورأى الرجل أن الذي يرفع الماء لم يكن مجرد انفعال من أمتا الطبيعة ولكنه دون شك وزن الهواء المخبر من الانفعالات والذي يضغط على الماء إلى أسفل دافعاً إياه إلى أعلى الفراغ (الذي يمكن أن يملأ عادة بوزن مساو له من الماء) . فالأمر لا يمكن رفعه إلى أعلى من ٣٣ قدماً لأن عمود الماء الذي يبلغ ارتفاعه ٣٣ قدماً يضغط إلى أسفل بقوة تماوى ضغط الغلاف الهوائي كله . ولذلك يحصل الاتزان . وحتى عندما تكون فراغاً تاماً فوق الماء . بحيث يدفع الهواء الذي فوق مستوى الماء في البئر بعمود المياه إلى أعلى دون استخدام أى ضغط هوائي في الاتجاه المضاد . فإن وزن الماء نفسه كان يكفي ليعادل ضغط الهواء الكلي .

وكيف يمكن اختبار ذلك ؟ إذا أمكنك الابتداء بعمود من الماء طوله ٤٠ قدماً مثلاً فإنه سوف يهبط إلى مستوى ٣٣ قدماً . ومعنى ذلك أن عمود الماء الذي طوله ٤٠ قدماً يزيد تسطه عند القاعدة على الضغط الجوي كله . ولكن كيف يمكن استخدام ٤٠ قدماً من الماء ؟

حسناً . لنفرض أنك استخدمت سائلاً أكثر كثافة من الماء . في هذه الحالة تجد أن عموداً أقصر من عمود الماء يكفي للاتزان مع الضغط الجوي . وأكثر السوائل كثافة التي عرفها تورشيلي كان هو الزئبق . فكتافته قدر كثافة الماء نحو ١٣ 1/4 مرة . وبما كان خارج قسمة ٣٣ قدماً على ١٣ 1/4 هو نحو ٢ 1/4 قدم . فإن عموداً طوله نحو ٣٠ بوصة من الزئبق يمكن أن يتزن مع الضغط الجوي .

وعند تورشيلي إلى ملء أنبوبة (أحد طرفيها مقفل وطولها باردة) بالزئبق . ثم وضع إبهامه على الطرف المفتوح وغسسه في وعاء مفتوح به زئبق . فإذا لم يكون للهواء أى وزن فإنه لا يضغط على مستوى الزئبق المعرض له في الوعاء . وعلى ذلك فمن اللازم أن يتدفق كل الزئبق الذي بالأنبوبة .

ونحقق الرجل من أن الزئبق الذي بالأنبوبة بدأ يتدفق إلى الخارج . ولكن على قدر بوصات معدودات فقط . وبقيت ٣٠ بوصة من الزئبق داخل الأنبوبة لا يحملها شئ ظاهر . وكان السر في ذلك إما هو السحر والشعوذة وإما أن أرسطو كان مخطئاً فيما ذهب إليه والصواب أن للهواء ثقلاً . ولم تكن هنالك فرصة للاختبار . إذ لا بد أن يكون للهواء وزن . وكان ذلك ابتدئاً بيده أول عصور ازدهار الغلاف الجوي .

وهكذا اخترع تورشيلي البارومتر . وهو آلة ما زالت تستعمل إلى اليوم في قياس الضغط الجوي مقدراً ببوصات الزئبق * . وزيادة على ذلك

* تستعمل اليوم وحدة جديدة تعبر عن الضغط بوصات القوة المشتقة من البوصات العالية هي : المليبار . ويساوي 1/10 مم زئبق .

يبقى فراخ في الجزء العلوي من الأنبوبة الذي تخلف بسبب الزئبق المتدفق . ولم يكن يوجد بهذا الفراخ أى شئ سوى بخار الزئبق وهو كتبة خشبة جداء . ولذا يسمى « فراخ تورشيل » حتى يومنا هذا . وكان هذا الفراخ هو أول ما صنع الإنسان بشكل يستحق التقدير . ويرهن بخلاء ووضوح على أن الطبيعة لا تحبذ الفراخ بطريقة أو أخرى .

ول عام ١٦٥٠ خطأ أوتو فون جيريك . الذي كان عمدة لمدينة مجديرج الألمانية خطوة أبعد . فقد اخترع مضخة هواء يمكنها سحب الهواء خارج حيز مغفل . مكوناً بذلك فراخاً أشد وأشد . أى فراخاً أعظم وأعظم .

ومحمد فون جيريك إلى تمثيل قوة الضغط الهوى بطريقة رائعة . فقد أحضر نصلي كرة من المعدن ينتهي كل منهما بخافة مستوية يمكن تشحيمها وتثبيت أحدهما على الآخر . فإذا ما عمل ذلك فإن نصلي الكرة كانتا يسقطان بسبب ثقلهما . إذ لم يكن هنالك ما يحملهما على الالتصاق والبقاء معاً .

ولكن كان لنصف كرة منهما (برزوز) له صمام يمكن أن تثبت فيه مضخة من مضخات الهواء . وقد عمّد فوق جيريك إلى وضع نصلي الكرة معاً وسحب الهواء من داخلهما . ثم أقفل الصمام وعند ذلك أصبح الهواء الهوى يضغط كلا النصفين معاً . بينما لا يوجد ضغط يعادل من الداخل .

وكم كانت قوة ضغط الهواء هذا * حسناً . فقد وصل فون جيريك

أمام الجمهور نصف كرة منهما بفريق من الخيل بوصافة ذراع متصلة اتصالاً محكمًا بنصف الكرة . كما وصل الأخرى بفريق آخر من الخيل . وراح نصف أهل بلدة مجديرج يراقبون التجربة وأفواههم فاغرة . فقد أجهدت الخيول نفسها عشا في الانجاهين المتضادين .

فأعواء الرقيق الذي من حولنا . والذي لا يعدد بوزنه « ظاهرياً » أصبح بكل تأكيد له ثقل عظيم . وعندما استخدم ذلك الثقل لم يستلح فريقان من الخيل التغلب عليه .

وأطلق فون جيريك سراح الخيل . ثم فتح الصمام وعندما سقط نصلي الكرة تلقائياً . وكانت تجربة مثيرة حقاً . على غرار تلك التي يقال إن غاليليو أجراها بإسقاط كرتين مختلفتي الكتلة من برج بيتر . ولكن أكثر من هذا أن تجربة فون جيريك حدثت بالفعل (لأنهم لا يعرفون عمداً مثل هذا اليوم) .

ولما كان للغلاف الجوي وزن . فهو لا بد أن يكون محدوداً . فمن اللازم أن توجد منه الكمية اللازمة لجعل عمود من الهواء (يمتد من مستوى سطح البحر إلى قمة الجو) مساحة مقطعه العرضي بوصة واحدة مربعة بزن ١٤.٧ رطلاً . وإذا ما كانت كثافة الجو ثابتة مع الارتفاع وتساوى قيمتها عند سطح البحر . فإن عموداً له ارتفاعه خمسة أميال فقط يمكن لإعطاء هذا الوزن .

ولكن بطبيعة الحال ليست كثافة الهواء ثابتة على طول الطريق إلى أعلى .

وفي الخمسينيات من القرن السابع عشر شرع عالم بريطاني يسمى روبرت بويل - كان قد سمع عن تجربة فون جيريك - في دراسة خواص الهواء بطريقة مفصلة - فوجد أنه قابل للضغط .

ومعنى ذلك - إذا ما حبس كمية من الهواء في النصف أو الدراع المصغر المنقلب لأنبوبة ملتوية على هيئة حرف (U) - بإضافة الزئبق إلى نصفها الآخر الطويل المفتوح - فإن حجم الهواء المحبوس يقل (أي إنه يتضاغط على نفسه) حتى يكون له ضغط داخلي يعادل عمود الزئبق المضاعف . ويتمدد أو ينكمش الهواء المحبوس بتقليل أو إضافة الزئبق تماماً كما يفعل الزئبق . وكان العالم الإنجليزي روبرت بويل قد فرغ في تلك الآونة تماماً من عمل تقريره عن سلوك الزئبق بالمدات . ولما كان الهواء المحبوس يتصرف بنفس الطريقة فقد أطلق عليه بويل اسم «الزئبق الهوائي» .

والآن عندما صب بويل زئبقاً إضافياً في الأنبوبة ازداد حجم الهواء المحبوس انكماشاً حتى وصل الضغط الداخلي إلى النقطة التي عندها أمكن حمل ما يضاف من زئبق - وزيادة على ذلك فإن بويل أجرى قياسات فعلية - ووجد - أنه عندما تضاعف الضغط الواقع على الهواء المحبوس يصل حجمه إلى النصف وهكذا ... (عنده إحدى العلوك التي يصاغ بها ما يسمى اليوم قانون بويل) .

وبهذا ذلك اكتشافاً رائعاً - نظراً لأن السوائل والأجسام الصلبة

(الزئبق) .

• إضافة إلى الضغط الجوي طبعاً .

لا تتصرف بهذه الطريقة . وتغير أعمال بويل ابتداء الدراسات العلمية لبعض العازات التي تمخضت بعد مائة عام عن النظرية القديمة وعملت أدرة في علم الكيمياء . وكان هذا نتيجة أخرى نجت عن هذا العهد الأول الساحق للغلاف الجوي .

ونظراً لأن الهواء قابل للتضاغط - فإنه من اللازم أن تكون أكثر أجزاء الغلاف الجوي انخفاضاً تلك التي تتحمل كل ثقل الهواء الذي يعاوها بأسره . ومن الضروري أن تصبح تلك الأجزاء هي أكثر الأجزاء تضاعفاً . وعندما تحرك إلى أعلى في الجو - أي تصعد - نجد أن كل عينة تالية من الهواء على علو أكبر وأكثر بعلوها جزء أصغر من الغلاف الجوي . ومن ثم فهي معرضة لوزن أقل من الهواء . وعلى ذلك فبني أقل تضاعفاً .

وبالطبع لا تثبت درجة الحرارة مع الارتفاع في الجو . فمن بين خبرات الإنسان العادية أن متحدرات الجبال تكون دائماً أبرد من الوادي الذي في أسفلها . ولا ينكر أحد كذلك حقيقة أن الجبال العالية تكسو قممها الثلوج دائماً . حتى خلال الصيف وحتى في المناطق الحارة .

المفروض إذاً أن درجة حرارة الجو تنخفض بازدياد الارتفاع . وكان المعتقد أن هذا الانخفاض يستمر بالنظام إلى أعلى على الدوام . ونجم عن ذلك سقوط النظرية البسيطة القائلة بتناقص الكثافة مع الارتفاع . إلا أنها لم تغير من حقيقة أن الغلاف الجوي مرتفع جداً . فبمجرد أن بدأ الفلكيون في الرصد وجدوا العديد من القرائن التي تثبت ذلك .

فمثلا وضعت آثار الشهب المرئية (بوساطة حساب المثلثات) على نحو تقدر ١٠٠ ميل. ولقد كان معنى ذلك أنه حتى على ارتفاع ١٠٠ ميل يوجد من الغلاف الجوي ما يكفي لحد الاحتكاك مع أجزاء المعدن الدقيقة لدخول أنها تحترق وتشتعل من الحرارة.

وزيادة على ذلك فقد شوهد النجم القطبي الشمال (الناجم عن توهج طبقات رقيقة من الغاز بسبب تصادمها مع جسيمات مقبلة من الفضاء الخارجي) ورصد على علو بلغ ٦٠٠ ميل.

وعلى أية حال فالسؤال هو كيف كان من الممكن الحصول على تفاصيل الجو العلوى؟ وكان مما نترم معرفة الطريقة الملهمة التي تتغير بها درجة الحرارة ويتغير بها الضغط الجوى مع الارتفاع. ول عام ١٦٤٨ أرسل العالم الفرنسى بليرياسكال أحد أصدقائه إلى أعلى أحد الجبال ومعه بارومتر ليتحقق من هبوط ضغط الهواء. ولكن ما هو معنى ارتفاع الجبال؟

كانت أعلى الجبال التي تقع تحت مظال الأوروبيين في القرن السابع عشر هي جبال الألب. وتمتد أعلى قمة منها إلى علو ٣ أميال عبر الهواء. وحتى أعلى الجبال قائمة في المسلايا يبلغ ارتفاعه ضعف هذا التقدر فقط. ومع ذلك فكيف يمكن التحقق من أن الهواء الذي على ارتفاع ستة أميال في المسلايا يشبه الهواء الذي يوجد على ارتفاع ستة أميال فوق المحيط المفتوح المستوى.

تدخل هذه الحسابات ضمن ما يسمى بالأسئلة الكونية مثل الكواكب ذات الطاقات العالية.

(الترجم)

كلا إن أى شيء في الجو أعلى من ميل مثلا لم يكن من الممكن الوصول إليه إلا في أجزاء معينة من الكرة الأرضية وبضعوبة عظمى. كما أن أى شيء أعلى من ٥ أو ٦ أميال لم يكن الوصول إليه ممكنا في ذلك العهد. ولم يكن أحد يعرف شيئا هناك. لا أحد قط.

وهكذا انتهى العهد الأول الساحر للغلاف الجوى.

وتبدأ الستارة. وبمضى قرن ونصف قرن ثم ترفع الستارة.

في عام ١٧٨٢ عمده الأخوان جوزيف ميشيل ومونتجولفر وحاك اثنين مونتجولفر إلى إشعال النار تحت زكبة كبيرة خفيفة لها فتحة بأسفلها. وجعلوا الهواء الساخن والدخان يملأها. ولما كان الهواء الساخن أخف من الهواء البارد. فإنه يصعد إلى أعلى. تماما كما تصعد فقاعة الهواء في الماء. ولقد سجلت الحركة الزكبية معها. وهكذا تم بناء أول بالون (منطاد).

وبعد عدة شهور. حل الأندرو جين محل الهواء الساخن. وأضيفت إلى البالون أولا مركبات صغيرة وألحقت بها الحيوانات في الابتداء. ثم بعد ذلك صعد الرجال إلى أعلى. وخلال عشرات السنين القليلة التي تلت ذلك كانت الملاحة الجوية عملا جنونيا. لمدة قرن كامل قبل الأخوان ريت.

وما إن مر عام على بناء أول بالون حتى صعد أمريكى اسمه جون جفرى في واحد منها ومعه بارومتر وأجهزة أخرى. بالإضافة إلى المعدات اللازمة لجمع عينات من الهواء على ارتفاعات مختلفة. وهكذا صار الجو

فجأة في روعة تحت مائل العلم إلى ارتفاع العديد من الأميال . وبدأ
العهد المخرى الثاني للغلاف القوي .

وما إن حل عام ١٨٠٤ حتى حلت العالم الفرنسي جوزيف لويس
جاني لوساك إلى علو ١٤٠٠ من الأميال داخل بالون . وهو ارتفاع يفوق
بكثير ارتفاع أعلى قمة في الألب . وعاد معه عينات من الهواء جمعها
من أعلى .

وعلى أية حال فقد كان من الصعب الصعود إلى أعلى من ذلك نظراً
لأن التحليق في الجو يعوقه عدم سهولة التنفس . وفي عام ١٨٧٤ صعد
ثلاثة من الرجال إلى ارتفاع مئة أميال - وهو ارتفاع جبل إفرست - إلا
أن الذي بقي منهم على قيد الحياة واحد فقط . وفي عام ١٨٩٢ شاع
أمر إرسال البالونات التي لا تحمل الإنسان (ولكنها مجهزة بمختلف
الألات) إلى أعالي الجو .

وكانت أهم الأغراض التي ترمى إليها التجارب الأولى قياس درجة
الحرارة في أعالي الجو . وظهرت بعض النتائج المثيرة في التسعينيات في
القرن الماضي وقد كانت درجة الحرارة تنخفض فعلاً مع الارتفاع بالنظام .
حتى يصل المرء إلى علو أكبر نوعاً من جبل إفرست فتصل درجة الحرارة
إلى - ٧٠° ف . وعقب ذلك إذا ما ارتفع المرء عدة أميال ثبت درجة
الحرارة ولا تتغير .

وعلى ذلك عمد عالم الأرصاد الفرنسي (عالم الميئورولوجيا) ليون ب.
تيسيرنك دي بورت ، وهو أحد مكتشف هذه الحقيقة ، إلى تقسيم الجو

إلى طبقتين . الطبقة السفلى التي تتغير فيها درجة الحرارة . وتتميز بتيارات
الهواء الصاعد والهابط التي تعمل على تقليب ذلك الجزء من غلاف
الأرض الجوي - وتكوين السحب وكافة أنواع الجو وظواهره المتغيرة التي
نعلمناها . وهذه هي طبقة (التروپوسفير) (أي محيط التغير) .

وسمى الارتفاع الذي يقف عنده هبوط درجة الحرارة باسم (التروپوبوز)
إلى « نهاية التغير » . وتليه من أعلى منطقة ثبوت درجة الحرارة . وهي
مكان لا تيارات فيه ولا تقليب . إذ يبقى الهواء هادئاً . وفكر
(تيسيرنك دي بورت) في طبقات تسبح في أعلاها الغازات الخفيفة .
وربما كانت إمدادات الأرض من غازي الأيدروجين والهيليوم توجد
في الأعالي هناك وهي تطفو على الغازات الأعظم كثافة الموجودة تحتها .
وسمى هذه الطبقة العليا باسم (الستراتوسفير) أي « الكرة ذات الطبقات »
ويبلغ ارتفاع التروپوبوز عن سطح البحر نحو عشرة أميال عند خط
الاستواء وخمسة أميال فقط عند القطبين . وتمتد الستراتوسفير من التروپوبوز
إلى علو نحو ١٦ ميلاً . وهناك حيث تبدأ درجة الحرارة في التغير من
جديد يوجد سطح (الستراتوبوز) .

ويوجد نحو ٧٥ في المائة من كتلة الغلاف الجوي كله في التروپوسفير .
ونحو ١٣ في المائة في الستراتوسفير . ويتكون « الغلاف الجوي السفلى »
من مطلقتي التروپوسفير والستراتوسفير معاً . وهذا يحتويان على ٩٨ في
المائة من جو الأرض . ولكن ما إن حل القرن العشرون حتى عظم الاهتمام
بأمر الـ ٢ في المائة التي تعلو الستراتوبوز . وهي طبقة « الغلاف الجوي
العالي » .

وفي الثلاثينيات من القرن العشرين دخلت أعمال البالون عهداً جديداً .
فقد صنعت بالونات خفيفة من بلاستيك البوليثيلين ، وكانت أقل نفاداً
للعازات بالنسبة إلى البالونات القديمة (وأرخص كذلك) . فقد كان في
الإمكان أن تصل إلى ارتفاعات أكثر من ٢٠ ميلاً . وتمدت
المركبات المعلقة تماماً ، وحمل رجال البالونات معهم إمداداتهم الخاصة
من الهواء .

وبهذه الطريقة وصلت مناظير البشر الستراتوسفير وحلقت بعدها .
وأحضر رجال البالونات الروس معهم عينات من هواء الستراتوسفير فلم
يجدوا فيه الأيونوجين أو الميثانوم . ولكنهم وجدوا الأوكسجين والآزوت
العاديين . (إننا نعرف الآن أن الغلاف الجوي يتكون إلى حد كبير من
الأوكسجين والآزوت حتى نهايته من أعلى) .

وحلقت الطائرات ذات الغرف الصعكة الإغلاق (لا تسمح بنفاذ
الهواء) في الستراتوسفير كذلك ، وفي أواخر الحرب العالمية الثانية اكتشفت
التيارات العليا القليلة وقوامها تياران دافقان من الهواء يكونان إطاراً من
حول الأرض ، ويتحركان من الغرب إلى الشرق بسرعة قدرها ١٠٠ إلى
٥٠٠ ميل في الساعة على علو يترب من ارتفاع التروبوبوز . أحدهما
في المنطقة المعتدلة الشمالية والثاني في الجنوبية . ويلاحظ أنهما أهمية
عظمى في أعمال التنبؤ الجوي ، إذ أنهما يلتويان أو يتعرجان كثيراً ،
وتتبع الأجواء تعرجاتهما .

• اكتشف كذلك تيار ثالث الاستوائي الذي يجري من الشرق إلى الغرب .
(التبريم)

وبعد الحرب العالمية الثانية بدأ في إرسال الصواريخ إلى أعلى لطلب
المعلومات إلى الأرض . وازدادت دراسة المنطقة التي تعلو الستراتوسفير ، ووجد
أنه من الستراتوبوز إلى ارتفاع ٣٥ ميلاً ترتفع درجة الحرارة حيث تصل
إلى (-٥٥° ف) ، قبل أن تنخفض مرة أخرى إلى (-١٠٠° ف)
على ارتفاع نحو ٥٠ ميلاً . وبعد ذلك يوجد ارتفاع عظيم منتظم في درجة
الحرارة يقدر بنحو ٢٢٠٠° ف على ارتفاع ٣٠٠ ميل . وربما ازدادت
درجة الحرارة على ذلك في ارتفاعات أكبر .

وتسمى منطقة ارتفاع درجة الحرارة ثم هبوطها بين ١٦ - ٥٠ ميلاً
اليوم اسم الميزوسفير (أو المنطقة الوسطى) . أما المنطقة التي
تصل إليها درجة حرارة أقل ما يمكن في أعلى هذه المنطقة فهي
(الميزوبوز) . وتحتوي الميزوسفير تقريباً على كل كتلة الغلاف الجوي
العلوي . نحو ٢ في المائة من القدر الكلي . ولا يبقى فوق الميزوسفير
إلا عدة أجزاء من الألف في المائة .

أما مشايف الهواء العلوي فهي على أية حال غير هامة . وهي تقسم
إلى منطقتين : من ٥٠ إلى ١٠٠ ميل حيث ترى آثار الشهب وتسمى
(الثيرموسفير) (أي المحيط الحراري) بسبب الارتفاع في درجة الحرارة
وتعلوها من فوق (الثيرموبوز) . ولوائه ليس نهاية الحرارة ، ويعتبر
بعض الكتاب أن الثيرموسفير ترتفع إلى ٢٠٠ أو حتى ٣٠٠ من الأميال .

وفوق (الثيرموبوز) توجد منطقة من الغلاف الجوي تنخفض فيها
الكثافة إلى الحد الذي يحول دون توهج الشهب ، ولكنها رغم ذلك تستطيع

أن تحمل القمر الخطقة الشئلى . هذه المنطقة هي (الأكسوسفير) أو (المحيط الخارجى) .

وليس هناك حدود عليا معينة للأكسوسفير . وفي الواقع أننا نجد لها تزايد رقة وتخلخلا وتنتهى تدريجاً إلى الفضاء الذى تسبح فيه الكواكب (وليس هو بطبيعة الحال فراغاً تاماً) . ويحاول البعض الحكم على « نهاية الغلاف الجوى » بالطريقة التى تتبعها جزيئات الهواء فى مصادمة بعضها البعض .

وهنا عند مستوى سطح البحر تتكدس الجزيئات ويقترب بعضها من بعض إلى الحد الذى معه لا يستطيع أى جزيء معين الانطلاق غير عدة أجزاء من المليون من البوصة (فى المتوسط) من غير أن يصطدم بجزيء آخر . ويعمل الهواء كوسط مستمر غير متقطع لهذا السبب .

وعلى ارتفاع عشرة أميال تكون الجزيئات قد تخلخلت لدرجة أنها تنطلق عبر عشرة أجزاء من ألف من البوصة قبل التصادم . وعلى علو ٧٠ ميلاً تنطلق نحو ياردة ونصف ياردة . وعلى علو ١٥٠ ميلاً نحو ٣٧٠ ياردة قبل التصادم . أما على ارتفاع عدة مئات الأميال فيصير التصادم من القلة بحيث يمكن إهماله وبدأ الجو فى التصرف كأنه تصادم جسيمات لا رابط بينها .

(إذا صادف وكنت مرة ضمن زحام يوم عيد رأس السنة بمدينة نيويورك فى ميدان تيمز . ثم سرت فى شارع مدينة هادئة الساعة الثالثة ظهراً تكون قد كوتت فكرة سليمة عن الفرق بين الجسيمات التى تعبر وسطاً

مستراً ظاهرياً والجسيمات المعزولة) .

والنقطة التى عندها يقف تصرف الجو كوسط مستمر . وبدأ العمل المجموعه من الجسيمات التى لا علاقة بينها قد تعتبر (الأكسوسفير) أو نهاية الجو . ولقد اعتبر هذا الارتفاع متغيراً من ٦٠٠ إلى ١٠٠٠ ميل لدى الثقاة المختلفين .

والأهمية العملية للتجو العلوى بالنسبة لنا أنه يتحمل عبء الصدمات المختلفة الملقبة من الفضاء الخارجى . فيجعلها بردهً وسلاماً وعميماً منها . وهناك حرارة الشمس . إنها ترسل (فوتونات) طاقتها ككتك إلى يرسلها جسم درجة حرارة سطحه ١٠٠٠٠° ف . ولا تفقد هذه (الفوتونات) طاقتها أثناء مسيرها فى الفضاء . ولذلك فعلى تصادم الغلاف الجوى بقوتها الكاملة . ونحن نحفظ أن الشمس ترسلها أو تشعها فى كافة الاتجاهات ولا يصيب كوكبنا منها سوى جزء من ليون أو ما يقرب من ذلك .

ومع ذلك عندما يصدم أحد (الفوتونات) جزيئاً على حافة الجو من أعلى ويتم امتصاصه عند الجزيء نفسه وقد امتحنت على درجة تحرك درجة حرارة سطح الشمس أى ١٠٠٠٠° ف . ولا يصادف ذلك الأمر إلا جزءاً يسيراً من جزيئات جو الأرض فتسخن . ويتم توزيع الطاقة ببطء نتيجة تصادمها مع الجزيئات الأخرى الموجودة فى أسفلها . وهكذا تخفص درجة الحرارة إلى مستويات يمكن تحملها كلما هبطنا إلى أسفل .

• منها الطاقات حول الشمس

(الترمز)

وما درجات الحرارة المرتفعة الموجودة في الأكسوسفير والثيروسفير إلا إحدى من أصداء كرة أرسطو « النارية » . وأنت قد تسأل متعجباً كذاك كيف نستطيع الصواريخ المرور عبر الأكسوسفير إذا كانت درجة حرارتها تبلغ الآلاف دون أن تنطفئ . فهناك يراجهك الفرق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة ، فالجزيرات لها طاقات عالية كجزيرات منفردة ، أي إن درجات حرارتها مرتفعة . ولكن لا يحدد من هذه الجزيرات إلا العدد القليل بحيث تصبح الطاقة الكلية (أي كمية الحرارة) مهمة . ومن غير شك أننا نجد أن للبريات الحرارة العالية في الجو الخارجي تأثيرها على الجزيرات التي تكون ذلك الجو . إذ تنقسم جزيرات الأكوسيجين والآزوت تحت تأثير درجات الحرارة العالية هذه والاضطدام بالجسيمات ذوات الطاقات العالية ، وتنحلل إلى ذرات منفصلة (وإذا ما تساقطت بعض الذرات الطليقة إلى مواضع تقل فيها الطاقة فإنها تتحد . ولذلك لا يحدث تغير دائم) .

ولقد تسأل الناس عما إذا كانت الثقافات لا تستفيد من هذه الذرات الطليقة من أجل الملاحة الجوية في الأكسوسفير . فإذا ما كان من الممكن جمع القدر الكافي منها وضغطه (وهذا هو الجزء الصعب من العملية) فإن الطاقة لوزن ما الناتجة عن اتحادها لتكون جزيرات حادية تكون أعلى بكثير من الطاقة المنطلقة بالنسبة للوزن الناجم عن اتحاد الوفود العادية بالأكوسيجين أو الأوزون أو الفلور . وأكثر من ذلك فإن إمدادات الطاقة سوف لا تستنفد ، نظراً لأن

الذرات بمجرد اتحادها إلى جزيرات سوف تطلق إلى الخارج من المخزنة حيث تعمل الطاقة الشمسية في الحل على انقسامها إلى ذرات من جديد . وإن واقع الأمر سوف تعمل هذه الثقافات بالطاقة الشمسية ، وبذلك نخطو خطوة صغيرة .

وتنتج عمليات تصادم الجسيمات المقبلة من الفضاء أيضاً في إتلاف بعض الذرات . أو الجزيرات ، بأن تطرد منها إحدى كواربها أو أكثر ، فتختلف وراءها ذرات لها شحنة كهربائية تسمى الأيونات . ويتكوّن في الأكسوسفير عدد وفير من الأيونات تسبب حدوث وهج (الأورورا) أو القصر القطبي .

وفي أجزاء الجو الأكثر كثافة توجد طبقات يمكن أن نصفها بأنها طبقات دائمة من الأيونات توجد على أبعاد مختلفة . ولقد تم اكتشافها في بادئ الأمر عن طريق جليقة أنها ترد أو تعكس بعض أمواج الراديو . ففي عام ١٩٠٢ اكتشف أوليفر هيفيسيد الإنجليزي وآدم أدوين كينيلي الأمريكي (كل على حدة) أقل هذه الطبقات ارتفاعاً على ارتفاع نحو ٧٠ ميلاً . وهي تسمى طبقة كينيلي - هيفيسيد تحليلاً لذكرهما .

وتم اكتشاف الطبقات العليا (على ارتفاع نحو ١٢٠ ميلاً ، ثم ٢٠٠ ميل) عام ١٩٢٧ بواسطة عالم الفيزياء البريطاني إدوارد فكتور آبلتون ، وهي تسمى طبقات آبلتون . وبسبب الطبقات المتأينة العديدة هذه كثيراً ما تسمى الثيروسفير باسم الأيونوسفير . كما يطلق على حدها العلوي

اسم (الأوبوبور) . رغم أن هذا ليس هو « نهاية الأيونات »
ويعد كونه « نهاية الحرارة » .

وإن أمنا هذه نطلق على هذه الطبقات أحرافاً معينة . فطبقة
كينيل - عيسى هي طبقة E . بينما طبقات آلتون هي F₁ ثم F₂ .
وإن كانت منطقة E بين الطبقتين E₁ و F₁ كما توجد تحت طبقة E منطقة D .
وبعد علمنا ذلك عند ما نبحث في الميزوسفير نجد أن أشعة الشمس فوق
البضحية لا تزال في إمكانها عمل تفاعلات كيميائية لا تحدث عادة
بصفة مستمرة عند سطح البحر . ومن الممكن أن يرسل المواد الكيميائية
إلى أعلى في تلك المناطق لترب ما يحدث بها . ويبدو أنه على الأخص تنحصر
النقطة الهامة في أن شيئاً ما يحدث لمادة كيميائية مجردة بالفعل هناك .
فإن جزيئات الأوكسجين العادية التي في الميزوسفير (والتي تكون بخريء
فيها من ذرتين النيتروجين من الأوكسجين) تتحول إلى جزيئات الأوزون
الأكثر نشاطاً (والتي تكون بخريء فيها من ثلاث ذرات من الأوكسجين)
وتتحول الأوزون بصفة مستمرة إلى الأوكسجين . بينما يعمل المدد
الذي لا ينقطع من الأشعة فوق البضحية على استمرار تكوين الأوزون .
وتحدث حالة من الانزياح . وتكون طبقة دائمة من الأوزون على ارتفاع
نحو ١٥ ميلاً من سطح الأرض . وهذا من حسن حظنا . نظراً لأن من
نتائج بقاء طبقة الأوزون أن يمتص هذا الغاز جزءاً من أشعة الشمس فوق
البضحية الشديدة الأثر على الأحياء . والتي إذا سمح لها بالوصول إلى سطح
الأرض من غير أن تمتص . تقتل معظم أنواع الحياة خلال فترة وجيزة من
الزمن .

ونظراً لما يحدث من تفاعلات كيميائية مستمرة في الميزوسفير فإنها
تسمى أحياناً باسم (الكيموسفير) . كما يطلق على سطحها العلوي
اسم (الكيموبور) . أما بالنسبة لطبقة الأوزون نفسها فإنها يقال لها
أحياناً (الأوزونوسفير) .

وهكذا وضحت لك الخطوط - من « هباء » أرسطو الذي لا فروق
ولا تباين فيه خلال عصر من عصور السحر العلمي . إلى غلاف بويل
الجوى الذي تتنافس كتابته على التدريج . ومن ثم إلى فترة أخرى من فترات
السحر العلمي . ثم إلى الطبقات الجبئية المثراصة بعضها فوق بعض من
الغواء . تلك الطبقات التي تتغير فيها الصفات والخصائص .

ولقد بدأت الآن الخطوة الثانية : دراسة معالم قضاء هذا الجانب من
القصر (أي القضاء الذي بيننا وبين القمر) . ولقد تمت عن هذه
الدراسة حتى الآن معارومات مثيرة عجيبة عن وجود أحزمة فان آلين
الإشعاعية - ثم ماذا كذلك ؟ حسناً . تربت وانظر .

قوة الجاذبية Q التي بين أي جسمين ، كما قال نيوتن ، تتناسب مع حاصل ضرب الكتلتين (ك ، ك) ، $Q \propto K_1 K_2$ ، كما تتناسب عكسياً مع مربع المسافة (ف) بين مركزيهما ، وعندما ندخل ثابت التناسب γ في الحساب يمكننا صوغ معادلة تمثل تعبيرنا السابق رياضياً :

$Q = \gamma \frac{K_1 K_2}{r^2}$ ، فـ γ = ثابت ، وربما أضبط ، قيمة أمكن الحصول عليها للثابت γ (عام ١٩٢٨ في مكتب المعايير القياسية هي) $\gamma = 6.67 \times 10^{-8}$ دايـن / سم^٢ . - ثانية^٢ . ومعنى ذلك أننا لو وضعنا كتلتين كتلة كل منهما جرام واحد وضعاً تاماً على بعد سنتيمتر (من المركز إلى المركز) فإن قوة التجاذب بينهما تصير 6.67×10^{-8} دايـن .

وبين هذا أن قوى الجاذبية ضعيفة بالنسبة إلى قوى التجاذب الكهربى أو المغناطيسى . فعلاً : القوة التي تساوى « دايـن واحد » تعادل على وجه التقريب وزناً قدره ١ ميليغرام . وإذا ما كانت الكتلتان اللتان تساوى كتلة كل منهما جراماً هما كل ما في الوجود من مادة ، فإن كلا منهما سوف يعانى وزناً تحت تأثير قوى الجاذبية للكرة الأرضى على البعد المئين . قدره هو $6.67 \times 10^{-8} \times 1000 \times 1000$ ميليغرام (أو نحو جزأين من تريليون جزء من الأوقية) . ومهما يكن من شئ ، فإنه عندما تكون الكتل كبيرة كالأرض ، فإنه حتى القوى الضعيفة التي على غرار الجاذبية تصبح ذات قيمة يعتد بها .

٤ - اللحاق بنيوتن

إنه لما يؤثر في هذا العصر الحديث ، عصر السوربيخ والأقمار الصناعية ، أن هناك العديد من رجال الصحافة لم يلحقوا بعد بنيوتن ، ولكنهم يتحدثون في فصاحة مذهلة عن انعدام الجاذبية التي يعانيها رجل الفضاء بمجرد أن يصعد « وراء حدود الجاذبية » . ومن الباطل أنهم يعتقدون أن هناك حداً أو خطاً فاصلاً بالقرب من قمة الجو . أو ما شابه ذلك ، بعده انعدام الجاذبية فجأة . وهذا هو ما لا تسبح به نظرية نيوتن على الإطلاق .

ولقد كان إسحق نيوتن أول من صاغ قوانين الجاذبية العالمية ، وعليك أن تلاحظ كلمة « عالمية » فهي الكلمة العامة ، فيوتن لم يكتشف أن التفاح يساقط إلى الأرض بمجرد انفصاله عن الشجر ، فلقد كان ذلك من المعلومات العامة المعروفة ، والذي برهن عليه وأوضحه أن مسار القمر حول الأرض يمكن تفسيره بفرض أن القمر يقع تحت تأثير أو قبضة نفس القوة التي تشد التفاح .

وكان رأيه العظيم أن كل جزء من المادة في الكون يجذب أى جزء آخر من المادة . وأن كمية هذه القوة يمكن التعبير عنها بمعادلة أو قانون بسيط .

وليس علينا طبعاً أن نستخدم الدارين أو ما على شاكلته من الوحدات التحيلية لفهم وجود الجاذبية . ولنفرض مثلاً أن الكتلتين اللتين نحاول قياس قوى الجاذبية بينهما هما سفينة من سفن الفضاء وكوكب الأرض . هنا يمكننا أن نضع كتلة سفينة الفضاء تساوي الوحدة (ولكن أية وحدة؟ وحدة كتل سفن الفضاء) وكذلك نستطيع أن نبين أن كتلة الأرض تساوي الوحدة . باستخدام وحدات أخرى مختلفة - وحدة كتل الأرض في هذه المرة .

والمسافة بين مركز الأرض ومركز سفينة الفضاء ، التي سنفترض أنها وافية على سطح الأرض تعادل تقريباً ٣٩٥٠ ميلاً . وفي مستطاعنا أن نجعل هذه القيمة تساوي واحداً كذلك . وذلك بأن نطلق على هذا العدد من الأميال اسم نصف قطر الأرض .

لاحظ الآن أننا عندما نستخدم معادلة نيوتن يكون من اللازم قيام المسافات من المركز إلى المركز ، ومعنى آخر نجد أن العبرة ليست بعدد سفينة الفضاء عن سطح الأرض ، ولكن بعدها عن المركز .

وهذه من الأعمال العظمى التي أنجزها نيوتن ، وكذلك يبين ذلك أنه كان قادراً على البرهنة على أن الكور التي لها كثافات منتظمة تتجاذب كأنها تتركز كتلة كل منها في نقطة المركز . ومن المؤكد أن أجرام السماء الفعلية لا توزع كثافتها بانتظام ، ولكن نيوتن كذلك برهن على أن أمر هذه النقطة المركزية قائم للكور المكونة من سلسلة من الطبقات (على غرار البصلة) ، كل طبقة منها متجانسة الكثافة . رغم أن الكثافة

قد تختلف من طبقة إلى أخرى . وهذا الوضع المعدل يصلح تماماً لأجرام السماء الحقيقية .

وبعد الآن إلى الأرض وسفينة الفضاء . ولما كنا قد تخبرنا وحدات استلاحية للكتلة والمسافات فلم يبق علينا إلا إنجاز ذلك بالنسبة لثابت التجاذب أيضاً (قيمة ثابتة واحدة) وبذلك تصبح المعادلة رقم (١) .

في $1 \times 1 \times 1 / 1$ معادلة رقم (٢) .
ونتيجة لما اخترنا من وحدات يتج أن قوى الجاذبية بين الأرض وسفينة الفضاء هي الوحدة تماماً .

ولا بأس حتى هذا القدر . ولكن هذا بالنسبة لسفينة الفضاء الرابعة على سطح الأرض . فما الذي يجري أو أنها لم تكن على سطح الأرض ولكن على ارتفاع ٣٩٥٠ ميلاً فوقنا ؟

عندما نغير موضع سفينة الفضاء لا تتغير كتلتها . ولا كتلة الأرض ولا حتى ثابت التجاذب ، فكل منها يمكن أن يبقى على حاله ويساوي الوحدة . والشيء الوحيد الذي يتغير هو المسافة بين مركز سفينة الفضاء ومركز الأرض . وعلى ذلك فإن المسافة هي كل ما يهمنا أن نغيره . وعندما تصبح المعادلة رقم (٢)

$$F = \frac{1}{r^2} \quad \text{المعادلة رقم (٣)}$$

والآن عندما تكون سفينة الفضاء على ارتفاع ٣٩٥٠ ميلاً فوق سطح الأرض يكون بعدها عن مركز الأرض ٣٩٥٠ ميلاً مضافة إلى ٣٩٥٠ ميلاً أو ضعف نصف قطر الأرض (وفي مستطاعنا أن نستخدم

أية وحدة قريدها . ولكن بمجرد أن يتم هذا الاختيار يجب علينا أن نثبت عليه . وهذا هو الوضع السليم .

وبناء عليه فإنه على ارتفاع ٣٩٥٠ ميلا من سطح الأرض تكون قوى التجاذب بين الأرض وسفينة الفضاء باستخدام المعادلة رقم (٣) هي

$$\frac{1}{4} \text{ أو } ٠,٢٥$$

وعادة نقاس قوى الجاذبية عن طريق وزن جسم ما ، وعلى ذلك في مقبولنا أن نقول بأنه مهما كان وزن سفينة الفضاء على سطح الأرض ، فإنها تزال (أى جاذبية الأرض لها . أو قبضة الأرض لها) $\frac{1}{4}$ هذه القبضة على ارتفاع ٣٩٥٠ ميلا من السطح .

ويتفسر الطريقة والبرهان تستطيع أن تدلل على أن هذا الوضع قائم لأى جسم غير سفينة الفضاء ، فإن جاذبية الأرض لأى جسم على الإطلاق تهبط إلى ربع قيمتها عندما يتحرك هذا الشيء على الإطلاق من سطح الأرض إلى علو ٣٩٥٠ ميلا فوق سطحها .

وتعطيت المعادلة رقم (٣) كذلك القوة بين الأرض وسفينة الفضاء (أو أى جسم آخر) على أى ارتفاع فوق السطح . وفي الجدول رقم (١) بعض هذه القيم التى حصل عليها بهذه الطريقة .

وكما ترى . تقل قيمة قوى الجاذبية فى الحال . وحتى على الارتفاعات المنخفضة للأعداد الصناعية ، مثلا ، تجدها تتغير من $\frac{1}{4}$ إلى $\frac{9}{16}$ قيمتها عند سطح الكوكب . ولكني تشعر حقاً بالألمى من جراء ذلك نقول إذا كنت وزن ١٥٠ رطلاً ثم نقلت فجأة إلى قمة جبل أفروست من منزلك

الذى عند مستوى سطح البحر . تجد أن الجاذبية بلغت من الضعف أو الثلثة الحد الذى يجعل وزلك $\frac{1}{4}$ رطلاً .

ومع ذلك فإن قوة جذب الأرض لا تهبط إلى الصفر على الإطلاق ، يعرف النظر عن المسافة وقيمتها . فمهما بلغت ف من الكبير فى المعادلة رقم (٣) لا يمكن أن تكون فى صفر . وبالعودة إلى المعادلة رقم (١) نجد أن هذا حقيقى فذلك بالنسبة للتجاذب بين أى جرمين مهما بلغا من الصغر ، ما دامت كتلتاهما أكبر من الصفر . وبمعنى آخر نجد أن تأثير الجاذبية لكل جسم ، مهما كان صغيراً ، يعم ويشمل الفضاء بأسره .

وحتى لا تصبح القوة مهملة بسرعة كبيرة جداً . عندما تؤخذ فى الاعتبار الأجسام الكبيرة . فقوى الجاذبية بين الأرض والزهرة عندما يبلغان أقصر مسافة بينهما هي فقط ٢٥,٠٠٠,٠٠٠ ومن قيمتها بفرض التصادم الكوكبين . ومع ذلك فإن قوى الجاذبية بين الأرض والزهرة . حتى على مسافة قدرها ٢٥,٠٠٠,٠٠٠ ميل لا تزال تساوى ١٣٠ تريليون طن .

وهذا يكتفى رجال الفضاء عندما يخرجون « وراء حدود الجاذبية » وسوف لا يعنى كثيراً كلمة « عالمية » الواردة فى قانون نيوتن إذا لم نستخدم المعادلة ونعصمها على الأجسام الأخرى . ويمكننا أن نبدأ بفرض أن سفينة الفضاء راسية على سطح القمر . فقبل كل شيء . لسفينة الفضاء نفس الكتلة . (أى مقدار ما

تجمع فيها من مادة التي تمتلكها عند سطح الأرض - ولقد اصططلحنا على أن تكون هذه الكتلة (ك) تساوي ١ - ولا يتغير الثابت ج - ولقد اتفقنا على جعله يساوي الواحد الصحيح - وعلى ذلك فإن المعادلة رقم (١) تصبح :

$$ق = \frac{1}{r^2} \quad \text{معادلة رقم (٤)}$$

حيث (ك) هي كتلة القمر - (ف) هي المسافة من مركز مقبلة الفضاء إلى مركز القمر - ولما كانت مقبلة الفضاء فوق سطح القمر فإن (ف) إنما تساوي نصف قطر القمر - ولقد سبق أن عرفنا وحدتنا للكتلة (ك) بأنها « كتلة أرضية » كما عرفنا وحدة المسافات بأنها « نصف قطر الأرض » - وسوف نترجم بذلك ولا حيد عنه - ونبلغ كتلة القمر ١٢٣ . ٠ (أي نحو $\frac{1}{8}$) من كتلة الأرض - كما يبلغ نصف قطره ٢٧٣ . ٠ (أن نحو $\frac{1}{4}$) نصف قطر الأرض فقط .

ومعنى ذلك أنه بصرف النظر عن وزن مقبلة الفضاء على سطح الأرض الناجم عن قوى جاذبية الأرض لها - فإنها تزن على سطح القمر ١٦٤ . ٠ من وزنها ومنها (نحو $\frac{1}{4}$ تقريباً) بسبب قوى جاذبية القمر الأقل - وبطرس الطريقة والبرهان يمكن تعميم هذه النسبة في الوزن لأي جسم على الإطلاق -

فإذا ما أعطينا كتلة أي جسم ونصف قطره يمكن حساب قيمة الجاذبية على سطحه بطرس الطريقة - ويعطى الجدول رقم (٢) قيم

جدول رقم (١) قوى الجاذبية للأرض بالنسبة إلى المسافة

قوى الجاذبية	المسافة إلى مركز الأرض		المسافة إلى سطح الأرض بالميل
	بأنصاف قطر الأرض	بالميل	
١.٠٠٠	١.٠٠٠	٣٩٥٠	صفر (مستوى سطح البحر)
٠.٩٧٥	١.٠١٢	٤٠٠٠	٥٠ (قمة المراتوسفير)
٠.٩٢٤	١.٠٤٠	٤١٠٠	١٥٠
٠.٨٨٤	١.٠٦٣	٤٢٠٠	٢٥٠
٠.٦٣٦	١.٢٥٣	٤٩٥٠	١٠٠٠
٠.٤٤٢	١.٥٠٦	٥٩٥٠	٢٠٠٠
٠.٢٤٧	٢.٠١٥	٧٩٥٠	٤٠٠٠
٠.١٨١	٣.٥٣	١٣٩٥٠	١٠ ٠٠٠
٠.١٢٧	٦.٠٦	٢٣٩٥٠	٢٠ ٠٠٠
٠.٠٥٤	١٣.٦٢	٥٣٩٥٠	٥٠ ٠٠٠
٠.٠١٤	٢٦.٣	١٠٣٩٥٠	١٠٠ ٠٠٠
٠.٠٠٢٤	٦٤.٢	٢٥٣٩٥٠	٢٥٠ ٠٠٠ (حطيس القمر)
٠.٠٠٠٠٠٠٢٥	٦٣٠٠	٢٥٠٠٣٩٥٠	٢٥٠٠٠ ٠٠٠ (أقرب أبعاد الزهرة)

الجاذبية السطحية لأجرام المجموعة الشمسية المختلفة كثال على ذلك .
لاحظ أن المشتري وزحل ليسا كرتين تامتي التكوين فكل منهما
مقطع بشكل ظاهر عند القطبين . وزحل أقل الكواكب استدارة ،
فهناك فرق قابله ١٢ في المائة بين نصف القطر القطبي ونصف القطر
الاستوائي . أما من حيث المشتري فإن الفرق هو ٧.٥ في المائة . وفي كل
من الحالتين لما كانت المسافة ف تتغير بتغير خطوط العرض . فكذلك
تتغير الجاذبية السطحية . فنصل إلى أقل قيمة لها عند خط الاستواء ،
وأكبر قيمة لها عند القطبين (وبقليل من قيمة الجاذبية الاستوائية كذلك
فعل القوى الطاردة المركزية الناجمة عن دوران الكوكب حول محوره .
إلا أنني تغاضيت عن ذلك هنا وهذا يكفي وزيادة) .

وليس حقيقة أن زحل . الذي تزيد كتلته عن كتلة الأرض بكثير .
له جاذبية سطحية تكبر جاذبية الأرض بقليل ، ليست هذه الحقيقة
بعجيبة فكثافة مادة زحل هي فقط $\frac{1}{4}$ كثافة مادة الأرض ، وهو تبعاً
لذلك له حجم عظيم بالنسبة إلى حجمه لو أن مادته كانت من نوع
مادة الأرض . ونعم عن عظم كبر نصف قطر زحل بشكل غير عادي
(بمقارنته بالأرض) . أن انخفضت قيمة الجاذبية السطحية عليه بسبب
ازدياد المسافة بين مركز زحل وأي جسم على سطحه بنفس المقدار تقريباً
الذي تزيد به الجاذبية بسبب كبر كتلة زحل (فوق الأرض) .

ويمكن على وجه التقريب أن تتساوى الجاذبية السطحية لكل من زحل
والأرض إلا أن هذا مفضل بطريقة أو بأخرى . ومليك أن ننظر إليها

بهذه الوسيلة :

تكون سفينة الفضاء وهي على أسطح الكواكب على أبعاد مختلفة
من مراكزها : نظراً لأن الكواكب لها أحجام مختلفة . ولنفرض رغم ذلك
أن سفينة الفضاء على بعد ٢٣٠,٠٠٠ ميل من سطح الأرض في وقت ما ،
و ٢٣٠,٠٠٠ ميل من مركز زحل في وقت آخر .

فعندما تكون على بعد ٢٣٠,٠٠٠ ميل من مركز الأرض فإنها
تصبح على وجه التقريب على بعد ٢٢٦,٠٠٠ ميل فوق سطحها . أما
بعد ٢٣٠,٠٠٠ ميل من مركز زحل فإنه يعني ١٩٢,٠٠٠ ميل فقط
فوق سطحه . نظراً لكبر جرم زحل . وعلى أية حال عندما تدرس قوى
الجاذبية . كما وضحت سابقاً ، يدخل في الحساب المسافة أو البعد عن
المركز .

وفي مثل هذه الحالة ، عندما تتساوى في الوضعين ، فإن كـم وحدها
هي التي تبقى (انظر المعادلة رقم ٤) لتعبر من النتيجة . وبطبيعة الحال
تساوى كتلة الأرض الواحد الصحيح (أي كتلة أرضية) . وتبلغ كتلة
زحل ٩٥.٢ كتلة أرضية . وعلى ذلك فإن قوى الجاذبية التي تقبض
سفينة الفضاء بالقرب من زحل هي دائماً ٩٥.٢ ضعف قبضة جاذبية
الأرض على نفس المسافة أو البعد منها .

ويمكن أن نشين ذلك من سلوك قمرين صناعيين عندما يكونان
على بعد واحد من زحل والأرض . فاقمر على بعد متوسطه ٢٣٩,٠٠٠ ميل
من مركز الأرض . بينما قمر زحل المسمى (ديوني) على بعد نحو

جدول رقم (٢) بعض أرقام الجاذبية عند أسطح كواكب المجموعة الشمسية

الجرم الفلكي	الكثافة مقدرة بوحدة كثافة الأرض	نصف القطر مقدراً بنصف قطر الأرض	الجاذبية عند السطح
المشتري (القطب)	٣١٨٠	١٠.٥	٢.٨٨
المشتري (خط الاستواء)	٣١٨٠	١١.٢	٢.٥٤
نبتون	١٧.٣	٣.٤	١.٥١
زحل (القطب)	٩٥.٢	٨.٥	١.٣٢
زحل (خط الاستواء)	٩٥.٢	٩.٥	١.٠٥
أورانوس	١٤.٥	٣.٧	١.٠٥
الأرض	١٠	١.٠	١.٠٠
الزهرة	٠.٨٢	٠.٩٦	٠.٨٩
المريخ	٠.١١	٠.٥٢٥	٠.٤٠
عطارد	٠.٥٤	٠.٣٨٠	٠.٢٧
جانيبيد	٠.٢٦	٠.٣٩٥	٠.١٧
القمر	٠.١٢٣	٠.٢٧٣	٠.١٦

٢٣٠.٠٠٠ ميل من مركز زحل . ويقطع كل منحنى تماماً نحو

١.٥٠٠.٠٠٠ ميل في إكمال دورته حول كوكبه .

وكما كبرت قوى الجاذبية الواقعة على القمر أعظميت سرعة تحركه
ليجمع لنفسه قوة طاردة مركزية كافية لبقائه في مساره تحت تأثير
جذب كوكبه . وقمر الأرض يعمل بنفس الشيء فقطع مساره بمعدل

٢٠٠ ميل في الساعة ويكمل دورته في ٢٧.٣٢ يوماً . أما (دوني) فيلزم
على أية حال أن يسرع بعشرة أمثال هذه السرعة لينفي في فلكه . ففترة
دورته هي فقط ٢.٧٤ يوم .

مثل هذا السرعة . وليست قيم الجاذبية على السطح . هي التي
تعتبر مقياساً للقوة التي تقاومها سفينة الفضاء إذا كانت تقوم بالمناورات
قرب زحل .

وعلى أية حال . فهنا عظمى قيمة قوى الجاذبية التي يفرضها
كوكب ما . ومنها دبت منه سفينة الفضاء واقتربت فإنة بقي من إلحاز
للسفينة (ومن قريباً من الكواكب) أن تكون عديمة الوزن . ولكن هذا
لا يعني العدم قوى الجاذبية أو توقفها عن العمل .

فالجاذبية قوة . وتعرف القوة بأنها شيء . يمكن أن يكسب الكتلة
عجلة . وهذا هو فرضاً . الدور الرئيسي للجاذبية - وهو ما تصبغه
هي على الدوران في كل ركن من أركان الكون .

ونحن أنفسنا قد نعودنا على قوى الجاذبية من طريق (الطائرة) الإحساس
بالوزن . وفي واقع الأمر لا يحدث هذا النوع من الإلهام إلا في حالات
خاصة عندما يمنع جسم من الاستجابة لقوى الجاذبية عن طريق الحركة
بعجلة (ويبهله المناسبة) - الحركة بعجلة أنها الحركة التي تتغير
على الدوران إما في منعناها وإما في اتجاهها وإما في مقدارها معاً .

وأعم الطرق التي يمكن أن تمثل بها الحركة بعجلة . هي جعل

• لحوال حالة الهدم الوئيل . (الدمج) •

الجسمين اللذين توجد بينهما قوى الجاذبية متساوية بحيث لا يستطيع أحدهما الحركة بالنسبة إلى الآخر تحت شد قوى الجاذبية وحدها . فأنت وأنا دائماً في غالب الأمر نفس سطح الأرض ، ولهذا السبب نعلمنا النظر إلى الجاذبية على أنها قتل كل شيء . تتعلق بالوزن .

ومع ذلك فنحن نعيش مع العجلة كذلك . احصل كتاباً على مستوى اللوح ثم اتركه طليقاً تجد أن قوى الجاذبية تعبر في الحال عن نفسها في صورة العجلة . لأن الكتاب يتطلق . عجلة في اتجاه مركز الأرض ويستمر هكذا حتى يمرض سبيله سطح الكوكب فلا يستطيع التحرك أكثر من ذلك .

والقمر في دورانه حول الأرض يخضع لحركة تسارعية . نظراً لأن حركته في قطاع ناقص (اهليلج) . معناه تغيير الاتجاه . على النجوم فيكمل 360° كاملة في 27.32 يوماً . وهو كذلك يغير من سرعته باستمرار ولكن بدرجة أقل نسبياً . أما دهبى فهو تحت قبضة جاذبية أكبر مما يعمل عجلة حركته أكبر . فنجد أنه يغير اتجاهه بسرعة بحيث يلف 360° . كما قلت . في 2.74 يوم فقط .

وأى جسم مثل الكتاب أو القمر الصناعي عندما يستجيب لقوى الجاذبية عن طريق الحركة الطليقة التسارعية يقال إنه في حالة « تساقط حر » . وكلية طليقة في البعثة السابقة هي بمثابة القوس في اتجاه مقاومة الهواء . فالكتاب الساقط من يدك يلزم أن يتحرك في فراغ تام من أجل

أن يكون في حالة « تساقط حر » .

وعندما يتحرك جسم مستجيباً لقوة من قوى الجاذبية . بالإضافة إلى سرعة منتظمة (من غير عجلة) مركبة على حركته يبقى في حالة « تساقط حر » . فالقذيفة التي امتدقت شحنتها . عندما تتحرك في اتجاه يكاد يضاد اتجاه حمل أو تأثير الجاذبية . أو القمر الصناعي (منه عينات مختلفة الصنع) عندما تكون مرحلة صاروخه قد انتهت وراحت . وصارت حركته في جيلتها متعامدة على اتجاه الحركة التي تعرضها الجاذبية . كلاهما يظل في حالة من التساقط الحر .

والجسم الذى في حالة التساقط الحر تماماً يكون مستجيباً للجاذبية بقدر طاقته . وليس له استجابة باقية - إذا صح هذا التعبير - يمكن أن تظهر على هيئة وزن . وعلى ذلك فإن الجسم الذى في حالة التساقط الحر ليس له وزن . فرجل الفضاء الذى يدور حول الأرض داخل قمر صناعى يبقى عديم الوزن ما دام في مساره . وقد بنى حرمان تيتوف من غير وزن بهذه الطريقة يوماً كاملاً . ولهذا السبب إذا ما انكسر (كابل) أحد المضاعد وتساقط حرّاً طليقاً وشاء سوء حظك أن تكون أنت فيه فإنك تصبح عديم الوزن لعدة ثوان (بصرف النظر عن مقاومة الهواء وأثارها) . تماماً كأتى رجل يسمح في مسار في الفضاء الخارجى .

وإذا ما سقطت أنت بعجلة أكبر من عجلة الجاذبية (كما هي الحال في الطائرات المنخفضة) فإنك تشعر « بوزن سالب » . فداخل مثل هذه الطائرات المنخفضة يسقط المرء إلى أعلى بسرعة متزايدة (بالنسبة

إلى الطائفة) ما لم تكن مربوطاً إلى مقعدك . وهذا نوع من أنواع « الجاذبية المضادة » قد لا يكون مفيداً إلا أنه على الأقل موجود وقم .

وعند حساب قوى الجاذبية على أبعاد متباينة من الأرض وعلى أسطح الكواكب المختلفة عمدت إلى مقارنتها بشدة قوى الجاذبية عند سطح الأرض التي وضعناها تساوى الواحد الصحيح .

ولكن من السهل واليسر أن نقيس القيمة الفعلية لقوى الجاذبية عند سطح الأرض فنظراً لأن القوى تقاس بقيم العجلات التي تولدها . فإنه ليس علينا إلا أن نقيس عجلة جسم يسقط . مثلاً من قمة مبنى الأمير ستيت إلى الأرض تحت تأثير الجاذبية . ولقد وجدت هذه العجلة ومن ثم قيمة قوى الجاذبية (عند خط الاستواء . على مستوى سطح البحر بعد التصحيح لتأثير مقاومة الهواء) تساوى 980.665 سنيمراً في الثانية . أو باستخدام الوحدات المألوفة 31.6 قدماً في الثانية .

ومعنى ذلك أنه إذا ما رفعت خزانة مكتب ما إلى علو 5000 قدم فوق سطح الأرض ثم تركت وشأنها فإنها تسقط بمعدل قدره 31.6 قدماً في الثانية بعد ثانية . وضعف هذا القدر (أى 63.2 قدماً في الثانية) بعد ثانيتين . وثلاثة أمثال هذا القدر (أى 94.8 قدماً في الثانية) بعد ثلاث ثوان . وهكذا يزداد معدل سقوطها بانتظام بمضى الزمن (هنا وفي غير هذا الوضع من الباب تجلبى أهمل مقاومة الهواء التي تعمل في الاتجاه المضاد . وهي مصدر من مصادر المضايقة ولا لزوم للخوض فيها) .

• مألوفة لدى الأمريكيين والإنجليز .

(الترجم)

والمعادلة التي تربط بين المسافة (ف) التي يسقطها جسم ما في زمن معين (ن) تحت تأثير عجلة الجاذبية د هي :

$$f = \frac{1}{2} d n^2 \quad \text{المعادلة رقم (٦)}$$

وقيمة د هي بطبيعة الحال 31.6 . وعندما يسقط جسم خلال مسافة قدرها 5000 قدم فوق سطح الأرض تكون ف = 5000 . وبالتعويض عن هذه القيم في المعادلة رقم (٦) يمكن حلها لإيجاد قيمة ن . ومنها يتضح أن خزانة المكتب تستغرق من الزمن 17.8 ثانية قبل أن ترتطم سطح الأرض . وفي لحظة التماس مع الأرض تكون متحركة بسرعة قدرها 17.8×31.6 أو 562.5 قدماً في الثانية (أو 0.106 من الأميال في الثانية) .

وبهذه المناسبة لا يهم إذا كنا نستخدم كرة الجولف أو خزانة مكتب في اختباراتنا للجسم الساقط . فإن القصور الذاتي لأي جسم إنما يتناسب طردياً مع كتلته . ومعنى ذلك أن وزناً قدره رطلان ليكتسب عجلة بمعدل معين لحده يأخذ ضعف القوة اللازمة لجسم وزنه رطل واحد ليكتسب نفس العجلة . ولكن قوى الجاذبية تتغير كذلك مع كتلة الجسم الساقط . فالجسم الذى وزنه رطلان تحديه الأرض بقوة تساوى ضعف القوة التي تجذب بها الأرض جسماً وزنه رطل واحد . وبشعير ذلك يمكنك أن تتبين أن النتيجة الأخيرة هي أن كافة الأجسام . مهما كانت كتلتها . تخضع لنفس العجلة في مجال معين من مجالات الجاذبية . وتأثير مقاومة الهواء على الأجسام الخفيفة . التي على غرار الريش . وأوراق الشجر . تعمل على ضياع معالم تلك الحقيقة . كما جعلت

أرسطو يفضل الطريق - بأن اعتقد أن الوزن الذي قدره رطلان يسقط بعجلة تبلغ ضعف عجلة جسم وزن رطلا واحداً - وكذلك كل من تبعوه إلى وقت غاليليو .

وأرقام التساقط تحت الجاذبية هي عينها في الاتجاه العكسي ، فإذا ما أطلقنا قذيفة من مدفع مباشرة إلى أعلى ضد الجاذبية الأرضية بسرعة قدرها ٠,١٠٦ من الأميال في الثانية لحظة مغادرتها فوهة المدفع فإنها سوف تنطلق إلى أعلى (وتقل سرعتها على الدوام) لمدة ١٧,٨ ثانية حتى تصل إلى ارتفاع ٥٠٠٠ قدم قبل أن تسكن وتبدأ في التساقط .

وإذا ما رفعت خزانة المكثب السابقة الذكر إلى علو ٢٠٠٠٠ قدم بدلاً من ٥٠٠٠ قدم فإن زمن التساقط سوف يكون ٣٥,٦ ثانية . كما تصل سرعتها النهائية إلى ٠,٢١٢ من الميل في الثانية . وإذا ما أطلقت قذيفة المدفع بسرعة ابتدائية قدرها ٢١٢ ر. من الميل في الثانية - تستطيع أنت أن تعرف الارتفاع الذي تصل إليه من غير أن تحرك .

وينتج على وجه عام من المعادلة رقم (٦) بأن كلا من زمن التساقط والسرعة النهائية لجسم ساقط يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لمسافة التساقط . بفرض قدر ثابت للعجلة د . ويبدو إذاً أن السرعة النهائية للناس بين خزانة المكثب والأرض يمكن أن تزداد إلى أي قدر تريده - يجعل الخزانة تسقط من ارتفاعات متزايدة فوق سطح الأرض .

ولكن هناك عقبة . فقد قلت إننا يجب أن نفترض « قيمة ثابتة للعجلة د » وهذا هو عين ما لا نستطيع عمله .

إن قيمة د تتغير بالبعد عن مركز الأرض . كما وضحت سابقاً . فعندما يرفع خزانة المكثب أو قذيفة المدفع مسافة قدرها ٥٠٠٠ قدم ، أو حتى ٢٠٠٠٠ قدم ، فوق سطح الأرض . نجد أن البعد عن مركز الأرض لا يتغير بشكل ظاهر أو درجة كافية بحيث نستطيع عمل حساباتنا كأنها د ثابتة .

ولكن لنعرض أنه كان عليك أن تطلق الجسم من فوق علو ٣٩٥٠ ميلاً فوق سطح الأرض . فهناك على ذلك الارتفاع تبلغ قيمة د ٠,٢٥ فقط من قيمتها على السطح ، وعلى ذلك تكون العجلة التي تؤثر على جسم ما هناك هي فقط ٠,٢٥ من قيمة العجلة التي عندنا هنا على السطح . ولزيادة الإيضاح ، نقول : إن قيمة د تزداد كلما سقط الجسم حتى تصل إلى قيمتها الكاملة لحظة مرورها بنقطة الارتظام مع سطح الأرض . وعلى أية حال فإن الجسم يستغرق ليكمل أو يتم تساقطه زمناً أكبر يزيد على الزمن الذي يستغرقه إذا ما كانت قيمة د كاملة وتساوى الوحدة على طول الطريق إلى أسفل . كما أنها لا ترتطم بالسطح بسرعة عالية تضارع تلك السرعة التي يرتطم بها عندما تكون د تساوى الوحدة على طول المسافة إلى أسفل .

وكلما أضفنا ألف ميل إلى الارتفاع أعلى سطح الأرض نقصت السرعة النهائية ، وتكون النتيجة عبارة عن متوالية متجمعة ، بحيث يضاف عدد لا نهائي من الحدود الآخذة في الصغر لتعطي مجموعاً محدوداً . والمجموع المحدود في حالة الأجسام الساقطة نحو الأرض هو ٦,٩٨ أميال

في الثانية . ويعنى ذلك أنه إذا ما تساقطت خزانة مكتب . أو أى شئ . آخر . من أى بعد مهما بلغ من الكبر فإن سرعتها النهائية عندما ترتطم بالأرض لن تزيد قط عن ٦,٩٨ أميال في الثانية .

ويمكن أن نطلق على هذا الرقم اسم « الحد الأعظم لسرعة السقوط النهائية » . إلا أنه لا يسمى كذلك لأن الناس يفضلون النظر إليه عكسيا . فإذا ما أطلقت قذيفة متفقع أو سفينة فضاء أو أى شئ . آخر مباشرة إلى أعلى بسرعة قدرها ٦,٩٨ أميال في الثانية (أو أكثر) فإنها سوف تستمر في حركتها إلى الفضاء إلى ما شاء الله . إذا لم ندخل مجالات جذب أخرى (ولا كان التساقط حتى من مسافة لا نهائية في الكبر لا يولد سرعة أكبر من ٦,٩٨ أميال في الثانية وكذلك الحال في الاتجاه العكسى . فإن سرعة ابتدائية قدرها ٦,٩٨ أميال في الثانية أو أكثر لا يمكن على الإطلاق وصولها إلى الصفر بفعل مجال جاذبية الأرض . حتى إذا ما استمر الجسم في تحركه إلى الأبد) .

وعندما يرسل جسم إلى الخارج بهذه الطريقة لن يعود إلى الأرض (التي تعمل على التقليل من سرعته على الدوام) . وإنما يكون قد أفلت من الأرض ذاتها .

وعلى ذلك فإن السرعة ٦,٩٨ أميال في الثانية هي « سرعة الإفلات من الأرض » . وتتغير سرعة الإفلات بتغير كتلة الجسم الذى يجذب والبعد عن مركزه على النحو الآتى :

$$v = 6.98 \sqrt{\frac{M}{r}} \quad \text{المعادلة رقم (٧)}$$

حيث v هي سرعة الإفلات أو الهروب .

M هي كتلة الجسم الذى يجذب لجذبات « الكتلة الأرضية » .

r هي هذه الحالة تدل على المسافة من مركز الجسم الذى يجذب

بقدرته . وحدات « نصف القطر الأرضى » . أما المعامل ٦,٩٨ فهو يسع

حساب قيمة سرعة الهروب بالميل في الثانية .

فتلا القمر كتلته تساوى ٠.١٢٣ « كتلة أرضية » . وعلى سطحه

يكون البعد عن المركز ٠.٢٧٣ « نصف قطر أرضى » . وعلى ذلك

تكون سرعة الإفلات من سطح القمر هي :

$$v = 6.98 \sqrt{\frac{0.123}{0.273}} = 1.49 \text{ ميل في الثانية .}$$

ويمكن بهذه الطريقة حساب سرعة الإفلات من على سطح أى

جرم في المجموعة الشمسية . ونمثل نتائج هذا الحساب في الجدول رقم (٣)

احتياط واحد : تستخدم سرعة الهروب فقط الإفلات من كوكب

من الكواكب حيث تعالج مسائل الطيران غير المتأثر بقوة (كالقذائف) .

فإذا ما كنت داخل سفينة فضاء تعمل تحت تأثير قوى ثابتة . فإنك

تستطيع أن تتحرك عبر أية مسافة محدودة من الأرض بأية سرعة أقل من

سرعة الإفلات ولكن أكبر من الصفر . بشرط أن يتوافر لك الوقود

الكافى (وبغض الطريقة لبس في استطاعتك أن تنفذ إلى نافذة في

الدور الثانى بقفزة واحدة ما لم يبلغ الدفع الأمثل لعصاقتك سابقك ضد

الأرض الكبر أو الحد الكافى - الذى يفوق ما يمكن أن تعدله - واكتيك

جدول رقم (٣) قيم سرعة الإفلات (المروب) من أسطح أجرام السماء
في المجموعة الشمسية

الجسم الفلكي	الكتلة كتلة أرضية	نصف القطر الأرضي	سرعة المروب بالميل في الثانية
المشتري (قطب)	٣١٨٠	١٠,٥	٣٨,٤
المشتري (خط الاستواء)	٣١٨٠	١١,٢	٣٧,٣
زحل (القطب)	٩٥,٢	٨,٥	٢٣,٤
زحل (خط الاستواء)	٩٥,٢	٩,٥	٢٢,١
نبتون	١٧,٣	٣,٤	١٥,٨
أورانوس	١٤,٥	٣,٧	١٣,٩
الأرض	١,٠	١,٠	٦,٩٨
المريخ	٠,١١	٠,٥٢٥	٣,٢٠
عطارد	٠,٠٥٤	٠,٣٨٠	٢,٦٤
جاثيميد	٠,٠٢٦	٠,٣٩٥	١,٨٠
القمر	٠,٠١٢٣	٠,٢٧٣	١,٤٩

على أية حال يمكنك أن تصعد على قلميك درجتين من (السلام) ببطء
حسباً تشاء.

ومع ذلك فإن المروب من الأرض قد لا يكون هروباً تاماً ، فكما
سبق أن قلت ، إن الجسم المنطلق من الأرض بسرعة أكبر من سرعة

المروب يتدفع بعيداً إلى الأبد ، إذا لم يكن هناك تدخل من مجالات
الجاذب الخارجية .

ولكن ، بالطبع ، هناك الكثير من التدخل . نخذ أمر الشمس
مثلاً ، وهو أمر لم تأخذه في الاعتبار حتى الآن .

تبلغ كتلة الشمس ٣٣٠,٠٠٠ وحدة من وحدات «الكتلة الأرضية»
كما يبلغ نصف قطرها ١٠٩ نصف قطر أرضي . وعندما نستخدم
المعادلة رقم (٧) نجد أن سرعة المروب من سطح الشمس هي ٣٨٥
ميلاً في الثانية على التمام .

وبهذا يمكن من شيء فإن المسافة من الأرض إلى مركز الشمس هي
٢٣,٠٠٠ «نصف قطر أرضي» . وعندما نعوض بهذه القيمة عن قيمة
(ف) في المعادلة رقم (٧) ونضع $K = ٣٣٠,٠٠٠$ كتلة أرضية ،
نجد أن سرعة الإفلات من الشمس من على مسافة تساوي بعد الأرض
هي ٢٦,٤ ميلاً في الثانية .

وتبلغ هذه القيمة أربعة أضعاف سرعة الإفلات من الأرض نفسها ،
وفي معنى آخر أن أية قذيفة تقلد من الأرض بسرعة ٦,٩٨ ميلاً في
الثانية قد تنحرف من قبضة الأرض في الوقت الذي يتوقف فيه دفع
الصاروخ ، إلا أنها لا تكون قد تحررت وأفلتت من قبضة الشمس لها .
وبهذا لن تستمر في ابتعادها إلى الأبد ، ولكنها تأخذ مساراً من حول
الشمس .

ولكن يهرب جسم ما من المجموعة الشمسية كلية يجب أن تكون

سرعة الطلاقه أو قدفه ٢٦,٨ ميلا في الثانية على الأقل . ولكن في الحقيقة ليس علينا في حالة التحليق تحت تأثير القوة أن نحصل على سرعة الإفلات ، بل إن كل ما علينا هو أن نترك الآلة تعجل . وعلى أية حال فإن سرعة الإفلات ما هي إلا قياس لمقدار الطاقة التي يجب استخدامها من أجل كسر وتحطيم سلاسل الجاذبية بأية طريقة . وهكذا يمكنك أن تتبين أن الذي يقللم الطريق إلى النجوم هو قضبان السجى الشمسى . تلك القضبان التي تفوق إلى حد كبير ما تنصوره من مساج الأرض وقضبانها . وعزائى الوحيد في ذلك هو . في وقتنا الحاضر . أن القمر والكواكب تكفى للتحدى . ويمكن للنجوم أن تهرب .

٥ - حول الإمساك والمخروب

منذ ٢ يناير ١٩٥٩ أطلق الاتحاد السوفييتى والولايات المتحدة عدداً من القذائف تتميز بأمور ثلاثة هي :

- ١ - وصلت إلى فلك القمر وتعادته .
- ٢ - لم يمسكها القمر . أى إنها لم تتخذ لها مسارات مغلقة من حول القمر وحده .
- ٣ - أخذت لها مسارات مغلقة حول الشمس وصارت كواكب صناعية .

ويعنى أن أنافش كل نقطة من هذه النقط على حدة .
أولاً ما الذى يلزم للوصول إلى مسار القمر بواسطة القذائف (الباليستيكية) ؟ (القذيفة الباليستيكية هي أى قذيفة تأخذ عند الابتداء دفعا من أى نوع ثم تترك لتتحرك تحت تأثير قوى الجاذبية فقط) .
وإذا ما أطلقت مثل هذه القذيفة رأسيًا إلى أعلى (أى بحيث تبعد مباشرة عن مركز الأرض) . فإن النهاية العظمى للارتفاع الذى تصل إليه تنوقف على : (١) مدى قوة الدفع الأملى إلى أعلى . (ب) قوة جذب الأرض إلى أسفل .

- لاحظ أن القمر يتبع الكوكب . أما الكوكب فتنبع الشمس أو يدور من حولها .
- أى تصبح سرعة القذائف
- (الترجم)
- (الترجم)

وبطبيعة الحال كلما عظم الدفع الأصلي زاد الارتفاع الذى تصل إليه . وأنت قد تتوقع أن تجد مضاعفة الدفع الأصلى تضاعف بدورها الارتفاع الذى تصل إليه القذيفة . إلا أن هذا القول فيه تفاوت أكبر من اللازم . فهذا ممكن لو أن قوى الجاذبية ظلت ثابتة على طول الطريق إلى أعلى . إلا أن ذلك ليس هو الحال . فكلما ازداد الارتفاع الذى تصل إليه القذيفة ضعفت قبضة الجاذبية الواقعة عليها . وعلى ذلك فإن النصف الثانى من تسلقها يلقى مقاومة أقل . ومن ثم يستطيل هذا النصف من المسار .

وينتج من ذلك أن مضاعفة الدفع الأصلى تجعل القذيفة تصل إلى أكثر من ضعف النهاية العظمى للارتفاع . وكلما زدت من قيمة الدفع الأصلى عظم الارتفاع الذى تصل إليه القذيفة وازداد .

ويعطى الجدول رقم (١) النهاية العظمى للارتفاع الذى يمكن أن تصل إليه القذيفة لعدد من السرعات الأصلية المختلفة . والسرعة الأصلية عبارة عن مقياس لقوى الدفع الأصلى الذى تتأثر به القذيفة . (وطبعاً هنالك عوامل تعقد الموضوع مثل مقاومة الهواء ، وحقيقة أن دفع محرركات الصاروخ لا يتم التأثير به فى نفس الوقت ، ولكنه يوزع على عدة دقائق وهكذا . . .) ولما كنا جميعاً أسدقاء هنا ، فلنأتى أستغل فرصة تجاهل مثل هذه الأمور ، وأتركها إلى مهندسى القذائف ، فهى أجنو بهم ، وهم أكثر منا ترحيباً بها .

لاحظ السرعة الفائقة التى تنزايد بها النهاية العظمى للارتفاع .

حسباً لقيم السرعة التى تزيد على ٦ أميال فى الثانية . أو ٢١٦٠٠ ميل فى الساعة إذا كنت تفضل ذلك (لأننى طالما فضلت استخدام «الميل فى الثانية» كوحدة للسرعات الكبرى ، ولكن لشعب من سائى السيارات يبدو له أن استخدام «الميل فى الساعة» هو أقرب إلى الأمر الطبيعى من غيره . وبالإضافة إلى ذلك فإن الجرائد وما على شاكلتها من مصادر الأنباء لا تستخدم غير «الميل فى الساعة» . وربما ترجع حلة ذلك إلى ما تتضمنه (هذه الوحدة) من أرقام أكبر وأصحح . ولهذا فلنأتى سوف أستخدم الوحدتين هنا ، إلا أننى أحب أن أحذرك بأنه على الرغم من أن (٢١٦٠٠ ميل فى الساعة قد تبدو أصحح من ٦ الأميال فى الثانية ، إلا أن الاثنين متساويان تماماً) .

والقذيفة التى تترك الأرض بسرعة ابتدائية قدرها ٦.٩٢ أميال فى الثانية (٢٤٩١٢ ميلاً فى الساعة) تصل إلى ارتفاع ٢٢٠.٠٠٠ ميل قبل أن تسكن وتبدأ فى الهبوط . وتعادل هذه المسافة تماماً بعد القمر عندما يبلغ أقرب مسافة له من الأرض (الحضيض) .

فلماذا ما صادف ، على أية حال ، وتركت القذيفة الأرض بسرعة قدرها ٦.٩٠ أميال فى الثانية (٢٤٨٤٠ ميلاً فى الساعة) تصل إلى بعد ٥٠.٠٠٠ ميل من القمر . ويعنى فرق قدره ٠.٠٢ من الميل فى الثانية (٧٢ ميلاً فى الساعة) عند الابتداء فرقاً فى النهاية قدره ٥٠.٠٠٠ ميل .

ولهذا السبب فإنه عندما كانت محاولتنا الأولى للوصول إلى القمر

تصل بنا إلى ثلث المسافة إليه لم يكن ذلك يعني أننا لم نصل إلا إلى ثلث السرعة اللازمة فقط . وفي واقع الأمر أننا كنا قد وصلنا إلى أكثر من ٩٨ في المائة من قيمة السرعة المطلوبة . والذي يحمل القذيفة غير ما تبقى من ثلثي المسار إلى القصر هو في الواقع آخر واحد في المائة أو نحو ذلك من السرعة .

وبالرجوع إلى الجدول رقم (١) نرى أن القذيفة التي تترك الأرض بسرعة ٦,٩٨ أميال في الثانية (٢٥١٣٠ ميلا في الساعة : أو ما يقرب من ٢١٦ ميلا في الساعة أكبر من السرعة اللازمة للوصول إلى مسار القمر) ليس لها نهاية عظمى في الارتفاع . وإذا أحببت فإن أكبر ارتفاع لها لا نهائي . وهو الذي يرمز له بالرمز ∞ في الجدول . وسوف نتطرق مثل هذه القذيفة متباعدة عن الأرض إلى الأبد . بفرض عدم وجود تدخل من مجالات جذب الأجرام الأخرى . ولذا السبب تسمى السرعة ٦,٩٨ أميال في الثانية (٢٥١٣٠ ميلا في الساعة) باسم « سرعة الإفلات » من سطح الأرض .

تصور قذيفة تترك سطح الأرض بسرعة الإفلات تماماً : ففي أثناء ابتعادها عن الأرض تناقص سرعتها متناسبة تناسباً عكسياً مع البعد التربيعي لبعدها من مركز الأرض (عندما تصبح المسافة أربعة أمثال قيمتها الأصلية تكون السرعة قد تناقصت إلى النصف) ، وبين الجدول رقم (٢) هذه النتيجة .

وتعمل جاذبية الأرض باستمرار على تقليل سرعة القذيفة ، إلا أنه

جدول رقم ١

النهاية العظمى للارتفاع فوق سطح الأرض (بالميل)	السرعة الأصلية للقذيفة	
	(ميل في الثانية)	(ميلا في الساعة)
٨٠	٣٦٠٠	١
٣٥٠	٧٢٠٠	٢
٩٠٠	١٠٨٠٠	٣
١٩٤٠	١٤٤٠٠	٤
٤١٨٠	١٨٠٠٠	٥
٦٤٥٠	١٩٨٠٠	٥,٥
١١١٠٠	٢١٦٠٠	٦
٢٥٨٠٠	٢٣٤٠٠	٦,٥
٣٤٣٠٠	٢٣٧٦٠	٦,٦
٤٦٣٠٠	٢٤١٢٠	٦,٧
٧٣٦٠٠	٢٤٤٨٠	٦,٨
١٠٢٨٠٠	٢٤٦٦٠	٦,٨٥
١٧٠٠٠٠	٢٤٨٤٠	٦,٩٠
٢٢١٠٠٠	٢٤٩١٠	٦,٩٢
٤٥٤٠٠٠	٢٥٠٢٠	٦,٩٥
ما لا نهاية (∞)	٢٥١٣٠	٦,٩٨

كلما ازدادت المسافة قلت قوى الجاذبية . وعملت الجاذبية المتناقصة على الحد من السرعة بتعدلات تناقص على التدرج . وعلى ذلك فنحن

السرعة ويبدأ من الصفر بابتعاد القذيفة عن الأرض ، إلا أنها لا تصل إلى الصفر تماماً .

وإذا كانت القذيفة قد أطلقت بسرعة تقل عن سرعة الإفلات ، فإن جاذبية الأرض تكفي لجعل سرعة القذيفة صفرًا على بعد محدود ، وبذلك تتساقط القذيفة راجعة إلى الأرض . أما إذا انطلقت القذيفة بسرعة أكبر من سرعة الإفلات ، فإن سرعتها تناقص وتتناقص بازدياد المسافة ، إلا أنها لن تصل إلى أقل من حد معين أكبر من الضعف مهما بلغت سرعة إطلاقها . (كل هذا يفرض عدم وجود مجالات جاذبية أخرى في الكون تعقد الأمور) .

ولنعبر عن ذلك بطريقة أخرى : تتبع القذيفة التي تترك الأرض بسرعة أقل من سرعة الإفلات مساراً على هيئة القطع الناقص (إهليلج) والقطع الناقص عبارة عن منحني مقفل ، وبذلك لن ترحل القذيفة أكثر من بعد معين عن الأرض . وإذا حدث أن قطع القطع الناقص سطح الأرض فإن القذيفة ترتطم بالأرض بمجرد أن تم أول دورة لها . كما فعلت أول قذائفنا للقمر . وإذا لم يقطع القطع الناقص الذي تتبعه القذيفة في مسارها سطح الأرض ، فإن النتيجة تكون قمراً صناعياً .

والقذيفة التي تترك الأرض بسرعة تساوي تماماً سرعة الهروب تأخذ مساراً على هيئة القطع المكافئ (بارابولا) . والقطع المكافئ هذا عبارة عن منحني مفتوح لا يعود ليلتقي بنفسه مرة أخرى . وعلى ذلك فإن أي جسم يترك الأرض في مسار على هيئة القطع المكافئ لا يعود قط بغض

جدول رقم (٢)

المسافة من مركز الأرض (ميل)	سرعة القذيفة المنطلقة بسرعة الإفلات	
	(ميلاً في الثانية)	(ميلاً في الساعة)
٤٠٠٠ (سطح الأرض)	٦,٩٨	٢٥١٣٠
٨٠٠٠	٤,٩٣	١٧٨٠٠
١٢٠٠٠	٤,٠٤	١٤٥٠٠
١٦٠٠٠	٣,٤٩	١٢٥٥٠
٢٠٠٠٠	٣,١٢	١١٢١٠
٤٠٠٠٠	٢,٢١	٧٩٥٠
٨٠٠٠٠	١,٥٦	٥٦١٠
١٢٠٠٠٠	١,٢٧	٤٥٧٠
١٦٠٠٠٠	١,١٠	٣٩٦٠
٢٢١٠٠٠ (القمر في الحضيض)	٠,٩٥	٣٤١٠
٢٥٣٠٠٠ (القمر في الأوج)	٠,٨٨	٣١٦٠
٤٠٠٠٠٠	٠,٧٠	٢٥١٠
١٠٠٠٠٠٠	٠,٤٤	١٥٨٠
	٠,٣٠	٠

النظر عن تداخل قوى الجاذبية لأجرام السماء الأخرى .

وإذا ما تركت قذيفة الأرض بسرعة أكبر من سرعة الإفلات فإنها تتبع في مسارها قطعاً زائداً (هيبربولا) . والقطع الزائد هو أيضاً منحني

مفتوح ولكن بدرجة أكبر من القلغ المكافئ - إذا صح هذا التعبير - وعلى ذلك فمن تعود القذيفة مرة أخرى .

وبالرجوع الآن إلى الجدول رقم (٢) (قد يتعقد الوضع إلا أنني أحاول أن أخرج على مهل بجانب من البيئة التي أرى أن تكون لها فائدة) أحب أن أظهر الأهمية العظمى لعمود « السرعة » ، فإن سرعة القذيفة التي بدأت بسرعة الإفلات تظل على قيمتها طول الطريق .

ولتوضيح ذلك نقول إن السرعة الفعلية للقذيفة تتناقص على الدوام بازدياد بعدها عن الأرض . وهذا هو عين ما يحدث لسرعة الإفلات ، فهي تتناقص بنفس المعدل على طول الطريق . إذ أنها كذلك تناسب تناسباً عكسياً مع الجذر التربيعي للمسافة أو البعد عن الأرض .

لنفرض أنه كان عليك أن تبدأ رحلتك من على مسافة ٨٠٠٠ ميل من مركز الأرض ، وهي تعادل تماماً ٤٠٠٠ ميل فوق سطح الأرض . (تصور في معنى آخر أنك كنت على قمة جبل - خيالي - ارتفاعه ٤٠٠٠ ميل) ، فهناك تكون قوة جذب الأرض ربع قيمتها فقط بالنسبة إلى قيمتها عند سطح البحر . وسوف تقل قبضة الأرض للقذيفة إلى هذا الحد بحيث إنه يلزمها سرعة صغيرة للخروج بها إلى مسار على هيئة قطع مكافئ . وعلى وجه التحديد فإنه تكون للملك سرعة قدرها ٤,٩٣ أميال في الثانية (أو ١٧٨٠٠ ميل في الساعة) .

ومن على جبل علوه ٨٠٠٠٠ ميل تكون سرعة ابتدائية قدرها ١,٥٦ ميل في الثانية (٥٦٢٠ ميل في الساعة) ، كما أنه من على جبل ارتفاعه

١٠٠٠٠٠٠ ميل تكون لهذا الغرض سرعة قدرها ٠,٤٤ من الميل في الثانية (١٥٨٠ ميل في الساعة) .

ولكن على بعد غير نهائي من الأرض ، بالغ من الكبر ما يبلغ ، تصبح سرعة الإفلات صفراً . وعلى بعد معين يبدأ الجسم الذي في حالة السكون تماماً بالنسبة إلى الأرض في التحرك نحوها مستجيباً في ذلك إلى قبضة جاذبيتها - بفرض عدم تدخل مجالات جذب أخرى . ولكي نحول دون سقوط الجسم إلى الأرض يلزم استخدام دفع مضاد له قيمة معينة ، وربما بلغت قيمة هذا الدفع قيمة مثالية في الصغر إذا كانت المسافة عظيمة . ومهما يكن من شيء فإن نوعاً من هذا الدفع لا غنى عنه . وكل هذا صحيح بالنسبة إلى القذيفة (أو شهاب عابر) التي تمر بالقرب من الأرض من نقطة في الفضاء الخارجي .

لنفرض أن شهاباً مر بالقرب من الأرض على بعد ١٢٠٠٠ ميل من مركزها . وكانت سرعته (بالنسبة إلى الأرض) أقل من ١,٢٧ ميل في الثانية (٤٥٧٠ ميل في الساعة) ، فنظراً لأن سرعة الشهاب أقل من سرعة الإفلات عند نقطة الاقتراب من الأرض فإنه يجبر على أخذ مسار على هيئة قطع ناقص حول الأرض . وهكذا يقع في قبضتها .

وإذا ما كانت سرعته ١,٢٧ ميل في الثانية تماماً (٤٥٧٠ ميل في الساعة) فإننا نجده يأخذ مساراً على هيئة قطع مكافئ . أما إذا زادت سرعته فإن المسار يصبح قطعاً زائداً ، وفي كل من هاتين الحالتين الأخيرتين يتغير اتجاه سببه فينتجني من حول الأرض بدرجة أكبر ، ولكنه لن

بمسلك ، ويسرع مبتعداً إلى الفضاء لكيلا يعود مرة أخرى .
وبالطبع تكون الأرض بمثابة بؤرة لأي من القطع المكافئ أو القطع
الزائد . وإذا ما وجه الشهاب بحيث إن مساره الجليدي يمر على
بعد ٤٠٠٠ ميل من سطح الأرض فإنه سوف يقطعه . وبهذه الطريقة
يفتح الشهاب جو الأرض ويحترق حتى ينفى . وعلى أية حال
اصطدامه بالأرض ليس على شاكلة وقوعه في قبضة الأرض .

ولما كانت سرعة الإفلات تزداد بنقص البعد عن الأرض ، فإن
احتمال وقوع الشهاب في قبضة الأرض يزداد كلما مر قريباً منها ويقل
بالبعد عنها . والشهاب الذي يسير بسرعة ٣,١٢ أميال في الثانية
(١١٢١٠ أميال في الساعة) بالنسبة إلى الأرض يقع تحت طائل قبضتها
إذا ما مر بها على بعد أقل من ٢٠٠٠٠ ميل . ولكنه يفلت منها إذا مر
على بعد أكبر من ذلك . فتحت ٢٠٠٠٠ ميل تكون سرعته أقل من
سرعة الإفلات ، أما فوق ذلك فإن سرعته تكون أكبر من سرعة الإفلات .
وكلما عظمت كتلة الكوكب ازدادت سرعة الإفلات منه على
كافة الأبعاد ، وازداد احتمال مسكه للشهب العابرة والكويكبات .
فالمشتري مثلاً الذي تبلغ كتلته ٣١٨ مرة قدر كتلة الأرض له سرعة هروب
على سطحه تبلغ ٣٧,٣ ميلاً في الثانية (١٣٤٠٠٠ ميل في الساعة) . ولما
كان سطح المشتري على بعد نحو ٤٠٠٠٠ ميل من مركزه فإن سرعة
الإفلات المقابلة في حالة الأرض هي فقط ٢,٢١ ميل في الثانية
(٧٩٥٠ ميلاً في الساعة) — وعلى مسافة قدرها ١٠٠٠,٠٠٠ ميل من

مركز المشتري تكون سرعة الإفلات هي ١٣,٢ ميلاً في الثانية (٤٧٥٠٠ ميل في الساعة) بالنسبة إلى ٠,٤٤ من الميل في الثانية (١٥٨٠ ميلاً في الساعة) على بعد مساوٍ من الأرض .

وليس بالعجيب إذاً أن تعتبر السبعة النوايع الخوارمية من الإثني عشر
تابعاً للمشتري بصفة عامة ككويكبات سياره وقعت في قبضة جاذبيته .
ولكن إذا ما كان الكوكب العظيم الكتلة أكثر نجاحاً في إيقاع الأجرام
الخائفة تحت قبضته . فمن اللازم أن يكون الجسم الفلكي الأسفل كتلة
أقل نجاحاً في هذا الشأن . وينقلنا هذا إلى القمر الذي تبلغ كتلته من
كتلة الأرض . وهذا فمن اللازم أن يكون من الأجرام الضعيفة جداً
في جلب الشهب وما على شاكلتها من القذائف وإيقاعها في قبضته .
ولا تزيده سرعة الإفلات من سطح القمر على ١,٤٩ ميل في الثانية
(٥٣٦٠ ميلاً في الساعة) وتتناقص هذه السرعة بالطريقة العادية ،
متناسبة تناسباً عكسياً مع الجهد التربيعي للمسافة من مركز القمر .
وبعطيان الجدول رقم (٣) قيم سرعات الإفلات على أبعاد مختلفة من
القمر .

ولكني بمسك القمر قذيفة ما على أي بعد يجب أن تمر به هذه القذيفة
بسرعة أقل من سرعة الإفلات — على ذلك البعد . وأكثر من ذلك فإن
السرعة المقصودة هي السرعة بالنسبة إلى القمر وليست السرعة بالنسبة
إلى الأرض .

والقمر ، كما ترى ، يتحرك بسرعة قدرها نحو ٠,٦٢ من الميل في

الثانية (٢٣٠٠ ميل في الساعة) بالنسبة إلى الأرض . ولنفرض إذاً أن قذيفة أطلقت من الأرض بسرعة قدرها ٦,٩٢ أميال في الثانية (٢٤٩١٢ ميلاً في الساعة) بحيث دخلت فلك القمر وبقيت معلقة خلال لحظة من اللحظات وهي عديمة السرعة (بالنسبة إلى الأرض) على بعد ٤٥٠٠ ميل من سطح القمر (٥٥٠٠ من مركزه) .

وعلى أية حال ، فالقمر إما أنه يبتعد عنها وإما أن يقترب ويلدنو منها ، أو يمر على أحد جوانبها (ويتوقف ذلك على الوضع الفعلي للقذيفة بالنسبة إلى القمر) بسرعة قدرها ٠,٦٤ من الميل في الثانية (٢٣٠٠ ميل في الساعة) ، وعلى ذلك فهذا القدر هو عينة سرعة القذيفة بالنسبة إلى القمر . وهذه السرعة أكبر بقليل من سرعة الهروب من القمر على بعد ٥٥٠٠ ميل من مركزه .

ولو أن القذيفة أطلقت بسرعة ابتدائية أكبر بحيث تظل تتحرك بسرعة ما عندما تدور فلك القمر ، فإن سرعتها بالنسبة إلى القمر سوف تكون أكبر كذلك .

وإذا ينتج أن أية قذيفة تبتعد عن مركز القمر بمسافة قدرها ٥٥٠٠ ميل أو أكثر لا يمكن أن تقع في قبضة القمر ، ولن تسبح في فلك من حوله ، بصرف النظر عن مدى البطء الذي تتحرك به القذيفة . وقد تكون الحركات المتعاقبة بحيث تصطدم القذيفة بالقمر . كما فعل القمر السفيني لوتيك ٢ . ولكن هذا شيء آخر . وقد ترتطم القذيفة بالقمر ولكن لا يمسكها القمر بمعنى أنها لا تأخذ مساراً مقفلاً من حوله .

جدول رقم (٣)

سرعة القذيفة التي أطلقت من القمر بسرعة الإفلات		المسافة من مركز القمر (ميل)
(ميل في الساعة)	(ميل في الثانية)	
٥٣٦٠	١,٤٩	١٠٠٠ (سطح القمر)
٤٣٦٠	١,٢١	١٥٠٠
٣٨٢٠	١,٠٦	٢٠٠٠
٣٣٨٠	٠,٩٤	٢٥٠٠
٣١٠٠	٠,٨٦	٣٠٠٠
٢٨٨٠	٠,٨٠	٣٥٠٠
٢٥٦٠	٠,٧٤	٤٠٠٠
٢٥٢٠	٠,٧٠	٤٥٠٠
٢٣٧٥	٠,٦٦	٥٠٠٠
٢٢٧٠	٠,٦٣	٥٥٠٠
صفر	٠,٠٠	

والقذيفة التي تطلق من الأرض بسرعة الإفلات تمر بالقمر (في حالة الخفض) بسرعة قدرها ٠,٩٥ من الميل في الثانية (٣٤١٠ أميال في الساعة) . وشكراً لحركة القمر وحدها التي تكون على وجه التقريب متعامدة على حركة القذيفة التي تصبح سرعتها بالنسبة إلى القمر ١,١٥ ميل في الثانية (٤١٤٠ ميلاً في الساعة) . وهذه هي سرعة الإفلات

من القمر على بعد نحو ١٦٠٠ ميل من مركزه . وإذا فُهم مثل هذه القديفة
يكون من الضروري وقوعها على مسافة ٦٠٠ ميل من سطح القمر قبل أن
يمسكها هذا الأخير وينبور في مسار من حوله .

وعندما تطلق قديفة من الأرض بسرعة ٧,٣٧ أميال في الثانية
(٢٦٥٠٠ ميل في الساعة) تمر بالقمر بسرعة قدرها ١,٣٤ ميل في
الثانية (٤٨٢٠ ميلا في الساعة) بالنسبة إلى الأرض . ولكن بسرعة قدرها
١,٤٩ ميل في الثانية (٥٣٦٠ ميلا في الساعة) بالنسبة إلى القمر . وهذه
هي سرعة الإقلاص من القمر على سطحه . وعلى ذلك فإن أية قديفة
تطلق من الأرض بهذه السرعة أو بسرعة أكبر . لن يمسكها القمر ،
مهما دبت أو انفردت منه ، حتى ولو راحت تفس سطحه (وإلى أكثر
قول إنه يمكن أن ترتطم بالقمر ، ولكن مرة أخرى أقول هذا شيء آخر) .
وعلى ذلك فإن حاسوب النجاح خيبة مفعلاً . فالقديفة يجب أن تطلق
بسرعة لا تقل عن ٦,٩٢ أميال في الثانية (٢٤٩١٠ أميال في الساعة) .
وإلا فلنلها أن تدرك القمر . كما أنه يجب أن تطلق بسرعة تقل عن
٧,٣٧ أميال في الثانية (٢٦٥٠٠ ميل في الساعة) . وإلا فلن يمسكها
القمر . وحتى بين هذه الحدود الضيقة من السرعة نجد أن الوقوع في
قبضة القمر غير محتمل إلا إذا مرت القديفة على كسبه منه ، ولا يبدو
المعطى في ذلك نهاية عظمى قدرها ٤٥٠٠ ميل من سطح القمر ، وهذا
القدر في الطريق يتناقص مربعاً بالأقرباب من النهاية العليا للمستوى
المسوح به .

ون واقع الأمر نجد أنه التقديرات (الباليستكية) يصعب وضعها
في ذلك من حول القمر إلى الحد الذي ينبغي أنشأه عما إذا كان من
الصواب محاولة ذلك . وقد يكون من الأصوب ألا تحمل التقديرات
الباليستكية ، أي يجعل صاروخ نفاث يعمل بالراديو في الوقت والاتجاه
المناسبين لتقليل سرعة التقديفة بالنسبة إلى القمر بحيث تقع في قبضته .
وهكذا نصل إلى النقطة الأخيرة التي أثرها في ابتداء المقال ، وهي
الخاصة بالسؤال عن السحب حول الشمس .

وكما ذكرت في مقال عن الحقائق يتبين ، تتبع سرعة الإقلاص من
الشمس ، حتى على مسافة كبيرة هنا عندما على ذلك الأرض التي بعد
٩٣ مليوناً من الأميال عن الشمس ، مقدار ٢٦,٤ ميلا في الثانية
(٩٥٠٤٠ ميلا في الساعة) . ولم أعقب على ذلك هناك ، إلا أننا سوف
نستعرض بعض الشيء في حديثنا هنا .

والعدد ٢٦,٤ ميلا في الثانية (٩٥٠٤٠ ميلا في الساعة) يعبر بطبيعة
المحال عن السرعة بالنسبة إلى الشمس . فإذا ما كانت الأرض ساكنة
بالنسبة إلى الشمس كان من واجبا أن تطلق القديفة بتلك السرعة الابتدائية
لتخروها من قبضة الشمس . ولكن على أية حال ليست الأرض ساكنة
بالنسبة إلى الشمس ، ولكنها تسير في فلك من حول الشمس بسرعة
قدرها ١٨,٥ ميلا في الثانية (٦٦٦٠٠ ميل في الساعة) .

• هي ثلاثة ميل على ترجيحها أثناء حل محركاتها الصاروخية في الأجزاء العلوية من
صاروخها ، ثم تصبح بعد سقوط تلك المراحل في حالة من التناقص الحر الطليق كما تقدم (الترميم)

لتفرض إذا أنه كان علينا أن نطلق قذيفة في اتجاه حركة الأرض عندئذ نجدها منطلقة بسرعة ١٨,٥ ميلا في الثانية (٦٦٦٠٠ ميل في الساعة) بالنسبة إلى الشمس قبل ابتداء الرحلة . وعندما نكسبها سرعة إضافية نرفع قيمة هذا العدد (على غرار الطائرة التي تساب مع الريح) . ونكسب تماماً سرعة قدرها ٧,٩ أميال في الثانية (٢٨٤٤٠ ميلا في الساعة) بالنسبة إلى الأرض لرفع سرعة القذيفة إلى القدر المتي معه تستطيع الهروب من المجموعة الشمسية كلها . بفرض عدم ارتطامها بشيء في الطريق . وهذه هي أكثر الطرق اقتصاداً لتخليص أية قذيفة من كل من الأرض والشمس .

وإذا ما أطلقت قذيفة في اتجاه عمودي على اتجاه حركة الأرض . إما تجاه الشمس مباشرة وإما بعيداً عنها . فإنها سوف تكسب بعض . ولكن ليس كل الفائدة من حركة الأرض (على غرار الطائرة التي تطير عمودياً على اتجاه الرياح) . ويكون من اللازم أن نطلق القذيفة بسرعة ابتدائية قدرها ١٨,٨ ميلا في الثانية (٦٧٦٨٠ ميلا في الساعة) . لتحصل على حالة الهروب من المجموعة الشمسية .

وعندما نطلق القذيفة في اتجاه يضاد اتجاه حركة الأرض . فإن هذه الحركة لن تعمل على المساعدة . بل على التعويت والتعطيل . وبذلك تتطلب القذيفة السرعة الأصلية الكاملة اللازمة للهروب من الشمس بالإضافة إلى سرعة أخرى كافية لتعادل حركة الأرض (على غرار الطائرة عندما تنطلق في اتجاه مضاد للرياح) . ومثل هذه القذيفة

تتطلب سرعة ابتدائية قدرها ٤٤,٩ ميلا في الثانية (١٦١٦٠٠ ميل في الساعة) .

ولقد أطلقت أول القذائف الناجحة الموجهة لاستكشاف القمر في وقت كان فيه القمر في «الربع الأخير» . وذلك فترة يصعب فيها القمر أمام الأرض مباشرة في مسارها حول الشمس . ولذلك تم إطلاق المستكشف في اتجاه حركة الأرض . وهما يمكن من شيء . فلنا لو تذكرنا أن السرعة الابتدائية المحتملة للقذيفة إذا ما بلغت من الكبر حدود ٧,٥ أميال في الثانية (٢٧٠٠٠ ميل في الساعة) فإنها تكون لا تزال غير كافية لتسمح بالهروب من الشمس . وتظل القذيفة تسبح في مسار حول الشمس .

ومن غير شك تكون سرعتها أكبر من سرعة الأرض . بحيث يتبع مسارها إلى الفضاء الذي بين الأرض والمريخ . (ولما كانت سرعة القذيفة أكبر من سرعة الأرض فإنها تعمل محاولة أكثر نجاحاً إذا صبح هذا التعبير . للتخلص من الشمس . فتعبر نصف الطريق إلى المريخ قبل أن تعود متجربة إلى الشمس) . وتكون النتيجة أن تصبح سنة القذيفة طويلاً ١٥ شهراً بدلاً من ١٢ شهراً كما هي الحال على أرضنا .

وعلى أية حال فإن المسارين يتقاطعان . ومن المعتقد أنه سيجي اليوم الذي فيه تصبح كل من الأرض والقذيفة وجهاً لوجه عند نقطة تقاطع مساريهما وعندما تعود القذيفة إلى بيتها .

وثمة سؤال أخير : هل كانت هنالك أية فرصة للقذيفة ما مثل

«لوبيك» الأول أو «بيونير» الرابع ليهوى نحو الشمس ويسقط عليها ؟
 حسناً ، دعنا ننظر ما هو المطلوب للارتظام بالشمس . لنفرض
 أنك وجهت قذيفة مباشرة إلى الشمس . نعم إنها سوف تنطلق نحو
 الشمس ، ولكنها في نفس الوقت سوف تحتفظ بحركة الأرض بمعدل
 قدره ١٨.٥ ميلاً في الثانية (٦٦٦٠٠ ميل في الساعة) في اتجاه متعاكس
 لنخط توجيه الحركة نحو الشمس . وعلى ذلك فإن محصلة حركتها سوف
 تكون مكونة من المركبتين . وتعمل حركة الأرض الخلفية على حمل
 القذيفة من حول الشمس في مدار على هيئة قطع ناقص إذا كانت
 سرعتها الأصلية بالنسبة إلى الأرض هي ١٨.٨ ميلاً في الثانية (٦٧٦٨٠
 ميلاً في الساعة) لأن هذه هي سرعة الإفلات من الشمس لقذيفة نطاق
 في اتجاه متعاكس على حركة الأرض .

وإذا ما كانت القذيفة قد أطلقت بسرعة تساوى تماماً سرعة الهروب
 فإن المركبة الناجمة عن حركة الأرض سوف تحمل القذيفة من حول
 الشمس في مسار على هيئة قطع مكافئ . أما إذا ما كانت سرعتها أكبر
 من سرعة الهروب فإنها سوف تسبح حول الشمس في قطع زائد .

وكلما زادت السرعة في اتجاه الشمس قل انحناء القطع الزائد .
 واقتربت القذيفة من مركز الشمس عند خضيقها أو أقرب بعدها عن
 الشمس . وأنت إذا ما عملت إلى التوجيه نحو مركز الشمس فإنه لا
 توجد سرعة أقل من اللانهاية تمكنك من ضرب المركز . والفضل يرجع
 إلى المركبة الجانبية للحركة .

وبطبيعة الحال ، لماذا توجه القذيفة نحو مركز الشمس ؟ ولا توجه
 إلى جانب منها ، تاركين لحركة الأرض فرصة حمل القذيفة إلى الشمس
 بدلاً من توجيهها تاركين لحركة الأرض فرصة جعل القذيفة تمر بها .
 (هذا على غرار عمل حساب الرياح عند توجيه البندقية) .
 وأكثر الطرق اقتصاداً لمعادلة حركة الأرض هي إطلاق القذيفة
 في اتجاه يقضد تلك الحركة مباشرة . فإذا ما أطلقت عندئذ القذيفة
 بسرعة قدرها ١٨.٥ ميلاً في الثانية تماماً (٦٦٦٠٠ ميل في الساعة) تم
 معادلة حركة الأرض بالنسبة إلى الشمس . وفي واقع الأمر تكون القذيفة
 آتلة في حالة السكون بالنسبة إلى الشمس . وروح متساقطة إليها
 تحت تأثير جاذبيتها التي لا تضارح .

وإذا ما أطلقت قذيفة في الاتجاه المضاد لحركة الأرض (يعني
 والضمير في الربع الأول) بسرعة أقل من هذه السرعة ، تقلل حركتها
 بالنسبة إلى الشمس أقل من حركة الأرض . وهي لن تتساقط نحو
 الشمس إلا أنها سوف تدلو منها مقترية بطيئة أكبر من الأرض .
 فيروح مسارها مقترباً من الزهرة . وعند ذلك نحصل على مستكشف الزهرة
 كما كان الحال في بيونير الخامس .

وهنا تعلم درساً من الدروس : يجب أن تبدأ سفرة الفضاء إلى المريخ
 في اتجاه حركة الأرض . بينما تبدأ أسفار الفضاء إلى الزهرة في اتجاه
 يقضد حركة الأرض . على الأقل . إذا أردنا أن نستغل الاذخار في الحركة
 واستغلال ما متاحه منها على الأرض .

الجزء الثاني

المجموعة الشمسية

٦ - جبال كاتسكلز* في السماء

في ذات مرة حصلت على هدية عبارة عن تسجيل اسمه « أغاني الفضاء ». وكان القصد منها ملقى ، ولذلك استدعيتهما هما الاثنين بجوار جهازى الخاص بإذاعة التسجيل . ورحنا نستمع معاً إلى تلك الأغاني وقد أعجبتهما ، ولكن الذى حدث هو أننى أحبيتها أكثر منهما فقد اتضح لى ، على عكس السير فيليب مدلى ، أن حاجتى إليها أكثر منهما ، فعمدت على عجل إلى إضافتها إلى مجموعة التسجيلات الخاصة بى . ورحت أستمع إليها من آن إلى آخر منذ ذلك الحين . وعلى أية حال ، فلكى نصل إلى بيت القصيدة كانت إحدى الأغاني المسجلة تسمى : « لماذا تروح هناك في الأعلى » . وكلماتها هى :

لماذا تريد جميعاً أن تروح

في الأعلى هناك - في الأعلى هناك ٢

فما الذى تفعله أو تراه

في الأعلى هناك - في الأعلى هناك ٣

الفضاء الخارجى

* جبال كاتسكلز في أمريكا في جنوب ولاية نيويورك وهي منطقة استشفاء أمل قسمها جبل سلايد وارتفاعه ٤٢٠٥ أقدام وهي من نهاية العصر الديفول - وهي فترة صخورها كاملة لتكون (المرجع) .

هو المكان
الذي منه ستنتقل
المستقبل
وهناك العديد من الناس
الذين يعرفون ماذا
يوجد في الأعلى هناك .

وكما ترى فإن الأسباب التي أعطيت من أجل الصعود إلى هناك غير واضحة تماماً . وأنا أريد أن أصحح ذلك الآن فلنأخذ في الاعتبار بعض الذين يعرفون ماذا ، الذي يصلح ليكون حافزاً قوياً للرجل العادي (أو المرأة) لیسافر أو تسافر مسافات بعيدة عن الأرض .

تصور مجتمعاً فيه أسفار الفضاء من الأعمال المعتادة (روتين) ، وهي ليست بأكثر صعوبة أو أهمية عن الطيران الآن ، أو السفر بالقاطرات في القرن التاسع عشر ، أو السفر بالعربات التي تجرها الخيل في القرن الثامن عشر . وإذا فلماذا يتطلع أي فرد منا إلى الذهاب إلى القمر ؟

ولنفس السبب ، بلوح لي أن الناس في هذه الأيام يريدون الذهاب إلى سويسرة ، أو الباكستان أو البرازيل ليروا مناظر جديدة أو أشياء جديدة ، وعلى وجه العموم لكي يشعروا بإثارة إحساس لا قيل لهم به . ومن الجائز أن يحجى الوقت الذي فيه يحصل كل من المدرس في دوبيك والشاب المحب إلى التطلع من دسلدورف آتني تصويرهما في رحلة

من رحلات (كوكب*) إلى القمر ، لكي يشاهداه ويرسلنا إلى الأرض الصور الفوتوغرافية اللاتقة التي التقطهاها (بالبريد الصاروخي بطبيعة الحال) إلى أصدقائهم البطيئين الحركة القابعين في بيوتهم . وطبعاً هناك العديد من الأشياء الماثلة على القمر مما لا ترى أو تحدث على الأرض مثل الحدوء الشامل المقيم ، والنجوم اللامعة التي لا تتلأأ ، وسعير الشمس اللامع المتحرك ببطء ، والغبار الذي لا يترك أثراً والقسم الشاحبة وجمالان فوهات البراكين التي على هيئة الحلقات المتضادة في نور الأرض الخافت .

وما لا شك فيه أن من بين كافة المناظر الفريدة يكون منظر الأرض ذاتها هو أكثرها روعة . وإني لأتصور أن صورة الأرض وهي معلقة في السماء سوف تكون على الأقل ثلاثة أرباع (صور الكارت بوستال) التي تصنع من أجل السباح ، وحتى إذا ما كان للقمر علمه الخاص سيكون ذلك العلم في صورة أرض يضاء على قاعدة سوداء .

وننظر الأرض عند رؤيتها من فوق القمر يكون أبعد أثراً في النفوس من منظر القمر عند رؤيته من فوق الأرض ، وسوف يكون قطر الكرة الأرضية أربعة أمثال قطر كرة القمر تقريباً كما نراه الآن ، ولذا فسوف تكون مساحتها قدر مساحة القمر ١٣ مرة وأكثر من ذلك فإن الأرض تعكس أضواء الشمس بدرجة أكبر مما يعكس القمر (والفضل لعلاف

* إحدى الشركات الكبرى للإسفار والسياحة .

(المترجم)

الأرض الجوى) ولا يوجد خلاف جوى للقمر يحول دون تفاعل أى جزء من ذلك الضوء المنعكس. ولهذا ينتهى الأمر بأن تكون درجة لمعان الأرض القمر درجة لمعان القمر سبعين مرة كما يبدو لنا.

وَمِنْ نَاحِيَةِ أُخْرَى : فَإِنَّ الْأَرْضَ سَوْفَ تَكُونُ أَكْثَرُ طَرَاةً عِنْدَ النَّظَرِ إِلَيْهَا ، فَهِيَ سَوْفَ تَمُرُ بِنَفْسِ الْأَوْجِهَةِ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْقَمَرُ وَبِنَفْسِ الْمَدَلِّ وَلَكِنْ الْخَطُّ الَّذِي بَيْنَ الْقِيَامِ وَالتَّوَرُّدِ لَنْ يَكُونَ ذَلِكَ الْخَطُّ الْوَاضِحَ وَالْحَدَّ الَّذِي لَا تَعْبِرُهُ أَهْمَانًا عَلَى الْقَمَرِ . وَمَرَّةً أُخْرَى يَرْجِعُ الْفَضْلُ إِلَى غِلَافِ الْأَرْضِ الْجَوِيِّ ، فَسَوْفَ يَنْتَهِي الْفَلَامُ تَمَرِّجًا بِيْطًا . فَيُمْكِنُ مَشَاهِدَةُ خُفُوفِ ضَوْءِ النَّهَارِ وَدُخُولِهِ فِي اللَّيْلِ .

وَلَنْ تَرَى الْقَارَاتِ وَالْخِيطَاتِ بِوُضُوحٍ غَيْرِ جَوِ الْأَرْضِ الَّذِي تَسِحُّ فِيهِ السَّحْبُ وَالَّذِي يَعْمَلُ عَلَى تَشْتِثِ الضَّوْءِ وَتَنَاقُزِهِ ، وَلَكِنْ الْكَرَّةُ سَوْفَ تَبْدُو زُرْقَاءَ مَائِلَةً إِلَى الْبَيَاضِ وَسَطَ حَزْمٍ مِنَ الشَّابُورَةِ (بِسَبَبِ دَوْرَةِ الرِّيَاحِ فِي جَوِ الْأَرْضِ) تَجْرِي مُوَازِيَةً لِحُطِّ الْاِسْتَوَاءِ . وَقَدْ تَكُونُ هُنَاكَ مَسَاحَاتٌ أَكْثَرُ زُرْقَةً ، وَأُخْرَى مَا بَيْنَ الزَّرْقَاءِ وَالْخَضِرَاءِ ، وَمَسَاحَاتٌ لَوْنُهَا يَرْتَقَالُ فَاتِحَ تَحَدُّدِ مَعَالِمِ الْخِيطَاتِ وَالْأَرْضِ الْخَضِيصَةِ الْمَزْرُوعَةِ وَالصَّحَارَى . وَسَوْفَ يَكُونُ مَنْظَرُ الْأَرْضِ رَائِعًا حَقًّا عَلَى الْأَخْصِ خِلَالَ تِلْكَ الْحَالَاتِ الَّتِي فِيهَا تَجْرِي الشَّمْسُ مِنْ خَلْفِهَا وَتَخْفُو (مِثْلَ هَذِهِ الْفَتَرَاتِ عَلَى الْأَرْضِ هِيَ حَالَاتُ «نُخُوفِ الْقَمَرِ») .

فِي مِثْلِ هَذِهِ الْمُنَاسِبَاتِ تَقْتَرِبُ الشَّمْسُ مِنَ الْأَرْضِ مِنْ جِهَةِ الشَّرْقِ ، وَلَا تَرَى الْأَرْضَ إِلَّا عَلَى هَيْئَةِ هَلَالٍ رَفِيعٍ مَحْدَبٍ نَحْوَ الشَّمْسِ وَرَبْمَا تُضَيِّعُ

مَعَالِمَهُ وَسَطَ لَمَعَانِهَا وَضِيَائِهَا . وَأَوَّلُ مَا يَتَحَرَّكُ الْكَوْكَبُ الشَّمْسُ - الَّذِي قَدْ تُضَيِّعُ مَعَالِمَهُ كَذَلِكَ وَسَطَ لَمَعَانِهَا . يَكُونُ خَلْفَ الْأَرْضِ . ثُمَّ تَخْفُو أَجْزَاءُ أَكْثَرُ وَأَكْثَرُ مِنَ الْإِكْلِيلِ حَتَّى تَخْفُو مَعَهُ الْكَرَّةُ الشَّمْسِيَّةُ . وَلَنْ يَسْتَعْرِقَ الْخَفَاءُ الْكَرَّةِ الشَّمْسِيَّةِ تَمَامًا خَلْفَ الْأَرْضِ بَعْدَ الْهَامِ الْأَصْلِيِّ أَكْثَرَ مِنْ نَحْوِ سَاعَةٍ .

وَفِي خِلَالِ تِلْكَ السَّاعَةِ سَوْفَ يَعْمَلُ السِّيَاحُ عَلَى بُكَرَةِ أَبِيهِمْ دُونَ شَكٍّ إِلَى الْمَشَاهِدَةِ وَالتَّنَبُّعِ مِنْ وَرَاءِ قُبَّةِ شَغَافَةٍ مُعَدَّةٍ بِمُرْشَحَاتِ الضَّوْءِ الَّتِي تَحْجِزُ الْأَشْعَةَ فَوْقَ الْبَيْتَسْجَةِ وَبِعَظَمِ الضَّوْءِ الْمُرْقُ . وَعِنْدَمَا تَخْفُو كُرَّةُ الشَّمْسِ تَمَامًا تَزَالُ الْمُرْشَحَاتُ حَيْثُ يَصْبِحُ الْمَنْظَرُ بِإِدْبَارٍ لِلْعِيَانِ فِي أَمٍّ وَضُوحٍ وَبَهَاءٍ .

وَيَصْبِحُ الْإِكْلِيلُ ذَاتَهُ مَرْتَبًا بِأَكْمَلِهِ (فِي بَيَاضِ الْوَلُولِ) وَتَعْدُ زَوَائِدُهُ إِلَى مَا بَعْدَ الْأَرْضِ فِي كَافَةِ جَوَانِبِهَا . وَهُنَاكَ حَلَقَةٌ رَقِيقَةٌ مِنَ النَّارِ الْبَرْتَقَالِيَّةِ تَفْصِلُ مَا بَيْنَ الْإِكْلِيلِ وَالدَّائِرَةِ السَّوْدَاءِ الْبَاطِلِيَّةِ لِلْأَرْضِ . وَتَبِينُ هَذِهِ الْحَلَقَةُ ضَوْءَ الشَّمْسِ وَقَدْ انْعَكَسَ مَحْمَرًا عَنِ جَوِ الْأَرْضِ فِي كُلِّ الْجَوَانِبِ .

وَدُونَ شَكٍّ سَوْفَ تُتَضَمَّنُ زَحَلَاتُ الْقَمَرِ بَعْضُ الْأَسْفَارِ الْخَاصَةِ مِنْ أَجْلِ مَشَاهِدَةِ الْكُسُوفِ ، وَإِنِّي أَسْتَطِيعُ أَنْ أَتَوَدَّعُ مَقْدَارَ غَيْبَةِ الْأَمَلِ الَّتِي تُصِيبُ النَّاسَ عِنْدَمَا تَعْمَلُ الْأَحْوَالُ الْجَوِيَّةُ فِي الْأَرْضِ عَلَى جَعْلِ تِلْكَ الْأَجْزَاءِ مِنَ الْغُلَافِ الْهَوَائِيِّ الْمَعْرُوضَةِ فَوْقَ حَافَةِ كَوْكَبِنَا وَقْتُ الْكُسُوفِ مَلِيشَةً بِالسَّحْبِ فَلَا تَظْهَرُ الْحَلَقَةُ ذَاتَ الضَّوْءِ الْبَرْتَقَالِي . (فِي الْوَاقِعِ أَنَّ ذَلِكَ يَحْدُثُ أَحْيَانًا - لِأَنَّهُ عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الْقَمَرَ يَبْدُو عَادَةً نَحَاسِي الْمَوْنِ

خلال الخسوف الكلى ، فإن الفضل في ذلك يرجع إلى الضوء الذي يصل إلينا من الحلقة البرتقالية لسطح الشمس المنكسر ، وقد يحدث في حالات قليلة أن تظلم الدنيا تماماً — فلا تكون هنالك حلقة) . وأستطيع أن أتخهن وأنا آمن بأن شركة من الشركات سوف تتقدم بمشروع « تأمين الكسوف » الذي تضمن فيه للمؤمن إعادة تكاليف السفر إذا لم تظهر الحلقة .

وبالطبع لما كانت الأرض لا ترى إلا من جانب القمر المواجه لنا ، فإن هذا الجانب سوف تكون قيمته أكبر بكثير من الجانب الآخر بالنسبة إلى أصحاب الرخص والامتيازات . وامتلاك الأرض على الجانب الآخر من القمر سوف يحكى إلى حد بعيد امتلاك مأوى من الجبل لا يقع على بحيرة (ومع ذلك فإننى أستطيع أن أرى الإعلانات الخاصة بالجانب الآخر تقول : « اسرح بفكرك في العجائب التي لم يرها إنسان من قبل . الجانب الآخر الغامض الذي ظل غمياً عبر الأجيال الطريقة عن كل العين المتطلعة هو الآن تحت تصرفك » .

ولكن القمر بعدنا بما هو أكثر من منظر مائه ، فله جاذبية صغيرة . ومن غير شك سوف يكون ذلك من مصادر المرح للساحين ، أو يستطيع الرجل الرياضي أن يقفز عشرين قدماً قفزاً عالياً وستين قدماً قفزاً عريضاً ، هوى — هوى — هوى — هوى — هوى .

ومع ذلك فإن الجاذبية المنخفضة سوف لا تكون دائماً حلوة كالعسل وماء الصودا . فكل شخص يتوقع أن يظل على القمر مدة من الزمن إنما

يكون عليه أن يعتاد الطرق الجديدة التي يستعمل بها الأشياء . فعلى الأرض تربط الوزن والكتلة عن طريق خبرتنا التي نكتسبها على مدى الحياة . ونحن نتعلم من المجهود العضلي الذي نبذله من أجل رفع قرض من أقراص الدواء الثقيلة ، كيف نقدر مقدماً مقدار الألم الذي تحدثه حتى تحصل نجويف المعدة .

وعلى القمر يقل الوزن (الذى هو عبارة عن مقياس قبضة الجاذبية) ولكن الكتلة (التى هى من خصائص المادة التي لا تتغير) تظل ثابتة . ولا يسير الاثنان بعد ذلك جنباً إلى جنب . ويصبح من السهل التقاط قرص الدواء وعلى ذلك قد يكون من الطبيعى أن تفكر في أنه سوف يحدث ألماً أقل ليصل إلى تجويف المعدة ، ولكن ذلك لن يحدث ، فإن الألم يتوقف على الكتلة وليس على الوزن . وما لم تتعلم معالجة هذا الأمر فسوف تظل مرتبكاً طوال الوقت .

ومرة أخرى إنك تقفز إلى أعلى على القمر في حركة بطيئة ، لأن قوة جذب القمر سوف تعمل على التقليل من سرعتك (عندما تصعد) كما تعمل على الزيادة من سرعتك (عندما تهبط) بمعدل لا يزيد على سدس ما ينتج عن عجلة الجاذبية الأرضية . وإذا ما قفزت بكامل قوتك فإنك على أية حال سوف تترك سطح القمر ثم تعود لترتطم به ثانية بمضى الوقت بنفس السرعة التي تقفز بها على الأرض وترتطم بسطحها . وسوف تصل إلى السطح بكمية التحرك العادية . وعلى ذلك فإنه إذا ما خدعتك القفزة البطيئة واعتقدت أنك سوف تعود إلى الأرض كما تعود الربشة

متأرجحة على إصبع قدمك . وفعلت ذلك : فإنك في الغالب سوف تكسر رسلك .

وإذا فليس هناك ما قد تعاده بسهولة ليدبر عليك الرخاء والتعيم . وتجرد أن تعود عضلاتك على الجاذبية المنخفضة فإنها سوف تحبها وتفضلها وتتعلم ألا تقوم بمجهود أكبر من اللازم . وربما ضعفت بسرعة واسترخت أو توهلت . ولا ضرر من ذلك على القمر . ولكن ماذا يكون الأمر عندما تهبط على الأرض وتجد أن عضلاتك معترضة بشدة على الوزن الذي يتضاعف ست مرات ؟

وفي واقع الأمر سوف أُنَبِّئُ بأنه عندما يتم استعمار القمر . يكون من اللازم على أولئك الذين يرغبون في العودة إلى الأرض من أن إلى آخر أن يمروا بفترة معينة من التمرين تحت جاذبية الأرض الطبيعية لتظل عضلاتهم على حالها . ومن الطرق الخاصة التي يمكن أن تؤدي بها هذه العملية الحصول على قوى طارئة مركزية كبرى يمكن جعلها مساوية أو معادلة لقوى جذب الأرض .

وإن استطع أن أرى السائحين وقد هرعوا إلى العجلات على دفعات كل يوم في منظر مخيف . تحت رحمة مدرب من المدربين الذين لا يعرفون العيب ويصرون على إتمام التمارين كاملة . وبالطبع سوف يوجد الشخص الذي لا يمكن إقناعه والذي ينجح في الهروب ويكون مستحقاً تماماً للشتم الذي يدفعه عندما يتهرب من عودته إلى الأرض .

وبعد ذلك يبقى احتمال اختيار فريق من الناس بمحض إرادتهم البقاء

تحت الجاذبية المنخفضة . فمتدما يمشي العمر الذي يخال فيه الناس إلى المعاش سوف تستفيد دون شك القلوب الخرومة التي يلزم أن تترح ورتناً من الدم ضد الجاذبية . والعضلات غير الندية التي يلزم أن تكافح لحمل ثقل الجسم . وسوف تجد ميزة في إزالة جانب من الوزن . وسوف يجد الحرمون كذلك (يفرض أن لديهم ثمن التدكرة والقوة الكافية لتحمل شدة وصرامة العجلات أثناء الرحلة) عشرات السنين تضاف إلى أعمارهم إذا أمضوا تلك السنين على القمر .

ومهما يكن من شيء فمن الممكن كذلك أن يكون قرار الشخص لبعضى العشرات الأخيرة من عمره على القمر قراراً غير رسمي . فإني لا أرى أن الحرم يستطيع أن يستعيد استيعاب خمسة أسداس وزنه ما دام قد تخلص منها خلال أية فترة من الزمان . ومع ذلك فقد بأسف البعض على اتخاذ هذا القرار بعد فوات الأوان . ومهما اشتاقوا إلى مواطنهم في الأرض فلن تنفعهم الحيل .

وإنى لأرى أنه من الممكن أن يكتب المرء قصة واحد منهم وهو يهرب الكرة الأرضية وقلبه في عيبه . ويدلف إلى تجمعات السائحين باشتياق لا رجاء فيه . ومن ثم عاملاً على لم شعثه والرجوع إلى الأرض . وسوف تكاد العجلة أن تقتله بالطبع . ويكون عند اكتشاف أمره في النزاع الأخير . إلا أنه يلقى آخر نظرة له على نلال الأرض الخضراء ويأخذ أنفاسه من الهواء الطلق . وحتى آخر إحساس مع الشكر والثناء بلحظ الأرض العظيم قبل الموت .

وفي مقدورنا أن نأق نظرة أبعد بقليل إلى المستقبل ، عندما تصبح أسفار القمر مألوفاً إلى درجة أن يحلر الناس منها : يا عزيزي لا أحد ، بل لا أحد ، يذهب بعد ذلك إلى القمر ، لقد امتلأ الآن بأشد الناس إزعاجاً وإرهاقاً ، فخير لك أن تذهب إلى حيث جبال كاتسكلز .

ولكن ما الذي نستطيع الحصول عليه في مكان آخر ولا نستطيع الحصول عليه على أي من الأرض أو القمر ؟ وماذا يمكن أن نحضره لجذب تجارة السائحين ؟ من بين الكوكبين القريبين اللذين يهدف إليهما البشر نجد الزهرة مغلفة على الدوام بالسحب ولا توجد وسيلة نعتنا على التكهن بطبيعة سطحها ، إلا أننا نستطيع التنبؤ بأن سماءها سوف تكون سحابة اللون ، وعندما أعلن في الحال أنها مقبضة لمرجة لا سبيل إلى تحملها . وهذا أمر يمكن من أجله أن تزور لندن .

ومن ناحية أخرى نجد للمريخ قمرين وسط سماء صافية ! ولقد كتبت عنهما العديد من الأوصاف الخيالية التي تؤكد وتبين كيف يتضاعف التنبيه والانعاش لدى زوجين من الشباب ينظران إلى قمرين بدلاً من قمر واحد .

ولسوء الحظ هذا مجرد ضوء قمر ، فواحد من أقمار المريخ ليس قرماً على الإطلاق بالمعنى الذي نعنيه الكلمة عندما ، وإلى لأقصد بذلك دايوس ، القمر الخارجى منهما ، الذي لا يعدو أنه جبل في الفضاء يبلغ قطره خمسة أميال . ولما كان بعيد عن سطح المريخ بمسافة قدرها ١٢٥٠٠ ميل فإنه لا يبدو على هيئة قرص مرن ، بل مجرد نقطة من الضوء

تبلغ درجة لمعانها عندما نرى من على سطح المريخ . درجة لمعان الزهرة كما تبدو لنا من فوق سطح الأرض .

وليس فوبوس أكبر من دايوس بكثير ، قطره لا يزيد على عشرة أميال . وعلى أية حال فإنه يدور على بعد ٣٦٠٠ ميل فقط من سطح المريخ . ولذلك فإنه عندما يصير فوق الرأس تماماً يصبح برغم حجمه الصغير ، في نحو ثلث قطر القمر كما نراه من الأرض ، وعندما يقترب من الأفق يتبعد عن المريخ بمسافة تساوي نصف قطره ولذلك ينقص قطره الظاهري إلى نحو النصف .

وعندما يكون في سمت الرأس تبلغ شدة لمعانه $\frac{1}{10}$ فقط من شدة لمعان القمر ، وهي لا تتجاوز $\frac{1}{10}$ من قيمتها عندما يقترب من الأفق . ونظراً لصغر حجم فوبوس فإنه قد لا يكون له شكل منتظم . وقد يكون مما يثير الاهتمام أن يراقب المرء قرماً على هيئة الصخرة الشائعة بدلاً من قمر أملس لا يثير الدهشة .

وثمة نقطة أخرى تتعلق بفوبوس وتهم جمهور السامعين . فقد يكون صغيراً ومعتماً ، إلا أنه يتحرك كالنجمة العظمى ، فهو يلف حول المريخ في ٧ ساعات و ٤٠ دقيقة . ولذلك فهو أسرع من دورة المريخ حول محوره (٢٤ $\frac{1}{4}$ ساعة) ، وعلى ذلك فإن فوبوس يسبق سطح المريخ ويشرق في الغرب كما يغرب في المشرق .

وللناظر من فوق المريخ يمر فوبوس من الأفق الغربي إلى الشرق خلال $\frac{1}{4}$ ساعة . وسوف تبلغ حركته من السرعة الحد الذي يجعلها

ظاهرة للعين المجردة . وبغير أوجه أثناء سحبه . فيمر خلال أكثر من نصف الدورة خلال الفترة التي تثل فيها فوق الأفق .

وبكل تأكيد سوف يعرض هذا بعض الشيء من صغره وإظلامه عند مقارنته بقمرنا . فإنه بدون شك سوف يذهب من يقصون إنجازاتهم على المريخ متشاقبين إلى المدينة وهم يتحدثون عن حركة فوبوس ومعهم صور ربما ولا إثم تبالغ في حجمه . وبالطبع سوف يكون على الملاك الحقيقيين في المريخ أن يتوخوا الحذر . فإن فوبوس يبلغ قربه من سطح المريخ البوابة التي معها ينحى بروز سطح الكرة المريخية منظر القمر عن الراصد من فوق قطبي المريخ . ولهذا فإنه من اللازم ألا ينتعد السائح كثيراً نحو الشمال أو الجنوب إذا كان يرغب في مشاهدة فوبوس .

(والشيء الذي يثير الاهتمام في سماء المريخ بصرف النظر عن القمرين هو الأرض ذاتها . فهي سوف تكون « نجمة المساء » بالنسبة إلى المريخ . ويمكن رؤيتها تحت نفس الظروف التي نرى فيها الزهرة . ومهما يكن من شيء فإنه بالنسبة إلى السائح على المريخ لن تكون الأرض في درجة لمعانها في أحسن الحالات عن الشعري البائية . ومع ذلك فيصوف تكون للأرض ميزة على الزهرة هي أن للأرض قمراً يلازمها . وعندما يرى قمرنا من على المريخ يبلغ أقصى حجمه وهو ٣٠٠ . وبذلك فهو سوف يشبه نجماً متوسطاً في درجة لمعانه ويرى بوضوح . كما تبلغ أكبر مسافة تفصله عن الأرض نصف درجة — الانساع الظاهري للشمس كما نراها — وسوف تكون العلاقات المتغيرة بين الأرض والقمر من مساء إلى

آخر ومن فجر إلى آخر صورة خيالية رائعة . وبالطبع سوف يراقب السائح خلال ذلك موطنه .

وعلى أية حال لماذا نعد إلى رؤية قمر وأحرام من فوق أي كوكب عندما يكون في مقدورك أن تبصر هذه الأجرام الأخرى . بالإضافة إلى كوكب . من فوق قمر ٢ إن منظر الأرض من فوق القمر أكثر تأثيراً وروعة من المنظر العكسي . ونقص الشيء يمكن أن يقال بالنسبة إلى منظر المريخ من فوق فوبوس .

وفي الحقيقة أن منظر المريخ من فوق فوبوس هو منظر عظيم وهائل . فقطر المريخ ٤٢٠٠ ميل . أي أكبر بقليل من نصف قطر الأرض . ولكن من فوبوس يرى الكوكب على مسافة قدرها ٣٦٠٠ ميل من السطح إلى السطح . ولا يخ حرم منتفخ في سماء فوبوس . إذ تبلغ المسافة بين حافته ٤٢ درجة . أو لكي تصوغها بعبارة أخرى . إذا مست حافة المريخ الأفق تكون الحافة الأخرى في منتصف الطريق إلى سمت الرأس .

وتدل كافة الاحتمالات على أن فوبوس يواجه المريخ بجانب واحد في كافة الأوقات . وبذلك فإن الكوكب الأحمر يبقى على حرمه المنتفخ في مكانه . ورومض بضوء يساوي ما يربو على ٧٠٠ ضعف قدر ضياء قمرنا الكامل (البدر) . وهنا يتسع المجال للشعراء ليكتبوا عما يرون ولرؤوس الخييين ليركضوا للهوى .

ونقطة أخرى . فالجاذبية على المريخ هي فقط $\frac{1}{6}$ الجاذبية على الأرض . أما على فوبوس فهي لا تعلو الصغر كثيراً .

وهل هناك أى منظر فى المجموعة الشمسية يفوق منظر المريخ من فوق فوبوس . حسناً . دعنا نبدأ بمنظر المشتري من فوق أقرب تابع له .

إن كبر مجال جاذبية المشتري يجعل الكوكب مكاناً غير ثابت للاقتراب منه . ولكن يمكن إنجاز ذلك دون شك عن طريق تلمس سبيلنا ببطء وعلى مهل ونحن نهبط إلى خط أقطاره . ونستطيع أن نحط رحالنا على واحد منها من المجموعة الخارجية (وهى مجرد كويكبات وقعت فى قبضة جاذبيته يبلغ قطر كل منها ١٥ ميلاً أو نحو ذلك) . وهناك نبني قاعدة يمكن أن تقطع منها سفينة إلى كاليبسو .

وكاليبسو هذا أبعد أقمار كوكب المشتري المارد . إذ تبلغ المسافة بينه وبين المشتري ١١٧٠.٠٠٠ ميل . ورغم ذلك فمن فوقه يرى المشتري أكبر وأشد لمعاناً من القمر الكامل كما نراه . ويدور من حول الكوكب أولاً كاليبسو ، فيوروبا ، فأيو . ومن أبو ، أقرب الأقمار من الكوكب المارد ، يزداد حجم المشتري حتى يصبح لمعانه قدر لمعان القمر الكامل ، ٤٠٠ مرة وفى مثل حجمه ٤٠ مرة .

ولكن هناك قمراً واحداً صغيراً (ربما يبلغ طول قطره ١٥٠ ميلاً) أقرب إلى المشتري من أيو ، وتختلف أسماء هذا القمر الداخلى من المشتري ، إلى تابع بارنارد . إلى أماليا . وهو على بعد ٦٦٠٠٠ ميل فقط من سطح الكوكب . وليس هنالك أى شك فى قربته إلى هذا الحد من المشتري .

وسوف يبدو اتساع المشتري فى سماء أماليا ٤٦ درجة ، وتكون مساحته

بذلك أكبر من مساحة المريخ عند ما يرى من فوبوس . وفى الواقع نجد أن المشتري أبعد عن الشمس من المريخ . ولذلك فاستضاءته بها أقل من المريخ . وتبلغ درجة لمعانه كثرته كما نرى من أماليا بـ ١٠٠ درجة اللامعان التى يعطيها المريخ عند فوبوس . وعلى أية حال فإن المشتري هو أكبر الكواكب وأعظمها منظرًا . أما المريخ فهو عالم هادئ أحمر يعرض على الدوام سطحاً مكشوفاً لا يتغير . ولكن من ناحية أخرى نجد أن منظر المشتري إنما يرجع إلى جوه الذى يتحرك حركة دوامية غير السايية ، عارضاً ألواناً بترقالية وزرقاء وبهضاء فى أحزمة ظليلة مناسبة من الخليلد تحتلها الأعاصير والنكباء الزاحفة المريعة (ومن غير شك سوف تكون النبذة شعرية عن أى تابع من توابع المريخ) .

وفوق ذلك فإن توابع المشتري الأربعة الضخمة سوف تظهر فى سماء أماليا . فينبو أيو ، أقربها من أماليا . أكبر بقليل من قمرنا ، أما الثلاثة الأخرى فإنها تبدو فى حجم أصغر على التوالي . ويتحرك كل قمر عبر السماء بسرعتته الخاصة ماراً خلف المشتري فى كل دورة ، ومكوناً مناظر متغيرة هى بمثابة المنظر الحلقى الهادئ وسط ضجيج المشتري القطيع .

وعندما تقارن جبال كاتسكلز التى ذكرناها فى السماء ، يمكن أن أنكهن بأن القمر والمريخ سوف يكونان من الأراضى القليلة التكاليف لقضاء عطلة أغلب الناس إذا صح هذا التعبير . ونظراً لصغر حجم

• هى التورنادو أو الإعصار المسرع العظيم .

(الترم)

فويوس فإنه سوف يكون باهظ التكاليف وربما يكون مقصوداً على أولئك الذين من ورائهم غرض سياسي . أما أقمار المشتري فأنها - سوف تتدرج من الرخيص نوعاً إلى الغالي جداً . ويتوقف ذلك على مدى القرب من المشتري (ومقدار الطاقة اللازمة للوصول إلى هناك والإقلاع عند العودة) . ولكن من غير شك سوف يكون هدف الاعتبار الحقيقي هو أماليها .

وستطيع أن أسودد لاس فيجاس في صورة قبة شفافة على أماليها . فوقها يربط المشتري بينها عبر السماء شمس صغيرة في حجم حبة البسلة مارة وراء المشتري كل ست ساعات . كما تروح وتغدو الأقمار تبعاً . فإذا يمكن أن يكون أكثر جمالاً من ذلك ؟

حسناً شيء واحد بطبيعة الحال . ألا وهو زحل وحلقاته . وفي مستطاعتنا أن نضرب صفحاً عن الكواكب التي من بعد زحل . فأبعادها عظيمة . وعواملها مظلمة ولا تلقت الأنظار إذا ما قورنت بالمشتري . ولكن تبقى لزحل حلقاته .

والحق أن ذلك المنظر لمن المناظر الفريدة الرائعة . ولكن للأسف لا تتعاون أغلب أقمار زحل . ولقد يتبادر إلى ذهنك أولاً أن يسافر المرء إلى أقرب نواحي زحل إليه ثم يعمل على إتمام النظر إلى الحلقات . وسوف يكون ذلك التابع هو ميماس الذي يبعد بمقدار ٨٠٠٠٠ ميل فقط من سطح زحل وبمقدار ٣٥٠٠٠ ميل من أبعد حافة للحلقات من الخارج .

ولكن ميماس يدور أيضاً في مستوى خط استواء زحل . وهذا هو

الحال مع الحلقات . ويعني ذلك أن ترى الحلقات على ميماس من جوانبها في كافة الأوقات . ولما كانت الحلقات رفيعة إلى حد كبير (لا يزيد سمكها على عشرة أميال على الأكثر) فإن رؤيتها من الجانب على أي بعد معقول معناه حدم رؤيتها بتماماً . وتدور الستة النواحي التالية لميماس في مستوى خط استواء زحل وتتشابه معه من حيث موضوع توفير منظر الحلقات الجميل . ويميل مدار التابع التاسع ولكن بدرجة لا تكفي .

وهكذا يبقى التابع التاسع فويوس . وهو أبعدُها من الخارج . وفي الحقيقة ما هو إلا من الكويكبات التي وقعت في قبضة زحل (ربما يكون قطره ٢٠٠ ميل) . وهو لا يدور في مستوى خط استوائه . وفي واقع الأمر نجد أن مساره يميل بمقدار ٣٠ درجة على خط الاستواء . بحيث يمكن رؤية الحلقات من فوقه أحياناً بزاوية أكبر من تلك التي ترى بها من فوق الأرض .

ومن المولم جداً أن يكون فويوس على بعد ٨٠٠٠٠٠٠ ميل من زحل ومن فوق تلك المسافة لا يرى زحل في حجم أكبر من حجم القمر كما نراه . وتستطيل الحلقات وتمتد عبر مسافة كلية لا تزيد إلا قليلاً فقط على ضعف اتساع القمر . ومع ذلك فلنطرح الشكوى جانباً . فحتى من فوق ذلك البعد بمنحنا فويوس ما يجعل أغلب الناس قانعين بالمواقفة على أنه أروع منظر منتظم يرى بالعين المجردة في المجموعة الشمسية (وليس هناك شك في أن تكاليف الرحلات وأثمانها سوف تقدر تبعاً لذلك) .

ويتم فويوس دورته حول زحل في ثمانية عشر شهراً تقريباً . ومعنى

ذلك أن ترى الحلقات جانبياً كل تسعة شهور بينهما في منتصف كل فترة من هاتين الفترتين توجد نهاية عظمى للمشاهدة . وعلى السائح الحصيف أن يضبط موعد زيارته لتطابق النهايات العظمى للمشاهدة إذا أمكنه ذلك . أما أولئك الذين يعدون الدورات فإن عليهم أن يستفيدوا من قيم الرحلات المخفضة أثناء الفترات التي تقترب فيها الحلقات من المنظر الجانبي . وليس ثمة شك في أن الأسبوعين السابقين والأسبوعين التاليين للمنظر الجانبي للحلقات سوف تكون في مجموعها « الموسم البطيء » على قوبيي .

وهكذا لا يبقى للسائح إلا منظر واحد ربما يكون أكثر المناظر روعة وأعظمها إفراساً . وهو على الدوام رهيب ومفزع بحيث يعرفه الجميع . وإلى الأعلى بذلك طبعاً المنظر القريب من الشمس .

وهناك جرمان هامان في المجموعة الشمسية منهما تبدو الشمس أكبر وأكثر لمعاناً عما تبدو عليه من فوق الأرض ، وهما الزهرة وعطارد . ويمكن عدم الخوض في أمر الزهرة فإن سحجها تحول دون رؤية الشمس ، وحتى إذا أمكن رؤيتها فإنها سوف لا تكون أكثر من ١.٨ من حجم ودرجة لمعان الشمس كما نرصها من فوق الأرض .

أما عطارد فهي أفيد في هذا الصدد . ففي أبعد نقطتها عن الشمس تكون شمس سمائها أربعة أمثال شمسنا من حيث الحجم ودرجة اللمعان . أما في أقرب نقطتها من الشمس فإن هذه النسبة ترتفع إلى أكثر بقليل عن عشرة أمثال حجم ودرجة لمعان شمسنا . وعلى أية حال فإن عطارد

لن يكون مكاناً من السهل الوصول إليه . وإلى لأشعر بأن ترتيبات السباحة إليها سوف تكون دائماً هزيلة .

والذي أفكر فيه . رغم هذا ، هو حتى حالة أكثر تطرفاً من ذلك . فهناك أحد الكويكبات المسمى إيكاروس تم اكتشافه عام ١٩٤٨ . مساره هو أقرب ما يكون لمسارات المذنبات . وعند ما يدنو إيكاروس من أبعد نقط مساره عن الشمس وهو يسبح في فلكه الذي على هيئة قطع ناقص مستطيل يروح إيكاروس مبتعداً عن الشمس إلى أوج قدره ١٨٤,٠٠٠,٠٠٠ ميل (وهي مسافة تزيد على أكبر بعد للمريخ عن الشمس بمقدار ٣٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل) .

وعندما يتحرك نحو حضيض المسار . على أية حال . نجد أن إيكاروس يمر بمسار الأرض والزهرة وحتى عطارد ، ثم يقترب بما يعادل نحو ١٧٠٠٠,٠٠٠ ميل فقط على وجه التقريب من الشمس . محدثاً طينياً من حولها أثناء دورانه السريع . ثم يروح بعد ذلك مندفعاً مرة أخرى إلى الأمام .

وعندما يكون في أقرب نقطة من الشمس يصبح حجمها كما تصبح درجة لمعانها ٣٠ مرة قدر حجم ودرجة لمعان الشمس كما تبدو لنا على الأرض . ومن اللازم أن يتوهج سطح إيكاروس إلى درجة الاحمرار من الحرارة عندما يقترب من الشمس .

وعلى أية حال فإن إيكاروس هذا يكون بعيداً بعداً كافياً عن الشمس

خلال الجزء الأكبر من مساره الذي يسمح فيه . وتستطيع سفن الفضاء أن تحط رحالها عليه في أمان وطمأنينة . ولنفرس أننا استخدمنا فترة الأمان في حفر مغارة أو كهف داخل الكويكب الذي يبلغ اتساعه ميلاً كاملاً ، فإن بضعة آلاف الأقدام من الصخر سوف تمنع حرارة الشمس أثناء الاقتراب منها (الصخر عازل جيد) وعندها تستطيع آلات التليفزيون المعدة خصيصاً لذلك بعد تجهيزها بالمرشحات والحماية اللازمة أن تلمدنا بمنظر الشمس الذي لا يده أن يكون فحشاً إلى حد لا يمكن تصوره .

ومن غير شك سوف تكون محطة الشمس التي على إيكاروس في مثناول يدنا فقط كمعمل علمي . ولن تفتح للسائحين . وعلى أية حال فمن آن إلى آخر قد يعتمد أحد الرجال المسؤولين علينا إلى القيام برحلة إلى هناك .

وإذا كان الأمر كذلك فما أبدع القصة التي سوف يرويها لنا .

وأنا شخصياً بعد أن أفكر في الموضوع بعناية أعتقد أنني سأقو حيث أنا على الأرض . ولقد جيت أماكن عديدة الآن دون أن أقوم من مقعدي . حتى إن آتني الكاتبة قد بدأت تثلوث وتبدو على هيئة سفينة الفضاء . وحتى هذا القدر يشغل بالي ونفسي الودعة التي لا تميل إلى المخاطرة .

ولكن يسرني أن قف عند ميناء الفضاء وألوح بيدي مودعاً إذا كان أحدكم يود السفر .

٧ - ما بعد بلوتو

انسعت المجموعة الشمسية في القرنين الأخيرين اتساعاً كبيراً ثلاث مرات : الأولى عندما اكتشف أورانوس عام ١٧٨١ . ثم عندما اكتشف نبتون عام ١٨٤٦ . وأخيراً عندما تم الكشف عن بلوتو عام ١٩٣٠ . فهل هذه هي كل الحقيقة ؟ وهل لا يوجد كوكب آخر بعيد يمكن اكتشافه ولو الآن ؟ لا تستطيع الجزم بشيء . ولكننا نستطيع على الأقل أن نتأمل ونعبر النظر . فلهذا ما بمنحه لنا حقناً الإنسانى الرئيسي . وعلى ذلك - كيف يمكن أن يكون شكل الكوكب العاشر ؟ قبل كل شيء . ما يجب أن يكون بعده عن الشمس . للإجابة عن ذلك علينا أن نعود للفقهري إلى القرن الثامن عشر .

في عام ١٧٦٦ عمل أحد علماء الفلك الألمان المدعو جوهان دانيال تيتيس نظاماً للتعبير البسيط عن البعد عن الشمس . ولقد فعل ذلك بأن يبدأ بتواليبة من الأعداد كان أوطا الصفر . والثاني ٣ . وكل عدد يعنى بعد ذلك ضعف العدد الذي قبله . على النحو التالي :

٣٠٠ . ٦٠٠ . ١٢٠٠ . ٢٤٠٠ . ٤٨٠٠ . ٩٦٠٠ . ١٩٢٠٠ . ٣٨٤٠٠ . ٧٦٨٠٠ .

وبعد ذلك أضاف الرقم ٤ إلى كل واحد في التواليبة ليحصل على ما يأتي :

« اشترك مرصد حلوان في ذلك .

(الترجمة)

١٠٠.٧.١٠.١٦. ٢٨. ٥٢. ١٠٠. ١٩٦. ٣٨٨. ٧٧٢. ...

والآن مثل متوسط بعد الأرض عن الشمس بالرقم ١٠. واحسب متوسط بعد أى كوكب آخر حسب حصته أو نسبته. فإذا يحدث ؟ حسناً. - إننا نستطيع أن نعمل جدولاً صغيراً يعطى متواليات تيتيس من الأعداد وتقارنها بمتوسط المسافة النسبية من الشمس للكواكب الستة التى كانت معروفة في زمن تيتيس. وفيها يلى هذا الجدول :

متواليات تيتيس	المسافة النسبية	الكوكب
٤	٣.٩	١ - عطارد
٧	٧.٢	٢ - الزهرة
١٠	١٠.٠	٣ - الأرض
١٦	١٥.٢	٤ - المريخ
٢٨	—	—
٥٢	٥٢.٠	٥ - المشترى
١٠٠	٩٥.٤	٦ - زحل

وعندما أعلن تيتيس هذا الجدول لأول مرة لم يعرف أحد أى انتباه خاص. - فيما عدا عالماً فلكياً ألمانياً آخر يقال له جوهان بود. - وقد كتب بود عن ذلك عام ١٧٧٢ فذكر الطبول بشدة بخصوص هذا الأمر. - ولقد كان بود أكثر شهرة من تيتيس إلى حد بعيد. - ولذلك فقد أطلق على هذه العلاقة التى تربط المسافات التى بين الشمس والكواكب اسم قانون بود. - بينما راح تيتيس يحتم حول اسمه الظلام (يرينا هذا أنك

لا تستطيع دائماً أن تتق بالضرورة أو التسلسل حتى من أجل التقدير. - وهذه فكرة تعبتنا نحن الحزاني فيما بعد في لحظات حقيقنا).

وحتى عندما راح بود يعلن عن المتواليات الرقمية فويل بأنها لا تزيد على كونها مجرد أرقام لا تستحق سوى ابتسامة متعقلة. - وإنه نظراً لأن ذلك مجرد خو وتسليه فإذا سئلت بعدها ؟ ولكن بعد هذا حدثت كل الأعاجيب عام ١٧٨١.

فقد كان أحد علماء الفلك من الإنجليز الألمانى المولد وهو المسمى فردريك ويلهم هرشل (أسقط اسم فردريك وأبدل ويلهم عندما أصبح إنجليزياً) مشغولاً أثناء تلك السنة في مسح السماوات بأحد المناظير الفلكية المكبرة (تلسكوب) التى بناها لنفسه. - وفي ١٣ مارس عام ١٧٨١ عثر على نجم غريب. - بدا كأنما هو يعطى قرصاً مرئياً بخلاف النجوم الفعلية مهما بلغت قوة التكبير التى كانت في متناول اليد في ذلك الوقت (وحى الآن لهذا الغرض). - ولقد عاود النظر فيها ليلة بعد أخرى. - و ١٩ مارس تأكد من أنها كانت تتحرك بالنسبة إلى النجوم.

حسناً. - إن أى شىء يعطى قرصاً مرئياً ويتحرك بالنسبة إلى النجوم لا يمكن أن يكون نجماً. - ولذلك يجب أن يكون ذلك الشىء من المذنبات. - ولقد أبلغ هرشل الجمعية الملكية أنه اكتشف مذنباً. - ولكن عندما استمر في الرصد لم يجد ما يبرر أنه لم يكن على هيئة الوبر كالمذنب. - وإنما هو قرص له حافة دقيقة ينتهى عندها كالكواكب. - وزيادة على ذلك استطاع أن يحسب مساره بعد أن رصده عدة شهور. - ووجد أن

فلكه ليس قطاعاً ناقصاً عظيم الاستطالة كما هو الحال في مسار المذنب، ولكنه دائري تقريباً كسار أى كوكب. وأن هذا الفلك يقع بعيداً جداً خارج مسار زحل.

وهكذا أعلن هرشل أنه اكتشف كوكباً جديداً. وبإله من شعور. ولما كان المنظار الفلكي قد اخترع منذ قرنين سابقين تقريباً فقد تم اكتشاف عدد من الأجرام الجديدة. منها نجوم جديدة وعدة أقمار لكل من المشتري وزحل. ولكن لم يكن قد حدث قط فيما سجله التاريخ أن اكتشف كوكب جديد.

ودفعة واحدة أصبح هرشل أكثر الفلكيين شهرة على الأرض. وفي خلال عام واحد عين فلكياً خاصاً للملك جورج الثالث. وبعد مضي ست سنوات تزوج أرملة غنية. وكانت هناك حركة. لم تتم. ترمي إلى تسمية الكوكب الذي اكتشفه باسم «هرشل» (يسى الآن أورانوس).

ومع ذلك فقد كان الاكتشاف مجرد مصادفة وحتى لم يكن حقيقة اكتشافاً حديثاً. فأورانوس في واقع الأمر يمكن أن يرى بالعين المجردة «كنجم» خافت جداً. مما جعله يرى مرات لا يحصى لها. ولقد أبصره الفلكيون خلال منازليهم. وبلغ بهم الأمر أن دونوا موقعه في مناسبات عديدة. ففي عام ١٦٩٠ عمده أول عالم فلكي بريطاني ملكي إلى تحضير خريطة ضمنها بكل مجلد أورانوس - كنجم من النجوم. وبالاختصار كان من الممكن أن يكتشف أى فلكي أورانوس إذا

ما عمده إلى البحث عنه. وكان في مقدوره أن يأخذ فكره حسنة عن طبيعة هذا الجرم وعن سرعته التي تحرك بها عبر النجوم. لأنه كان عليه أن يعرف بعده عن الشمس قبل ذلك. وحتى من الممكن أن يستعين بقانون بود في هذا الأمر. والمسافة النسبية التي يعطيها قانون بود للكوكب السابع (على مقياس فيه بعد الأرض يساوى ١٠٠) هو ١٩٦. وبعد أورانوس بالفعل هو ١٩٨.

ومن الجلي والواضح أن الفلكيين لم يكونوا ليرتكبوا ذلك الخطأ مرة أخرى. وفجأة كان قانون بود هو القائد إلى الشهرة والمعرفة الجديدة وأعطوه كل ما لديهم. فأولاً كان هنالك الكوكب المفقود بين المريخ والمشتري. وعلى الأقل تحققوا اليوم أنه لا بد من وجود كوكب مفقود لأن قانون بود أعطى الرقم ٢٨ بين مساري المريخ والمشتري. إلا أنه لم يتم التعرف على كوكب هناك. وكان من الضروري البحث عنه.

وفي عام ١٨٠٠ عمده أربعة وعشرون من الفلكيين الألمان إلى ضم الصفوف. وعمل مجهود مشترك من أجل العثور على الكوكب. فقسوا السماء إلى أربع وعشرين منطقة وعهد إلى كل عضو منهم بمنطقة. ولكن أسفا على الحطة والمجهود الذي بذل والإنفاق التيتوي. وبينما كانوا يعملون كل الاستعدادات الممكنة اكتشف فلكي لمطال في باليرمو بصقلية يقال له جيسيب بيارى بمحض المصادفة ذلك الكوكب. وأطلق عليه اسم سيريس تخليداً للذكرى الآلهة حارسة صقلية واتضح أنه جرم صغير قطره ٤٨٥ ميلاً فقط. كما تبين أنه واحد من

حداً مئات من الكواكب الصغيرة (كويكبات) التي تم اكتشافها في المنطقة الواقعة بين المريخ والمشتري خلال السنوات التالية. وبهذه المناسبة تم اكتشاف الكويكبات ٢ - ٣ - ٤ بمعرفة فريق الفلكيين الألمان خلال سنة أو سنتين عقب اكتشاف بيازى الأصل. وهكذا لم يضع العمل الجماعي هباءً مثوراً. وأكبر المجموعة كلها هو سيريس. وعلى أية حال فمركز الحديث عليه. فبعده النسبي المتوسط عن الشمس هو ٢٧,٧ - بينما يشير قانون بود كما قلنا إلى العدد ٢٨.

ولم يفكر أى فلكي بعد ذلك في مناقشة قانون بود وصحته.

وفي واقع الأمر. أنه عندما بدت حركة أورانوس في مسارة غير منتظمة إلى حد ما. صمم اثنان من الفلكيين على انفراد وهما جون كوتش آدمز الإنجليزي وأورين ج. ج. ليڤيرير الفرنسي على أنه من اللازم أن يوجد كوكب بعد أورانوس يؤثر بقوى جاذبه على أورانوس. تلك القوة التي لم تكن تؤخذ في الحسبان أو الاعتبار. وفي عام ١٩٤٥، ١٩٤٦ حسبا معاً المكان الذي يجب أن يوجد فيه الكوكب الثامن لكي يفسر الانحرافات الطارئة على حركة أورانوس. ولقد عملا ذلك بأن افترضوا في الابتداء أن البعد عن الشمس هو الذي يعطيه قانون بود. وبعد أن عمدا كذلك إلى صياغة بعض الافتراضات الأخرى أشار إلى نفس المكان العام في السماء. وبكل تأكيد ثبت وجود الكوكب الثامن نيتون هناك.

وكانت المشكلة الوحيدة أنهم افترضوا فروضاً أساسية خاطئة. فقد

رأى من اللازم أن تكون مسافة نيتون النسبية من الشمس هي ٣٨٨. ولكنها لم تكن كذلك. فقد كان بعده النسبي ٣٠١. بمعنى أنه كان أقرب إلى الشمس بنحو ٨٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل عن موضعه الأصلي. وهكذا بضرية واحدة - قضى على قانون بود وجعل أكثر مينة من مملك الرتبة الخفيف. وعاد إلى أنه لا يزيد على كونه قطعة مسلية من الأعداد.

وعندما تم اكتشاف الكوكب التاسع بلوتو عام ١٩٣١. لم يتوقع أحد وجوده على المسافة التي يعطيها قانون بود بالنسبة للكوكب التاسع (تم اختيار عمر الكواكب. بهذه المناسبة. بإهمال الكويكبات. بحيث يصير المريخ الرابع والمشتري الخامس). وفي الحقيقة لم تكن المسافة كما أعطاه هذا القانون.

ولكن الآن تربت.

هناك أربعة أجرام معروفة تقع فيما بعد أورانوس. وكل واحد منها شاذ وغريب بطريقة أو أخرى. هذه الأجرام الأربعة هي نيتون. وبلوتو. بالإضافة إلى تابعي نيتون المعروفين وهما تريتون ونيريد.

وشذوذ نيتون أنه بطبيعة الحال يقع قرب الشمس بمسافة تختلف كثيراً عما يعطيه قانون بود. وشذوذ بلوتو أكثر تعقيداً. فساره أولاً وقبل كل شيء. أكثر المسارات لا مركزية من بين الكواكب العظمى. ففي الأوج يبتعد إلى مسافة قدرها ٤,٥٦٧,٠٠٠,٠٠٠ ميل من الشمس. بينما هو في الحضيض يقترب إلى مجرد ٢,٧٦٦,٠٠٠,٠٠٠ ميل فقط.

وعلى ذلك فهو في الحضيض أقرب إلى الشمس من نبتون بمسافة متوسطها في الواقع نحو ٢٥.٠٠٠.٠٠٠ من الأميال .

وفي هذه الآونة بالذات نجد أن بلوتو يقترّب من حضيض مساره ، وسيصل الحضيض هذا عام ١٩٨٩ . ولزوج من عشرات السنين في نهاية القرن العشرين سيظل بلوتو أقرب إلى الشمس من نبتون ، ثم يتحرك إلى ما بعد مسار نبتون متقدماً إلى أوج مساره المعنى سوف يدركه عام ٢١١٣ .

وثمة ظاهرة ثانية شاذة بخصوص بلوتو . فدحاها أن مستوى مساره يميل بشدة على دائرة الكسوف (التي هي عبارة عن المستوى الذي يقع فيه مدار الأرض) . وتبلغ قيمة الميل ١٧ درجة . وهي قيمة تفوق ميل مسار إلى كوكب آخر . وهذا الميل هو الذي يحول على الدوام دون تصادم بلوتو مع نبتون . ورغم أن مساريهما يظهران كأنهما متقاطعان في حالة التمثيل المعتاد على بعدين للمجموعة الشمسية . فإن بلوتو يعلو بعدة ملايين من الأميال فوق نبتون عند نقطة التقاطع الظاهرية .

وأخيراً فإن بلوتو من الكواكب العجيبة في حجمها إذ يبلغ طول قطره ٣٦٠٠ ميل . ولذلك فهو أصغر بكثير من أي من الكواكب الأربعة الخارجية . وهو كذلك أكبر كثافة إلى حد كبير . وفي الحقيقة يشبه هذا الكوكب من حيث الحجم والكثلة كوكباً داخلياً مثل المريخ أو عطارد أكثر من مشابهته لأي كوكب آخر .

والآن لندرس تابعي نبتون : فأجدهما المسمى نيريد عبارة عن جرم

صغير قطره ٢٠٠ ميل . ولم يتم اكتشافه حتى عام ١٩٤٩ . والشئ المستغرب عن أمر هذا القمر هو لا مركزية مساره ، فهو عندما يصل إلى أقرب بعد له عن نبتون تكون المسافة بينه وبين الكوكب ٨٠٠.٠٠٠ ميل ، ثم يروح مبتعداً إلى مسافة تصل إلى ٦.٠٠٠.٠٠٠ ميل في الناحية الأخرى من المسار . وتفوق لا مركزية نيريد إلى حد كبير أي قدر مماثل في المجموعة الشمسية . فليس هناك أي كوكب أو تابع أو كويكب يمكن أن يقارن به في هذا الصدد ، ولا بضارعه في لامركزيته أو يفوقها سوى المذنبات .

وعلى عكس نيريد نجد أن تريتون تابع كبير . يزيد قطره على ٣٠٠٠ ميل (بينما يبلغ قطر القمر التابع للأرض ٢١٦٠ ميلاً) . ومداره دائري تقريباً . ورغم ذلك فإن الشئ العجيب في أمره أن مساره يميل بشدة على مستوى حط استواء نبتون . ويكاد يكون عمودياً على ذلك المستوى .

والآن هناك توابع أخرى في المجموعة لها مدارات في واقع الأمر لامركزية . وأخرى مائلة أو منحرفة . وهي تتضمن السبعة الأقمار الخارجية (غير المسماة) للمشتري . وفوبيي القمر التاسع وآخر أقمار زحل من الخارج . ويتفق الفلكيون على أن الأقمار الخارجية للمشتري وزحل هي في الغالب كويكبات . وأبست أعضاء أصيلة في عائلة الكواكب . وتكاد الأعضاء الأصلية (مثل أقمار المشتري الخمسة الداخلية ومن بينها الأقمار الجارية جانيميد ، وإيو . وكاليستو . وإيرويا ، وأقمار زحل الثمانية الداخلية ، ومن بينها التابع العنصراني تيتان) كلها تدور وتلف

في مسارات دائرية تقريباً وفي مستوى خطوط استواء كواكبها . وتخضع لمثل هذه القاعدة أقدار أورانوس الحصة الصغيرة وقمر المريخ الصغيران . وتعتبر هذه المسارات غير المراحة أمراً لا بد منه نتيجة الطريقة التي نشأت بها تلك المجموعات من التتابع .

حسباً . ربما يمثل نيريد كويكباً وقع في قبضة كوكبه ، رغم أنه من المستغرب أن يوجد أحد الكويكبات على مثل هذا البعد الكبير وراء حزام الكويكبات . خصوصاً إذا كان كبيراً يمثل هذا القدر (لا يوجد أكثر من خمسة أو أربعة كويكبات في مثل حجم نيريد) . وهل وقع تريتون تحت قبضة الجاذبية كذلك ؟ وماذا يمكن أن يفعل جرم في مثل كبر تريتون يتجول في منطقة نبتون . ألا يقع في قبضة الجاذبية ؟

ولقد ذهب بعض الفلكيين إلى أن حدثاً ما وقع في الماضي بالقرب من نبتون ، وهو يقولون إن بلوتو الذي يعادل حجمه إلى حد كبير حجم الأقمار ولا يقارب حجوم الكواكب الخارجية كان في الأصل وبكل تأكيد تابعاً من نوايع نبتون . وعلى أية حال حدث بطريقة ما أن خرج عن موضعه ودخل في مساره الحالي الوعر واللامركزي كوكب مستقل . ومن الحائر أن مرة ذلك الحدث أدت إلى ميل مسار تريتون ميلاً غريباً . ولكن ما هو ذلك الحدث ؟ لم يصده أحد .

وبطبيعة الحال تعتبر العلامة الوحيدة الظاهرة التي تدل على وقوع ذلك الحدث هي حزام الكويكبات . وليس هناك دليل حقيق على أنه كان يوجد حتى كوكب واحد هناك ، ولكن بالتأكيد يحلو الاعتقاد بأن كوكباً

ما كان في تلك المنطقة . وأنه انفجر (بسبب قوى المد والجزر في قشرته تلك القوى التي ولدها الكوكب العملاق . المشتري في أغلب الظن) .

وفي عصرنا هذا يعتبر الانفجار الذي يؤدي إلى تكوين نحو ٤٤٠٠٠ قطعة من الصخر . منها سيريز الذي يبلغ قطره ٣٨٥ ميلاً . وثلاثة أو أربعة توابع أخرى قطر كل منها ١٠٠ ميل أو أكثر حدثاً بكل تأكيد . ومهما يكن من شيء فإن من الاعتراضات للقائمة على هذا الرأي أن الكتلة الكلية لكافة الكويكبات التي بين المريخ والمشتري لا يمكن أن تكون أكثر من عشر كتلة المريخ أو خمس كتلة عطارد . فهي ما زالت بعيدة كل البعد عن أصغر الكواكب في المجموعة . ولماذا يكون الأمر كذلك ؟ هل كان السبب أن جاره المشتري استحوذ على أغلب المواد الخام اللازمة لتكوين الكواكب . تاركاً كوكبتنا الوهمي قرماً من الأقزام ؟

أو لنفرض أن كسراً فقط من الكوكب الأصلي بقي في الفضاء بين مداري المريخ والمشتري بعد الانفجار ؟ وماذا يكون لو أن الكوكب ٤ ؟ (لا بد أن نطلق عليه هذا الاسم نظراً لأن المريخ هو الكوكب الرابع والمشتري هو الكوكب الخامس) أرسل جزءاً كبيراً منه ليسبح في أعماق الفضاء ؟ إننا نستطيع تصور مثل هذه القطعة وهي تنطلق على بعد سحيق بين المشتري وزحل وأورانوس ومن ثم يسحبها أو يزيح مسارها بشدة الكوكب نبتون .

وربما كانت القطعة قد وقعت في قبضة جاذبية نبتون لتدور في

مسار شاذ وأصبحت تريتون . بينما خرج بلوتو . الذي كان تابع لتيتون الأصل . إلى مسار مستقل من مدارات الكواكب نتيجة لذلك . أو ربما انحرفت قطعة الكوكب P_1 إلى المسار الكوكبي . وصارت بلوتو . بينما سببت قوى جاذبيتها انحرافاً في مسار تريتون . أو قد تكون كافة هذه الأجرام السهاوية بلوتو . وتريتون . وتريد هي أجزاء من الكوكب P_1 .

ومصدر الضجير في كل هذا هو كيف يمكن انفجار الكوكب P_1 أن يرسل مثل هذا القدر من المادة بعيداً عن الشمس غير مسافات كبيرة . كلها في اتجاه واحد . هل يكون من الممكن أن ذلك تم ثورانه عن طريق إرسال كتلة مساوية على وجه التقريب إلى الداخل تجاه الشمس ؟

وهذا يثير السؤال الخاص بقسرتنا بالذات . فعلى غرار تريتون ينحرف قمرنا على مستوى خط استواء الابتداء . ولكن ليس بزاوية كبيرة وإنما بزاوية قدرها ١٨ درجة . وسار على قدر ما من اللامركزية كذلك . وزيادة على ذلك فالقمر كبير جداً بالنسبة لنا . فالكوكب الذي في مثل حجم الأرض ليس له دخل بمثل هذا القمر الكبير . ومن بين الكواكب الداخلية نجد للمريخ تابعين صغيرين ليس لهما اعتبار يذكر . بينما ليس للزهرة ولا لعطارد أي قمر أو تابع .

وكتلة القمر نحو $\frac{1}{80}$ من كتلة الأرض . ولا يوجد في المجموعة الشمسية تابع آخر تقارب كتلته هذا القدر بالنسبة إلى الكوكب الذي يتبعه .

فهل من الجائز إذاً أن الأجزاء التي تطايرت إلى الداخل من الكوكب

P_1 وقعت في قبضة جذب الأرض وصارت القمر ؟ بلوح . كما أرى . أن هذا غير محتمل — ولكن لا مفر من التكهّن أو التخمين . لنفرض أن أجزاء القمر تناثرت أكثر باقترابها من الأرض ووقعت تحت تأثير مجال جاذبية الأرض . فمن الجائز أن قطعة قد أبطأت من هذه الأجزاء إلى الحد الذي يكفى لوقوعها في " قبضة الأرض " . بينما انطلقت أخرى بسرعة منحت لها بالحروب من المجموعة الشمسية كلها .

أو ربما . عندما نكس عدم الاحتمال على عدم الاحتمال . لم نهرب أو نفلت هذه القطعة الأخيرة ولكنها وقعت في قبضة الشمس . إذا صح هذا التعبير . وصارت عطارد . التي لها . من بعد بلوتو . أكبر لا مركزية وأعظم المسارات ميلاً من بين أغلب الكواكب .

وإذا ما جعلت أجرام القمر . وتريتون . وبلوتو . وعطارد . كلها بعضها مع بعض مع حطام الكويكبات التي بقيت في المسار الأصل تحصل على جرم أكبر كتلة من المريخ . وهذا كوكب له شيعته يصلح ليكون في موضع الكوكب P_1 .

وبالطبع لا أستطيع أن أتصور مدى دخل هذا في حقيقة أن مسار تيتون أقرب بكثير إلى الشمس عما يجب أن يكون . ولكن ليس لنا أن نحصل على كل ما نريد . ولنترك تفسير النقط الخمس للفلكيين ولنستمر لننتع أنفسنا بالافتراض بالخيال الذي لا حدود له . ولئى مقدورنا أن نفترض أن كل الأجرام التي بعد أورانوس إنما تكون وحدة واحدة يمكن اعتبارها

بمحاذاة الكوكب الواحد الذي تظل علاقته بالشمس كما يجب أن تكون في المتوسط . ولكن العلاقة بالنسبة إلى الأجزاء المستقلة بخيم من حولها للغموض بسبب حادث الانفجار .

وإذا ما أخذنا في الاعتبار متوسط المسافة للمجموعة كلها نجد أنها (شكراً لبلوتو) تساوى ٣,٦٦٦,٠٠٠,٠٠٠ ميل . وهى على أساس أن بعد الأرض يساوى ١٠ تعادل ٣٩٥ .

والآن لنعمل جدولاً جديداً لتوالي تبتيس على هذا النحو :

الكوكب	المسافة النسبية	متوالية تبتيس
١ - عطارد	٣,٩	٤
٢ - الزهرة	٧,٢	٧
٣ - الأرض	١٠,٠	١٠
٤ - المريخ	١٥,٢	١٦
٤½ - سيريز	٢٧,٧	٢٨
٥ - المشتري	٥٢,٠	٥٢
٦ - زحل	٩٥,٤	١٠٠
٧ - أورانوس	١٩١,٨	١٩٦
٨ - ٩ - نبتون - بلوتو	٣٩٥	٣٨٨
١٠ - الكوكب العاشر	?	٧٧٢

وإذاً فلنكن يجب عن السؤال الذى وجهته فى ابتداء هذا الباب . يجب أن يكون الكوكب العاشر فى الموضع ٧٧٢ . ومعنى ذلك أن متوسط

بعده عن الشمس يجب أن يكون ٧٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل .

وماذا يكون حجمه ؟ حسناً . إذا ما أهملنا بلوتو وأخذنا فى الاعتبار الكواكب الأربعة الخارجية الأخرى فقط نجد نقصاً منتظماً فى القطر كلما تحركنا من المشتري إلى الخارج . فالأقطار هى ٨٦٧٠٠ (المشتري) و ٧١٥٠٠ (زحل) و ٣٢٠٠٠ (أورانوس) . و ٢٧٦٠٠ (نبتون) . وعندما نجري هذه العملية نفترض أن قطر الكوكب العاشر يساوى ١٠,٠٠٠ ميل وهو رقم رائع لا كسور فيه .

ويمثل هذا القطر وعلى مثل ذلك البعد من الشمس (ومنا) يلزم أن يكون قطر الكوكب العاشر الظاهري هو ١٣ . مما يجعله أكثر لمعاناً عن بلوتو الأقرب إلينا . وسوف يظهر له قرص صغير جداً . ولكن أى قرص هناك كان يبدو أكبر من قرص بلوتو الأصغر والأكثر قرباً منا . حسناً إذاً لما كان بلوتو قد اكتشف ولم يتم كشف الكوكب العاشر الأكبر والأكثر لمعاناً . فهل ذلك يعنى أن الكوكب العاشر لا وجود له ؟

ليس هذا ضرورياً . فلقد لوحظ بلوتو من بين فيض متغير من النجوم التى لها نفس القدر أو أكثر لمعاناً وذلك نظراً لأنه كان يتحرك بينها . وكذلك شأن الكوكب العاشر . ولكن بمعدل أقصر بكثير . ومن قانون كيبلر الثالث نستطيع أن نثبت بالحساب أن زمن دوران الكوكب العاشر يلزم أن يكون ٦٨٠ عاماً . أو ما يعادل على وجه التقريب ثلاثة أضعاف فترة دوران بلوتو . وعلى ذلك فإن الكوكب العاشر يتحرك بمعدل لا يتجاوز ثلث المعدل الذى يحرك به بلوتو أمام النجوم . ومن اللازم أن يستغرق

الكوكب العاشر سنة كاملة لغير موضعه بمقدار يعادل اتساع القمر الكامل . وليس هذا هو نوع الحركة التي يمكن رصدها بسهولة بمسح عرضي للسماء . أو ربما يكون هو قد رصد عدة مرات ولكن لم يتعرف عليه أحد . كما كان الحال مع أورانوس .

والشيء الذي أنظر إليه كأمر غير عادي بخصوص الكوكب العاشر هو انزعاله التام . فهو يوجد على بعد من نبتون ، عندما يكون هذا الأخير أقرب ما يكون بالنسبة إليه ، يعادل ضعف بعدنا على الأرض منه (أى من نبتون) . وفي أغلب الأوقات يبعد عن بلوتو بمسافة أكبر من بعدنا نحن عن بلوتو . ويقرب هذا الأخير مرة كل ٢٧٠٠ سنة مع توافر أحسن الظروف . ويصبح على بعد ٢١ بليون ميل من الكوكب العاشر (تعادل المسافة بين الأرض ونبتون) . ولا يوجد أى جرم آخر يحتمل أن يكون كوكباً أو تابعاً أو مدنياً على بعد ٤ بليون ميل منه .

وهنا لا تدرك العين المجردة الشمس على هيئة قرص مرقى بطبيعة الحال ، بل تبدو على هيئة النجم تماماً . ولا تزيد في الكبر على كوكب المريخ كما يبدو لنا عندما يبلغ أقرب بعد عنا . وعلى أية حال قرعتم أن الشمس سوف تكون نقطة من الضوء لأنها تظل أكثر من ستين مرة قدر لمعان قمرنا عند الاكتمال . وأكثر من لمعان الشعري البهائية مليون مرة ، فهي ثانی جرم في السماء من حيث درجة اللمعان .

وإذا ما كانت هنالك أية مخلوقات مفكرة على الكوكب العاشر فإن هذا وحده يمكن أن يلهم على أن أمر ذلك النجم يختلف عن غيره من

النجوم . وأكثر من ذلك إذا ما عمدوا إلى التدقيق في الرصد فإنهم سوف يرون أن الشمس تغير موضعها باستمرار ، وببطء ، بالنسبة إلى النجوم الأخرى .

أما بالنسبة إلى الكواكب فإن كافة أعضاء المجموعة الشمسية المعروفة سوف تبدو معلقة بالشمس . وحتى بلوتو عندما يرى من على مثل هذا البعد وراء مساره لن يفارق الشمس بأكثر من ٤٠ درجة ، حتى عندما يكون في أوج فلكه في فترة أعظم استطالة . وتبقى كافة الكواكب الأخرى مع الشمس حجباً إلى جنب في كل الأوقات .

وعندما ترصد الزهرة وعطارد من الكوكب العاشر لا يمكن أن يزيد بعدهما عن الشمس على قطر قمرنا الكامل . وتبتعد الأرض أحياناً إلى مسافة تصل إلى نصف اتساع القمر الكامل . كما أن المريخ سوف يتباعد بانتظام من آن إلى آخر غير مسافة تصل إلى ضعف اتساع القمر الكامل . ولأن لأشعر شعور الرائق من أنه حتى مع عدم وجود جو يحول دون نفاذ الإشعاعات تفقد الكواكب الأربعة وسط لمعان الشمس التي في اتساع النقطة . وبذلك لن ترى قط من الكوكب العاشر من غير معدات خاصة .

وبذلك تبقى فقط الكواكب الخمسة الخارجية . وهي المشترى ، وزحل ، وأورانوس ، ونبتون ، وبلوتو . ويمكن رؤيتها عندما تكون تماماً إلى جانب معين من الشمس . وفي تلك الأثناء تبدو (في المناظير الفلكية الكبيرة) على هيئة أهلة بديئة أو سببية . وفي ذلك الوضع سوف

تكون مجموعة المشتري والحل وأورانوس ونبتون كلها على وجه التقريب على نفس البعد من الكوكب العاشر . وربما يكون بلوتو تحت الظروف الملائمة أكثر قرباً من باقى المجموعة .

ويعنى ذلك أنه عندما نتخلص من عامل البعد يبدو زحل أكثر إظلاماً من المشتري ، وذلك نظراً لصغر زحل النسبي وكبر بعده عن الشمس ، ومن ثم تقل قوة استضاءته . ولنفس السبب يكون أورانوس أكثر إعتاماً من زحل . ونبتون أكثر إعتاماً من أورانوس ، وبلوتو أكثر إظلاماً من نبتون .

وقى واقع الأمر نجد أنه على الرغم من أن أورانوس ونبتون وبلوتو تزداد قرباً من الكوكب العاشر أكثر من المشتري وزحل خلال الاقتران المتأخر ففى لا ترى بالعين المجردة .

ولا يظهر إلا المشتري وزحل من فوق الكوكب العاشر من غير معدات خاصة . وإن يكون مظهرهما رائعاً ، فالمشتري عندما يبلغ أقصى درجات لمعانه يصبح قدره نحو ١.٥ ، أو على وجه التقريب قدر رأس الثور المقدم ، ويحدث ذلك فقط خلال نحو عام من كل ستة أعوام . وعندما يبلغ بعده عن الشمس ٤ درجات ، وربما تصبح مشاهدته . أما بالنسبة إلى زحل فهو يكون له فترة دورية قوامها عامان كل خمس عشرة سنة عندما يصعد إلى بريق قوامة ٣.٥ ، وهو قدر النجوم المتوسطة ، وهذا كل ما هنالك .

ومن غير شك سوف يعتمد الفلكيون على الكوكب العاشر إلى تجاهل

الكواكب تماماً . فأى عالم آخر فى المجموعة إنما يعطيهم منظرأ أروع إلا أنهم سوف يرقبون النجوم . وسوف يمنحهم الكوكب العاشر أكبر تغيرات الوضع الظاهرى . فى المجموعة نظراً لمساره المستند عبر مسافات شاسعة (وبالطبع يكون عليهم الانتظار ٣٤٠ سنة للحصول على التغير الكامل فى الوضع الظاهرى) . ويمكن تعميم قياسات أبعاد النجوم بتغيير الوضع الظاهرى ، وهى أعظم الطرق إتقاناً وأكثر ما يعتمد عليه فى هذا الصدد ، والدخول بها مائة مرة إلى أعماق الفضاء بالنسبة إلى ما هو كائن اليوم .

وثمة نقطة أخيرة ، فإذا يجب أن نسمى الكوكب العاشر ؟ علينا أن نلزم جانب التقليد القديم الذى ورنناه . ولما كان الكوكب التاسع يدعى بلوتو فربما يكون هناك ميل أو تكون هناك رغبة لتسمية الكوكب العاشر باسم زوجته برونزيرينا ، إلا أن هذه الرغبة يجب أن تقاوم . فإن برونزيرينا هو الاسم السائد لأى تابع لبلوتو يمكن أن يكتشف . ومن اللازم أن يحتفظ به لهذا الغرض على الدوام .

ومهما يكن من شىء فقد كان للإغريق من يحمل أرواح الموتى إلى هيدس منغل بلوتو وبرونزيرينا . وكان اسمه كارون . وكان هناك كذلك حرس له رعوس كلاب ثلاثة يحمى مسلخ هيدس وكان يقال له سيريريس .

ولهذا فإنى أقترح أن يسمى الكوكب العاشر كارون وأول تابع

• من التجارب التى تجرى فى معامل القزياه .

(المترجم)

يكشف له يسنى سير بيرس .

وبعد ذلك فإن أى سائح وهو فى طريق العودة إلى مقره على الأرض عندما يقترب من المجموعة الشمسية على مستوى الكسوف يكون لازماً عليه أن يعبر مسار كايرون وسير بيرس ليصل إلى فلك بلوتو وبروزيرينا ، فإذا يمكن أن يكون رمزاً أقرب من هذا ؟

٨ - سلم الصعود إلى النجوم

هناك شئ غير مقنع فى جوهره بالنسبة إلى ما يتعلق بمسألة غزو المجموعة الشمسية على النحو الذى تبدو عليه . فمن تعرف أكثر من اللازم عما سجد ، ولكن ما سجد لا يكفى .

ومع ذلك فإنه فيما عدا بعض الأشياء التى يمكن أن تحكى الحقائق الأتنية على المريخ فإن عوالم المجموعة الشمسية الأخرى كلها قاطعة مجدبة (ما لم تكن هنالك معجزة ليست فى الحساب) .

وبكل تأكيد ، سوف تحصل على كافة أنواع القرائن والمعلومات ، وخلال الوصول إلى هذه العوالم الخالية سوف ندور إلى عمل سياتك معدنية لها قيمتها ، ودواء من البلاستيك ، وأنواع من الوقود . وسوف تستيط وسائل مقبلة فى فنون تصغير الصور والتحريك الذاتى والحساب . وإننى لن أقلل من قيمة التقدم فى أى فرع من هذه الفنون .

ولكن سوف لا تكون هنالك أميرات مريخيات ، ولا دواب تهددنا بقرون استعمارها ، ولا كائنات ذات طاقات تفوق فى ذكائها حدود البشر ، ولا زواحف هائلة جارية محيطة تعود بها إلى جدران الجيوبان . وبالاختصار لن تكون هنالك أية رواية مثيرة .

ولكن لكي نحقق النتائج ويتم النفع الذي يعود علينا من أسفار الفضاء يجب علينا أن نصل إلى النجوم . وعلينا أن نجد الكواكب التي على غرار الأرض التي يحتفل أن تدور في كنفها ، حاملين إلى من فيها كافة مقومات (نرجو ذلك) الصداقة والعطاء والإنسان الكامل والمائل الخبار .

ولكن كيف يمكن أن نصل إلى النجوم ؟ من الجائز أن يكون القدر على باب الطريق . والمريخ على عتبة الباب . ولكن النجوم هي الطريق الذي لا تروى نهايته .

فالقمر عندما يذوق منا يبعد عنا بمقدار ٢٢٢,٠٠٠ ميل . والمريخ ٣٥,٠٠٠,٠٠٠ ميل . وحتى بلوتو أبعد الكواكب المعروفة ، لا يبعد عنا بأكثر من ٤,٦٥٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل . ومن ناحية أخرى نجد أن مجموعة رجل قططوس (الفاستاوري) التي تتضمن أقرب النجوم إلينا تبعد عنا بمقدار ٢٥,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل .

وفي معنى آخر عندما يصل طريقنا إلى نهاية المجموعة الشمسية ونقف على بلوتو نكون قد قطعنا مسافة هي في أحسن الأحوال بليون من طول المسافة التي يجب أن نقطعها من أجل الوصول إلى أقرب النجوم المراد الوصول إليها .

وكم يكون أليفاً حقاً لو أن هناك سلماً للصعود إلى النجوم ، أي كانت هناك أجرام بين بلوتو والنجوم يمكن أن تعطينا على الأقل مجالاً للتنفس ، وأوى نثبت عليه أقدامنا ونرتاح فيه من الإجهاد خلال رحلتنا الطويلة إلى أقرب النجوم .

وأنا عندما أصرح بذلك أستطيع أن أبتسم في حماسة وأقول إن هناك سبباً وجيهاً يدعونا إلى الاعتقاد بأن مثل هذا السلم يوجد فعلاً . وإلى لا أقصد النجوم المظلمة التي قد توجد أو لا توجد بيننا وبين كوكبة قططوس ، ولا أغني الكواكب التي بعد بلوتو ، والتي قد تكون حقيقة أو خيالاً . ولكنني أقصد الغلاف الرقيق من الكويكبات التي تحيط بالشمس بعيداً جداً عن مسار بلوتو ولها هالة سوداء ، وهي قشرة كويكبات أصغر بكثير من المجموعة الشمسية المعروفة وتدل كافة الاحتمال على تواجدها .

ولكن أقص عليك أمر هذه الكويكبات سوف ، كما أفعل عادة ، أبدأ بأول القصة . وفي هذه الحالة يتضمن أول القصة المذنبات .

منذ زمن طويل والناس يعتبرون المذنبات علامات شوم ونذر باقتراب السوء ، وكان لهم علمهم في ذلك .

وعلى أية حال فإن السموات في أغلب أرجائها ذات منظر ثابت لا يتغير ، أو هي على الأكثر ذات تغيرات دورية لها جلالها . فالشمس تشرق وتغرب ، ويتساق القمر خلال أوجهه ، وتحفظ النجوم الثوابت بمواضعها تماماً من جيل إلى جيل ، بينما الكواكب تتجول بينها جميعها في مسارات معقدة إلا أنها يمكن التكهّن بها .

إن كل شيء على ما يرام . وكل شيء هادئ .

ثم يظهر سريعاً . ومن غير مكان ظاهر ، مذنب من المذنبات .

وهو ليس على غرار شيء ما في السماء . فالتواء التي على هيئة النجم اللامع يحيط بها مسار من الضوء مثل الزغب أو الوبر ، ويمتد منها كذلك ذيل يشاب كالسهم ليعبر نصف السماء . وكما يحىء من غير مكان ظاهر يخفى المذهب في غير مكان ظاهر . ولم يكن في استطاعة أحد أن يتكهن بموعده وظهوره أو اختفائه ، وكل ما كان يمكن أن يقال عنه إنه عكس صفو الأمان والهدوء في السماء .

وكان ذلك في حد ذاته كافياً للاضطراب ، أضف إليه مشكلة الغريب غير المألوف ، فهو يشبه امرأة شاردة العقل تمزق السماء في خيل وجنون . بينما يساب شعرا غير الملوم من خلفها مع الريح . وكلمة مذهب بالذات (كوميت) أصلها اللفظ الإغريقي (كوميتيس) ومعناها (ذات الشعور الطويلة) .

وبالطبع ليس في وسع أي رجل عادي إلا أن يفترض أن مثل هذا الجرم الخفيف الذي يظهر فجأة إنما يرسله إليه ما لإنداز الناس بالويل والثبور وعظائم الأمور . وزيادة على ذلك فإنه لما كانت الحياة والإنسانية تصيبها المحن كل عام دون توقف . يبدو أن هذه النظرية لم تولد خطأ . فبعد ظهور المذهب تقع المحن . فإنه بكل تأكيد لا يمضي عام على ظهور المذهب إلا وتنتشر الحرب . أو ينتشر الطاعون ، أو يعم القحط في مكان ما . أو يموت رجل ذائع الصيت . أو تظهر المرمقة والمروق على الدين ، أو أي شيء من هذا القبيل .

ويظهر آخر مذهب يستحق المشاهدة عام ١٩١٠ . ونجح في تخويف العائدين من الناس وحملهم على الاعتقاد بأن نهاية العالم قد حلت دون شك . (وقد أُنذر ، كما يعتقد أي معنوه ، بموت مارك توين ، وغرق السفينة تيتانيك . وحجى الحرب العالمية الأولى وطلاقة كاملة من المصائب) وعلى أية حال ، فسواء أكان للمذهب أثره وفعله أم لم يكن . فما هي طبيعته ؟ كان أرسطو ومن تبعوه من مفكرى العصور الوسطى يعتقدون بأن السموات في حالة من الكمال ولا تتغير . ولما كانت المذنبات تنجى . وزروح ولما ابتداء ونهاية (على عكس النجوم والكواكب) فهي ليست كاملة وتتغير . وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون جزءاً من السماء . وإنما ظواهر جوية . قوامها أبخرة أهوية رديئة . ومن ثم فهي جزء من أرضنا البائسة الفاسدة .

ولم تحطم هذه الفكرة حتى عام ١٥٧٧ . عندما قام عالم الفلك الدانمركي تيخو برا بقياس تغير الوضع الظاهري للمذنب لأمع ظهر خلال ذلك العام ورسم موضعه كما بدا أمام النجوم من مرصده بالمدانيمرك ومن مرصد آخر في براغ . ولقد كان التغير في الوضع الظاهري من الصغر بحيث تعذر قياسه . وليس هذا بالأمر العجيب ، إذا أخذنا في الاعتبار القصر النسبي لخط القاعدة (نحو ٥٠٠ ميل) وحقيقة إن هذا القياس كان يعمل قبل اكتشاف المنظار الفلكي المكبر (التلسكوب) . وعلى أية حال فحتى مع ذلك ، إذا ما كان المذهب على بعد ٦٠٠,٠٠٠ ميل من الأرض فإن تغير وضعه الظاهري كان يمكن ملاحظته وإدراكه . ولقد استنتج

يبدو بناء على ذلك أن المذهب يلزم أن يكون على الأقل على بعد من الأرض يساوى ثلاثة أضعاف بعد القمر عنها ، وبذلك صار ذلك المذهب على أية حال - جزءاً من السموات ، وظهر خطأ أرسطو .

وبقيت المذنبات مصداقاً للشعاب حتى بعد إضافتها للسماء وفصلها عن الأرض ، غيى لم تنف مع أية مجموعة من مجموعاتها . وعندما وضع كوبرنيك الشمس في مركز المجموعة الشمسية ، وجعل كيبلر مسارات الكواكب السيارة على هيئة القطاعات الناقصة (إهليلج) بدأ تصحيح الكواكب بأخذ شكله ورواقه فيما عدا المذنبات ، فلفظ ظلت تنجي من غير مكان وتختفي في غير مكان . وبقيت تمثل أجراماً متغصنة لا تخضع للقانون في مملكة الشمس .

ثم جاء نيوتن بقانون الجاذبية الذي فسر به بكل جلاء حركات الكواكب . فهل أمكن أن يفسر به كذلك حركات المذنبات ؟ لقد كان في ذلك بكل تأكيد الخيار القائلون اختياراً عظيماً .

وفي عام ١٧٠٤ بدأ آدموند هالي ، من أصدقاء نيوتن الحميمين ، البحث في مسارات المذنبات المختلفة في المناطق التي توافرت فيها أرصادها ، وذلك للوقوف على ما إذا كانت حركتها تلي بمطالب رياضة الجاذبية ، فدرس أرصاد أربعة وعشرين مذنباً مختلفاً .

وكان مذنب عام ١٦٨٢ هو أحسنها من حيث توافر الأرصاد ، خصوصاً وقد رصده هالي بنفسه ، وعندما حسب مساره وجد أنه كان

بحر بنفس أوجاه السماء التي مر بها مذنب عام ١٦٠٧ ، أي قبل ذلك بخمسة وسبعين عاماً ، ومذنب عام ١٥٣١ الذي ظهر قبل هذا الأخير ستة وسبعين عاماً أخرى .

وتساءل الرجل هل من المحتمل أن نفس المذنب كان يجيء أو يعود في فترات قوامها نحو خمسة وسبعين عاماً ، بعد مرورها في مسار على هيئة القطع الناقص الذي تبد درجة لا مركزيته الحد الذي معه تصل نهايته البعيدة إلى ما بعد زحل بكثير ، وهو أبعد كوكب كان يعرف في ذلك الحين ؟

(كان المذنب الذي ظهر في السماء عام ١٩١٠ هو مذنب هالي كذلك) .

وولد هذا إحساساً بأن المذنبات ، أو على الأقل أحد المذنبات ، تلزم أمكنة معينة ، وأنها أعضاء في المجموعة الشمسية وتخضع لقوانينها . ومنذ ذلك الوقت عرفت مذنبات عديدة أخرى بتساواتها الثانية . ولا يوجد الآن ، وأخيراً ، أي سبب منطقي يدعو إلى الاعتقاد بأن المذنبات من علامات النذر بالشر مما يحول دون استعداد الناس لنهاية العالم عندما يظهر من جديد مذنب هائل .

والآن عندما نعلم بأن المذنبات ما هي إلا أعضاء عادية في المجموعة الشمسية ، تخضع لنفس قوانين الحركة التي تخضع لها الكواكب السيارة ، فإذا نكون إذًا ، حسناً ليس أمرها بالعجيب .

وكثيراً ما اقتربت المذنبات من أحد الكواكب المختلفة فغيرت هذه من أفعالكها التي تسبب فيها ؟ وكان هذا التغير في بعض الأحيان عظيماً بسبب قوة جذب الكوكب (تجعل مثل هذه الاضطرابات من العسير التمكن بموعده أوبة المذنب بدقة كافية) . ولا يتأثر الكواكب بدرجة ملحوظة تحت تأثير مجالات جذب المذنبات . فلقد حدث أن مر مذنب عام ١٧٧٩ بالفعل بمجموعة نوايع المشتري دون أن يحدث على تلك النوايع أى أثر يذكر .

والاستنتاج الظاهر بوضوح هو أنه رغم كبر حجوم المذنبات ، ورغم أن بعضها أعظم حجماً من الشمس ، فإن كتلتها صغيرة . ولا تتعدى كتلة المذنب الكبير مهما بلغت كتلة أحد الكويكبات المتوسطة الحجم .

وإذا كان الأمر كذلك فإن كثافة مادة المذنب يجب أن تكون صغيرة إلى أقصى حد ، أقل بكثير من كثافة غلاف الأرض الجوى . ويدل على ذلك بأن النجوم يمكن أن ترى خلال ذيل المذنب دون أن يتأثر لمعانها بدرجة تذكر . وفي عام ١٩١٠ مرت الأرض بذيل المذنب هالى ولم يحدث أثر ملموس . وفي الحقيقة مر مذنب هالى بين الأرض والشمس واختفى كل شيء ، وانفجرت أشعة الشمس من خلاله كما لو كان فراغاً .

وبعد سنوات ابتدع الأستاذ فريد هويل بجامعة هارفارد نظرية لاقت كثيراً من الرواج في هذه الأيام وهي تتعلق بتركيب المذنبات .

فلقد افترض أن أغلب مادة المذنبات من « الثلوج » أى من مواد صلبة درجات إسالتها منخفضة مثل الماء ، والميثين ، وثانى أوكسيد الكربون ، والأمونيا وما على شاكلة ذلك . فعندما تبتعد المذنبات عن الشمس تصبح هذه المواد في حالة الصلابة دون شك ، ويصير كل مذنب جرمًا صغيراً صلباً ، ولكنها عندما تقترب من الشمس يحدث على أية حال أن تتبخر بعض « ثلوجها » ويغير الغبار والبخار المتكون على التعاقب بعيداً عن الشمس تحت تأثير ضغط إشعاع الشمس الضوئى .

ومن المؤكد تماماً (كما شوهد عام ١٥٣١) أن ذيل المذنب يشير دائماً إلى اتجاه متباعد عن الشمس بوجه عام . فهو ينساب خلف المذنب عندما يقترب هذا الأخير من الشمس . ولكنه يأتى في أعقاب المذنب أى يتبعه في حالة تباعده عن الشمس . وزيادة على ذلك فإنه كلما ازداد قرب المذنب من الشمس عظم ذيله .

ولا يتكون للمذنب غلاف جوى له قدره من الوزن بحيث يدفعه ضغط الإشعاع بعيداً ليقتطع كما قد يتبادر إلى ذهنك ، فإن التلحيات في حد ذاتها موصلات رديئة للحرارة ، كما تظل المذنبات بجوار الشمس خلال فترة قصيرة من الزمان ، ففى تراجع محفظة بأغلب مادتها معها . ومع ذلك فإن المذنب في كل مرة يعود فيها إما يفقد جانباً من مادته ، فكل ما يتسرب إلى الذيل يختفى في الفضاء ولا يعود أبداً . ومن المحتمل أن مرور المذنب عشرات المرات بالقرب من الشمس يكفى لإنهائه . وحتى المذنب الذى يعود خلال قترات قدر كل منها قرن أو

ما يقرب من ذلك لا يتوقع لها أن تظل باقية أكثر من عدة آلاف السنين في أحسن الأحوال . ولذلك يجب علينا إذاً أن نرى المذنبات نغنى ونموت خلال العصور التاريخية .

وهذا عين ما نراه . فقد كان مذنب هالي عندما عاد عام ١٩١٠ مظهراً للدرجة محبة للأمل بالنسبة لأوصافه السابقة . ومن المحتمل أن يخيب الأمل بدرجة أكثر عندما يعود في الموعد المقدر له عام ١٩٨٦ . إنه يختفي .

وقد حدث بالفعل أن ماتت بعض المذنبات عندما راح الناس يرصدونها . وغير مثل على ذلك هو مذنب بيلا الذي اكتشف أول مرة عام ١٧٧٢ بواسطة الفلكي الألماني ويلهلم فون بيلا . فلقد كانت فترة دورانه نحو ٦,٦ سنوات . وتم رصده خلال عدة مرات آب فيها ورجع مقرباً من الشمس . وفي عام ١٨٤٦ وجد وقد انقسم إلى نصفين ينساب كل منهما بجانب الآخر . وفي عام ١٨٥٢ ازدادت المسافة الفاصلة بين الجزئين . ولم يشاهد مذنب بيلا مرة أخرى بعد ذلك . فقد مات وانفث .

ولكن ليس هذه نهاية القصة . فهناك مجموعة من النيازك تجرى في مدار المذنب . ونحن نعرف ذلك لأنه في عام ١٨٧٢ كان على مذنب بيلا أن يمر قريباً من الأرض لو أنه ظل على قيد الحياة . ولكن الذي حدث أنه لم يكن هناك مذنب . إلا أننا عبرنا رخات من الشهب كانت

(الترم)

• بين الأرض .

تخرج من البقعة التي نوقع أن يحتلها المذنب . ويلوح أن ثلوج المذنب تنضمن في داخلها عدداً كبيراً من حبيبات وجسيمات صغيرة جداً كراتس التوبوس من المعدن والسليكات . وعندما يخترق الطلج الذي يمسكها بعضها مع بعض تنفرد هذه المكونات . وقد تكون الشهب الصغيرة والشهب المجرية التي يعج بها الفضاء الآن هي أشباح مذنبات ماتت من زمان سحيق .

ومن الجلي والواضح أنه . إذا كانت حياة المذنبات قصيرة بهذا الشكل . ولكنها تظل عديدة على النحو الذي نراه (يتم الكشف عن العديد منها كل سنة) . رغم أن المجموعة الشسية قد وجدت منذ خمسة بلايين سنة . فلا بد أن هنالك مدداً مستمراً منها يدخل المجموعة ولكن من أين تأتي إذا ؟

أسهل إجابة هي أن نقول بأنها تأتي من الفضاء الذي بين النجوم . وقد تكون من الأجرام المتجولة بين النجوم . وقد يدخل بعضها من آن إلى آخر مجال جذب الشمس فربما فريق منها من حوقا ويخترق إلى الأبد . بينما يدخل فريق آخر فتسكبه الكواكب ويصبح هذا الفريق مذنبات دورية معرضة للسوت السريع .

وهناك عدة آراء ضد هذا الاحتمال . فأولاً لكي توجد أجرام متجولة بين النجوم نهاجر إلى مجموعتنا الشمسية بالمعدل الذي نهاجر به المذنبات يتطلب ذلك أن يمثل الفضاء المنتشر بين النجوم بعدد من المذنبات لا يوجد ما يبرره من القرائن . وزيادة على ذلك فإن عدداً وفيراً منها

لا بد أن يدخل المجموعة الشمسية من الاتجاه الذي تدير نحوه الشمس ،
ويفوق هذا العدد ما يدخل من الاتجاه الآخر . ولكن مهما يكن من شيء
فليست هذه هي الحقيقة والواقع ، فإن المذنبات تأتي من جميع الاتجاهات
بالتساوي .

وثانياً إذا ما دخلت المذنبات إلى المجموعة حسبما اتفق من الفضاء
الخارجي ، فإنه لا بد أن يقل عدد منها ويدبر في مسارات على هيئة
القطاعات الزائلة تماماً (هيبربول) . مثل دبوس الشعر عندما يفتح
على مصراعيه - ولم يشاهد قط مذنب ينطلق في مسار على هيئة القطع
الزائد .

ونظراً لذلك فإن الاحتمال الأقرب إلى المنطق هو أن مصدر المذنبات
خزان محلي يرتبط بالشمس . ولقد اقترح منذ سنوات مضت أن الخزان
المحلي يوجد على هيئة قشرة من الكويكبات الثلجية تقع على بعد يمتد
من ستة إلى مئتين ضوئيين من الشمس في كافة الاتجاهات .

ومن السهل أن تبين الطريقة التي وجدت بها القشرة ، فإذا ما
كانت المجموعة الشمسية قد بدأت كسحابة عظمى من الغبار والغازات
التي يبلغ قطرها عدة سنين ضوئية ، ولذلك فوى عندما تحولت إلى
دوامة وتقلصت تكونت الكواكب وشمسنا الحالية . ولكن ، على أية
حال ، كانت الكثافة أقل ما يمكن في المشارف الخارجية للسحابة
الأصلية فلم تسمح بتكوين الكواكب ، وبدلاً منها ظهرت مراكز
تركيز عملية عديدة . ولما ظلت درجة الحرارة قرب الصفر المطلق خلال

بلايين السنين في تلك المنطقة السحيقة ظلت التلوج التي تكون معظمها
من مادة السحابة الأولى على ما هي عليه ولو تحت تأثير جاذبية الكويكبات
الصغيرة (سببت الحرارة الأعلى بالقرب من الشمس أن تفقد الأجرام
الكبيرة حتى التي في مثل حجم الأرض كثيراً من ثلوجها) .

ويقدر بالحساب بأن هذه القشرة من « كويكبات المذنبات » تحتوي
على ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ مذنب ، وتقدر كتلتها كلها بنحو
 $\frac{1}{10}$ أو حتى من الخمس $\frac{1}{5}$ من كتلة الأرض ، وعلى ذلك فإن كويكبات
المذنبات الواحد تبلغ كتلته في المتوسط ٦٠٠,٠٠٠,٠٠٠ إلى
٦٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن . وإذا ما افترضنا أن كثافة مثل هذا الكويكبات
تساوي كثافة الثلج فإن متوسط قطره سوف يبلغ تقريباً نحو ميل كامل .

وأنت قد يتبادر إلى ذهنك أن قشرة قوامها مائة بلون كويكبات
يجب بطريقة ما أن تظهر للراصدين من الأرض - ولكن على أية حال ،
اعتبر أن قشرة الفضاء التي تغلف الشمس على بعد ستة إلى مئتين
ضوئيين يبلغ حجمها ثلاثين ستة ضوئية مكعبة ، وهذا القدر هائل جداً ،
فإذا ما وزعت المائة بلون كويكبات بالتساوي على هذا الحجم ، يبلغ
متوسط المسافة التي تفصل بين كل اثنين منها نحو $\frac{1}{10}$ بلون ميل ،
وهي تقريباً المسافة بيننا وبين أورانوس .

وبالطبع نجد أن حجم الفضاء الذي يحتوي على امتداد ميل واحد
من كتل الثلج لكل بلون ميل أو ما يقارب ذلك لا يمكن أن يحدث
أثراً بحال من الأحوال على بعد يساوي ستة ضوئية أو أكثر . ولن نعلن

كويكبات المذنبات عن نفسها لا عن طريق الإضاءة ولا بالحيولة دون نفاذ أضواء النجوم .

تصور واحدة من كويكبات المذنبات في مكان ما وسط القرشة . ولتكن على بعد $1\frac{1}{2}$ سنة ضوئية من الشمس . فسوف تبدو الشمس من على ذلك البعد كأنها مجرد نجم من النجوم رغم بقائها أكثر نجوم السماء لمعاناً بقدر يساوي - ٢ . ولكن الكويكب سوف يظل تحت تأثير الشمس (إذ لا يوجد نجم آخر أقرب منها) . إلا أن هذا التأثير سوف يكون ضعيفاً .

وسوف يتحرك كويكب المذنبات الذي على بعد $1\frac{1}{2}$ سنة ضوئية من الشمس ، والذي يسبح في مدار دائري من حولها ، تحت تأثير قوى الجاذبية الضعيفة بسرعة تكاد لا تزيد على ٣ أميال في الدقيقة . وقد نساب هذه السرعة كبيرة بالنسبة إلى سائق السيارة ، ولكن الأرض تنساب في مدارها بمعدل قدره ١١٠٠ ميل في الدقيقة ، وحتى على بعد كبير لا يتحرك بلوتو قط بمعدل أقل من ١٥٠ في الدقيقة .

وعندما يتحرك كويكب المذنبات العادي بمعدل تحركه البطيء هذا يستغرق زهاء ٣٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة ليتم دورته من حول الشمس . وفي عالم المجموعة الشمسية بأسرها لم تجد كويكبات المذنبات هذه في المتوسط الوقت الكافي لتكمل ٢٠٠ لغة أو دورة من حول الشمس منذ نشأتها الأولى إلى الآن .

ولكن إذا كانت كويكبات المذنبات تدور حول الشمس في طريقها

المهادئ هناك ، فلماذا لا نستمر تسبح هنالك إلى الأبد ؟ وما الذي يرسلها إلى أسفل نحو الشمس ؟ بلوح أن الإجابة الوحيدة المحتملة تتضمن تدخل مجالات جذب النجوم القريبة . ومع كل فإن قوى جذب رجل قنطورس (القاستاوري) التي تؤثر على كويكبات المذنبات هذه والتي تم مباشرة بين ذلك النجم والشمس هي ١٠ في المائة من قوى جذب الشمس ، وهي كمية لا يمكن تجاهلها . (تذكر أنه قلما نجد قنطورس عن بعض هذه الكويكبات بمسافة تزيد على بعد الشمس عنها) . وهناك كذلك بعض النجوم القليلة الأخرى تؤثر بقوى جاذبيتها على الكويكبات الأقرب إليها إلى حد يصل نحو ١ في المائة من قوى جذب الشمس .

والآن إذا ما وقع كويكب معين في قبضة قوى جذب النجوم هذه ، بحيث عملت على التقليل من سرعته المدارية ، فإنه من اللازم أن يتساقط ويهوى نحو الشمس . وعند ذلك يصبح مساره الدائري على هيئة القاطع الناقص (إهليلج) . وعندما تقل السرعة المدارية بقدر كاف لا يكون هنالك مفر من تساقطه نحو الشمس بحيث يدخل تحت تأثير داخل المجموعة الشمسية . وسوف يكتب مرة خلال ذلك ويروح مسرعاً ليدور من حول الشمس ثم يغدو مرتفعاً إلى النقطة التي حدث عندها الاضطراب ، ومن بعد ذلك يعاود الكرة إلى أسفل . ثم يتدفع إلى أعلى من جديد ، وهكذا . . . وعندما يدنو قريباً جداً من الشمس يكون لنفسه ذبلاً هائلاً ورأساً من التلوج المتبخرة ، وبذلك يصير مرئياً لمن يراقبه من على الأرض .

ولو لم يكن موجوداً غير المذنب والشمس لظل هذا المدار الجليدي

الذى على هيئة القطع الناقص إلى حد كبير باقياً إلى الأبد (وحوالاً دون تدخل اضطرابات إضافية من النجوم) .

والمذنب الذى يسبح له مثل هذا المسار تكون السنة بالنسبة إليه أقل بكثير من السنة التى كان يستغرقها فى مساره عندما كان ضمن قشرته، ولكن تظل سنته طويلة إذا ما استخدمنا المعدلات الأرضية - نحو ١٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة أو ما على شاكلة ذلك .

وبالنسبة للإنسان سوف لا تأتبه مثل هذه المذنبات ذات الفترات الطويلة إلا مرة واحدة . فأى مذنب من هذا القبيل يظهر خلال العصور التاريخية لم يشاهده الناس خلال زيارته السابقة لأنهم لم يكونوا قد وجدوا بعد . وزيادة على ذلك فإن هناك احتمالاً كبيراً يدعو إلى القلق بأن الإنسان لن يكون على ظهور الأرض ليشاهد الزيارة المقبلة .

وبالطبع بمجرد أن يدخل المذنب المجموعة الشمسية تماماً تزيد دائماً فرصة اقترابه جداً من أحد الكواكب فيتأثر بذلك مساره . وفي بعض الحالات تزداد سرعته بحيث ينحرف مساره قليلاً ليصير على هيئة القطع الزائد . وعند ذلك قد يغادر المجموعة الشمسية متطوقاً بعيداً عنها إلى الأبد . وفي بعض الحالات الأخرى تنع سرعته ولا تصبح عنده طاقة الحركة الكافية لإرساله إلى قشرة المذنبات . وفي الغالب لا يبعد مثل هذا المذنب عن مجاورة الاضطراب الذى يحده الكوكب . بحيث إنه يصبح من حيث التأثير العام كأنما قد وقع فى قبضة ذلك الكوكب .

ولكل الكواكب الخارجية «عائلات» من المذنبات . والمشتري

بطبيعة الحال أكبر عدد منها . ولعل أوضح مذنب وأشهر ما فى عائلة المشتري هو مذنب أنكى . وقد سبق أن حسب مساره عام ١٨١٨ بواسطة الفلكى الألماني جوهان فرائز أنكى بعد أن تم الكشف عنه بواسطة الفلكى الفرنسي جينس لويس بونس .

وفرة دوران مذنب أنكى هى أقصر فترة معروفة . إذ تبلغ ٣,٣ سنة . وهو لا يبعد قط عن الشمس بمسافة أكبر من ٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل ، ومعنى ذلك أنه عندما يكون على أبعد مسافته منها فإنه لا يبعد عنها بأكثر من بعد المشتري عنها (أى عن الشمس) وهو يدور من مسار عطارى ويقرب فى الحضيض . ولقد استخدمت الاضطرابات التى يحدثها عليه عطارى فى حساب كتلة ذلك الكوكب الصغير .

وكما قد نتوقع . نجد أن مذنب أنكى مطلقاً ولا يستحق المشاهدة ، ولا يكون له ذيل قط . فلقد اقترب من الشمس مراراً وتكراراً . ولم يحدث له شئ . ولقد ذهبت أغلب ثلوجه دون شك . ولابد أنه يتكون الآن غالباً من ترسبات السلكات المتراكمة بعضها فوق بعض . ويختلط بها جانب مما تبقى من الجليد الأصيل .

وبطبيعة الحال تناقصت قشرة المذنبات تحت تأثير هذه الاضطرابات فكل كويكب من المذنبات تباطاً وأرسل إلى أسفل حيث المجموعة الشمسية تماماً . حكم عليه بالإعدام . وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض كويكبات المذنبات تزداد سرعتها بالاضطرابات النجمية . وقد تجبر على أن تتخذ لها مسارات على هيئة القطاعات الزائدة فتبعد عن الشمس نهائياً .

ومن ناحية أخرى لا نضاف إلى قشرة المذنبات كويكبات مذنبات جديدة على قدر معرفتنا . ولهذا فإن العدد في تناقص مستمر . وعلى أية حال فإنه لا داعي لانشغالنا بهذا الأمر . فقد قدر أنه ربما تدخل المجموعة الشمسية ثلاثة مذنبات جديدة كل عام . ونستطيع أن نفترض كذلك أن ثلاثة أخرى تزداد سرعاتها في المتوسط لتصبح مساراتها قطاعات زائدة وتفقدها كل سنة . وبهذا المعدل تكون جملة ما فقد أو دمر من كويكبات المذنبات خلال الخمسة بلايين سنة كلها هي ٣٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ مذنب وهذا يقدر بنحو ٣٠ في المائة فقط من العدد الكلي الذي لا يزال باقياً .

وعلى الرغم من معدل موت المذنبات فإن مذنباتنا سوف تبقى معنا بأعدادها المعتادة لبلايين السنين المقبلة .

ولكن نعود إلى الملاحظات التي عملتها في مقدمة هذا المقال نجد أن كويكبات المذنبات هذه هي التي ربما تمثل الصخور الصاعدة إلى النجوم . ونحن حتى إذا ما أدركنا ولو بلوثو لن يكون أملاً ضائعاً أن نصل إلى واحد من كويكبات المذنبات القريبة منا ، وهو من بين التي قلت سرعتها نسبياً بحيث أصبحت تقرب من مشارف المجموعة الشمسية الحقيقية . وبكل تأكيد لن يتطلب الوصول إلى أحد الكويكبات طاقة أو جهداً أكثر من الجهد الذي سيبدل في الوصول إلى قنطورس دفعة واحدة .

وإذا ما أمكن تشييد قاعدة على مثل تجمعات هذه الشلوج التي يبلغ

اتساعها ميلاً ، ربما استطعنا أن نستمر في سيرنا إلى الفضاء الخارجي متقلين من كويكب إلى كويكب . على طريقة الانتقال من جزيرة إلى أخرى . إلى أن نصل إلى مشارف القشرة الخارجية .

والآن هل من الضروري أن تنتهي احتمالات عمليات الانتقال هكذا من كويكب إلى آخر بعد سنتين ضوئيتين ؟ على أية حال ليس ثمة ما يدعونا إلى الاعتقاد بأن قنطورس ليس له حالة من كويكبات المذنبات التابعة له بالذات . ولذا لا تكون له واحدة ؟ (رغم أنه قد يكون أكثر تعقيداً ، لأن قنطورس هو في الواقع ثلاثة نجوم) .

وإذا كان لرجل قنطورس قشرة من كويكبات المذنبات فإنه نظراً لقربه من الشمس نسبياً تكون مشارف حالته الخارجية قريبة من حواف حالة الشمس الخارجية .

ومن الخاطر إذاً أن تروح متقلين كما تنتقل من جزيرة إلى أخرى على طول الطريق . وربما لا يحتاج الأمر إلى اضطراب الرحلة خلال مسافة أقل من بضعة بلايين الأميال . وهكذا ربما نستطيع أن نصل إلى أقرب النجوم . على الأقل على النحو الذي يدرج « متعلق الجول طريقه إلى قمة عالية » بأن يعتمد إلى إنشاء سلسلة من القواعد المتوسطة على طول الطريق .

ولن بكل إحلاص لا أستطيع أن أقول بأن هذا يكمل الرحلة إلى النجوم التي تظهر كأنها هي تدعونا إليها بالفعل . ولكن إذا كان علينا أن نرحل إليها ، فبكل تأكيد سوف يكون من الأسهل أن نفعل ذلك على خطوات .

٩ - كوكب الشمس المزدوجة

يرجى هذا العنوان كأنما هذا الموضوع سوف يكون من قصص الخيال العلمي القديمة . أليس كذلك ؟

ومع هذا فعل الرمز من أن العنوان يبدو من النوع القديم فإن الوضع لا يلزم أن يكون كذلك ، فمن بين أعظم الأوضاع فنة وسحراً مما يمكن أن يحول بخاطرة ، ذلك الوضع الذي فيه توجد أكثر من شمس واحدة في السماء .

ومؤلف القصة التي نصف مثل ذلك الوضع لا يحتاج (وعادة لا يعتمد إلى) شغل باله باللمادة الفلكية الخاصة بها . فالشمس توصف عادة بأنها الأجرام التي تبني على غرار الشمس وكلها (أو جميعها) جعلت لتتحرك مستقلة بعضها عن بعض في السماء .

وعادة يعتمد المؤلف إلى صيغ قصته بأول معين بأن يقول إن شمساً منهما كانت تشرق بينما الثانية كانت قد عبرت تحت الرأس منذ برهة . وقد يزيد من ألوان القصة (بالأشكال والكلام) بأن يجعل شمساً منهما حمراء مثلاً ، والأخرى زرقاء . وعند ذلك يستطيع الحديث عن التجموع المزدوجة وأشكالها المختلفة وألوانها وتوافقها .

والقليل من ذلك يكفي ليجعلنا ننهد على سوء حظنا لأن لنا شمساً واحدة في السماء . وهي عديمة الألوان . أواه على ما نفتقده من بدائع .

كيف تبدو الدنيا لو أنه كان لنا أكثر من شمس في السماء ؟ وهناك بالطبع أنواع عديدة من النجوم المتعددة ، فبعضها يتكون من مركبتين ، وبعضها يتكون من أكثر من مركبتين . وفي بعض النجوم المتعددة تكون المركبات بجوار بعضها البعض ، بينما في البعض الآخر تكون المركبات متباعدة ، أي تفصل بينها مسافات كبيرة . كما أن المركبات قد تكون متشابهة أو غير متشابهة ، فإحداها قد تكون عملاقاً أحمر اللون ، أو قد تكون قزماً قصير القامة أبيض اللون .

ولكن دعنا لا نكون من الشموس أية مجموعات خيالية ، أو نبحث عن شيء دخیل أو غريب . فحقيقة الموضوع أن لدينا مثلاً في حوشنا الخلق . فما هوذا أقرب نجم إلينا في الفضاء ، وهو نجم يبلغ من القرب منا الدرجة التي نكاد معها أن نصل إليه ونلمسه . فهو جارتنا الأولى الذي لا يبعد عنا بمسافة تزيد على ٢٥,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل . نعم إن رجل قنطورس الطيب نجم متعدد الشموس .

لفترض أننا كنا على كوكب في مجموعة رجل قنطورس ، فكيف تكون الدنيا ؟

وقبل كل شيء ، كيف تبدو رجل قنطورس ؟

أولاً نجد أن رجل قنطورس نجم في النصف الجنوبي من القبة السماوية . وهو لا يرى قط في السماء شمالي نحو خط عرض ٣٠ درجة شمالاً . وغالباً إنك لم تره قط ، فأنا لم يقع بصري عليه . وزيادة على ذلك فإن قدماء الإغريق لم يروه بتاتاً .

ولقد كانت مرابيد العرب في العصور الوسطى في قرطبة وبغداد ودمشق كلها تقع شمال خط عرض ٣٠ درجة شمالاً ، ولكن من الجائز أن العرب العاديين في صحراء العرب والصحراء الكبرى رأوا مراراً وتكراراً نجماً لامعاً أقرب ما يكون إلى الأفق الجنوبي ، إلا أنه يلوح أن ذلك النجم لم يصل إلى مستوى اهتمامهم .

وللتأكد من ذلك نقول إن رجل قنطورس ، رغم كونه ثالث أكثر النجوم لمعاناً في السماء ، ليس له اسم يحده بالذات لدى كل من الإغريق والعرب (أما اسم الفاستاوري أو رجل قنطورس فهو اسم فلكي علمي) .

وبالطبع بمجرد أن يبدأ الأوروبيون التقدم على شواطئ أفريقيا في أواخر القرن الخامس عشر لا بد أنهم رأوا النجم اللامع في الحال . وراح الفلكيون بعد ذلك يرسمون خرائط النجوم لتلك الأجزاء من القبة السماوية الجنوبية التي لا ترمى من أوروبا . (كان أولهم آدموند هالي الذي اشتهر بملعب هالي ، والذي سافر في عام ١٦٧٦ وعمره عشرون عاماً إلى سانت هيلانا ، التي اقترن اسمها بعد ذلك بتاتليون ، لرسم خريطة للسماء الجنوبية) . ولقد قسم الفلكيون نصف القبة السماوية الجنوبية إلى مجموعات من النجوم (كوكبات) وذلك ليكملوا النظام الذي كان قد يدرى به في تلك الأجزاء من السموات التي استطاع الأقدمون رصددها . وأطلقوا على مجموعات النجوم أسماء لاتينية بطبيعة الحال ، وضمنوها كائنات خيالية تقليدية لتتمشى مع ما كان موجوداً بالفعل في السماء

(تماماً كما أطلق على الكواكب التي تم اكتشافها حديثاً أسماء خيالية تتماشى مع الأسماء القديمة) . فأطلق على إحدى الكوكبات الجنوبية المشهورة اسم (الستاور) أو قنطورس ، وهو باللاتينية (ستاوراس) وحالة الخمر من (الستاور) هي (ستاوري) .

ويشتمل قنطورس على نجمين من القدر الأول أطلق على اللامع منهما اسم (الفاستاوري) وعلى الثاني اسم (بيتا ستاوري) . وهما حضار والوزن . وليس التفطن (ألفا) و (بيتا) هما الحرفين الأولين من الحروف الأيبندية الإغريقية ، ولكن استخدمهما الإغريق ليمثلا العددين « واحد » و « اثنين » ، ولم يخرج العلماء على هذه العادة قط . ومعنى ذلك أننا عندما نترجم اسمي النجمين من غير التقرب بشيء ، يكون اسم النجم الأول « النجم رقم واحد من قنطورس » واسم النجم الثاني « النجم رقم اثنين من قنطورس » على التوالي .

ومقدار رجل قنطورس (الفاستاوري) هو ٠.٠٦٦ ما يجعله كما قلت ثالث نجم لامع في السماء ، والنجمان الأكثر لمعاناً هما سيبيل (- ٠.٨٦) ، وبطيعة الحال الشعرى اليمانية (- ١.٥٨) .

وكلما قل القدر ازداد النجم برزقاً ولمعاناً بنسبة لوغاريتمية . ويعني فرق القدر الذي يساوي الوحدة فرقاً في البريق واللمعان يساوي ٢.٥١٢ ضعف ، كما يعني فرق القدر الذي يساوي الوحدة فرقاً في البريق واللمعان يساوي ٢.٥١٢ ضعفاً . هذا ويعني فرق القدر الذي مقداره وحدتان فرقاً في البريق واللمعان يساوي 2.512×2.512 أو نحو

٦٠٣١ أضعاف . وهكذا ...

وحول عام ١٦٥٠ صارت المناظير الفلكية من الجودة بحيث استطاع الفلكيون أن يصلوا إلى الحقيقة القائلة بأن بعض النجوم التي كانت تبدو على هيئة نقطة واحدة من الضوء بالنسبة للعين المجردة هي في الواقع نقطتان من الضوء يجوار بعضهما البعض . وفي عام ١٦٨٥ عندما أنجذبت إرساليات الخزويت في أفريقيا بعض الأرصاء الفلكية لاحظت لأول مرة أن رجل قنطورس مثال لمائة النجوم المزدوجة . والمركبة الأكثر برزقا هي رجل قنطورس أ والثانية رجل قنطورس ب .

وقدر النجم رجل قنطورس أ بمفرده هو ٠.٣ كما أن قدر رجل قنطورس ب هو ١.٧ ، ويدهي أن فرق القدر ١.٤ يعني أن رجل قنطورس أ تبلغ درجة لمعانه ٣.٦ مرة قدر درجة لمعان رجل قنطورس ب . وعندما نترجم اللعان إلى ألفاظ مطلقة ، أي عندما نقارن كلا من المركبتين بشمسا ، يكون من اللازم أن نعرف بعد رجل قنطورس .

ويمكن قياس البعد عن طريق ملاحظة الإزاحات الصغيرة في وضع النجم بسبب تغير وضع الأرض أثناء سبجها من حول الشمس . وتسمى هذه الحركة السنوية الدقيقة للنجم الناجمة عن حركة للأرض باسم التغير في الوضع الظاهري للنجم . وهذا التغير يقل كلما ازداد بعد النجم عنا . والنجم البعيد جدا يكاد لا يتغير موضعه الظاهري على الإطلاق . ولهذا يمكن أن يعتبر كنقطة عديمة الحركة يستعان بها في قياس التغير الظاهري في أوضاع نجم قريب (فمن غير نقطة يرجع إليها

لا يعني التغير في الوضع الظاهري شيئا .

وعلى أية حال فإن الفلكيين كانوا يحاولون خلال العديدين من القرون مدت أو الاستغناء عن تغيرات الأوضاع الظاهرية للنجوم ولكن من غير جدوى . رغم أنهم نجحوا أولا في تغير الوضع الظاهري للقمر ثم للشمس والكواكب . والظاهر أنه حتى أقرب النجوم إلينا لها تغيرات تبلغ من الصغر الحد الذي تصعب معه عمليات قياسها .

ومع ناحية صعوبة أخرى فحواها أنه من غير معرفة تغيرات الأوضاع الظاهرية لم يكن في الإمكان أن يفرق بين النجم القريب والنجم البعيد ، فكيف السبيل إذاً إلى معرفة النجم اللازم قياسه والنجم الذي يستخدمه كنقطة أصل غير متحركة ؟

ومعد الفلكيون إلى افتراض أنه على وجه العموم : عندما تتساوى كل الأشياء يكون النجم اللامع أقرب إلى الأرض من النجم الخافت الضوء أو الغيم . وكذلك فإن النجم الذي له حركة فعلية عالية (إزاحة في الوضع بسبب حركة النجم بالذات عبر الفضاء إزاحة مستمرة - دائما في نفس الاتجاه وليست دورية أو إلى الأمام وإلى الخلف) كما يلزم أن تكون لإزاحات التغير في الأوضاع الظاهرية) كان يفترض أنه أقرب إلى الأرض من النجم الذي له حركة فعلية منخفضة .

وليس من اللازم تطبيق هذه الفروض في كل حالة . لأنه من الحائر أن يكون النجم اللامع أبعد من نجم خافت الضوء . ولكنه في حد ذاته أكثر لمعانا بطبيعته . ومرة أخرى فإنه من الحائر أن تكون للنجم

القريب حركة ظاهرية سريعة جداً ، ولكن الحركة التي تكون على امتداد خط نظرنا لا يمكن أن ندرکها ولا ترصد . ومع ذلك فإن هذه الفروض أعطت للفلكيين دليلاً يستعملونه على الأقل .

وفي غضون الثلاثينيات من القرن التاسع عشر كان الوقت قد حان لعمل مجموع قوى على هذه المسألة . فقد عمد ثلاثة فلكيين من ثلاثة أقطار مختلفة إلى معالجة هذه النجوم المتباينة . وهؤلاء الفلكيون هم توماس هندرسون (إنجليزي) الذي رصد رجل قنطورس ، وفرديريك ويلم ستروف (روسي وألماني المولد) الذي اشتغل على السر الواقع ، رابع نجم لامع في السماء . ولم يكن النجمان هما اللامعين فحسب . بل كانت لهما كذلك حركة فعلية سريعة ورائعة . ثم فرديريك ويلم بسل (ألماني) الذي استخدم مجهوداته في دراسة الردف . وهو نجم معتم ولكن له حركة فعلية عالية غير عادية .

في كل حالة كان موضع النجم خلال عام كامل على الأقل يقارن مع موضع نجم مجاور مظلم ولكنه في الغالب يوجد على بعد كبير جداً . وصار من المؤكد بعد دراسة كل نجم أنه يغير موضعه قليلاً بالمقارنة مع جاره المقربون أنه على بعد شاسع . وهكذا صادف (كما يحدث غالباً في العلم) أنه بعد قرون عديدة من عدم النجاح وجدت عدة حالات من النجاح تكاد تكون متحدة الزمن .

وكانت أول النتائج هي التي حصل عليها بسل ، فإليه يرجع فضل أولى قياسات أبعاد النجوم . وقد وجد أن الردف يبعد عنا بمقدار ١١ سنة

ضوئية . وسجل هندرسون بعد ذلك في عام ١٨٣٩ أن رجل قنطورس تبعد عنا بأكثر قليلاً من ٤ سنوات ضوئية . أما ستروف فقد وضع السر الطائر على بعد منا يساوي نحو ٢٧ سنة ضوئية .

ولم يغير على نجم أقرب من أعضاء مجموعة قنطورس .

وما إن عرف بعد رجل قنطورس حتى أصبح من السهل حساب أن رجل قنطورس أ (ألمع نجم فيها) له نفس درجة لمعان شمسنا . لأن الطيف المنبعث منه دل على أن له نفس درجة الحرارة السطحية . فهو توأم شمسنا ، له نفس القطر ، ونفس الكتلة . ونفس درجة اللامعان . ونفس كل شيء . كما يبدو .

وإذا ما كانت لرجل قنطورس ب نفس درجة حرارة رجل قنطورس أ فإن معنى ذلك أنه يساويه من حيث الإشعاع المنبعث من وحدة المساحات . أما وإن درجة لمعانه هي فقط $\frac{1}{16}$ من درجة لمعان رفيعة فإن معنى ذلك أن مساحته تعادل $\frac{1}{16}$ من مساحة رجل قنطورس أ . وتتناسب أقطارهما طردياً مع الجذر التربيعي لمساحتهما (ويقرض أن النجمين لهما نفس الكثافة) مما يجعل كتلتهما متناسبتين مع مكعب الجذرين التربيعيين لمساحتهما .

وعلى ذلك فإن قطر رجل قنطورس أ يعادل ١.٩ مرة قدر قطر رجل قنطورس ب (وفي الواقع نجد أن رجل قنطورس ب أبعد قليلاً من رجل قنطورس أ . ولذلك فإن المقارنة ليست تماماً كما ذكرت . إلا أنها نفي بأغراض هذا المقال . ولا داعي للخوض في التفاصيل) .

ويبدو النجمان في مسارين على هيئة القطع الناقص من حول مركز ثقل مشترك . وفترة الدورة الكاملة نحو ٨٠ سنة . وعندما يصير النجمان أقرب ما يمكن أن تبلغ المسافة بينهما نحو بلون ميل ، وعندما يبلغان أقصى بعد تكون المسافة بينهما ٣٠٣ بلايين ميل .

والآن لنفرض أننا نحاول تمثيل (في الخيال) مجموعة رجل قنطورس هنا في مجموعتنا الشمسية بالذات . فلما كان النجم رجل قنطورس أ هو نولم شمستا من كافة الوجوه ، لنفرض أن شمستا هي رجل قنطورس أ ، ولكن دعنا نوفر الجهد ونطلق عليها اسم الشمس فقط .

ولنتصور أن رجل قنطورس ب (الذي سوف نطلق عليه ببساطة اسم الشمس ب) يدور في فلك من حول الشمس . ونستطيع أن نتجنب التعقيدات التي لا مبرر لها بأن نجعل له تماماً نصف قطر الشمس ونفس الكثافة . وبذلك تكون كتلة هذا النجم ثمن كتلة الشمس . وقد لا يكون هذا هو الوضع تماماً بالنسبة إلى رجل قنطورس ب ، إلا أن الفرق ليس عظيماً .

ولنفرض كذلك أن الشمس ب تسبح في مسار دائري على وجه التقريب في نفس المستوى الذي تسبح فيه الكواكب عموماً . وعلى المسافة التي يبعد بها رجل قنطورس ب عن رجل قنطورس أ (هذا مرة أخرى تغيير في التفاصيل فقط) فسوف يضعها ذلك في مسار يبعد عن الشمس بمقدار ٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ميل . ويكاد يطابق هذا العمل التراجع الكوكب أورانوس من مجموعتنا الشمسية ووضع رجل قنطورس ب مكانه .

وكل ذلك سوف يجعل الأرض جزءاً من مجموعة نجم مركب تشبه إلى حد بعيد مجموعة رجل قنطورس . والآن كيف تبدو السماء ؟

سوف تبدل مجموعتنا الشمسية بعض الشيء فلن توجد الكواكب أورانوس ونبتون وبلوتو كما نعرفها . فمساراتها سوف تتبع الشمس ب . وعلى أية حال فإن هذه الكواكب لم تكن معروفة في عصر ما قبل المظمار الفلكي الكبير ، وهذا يستقيم الأمر من غيرها من حيث الأرصاد العينية التي لا تستخدم فيها المناظير المكبرة .

ولكن حتى زحل الذي هو أبعد كوكب عرفه القدماء سوف يكون أقرب إلى الشمس منه إلى الشمس ب في وضعها الذي افترضناه . ولما كانت الشمس على رأس تلك الأجرام ولما جاذبية تعادل ثمانية أضعاف جاذبية الشمس ب فإنها سوف تملك زحل والكواكب الأخرى الأكثر قرباً منه من غير خطئ . (وقد توجد بعض الظواهر التي تثير الاهتمام على مسارات الكواكب . ولكنني لست فلكياً بالقدر الكافي . للأصف . لأتمكن من حسابها) .

وسوف تبدو الشمس ب كأنها هي « كوكب » جديد كبير جداً يتبع الشمس . وسوف تدور الشمس والشمس ب حول مركز ثقل يقع في حزام التجمعات . ولم يكن في الإمكان ملاحظة حركة الشمس من حول هذه النقطة مرة كل ثمانية أعوام قبل استعمال المظمار الفلكي الكبير . لأن الشمس إنما تحمل معها كافة الكواكب . ومنها الأرض وعلى ذلك فلن يتأثر بعد الشمس ولا بعد الشمس ب عن الأرض بهذه الحركة .

(ولكن بعد اختراع المنظار الفلكي الكبير صارت دورة الشمس ملحوظة خلال انعكاسها في إزاحة تغير الوضع الظاهرة للنجوم القريبة).

ولكن كيف يمكن أن تبدو الشمس بـ ٢ سمائنا ؟

حسناً إنها سوف لا تكون على هيئة الشمس ، ولكنها سوف تظهر كنقطة من الضوء على غرار الكواكب الأخرى . فالقطر البالغ ٤٣٠,٠٠٠ ميل من فوق بعد ٢٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل إنما يصنع زاوية تساوي نحو ٤٥ ثانية قوسية . وعلى ذلك فإن الشمس بـ سوف تظهر للعين المجردة مساوية تماماً للحجم الظاهري للمشتري الذي هو جرم أصغر ولكن على بعد أقل .

وسوف تكون الشمس بـ بالنسبة للراصد بالعين المجردة (مثل الإغريق أو البابليين) نقطة مسو أخرى تتحرك ببطء بين النجوم على صفحة السماء . وسوف يكون تحركها بسرعة أقل من غيرها . بحيث تم دورة كاملة حول السماء في نحو ٨٠ عاماً . بينما يستغرق زحل ٢٩ سنة . والمشتري ١٢ سنة . ومن هنا يكون الإغريق — على حق — في أن يستنتجوا أن الشمس بـ تبعد بمسافة أكبر عن الأرض بالنسبة لأي كوكب آخر .

وبالطبع هناك شيء واحد يعمل الشمس بـ غير عادية بشكل ظاهر ، كما يجعلها مختلفة تماماً عن الكواكب الأخرى . فهي سوف تكون لامعة جداً ، بحيث يصير قدرها الظاهري — ١٨ ، ولن تقل إضاءتها عن ١.٠٠ من إضاءة الشمس على وجه التأكيد . ولكنها تظل تضيء قدر القمر

الكامل ١٥٠ مرة . فعندما تكون الشمس بـ ظاهرة أثناء الليل تكون الأرض كاملة الاستضاءة .

ونعمة شيء آخر قد يكون غير عادي بخصوص الشمس بـ وهو ليس بالأمر الذي لا يمكن تجنبه كما هو الحال مع إربقها ، ولكن على الأقل كأمر محتمل منطقياً .

فهى « ككوكب » فى المجموعة الشمسية لماذا لا تكون لها أقمارها كما هو الحال مع سائر الكواكب الأخرى ؟ (وبالطبع سوف تدور نوابعها من حولها كشمس . وبذلك تكون فى حقيقة أمرها ككواكب . ولكن دعنا نفرض النظر عن التسلسل باستعمال لفظ بالذات) .

ومن غير شك سوف تكون الشمس بـ أكبر بكثير من الكواكب الأخرى . ومن الممكن أن يكون لها تابع أكبر جداً ويبعد عنها بمسافة أعظم من أى كوكب آخر .

فمثلاً قد يكون لها تابع فى حجم أورانوس . (وبلا لا ؟ فإن أورانوس سوف يكون أصغر بكثير عند مقارنته بالشمس بـ عن المشتري عندما يقارن بالشمس . وما ذات الشمس تستطيع أن تقطر المشتري وتمسكه بجاذبيتها فإنه من الأخرى أن تسمح للشمس بـ بأن يكون لها كوكب فى حجم أورانوس) .

ومن الممكن أن يدور أورانوس فى كتف الشمس بـ على بعد ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل منها (مرة أخرى لماذا لا يكون الأمر كذلك ؟) فهذا هوذا المشتري رغم كونه أصغر بكثير من الشمس بـ . وأقرب إلى حد

بعيد من قبة جاذبية الشمس يستطيع أن يمسك أقماره على بعد ١٥,٠٠٠,٠٠٠ ميل منه . وما دام المشتري في مقبوره أن يفعل هذا فإن في مقبوره الشمس ب أن تفعل نفس الشيء على بعد ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل) .

ولو كان أورانوس يسبح حول الشمس ب في مستوى مدار الأرض فإنه سوف يتحرك أولاً نحو جانب معين من الشمس ب ثم يرتد ليتحرك إلى الجانب الآخر . ثم يرتد ليتحرك إلى الجانب الأول . وهكذا إلى ما شاء الله . وسوف تبلغ أقصى مسافة تفصله عن الشمس ب نحو ٣ درجات قوسية . وهذه تقدر بنحو ستة أضعاف القطر الظاهري للشمس أو القمر . ومثل هذا الانفصال يمكن أن يرى بسهولة بالعين المجردة .

ولكن ألا يكون أورانوس نفسه مرئياً من فوق ذلك البعد عنا ؟ حسناً . في هذه اللحظة بالذات . من غير الشمس ب . يرى أورانوس وهو على بعد ١٨٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل من الشمس (تقريباً نفس البعد الذي وضعت عليه الشمس ب في مجلتي) وقدره هو ٥.٧ ٥١٢ يجعلنا نكاد نراه كجسم خافت الضوء جداً .

ولكن إذا ما كان أورانوس يدور من حول الشمس ب فهو سوف يتأرجح إلى جانب الضوء المعتم المقبل من الشمس البعيدة (التي يميننا على رؤية أورانوس) بالأشعة الأكثر قوة المقبلة من الشمس القريبة إليه جداً وهي الشمس ب .

وسوف يكون متوسط قدر أورانوس تحت هذه الظروف هو ١.٧

وهو أن يصبح في مثل لمعان الكواكب الأخرى . ولكنه سوف يكون أكثر لماعاً من نجمه الشاهي مثلاً . وربما يجعل وهج الشمس القريبة رؤية أورانوس أكثر صعوبة عن رؤية نجم الشاه . إلا أنه سوف يظل واضحاً تماماً (وربما يكون للشمس ب أكثر من تابع واحد كفلك . ولكننا دعنا ننكر هذه الصورة ونكتف بقمر واحد)

وعلى ذلك فسوف يهر الإغريق منظر لا يقتصر على نقطة غير عادية وغير متوقعة . ولكن كذلك ظهور نقطة أخرى من الضوء (أكبر في القطر بكثير) تروح وتجي كما لو كانت قد أمسكتها النقطة الأكثر لماعاً .

ومنظر كل من العاملين . اللعان ورؤية تابع من التوابع . هو منظر وحيد وفريد في بابه تماماً . ولئى لأعتقد أن مثل هذا كان يمكن أن يحدث تغيراً مثيراً في تفكير الإغريق على مستوى كل من الأساطير والعلم .

وعلم الأساطير يعني أولاً (نظراً لأن أساطير الإغريق أقدم من علمهم) وهو يتضمن «العصر» السيلوني لكوكب من الكواكب . وتلك هي فترة تشمل عدة مرات من التلاقي بين كوكب والشمس في سمائنا . فالمشتري والشمس يتلاقيان مرة كل ٣٩٩ يوماً ورجل والشمس كل ٣٧٨ يوماً وسوف تتقابل الشمس ب والشمس في سمائنا مرة كل ٣٦٩ يوماً . هذا مجرد قياس للكثرة التي بها تنتج الأرض في الوصول إلى جانب الشمس الآخر من الكوكب الذي نتحدث عنه .

وعندما يقترب الكوكب من الشمس يغطي أزمدة أقصر في سماء الليل وأكثر في سماء النهار . ويعني ذلك بالنسبة إلى الكواكب العادية أنه يصبح مرئياً بدرجات متناقصة بالنسبة إلى العين المجردة بسبب فقدته في لمعان الشمس ووهجها أثناء النهار ، وحتى القمر يبدو كأنما قد مسح أثناء النهار .

ولكن الشمس بـ سوف تختلف عن ذلك ، إذا ما أخذنا في الاعتبار أن ضياءها قدر ضياء القمر عدة أضعاف المرات ، ولذا سوف تكون نقطة واضحة بجلاء خلال النهار . وباستخدام النظارات ذات العدسات المنجحة يمكن متابعتها حتى على كسب من الشمس .

والآن كان للإغريق أسطورة خاصة بالطريقة التي تعلم بها البشر استخدام النار .

في ابتداء الخليقة كان الإنسان عارياً يرتجف من البرد في بؤس ، ويمثل كائناً من أضعف الحيوانات وأقلهم حيلة ومتحماً من الطبيعة . ولقد أشفق الإله بروميسيوس الذي على هيئة نصف البشر على المخلوق الجديد وصرق ناراً من الشمس ليعطيها للجنس البشري . ولقد غزا الإنسان الليل بالنار وكذلك الشتاء وأرهب الحيوانات الكاسرة التي تقطع الطريق وتعلم صهر المعادن وأنشأ الحضارة .

ولكن الإله زيوس استشاط غضباً واتقد ناراً لهذا التدخل ، فحمل بروميسيوس إلى آخر العالم (التي اعتبرها الإغريق جبال القوقاز) ثم ربطه بالسلاسل في صخرة . وأرسل إلى هنالك نسر طائر ليمزق كبده كل

يوم ، ولكنه كان يتركه أثناء الليل لكي تعود كبده إلى أصلها سليمة معجزة من المعجزات ويكون على أجنة تمزيق في اليوم الثاني .

فهل لا يطابق كل ذلك الآن تماماً مظاهر الشمس ب ٢ فكل عام تقترب الشمس ب جريئة بروميسيوس . فهي يمكن أن ترى وهي تقترب من الشمس خلال النهار . ولا يوجد كوكب غيرها يفعل ذلك . وكل خطئها في ذلك أن تسرق الضياء من الشمس . وتنجح في ذلك بكل تأكيد ، ومع كل ذلك فليس هذا هو السبب في شدة لمعانها بالنسبة إلى الكواكب الأخرى وشدة إضاءتها حتى بالنسبة إلى القمر .

وأكثر من ذلك فهي ترسل الضياء إلى الناس ، لأنه عندما تكون الدنيا ظلاماً تضيء الأرض وتجعل فيها نوعاً معتماً من النهار .

ولكن الكوكب توقع عليه العقوبة . فبرس إلى نهاية الكون . بعيداً عن أي كوكب آخر . وهناك كذلك يمزق بواسطة السر الطائر الذي على هيئة التابع الذي يرى بوضوح . وعندما يكون الجرم مشغولاً بسرعة النار من الشمس لا يرى التابع الذي يقبعه (لأنه يخفى بطبيعة الحال في ضياء وهج الشمس ولمعانها) . وبمجرد أن يحصل الجرم إلى نهاية العالم ويرى في سماء الليل ، يظهر تابعه وينقض التابع نحو الكوكب اللامع المضيء ممزقاً إياه ، ثم يرسل يسمح له بالشفاء . ثم ينقض عليه من جديد وهكذا إلى ما لا نهاية .

وعندما تنصور كل ذلك والشمس ب في سمائها . فهل تطلق عليها اسم بروميسيوس أم أن التابع يحمل الاسم اللاتيني قنطورس ٢ ؟

والآن أجد نفسى كذلك متنبه للذهن جداً ، وأعد نفسى للأفكار العجيبة (كما تعلمون جميعاً) ولكنى لن أتعجب عندما يقرأ هذا بعض الناس ولا يشكرون فى أن مثله يقارب إلى حد كبير ما يحدث مصادفة . فهل ليس من الممكن أن يكون مثل هذا الوضع الساوى قد وجد بالفعل وأوصى بالأساطير قبل ذلك ؟

وهل من الخاطئ أن أصل البشر كان على كوكب يدور من حول رجل قنطورس ؟ وهل نزحوا إلى الأرض منذ خمسين ألف سنة مضت وعملوا على انقراض إنسان نياد - نال البدائى الذى يبدوه هنا وأسموا جيلا من الرجال الحقيقيين ؟ وهل حدثت كارثة هدمت ثقافتهم وأجبرتهم على بناء حضارة جديدة ؟

وهل قصة أو أسطورة بروميسيوس هى ذكرى معنوية للماضى البعيد عندما أضاء رجل قنطورس بـ السموات ؟ وهل كانت مجموعة رجال قنطورس أصل ومبث قصة الألاتيس ؟

كلا - لا أعتقد ذلك ، ولكن كل من يريد استخدامها فى قصص الخيال العلمى يجد متسعاً أمامه وأهلاً به وسهلاً . وأى فرد يريد أن يبدأ ثقافة دينية تقوم على أساس هذه الفكرة ربما لا يمكن وقته عند حده . ولكن الرجاء - لا ترسل إلى أى مادة - ولا نقل - إنك قرأتها هنا أول مرة .

وما مدى أثر الشمس بـ (أو بروميسيوس) على العلم لدى الإغريق ؟ حسناً . . . فى الحقيقة كان هناك متسع من الوقت عندما تعلقت

الأمر فى الميزان . فإن النظرية الدارجة للإغريق عن الكون التى نشأت فى غضون عام ٣٠٠ قبل الميلاد وضعت الأرض فى مركز الكون ، وتركت كل ما فى الوجود يدور من حولها . وكان تركيز فلسفة أرسطو على هذه النظرية .

وفى حوالى عام ٢٨٠ قبل الميلاد اقترح أرسارخوس من خموص أن القمر وحده هو الذى يلف حول الأرض . أما الكواكب بما فيها الشمس ذاتها فهى تدور من حول الشمس . وبذلك أنشأ مجموعة مركزها الشمس . ولقد كانت له كذلك آراء جيدة بخصوص حجوم وأبعاد القمر والشمس .

ولفترة من الزمان لاقت آراء أرسارخوس نجاحاً فى الخارج على الرغم من مكانة أرسطو وشهرته التى طبقت الآفاق . وعلى أية حال فقد اشتغل هيبارخوس من نيسيا على رياضة المجموعة المتحدة المركز فى الأرض بتطوير أنهى المناقشة ووضع لما حله . وحول عام ١٥٠ بعد الميلاد وضع كلاوديوس بطليموس التوصل النهائية لنظرية مركزية الأرض . ولم يعد أحد يشك فى أن الأرض هى مركز العالم خلال نحو ١٤٠ سنة تلت .

ولكن لو ظلت بروميسيوس وفلينيوريس فى السماء لتوافر لدى الإغريق مثال لحرم سماوى . على أية حال - لا يلف دون شك ميداناً حول الأرض . فإن فلينيوريس كان عليه أن يدور من حول بروميسيوس .

ومن غير شك كان أرسارخوس سوف يقترح أن بروميسيوس هى شمس أخرى ومعها كوكب ملازم لها . ويلوح لى أنه عن طريق التشابه تنضج

الحقائق دون شك . ويسبق للشعور بما جاء به كيرتنيق .
وزيادة على ذلك فقد أعطت حركة كل من فليوريس وإروميسوس
دلالة واضحة على وجود الجاذبية . ولقد نادى فكرة أرسطو بأن الجاذبية
تقتصر على الأرض فقط . وأن أجرام السماء محصنة منها .

ومن غير شك كان يمكن أن يتوقع بعض الناس ما عرفه ليون قبل
زمانه بألبي عام . وماذا كان يحدث عند ذلك ؟ فهل كانت العبقريّة
الإغريقية تختنق بأية طريقة ؟ وهل كانت العصور المظلمة تظل على
ما كانت عليه ؟ أم كانت الدنيا تسبق في عالم العلم بألبي سنة ؟ وهل
كنا الآن ميطرين على الفضاء ؟ أم كان من الممكن أن نكون قد
أشعلنا حرباً نووية في أيام الرومان ؟

وهكذا الحال . فأنت تبدأ بفحص الظلال الملوثة في قصة علم
خيالية ، وتنتهي متعجباً كيف كان يمكن أن يختلف تاريخ البشرية
(إما إلى الشر وإما إلى الخير) إذا كان فقط للشمس قرين على هيئة
نجم يلزمها في وحدتها خلال رحلتها عبر اللانهاية .

الجزء الثالث

الكون

١٠ - السماء على الأرض

إن أجمل ما في كتابية هذه الموضوعات التمرين العقل الثابت الذي تمنحني إياه . فعل أن أظل فانتحاً عيني وأذني لأى شيء يعطى القارئ متعة وحلاوة .

فتلا وصل إلى خطاب اليوم يسأل عن الحساب الالفى عشرى ، الذى فيه تقدر الأشياء بمضاعفات الالفى عشر بدلا من مضاعفات العشرة . وقد أثار فى ذلك سلسلة من التفاعل الذهنى الذى انتهى بعلم القلق . وأكثر من هذا أعطاني فكرة هي على قدر معرفتي عمل مبتكر . وهالك ما حدث .

أول ما خطر ببالي أن الحساب الالفى عشرى كان يستخدم قديماً ، فتلا نحن نقول إن الفى عشر شيئاً تكون (دسته) . كما أن الفى عشرة دسته تكون (فاروسة) . وعلى أية حال فعلى قدر معرفتي لم يستخدم العدد ١٢ كأساس لنظام عددى إلا عندما كان يلهو الرياضيون .

ولكن العدد الذى استخدم كأساس للحساب وتقسيم الخانات هو العدد ٦٠ . وقد استعمل البابليون القدماء العدد ٦٠ كأساس للحساب تماماً كما نستعمل نحن . ولكنهم كثيراً ما عتمدوا إلى استعمال العدد ٦٠ كأساس بدلا من ١٠ .

وعندما يعتمد العدد على ٦٠ يتضمن ما أسميه خاتمة الآحاد ،

وهي تشمل على أى رقم من ١ إلى ٩ ، بينما يكون ما نطلق عليه اسم خاتمة العشرات هي خاتمة «السيئات» ، وخاتمة المئات عندما (عشرة في عشرة) تكون السبعة واللاتون مائة (مستين في مستين) .

وعلى ذلك، فعددهما نكتب عدداً مثل ١٢٣ ليجده يمثل في الحقيقة

$$(١٠ \times ١) + (١٠ \times ٢) + (١٠ \times ٣) = ١٠٠$$

بينما $١٠ = ١$ يكون المجموع هو $١٠٠ + ٢٠ + ٣ = ١٢٣$.

ولكن إذا ما عهد البابليون إلى كتابة ما يقابل ١٢٣ باستخدام ٦٠ كقاعدة فإنه يعنى $(٦٠ \times ٢) + (٦٠ \times ٣) + ٦٠$ ، ولما كانت ٦٠ تساوى ٣٦٠ ، ٦٠ تساوى ٦٠ ، بينما ٦٠ تساوى ١ ، فإن قيمة هذا المقدار هي $٣٦٠ + ١٢٠ + ٣$ أو ٣٧٢٣ تبعاً لتقسيمنا العشرى . أما إذا استخدمنا التقسيم الستينى فهو يتبع (العلامات السكجسمال) المشتقة من اللفظ اللاتينى للكلمة « سكثيث Sixtieth » . وكما يوحى اللفظ « سكثيث » يمكن أن يتم الترميم « السكجسمال » على هيئة أجزاء كذلك .

وترجمنا العشري يسمح لنا باستخدام أعداد مثل ٠.١٥٦ حيث يعني في الحقيقة $0 + \frac{1}{10} + \frac{5}{100} + \frac{6}{1000}$. وكما ترى ترفع قيمة المقام بضربها في ١٠ كل مرة. أما أن المقاييس «السككسمال» فإن المقام يضرب في ٦٠. وبذلك نحصل ٠.١٥٦ القيمة $0 + \frac{1}{60} + \frac{5}{3600} + \frac{6}{216000}$. وذلك لأن 3600 تساوي 60×60 ، 216000 تساوي $60 \times 60 \times 60$. وهكذا ...

وأولئك الذين يعرفون الرموز الأسية سوف يعرفون دون شك أن $\frac{1}{10}$ يمكن أن تكتب في صورة 10^{-1} و $\frac{1}{100}$ يمكن أن تكتب على هيئة 10^{-2} وهكذا ... بينما $\frac{1}{1000}$ هي 10^{-3} ... هي 10^{-6} . وهكذا ... وعلى ذلك فالعدد الكامل عندما يعبر عنه بالرمز الشئى يكون على غرار ما يلي : (١٥) (٤٥) (٢) و (١٧) (٢٥) (٥٩) ، أو (١٥ $\times$ ٦٠) + (٤٥ $\times$ ٦٠) + (٢ $\times$ ٦٠) + (١٧ $\times$ ٦٠) + (٢٥ $\times$ ٦٠) + (٥٩ $\times$ ٦٠) . وإذا ما أردت أن تلهو وتستمتع باستخراج ما يساويه هذا المقدار بكسورنا العشرية العادية فالجاء أن تفعل ذلك، أما أنا فإني أخاف ذلك وأخشاه من الآن .

ولكل هذا قيسه العلية أو النظرية البحتة إذا لم تكن تستخدم فعلا
التقسيم المنبثق إلى الآن على الأقل في ناحيتين هامتين ترجع كل منهما إلى
عصر الإغريق .

ولقد راق للإغريق أن ينقلوا عن البابليين الرقم ٦٠ كقاعدة وكأساس في حساباتهم ، وصارت هذه الحسابات معقدة نظراً لأن أعداداً كثيرة كانت تتضمن أجزاء الستين الصحيحة ، بينما تستبعد الكسور قدر الإمكان (ومن ذا الذي لا يتجنب الكسور قدر المستطاع ؟)

وتقول إحدى النظريات مثلاً إن الإغريق قسموا نصف قطر
الكرة إلى ٦٠ جزءاً متساوياً . بحيث إنهم عندما كانوا يستعملون نصف
القطر أو ثلثه أو رבעه أو خمسة أو سبعة أو عشرة . (وهلم جرا)

كانوا دائماً يمثلونه بعدد كامل أو جزء صحيح من الستين . ولما كانت قيمة ط تساوى عند القدمين في أغلب الأحيان ٣ . ولما كان طول محيط الدائرة يساوى ٢ ط مرة قدر نصف القطر . فإنه من الخلى أن طول محيط الدائرة كان يساوى عندهم ستة أمثال نصف القطر أو ٣٦٠ مرة قدر جزء من ستين من نصف القطر . وعلى ذلك (ربما) بدأت هكذا عادة تقسيم الدائرة إلى ٣٦٠ قسمًا متساويًا .

ومن الأسباب الجازمة الأخرى التى حدثت بالقوم إلى اتخاذ ذلك التقسيم أن الشمس تكمل دورتها خلال فترة تزيد قليلا على ٣٦٥ يوما . بحيث إنها تسير كل يوم مسافة تقدر بنحو $\frac{1}{365}$ من طريقها في السماء . حسنا . فلقد ذهب القدماء إلى المغالطة في بعض الأيام هنا وهناك . وكان العدد ٣٦٠ أسهل بكثير بحيث قسموا دورة السماء إلى هذا القدر . واعتبروا أن الشمس تنتقل عبر جزء واحد (أو نحو ذلك) كل يوم .

والجزء الواحد من ٣٦٠ جزءا من الدائرة يسمى «درجة» أو «دجري» Degree . وهو لفظ لاتيني يعنى المربوط . فإذا ما أهرست الشمس كأنها تهبط سلسا طوليا دائريا فإنها تخطو هاجلة خلال سلم واحد (عموماً نحو ذلك على التقريب) كل يوم .

وعندما نتسلق بالتقدير السبقي . نجد أن كل درجة يمكن أن تنجز إلى ٦٠ قسمًا أصغر . وكل جزء من هذه الأقسام الصغرى إلى ٦٠ قسمًا أصغر وأصغر وهكذا . ولقد أطلق على الجزء الأول باللاتينية

« النسبة الثغرية المعروفة في حساب الدوائر .

(المترجم)

اسم (بارز مينيوتا برعما) Pars minuta prima أو (أول جزء صغير) كما سمي القسم الثاني (بارز مينيوتا سكندنا) Pars minuta secunda أو (ثاني جزء صغير) . ولقد اختصرت بالإنجليزية إلى (متنس) Minutes أو دقائق و (سكندس) Seconds أو ثوان على التوالي .

ونحن نرسم للدرجة بدائية صغيرة (بطبيعة الحال) وللدقيقة بشرطة صغيرة واحدة . أما الثانية فمرمز لها بشرطتين . وعلى ذلك فإننا عندما نقول بأن خط عرض مكان معين على الأرض هو $٤٢^{\circ} ١٧' ٣٩''$ نعني أن بعده عن خط الاستواء هو ٣٩ درجة زائداً $\frac{١٧}{٦٠}$ من الدرجة زائداً $\frac{٣٩}{٣٦٠٠}$ من الدرجة . أفليس هذا هو نظام التقسيم السبقي ؟

والمكان الثاني الذى ما زلنا نستخدم فيه التقسيم السبقي هو قياس الزمن (الذى كان يبنى أصلا على حركة أجرام السماء) . وعلى ذلك فتحت تقسم الساعة إلى دقائق وثوان . وعندما نتحدث عن فترة قوامها ساعة واحدة و ٤٤ دقيقة و ٢٠ ثانية . إنا نعني فترة قوامها ساعة زائداً $\frac{٤٤}{٦٠}$ من الساعة بالإضافة إلى $\frac{٢٠}{٣٦٠٠}$ من الساعة .

وفي مستطاعنا أن نستمر إلى ما بعد الثانية . وكثيراً ما فعل ذلك فلكيو العرب في العصور الوسطى . وهناك تسجيل لأحدهم عد إلى تقسيم جزء مئتين إلى جزء آخر واستمر في عمليات القسمة إلى عشر خانات مئتين التى تعادل ١٧ خانة من الكسور .

والآن لنأخذ الكسور الستينية على علانها . ثم نعد إلى تقييم تقسيم محيط الدائرة إلى عدد معين من الأجزاء . وعلى الأخص لتأخذ

في الاعتبار دائرة الكسوف التي تدور فيها الشمس والقمر والكواكب أثناء سبوحها في السماء .

وبع كل ، كيف نقيس المسافات عبر السماء ؟ إننا لا نستطيع أن نصل إلى متبى الدقة هناك ، وبدلاً من ذلك نقوم أماماً برسم خطين وعيين يصلان بين طرفي المسافة من دائرة الكسوف (أو من أي قوس دائري آخر في الواقع) إلى مركز الدائرة ، حيث نستطيع أن نتصور موضع العين ، ثم نقيس الزاوية التي يصنعها الخطان .

ومن الصعب أن نشرح قيمة هذا النظام من غير شكل مرسوم ، إلا أنني سوف أحاول عمل ذلك بشجاعي المعهودة (رغم أنني أرحب بأن تعد إلى رسم شكل عندما أمير قدمًا ، خصوصاً عندما يصير كلامي غامضاً إلى حد يضيع معه الفهم) .

لنفرض أن لدينا دائرة قطرها ١١٥ قدمًا ، ودائرة أخرى مرسومة حول نفس المركز قطرها ٢٢٠ قدمًا ، ثم نأخذ لما نفس المركز بقطر قدره ٣٤٥ قدمًا (هذه دوائر متحدة المركز) وتبدو على هيئة المثلث) .

وطول محيط الدائرة الداخلية هو على وجه التقريب ٣٦٠ قدمًا ، كما أن طول محيط الدائرة الوسطى هو ٧٢٠ قدمًا . بينما يبلغ طول محيط الدائرة الخارجية ١٠٨٠ قدمًا .

والآن علم على جزء قدره $\frac{1}{4}$ من محيط الدائرة الداخلية طول قوس قدره قدم واحد ، ثم ارمس خطين من طرفي القوس إلى المركز . فلما كان $\frac{1}{4}$ من المحيط هو درجة واحدة ، فإن الزاوية المتكونة عند

المركز يمكن أن تسمى درجة واحدة كذلك (خصوصاً نظراً لأن ٣٦٠ قوساً كهذه تملأ تماماً المحيط . كما أن ٣٦٠ زاوية مركزية كهذه تملأ بالتالي كل ما حول المركز من حيث) .

والآن إذا ما عدنا إلى مد الزاوية التي قدرها درجة واحدة إلى الخارج بحيث تقطع ذراعها الدائرتين الخارجيتين ، فإن الدائرتين سوف تصنعان قوساً قدره قدمان على محيط الدائرة الوسطى وثلاث أقدام على محيط الدائرة الخارجية . وتنفرد الدائرتان بالقدر الذي يمكن تماماً للشمس مع تمدد المحيط أو اتساعه . ويختلف طول القوس ، إلا أن الجزء أو الكسر الذي يصنع من الدائرة لا يتغير . وعلى ذلك فإن الزاوية التي تساوي درجة واحدة عند مركز الدائرة تصنع قوساً قدره درجة واحدة من محيط أية دائرة . بصرف النظر عن قطرها . إذا كانت الدائرة تحيط بالبرونول أو بالكون (إذا ما افترضنا أن الهندسة التي نستعملها هي هندسة إقليدس ، فهذا فرض لا بد منه) . ولا يختلف الوضع عن ذلك لأية زاوية لما أي قدر .

لنفرض أن عينك كانت في مركز دائرة على محيطها علامتان يفصل بينهما $\frac{1}{4}$ محيط الدائرة . أو قوس طوله ٦٠ درجة . فإذا ما تصورت خطين مرسومين من العلامتين إلى عينيك . فلأنهما سوف يصنعان زاوية قدرها ٦٠ درجة . وإذا ما نظرت أولاً إلى علامة منهما ، ثم إلى الأخرى فلأنك تكون قد حرفت عينك بزاوية تساوي ٦٠ درجة . وهكذا تستطيع أن تتبين أنه ليس بالأمر الهام أن تكون الدائرة على

بعد ميل من عينك أو على بعد تريليون ميل . فإذا ما كانت العلامتان على بعد يساوى سدس المحيط ، تكون المسافة بينهما ٦٠ درجة بصرف النظر عن المسافة . وإذا ما أحصل استخدام مثل هذا القياس عندما لا تكون لديك أية فكرة عن بعد الدائرة التي تقيس عليها المسافات . وعلى ذلك لما كان الفلكيون في أغلب عصور البشرية لا يعرفون بعد أجرام السماء . لم يكن أمامهم من سبيل سوى قياس الزوايا . وإذا خيل إليك أن الأمر ليس كذلك فحاول أن تستفيد من قياس الأطوال على خط مستقيم . فعندما يسأل الشخص العادى ليقدر قطر القمر الكامل (البدر) كما يبدو . يحدد في الغالب إلى القياس الطولى . ومن الجائز أن يجيب بقوله : « يبدو أنه نحو قدم » .

ولكنه بمجرد أن يستخدم القياس الطولى فإنه يكون قد عين مسافة بالذات . بصرف النظر عن كونه يعرفها أو لا يعرفها . والجسم الذى عرضه قدم ويبدو في حجم القمر الكامل ياتزم أن يكون على بعد ٣٦ ياردة . وإلى لأشك في أن أى شخص يحكم بأن اتساع القمر هو قدم يحكم كذلك بأنه لا يبعد عنا إلا بمقدار ٣٦ ياردة .

وإذا ما تمسكنا بقياس الزوايا وقتلنا إن متوسط اتساع القمر الكامل هو ٣١ (دقيقة) . نكون قد تخلفنا من الحكم على البعد ولزمنا جانب السلامة .

ولكننا عندما نقرر على استعمال القياس بالزوايا التي لم يتعودها عامة الناس يكون من اللازم أن نعرض على طريقة تجعلها سهلة الإدراك

بالنسبة لكل فرد . وأهم الطرق لعمل ذلك . ولنصور حجم القمر مثلاً . هو أن نأخذ دائرة مشتركة درجتا جميعاً على معرفتها ونحسب المسافة التي يجب أن تجعل عليها لتبدو في مثل حجم القمر .

ومن تلك الدوائر قطعة تقود الحصة والعشرين ستاً * . فقطرها يبلغ نحو ٠.٩٦ بوصة . ولن يكون الخطأ جسيماً إذا ما اعتبرنا قطرها يساوى بوصة كاملة . وإذا ما حمل الربرج على بعد ٩ أقدام من العين فإنه سوف يصنع قرصاً قدره ٣١ دقيقة . ومعنى ذلك أنه سوف يبدو في مثل حجم القمر الكامل . وإذا ما وضع على تلك المسافة بين العين والقمر الكامل فإنه سوف يغطيه تماماً .

والآن إذا لم تكن قد فكرت في ذلك قط فإليك من غير شك سوف تدهش من أن ربعاً على بعد ٩ أقدام (وهي عملة يجب أن تتصور أنها تبدو صغيرة جداً) يمكن أن تحول دون رؤية القمر الكامل (الذى ربما تعتقد أنه كبير جداً) . وليس في وسعى أن أقول شيئاً غير : حاول إجراء التجربة .

حسناً . إن نفس هذا الأمر يستوى بالنسبة إلى كل من الشمس والقمر ، وهما أكبر ما نرى من أجرام السماء . وفي الحقيقة لا يوجد غيرها (فهما علما ما قد يظهر من مذنبات) له قرص مرئى . ونفاس سائر الأجرام الأخرى بأجزاء الدقيقة أو حتى بأجزاء الثانية .

ومن السهل أن نستمر في مبدأ المقارنة ونقول إن كوكباً بالذات .

(القسم)

• من الربع أو (الكواكب) .

أو نجماً معيناً . له قطر ظاهري يعادل ربعاً محمولاً على بعد ميل أو عشرة أميال أو مائة ميل . وهذا في واقع الأمر ما يجري بصفة عامة . ولكن كيف يكون ذلك ؟ إنك لن تستطيع قط أن ترى ربعاً على مثل تلك الأبعاد . ولن تستطيع أن تصور حجمه . فكل ما تفعله هو أنك تبدل مقياساً لا يرى بآخر .

ولا بد أن هنالك طريقة أحسن لإنجاز ذلك .

وفي رأيي عند هذا الحد أن لي فكرة الخاصة (كما أرجو) .

لنفرض أن حجم الأرض كان كما هو . إلا أنها كانت كرة عظمى مجوقة ملساء شفاقة . ولنفرض أنك كنت ترصد السموات وعينك في مركزها تماماً وليست على سطحها . عند ذلك سوف ترى مسافات كافة أجرام السماء على كرة الأرض .

ومعنى هذا أنك تستخدم الكرة الأرضية بأكملها كأساس ترسم عليه صورة القبة المساوية .

وقيمة ذلك أن الكرة الأرضية هي الكرة الوحيدة التي يمكن أن نرمس عليها بسهولة قياسات الزوايا . نظراً لأننا حسبنا نعرف معنى خطوط الطول والعرض التي هي قياسات زوايا . وعلى سطح الأرض تعادل درجة واحدة مسافة قدرها ٦٩ ميلاً (مع تغيرات طفيفة يمكن إهمالها نظراً لأن الأرض ليست تامة الاستدارة) . . وعلى ذلك فإن الدقيقة الواحدة ، التي تساوي $\frac{1}{60}$ من الدرجة ، إنما تعادل ١,١٥ ميلاً أو ٦٠٦٠ قدمًا . كما تعادل الثانية الواحدة التي تساوي $\frac{1}{3600}$ من الدقيقة ١٠١ قدم .

وإذا فلذلك ترى أننا إذا عرفنا قطر الزاوية الظاهري لجرم سماوي نستطيع أن نعرف أو أن نحدد تماماً ما سيكون عليه قطره إذا ما رسم على سطح الأرض بنفس المقياس .

فالقمر مثلاً بمتوسط قطر قدره ٣١ دقيقة بالقياس الذي تستخدم فيه الزوايا يمكن أن يروى بقطر طوله ٣٦ ميلاً إذا ما رسم بنفس المقياس على سطح الأرض . فهو سوف يغطي على وجه التقريب كل نيويورك الكبرى ، أو المسافة بين بوسطن وورسستر .

وقد يكون أول شعور لك أن تتعجب قائلاً : « ماذا » . إلا أن هذا القدر ليس في الواقع من الكبير كما يبدو . تذكر أنك في الحقيقة تراقب هذا النموذج من المقياس من مركز الأرض الذي بهعد بمقدار أربعة آلاف ميل عن السطح . وما عليك إلا أن تسأل نفسك كيف يبدو اتساع نيويورك الكبرى من على بعد ٤٠٠٠ ميل ؟ أو انظر إلى كرة أرضية . إذا كانت في حوزتك واحدة منها . وارسم دائرة بمقدار قطرها من بوسطن إلى ورسستر فلذلك ستجد أنه صغير بحق إذا ما قورن بسطح الأرض كله ، تماماً كما يبدو القمر صغيراً بكل تأكيد إذا ما قورن بسطح السماء كلها . (في الواقع يلزم حجم ٤٩٠,٠٠٠ جرم في مثل حجم القمر لتسأل حيز السماء كلها ، و ٤٩٠,٠٠٠ جرم في مثل حجم القمر الذي رسمناه لتسأل سطح الأرض بأكمله) .

ولكن يربنا ذلك على الأقل أثر التكبير الذي نعطيه الطريقة التي اقترحناها ، وتظهر قيمتها بحق عندما نهتم بدراسة الأجسام التي تبدو

أصغر من الشمس أو القمر . تماماً عند الحد الذى يجعل فكرة الربع على بعد عدة أميال غير مجدية .

فمثلاً اعرض فى الجدول رقم (١) أكبر قيم للزوايا القطرية التى لصحتها الكواكب المختلفة كما ترى حين بلوغها أقل بعد من الأرض ، مع التهمة الطولية لأقطارها بنفس المقياس الذى نرسم به على سطح الأرض . ولقد حذفت بلونو نظراً لأن زواياه القطرية غير معروفة تماماً . وعلى أية حال إذا ما فرضنا أن حجم ذلك الكوكب يقارب حجم المريخ فإنه عندما يبلغ أقصى بعد له فى فلكه تكون له زاوية قطرية قدرها ٠.٢ ثانية . ويمكن أن يمثل بمائرة طول قطرها ٢٠ قدماً .

جدول رقم (١) الكواكب حسب المقياس

الكوكب	الزاوية القطرية (بالثواني)	طول القطر (بالقدم)
عطارد	١٢,٧	١٢٨٠
الزهرة	٦٤,٥	٦٥١٠
المريخ	٢٥,١	٢٥٤٠
المشتري	٥٠,٠	٥٠٥٠
زحل	٢٠,٦	٢٠٨٠
أورانوس	٤,٢	٤٢٥
نبتون	٢,٤	٢٤٠

ويمكن أن نرسم توابيع كل كوكب حسب المقياس بكل سهولة . فمثلاً تكون توابيع المشتري الأربعة الكبرى دوائر تتراوح أقطارها بين

١١٠ و ١٨٥ قدماً على بعد من المشتري يختلف من ٣ إلى ١٤ ميلاً . وكل مجموعة المشتري بأقطارها إلى مدار التابيع الخارجى (المشتري الحادى عشر) الذى تمثله دائرة قطرها نحو خمس بوصات (سوف تغطى دائرة أقطارها نحو ٣٥٠ ميلاً .

والأهمية الحقيقية لمثل هذه الخطوط تتضمن على أية حال : النجوم . فالنجوم كالكواكب ليست لها أقراص مرئية نتركها العين المجردة . ولكنها تختلف عن الكواكب فى أنها لا ترى على هيئة أقراص حتى باستخدام أكبر المناظير المكبرة قوة . أما الكواكب (فلها عدا بلون) فيمكن أن تكبر إلى أقراص باستخدام المناظير متوسطة التكبير . وذلك بخلاف النجوم .

ولقد أمكن تحديد الزوايا الظاهرية لأقطار بعض النجوم بطرق غير مباشرة . فمثلاً أكبر قطر مقدر بالزوايا للنجوم كافة ربما هو قطر منكب الجوزاء الذى يبلغ نحو ٠.٠٤٧ من الثانية . وحتى منظار المائتى بوصة الضخم لا يستطيع أن يكبر هذا القطر أكثر من ألف مرة . ونحت مثل هذا القدر من التكبير يظل أكبر نجم أقل من قوس قدره دقيقة واحدة ظاهرياً . وعلى ذلك فهو لا يبدو كقصر باستخدام منظار المائتى بوصة أكثر مما يبدو المشتري للعين المجردة . وبطبيعة الحال تبدو أغلب النجوم فى مظهرها أصغر بكثير إذا ما قورنت بالعلاق منكب الجوزاء . (حتى النجوم التى هى فى واقع الأمر أكبر من منكب الجوزاء توجد على أبعاد شاسعة جداً بحيث ترى أصغر منه) .

ولكن على مقياس الأرض يمثل منكب الجوزاء بقطره الظاهرة البالغ ٠,٠٤٧ ثانية قوسية بدائرة قطرها نحو ٤,٧ أقدام (قارن ذلك بالعشرين قدماً التي تمثل حتى بلوتو البعيد) .

وهما يكن من شيء . فليست هناك أية جدوى من الحصول على القيم الفعلية مقيسة بالزوايا القطرية ، لأن هذه التقديرات عملت بالنسبة إلى عدد قليل فقط من النجوم . وبدلاً من ذلك لنفرض أن النجوم لها نفس لمعان الشمس أو بريقها الذاتي (ليس الأمر كذلك بالطبع ، ولكن الشمس نجم متوسط ، وعلى ذلك فإن هذا الافتراض لن يحدث تغيراً جوهرياً على مظهر الكون) .

والآن ، عندما نقارن مساحة بأخرى نظل الشمس (أو يظل أى نجم آخر) ذات بريق ثابت بالنسبة للعين بصرف النظر عن المسافة . فإذا ما أزيحت الشمس إلى ضعف بعدها الحالي فإن بريقها الظاهري سوف يتناقص إلى الربع ، وكذلك سوف تتناقص بنفس القدر المساحة الظاهرية لسطحها ، وإذا يظل بريق ما نستطيع أن نراه من سطحها على حاله ، وغاية ما يحدث هو نقص القدر الكلي ، وهذا هو كل ما هنالك .

والعكس صحيح . فعطارد عندما يبلغ أقل بعد له عن الشمس لا يرى بريق الشمس أكبر لكل ثانية مربعة عما نراه نحن ، ولكنه يرى شمساً لها من الثواني المربعة عشرة أضعاف ما لشمسنا ، ولهذا السبب فإن بريق شمس عطارد يبلغ عشرة أضعاف بريق شمسنا .

حسناً ، إذاً ، فإذا ما كانت النجوم في مثل بريق الشمس فإن المساحة الظاهرية سوف تتناسب تناسباً طردياً مع البريق الظاهري . ونحن نعرف قدر الشمس (- ٢٦,٧٢) وكذلك قدر كل نجم . ويعطينا هذا مقياساً الذي نقارن به درجة اللمعان ، ومنه نستطيع أن نستخلص مقياساً نقارن به المساحات . ومن ثم نقارن به الأقطار . وفوق ذلك لما كنا نعرف المقياس الزاوي للشمس فنحن نستطيع أن نستخدم الأقطار المقارنة في حساب مقاييس زاوية مقارنة . ويمكن بالطبع أن نحولها إلى أقطار طولية (بنفس المقياس) على الأرض .

ولكن بصرف النظر عن التفاصيل (فربما قد فاتك تتبع الفقرة السابقة فعلاً) فلنأني سأعطيك النتيجة في الجدول رقم (٢) .

(ترجع حقيقة أن منكب الجوزاء قطره الظاهري ٠,٠٤٧ ومع ذلك فهو أقل بريقاً من النسر الطائر . إلى أن منكب الجوزاء عملاق أحمر ، ودرجة حرارته أقل من الشمس ، وهو أشد إظلاماً بالنسبة لوحدة المساحات . تذكر أن الجدول رقم (٢) مبني على فرض أن النجوم في مثل درجة لمعان أو بريق الشمس) .

وهكذا ترى ما يحدث بمجرد أن نترك المجموعة الشمسية . في هذه المجموعة تتوافر لدينا الأحرام التي نستطيع أن نرسمها باليادرة وبالبلبل باستخدام نفس المقياس .

أما خارج المجموعة فلنأني نعالج أجراماً لا ترسم بنفس المقياس إلا بالبوصات فقط .

الجدول رقم (٢) النجوم بالقياس

قدر النجم	القطر الزاوي (بالثواني)	القطر الطولي (بالبوصة)
الشمس العالية - ١	٠,٠١٤	١٧,٠
رجل الجبار - ٢	٠,٠٠٨٦	١٠,٥
النسر الطائر - ٣	٠,٠٠٥٥	٦,٧
النجم القطبي - ٤	٠,٠٠٣٥	٤,٢٥
٥	٠,٠٠٢٢	٢,٦٧
٦	٠,٠٠١٤	١,٧٠
٧	٠,٠٠٠٨٦	١,٠٥
٨	٠,٠٠٠٥٥	٠,٦٧

وإذا ما تصورنا مثل هذه المساحات الصغيرة من سطح الأرض كما نرى من مركزها فأعتقد أنك سوف تحصل على منظر جدير بيبين مدى الصغر الذي تبدو عليه النجوم - وبالأذا لا تستطيع المشاهدات الفلكية المكبرة أن تجعل منها أفراساً مرئية .

ويبلغ العدد الإجمالي للنجوم التي تبتى بالعين المجردة نحو ٦٠٠٠ نجم ثنائياً نجوم منفردة من القدر الخامس أو السادس - وعلى ذلك نستطيع أن تصور الأرض كأنها قد انتشر فوق سطحها ٦٠٠٠ نجم أغلبها طول قطره نحو بوصة واحدة - وقليل منها ما سربو أقطارها على ذلك - ٢٠ فقط - تصل إلى ٦ بوصات .

وسوف يكون متوسط المسافة بين أى نجمين على سطح الأرض ١٨٠

ميلاً - وعلى ذلك صفوف يوجد نجم أو على الأكثر نجمان في ولاية نيويورك - ونحو مائة نجم داخل حدود الولايات المتحدة الأمريكية (بما في ذلك آلاسكا) .

ولعلك تتبين أن السماء غير مزدحمة بصرف النظر عن منظرها الذي تبدو عليه .

وبالطبع هذه هي فقط النجوم المرئية - أما المنظار المكبر فإنه يستطيع أن يظهر أكادماً من النجوم مما لا تقوى العين المجردة على رؤيتها لضعف أنوارها - ويستطيع منظار الماتني بوصة أن يصور نجومًا تبلغ من الإعتام الحد الذي يجعلها من القدر ٢٢ .

وسوف يكون قطر النجم الذي من القدر ٢٢ عندما يروى بحسب المقياس على سطح الأرض ٠,٠٠٠٠٤ من البوصة فقط - أو في مثل حجم البكتيريا - (وروية بكتيريا مضبوطة على سطح الأرض من نقطة في مركزها على بعد ٤٠٠٠ ميل إلى أسفل تدك بكل جلاء ووضوح على مدى قوة المنظار الفلكي الحديث) .

ويبلغ مجموع عدد النجوم التي نرى إلى هذا الحد من القدر نحو بليونين على وجه التقريب - (بالطبع هناك على الأقل مائة بليون نجم في مجرتنا - إلا أن أغلبها يقع في نواة المجرة التي لا نراها على الإطلاق - إذ تحجبها عنا سحب الغبار الكوني - أما عن البليوني الممكن رؤيتها فهي النجوم المتناثرة في حوار الأذرع الحلزونية) .

ومعنى ذلك أننا عندما نقدم على رسمها بحسب المقياس على الأرض

سوف نعود إلى وضع مسحوق مكون من بلورين من النفط بين الستة الآلاف دائرة التي سبق أن رسمناها (والتي يبلغ قطر كل منها في الغالب بوصة واحدة). وهناك من هذه النفط ما يبلغ من الكبر الدقة التي نجعلنا نميزها ، إلا أن أغلبها مجهري * الحجم .

وسوف يظل متوسط البعد بين النجوم ، حتى بعد وضع هذا المسحوق الضخم الجبار ، هو نحو ١٧٠ قدماً على مقياس الأرض .

ويجب هذا على سؤال أثيرته على نفسي في الماضي : فسيجد أن ينظر المرء إلى صورة تبين تراحم النجوم التي يرصدها منظار فلكي كبير ، لا يسه إلا أن يتساءل : كيف يمكن استمرار الرؤية بعد تلك الأكثاس من المساحيق ورصد انحرافات الخارجية ؟

حسنًا ، فعلى الرغم من الأعداد الضخمة للنجوم، نجد أن الفضاء الصافي بينها لا يزال واسعاً جداً نسبياً . وفي الحقيقة قدر أن كل ضوء النجوم الذي يصل إلينا يعادل ضوء ١١٠٠ نجم من القدر الأول . ومعنى ذلك أنه إذا ما جمعت كافة النجوم التي يمكن رؤيتها مع بعضها البعض فإنها سوف تملأ دائرة (على مقياس الأرض) قطرها ١٨,٥ قدماً .

ونحن نستطيع أن نستخلص لأنفسنا أن كل النجوم مجتمعة لا تغطي من السماء أكثر مما يغطيه الكوكب بلوتو . وفي الحقيقة يغطي القمر وحده ٣٠٠ ضعف قدر ما تغطيه كافة أجرام الليل من السماء . بما في ذلك

* أي سبر الحجم جداً كما يرى بالمجهر .

(المترجم)

الكواكب والأقمار والكويكبات والنجوم مجتمعة .

ولست هناك أية مشقة في رؤية المسافات خارج مجرتنا إذا لم تكن هناك سحب الغبار الكوني . فهي العقبة الكأداء الحقيقية ، ولا سبيل إلى تجنبها حتى إذا ما عدنا إلى تشييد منظار فلكي في الفضاء .

ويا للأسف لأن الكون لا يمكن حقاً أن يعمل له مسقط مؤقت على سطح الأرض — لمدة تكفي لإرسال أو إطلاق الخادعات السبع لـ «لوريس» ومعهن سبع مسحات للأرض بأوامر مشددة لإزالة الغبار تماماً من الكون .

وكم يكون الفلكيون سعداء عندئذ .

من الأسئلة العديدة التي تلي هذه الأيام (ولقد ألفت السؤال حتى أنا نفسي) : «إذا كانت هناك حياة في أى مكان آخر من أجزاء الكون فلماذا لم تصل إلينا ؟» .

ولا كانت الآراء الحديثة عن الكون تجعل المجموعات الشمسية هي القاعدة ولست من الأمور الشاذة النادرة ، فكيف منذ عشرين سنة مضت أن هناك ملايين ، بل وربما بلايين الكواكب لها صفات طبيعية وكيميائية تقارب صفات الأرض ، وكل ذلك في مجرتنا وحدها . ولا كانت الآراء الحديثة في علم الكيمياء الحيوية ترى إلى جعل أصل الحياة بما تتخفى عنه الطبيعة والكيمياء التي تشابه ما على الأرض بدلاً من جعلها معجزة نادرة الحدوث ، فمن اللازم أن توجد ملايين ، وربما بلايين ، مجموعات مستقلة من الحياة في مجرتنا وحدها .

ولا كان من المحتمل جداً أن تكون أغلب الكواكب الأخرى في نفس عمر الأرض ، فقد اتسع الوقت للنشوء والتطور في أمكنة أخرى ، تماماً كما حدث هنا . ولنفرض أن مجموعة واحدة من كل ألف مجموعة من مجموعات الحياة على الكواكب تنشأ عليها أحياء لها من الذكاء ما يكفي للقيام بالسيطرة على قوى الطبيعة ، فإذا سوف توجد آلاف ، بل وملايين ، من أنواع الحياة الذكية القادرة في مجرتنا بالذات وحدها .

والآن تجدنا نكرر قولنا : «إذا كانت هناك حياة في أى مكان آخر من الكون ، فلماذا لم تصل إلينا ؟»

حسناً ، اعتقد أنه خلال خط دائري من الإقناعات المعقولة حصلت على جواب يصلح وبروفى . وبدأ خط الإقناع هذا بالإيجال .

في سفر التكوين ١٥ : ٥ يعزى أن الله شجع (أو بشر) النبي أبرام* ، الذي كان يخشى ، نظراً لأنه لم يكن له ولد ، أن الوعد الأول بأنه سوف يكون منه «شعب عظيم»* سوف لا يتحقق . ويقول الآية : عن (الله) «ثم أخرجه إلى خارج وقال انظر إلى السماء وعدّ النجوم إن استطعت أن تعدّها : وقال له هكذا يكون نسلك» .

وهذا نوع من الطريقة المثلّي التي كان يعبر بها الأقعدون عن الأعداد للكيرة . فيتأرون مثلاً «كالتجوم في السماء» أو «كحبات الرمل على الساحل» أو «كقط ماء المحيط» .

والآن هناك العديد من نقط الماء في المحيط . وأكاداس حبات الرمل على الشاطئ . وبالنسبة للإنسان القديم كانت هذه الأعداد في نظره لا نهائية ، أو لا حصر لها . ولربما عدا بعض العباقرة الذين على غرار أرشميدس لم يعتبر أى فرد قبل العصور الحديثة أنه توجد هنالك من الأعداد الكبيرة ما يمكن أن يعبر بها من حبات الرمل وقطع الماء . (اختبرت الكلدان مليون بعد عام ١٣٠٠ ميلادية) . وحتى ذلك الحين كان اللفظ المستخدم للدلالة على العدد الكبير هو (مير ياد) Myriad .

(التجميع)

(التجميع)

* هو إبراهيم عليه السلام كما سيأتي فيما بعد .

** يعنى العرب من نسل إسماعيل عليه السلام .

وهو المفظ الإغريقي للعدد ١٠٠٠٠ ، وحتى أرشيدس عندما عمد إلى حساب عدد حبات (خشخاش أبو النوم) في الكون بأكمله على حسب علمه استخدم مصطلحات تعني (ميرادات الميرادات الميرادات...) ولكن ماذا عن عدد نجوم السماء؟ هل هي لا حصر لها كحبات الرمال وقطع الماء؟

على وجه التأكيد لو أن الله شاء أن يحيط اللثام عن كل النجوم التي في الكون لإبراهيم دفعة واحدة بنظرة معجزة لرأى إبراهيم على الأقل التريلون (١٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ نجم) أو عشرة بلايين التريلون. ومن الواضح أنه لا سبيل له إلى إحصاء هذا العدد.

وعلى أية حال فإنه لا يوجد مفسر للإنجيل سمعت عنه أنه يذهب إلى أن هذا ما حدث. وذاًئذاً تتخذ الأعداد الكبيرة في سفر التكوين ١٥: ٥ على أنها تنصب فقط على النجوم التي نراها فعلاً بالعين المجردة في السماء. وحتى مع هذا التحديد. تجلنى والفأ بأن أغلب الناس يعتبرون هذه الاستعارة سلسة وكافية تماماً وليس فيها ما يدعو إلى السخرية.

وأستطيع أن أثبت السبب الذي يجعلهم على هذا الرأي كذلك. فأننا نقضى من أباء المدن، ولما رأيت النجوم، فالباني نحجها، وأصواء الشوارع والطرق تعتمها. كما أن الدخان والغيار المتارين يحولان دون ظهورها. ولم أجد ضالتي المشدودة إلا مرة واحدة.

فقد أمضيت تلك الليلة في بيت ربي لأحد أصدقائي في نيويورك مشير، وعندما أقبل الليل لم أستطع النوم. فقد بدا لي أن الدنيا قد أظلمت،

وإذت إلى ذكرى رايو البدائية الخاصة بالظلام الذي لم أعهده من قبل. وفكرت في الخروج إلى الخارج لأبرهن نفسي عدم وجود ما أخشاه أو أخاف منه. وكانت ليلة من ليالى الصيف الحارة، ولذلك مشيت إلى الحلاء وأنا أليس (بيجامتي) و (شيشي).

ولم يكن هنالك قمر، وكانت السماء صافية خالية من السحب. كما لم توجد أضواء صناعية لعدة أميال من حولنا. ولذلك أيت النجوم لأول مرة في حياتي. الملايين منها والبلذونات والتريونات.

وكان المنظر جميلاً رائعاً. فبقيت في الخارج مدة طويلة، وسوف أظل أذكر تلك المرة التي رأيت فيها النجوم حتى يوم مائى.

ولكن السؤال هو: كم نجماً رأيت فعلاً؟

إن أقل النجوم إضاءة مما يمكن أن ترى بالعين المجردة تحت أحسن الظروف هي التي من القدر ٦.٥. ولكن عدد النجوم التي توجد في كرة السماء كلها والتي تلعب بدرجات متفاوتة تقدر بنحو ٦٠٠٠ نجم.

وهذا كل ما هنالك. وهذه هي الحقيقة المرة، ستة آلاف.

ونظراً لأنه لا يظهر من السماء كلها في أية لحظة سوى نصفها فقط فوق الأفق. فإنه من الوجهة النظرية لا يزيد عدد النجوم التي يمكن أن ترى بالعين المجردة على ٣٠٠٠. ولكن جو الأرض نفسه يحول دون مرور بعض الضوء خلاله. وحتى أنقى الأجواء وأكثرها صفاء يحجب نحو ٣٠ في المائة من ضياء النجوم التي تمر خلاله. وعندما تنعج بنظرك إلى الأفق يخترق بصرك طبقة أكثر سمكاً من الجو تزيد على الطبقة

التي يخترقها عند النظر إلى أعلى سمت الرأس . وتكون النتيجة أن أكثر النجوم خطورتاً وقلة في الضوء هي التي يمكن أن نرى قرب سمت الرأس نضيق معالمها عندما تقرب من الأفق .

وفي واقع الأمر إذاً فإن الخيوس الكلي للنجوم التي أمكن أن أراها خارج منزل صديقي الصبي (حتى مع حساب تلك التي حجبتها الأشجار وشجيرات الأفق) كان ٢٥٠٠ نجم .

فهل نجوم السماء لا تحصى ؟ هاها . حتى رعاة البابلين كان في مقدورهم عدّها إلى ٢٥٠٠ مثلاً . وأنا على يقين من ذلك .

ومن الطرق الروائية التي تشير إلى الفرق بين الحقائق كما هي والحقائق كما تتصورها اللغة الآتي (فزوية) : إذا ما أزيل القمر في أي زمن معين من السماء فكم يكون عدد النجوم (المرئية بطبيعة الحال) التي يحجبها ؟

إذا ما فكر الفرد منا في حجم القمر وكثافة تجمع النجوم في سماء الليل ، ثم علم إلى التقدير ، قد يكون الجواب خمسة أو سبعة أو عشرة أو حتى خمسين .

وعلى أية حال فالاعداد قليل . وماذا تقول أنت ؟

ولكن دعنا فطرح التخمين جانباً . فإن دائرة السموات تقام بالدرجات - ٣٦٠ درجة للمحيط الكامل . ومساحة السماء الكلية (أو أية كرة لهذا الغرض) هي نحو ٤١٢٠٠ درجة مربعة . ولما كان هنالك ٦٠٠٠ نجم مرئي كما قدما ، فإننا نستطيع أن نقول بأن هنالك مجماً واحداً لكل ٦,٩ درجة مربعة من السماء .

ولكن القطر الظاهري لكرة القمر هو (في المتوسط) ٠,٥٢ درجة ، وعلى ذلك فمساحته ٠,٢١ درجة مربعة . والاحتمال هو ٣٣ إلى ١ بأن إزالة القمر سوف لا تكشف عن نجم واحد خلقه .

ووضع النجوم هذا في السماء يتغير في الحال عندما نرصد السموات من القمر . أو من إحدى محطات الفضاء . أو من أي نقطة خارج نطاق أجواء الكواكب . وكتاب الخيال العلمي يتكلمون عادة عن « تجمعات النجوم المعتادة » التي نرى من العوالم الأخرى في مجرتنا الشمسية ، ومع ذلك فإن هذه الفكرة خاطئة من غير شك .

والمعنى المراد من أمر « تجمعات النجوم » المعتادة هو أن أي تغير في الوضع داخل المجموعة الشمسية ، إنما ينضمّن لإزاحة صغيرة جداً بالنسبة إلى أبعاد النجوم ومواقعها . بحيث لا تحدث تلك الإزاحة تغيراً ظاهراً في أوضاعها النسبية .

وهذا أمر سليم في حمله .

وعلى أية حال تذكر مقدار الثلاثين في المائة من ضوء النجوم الذي نمتعه غلافنا الجوي . وعلى القمر . كثال فستخذه . لا تلتصق أضواء النجوم . ويبدو كل نجم بمفرده كأنما يلعب ١/٢ مرة قدر درجة لمعانه بالنسبة لنا على الأرض . وثمة طريقة أخرى للتعبير عن ذلك يقولنا إن كل نجم يقل قدره (أي يزداد برهقه) بمقدار ٠,١ على القمر بالنسبة إلى ما هو كائن على الأرض .

« هي أيضا الكوكبات ، وبها البروج المعروفة خاصة لدى المتنبئين (المرمي) .

وهذه زيادة ملحوظة في درجة المعان أو البريق . إلا أنها ليست عظيمة إلى حد كبير . ففسريهما ما تعودها العين إذا كان ذلك كل ما هنالك . وسوف تبدو سماء القصر المليئة بالنجوم كثيرة النفوش والزخرفة (بنجومها الأكثر بريقاً والتي لا تتألق *) إلا أن ذلك لا يكون عجيبياً أو غريباً .

ولكن ليست هذه هي القصة كلها . فلنستح بهذه الزيادة المنتظمة التي قدرها ٠.٤ لنجد أن حدود رؤية العين المجردة تمتد متخفضة إلى النجوم التي من القدر ٦.٩ . ومعنى ذلك أن النجم الذي قدره ٦.٩ على الأرض (ولذلك لا يرى بالعين المجردة) يصير من القدر ٦.٥ كما يرى من القصر ويصبح مرئياً ولو بصعوبة .

وإذاً فإذا ؟

الأمر هكذا : يزداد عدد النجوم سريعاً جداً بازدياد القدر ، وسوف نضعك أية نظرة إلى السماء بأن هناك من النجوم المعادة ما يفرق عدده إلى حد كبير عدد النجوم الالامعة . وعندما نلتزم جانب الصواب نجد أنه من اللازم أن يكون النجم كبيراً أو قريباً . ولكن أكداس النجوم الصغيرة تفوق إلى حد كبير أعداد النجوم الكبيرة . ولما كانت الزيادة في الحجم تتناسب مع مكعب نصف القطر . فإن الفضاء البعيد فيه متسع أكبر من الفضاء القريب . وبصفة عامة نجد أن عدد النجوم على أى مستوى من مستويات القدر يبلغ ثلاثة أضعاف عددها على المستوى

* يرجع لثقل النجوم أيها إلى تأثير اختلاف الكثافة في جو الأرض (المترجم) .

الذى يسبقه . وعلى ذلك فهناك نحو ٣٥٠ نجماً من القدر ٣ إلى ٤ . ونحو ١١٠٠ نجم من القدر ٤ إلى ٥ ، ونحو ٣٢٠٠ نجم من القدر ٥ إلى ٦ . ويوجد بين القدرين ٦.٥ و ٦.٩ نحو ٦٠٠٠ نجم . وكلها لا ترى من فوق الأرض . ولكنها ترى من فوق القصر نظراً لأنه ليس له خلافاً جوى . وعلى ذلك فإن سماء الليل على القصر يمتد على ١٢٠٠٠ نجم ، أى ضعف العدد الذى يمكن أن يرصد من فوق الأرض . وفرق ذلك فإن العدد الذى يمكن أن تميزه العين فوق الأفق في أية لحظة لا يقل ولا ينقص تحت تأثير عامل الامتصاص الجوى للأشعة . وعلى ذلك فإن العدد الذى يمكن أن نراه بالفعل في أية لحظة من فوق مستوى سطح القصر يبلغ $2\frac{1}{2}$ مرة قدر العدد الذى يمكن أن نراه تحت نفس الظروف على الأرض .

ولا يزال في مقدورك أن تعمل أشكالاً أو مجموعات من النجوم الالامعة من فوق القصر (أو في الفضاء عميقاً) ، وذلك على غرار المعرفة للكبرى (أو مجموعة الدب الأكبر) أو كوكبة الجبار ، إلا أن التفاضيل الدقيقة سوف تفرقها وتطغى عليها آلاف النجوم الإضافية ، وتتمخض النتيجة العامة عن ظهور سماء غريبة .

ومعنى آخر أننا عندما ما نترك الأرض إنما نودع « الكوكبات المعادة أو البروج » العزيزة علينا .

ويشير هذا القول نقطة أخرى : هل هناك إمكانية في الكون تبدو فيها نجوم السماء أكثر وقعاً على النفوس بالنسبة إلى مظهرها من فوق القصر ؟

من الواضح والجلي يمكن أن تكون النجوم أكثر وقعاً على نفوس السكان الذين يعيشون فوق كوكب يدور من حول شمس كانت جزءاً من نواة المجرة المركزية المكنمة بالنجوم ، أو ضمن مجموعة نجوم متقاربة عديدة . أما شمسنا نحن فنقع على أية حال بعيدة حيث يقل توزيع النجوم في الذراع الحلزوني للمجرة .

وفي جوار مجموعتنا الشمسية يوجد ١٨٨ نجماً أو مجموعة نجمية (يعني من النجوم المزدوجة أو المتعددة) . والمعلوم أنها تقع في حدود عشرة (بارسكات) من الأرض (البارسك يساوي ٣,٢٦ سنة ضوئية) . ومعنى ذلك أنه يوجد في المتوسط $4\frac{1}{2}$ نجوم (أو مجموعة نجمية) لكل ١٠٠ (بارسك) مكعب من الفضاء الكوني . وأن متوسط البعد بين أى نجمين (أو مجموعتين نجميتين) مما نرى هو نحو ٢,٨ (بارسك) . وهو يعادل نحو ٩,٢ سنة ضوئية .

وفي مركز المجرة حيث تنكس النجوم (التي تبدو صورتها الفوتوغرافية تحت قوى تكبير هائلة ، لكل العالم على هيئة كومة من مسحوق التالك*) يصل متوسط البعد بين النجوم إلى سنة ضوئية واحدة . وعلى ذلك فإن حجم المائة (بارسك) المكعبة الذي تنكس فيه النجوم على هذا النحو إنما يحتوي على ٣٥٠٠ نجم بدلاً من $4\frac{1}{2}$.

وبمعنى آخر ، عندما نتساوى كافة الأمور فيما عدا ذلك ، يكون عدد النجوم المرئية في السموات القريبة من مركز المجرة هو ٧٨٠ ضعف

* هي (بودرة) التالك المعروفة .

(الترسم)

ما نراه بعيداً عن المركز هنا . وحتى عندما ندخل تأثير الأفق في الحساب يكون عدد النجوم المرئية فوق الأفق ٢٠٠٠,٠٠٠ نجم . وسوف يوجد ، في المتوسط ، نحو ١٠٠ نجم مرئي لكل درجة مكعبة من السماء . وعلى ذلك فإن كرة في حجم القمر سوف تحجب ٢٠ نجماً في المتوسط .

وبطبيعة الحال سوف يترادد عدد النجوم لكل مستوى من مستويات البريق . وسوف تتضمن السموات في مركز المجرة عدداً من نجوم القدر الأول (نحو ٧٥٠٠) أكثر مما تحتويه سمواتنا من النجوم التي تصفها بما تشاء .

وأكثر من ذلك يزداد كثيراً احتمال وجود عدد من النجوم التي يزداد بريقها فوق بريق أى نجم في سمواتنا . ونحن نستطيع أن نكرر الحالات في مركز المجرة بأن نصور أن كافة النجوم التي نراها قد اقتربت إلى $\frac{1}{4}$ بالنسبة إلى مسافاتها الفعلية . وكل نجم يزداد قربه بمقدار ٩,٢ مرة يزداد بريقه بمقدار $9,2 \times 9,2$ أو ٨٥ ضعفاً . وتعادل زيادة البريق التي تساوي ٨٥ تقصا في القدر بمقداره ٤,٨ .

ومعنى ذلك أن الشعري اليمانية مثلاً بدلاً من أن تكون نجماً من القدر - ١,٦ الذي نسمعه عليها الآن ، سوف تتوهج ببريق يساوي القدر - ٤,٨ . وعلى هذا فسوف يصل لمعانها إلى ثمانية أضعاف درجة لمعان الزهرة في أوج بريقها . وهناك عشرة نجوم أخرى في سماتنا سوف يكون بريقها أعظم من بريق الزهرة تحت هذه الظروف ، كما أن

نحواً من ٢٥٠ نجماً سوف تكون في مجموعها ألمع من الشعري * اليمانية (ألمع نجم لدينا) كما تبدو لنا الآن .

وضوء النجوم في مثل هذه السماء لا يسبيل إلى إهماله دون شك ، فهو سوف يعادل على وجه التقريب ضوء القمر الكامل كما يرى على الأرض ، بحيث إن الليلة الصافية الحالية من السحب لن تكون مظلمة بحال من الأحوال تحت مثل تلك الظروف .

ورغم كل ما قد يظهر من ألوان رائعة فإن النجوم ستظل تبدو على ما هي عليه ، ولا توجد فرصة لظهور نجم على هيئة شمس صغيرة لها كرة مريئة .

وبفرض أن شمسنا نجم متوسط على بعد ستة ضوئية (وهي متوسط المسافة بين نجوم مركز المجرة) يصبح قطرها الظاهري نحو ٠.٣ من ثانية قوسية (تحتوى الدقيقة على ٦٠ ثانية كما تحتوى الدرجة على ٦٠ دقيقة) . ولكي يرى جرم سماوي على هيئة كرة يلزم أن يكون قطره الظاهري ٣ دقائق على الأقل . وحتى منظار المائي يوصى في بالوهار لن يرينا الشمس على هيئة كرة صغيرة إذا كانت على بعد ستة ضوئية .

وبالطبع ما السنة الضوئية سوى متوسط المسافة بين النجوم . ولذلك فمن الضروري أن يكون بينها ما هو أقرب إلى بعضها البعض من ذلك . ولكي يرى نجم في مثل حجم الشمس على هيئة كرة يجب أن يكون على

* يشير القرآن الكريم إلى الشعري فيقول في سورة النجم : « وأنه هو رب الشعري » .
(الترميز) .

مسافة لا تزيد على بليون ميل . أو أقل من بعد الكوكب أورانوس عنا . وإنه لمن الخيال تماماً أن يوجد نجمان على مثل هذا القرب ما لم يكونا ازدواجاً . وهو وضع لم يتعرض له هنا .

ولكن لتفرض أن النجم أكبر من الشمس . حسناً . فلنكن يرى نجم ما على هيئة كرة على بعد ستة ضوئية يجب أن يكون قطره ٨٠٠٠ مرة قدر قطر الشمس . وإذا ما وجد مثل هذا النجم في مكان شمسنا للأجمنوعة الشمسية كلها إلى ما بعد مسار نبتون . والنجوم التي لها مثل هذا الحجم هي مجرد وهم وخيال ولا تحت للحقيقة بصلة . وليست هناك أية فرصة للعثور على نجم منها على بعد ستة ضوئية .

والآن ما دخل كل ذلك في تجاهل علمنا بالذات بوساطة ما قد يوجد من كائنات مفكرة في جهات أخرى من مجرتنا ؟ هناك عدة تقط يمكن أن تؤخذ في الاعتبار :

١ - نحو ٩٠ في المائة من النجوم : ومن ثم - بفرض أن التوزيع حسباً اتفق وتحت أي احتمال - نحو ٩٠ في المائة من الكائنات المفكرة التي نشأت ، توجد في مركز المجرة المزدحم بالنجوم .

٢ - تقارب النجوم بعضها إلى بعض يجعل السفر بينها أقل مشقة وأقل عناء ، بينما يجوز أن تصمد أغلب النجوم « المترافقة أو المتلازمة في السماء إلى جعل أسفار الفضاء فيما بينها غرضاً عادياً وحلداً محققاً .

٣ - إن تبادل الثقافات عامل مساعد يعمل على التقدم .
والآن إذا تساوت لدى كافة الكائنات المفكرة فرصة أن تكون كل

جساعة منها هي الأولى في النجاح في أسفار الفضاء ، فإذا على أساس النقطة الأولى من المحتمل جداً (٩ إلى ١) أن يتم النصر أول الأمر في مكان ما وسط المجرة .

و بمجرد أن نتجح بمسوعة واحدة في السفر عبر الفضاء فإن الكائنات الأخرى المفكرة التي تصل إليها هذه المسوعة إما أن تمحي من الوجود ، وإما أن تستمر ، أو هي كذلك قد تتعلم الطريقة وتعمل على نشرها بين الجماعات التي قد يمكن الاتصال بها فيما بعد . وعلى ذلك فإن ما أعنيه من النقطة الثالثة هو : على الرغم من أنه يلزم مضي نحو ستة بلايين سنة لنشوء نوع من الحياة في عالم من العوالم نجد أن نشره أسفار الفضاء وتطورها سوف لا يستلزم أكثر من ألف سنة في الغالب لتعممه كافة الكائنات المفكرة التي يتم الاتصال بها .

وبالاختصار إذا ما كانت مسوعة من الكائنات المذكرة قد نجحت في السفر فعلا عبر الفضاء بطريقة عملية خلال آلاف السنين القليلة الأخيرة ، فإنني لا أجد أية مشقة في تصور أن التجارة قد نشأت بكل تأكيد على مقياس المجرة . أو حتى إن نوعاً ما من الاتحاد المجري قد وجد بالفعل (ومن الجائز أن تكون هنالك بعض الاتحادات الصغيرة المستقلة ، لا يعلم كل منها ماذا يفعل الفريق الآخر المكون من بين تجمعات النجوم المختلفة) .

ولكن لماذا لم يتصل بنا الاتحاد إذا ؟
الأمر سهل ، فقد استخدمت التعبير « الكائنات المفكرة التي يمكن

الاتصال بها » في مطور قليلة سابقة وفي هذا التعبير سر الإجابة .
لندرس اقتصاديات الموضوع : لما كانت ٩٠ في المائة من موارد الكائنات المفكرة توجد في مركز المجرة فما هو الداعي للخروج إلى أذرع* الحلزون ، حيث تبلغ المسافات اللازم قطعها بين النجوم تسعة أضعاف المسافات بين النجوم عند المركز . بينما الكمب من حيث العوالم والموارد والكائنات المفكرة الراقية هو فقط عشر ما هو كائن هناك ؟

وعندما يكون نوع من خامات الحديد فقيراً جداً في معدن الحديد يصبح استخدامه غير مجد ولا مربح . وعندما يكون نوع من الفضاء فارغاً إلى حد كبير من العوالم قبل لا يصبح استغلاله غير مجد ولا مربح كذلك ؟

وإذا كان الأمر كذلك فإننا هنا على كوكبنا الوحيد لا يوجد بالقرب منا ما يحمل كائناً عاقلاً على إضاعة الطاقة للحضور إلينا . وإذا كان هذا هو الحال فعالمنا ما منغل ما نحن هكذا ، ما لم نتوصل إلى الطرق التي بها نظري الفضاء الكوني طلياً . ونذهب إلى المدينة الكبيرة التي نطلق عليها اسم مركز المجرة حيث نقترض وجودنا .

من الجائز أن تفعل هذا يوماً ما—إذا كان الأمر كله هكذا .
ولكن هل كل شيء كذلك ؟ وعلى الأخص : هل حققي أن الحائل هو المسافة الكبيرة أو بعد الشقة ؟ هل هو أمر طبيعي أن نعتبر سرعة الضوء هي الحد المطلق . ومن ثم نعتبر أن أسفار*
• لاحظ أن المجرة على هيئة عذبة لها مركز وأذرع طويلة منحنية من حولها . (القرص)

القضاء بين النجوم تتطلب العائيد من السنين ، بل القرون ، بل آلاف السنين . ولا تفكر في أسفار داخل المجرة على الإطلاق . ومع ذلك فهل من الضروري أن تفكر في هذا الأمر ؟

حتى عام ١٨٠٠ لم تكن تعرف أية طريقة أو وسيلة يمكن أن يطلق بها الإنسان بسرعة أكبر من السرعة التي تحمله بها الخيل ، أو تدفع الأكلوب بها السفن فوق الماء . ولكن هذا لم يعل دون أن يعدد كتاب الخيال العلمي في تلك الآونة إلى التفكير في وسائل على غرار الخيول الطائرة ، والبساط الطائر ، والأحذية التي تقطع سبعة فراسخ ، والجن أو العنابر التي هي طقوع البنان . ولم يحدث شيء من ذلك ، فقد كان كله مجرد هراء . ولكن الآلات البخارية ، والسيارات ، والطائرات ، والمفاتيح كلها ظهرت . وفي الحقيقة قد أدت هذه الفرض إلى نجاح أكبر أو كانت مجدية أكثر ، أو عما معاً .

ويحاول كتاب الخيال العلمي في هذه الآونة أن يصلوا إلى حدود سرعة الضوء بالتفكير في تدابير رحيل على غرار وسائل الانتقال عبر القضاء المبالغ فيها من حيث العدم قصورها الذاتي وما على غرار ذلك ، وهذا كلام غير مفهوم أيضاً ، وربما غير محتمل كاللباط الطائر ، وعلى أية حال فرما يصل الإنسان إلى ما يعادل سرعة الضوء حقاً في يوم من الأيام ، وعندها تصبح المسافات غير ذات بال ، وتضيع قيمتها كحائل أو عائق في الأسفار . (بعد فريش من يحبون الدعاية اليوم على سطح الأرض إلى تخفيف الحدة بين الشاطئين الشرق والغرب) ونحن

بهمنا إلى حد ما أن يوجد مورد رئيسي لليورانيوم في الكونجو . فكر في الوضع المقابل الذي كان يواجهنا منذ خمسين سنة فقط) .

والآن لنفرض أن المسافة لا قيمة لها في (إمبراطورية) تضم بين أرجائها أجزاء من المجرة . وأن فترة حياتنا القصيرة هنا تقارب ما هو كائن في أي عالم آخر وسط المجرة . فهل هنالك أي سبب آخر يدعو إلى عدم وصول الحياة في تلك العوالم الغريبة إلينا ؟

نعم - الفرصة .

إنه مجرد المصادفة حدث أنهم لم يصلوا إلينا إلى هذه اللحظة . ولنتظر في هذا الأمر الآن . فهناك السؤال الخاص بالزمن أو العصر . فلما كان الإنسان قد بدأ البحث عن المخبرات وفرة الزمان التي استغرقتها لتبني حيكماً معيناً من الصخور الرسوبية راح يزد من عمر الكون على الدوام .

ومنذ عشر سنوات مضت كان عمر الكون المتفق عليه بليونين فقط من السنين ، ثم ظهر خطأ في بعض الحسابات الخاصة بمتغيرات سيفيد ، وأن بعد المبررات بعضها عن بعض يبلغ ضعف ما كان معتقداً . وبذلك صار عمر الكون أربعة بلايين سنة . وآخرهم سمعت عنه أن عمر الشمس خمسة بلايين سنة . وأن عمر الكون لا يقل عن ٢٤ بليون سنة . (١٩٠٠)

وليست هذه هي النهاية . فنحن ما زلنا لا نعرف إلا التور اليسير . وما أوتينا من العلم إلا قليلاً .

إلا أننا نعرف بعض الأشياء فعلاً . فمثلاً بعض النجوم أحدثت من غيرها بكثير . فالنجوم لم تتكون كلها في وقت واحد .
وثمة أمر هام . فإن عملاقة النجوم المستعرة (درجات الطيف ونم ب) تطلق طاقات بمعدلات ضخمة إلى الحد الذي قد يحول دون بقائها أكثر من بضعة ملايين من السنين — فترة من النشاط النجمي تسبق مرحلة تحولها إلى قزم أبيض .

وهناك أيضاً إمكانية ينشر فيها الغبار الكوني بكثافة . . . والمعتقدان النجوم إنما نشأ الآن فعلاً في مثل تلك الأجسام .

وفي واقع الأمر أن غلاً الغبار السماء ، فإن الأذرع اللولبية للمجرات (من بينها مجرتنا بكل تأكيد) مشحونة بالغبار الذي تتولد منه النجوم ، أو الذي تنمو فيه . وكلما ازداد مقدار الغبار الكوني ازدادت حالة عدم الاستقرار . والقضاء الجاور لنا بالذات خالو من الغبار . وشمسنا نجم متزن له قيمته لا يغير من طباعه وله عمر مديد .

ونقع النجوم التي في الأذرع اللولبية ضمن « الطاقة ١ » * .

وفي مركز المجرة (سواء مجرتنا هذه أو غيرها من المجرات) ، وحيثما تزدحم النجوم ، يكون القضاء واضحاً على أية حال . وهنا لا يوجد غبار تتحدث عنه ، والنتيجة أن النجوم الموجودة هناك هي من نجوم « الطاقة ٢ » . وهي نجوم هائلة متقاربة العمر تقريباً . وتكاد لا تختلف حالات بعضها عن بعض . فهي لا تعاني تغيرات ظاهرة من حيث النمو

* يقال ذلك « السكان ١ » أو « طاقة السكان ١ » (المترجم) .

أو الانكماش . وعلى العموم يبدو أن نجوم الطاقة ٢ أقدم من نجوم الطاقة ١ — ولكن لا يعرف على وجه التحديد هذا الفرق في العمر ، إلا أن السن بعدة بلايين السنين (في المتوسط) للطاقة ٢ بالنسبة إلى الطاقة ١ هو أمر محتمل .

ويستطيع الفرد أن يتصور أنه خلال العصور الأولى لتكوين المجرة ، نشأت النجوم سريعاً ، وما إن مرت عشرات بلايين السنين في مراكز المجرات المختلفة (حول نواة رئيسية تكثرت في المركز تماماً) ، ثم نشأت من حولها نواة أخرى ثانوية صغيرة وكثرت حالة من تجمعات النجوم . حتى استنفدت النجوم المتراصة المادة الخام (أعنى غبار المجرة) التي تكثرت أو بنيت منها بأسرع ما يمكن ، ومن ثم لم يبق هنالك غبار ولما نجوم فقط . وزيادة على ذلك فإنه إذا كان الغبار الكوني قد وزع بانتظام إلى حد ما ، كنا نترقب توزيعاً منتظماً إلى حد ما كذلك بالنسبة إلى النجوم التي لها خواص نجمية متشابهة إلى حد كبير .

إلا أنه خلال عملية التكوين كانت المجرات تلف وتلدور ، مما جعل بعض الغبار يقذف إلى الخارج تحت تأثير القوى الطاردة المركزية ، فكون الأذرع اللولبية . وعلى وجه العموم كان غبار الأذرع أقل كثافة بالنسبة إلى الغبار الذي وجد في المركز . ولذا تكثرت فيها النجوم ببطء أكبر . وفي واقع الأمر لا تزال تجري فيها عمليات تكوين النجوم . وأكثر من ذلك يقل انتظام توزيع الغبار الكوني بحيث تخص منه بعض النجوم كميات أكبر من المتوسط الذي يبنى منه النجم ، بينما تخص

البعض الآخر كيات أقل. وبصفة عامة، إذا نجد أن النجوم التي في الأذرع متفاوتة الأعمار إلى حد كبير، إلا أنها أصغر من نجوم المركز بدرجات مختلفة.

وعلى ذلك فالآن يتوافر لدينا احتمال افترض أن إمبراطورية المجرة تكونت منذ بلايين السنين التي مضت من بين أقدم وأقدم المجموعات النجمية التي بالمركز. وإذا ما كان الأمر هكذا، فإن مثل هذه الإمبراطورية التي نشأت قديماً توافرت لها إمكانيات حب الاستطلاع (أهم من كل شيء). كما توافر لها الوقت لتكون على بيئة من كل كوكب نشأت عليه الحياة في المجرة ومن بينها كوكبنا. (تماماً كما أن شعوبنا الأكثر تقدماً على بيئة من كل بقعة فيها حياة في المحيط الهادئ الجنوبي، سواء أكان يومهم هذا الأمر أم لا يومهم).

ومثل هذه الحالة تحول دون وجود فرض عدم عثورهم علينا لمجرد المصادفة المطلقة. فأنواع الحياة الغريبة عنا قد اهتمت إلينا.

وهكذا نصل إلى السؤال الأخير: إذا كانوا قد عثروا علينا فلماذا لا نعرف عنهم شيئاً.

من الجائز أن نغير على طرف مماثل على الأرض يعيننا على الجواب عندما واجه الإنسان البدائي مملكة الحيوان، عمد إلى قتل كل وحش مفترس أو طير. ما استطاع إلى ذلك سبيلاً، إما من أجل الغذاء، وإما للدفاع عن النفس. وعندما اتسعت مداركه وتقدم في سبيل التحكم في بيئته، جعل بعض الحيوانات أليفة له، ولكنه استخدمها في العمل أو

لدريد من إمدادات الطعام التي يمكن الاعتماد عليها، وتوسيع آفاقه، وأبقى بعضها أليفة أو كرفاق له. ولكنه اختار منها في سبيل ذلك ذوات الأحسام الصغيرة التي أعجب بها فقط.

وفي هذا العصر، ونحن نزهو بما لنا من قوة وسيطرة وثقتنا الكاملة بأنفسنا كسادة لهذا الكوكب، نستطيع أن نكون عباقرة تماماً. فنحن ننشئ مناطق حتى للحيوانات الخطيرة. وتعاملها برفق معاملة حسنة. ونحن نجعل مواسم للصيد ونحسب الأصغار. ورفض السماح بالقتل دون حد معين. كما ننشئ أماكن لحفظ الحيوانات حيث لا نسبح بمداومة الصيد على الإطلاق. عندما نجد أن حيواناً ما في خطر أو في طريقه إلى الانقراض لا يرضينا الحال. ولا نألو جهداً في سبيل إنقاذه والإبقاء عليه. (وبالطبع ما زالت أروبتنا تعمل ضد الكائنات الحية الدقيقة التي تشكل خطراً علينا. ولا نعتقد أن من بيننا من يرفع إصبعه لمنع إبادة ميكروب الدرن).

وهذا حقيقى كذلك على المستوى البشرى. فعندما دخل الأوروبيون لأول مرة قارة أمريكا الشمالية عمدوا إلى إبادة الهنود ما استطاعوا إلى ذلك سبيلاً. والآن تعمل سلالة الأوروبيين على الاحتفاظ بما تبقى من سلالة مثل أولئك الهنود، ونشعر بحولهم بمسؤولية أيزية أو وراثية. وبمرور الوقت تنمحنى إلى حد كبير بمحاولات إبادة الشعوب «البدائية».

وإذا قبالنا يستطيع المرء أن يكتشف حداثة عهد الإمبراطورية المجرية، التي ربما تقابلت فيها الكائنات المفكرة الراقية المتنافسة أو المتراخية

قتالا مريراً ، وسيطر عليها الشر في غير رحمة ولا رأفة . حتى تعلموا أنه لا مناص من التعاون والتسامح ، أو حتى كسب فريق مفكر منهم سيادة لا نزاع فيها . وخلال تلك الفترة كذلك كان لا مناص من أخذ أى كوكب عليه عالم حياة من كائنات بدائية أو غير ذكية ما دامت فيه قائمة لأنواع الأحياء المتقدمة الذكية ، مع قليل من عدم الثقة على النحو الذى لعبه الأوروبيون نحو (الدكبل) * أو حتى نحو (السكان الأصليين) عندما احتلوا أستراليا .

ولكن بمجرد أن ثبتت الإمبراطورية البحرية أقدامها وظلت باقية عدة بلايين السنين ، ربما حدث تغير في وجهة النظر نتيجة ضمان الأمن والسلامة والنضج ، وذلك على غرار ما حدث من تغير في وجهات النظر بين البشر على النحو الذى وصفته .

فن الجائر أنهم يشعرون بشعور إنسانى عام لحماية أنواع الكائنات الذكية الناشئة في الأذرع الخلفية . وربما حتى يشعروا بشعور غريب نوعهم . وعلى أية حال فإن النجوم التى بالأذرع ذات مدى أوسع من حيث الاختلاف في الخواص بالنسبة إلى نجوم المركز . وربما ينجم عن ذلك أن تتخذ أنواع الحياة التى تنشأ على كواكبها لنفسها صفات مختلفة أيضاً إلى حد كبير . وربما تظهر أنواع الكائنات الذكية الناشئة عليها فروقاً تستحق المشاهدة ، وتثير الاهتمام الفكرى أو العقلى لدى علماء الأحياء الخارجية في المركز .

* حيوان ثديي يعيش في أستراليا

(المرمى)

وفي كلتا الحالتين عائق لافئات «اللاخطية» ، و المحذور الصيد تحت أى ظرف ، ولطف السلوك الشائك حول الأماكن المحظورة ، ومنع الحرامس الذى يقتلون سائر الصيد عياناً . واقب وأعمل ملاحظاتك من بعد . ولكن لا تجعل الأشياء (يعنى الكائنات) النافهة الصغيرة التى تجعلك أن تترك تحت أى ظرف من الظروف ، أو أن تفارق راحتك ، وانظر إليهم وراقبهم بين الفينة والفينة وهم يفجرون القنابل اللدنية على قدر وسولهم وقصر نظرهم . فإنك لن تزد في أن تحلف بأنهم بشر .

ولهذا فمن الجائر أننا لسنا طلقاء ، ومن الجائر أننا أنواع محمية . ولكننا نجعل ذلك . وفي هذه الحالة يبقى علينا أن نكبر . وتنضج ، ونرى علة التورم أننا على شيء . أو على الأقل أننا نستصير على شيء يوماً ما . ومن الجائر أننا نستطيع أن نتجز ذلك - أيضاً - يوماً ما .

١٢ - المقياس المتغير للبعد

يتغير رأى الفلكيين بخصوص حجم الكون تغيراً فجائياً كل مرة بين التقنية والتقنية . وباستمرار نحو الكبر والانتساع . وآخر مرة حدث فيها ذلك تقع المسئولية فيها مباشرة على ما فتحته الحرب من أبواب . وفي أوائل هذا القرن كانت في الحقيقة لدى الفلكيين فكرة غير واضحة عن حجم الكون . وعمل أحسن تقدير من حيث الزمن بمعرفة فلكي هولندي يدعى جاكوبس كورنيليس كابتين . فند عام ١٩٠٦ عمد إلى مراجعة دراسة (مسح) الطريق اللبنى أو طريق الثبات . فقد صور أجزاء صغيرة منه . وعد النجوم من كل قدر معين فيها . وبفرض أنها نجوم من الحجم المتوسط حسب أبعادها على قدر ما بدت من خطوط .

وانتهى بفكرة أن المجرة هي شئ . على هيئة عذسة ، (وهو أمر كاد يسود الاتفاق عليه منذ عهد وليم هرشل قبل ذلك بقرن) . وما الطريق اللبنى إلا العجاج الذى يشبه السحب المكونة من ملايين النجوم البعيدة التى نراها عندما ننظر على طول العذسة المجرية . ولقد قدر كابتين أن أكبر أطوال قطر المجرة يبلغ ٢٣٠٠٠ سنة ضوئية . كما أن سمكها يبلغ نحو ٦٠٠٠ سنة ضوئية . وعلى قدر ما كان في مستطاعه أو مستطاع غيره من إمكانيات في ذلك الوقت لم يكن هنالك شئ . بوجود خارج المجرة . وقرر كذلك أن المجموعة الشمسية تقع قريباً جداً من مركز المجرة ،

وذلك الأسباب الآتية : فأولاً يقطع الطريق اللبنى السموات نصفين متساويين تقريباً ، ولذلك لابد أننا تقع على المستوى المتوسط للعذسة . وإذا ما كنا فوق ذلك المستوى أو تحته بكثير . فإن الطريق اللبنى يزدحم بالنجوم في نصف معين من السماء .

وثانياً ، يتساوى لمعان الطريق اللبنى في كافة أرجائه . فإذا ما كنا تقع ناحية طرف أو آخر من العذسة ، فإن الطريق اللبنى سوف يكون أكثر سمكاً في اتجاه الطرف البعيد ، ومن ثم يكون أكثر بريقاً ولمعاً كذلك من الجزء الواقع في الطرف القريب . وبالاختصار تقع الشمس في مركز المجرة تقريباً لأن السموات متشابهة ، وهذا هو الوضع .

ولكن كانت هنالك خاصية واحدة من خصائص السماء تدل على عدم تجانس النصفين . فهناك في السماء عدد من « تجمعات النجوم الكرية » التى تكاد تتراحم فيها النجوم لتكون أشكالاً كرية على وجه الضرب . وتحتوى كل مجموعة كرية في أى مكان على ما يقرب من مائة ألف نجم إلى بضعة ملايين ، وفي مجرتنا وحدها نحو ٢٠٠ مجموعة منها .

حسناً ، فإذا ليس ثمة ما يدعو إلى عدد توزيع هذه التجمعات بالتساوى بين سائر أرجاء المجرة ، وإذا ما كنا في المركز فمن اللازم أن تنتشر عبر السماء بانتظام ملحوظ ، ولكن ليس هذا هو الوضع ، إذ بلوح أن عدداً وثيراً منها إنما يتراحم بعضها مع بعض في جزء صغير من السماء ،

وهو الجزء المكتظ بمجموعتي تجمعات النجوم أو كوكبي القوس والعقرب .

وتتفق هذه الحقيقة العجيبة بالفلكيين ، وكثيراً ما تفتح الأبواب لوجهات نظر جديدة عن الكون .

وتتوافر الطريقة التي نحل بها هذه المسألة ، وكذلك الطريقة التي توصل إلى وجهات نظر جديدة عن الكون في دراستنا لنوع معين من النجوم المتغيرة ، وهي النجوم التي لا تثبت على حال قط من حيث درجة اللمعان أو البريق ، أو إذا ثبت فهي النجوم التي تخرج (أو ترفف إذا صح هذا التعبير) .

وهناك العديد من الأنواع المختلفة للنجوم المتغيرة ، وهي تميز فيما بينها بالطرز أو الأنماذج الدقيق لتغيرات الضوء . فبعض النجوم يترجح ضياءها لأسباب خارجية ، ويرجع سبب ذلك عادة إلى كسوفها برفاق لها مظلمة تعترض طريق رؤيتها لها . فلنجم (الجلد) الذي في كوكبه يرشاشوف رقيق مظلم يعترض سبيلنا كل ٦٩ ساعة . ويفقد (الجلد) خلال فترة الكسوف هذه ثلثي ضوءه (ليس هذا بالكسوف الكلي) لمدة ساعتين تقريباً ثم يستعيد ضياءه سريعاً .

وأكثر متعة من ذلك تلك النجوم التي تغير بريقها بسهولة بسبب التغير في تكوينها الداخلي ، فبعضها يتفجر بعنف أو يغير عتف ، وبعضها يتبدل حاله بطريقة غير منتظمة لأسباب غامضة ، بينما يتغير بعضها بطريقة منتظمة جداً لأسباب غامضة كذلك .

ومن أكثر الأمثلة وضوحاً ولتبدأ للتأمل من بين أفراد المجموعة الأخيرة - كما يقال له (دلتا سي) * في كوكبة قيفاوس . فهو يضيء ثم يخفت سواده ثم يضيء ثم يخفت خلال زمن دورى قدره ٥.٣٧ أيام . وهو يعمد إلى زيادة الإضاءة بالنظام خلال يومين بعد أن يكون قد وصل إلى أعظم درجات إعتامه ، حتى يترك قمة البريق الذي يقدر بضعف لمرانه لحظة أكبر درجات الإعتام . وبعد ذلك يخفى نحو ثلاثة أيام وثلاث اليوم في الخفوت وويداً رويداً حتى يصل إلى خفيض بريقه من جديد . وتزايد الإضاءة أسرع بكثير من عملية الإظلام .

ويلاحظ من طيف (دلتا قيفاوس) أنه نجم خفاف ، أي إنه يتمدد وينكمش . ولو أنه احتفظ بنفس درجة الحرارة خلال هذا الخفقان لكان من السهل أن نفهم أو ندرك أنه يصير أكثر لمعاً عندما يدرك أوج حجمه . وأكثر خفوتاً عندما يصل إلى أقل حجم له . وعلى أية حال ، فإنه يغير أيضاً من درجة حرارته ، فيكون أسخن ما يمكن عندما يصل إلى أوج لمرانه . وأبرد ما يمكن عندما يكون في خفيض إعتامه . والمشكلة هي أن أكبر درجة حرارة وأعظم لمعان لا يكتسبان عندما يدرك أكبر الحجم ، ولكن عندما يكون النجم في حالة التمدد وفي منتصف الطريق إلى أكبر حجم له ، هذا كما يصل إلى أقل درجات الحرارة وأعظم حالات الخفوت عندما يكون في حالة الانكماش وفي منتصف الطريق إلى أقل حجم له . ومعنى ذلك أن (دلتا قيفاوس) هذا يشي بأن يكون له

* هو دلتا قيفاوس ، وربما يكون القدر أو الرامي أو الفرق أو حتى القرصة (الترجم)

نحو نفس الحجم في أوج بريقه وفي أطراف إعتامه . ولو أنه في الوضع الأول يكون في حالة التمدد ، كما أنه في الوضع الثاني يكون في حالة الانكماش .

ولذا يتخضع النجم لتيضات منتظمة . ولكن ليست معاصرة بعضها بعضاً (أى تقع في نفس الوقت) في كل من الحجم ودرجة الحرارة ؟ لا يزال هذا الجزء غامضاً لا نعرف عنه شيئاً .

وهناك ما يكفى من خصائص (دلنا قيفاوس) وصفاته مما اضطر الفلكيين وحملهم ، عندما وجدوا نجوماً أخرى تتصرف بنفس الطريقة أو على نفس النمط ، على التحقق من أن كافة هذه النجوم يجب أن تنتمى إلى مجموعة من النجوم متشابهة من حيث التركيب ، وأطلقوا عليها اسم « متغيرات قيفاوس » تحليداً لذكرى أول نجم تم التعرف عليه في هذه المجموعة .

وتختلف النجوم القيفاوية فيما بينها من حيث طول الدورات الزمنية . فمن هذه الدورات ما يتم في يوم واحد ، ومنها ما يطول إلى ٤٥ يوماً ، مع أمثلة متكررة على طول هذا الفرق بين الفترتين . وأقرب نجوم المجموعة القيفاوية إلينا تبلغ فتراتها الدورية نحو أسبوع كامل .

وليس ألمع وأقرب متغير قيفاوي بالنسبة لنا سوى النجم الشاملى . وتبلغ فترة دورته ٤ أيام ، ولكن خلال ذلك الوقت بسبب ترجمجه تغير بريقه بما لا يزيد على ١٠ أيام في المائة ، ولذلك فإنه ليس بالعجيب في شيء ألا يلاحظ ذلك الفلكيون الذين لفت نظرهم النجم (دلنا قيفاوس)

بما له من خفوت أكثر إلى حد ما ، ولكن تغيرات جوهريّة ظاهرة في لمعانه وبريقه .

وهناك عدد من النجوم تحكى متحنيات تغيراتها منحنيات المتغيرات القيفاوية ، ويلزم التعرف عليها من بين تجمعات النجوم الكرية . والتعرف الرئيسى الذى يميزها عن غيرها من النجوم القيفاوية العادية القريبة منا أن فتراتها الدورية في غاية القصر . فأطول فترة تبلغ نحو يوم واحد . وقد تم التعرف على فترات دورية تبلغ من القصر ساعة ونصف ساعة . وفي أول الأمر أطلق على هذا النوع اسم الحزمة (القيفاوية) ، كما أطلق على الأنواع العادية من النجوم القيفاوية اسم قيفاوس (الكلاسيكية) أو التقليدية . وعلى أية حال فقد اتضح أن حزمة (قيفاوس) هذه اسم غير سليم . لأن مثل هذه النجوم تم العثور عليها بمعدلات متزايدة خارج التجمعات أو العناقد كذلك .

واليوم يطلق على المتغيرات القيفاوية عادة اسم نجم مثال تحت دراسته (تماماً كما تبدوا) . ويسمى هذا المثال الذى تمت دراسته على أحسن حال « ز ر » المرارين . وعلى ذلك فإن المتغيرات القيفاوية تسمى (في الغالب) بمتغيرات « ز ر » المرارين .

وحتى عام ١٩١٢ لم تبد لهذه الأشياء أية صلة بسعة الكون عندما كانت الآتسة هنريتا ليفيت تدرس سحابة مجلان الصغيرة التى اعترضت سبيل زوج من عشرات متغيرات قيفاوس التى بها .

(المبرمج)

• وكذلك دعا السر القائع

(تظهر سحابتها مجلان الكبيرة والصغيرة على هيئة تفتين من السحب التي تبدو في مظهرها كأنها يغايا منفصلة عن الطريق اللبنى . وهي ترى في نصف الكرة الجنوبي . وأول من رصدها الأوروبيون خلال رحلة فرديناند ماجلان حول العالم وعمرته عام ١٥٢٠ . ولهذا أطلق عليها هذا الاسم) .

ويمكن أن نقسم أو نتجزأ سحب مجلان إلى نجوم بواسطة منظار فلكي جيد ، ويرجع السبب في ظهور هذه النجوم على هيئة تفت من الضباب التي لا يمكن التمييز بين أجزائها إلى مجرد بعدها الكبير عنا . ونظراً لأن هذه السحب توجد على أبعاد حقيقة جداً منا فإنه يجوز أن نعتبر كافة النجوم التي في أية سحابة منها على نفس البعد عنا . وليس هناك فرق كبير بين الحالة التي يكون فيها نجم ما في الحافة القريبة من السحابة أو في حافتها البعيدة .

ويعني هذا أيضاً أنه إذا ما بدأ نجم في سحابة مجلان الصغيرة في مثل ضعف لمان نجم آخر . فإن بريقه يكون الضعف كذلك . ولا دخل للمسافة في هذا الأمر .

حسناً . عندما عملت الآتسة ليفيت إلى تسجيل اللعنان ومدة تغير النجوم القيفاوية في سحابة مجلان الصغيرة " وجدت بينهما علاقة ظاهرة غير معقدة . فكلما كانت المتغيرات القيفاوية أكثر بريقاً طالت

• من في الواقع مدته سبع سديم .
• من سديم .

(المرقم)
(المرقم)

الدورة . وأعدت منحياً بيانياً يوضح العلاقة بين الظاهرتين . ويسمى هذا الشكل باسم « منحى فترة الإضاءة » .

ومثل هذا المنحى لا يمكن اكتشافه من المتغيرات القيفاوية القريبة منا . نظراً لما تذخله فروق المسافة من تعقيدات . فمثلاً (دلتا قيفاوس) أكثر لمعناً وبريقاً من النجم الشمالى . ولذلك فإن له فترة ومدة أكبر . ولكن النجم الشمالى أقرب إلينا بكثير من النجم (دلتا قيفاوس) . بحيث يبدو النجم الشمالى أكثر لمعناً بالنسبة إلينا . ولهذا السبب يبدو أن الفترة الأطول إنما تتمشى مع النجم الأكثر خفوتاً . وبالطبع لو أنه كانت في حيازتنا مقادير المسافات الفعلية للنجم الشمالى و (دلتا قيفاوس) لاستطعنا أن نضع الأمور في نصابها . ولكن في تلك الآونة لم تكن المسافات قد عرفت بعد .

وبمجرد أن تم رسم منحى فترة الإضاءة عند الفلكيين على الفور إلى افترض أنه يصلح لكافة المتغيرات القيفاوية . ومن ثم استطاعوا أن يبنوا نموذجاً لقياس الكون . ومعنى ذلك أن الفلكيين اختاروا متغيرين قيفاويين هما نفس الفترة الثورية . واستطاعوا أن يفترضوا أنهما كذلك في الأصل نفس البريق . فإذا ما ظهر بريق المتغير القيفاوى أفى قمر ربع بريق المتغير القيفاوى ب يقتصر السبب على أن بعد المتغير القيفاوى أ يبلغ ضعف بعد المتغير القيفاوى ب بالنسبة إلينا . (ونسأب البريق عكسياً مع مربع المسافة) ولقد أمكن وضع المتغيرات القيفاوية ذات الفترات الدورية المختلفة على أبعاد متباينة ، وترتيبها بالنسبة إلينا

مع قليل من المتاعب :

ويحتاج الفلكيون إلى معرفة المسافة الفعلية مقدرة بالسنين الضوئية لأى من المتغيرات القيفاوية في أوضاعها النسبية . وذلك لتحديد المسافة الفعلية لها جبراً .

ولم يكن هناك سوى مصدر واحد للصعوبات التى اعترضت سبلهم فى هذا الصدد : فالطريقة الأكيدة لقياس بعد أى نجم كانت تعتمد على تغير الوضع الظاهري . وعلى أية حال فإن تغير الوضع الظاهري يبلغ من الصغر على مسافة ١٠٠ سنة ضوئية الحد الذى يكاد يحول دون قياسه . ولسوء الحظ يبعد نجم الشمال الذى هو أقرب متغير قيفاوى إلينا بأضعاف هذه المسافة .

ولقد اضطر الفلكيون إلى عمل تحليلات إحصائية مطولة ومعقدة لتجمعات النجوم التى على أبعاد متوسطة (ليست أبعاد التجمعات الكرية) . وبهذه الطريقة عينوا المسافة الفعلية لبعض هذه التجمعات ومن ضمنها المتغيرات القيفاوية التى نصمتها .

وعلى ذلك فإن نموذج القياس الكونى أصبح خريطة حقيقية ، وصارت المتغيرات القيفاوية مقاييس متغيرة فى أيدي الفلكيين .

وفى عام ١٩١٨ بدأ هارلو شابلي عمليات حساب أبعاد التجمعات الكرية المختلفة بالنسبة إلى متغيرات (ر ر ليرى) التى نصمتها ، وذلك باستخدام منحى تغير الإضاءة ثلاثية لبيت ، فحصل على أرقام كبيرة جداً ، وتم تصحيحها وتخفيضها خلال السنوات العشر التى تلتها ، ولكن بقيت الصورة الجديدة التى رسمها للمجرة بما لها من

انساع على حالها .

وتوزع التجمعات الكرية فى كرة فوق وتحت مستوى المجرة الأوسط . وما مركز هذه الكرة المكونة من التجمعات الكرية سوى مستوى العدمة المجرية . ولكن عند نقطة تقع على بعد عشرات آلاف السنين الضوئية منا فى اتجاه كوكبة القوس .

ولقد فسرت هذه الحقيقة السر الذى من أجله توجد أغلب التجمعات الكرية فى ذلك الاتجاه .

وظهر لشابلي أنه من الطبيعى أن يفترض أن مركز التجمعات الكرية هو نفسه على وجه التقريب مركز المجرة . ولقد خطأت بعض القرائن الأخرى التى ظهرت بعد ذلك هذا الرأى . وهكذا صار مركزها ليس هو مركز المجرة بحال من الأحوال . ولكن على بعد كبير إلى جانب من الجوانب .

ونحن ما إلنا فى المستوى الأوسط للمجرة . لأن الطريق الذى يقسم السموات إلى نصفين . ولكن كيف نفسر أو نعلل حقيقة أن الطريق الذى له نفس البريق فى كافة أرجائه إذا لم تكن نحن فى الحقيقة فى المركز ؟ الجواب هو أن المستوى الأوسط عندما يصل إلى مشارف المجرة وأطرافها (حيث توجد نحن) يصبح مشحوناً بسحب أو سدم الغبار الكونى . وتقع هذه السحب بيننا وبين مركز المجرة ، بحيث تحجب عنا تماماً .

والنتيجة أننا سواء استخدمنا المناظير الفلكية الكبيرة أم لم نستخدمها ،

لا نرى من المجرة سوى الجزء الذى فى طرفنا فقط . فنحن فى مركز الجزء من المجرة الذى يمكن أن نراه ضوئياً . ولا يختلف هذا الجزء كثيراً من حيث الحجم عن تقدير كابتين . ولقد جاء خطأ كابتين (وهو ما يغتفر له فى ذلك الوقت) عن طريق افتراضه أن ما نستطيع أن نراه هو كل المجرة الموجودة . ولكن ليس الأمر كذلك .

والشكل الأخير للمجرة الذى يعتقد أنه الشكل الصواب هو على هيئة عذبة طولها ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية وسماكها ٢٠,٠٠٠ سنة ضوئية عند المركز . ويتناقص هذا السمك بالأفراخ من الأطراف ، وحيث توجد شمسا (التى تبعد عن مركز المجرة بمقدار ٣٠,٠٠٠ سنة ضوئية أى على مسافة ثلثى الطريق إلى نهاية المجرة) يبلغ سمك المجرة ٣٠٠ سنة ضوئية فقط .

ولقد سبق أن استخدمت القيفاويات التى فى سحب مجلان فى تحديد بعدها حتى قبل تحديد قياسات المجرة نهائياً . ولقد دلت تلك القياسات على أنها تبعد عنا بمقدار ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية (وأحسن الأرقام الحديثة التى توصل إليها هى ١٥٠,٠٠٠ سنة ضوئية للسحابة الكبيرة ، و ١٧٠,٠٠٠ سنة ضوئية للسحابة الصغيرة من سحب مجلان) . فهى لذلك قريبة جداً من المجرة وصغيرة جداً بالنسبة إليها بحيث يجوز اعتبارها كأنها « توابع مجرية » لمجرتنا .

ومن المعدل الذى نجرى به شمسا والنجوم المجاورة لها فى دورتها التى

يعادل ٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة حول مركز المجرة ، يمكن حساب كتلة هذا المركز (الذى يحتوى على أغلب نجوم المجرة) . والنتيجة أن هذه الكتلة تقدر بنحو ٩٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ مرة قدر كتلة شمسا . وإذا ما اعتبرنا أن لشمسا قيمة متوسطة من حيث الكتلة ، فإننا نستطيع من غير تحيز أن نعتبر المجرة مكونة من ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ نجم . وعندما نقارنها بسحابتي مجلان نجد أنهما يحتويان على ٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ نجم فى مجموعهما الكلى .

وفى العشرينيات من القرن العشرين تساءل العلماء عما إذا كان هنالك أى شئ . يوجد خارج مجرتنا وتوابعها . وقامت الظنون حول تكوينات خاصة مضية خافتة الضوء كانت أوضاع أجزائها كتلة سحابية فى كوكبة أو تجمعات نجوم المرأة المسلسلة (كان حجمها نحو نصف حجم القمر الكامل كما تراها العين الحرة) . وأطلق عليها اسم سديم المرأة المسلسلة - وأصل كلمة سديم « نيولا » لفظ إغريق يعنى السحاب .

وكانت هنالك بعض السدم تعرف على أنها جزء من المجرة لأنها تحتوى على نجوم مستعرة (ليست على أبعاد شاسعة) ، وكانت حرارتها الفريدة هى سبب بريقها ، ومن أمثلة ذلك سديم الحبار . وعلى أية حال فإن سديم المرأة المسلسلة لم يتضمن مثل تلك النجوم التى يمكن أن يصورها الإنسان وتظهر كأنها مضية تلقائياً . فهل من الحائر إذا كانت كتلة من عجاج انقسمت إلى العديد من النجوم المتباعدة بعضها عن بعض إلى حد كبير جداً (مع التكبير اللائق) ، كما أمكن أن يتقسم الطريق

اللبني وسحب مجلان ، ونظراً لأن نفس المنظار الفلكي الكبير الذي استطاع العلماء به أن يخلطوا دقائق الطريق اللبني وسحب مجلان لم ينتج في إجراء نفس العملية بالنسبة لسديم المرأة المسلسلة ، فهل من الجائز أن سديم المرأة المسلسلة هذا كان على أبعاد أكبر من ذلك بكثير .

وجاءت الإجابة عام ١٩٢٤ عندما وجه أدوين باول هابل منظار المائة بوصة بمرصد جبل ويلسون إلى سديم المرأة المسلسلة وأخذ بعض الصور الفوتوغرافية التي أظهرت أطراف السديم وقد تحللت إلى نجوم . وأكثر من ذلك فقد وجد تعبيرات قيفاوية بين النجوم التي تم التعرف عليها حديثاً واستخدمتها في تعيين أبعادها . ولقد ظهر أن بعد سديم المرأة المسلسلة هو ٧٥٠.٠٠٠ سنة ضوئية ، وهذه هي القيمة التي عثر عليها في كافة كتب الفلك التي نشرت خلال الثلاثين سنة التي أعقبت ذلك التاريخ .

وعندما نحسب حساب المسافة ، نجد بكل جلاء ووضوح أن سديم المرأة المسلسلة هو شيء في حجم المجرة ، ولذلك فهو يسمى الآن مجرة المرأة المسلسلة . ووضع هبل أساس الحقيقة القائلة بأن عدداً آخر وفيراً من نوع سديم المرأة المسلسلة هو في الواقع مجرات ، وتقع حتى على مسافات أكبر من مجرة المرأة المسلسلة ذاتها (التي نجاورنا في واقع الأمر) . وتلك لحظة فنز فيها حجم الكون من قطر يقدر بمئات آلاف السنين الضوئية إلى قطر يقدر بمئات الملايين .

وعلى أية حال ، فقد كانت هنالك بعض الحقائق أو الأسباب

التي أدت إلى جعل عمل على اضطراب وتعبير صفو هذه النتائج . فالسبب الأول أن بدت كافة المجرات الأخرى كأنها أصغر بكثير من مجرتنا . ولذا تكون مجرتنا بالذات العضو البارز في الحجم من بين مجموعة كثيرة ؟

والسبب الثاني هو أن مجرة المرأة المسلسلة هالة من التجمعات الكروية كما لمجرتنا تماماً . وعلى أية حال فإن تجمعاتها أصغر بكثير وأكثر خفوتاً بالنسبة لمجرتنا — فلماذا ؟

وجاء ابتداء الإجابة عام ١٩٤٢ عندما عاود ولتر يادى النظر إلى مجرة المرأة المسلسلة باستخدام منظار المائة بوصة . وحتى ذلك الحين لم تكن تنقسم المجرة إلى نجوم إلا في أرجائها أو مشارفها الخارجية ، أما أجزائها المركزية أو الوسطى فقد بقيت على حافها على هيئة تفتة من الضباب . ولكن في تلك الآونة حصل يادى على تقسيم غير عادي . فقد كانت الفترة فترة حرب وكانت ولاية لويس أنجلوس مظلمة ، مما عمل على إزالة أضواء المدينة الخافتة البعيدة ، وعمل على تحسين « الرؤية » .

ولأول مرة أخذت صور فوتوغرافية أظهرت الأجزاء الداخلية لمجرة المرأة المسلسلة ، واستطاع يادى أن يدرس أكثر النجوم لمعاناً في الداخل . واتفق أن هنالك فروقاً مثيرة بين ألمع نجوم في المناطق الداخلية وتلك التي على الحواف . فالع نجوم في الداخل كانت بحمرة . بينما كانت تلك التي في الحواف تميل إلى الزرقة ، وهذه الظاهرة وحدها فسرت زيادة السهولة والإمكانات التي جعلت الألواح الفوتوغرافية تلتقط صور النجوم

الخارجية - نظراً لأن اللون الأزرق يؤثر بدرجة أكبر على الألوان إذا ما قورن باللون الأحمر (ما لم تستخدم ألوان من نوع معين) . وترجع إلى هذه الحقيقة علة أن ألمع النجوم (الماثلة للزرق) التي على الحواف بلغت من البريق مائة مرة قدر ألمع النجوم (الماثلة للاحمرار) التي في الداخل .

وخيل لبدي أن بحيرة المرأة المسلسلة تحتوي على مجموعتين من النجوم هما تكوين متباين وتاريخ مختلف . فعدد إلى تسمية نجوم الحواف باسم طائفة أو السكان ١ . كما أطلق اسم طائفة أو السكان ٢ على النجوم التي بالداخل .

والطائفة ٢ هي مجموعة النجوم السائدة في الكون . إذ ربما تكون ٩٨ في المائة من المجموع الكلي . وهي نجوم إلى حد كبير قديمة العهد متوسطة الحجم . وعلى قدر معتدل في خواصها . كما أنها تتحرك في وسط خلو من الغبار الكوني .

أما الطائفة ١ فهي لا توجد إلا في الأذرع الأولية المزدحة بالأثرية الكونية لتلك المجرات التي لها أذرع حلزونية . وعلى وجه العموم فإن أعمارها تختلف إلى حد كبير . وكذلك يتباين تركيبها بالنسبة إلى نجوم السكان ٢ . ومن بينها نجوم حديثة العهد جداً مستعرة ومضينة . (وربما تكتسح نجوم الطائفة رقم ١ الغبار الذي تمر به تدريجاً فتزداد كتلتها وتصبح أكثر سخونة وأعظم لمعاناً وبريقاً - وبذلك تقل أعمارها تماماً كما يفعل البشر بالمزيد من الغذاء) .

وبهذه المناسبة فإن شمسنا بالذات تصاحب ذراعاً أولياً . ولذلك فإن النجوم التي اعتدنا عليها في حياتنا تنتمي إلى الطائفة رقم ١ . ونحن الحظ نجد أن شمسنا نجم قديم هادئ مستقر . وهي ليست مثالا واضحا لتلك المجموعة التي تكثر فيها الدوامات والتقلبات .

وبمجرد أن تم تركيب منظار المائي بوضعة على جبل بالومار* وأصل ياذى دواساته وبخوته بالنسبة للتوعين من السكان أو الطائفتين - وهما من المتغيرات القيفاوية في كل من التوعين . ولقد أظهرت هذه الحقيقة نقطة هامة مثيرة .

وتنتمي المتغيرات القيفاوية لسحب مجلان (التي ليست لها أذرع حلزونية) إلى فصيلة السكان ٢ وبالمثل متغيرات « زر » ليرى التي في التجمعات الكرية . والمتغيرات القيفاوية للتجمعات غير الكرية التي حيث أبعادها أول الأمر يطرُق إحصائية . وفي معنى آخر فإن كل ما عمل خاصاً بحجم الثغرة . وبعد سحب مجلان - بالإضافة إلى الإنشاء الأصلي لقياسات المتغيرات القيفاوية . كلها عمليات أجريت على الطائفة ٢ من القيفاويات . ولا بأس إلى هذا الحد أو القدر .

ولكن ما أمر بعد المجرات الأخرى ؟ لقد اقتصرنا مشاهدات هبل ومن تبعوه على عمالة النجوم ذات الحجم غير العادية في الكيز التي في الأذرع الحلزونية للمجرات الأخرى . مثل بحيرة المرأة المسلسلة .

* أنشأت الجمهورية العربية المتحدة منظرا عاليا قطر ٧٤ بوصة في طريق السويس - ولما المنظار قيمة عالية بالنسبة بلقوا المبداء (التبرج) .

أو لقد كانت عملاقة النجوم هذه ذوات الحجوم غير العادية من طائفة السكان ١ ، كما كانت المتغيرات القيفاوية التي رصدت بينها تنتمي إلى نفس الطائفة . ولا كانت مثل هذه الطائفة من السكان ١ تختلف إلى حد كبير عن طائفة السكان ٢ فهل يستطع المرء أن يتأكد من أن قيفاويات الطائفة ١ تصلح لكي تخصص لمنحنى من منحنيات فترة الإضاءة التي حسبت أصلاً من المتغيرات القيفاوية للطائفة ٢ فقط .

لقد بدأ بادي مقارنة دقيقة بين قيفاويات طائفة السكان ٢ الموجودة في التجمعات الكرية وقيفاويات طائفة السكان ١ التي في جوارنا بالذات ، وأعلن في عام ١٩٥٢ أن هذه الأخيرة لا تصلح للتمشي مع منحنى فترة الإضاءة الذي كان قد رسم بمعرفة ليقبت ، فلقد كان يريق أي متغير قيفاوي من الطائفة ١ خلال أية فترة معينة يبلغ بين أربعة أو خمسة أضعاف البريق الذي يكون عليه المتغير القيفاوي من الطائفة ٢ ، ولذلك ثم رسم منحنى جديد لفترة الإضاءة خاصاً بقيفاويات الطائفة ١ .

حسناً ، إذا ، إذا ما كان يريق كل نجم قيفاوي من طائفة السكان ١ يوجد في الأذرع اللولبية شمرة المرأة المسلسلة أكثر إلى حد كبير من أربعة أمثال ما كان يعتقد ، فلكي يكون بريقه كما يبدو (يقلل البريق الظاهري على حاله بطبيعة الحال) ، فإن هذه النجوم يجب أن تكون على بعد يزيد بكثير على ضعف المسافات التي كانت قد قدرت لها .

إن المقياس المتغير للقيفاويات ، ذلك المقياس الذي كان يستخدمه الفلكيون في تحديد أبعاد اجرات الأخرى ، تحول فجأة إلى نحو ثلاثة

أضعاف طولها الذي كانوا ينصرونه .

ونجأة أزعجت كافة المجرات القريبة التي سبق أن قدرت أبعادها بذلك المقياس إلى مثل ثلاثة أضعاف ما كانت عليه نحو الفضاء الخارجي . أما المجرات البعيدة التي سبق أن قدرت أبعادها بطرق تعتمد على القيم المعروفة لأبعاد المجرات القريبة ، فقد عمل على تراجعها إلى أعماق الفضاء كذلك .

ومرة أخرى ازداد حجم الكون ، وأصبح منظر المائتي بوصة يتغير من الفضاء أكثر من بليون سنة ضوئية ، نعم بليونين كاملين من السنين الضوئية .

وحل ذلك مسألة المجرات ، فإذا ما كانت جميعها على نحو ثلاثة أضعاف البعد الذي كان يعتقد ، فمن اللازم أن تكون أكبر (في الواقع والحقيقة) عما كان يعتقد . وعندما ازدادت حجوم المجرات هكذا فجأة نقص حجم مجرتنا (نسبياً) إلى حجم مناسب ، ولم تعد أعظم ما في العائلة حجماً وأكبرها جرمًا . وفي واقع الأمر لا يقل حجم شمرة المرأة المسلسلة عن ضعف حجم مجرتنا من حيث عدد النجوم التي تحتوي عليها كل منهما .

وثانياً ، من اللازم أن تكون التجمعات الكرية التي من حول المرأة المسلسلة أكثر بريقاً ولعناً في واقع أمرها أكثر مما كان يعتقد ، وذلك نظراً لأنها بالفعل أبعد بكثير عما كان يظن . وبمجرد أن حسب حساب تلك المسافة الأكبر اتضح أن يريق التجمعات الكرية للمرأة المسلسلة

يمكن مقارنتها ببريق نجمعات مجرتنا الكونية .

وأخيراً يتطلب الكون - بفرض ابتدائه من مادة أصلية غليظة متضاغطة - إلى فترة أطول بكثير للوصول إلى حالته الراهنة بما فيه من مجرات بينها مسافات شاسعة - ولكن من غير أن تتأثر سرعات تباعدها الفعلية بهذا التغير (لا تتوقف سرعة التباعد على بعد المرفى الذى تحت الاعتبار) . ولقد كان معنى ذلك أن عمر الكون هو « على الأقل » خمسة أو حتى ستة بلايين سنة . ولقد أفتق هذا الرقم المشتغلين بعلم الأرض (الجيولوجيين) - ولم يعودوا إلى اعتبار الأرض أكبر عمراً من الكون .

وكان في ذلك أكبر عون .

١٣ - منظر الوطن

يتناضل الإنسان في الوقت الحاضر في محاولة الوصول إلى القمر ، ولكنه يوماً ما - كما نأمل - سيتغز منجولاً بين النجوم البعيدة . فهل في مقدورنا أن نتخيل مجيء الوقت الذى يرفع فيه ملاح فلكر - وهو يحس بالحنين إلى الوطن - وعينه إلى السموات القريبة لكواكب الشمس البعيدة كى يتحدد موقع النقطة الدقيقة التى هى « الشمس » ٢ - الوطن ، الوطن الحبيب عبر الفضاء الشاسع المترامى الأطراف الذى يسود فيه الزمهرير . إنها لصورة مؤثرة حقاً ، ولكن ما يحول مخاطر هو . . . إلى أى مدى يستطيع الملاح الفلكى المذكور أن يذهب مبتعداً في الفضاء ، ومع ذلك يظل قافواً على تمييز منظر الوطن وتحديد معالمه ؟ وفي إمكاننا تعميم هذه المسألة بأن نقول : ما هو البعد الذى يذهب إليه ساكن أى مجموعة نجمية (شمسية) ومع ذلك يظل يميز النجم الذى ولد في مجموعة كواكبه ؟

يتوقف ذلك بطبيعة الحال على ما يكون عليه لمعان النجم المحدد . وهنا أقول (يكون) ولا أقول (يبدو) . وحيث إننا نوجد هنا على سطح الأرض فإننا نشاهد نجوماً من جميع الدرجات في اللامعان . ويرجع أمر هذا اللامعان ويعود جزئياً إلى الانتماء الخاصة بالنجم ، ولكنه يتوقف أيضاً على المسافة التى تفصله عنا . فنجم غير لامع بذاته - في مجال النجوم -

قد يبدو لنا عضواً براقاً نظراً لأنه قريب نسبياً . بينما نجم آخر أكثر لمعاناً من الأول . ولكنه أيضاً أبعد مسافة عنه قد يبدو شيئاً ضئيلاً إذا قورن أحدهما بالآخر .

فلاخذ النجمين ألفا فنتورس والعيق . فكلاهما متساو ظاهرياً في اللعان . كما أنهما في القدر ٠.١ ، ٠.٢ على الترتيب (تذكر أنه كلما صغر القدر كان النجم أكثر لمعاً وبريقاً . وأن كل نقص في القدر مساو للوحدة يقابله ضرب في ٢.٥٢ من حيث اللعان) .

وعلى أية حال فإن النجمين ليسا على نفس البعد عنا . فالنجم الفاقنطورس أقرب إلينا من كل النجوم . وهو يوجد على مسافة قلبرها ١,٣ بارسك (تجدنى في هذا الباب أذكر جميع المسافات بوحدة البارسك لأسباب أسرحها بعد قليل . ومن أجل تذكرتك نقول إن وحدة البارسك تساوى ٣,٢٦ سنة ضوئية أو ١٩,١٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ميل) . ومن جهة أخرى يقع نجم العيق على مسافة ١٤ بارسك منا ، أو عشرة أمثال بعد الفاقنطورس .

ولما كانت شدة الضوء تتناقص مع مربع المسافة . فضوء العيق إنما يتناقص بمقدار ١٠×١٠ أى مرة قدر تتناقص ضوء الفاقنطورس . وحيث إن العيق يبدو في نهاية الشوط في مثل لعان الفاقنطورس ، فن اللازم أن يكون لمعانه في الواقع والحقيقة أكثر مائة مرة .

ونحن إذا ما عرفنا بعد نجم أمكننا أن نأخذ في الاعتبار وبذلك نستطيع حساب ما يكون عليه لمعانه لو أنه كان في موضع على مسافة

أساسية . والمسافة التي يستخدمها الفلكيون فعلاً كأساس في هذا الصدد هي ١٠ بارسك (ولذا السب أذكر جميع المسافات في هذا الباب مقدرة بالبارسك) .

وهكذا يكون القدر الظاهري (اللعان الحقيقي للنجم كما نراه) للنجم الفاقنطورس هو ٠.١ وللعيق ٠.٢ . أما القدر المطلق (اللعان الذى يظهر به النجم لو أنه كان على بعد ١٠ بارسك) فهو ٤.٨ للافاقنطورس . و - ٠.٦ للعيق .

وبهذه المناسبة تكاد الشمس تساوى في لمعانها لمعان أو برق الفاقنطورس ، قدرها المطلق هو ٤.٨٦ . وكلاهما من النجوم المتوسطة . وفي الإمكان ربط القدر المطلق والقدر الظاهري والمسافة بوساطة المعادلة البسيطة التالية :

$$m - M = 5 - \log r$$

حيث إن (م) هو القدر المطلق لنجم ما . (م) القدر الظاهري . (ف) المسافة مقدرة بالبارسك . وعلى بعد ١٠ بارسك تكون قيمة (ف) هي ١٠ ، ولو ١٠ تساوى الواحد الصحيح ، وتصبح المعادلة $m - M = 5$ أو $m = M$. فالمعادلة - على الأقل - تؤيد ما سبق أن قلناه ، فتبين لنا أن القدر الظاهري إنما هو يساوى القدر المطلق عند المسافة الأساسية ١٠ بارسك .

ولكن دعنا نستخدم المعادلة في غرض أكثر أهمية ، فلاحظنا الفلكي

• لو هو المختار لوقاريم كما هو معروف . (المرجع)

على كوكب نجم آخر . ويرغب في أن يرشد عليه القوم المحليين إلى الشمس . وهو يود لكي يفعل ذلك بكل فخر أن تكون من القدر الأول .

فالمعادلة نرشدنا إلى المسافة التي يجب أن نكون عندها حتى يتحقق ذلك . فالقدر المطلق للشمس (م) هو ٤.٨٦ وهو ثابت لا يمكن تغييره . وللمطلوب أن يكون القدر الظاهري هو الواحد الصحيح . ولذلك نعوض عن هذه القيمة بدلا من (م) ثم نحسب قيمة (ف) التي لنجدها تساوي ١.٧ بارسك .

والفاقنطورس هو النجم الوحيد الموجود في حدود ١.٧ بارسك من الشمس . ومعنى ذلك أنه من كوكب في مجموعة الفاقنطورس فقط تظهر الشمس كنجم من القدر الأول . ولا يتحقق هذا من أية مجموعة كواكب أخرى في أنحاء الكون . فالشعري إجمالية مثلاً قريبه منا (تقع على بعد أقل من ٣ بارسك) أي قريبة إلى درجة تجعله دون منافسة أكثر النجوم لمعاناً في السماء . مع أنها في الحقيقة في العيوق في الممعان . ومع ذلك حتى من مجموعة الشعري إجمالية تظهر الشمس كنجم من القدر الثاني فقط .

حسناً إذاً . لقد أرضى الملاح الفلكي كبريائه . ولكن الحنين إلى الوطن قد يجعله يتخلى عن التطلع إلى القدر الأول . ويرضى بالتنازل إلى رؤية أي ويبقى من الوطن مهما كان خافتاً .

وحيث إن نجماً قدره ٦.٥ يكاد يراه زوج من العين الممتازة في

خاروف رؤية مثالية . فلنأخذ (م) مساوياً ٦.٥ بدلا من الواحد الصحيح ونحسب قيمة جديدة للمقدار (ف) لنجدها تساوي ٢٠ . بارسك . والشمس تخفت إلى حدود الرؤية لتعين المجردة على بعد ٢٠ . بارسك .

وبالطبع تكون ظاهرة على هذا البعد من جميع الاتجاهات (بقرض ألا تحجبها سحب الغبار أو أي شيء من هذا القبيل) . حتى إنه يمكن رؤيتها بالعين المجردة من أي مكان داخل كرة نصف قطرها بارسك تحتل الشمس مركزها . وحجم مثل هذه الكرة حوالي ٣٢.٠٠٠ بارسك مكعب .

ويبدو ذلك الحجم عظيماً وهائلاً . ولكن في جوار شمسنا تبلغ كثافة توزيع النجوم (أو النجوم المتعددة) حوالي ٤ لكل ١٠٠ بارسك مربع . وعلى ذلك نجد داخل كرة الرؤية للشمس (أو الكرة التي تشكلت ترى الشمس من على سطحها) ما يقرب من ١٤٥٠ نجماً أو مجموعات نجوم متعددة المركبات . وبما أن المجرة تحتوي على حوالي مائة مليون نجم ، فإن عدد مجموعات النجوم التي يمكن رؤيتها إياها بالعين المجردة إنما يمثل نسبة ضئيلة . لا يعتمد بها من بين ما هو موجود فعلاً بالمجرة .

أو دعنا نعالج الأمر بطريقة أخرى : فالعرض الكامل للمجرة عبر شكلها العدسي حوالي ٣٠٠٠٠ بارسك . ومدى رؤية الشمس لا يزيد على $\frac{1}{800}$ منه فقط .

ومن الواضح أننا لو أطلقنا لأنفسنا العنان في التنقل من هنا إلى هناك بين أرجاء المجرة . لوجب علينا أن نأخذها قضية مسلماً بها أننا حين نرفع

أعينا المغرورة بدموع الحنين للوطن إلى السموات الغربية لن نرى منظر الوطن .

وطبيعة الحال . لنذع جالباً هذا الرثاء ولتليده . فهناك نجوم أقل من الشمس بكثير في قوى الاستضاءة . ولذا تكون أقصر بكثير في مدى الرؤية .

وأقل النجوم المعروفة من حيث شدة الاستضاءة هو ذلك المذكور في الكتب تحت اسم « مرافق ب د + ٤٠٤٨ » والذي أقرحه — لأسباب واضحة (لأغراض هذا الباب فقط) أن نطلق عليه اسم (جو) ، و (جو) هذا له قدر مطلق قوته ١٩.٢ . ويبلغ ذلك اثنين فقط من مليون من درجة لمعان الشمس . ورغم أنه على مسافة ٦ بارسل فقط منا إلا أنه يكاد يرى بمنظار فلكني كبير مناسب .

وباستخدام المعادلة السابقة نجد أنه على بعد ٠.٠٣ من البارسل . وبكاد (جو) يظهر للعين المجردة . ومعنى ذلك أننا لو وضعنا (جو) مكان الشمس فإنه يَخفى عن العين المجردة بحيث لا نراه على مسافة ستة أمثال بعد الكوكب بلوتو تماماً .

وليس هنالك احتمال له قيمته لوجود نجمين قريبين بعضهما من بعض إلى هذه الدرجة في أى مكان من المجرة . ما لم يكونا بطبيعة الحال

• مواقع النجوم المختلفة الموجودة في عدد أمالس من يمين الخس (ككتلوج) النجوم الألف (ب د) . أما الرمز (+ ٤) فهو يشير إلى أن موقع هذا النجم في السماء بالنسبة إلى خط الاستواء السماوي يتحصر بين ٠° ودرجات شمالية ٤٠٤٨ هو ترتيبه بين جميع النجوم الواقعة بين ٠° ودرجات (المترجم)

جزءاً من مجموعة نجم متعدد المركبات . و (جو) فرد في مجموعة نجم متعدد المركبات . وهي مجموعة تتضمن النجم ب د + ٤٠٤٨ كمرافق لها .

ونتيجة لذلك . فإن وجود نجم مثل (جو) يبقى سرّاً مغلفاً (لدى أى جنس لا يملك مناظير فلكية أو لا يعيش على كوكب يدور فعلاً حول (جو) أو حول رفيقه . كما أن أى رجل من سكان (جو) لا يمكنه بتاتاً رؤية موطنه بالعين المجردة من أى كوكب خارج مجموعة متعددة المركبات . من أى كوكب على الإطلاق .

ومن ناحية أخرى لتأخذ نجوماً أشد لمعناً من الشمس . فالشعري الهجائية قدرها المطلق ١.٣٦ ويمكن تمييزها من على بعد ١٠٠ بارسل . بينا العميق ذو قدر مطلق قوته ٠.٦ ويمكن رؤيته حتى على مسافة ٢٦٠ بارسل . وعلى ذلك يمكن رؤية الشعري الهجائية خلال حجم من الفضاء يبلغ ٦٠٠ مرة قدر الحجم الذى ترى فيه الشمس . والعميق خلال حجم قدره ٢٠٠٠ مرة .

وليس العميق على أية حال أعظم النجوم استضاءة . فمن بين كل النجوم الظاهرة للعين المجردة يكاد رجل الجوزاء يكون أشدها استضاءة . إذ أن قدره المطلق ٥.٨ يجعل استضاءته تزيد بنحو ٢٠.٠٠٠ مرة قدر استضاءة الشمس . وحتى أكثر مائة مرة من استضاءة نجم العميق اللامع البراق .

ويمكن رؤية رجل الجوزاء بالعين المجردة من على مسافة ٢٩٠٠

بارسك في أى اتجاه . أى إلى مدى يبلغ ١/٢ اتساع المجرة ، وهو مدى يستحق شيئاً من الإجلال والتقدير .

ويعنى ذلك أنه في أنحاء جزء كبير من المجرة يمكننا الاعتماد في التعرف على شمسنا عن طريق جارتنا القريب ، فنستطيع أن نقول للسكان المحليين : أه ، حسنًا ، لا يمكنكم رؤية الشمس من هنا ، ولكنها قريبة جداً من رجل الجوزاء . ذلك النجم الموجود هناك والذي تطلقون عليه اسم عيفكسليت .

ولكن الرقم القياسي لشدة الاستضاءة لم يقر به أى عضو في مجرتنا نحن ، بل هنالك نجم اسمه (س . دورادوس) في سحابة ماجلان الكبرى (وهو إلى حد ما تابع لمجرتنا وعلى مسافة ٥٠.٠٠٠ بارسك) . وهذا النجم (س . دورادوس) ذو قدر مطلق قيمته - ٩ . ويمكن رؤيته بالعين المجردة من بعد ١٢,٥٠٠ بارسك — هذا كما يمكن تمييزه عبر مجرته الصغيرة ، وتقریباً عبر الطول الكامل لمجرتنا الكبيرة لو أنه كان موجوداً فيها . وبطبيعة الحال يمكن أن يتبادل النجم العادى في بريقه مع النجم الذى يتصدر . ونقسم النجوم المتفجرة إلى طائفتين : فأولاً هناك النجوم البراقة العادية (نوكا) التى تفجر كل مليون سنة أو ما يقارب ذلك نسبة مئوية من مادتها . ويرداد لمعانها عدة آلاف المرات (مؤقتاً) عندما تجرى هذه العملية . وهى تحيا حياة طبيعية إلى حد كبير بين كل انفجارين تماماً كما تفعل النجوم العادية . وقد يصل القدر المطلق من فى الواقع نجوم تحت حدية الاكتشاف أو جديدة ، ونظراً لشدة بريقها فقد سبى أن ترجسها إلى براقة . (المترجم)

لمثل هذه النجوم إلى - ٩ . مما يجعلها تقارب بريق أو لمعان (س . دورادوس) في كافة الأوقات . إذ أن (س . دورادوس) هذا هو أكثر النجوم شذوذاً . وبكل تأكيد تبلغ درجة لمعان النجوم البراقة (نوكا) ملايين المرات قدر درجة لمعان النجوم المتوسطة التى على غرار شمسنا .

ولكن هناك نجومًا فوق البراقة . وهى التى تنبهم تماماً وتصبح أترأ بعد عين خلال انفجار واحد هائل . وتنبهم عنه طاقة تبلغ ما تنتجه الشمس خلال ستين سنة . وتنبهد أعاب كتبها . أما ما ينبى فيتسوك إلى قزم أبيض . وتصل النهاية العظمى لأقمارها المطلقة في أى مكان إلى ما بين - ١٤ - ١٧ . ولذلك فإن النجم فوق البراق الكبير يمكن أن تبلغ درجة لمعانه أو بريقه ١٥٠٠ مرة قدر حتى (س . دورادوس) .

وإذا ما تصورنا نجماً من النجوم فوق البراقة الجيدة التى يصل قدرها إلى - ١٧ ، فإن هذا النجم يمكن أن يرى بالعين المجردة وهو على أقصى درجات اللعان من مسافة قدرها ٥٠٠.٠٠٠ بارسك . وقد معنى آخر عندما يضى . مثل هذا النجم فوق البراق في أى جزء من مجرتنا فإنه يمكن أن يرى بالعين المجردة في أى مكان آخر من نفس المجرة كذلك (ما لم يحل دون ذلك الإعتماد الناجم عن الغبار الكونى المنتشر بين النجوم) . وحتى يمكن أن يرى من توابع مجرتنا ممثلة في سحابى مجلان الكبيرة والصغيرة .

ومها يكن من شئ . فقد تبلغ المسافة بين مجرتنا وأقرب المجرات لنا احتمالاً في الحجم وهى مجرة المرأة المسلسلة نحو ٧٠٠.٠٠٠ بارسك ،

ولذلك فإن النجوم فوق البراقة الموجودة في المجرات الأخرى لا يمكن أن ترى بالعين المجردة ، فأى نجم فوق براق يرى بالعين المجردة يجب أن يوجد في مجرتنا بالذات . أو على الأكثر في سحب مجلان .

والآن لقد درس الفلكيون النجوم البراقة التي أضاءت وتوهجت في مجرتنا . فملاك كان هنالك نجم براق في كوكبه الجاني عام ١٩٣٤ الذي ارتفع من الإعتام خلال المنظار الفلكي الكبير إلى القدر الثاني (في مثل بريق النجم الشهابي مثلاً) خلال عدة أيام ، وبقى على ذلك القدر من البريق واللمعان لمدة ثلاثة أشهر .

وفي عام ١٩٤٢ وصل نجم براق القدر الأول (في مثل بريق السماك الرامح) لمدة شهر .

ولكن النجوم البراقة ذاتها ليست غير عادية ، فإن عدد ما يتوهج منها في المجرة يبلغ في المتوسط ٢٠ نجماً كل عام .

وتختلف النجوم فوق البراقة عن ذلك تماماً . وكما يجب للفلكيون أن يحصلوا على قراءات خاصة بها ، ولكننا لسوء الحظ نجد أنها نادرة إلى حد كبير . فقد قدر أن نحواً من ثلاثة نجوم فوق البراقة تظهر في كل مجرة كل ألف سنة ، أي ظاهرة واحدة لكل ٧٠٠٠ نجم براق عادي .

ومن الطبيعي أن تبلغ دراسة النجوم فوق البراقة الذروة القصوى إذا ما ظهرت في مجرتنا بالذات ، ولهذا ينتظر جميع الفلكيين ظهور نجم منها . وفي واقع الأمر ، هناك فرصة توقع ظهور ثلاثة نجوم فوق البراقة في مجرتنا في مدى الألف سنة الأخيرة . وعلى الأقل كانت هنالك ثلاثة

نجوم براق تلمع بشدة وأمكن رؤيتها بالعين المجردة خلال هذه الفترة . وأدت رؤية النجم الأول منها عام ١٠٥٤ ميلادية على أيدي الفلكيين الصينيين واليابانيين . ومن الوضع الذي سجله أولئك الشرقيون في كوكب الثور أخذ الفلكيون الحديثون فكرة عظيمة عن الفسفرة التي يخشون خلالها عن أية بقايا للنجم البراق . وفي عام ١٨٤٤ استطاع الفلكي الإنجليزي ولیم بارنس أن يعين جسماً غريباً في المكان الثلاثي . وقد كان هذا الجرم الغريب نجماً دقيقاً يرى بصعوبة باستخدام أى منظار فلكي جيد (وقد تحول أخيراً إلى قزم أبيض) . وكانت تحيط به كتلة غير منتظمة من الغاز المتوهج . ونظراً لأن الغاز كان غير منتظم . وكانت له مساقط على هيئة الخالب أطلق على الجرم اسم مدمم (أبو جلمبو) .

ولقد دلت الأرصاد المأخوذة خلال عشرات السنين على أن الغاز أخذ في التمدد . وقد كشفت التحاليل الطبيعية عن المعدل الحقيقي لهذا التمدد . وباستخدام هذه القيم مع قيم المعدل الظاهري أمكن تقدير بعد مدمم (أبو جلمبو) بما يقرب من ١٦٠٠ بارسك . ويفترض أن الغاز أخذ ينتشر إلى الخارج في زمن معين في الماضي ، أمكن الرجوع إلى الخلف في عمليات الحساب لمعرفة الفترة التي تم فيها ذلك الانفجار (من الوضع الحالي ومعدل تمدد الغاز) وقد تخففت هذه العمليات الحسابية عن أن الانفجار إنما حدث حوالي عام ٩٠٠ ميلادية . ولم يبق ثمة شك في أن مدمم (أبو جلمبو) هو ما تبقى من نجم عام ١٠٥٤ البراق .

ولكى يلمع النجم البراق بدرجة أكبر من الزهرة يلزم أن تكون له نهاية عظمى من القدر مقدارها - ٥ . وبالتعويض عن هذه القيمة في المعادلة بدلا من م والمسافة ف بالقيمة ١٦٠٠ نجد أن القدر الكلى هو على وجه التحديد - ١٦ . ومن هذه القيمة ويؤاى القزم الأبيض والانفجار الغازى لا يبقى ثمة شك في أن نجم عام ١٠٥٤ البراق كان نجما من النجوم فوق البراقة الحقيقية وأنه نشأ في مجرتنا .

وفي غضون عام ١٥٧٢ ظهر نجم جديد في كوكبة ذات الكرسي . ولقد فاق الزهرة وكان يرى أثناء النهار . وفي هذه المرة رصدته الأوروبيون . وفي الحقيقة أنه شاهده آخر وأشهر فلكى كان يرصد بالعين المجردة ألا وهو تيجو براهى وهو في مقتبل العمر . وكسب عنه كتاباً أسماه (دى نونا ستلا) أى (ما يتعلق بالنجم الجديد) ومنذ ذلك الحين تستخدم كلمة (نونا) أو جديد لما ظهر بعد ذلك من نجوم براقة مماثلة .

وفي عام ١٦٠٤ ظهر نجم جديد كذلك ولكن في كوكبة الحية . ولم يصل إلى درجة برقي ولمعان نجم عام ١٥٧٢ البراق . وربما بلغ درجة لمعان المريخ فقط في أوج إضاءته (نحو قدر ظاهرى يساوى - ٢.٥) . ولقد شاهده فلكى آخر عظيم هو جوهان كبلر الذى كان مساعداً لتيجو في سنيه الأخيرة من حياته .

والسؤال الآن هو هل كان النجمان البراقان اللذان ظهرا عام ١٥٧٢ ثم ١٦٠٤ من النوع فوق البراق ؟ . على عكس الحالة التى ظهرت عام ١٠٥٤ لم يعثر لا على قزم أبيض . ولا على تكوين سديمي .

ولا على أى شيء في المكائين اللذين عجبنا كل من تيجو وكبلر . وبذلك لم تتوافر القرائن المباشرة التى تدل على النجوم فوق البراقة . وربما نالنا فقط من النجوم البراقة العادية .

حسباً ، إذا ما كانا كذلك بقدر كلى لا يزيد على - ٩ . فإن نجم عام ١٥٧٢ البراق لابد أنه كان على بعد ٦٠٠ يارسك فقط إذا فاق الزهرة في درجة لمعانه . أما نجم عام ١٦٠٤ البراق فللابد أنه كان على بعد ٢٠٠ يارسك . ومن غير احتمال ألا ترصد المناظير الفلكية الحديثة النجوم التى على مثل هذه الأبعاد القصيرة . حتى إذا كانت خافتة الضوء أو ممتصة . كما يلوح لى (بالقطع إذا انبى أمر النجمين إلى درجة إعتام أو خفوت « جو » ربما لا يمكن رصدهما . إلا أن هذا المستوى من الخفوت والإعتام غير محتمل إلى حد كبير) .

ويلوح أن أغلب الفلكيين فانون بأن نجمى عام ١٥٧٢ و ١٦٠٤ البراقين هما من النجوم فوق البراقة التى في مجرتنا . ويشير هذا نوعاً من التكميم في التاريخ الفلكى . إذ يظهر نجمان من النوع فوق البراق في جبل واحد . وهو الجبل الذى سبق مباشرة اختراع المنظار الفلكى المكبر . بينما لا يظهر نجم واحد فوق البراق في مجرتنا في السعة أجيال التى تلت ذلك .

وحتى المنظار الفلكى الصغير يستطيع التعرف على موقع النجم فوق البراق بدرجة أكثر دقة . ويجعل عدم وجود البقايا أكثر احتمالاً . وإذا ما كانت النجوم فوق البراقة قد ظهرت بعد اختراع المنظار الفلكى المكبر فإن الأمور كانت تكون أكثر بهجة لصغار الفلكيين السعداء .

وفي واقع الأمر أنه قد رصدت النجوم فوق البراقة منذ عهد كبار نحو ٥٠ مرة في جملتها . ولكن في الميزرات الأخرى فقط . بحيث كان البريق الظاهري منخفضاً إلى الحد الذي لم يمكن من الحصول إلا على بعض التفاصيل القليلة .

ولقد ظهر أعظم نجم فوق البراق وأقربها إلينا منذ عام ١٦٠٤ في عام ١٨٨٥ في مجرة المرأة المسلسلة التي في جوارنا . وقد بلغ قدره الظاهري ٠.٧ (لاحظ أنه لم يكن ظاهراً تماماً للعين المجردة . وكما قلت سابقاً لا ترى بالعين المجردة إلا النجوم فوق البراقة التي في مجرتنا أو في سحب مجلان) . ولما كانت مجرة المرأة المسلسلة على بعد ٧٠٠٠٠٠٠ بارسك زادت قيمة القدر المطلق للنجم فوق البراق بمقدار بسيط فوق - ١٧ . ولقد بلغ بريقه عشر مقدار لمعان المجرة كلها التي تضمنته . ولما كانت مجرة المرأة المسلسلة أكبر بكثير من مجرتنا نحن . أمكننا أن نقول إن هذا النجم فوق البراق قارب في درجة لمعانه كثافة نجوم الطريق اللبني مجتمعة - لفترة على أية حال .

(وفي الحقيقة ترجع إلى لمعان هذا النجم غير العادي حقيقة أن الفلكيين تحققوا من وجود نجوم براقية يزيد بريقها آلاف المرات عما يشاهدون عادة . ومن ثم بنيت فكرة النجوم فوق البراقة .)

حسناً الآن . لقد مررت المظاهر الفلكية وآلات قياس الطيف على النجم فوق البراق الذي ظهر عام ١٨٨٥ . ولذلك تمت دراسته بطريقة أسلم بكثير بالنسبة إلى النجمين الأكثر قرباً اللذين ظهرا عامي ١٥٧٢

و ١٦٠٤ . إلا أن الفلكيين لم تكن قد اكتملت استعداداتهم بعد . فلم يكن التصوير الفوتوغرافي قد استعمل في أعمال التحليل الطيف . ولو أن نجم عام ١٨٨٥ فوق البراق بق ٢٠ سنة أكثر مما عاش . أو لو أنه كان على بعد ٢٠ سنة ضوئية من الأرض (بحيث يستغرق الضوء عشرين سنة ضوئية ليصل إلينا) لأمكن تسجيل طيفه (فوتوغرافياً) . وبذلك كانت دراسته تتم بالتفصيل .

حسناً . ليس أمام الفلكيين غير الانتظار . ومن المحتمل أن يوجد نجم فوق البراق في القرن التالي ويتعجر إما في مجرتنا وإما في مجرة المرأة المسلسلة . والذين سوف يجيئون (والله يعلم ماذا سيظهر من مجتمعات - ومن المظاهر اللاسلكية كذلك) سيكونون على أهبّة الانتظار . على فرض بطبيعة الحال أن النجم فوق البراق الذي سيظهر بعد ذلك لا يكون عظيم الفائدة . وعلى أية حال فإن الفرصة تكاد تنعدم بسبب المعلومات القليلة التي تعرفها عن هذه النجوم فوق البراقة .

وحسب هذا لا يزال يثير موقفاً يدعو إلى الخوف والاضطراب فحواه ما كان حال الأرض على حساب الشمس تحت مثل تلك الظروف - فإن الأرض سوف تتحول إلى غاز أو تروح هباءً متشوراً إذا ما انفجرت الشمس .

ومع ذلك فهل نحن لا يهمنا غير الشمس ؟ فثلاً لنفرض أن (الفائقطورس) هو الذي قرر الانفجار . في الواقع إذا ما صار (الفائقطورس) نجماً براقاً عادياً ووصل إلى قدر مطلق يساوي - ٩ .

فإن قدره الظاهري سوف يكون ١٣.٥ ، وبذلك يصبح ٢.٥ مرة في مثل درجة لمعان القمر الكامل (البدر) . هذا كما يعطى منظر الخريف لتلك الفئة من سكان الأرض الذين يعيشون بعيداً إلى جنوب فلوريدا ومصر (سوف يكون ذلك مصداً جديداً يجذب السائحين) . كما سوف يهاجر من يعيشون في أقطار مثل الأرجنتين ، واتحاد جنوب أفريقيا وأستراليا ، لعدة شهور) .

أو بدلاً من هذا كله : لنفرض أن النجم الثاقب قنطورس كان من النجوم فوق البراقة ووصل قدره المطلق - ١٧ (من المستحيل أن يحدث ذلك تبعاً للنظريات الحالية) . ولكن دعنا على أية حال نعلم بصحة هذا الفرض) . فإن قدره الظاهري سوف يكون عندئذ - ٢١.٥ . مما يجعله ٤٠٠٠ مرة في مثل قدر إضاءة القمر الكامل ، وفي واقع الأمر ١٠٠٠ من قدر لمعان الشمس .

وسوف لا يكون هناك أى جزء من أجزاء الأرض يظهر للقنطورس في سماء ليله تحت مثل هذه الظروف . فيصبح في مقدورك أن تقرأ الجرائد كما تكون ظلاماً . أما عندما يظهر القنطورس في سماء النهار فإنه يظل مرئياً تماماً على هيئة نقطة ضوء واضحة البريق . وفي حالة صفاء السماء من السحب تكون ظلاله . وفي الحقيقة أن الأرض تنظر كوكباً لشمس مزدوجة خلال عدة شهور .

وسوف تزداد الطاقة الكلية التي تصل إلى الأرض (مؤقتاً) بمقدار يصل إلى ٠.٦ في المائة . وربما يحدث هذا الرقم أثراً له قيمته على الطقس .

وإن جزءاً كبيراً من إشعاعات القنطورس سوف يكون على هيئة طاقة نارية . ويلزم أن تلعب هذه الإشعاعات القصيرة دورها مع جو الأرض المائي . وبالاختصار : رغم أن القنطورس قد لا يعقد خطراً على الحياة بل الأرض عندما يصير نجماً من النجوم فوق البراقة - إلا أنه من غير شك سوف يجعل الأشياء ساخنة بالنسبة إلينا لفترة من الزمان .

هناك إشاعة في الخسارج بأنني لا أقرأ على الإطلاق من الكتب إلا ما كتبت . ولكن ما هذا القول بطبيعة الحال إلا خير مبالغ فيه مجرد التأثير . فمثلاً قرأت حديثاً كتاباً اسمه (نحو عالمية متحدة) : كتبه ويجنالك و . كاب (من مجموعة بيزك عام ١٩٦٠) ، وقد استمتعت بكل جزء منه كما استمتع بقراءة كتاب من كتبي .

وهو يمثل منظراً للكون من حيث ابتدائه وانتهائه . بطريقة بلغت من الإمتاع والوضوح والإقناع الدرجة التي جعلتني لا أستطيع مقاومة مناقشته . ومن واجبي أن أحذرك بأن جانباً مما سأقوله هو من كلامي . وليس من صياغة كتاب . وقد لا أعمد دائماً إلى التفرقة بين الكلامين . ويعالج كتاب أول الأمر مسألة أصل الكون ، ويظهر على وجه العموم أن هذه الاختلافات في المظهر ممكنة وغير مستحيلة .

فأولاً قد لا يكون هناك أساس أو أصل على الإطلاق . وربما وجدت الطاقة والمادة التي في الكون منذ الأزل أو اللانهاية . ويلغى هذا الافتراض ويعمل على إبعاد الانشغال بمسألة الخلق إلا أنه يدخل مسائل أخرى . فمثلاً لماذا نجد الكون نشيطاً في حالته الراهنة ؟ فالنجوم تتكون

« يلاحظ أن العلم الطبيعي يبدأ دائماً من نقطة معينة من حالة الوجود ولا يتعرض لمسألة الخلق من عدم ، وهذه ناحية تعيب العلم الطبيعي . (المترجم)

وتتحول غاز الأيدروجين إلى غاز الهيليوم ، ومن ثم تتحول تدريجياً إلى أقزام بيضاء (يمرورها أحياناً على مرحلة النجم البراق أو فوق البراق خلال هذه المرحلة) . وإذا ما كان هذا هو الحال خلال اللانهاية ومنذ الأزل . فمماذا لم تصل كميات الأيدروجين التي تتحول بمقادير عظيمة ، وكافة النجوم التي ظالمًا تفجرت أو احترقت . وجميع الأقزام البيضاء التي تختزل ، إلى أقزام سود ؟ وبالاختصار لماذا لم يصل الكون إلى حالة النهاية العظمى للدرجة التعادل أو قمة (الانتروبي) ؟

ومن بين المشكلات التي لم يذكرها كاتب . وقد سبق أن اقترحتها مرة هي : حالة النهاية العظمى للدرجة التعادل هي حالة مصادفة . ومن ثم مجرد تحرك الحسابات حسيماً اتفق في مثل هذا الكون يمكن أن تتوافر حالة من النظام الجزئي . تماماً كما يحدث عندما (نقتط) ورق (الكنتينة) مدة كافية فإنه يجوز أن نحصل فجأة المصادفة المطابقة على عشرة (البستوني) في صف واحد . وقد يمثل الكون نشيطاً حالياً مثل هذا الوضع الذي يوجد فيه النظام جزئياً . أو جانباً من النظام المختزن الذي يسير في سبيله إلى درجة التعادل المطلق . وعندما يتم ذلك يتوافر وقت بنعدم فيه النظام دون شك حتى يظهر كون آخر ربما يكون منظماً إلى حد أعلى وأكبر بكثير . بالنسبة لكوننا الحالي . أو هو ربما يقل فيه النظام ، وهلم جرا

وتمت طريقة أخرى أسهل للخروج من المأزق . هي أن نفترض أن الكون لا ينهي من حيث الحيز أو القدر ، وعلى ذلك فمن الطبيعي

أن يستغرق زمناً لا نهائياً ليتحول عالمنا اللانهائي هذا فيصل إلى درجة قصوى من درجات التعادل . ولكن مثل ذلك إنما يركب لانهائية على أخرى وينتج في مسائل جديدة .

والفرض العام الثاني لأصل الخليفة أن مادة وطاقة الكون إنما تم خلقها كلها مرة واحدة في زمن معين في الماضي . ولقد شاع هذا النوع من المذهب الخاص بأصل الكون وسلم به الكثيرون خلال العشرينيات من هذا القرن ، عندما وجد أن المجرات تسرع متباعدة بعضها عن البعض بمعدل يتزايد على الدوام بازدياد مسافتها أو أبعادها .

وعندما نتبع المادة إلى الوراء إلى حيث الماضي ، على غرار تحرير شريط سينمائي إلى الخلف . نجد أن كافة المجرات تقارب ثم تتجمع إلى كتلة ضخمة واحدة من المادة هي « البيضة الكونية » التي تعتبر في التاريخ مبدأ الكون .

وهنا تظهر فروض ثانوية عديدة : فلما أن البيضة الكونية خلقت من لا شيء . ثم راحت تتمدد في الحال . ولما أنها انفجرت بعد فترة من الاستقرار . أو على عكس ذلك كانت البيضة الكونية هنالك على الدوام ! ولكن حدث أن انفجرت في زمن خاص . وعلى أية حال . مرت أوقات معينة عندما حدث الخلق أو حدث الانفجار . أو حدث كل منهما معاً . ولكن ماذا كان من أمر ذلك الوقت أو تلك الفترة من خصائص معينة ليسج عنها هذا الحادث المعين ؟ للإجابة على ذلك يجب أن يغطي بعض الفروض الإضافية . (ومن أمثال هذه الفروض التي شاعت خلال فترة طويلة

من الزمان التفسير العقائدي أو الديني المعروف للجميع الخاص بالخلق) .

ومع ذلك ففئة أحيال مماثل . تجواه أن الكون يتقلص أولاً ليكون بيضة كونية . ثم يتمدد إلى حد ما . ثم يعود مرة أخرى إلى التقلص . وعلم جزاً . . . وفي مثل هذا « الكون المتذبذب » تبلغ فترة الدورة العظمى تقريباً إحدى المئتين المئتين . وهو أمر غير عادي جرد أن الفترة هي النهاية القصوى . وعلى أية حال لما هذه الفكرة إلا أحيال ثانوي لنظرية الكون الخالد . وتتضمن المسألة التي سبق ذكرها في هذا الصدد . وعلى ذلك فكل من النظريتين المتباينتين إنما تتضمن بالنسبة إلى ابتداء الكون فرضاً أساسياً يجب أن تضاف إليه فروض أخرى . على غرار درجة التعادل التي تتراجع إلى الخلف من آن إلى آخر . أو كون ينكمش في حلقات دورية . أو كون لا حدود لتساعه (لا نهائي) .

والآن يشعر كاتب بأن الحاجة إلى إضافة فروض أخرى إنما تضعف النظرية الأصلية . وهو يميل استخدام خازم « الشفرة أوكام » . وهي وجهة نظر تقول بأنه نظراً لتساوي كافة الأشياء . فإن تلك التفسيرات التي تعمل للظواهر المختلفة يازم أن يوافق عليها ما دامت تتضمن أقل الفروض . فمن اللازم نحو الفروض الإضافية (أو كسطنطية) . ومن هنا جاء اسم « الشفرة » الذي استخدم في التعبير . بينها « أوكام » أصلها من المدرسة (أو الاسكولائية) الإنجليزية في القرن الرابع عشر لوليم من منطقة أوكام (أو أوكهام) الذي عم استخدام وجهة النظر هذه بقوله : « ليس من الضروري أن تتضاعف الذاتية أو تتضاعف الوجودية » .

وعلى ذلك فإن كتاب إنمّا يبحث عن نوع ثالث من الآراء والنظريات التي لا تحتاج إلى فروض إضافية ، وفحوى هذا الرأي أن الخلق يحدث بالفعل (مع تجنب الوجود الأبدى الذي يناقض ذلك) ولكن من غير وقت معين بالذات (مع تجنب مناقضة الخلق دفعة واحدة) . وفى معنى آخر أنه فى أية لحظة ما من الزمان وفى أية نقطة ما من حيث المكان يمكن أن يخلق جسم من المادة . ليس عن طريق الطاقة . ولكن أذكر أن ذلك يتم عن لا شئ .

وبالطبع قد تسال ماذا يحدث مثل هذا الخلق ؟ إلا أنه لا توجد حاجة للإجابة عن هذا السؤال . فأصل هذا الخلق الذى يحدث كيقينا اتفق من حيث الزمان والمكان إنمّا هو مجرد فرض أو رأى . ولا يزيد فى ذلك على الفروض القائلة بأن طاقة المادة وجدت دائماً . أو أنها خلقت كلها دفعة واحدة .

ويؤيد كتاب ويعضد أن مذهب « الخلق المستمر » لا يتضمن فروضاً أخرى ثانوية من أجل تحقيقه . وأنه عن طريق « مبدأ أقل الفروض » (وهو الاسم الذى استخدمه بدلا من شفرة أوكام) يجب على الأقل . إلى أن يعمل تنبيه آخر . أن يقل على أنه أكثر الأوصاف احتمالا لحالات ابتداء الكون .

وحديثاً عند كل من ه . بوندى وتوماس جولد . وعلى الأخص فرد هوبل . إلى نشر نظرية الخلق المستمر هذه بين الناس وتعميمها . إلا أنه بلوح أن فضل سبق لكتاب . فأقل ما فى الأمر أنه نشر مقترحاته

أول مرة عام ١٩٤٠ . بينما لم يقدم هوبل والآخرون على نشر هذا الموضوع قبل عام ١٩٤٨ .

ويشير مبدأ الخلق المستمر عدة أسئلة طريفة وهامة : فأولاً ما هى السرعة التى تسير بها عملية الخلق ؟ وما هو المعدل الذى تخلق به المادة ؟ ولا يعتمد كتاب للنخوض بشخصه فى مثل هذه الموضوعات . ولكنه يذكر تقديراً محله و . ه . مالك كبرى (نشر لأول مرة عام ١٩٥٠) يقول فيه إن ٥٠٠ ذرة من الأيدروجين تتكون فى كل كيلو متر مكعب فى السنة .

وإذا ما كان الأمر كذلك . فإن مقدار المادة الجديدة إنمّا يتكون بمعدلات طفيفة غير محسوسة . ولتوضيح هذا الأمر اعتبر الحجم الكلى للأرض يساوى 1.1×10^{10} كيلو متراً مكعباً . وعلى ذلك فإن مقدار الأيدروجين الذى يخلق داخل جسم الكوكب خلال عام يكمله يساوى 5.5×10^{10} ذرة . فإذا ما افترضنا وجود الأرض منذ أربعة بلايين سنة على هيئة جسم صلب (ونعم أن الكون فى حملته ليس له وقت معين ابتداء منه . إلا أن الأرض دون شك لها فترة ابتداء خاصة) . كما افترضنا أنها شغلت نفس الحجم خلال هذا الزمن كله . نجد أن عدد ذرات الأيدروجين التى تم تكوينها فى الأرض منذ لحظة وجودها إلى الآن هو 2.2×10^{10} .

وبعنى هذا القدر ما يربو على ضعف تريليون التريليون من الذرات . وقد يبدو هذا القدر كبيراً فى مظهره . إلا أن حقيقة أمره هى ٣,٦ حرامات . أو أقل من $\frac{1}{10}$ أوقية . وإلى لأنتك سوف توافق على أن هذه الإضافة

إلى كتلة الأرض لن نلاحظها أو نشعر بها حتى أدق آلائنا ومعدتنا التي
تعمل بها خلال تاريخ الأرض بأكمله .

وعلى أية حال فإن القدر الكلي للمادة التي تخلق بهذه الطريقة كبير .
فإذا ما أخذنا كرة من الفضاء فطرها بليون سنة ضوئية (ومثل هذا الحجم
أصغر من غير شك من حجم الكون المرئي) ، فإن حجم هذه الكرة
إنما يبلغ 4×10^{11} كيلو متراً مكعباً . وعلى ذلك فإنه خلال عام واحد
يساوي عدد ذرات الأيدروجين التي تتكون فيها 2×10^{26} ذرة . ويمكن
استخدام هذا العدد من ذرات الأيدروجين في عملية تكوين ما يربو
على تريليون نجم على غرار نجومنا . أو نحو عشر مجرات يبلغ حجم كل
منها حجم مجرتنا بالذات . وغلبنا بالطبع ألا نسهب أو نغض النظر عن
طريقة تخلق من المادة ما يكفي لتولد عشر مجرات كل سنة .

ولكن ما الذي يخلق ؟ إن نسبة الأيدروجين في الكون تبلغ ٩٠ في المائة ،
وأغلب ما ينشئ هو غاز الهيليوم الذي تكون أصلاً في مراكز النجوم
نتيجة التفاعلات النووية الحرارية . ويلوح أنه من المقبول عقلاً إذا لم تكن
النجوم في أوج نشاطها لكان كل ما في الكون هو غاز الأيدروجين وحده ،
وذاته أبسط اللوات على الإطلاق . فهنا يبدو من المعقول أو المقبول أن
الأيدروجين (كما يقول ماك كرى) هو الذي يتكون على الدوام ؟

والمشكلة أن ذرة الأيدروجين في حد ذاتها ذرة مركبة ، إذ تحتوي
على بروتون واحد وإلكترون أو كهروب واحد . فهل هما يتلفان منفصلين ؟
وهل يعني ذلك أن هنالك نوعين من الخلق يتشيان معاً بحيث يتساوى
عدد البروتونات مع عدد الكهواب المخلوقة ؟

ويعتمد كاتب إلى استهجان الفكرة بأن يرفض التحديد الدقيق لطبيعة
المادة التي تخلق . وإنني شخصياً أعظم بأن أقترح أنه قد يكون النيوترون .
وسريعاً ما يتحلل النيوترون على مجرى الطبيعة ليكون البروتون والإلكترون
(ونيوتريون مضاد سوف تهمله ولا نهم بأمره) وبفرض السرعة التي يتكون
بها النيوترون تقريباً يتحد البروتون والإلكترون الناتجان عن النيوترون
ليكونا ذرة من ذرات الأيدروجين .

ولكن لماذا تخلق النيوترونات ولا تخلق النيوترونات* المضادة ؟
بالنسبة إلى* لا يبدو توافر سبب ما يؤيد فرصة أو احتمال خلق أى جزىء
معين يزيد على فرصة أو احتمال خلق الجزىء المضاد المقابل له .

ومهما يكن من أمر كيفية الخلق ، وسواء أكان السبق لخلق ذرات
الأيدروجين ، أم للنيوترونات ، أو لجسيمات غير معروفة إلا أنها أكثر
أهمية من حيث الأسماء ، يلوح لي أنه على أساس المصادفة البحتة يجب أن
تتكون المادة والمادة المضادة بكميات متساوية القدر . وأكثر من ذلك يجب
أن يتم تكوينهما مختلطين حيثما اتفق عبر الزمان والمكان . وبعد ذلك يتم
التفاعل بين المادة والمادة المضادة لتكونا علماً محتوياً على طاقة فقط .
وليس في كتاب كاتب ما يعينى على حل هذا المشكل .

ولكن دعنا نطرح هذا جانباً ونتم حديثنا .
يستمر كاتب مرة أخرى في معالجة نهاية الأخيرة لتكون : فيعتمد على
صياغة كل وجهات النظر في فروض ثلاثة متباعدة : فأولاً : إن مادة وطاقة

* البروتون موجب الشحنة والإلكترون سالبها في علماً هذا ، فإذا ما حدث المكس
سميت الوحدة ليوترونات المضاد أى إن وحدتي مكسوتا التكهرب . (المبرهن)

الكون سوف يبقيان على الدوام في المستقبل ، وثانياً ، إن كل شيء سوف ينشئ في الحال في زمن معين ، وثالثاً ، إن كل الجسيمات سوف تنعدم من الوجود جنباً إلى جنب في أي زمان وأي مكان .

وعندما استخدم نفس سبل التعليل السابق ، نجد أنه يجب الاحتمال الثالث . ومرة أخرى لا أجد سبيلاً إلى مقاومة هذا الرأي وأشعر بدفع قوى لسابريته .

وعلى ذلك فإن كتاب عند ما قدر عمليات الخلق المستمر إنما ذهب إلى ما هو أبعد من ذلك بافتراض وجود عمليات الإفناء المستمر أيضاً . وقد أطلق على العمليتين معاً اسم «فرض تجانس عدم دوام المادة» . أي إن المادة غير دائمة في تاريخها الماضي والمستقبل ونفس الطريقة الإحصائية .

وإذاً فبالنسبة إلى أي جسيم من المادة لا يختلف الوضع عن حالة أنه ، « هنا يحيى ، وهناك يذهب » .

وإذا ما كانت المادة تخلق ثم تبقى باستمرار فإنه يوجد احتمال تمثلي العمليتين بمعدلين متساويين ، بحيث يظل القدر الكلي للمادة والطاقة في الكون ثابتاً ، رغم أن معالم الجسيمات المتفرقة تتغير على الدوام (وعلى ذلك فنحن نعيش في « كون مستقر الحالة ») .

ولكن يلوح أن الأمر ليس كذلك . على الأقل فيما يتعلق بالوجود الزاكن للكون ، فإن خلق جسيم مادي إنما يخلق كذلك زيادة في المكان ، بينما انعدام الجسيم يفتي أية زيادة في المكان (المكان من وجهة النظر هذه ليس هو مجرد فضاء يضم المادة وأكادساها أو يحويها ، وإنما جزء متكامل منها ، كالكتلة تماماً ، يحيى مع المادة ويذهب معها) .

ولا كان من المشاهد أن الكون يتمدد ، فإنه يلوح أن هذه الظاهرة تستلزم أن تفوق عمليات خلق المكان وتزبوا على عمليات إفناؤه . ويظهر أن مالك كبرى عين المعدل الذي تخلق به المادة عن طريق حساب حجم الفضاء الذي تجب إضافته إلى الكون لتفسر معدل التردد الذي نشاهده . ونحن عندما نقبل اقتراح كتاب الخاص بالخلق المستمر ، فإن ذوات الأندروجين التي تتكون (كما يقول مالك كبرى) ليست هي كل ما يخلق ، وإنما تمثل فقط زيادة ما يتم خلقه على ما يتم فناؤه .

وبهذا يمكن من شيء ، فعل غرار السؤال الخاص بالتوازن بين موضوع الجسيم والجسيم المضاد الذي يلوح إلى أنه نقطة ضعف في فرض الخلق المستمر ، فكل ذلك يوجد سؤال من نوع آخر يحير بخصوص عمليات الإفناء المستمرة .

ويذكر كتاب نفسه أنه في العادة يفنى وحدة جسيم بمفرده من مكونات نواة متعددة الوحدات . وهذا يمكن أن يجعل بسهولة ما يتبقى من النواة في حالة نشاط إشعاعي . فلذا (باستخدام مثال اخترته بنفسى) ما فني أحد نيوترونات نواة أرجون - ٤٠ فجأة ، تتكون مادة الأرجون - ٣٩ العظيمة النشاط الإشعاعي . وبدلاً من ذلك إذا ما كان لابد أن يفتنى أحد البروتونات تظهر المادة الأكثر والأكثر نشاطاً إشعاعياً وهي كلورين ٣٩ .

وفي هذه الحالة نجد أن إفناء المادة من نوع ثنى من أرجون - ٤٠ يجب أن يكون ملحوظاً ، حتى ولو تم بمعدل منخفض إلى أقصى حد ،

وذلك عن طريق ظهور النشاط الإشعاعي . وعلى أية حال فإنه لا يمكن ملاحظة النشاط الإشعاعي لأرجون - ٤٠ .

وعلى ذلك استنتج كابل أن أصغر جسم يمكن أن يدخل في عملية الخلق هو نواة الذرة التي يجب أن تظهر ككل . وإذا ما كان الأمر هكذا فإنه لا يمكن ملاحظة الفناء المستمر إلا عن طريق اختفاء الكتلة* . وهذه ظاهرة أكثر صعوبة إلى حد كبير خصوصاً عندما تقاس على مثل تلك المستويات المتناهية الصغر ، وذلك بالنسبة إلى الإشعاع الظاهر .

ولكن هذا يعنى أن المائتي بروتون ونيوترون (بالإضافة إلى الميسونات ومن يدري ماذا كذلك) في النوى المعقدة كنيوى الزئبق أو اليورانيوم يجب أن تختفي كلها دفعة واحدة بعضها مع البعض .

لماذا ؟

تجىء الجسيمات فرادى ، وإذا فلماذا تذهب في جماعات ؟ وما الذى يحفظها متزنة الخطأ تماماً ؟ وهل تجمعها عن كتب بعضها مع بعض داخل التواء يجعلها كلها جسيماً واحداً من وجهات نظر معينة ؟ هل نحن لا نحتاج إلى فروض إضافية هنا ، وهل هذا لا يضعف الفروض الخاصة بعمليات الفناء المستمرة من وجهة نظر شفرة أوكام ؟

والآن ، رغم أن الكون قد يرى زيادة عامة في الخلق تفوق الفناء ، لا يلزم أن يكون ذلك هو الحال بالنسبة لجزء معين صغير من الكون . فالخلق يحدث في أى مكان في الزمان والمكان كيفما اتفق ، بحيث

* الكتلة هي مقدار ما يجذب الجسم من مادة وتتركز في النوى . (المترجم)

إن الكيلومتر المكعب الخالى يحق من المادة (كما هو الحال في الفضاء السائد بين المجرات) ، والكيلومتر المكعب المليء بحق بالمادة (كما هو الحال في مركز أحد الكواكب) إنما يشاهدان عمليات خلق بمعدلات متساوية . ومعنى آخر فإن الخلق ما هو إلا مجرد تكوين الحجم .

ومن ناحية أخرى أن الفناء إنما يعتمد على الجسيمات الموجودة فعلاً ، ولذلك فإنه يكاد يتعذر الفناء في تلك الأجزاء من الفضاء الخالية تماماً من الجسيمات نظراً لعدم وجود ما يباد . أما في المناطق الأخرى التى توجد فيها الجسيمات على أية صورة فإنه يوجد العديد من عمليات الإبادة نسبياً . وبالاختصار فإن الفناء هو حالة من ذوال الكتلة فقط (أى يعتمد ويقوم عليها) .

وعلى ذلك فحينما تتكلس مقادير عظيمة من المادة في حيز صغير نسبياً ، كما هو الحال في أى كوكب ، يفوق الإفناء الخلق . ويتجم عن ذلك تقلص أو انكماش الكون محلياً . أما حينما توزع مقادير قليلة من المادة على حجوم كبيرة فإنه يحدث العكس ويربو الخلق ويزيد على الفناء بحيث يحدث تمدد محلي للكون . وعلى وجه العموم ، كما سبق أن قلت ، إننا نجد أن التمدد ترجح كفته بالنسبة إلى الانكماش أو التقلص .

والآن ، لنأخذ مجرتين متجاورتين ، فالذى يوجد بينهما هو مجرد فراغ متسع خال حقاً من المادة ، وعلى ذلك فإن ما يحدث في هذا الفراغ هو خلق الجسيمات المادية على الدوام بمعدلات تفوق عمليات الإفناء

فما يؤدي إلى تمدد الفضاء وتباعد المجرتين بعضهما عن البعض . (ليس سبب التباعد هو حركة المجرتين ولكن تواكم الفضاء الذي بينهما ، إذا استطعت أن تصور الفرق الواضح) .

ورغم أن الفضاء يوجد مع المادة وهو جزء منها ، فإن المادة بمجرد أن تخلق تستطيع أن تتحرك في الفضاء تحت تأثير قوى الجاذبية ، بحيث تتزاحم في بعض المناطق تاركة مناطق أخرى خالية من المادة إلى حد لم يسبق أن وصلت إليه . وفي هذه الحالة تتحرك الجسيمات المتكونة في الفضاء ببطء تجاه القوة الجاذبية أكبر عند تلك المنطقة من الفراغ .

وعلى أية حال ، إنه يوجد نوع من هضبة الجاذبية في منتصف الطريق بين المجرات (يفرض أنها متساوية في الكتلة) ، تتحرك الجسيمات على جانبيها بدرجة تبلغ من البطء الحد الذي يجعلنا نعتبرها عديمة الحركة تماماً .

وكلما تباعدت المجرات بعضها عن بعض اتسعت رقعة هذه المنطقة المتوسطة الواقعة بينها والتي لا تكاد تتحرك فيها الجسيمات ، وتكون النتيجة أنها تبدأ في التراكم أو التزاحم ، ومن ثم تكون لها مجالاً للجاذبية بمرور الوقت ، ويقوى هذا المجال إلى الحد الذي يجعلها تتأسك بعضها مع بعض ضد جذب المجرات البعيدة وتعمل عمليات التضاعط على تقوية مجال الجاذبية ، وتبدأ الكتلة الجديدة الآن في جذب الجسيمات التي على جانبيها والتي كانت ستجلبها المجرات الأخرى .

وبالاختصار تتكون مجرة جديدة .

ولقد حسب كاسب أن الكون يتمدد بمعدل يؤدي إلى تكوين مجرة جديدة بين كل مجرتين قديميتين متجاورتين بعد أن تتباعد هاتان المجرتان خلال فترة من الزمان تزيد قليلاً على ثلاثة بلايين ونصف بليون سنة ويستمر الفضاء الذي بين المجرة الجديدة وكل من المجرتين الجاورتين لها في الازدياد ، وبعد مضي ثلاثة بلايين سنة ونصف بليون سنة أخرى تتكون كذلك مجرتان جديدتان بينهما وبين كل من المجرتين الجاورتين لها .

وفي الحجم الذي يشغله أي جزء من المادة الكثيفة ، مثل وزن جرام أو كوكب ، نجد عدد عمليات الإفناء تفوق إلى حد كبير عدد عمليات الخلق ، وبذلك تستمر كتلة المادة في النقص . ولما كان الفضاء يحدث على معدل حثيثاً انفق على الإطلاق ، كما هو الحال في التناقص الناتج عن النشاط الإشعاعي ، فإن فكرة « نصف العمر » لها كيانها . أي إنه بعد فترة ثابتة من الزمان ، يكون من اللازم أن تقلص كتلة معينة من المادة إلى مثل نصف حجمها الأصلي . وبعد مضي فترة أخرى من مثل تلك الفترة السابقة يقلص الباقي إلى نصف ما هو عليه وهلم جرا .

ولقد استنتج كاسب بعد استخدام عدة سطور من الإقناع بأن فترة نصف حياة المادة هي على وجه التقريب ٨٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة ، وهي فترة صغيرة إلى حد يثير الدهشة . ومعنى ذلك أن نحواً من ٣٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ من نوى الذرات* إنما تعاني عمليات الإفناء

* النوى سبع نواة وهي التي تحتل مركز الذرة .

(المزمع)

من جسمك في كل ثانية . ولا يبلغ هذا القدر من سوء الدرجة التي تلبو من هذا الرقم . وبالطبع لما كانت كتلة هذا العدد من النوى تقل عن جزء واحد من ثلاثين تريليون جزء من الأوقية ، فإن هذه العملية تتم من غير أثر ظاهر أو ملحوظ .

وهما يكن من شيء فإن النتائج في علمي طبقات الأرض (الجيولوجيا) والفلك هي على جانب كبير من العنف . فإن كآب يذهب إلى أن أي جسم ضخم مثل النجم قد يعمد إلى إنجاز تقلصه عن طريق جمع المادة الموجودة بين النجوم بواسطة قوى الجاذبية . ولهذا السبب يجوز أن يعاني النجم فقط انكماشات صغيرة جداً كحصوله لما يجري ، أو حتى إذا ما كان على قدر كبير من الكتلة قد يزداد حجماً .

والجسم الأصغر الذي يقع في ظل النجم — إذا صح هذا التعبير — لا تتوفر له فرصة جمع المادة ، بل وقد تنعدم مثل هذه الفرصة . لأن النجم إنما يفوز بنصيب الأسد في هذه العملية نظراً لحيال جاذبيته القوي . وهكذا تقل كتلة الجسم الأصغر ، وكلما ازداد صغيراً قارب معدل نقص كتلته نصف الحياة للمادة . وإذا ما كان الجسم كبير الحجم فإن جاذبيته سوف تعمل على حفظه متماسكاً أو محكمماً ، بحيث يقل حجمه أو هو ينكمش كلما قلت مادته .

وفي الحقيقة خرج كآب بنظرية خاصة بتكوين المجموعة الشمسية فجعلها نتيجة انكماش مثل ذلك الرقيق الصغير لشمسنا ، وأيد أن

ما نبت من ذلك الرقيق الصغير هو ما تطلق عليه اليوم اسم الكوكب المشتري .

وفي الوقت الحاضر تبلغ كتلة المشتري أقل بقليل من جزء من ألف جزء من كتلة الشمس ، وهي على وجه التحديد ٠.٠٠٠٩٥ منها . ولنفرض أننا نتبر أن المشتري كان ينكمش بمعدل يتوقف على ما قلده كآب من نصف عمر المادة ، بينما ظلت الشمس تحتفظ بكتلة ثابتة . فإذا ما كان الأمر كذلك فمُنذَ نحو ثمانية بلايين سنة مضت كان المشتري في مثل كتلة الشمس تماماً . ولما كانت نظرية كآب الخاصة بتكوين المجموعة الشمسية تقرر عند الابتداء وجود رقيق أقل كتلة من الشمس إلى حد كبير ، فإن عمر المجموعة الشمسية لا بد أنه أقل بكثير من ثمانية بلايين سنة .

وهكذا الوضع من كافة وجوه الاحتمال . ويبلغ أكثر التقديرات شيوعاً لعمر المجموعة الشمسية خمسة بلايين سنة ، وأنه في الماضي القديم لا بد أن بلغت كتلة المشتري ٠.٧٨٨ (نحو جزء من ثلاثة عشر) من كتلة الشمس ، وهذه كتلة معقولة بالنسبة إلى نجم صغير . ولا بد أن الكواكب ، ومن بينها الأرض ذاتها ، تقلص كذلك . ومن وجهة النظر هذه لا بد أن الأرض قد انكمشت إلى حد كبير خلال العصور الجيولوجية .

وإذا ما كانت الحياة قد بدأت منذ بليونين من السنين ، فلا بد أنها بدأت على أرض كانت كتلتها تعادل ٥.٦ مرة قدر كتلتها الحالية ، كما

كان قطرها ١٤٠٠٠ ميل . ومنذ ٦٠٠ بليون سنة مضت خلال تلك الفترة التي عثر فيها على أول الحفريات كانت كتلة الأرض لا تزال ١,٧ قدر كتلتها اليوم ، كما بلغ قطرها ٩٥٠٠ ميل . ومنذ ١٥٠ مليون سنة مضت عندما أُنعت الديناصورات كانت كتلة الأرض ١,٢ قدر كتلتها اليوم ، كما كان قطرها ٨٥٠٠ ميل .

وبالطبع لا يزال هذا الانكماش مستمراً . وبعد نحو ٢ ١/٢ بليون سنة لن تزيد كتلة الأرض عن كتلة المريخ كما نعرفه اليوم ، وعندئذ يكون أغلب غلافها الجوى قد تلاشي وذهب ، وكذلك الحال مع أغلب محيطاتها . فيالحا من صورة كئيبة .

ومن بين كافة مقترحات كتاب أجد فكرة الأرض المتقلصة أكثر الأفكار صعوبة للازدراء ، فإن ما أحب أن أراه هو جانب من الأرصاء التي تمثل دليلاً واضحاً ملموساً يجيد أو يناقض مثل هذا الانكماش .

وأكثر الوسائل وضوحاً هي أن نعلم إلى قياس قوى مجال جذب الأرض ، ثم نلاحظ ما إذا كان يتناقص ببطء بمضي الوقت . ولسمه لاحظ سنجد أن هذا التناقص يبلغ من البطء حداً كبيراً جداً . فبجولة تسافت أي جسم تحت حالة قياسية أو عيارية هي الآن ٩٨٠,٦٦٥ مم في الثانية . ولو كان كتاب صائباً فيما ذهب إليه فإنها سوف تتناقص إلى ٩٨٠,٦٦٣ في عام ٢٢٥٠ ميلادية . ولكن ثلاثة قرون إنما تعني الانتظار

• جمع ديناصور وهي الحيوانات الفسحة التي تربت قديماً على عرش ملوك الحياة .
(المهرم)

مدة طويلة لتناقص جزء واحد من نصف مليون جزء . وعلى أية حال فقد فكرت (وأنا أختصر لكتاب مسئولية هذا الرأي) في طريقة للوصول إلى حل لهذا السؤال الآن في الحال .

فلو أن أبعاد أحد الحيوانات تضاعفت مرتين فإن كتلته (التي تتوقف على حجمه) سوف تزداد متناسبة مع مكعب الازدياد في أبعاده ، أي تصبح ثمانية أمثال قدرها الأصلي . ومن ناحية أخرى نجد قوى تماسك التكوين أو التركيب (التي على غرار عظام الأطراف) تزداد متناسبة فقط مع المقطع العرضي ، أي تصبح أربعة أضعاف قيمتها الأصلية .

ولذا السبب يجب أن تكون للحيوان عظيم الكتلة سيقان أكثر سمكاً حتى تتماشى مع حجمه بالنسبة إلى حيوان صغير . فأرجل القيل أكثر سمكاً بالنسبة إلى حجم جسمه إذا ما قورنت بأرجل الفرس . التي نجدها بالتالي أكثر سمكاً بالنسبة إلى ما عليه أرجل الفأر . وهذه بالتالي أكثر سمكاً مما عليه أرجل البعوضة .

ولو أن حيواناً في مثل حجم وشكل الفرس عاش في عالم له قوى جاذبية أكبر مما على الأرض لكانت له سيقان غليظة إلى حد ملحوظ بالنسبة إلى ما للفرس الآن . أما إذا عاش في عالم له جاذبية أصغر لكانت له سيقان أرفع من سيقان الفرس .

والآن عندما كانت الديناصورات في أوج حياتها كانت كتلة الأرض ١,٢ مرة قدر كتلتها اليوم حسب نظرية كتاب . وعلى ذلك فإن العظام

الحفرية التي عندما الآن يلزم أنها كانت ١,٢ مرة من حيث الكتلة عندما كانت تعيش تلك الديناصورات، فإن قوى جذب الأرض للديناصورات هي $1,2 \times 1,2$ أو نحو مرة ونصف قدر ما نتوقعه من حجم الكوكب والحفرية اليوم. فالحفرية التي تقدر أنها تمثل ديناصوراً تحت الظروف الحالية وزنه ٤٠ طناً إنما يمثل في واقع الأمر ديناصوراً وزنه ٦٠ طناً (وفي حالة الكائنات الأولى التي عاشت على الأرض، التي على غرار الأفعبيات ذات الأذرع التي عاشت منذ ٣٠٠ مليون سنة مضت كانت الأمور أكثر تعقيداً والخلاف أبعد أثراً).

والآن يعمل الضغط الذي نحت سطح الأرض على حفظ الحفريات متضاعفة. ومن اللازم أن يكون تقلص الحفريات متمشياً تماماً مع اختفاء الكتلة بحيث تبقى كل نسب العظام أو القشور كما كانت على أصلها. فهل يستطيع عالم الحفريات إذاً أن يخبرنا من هذه النسب عما إذا كانت العظام أكثر صلاحية لحمل كتلة قدرها ٦٠ طناً بدلاً من ٤٠ طناً أو العكس؟ بلوح لي أن هذا يجب أن يكون، ولكن هل هناك عالم حفريات في الدار؟

الجزء الرابع

العقل الإنساني

١٥ - تلك الأفكار الجنونية

كثيراً ما مثلت (وأنا على يقين من أن الآخرين غيري ممن كتبوا
قصصاً خيالية علمية في أزمانهم قد مثلوا مثلي) : من أين تجيء
بأفكارك الجنونية ؟

وخلال الأعوام ، هبطت إجاباتي التي كانت تتم بالخلط المداهن
المنطق إلى هزة كتف ، ثم إلى ابتسامة ضعيفة ، والواقع أنني لا أعرف ،
ونقص المعرفة هذا لا يقلقني في حقيقة الأمر ، ما دامت الأفكار
تجيئني وتترى على عقلي .

ولكن منذ وقت قصير مضى ، اتصلت في مؤسسة تجارية استشارية ،
مشغلة بمشروع للحكومة ، معقد عميق تغلب على ملابحه الجديدة ،
ويتناول بالدراسة عصر القضاء .

إن ما احتاجوا إليه - فيما يبدو - لكي يتموا مشروعاتهم بنجاح -
اقتراحات جديدة ، ومبادئ حديثة مروعة ، ونفاذ ذهني . ولكي نضع
هذا كله في عبارة حسنة صياغتها نقول : لقد احتاجوا إلى أفكار
مجنونة .

ولسوء الحظ ، لم يعرفوا كيف السبيل إلى الحصول على أفكار مجنونة ،
ولكن بعضاً منهم كان قد قرأ قصص الخيالية العلمية ، ولذلك بحثوا في
دليل التليفونات عن رقم تليفوني لكي يسألوني أمثلة خلاصتها : « دكتور

اسميوف ، من أين تجيء بأفكارك المبتكرة ؟

وأستفاه ، ما زلت غير عارف ، غير أنه لما كانت مهنتي هي التأمل ، فأتانا على استبعاد تام أن أفكر في المسألة وأن أشارككم أفكارى .

والسؤال الذى أمامنا : إذن هو : كيف يمتص الفرد نحو خلق مبدأ علمي أو ثوري جديد أو نحو ابتكاره ، أو رؤيته أو الوقوع عليه ؟

على سبيل المثال - إذا أخذنا مثالا متقيا بتأمل وأناة - كيف حدث أن فكر داروين في التطور ؟

لبنداً بعام ١٨٣١ ، حين كان شارلز داروين في الثانية والعشرين ، انضم لبحارة سفينة تسمى « البيجل » أو « كلب الصيد » Beagle وكانت هذه السفينة تقوم برحلة بحرية حول العالم لمدة خمسة أعوام لارتياح الشواطيء على اختلافها ولزيادة معرفة الإنسان بالجغرافية ، ولقد صاحب داروين هذه الرحلة كعامل طبيعى للسفينة ، لدراسة أشكال الحياة في الأماكن النائية .

ولقد قام بهذا العمل في شمول وإجادة وبعد عودة السفينة كتب داروين كتاباً عن خبراته (نشر عام ١٨٤٥) ، أذاع شهرته وفي مسار رحلته قادته ملاحظات عديدة إلى نتيجة هي أن أنواع الكائنات الحية تغيرت وتعت ببطء مع الزمن ، وإن أنواعاً جديدة جاءت من سلالة أنواع قديمة . ولم يكن هذا في حد ذاته فكرة جديدة فلقد وجدت عند الإغريق القدماء ومضات من أفكار تطورية ووجدت لدى كثير من العلماء قبل داروين ، بما فيهم جد داروين نفسه نظريات عن التطور .

والمشكلة على أية حال ، هي أنه لم يوجد عالم استطاع أن يبسط وينشئ تفسيراً يوضح سبب التطور ، ولقد اقترح عالم طبيعى فرنسي هو جين باتيست لامارك في أوائل عام ١٨٠٠ أنه جاء وليداً لنوع من الجهد المشعور به أو بدافع داخلي ؛ فلقد مد حيوان برعى الشجر رقبتة محاولاً الوصول إلى الأوراق ، عبر الأعوام ، ثم خلف رقبة أطول لنسله ، وتكررت هذه العملية مع كل جيل حتى تكاثرت زواقة في روعة كاملة .

وكانت الصعوبة الوحيدة أن الخصائص المكتسبة لا تورث ، وقد برهن على ذلك بسهولة ، فلم يحمل التفسير اللاماركي إقناعاً ولا إثباتاً .

ولم يكن لدى شارلز داروين ، على أية حال ، شيء أفضل يقترحه بعد سنوات عديدة من التفكير في المشكلة .

ولكن في عام ١٧٩٨ أى بعد إحدى عشرة سنة من ميلاد داروين كتب قسيس إنجليزي يدعى توماس روبرت مالتس ، كتاباً بعنوان مقالة عن أصل السكان . في هذا الكتاب اقترح مالتس أن السكان البشر دائماً يتزايدون بسرعة أكبر من تزايد الطعام أو المؤونة ، وأن السكان ينبغي أن ينقصوا إما بتجاعة وإما بوباء ، أو حرب ، وأن هذه الشرور بناء على ذلك لا يمكن تجنبها .

وفي عام ١٨٣٨ وداروين في حيرته عن مشكلة ارتفاع الأنواع قرأ كتاب مالتس ، ومن نافلة القول أن نقول إنه انتصح لداروين في ومضة خاطرة ، ولكن يبدو أن هذا هو ما حدث فعلاً ، فقد انتصح لداروين

على نحو مفاجئ أن الناس لا يتزايدون وحدهم بسرعة أكبر من تزايد المؤونة .

فكل أنواع الكائنات الحية يتزايدون بنفس الطريقة ، وفي كل حالة لابد من أن ينخلص من الزيادة في السكان ، بواسطة مجاعة أو بالسلب والنهب ، أو بالمرض ، والآن لا يشابه عضوان في أى من الأنواع تماماً ، فكل منهما يختلف باختلافات فردية ضئيلة عن المعيار ، ولو قبلت هذه الحقيقة ، لنساءلنا أى أجزاء السكان انقرض ؟

لماذا انقرض أولئك الأعضاء من الأنواع التي كانت أقل كفاءة في السباق من أجل الطعام ، والذين عجزوا عن محاربة الناهيين السالين أو المفروب منهم أو الذين كانوا أقل استعداداً لمقاومة المرض . هذه كانت فكرة داروين النافذة .

وكانت الكائنات الحية التي بقيت جيلاً بعد جيل ، أكثر توافقاً في المتوسط مع بيئتها ، وهذه التغيزات البطيئة لحوماً هو أنسب للبيئة تراكت حتى حلت أنواع جديدة (أكثر توافقاً) محل القديمة ، وعلى هذا افترض داروين أن سبب التطور يرجع إلى فعل الانتقاء الطبيعي والحق ، أن العنوان الكامل لكتابه هو : في أصل الأنواع بوسائل الانتقاء أو الانتخاب الطبيعي . أو المحافظة على العناصر الممتازة في المعركة من أجل الحياة . ونحن نسميه أصل الأنواع ونفقد الفاكهة الكاملة لما قام بعمله .

ولقد توصل داروين عام ١٨٣٨ إلى هذه الوصفة الذهنية .

وفي عام ١٨٤٤ بدأ يكتب كتابه . ولكنه جعل يعمل أربعة عشر عاماً يجمع البراهين لكي يدعم فكرته . ولقد كان منهجياً بالغ الدقة ولم يبد أن أى قدر من البراهين مرض له ، لقد رغب دائماً في مزيد من البراهين . ولقد قرأ أصداقاه المخطوط المبني لكتابه وحيداً على نشره ، وعلى وجه الخصوص جلده تشالز ليل « (الذي نشر مبادئ الجيولوجيا عام ١٨٣٠ - ١٨٣٣ ، والذي أقتع العلماء أولاً بتقديم عهد الأرض وطول عمرها ومن ثم أظهر أنه كانت هناك فسحة من الوقت لحدوث التقدم البطيء للتطور) حذر داروين بأن إنساناً آخر سوف يتنصر عليه ويحوز قصب السبق في هذا المضمار .

وبينما كان داروين يعمل : كان هناك شاب آخر ، إنجليزي أصغر منه سنّاً هو ألفرد راسل والاس . عالم من علماء التاريخ الطبيعي ، يحب القناع النائية ، وقد وجد هو أيضاً براهين وافرة تدل على حدوث التطور وأراد هو أيضاً أن يجد تفسيراً له . ولم يعرف أن داروين قد سبقه إلى حل المشكلة .

ولقد أُنقذ ثلاثة أعوام بسببهم وبفكر . ثم صادف هو أيضاً في عام ١٨٥٨ كتاب مالتس وقراءه ، وألّا يحول أن أصبح مبتدلاً وأكرر مرة أخرى ، ولكنه في ومضة رأى الجواب ، وعلى خلاف داروين ، على أية حال لم يستقر ولم يتأن ليعدل أربعة عشر عاماً يجمع الشواهد والبراهين ويرتبها . وبدلاً من ذلك - أمسك بفلم وورق وكتب نظريته مباشرة وأبهى ذلك في يومين .

وبطبيعة الحال ، لم يرد أن يعجل بطبعها ونشرها دون أن يراجعها هو وزملاؤه الأكفاء فقرر أن يرسلها لشارلز داروين دون غيره .
ولقد حاولت كثيراً أن أصور مشاعر داروين بينما هو يقرأ مقال والاس ، ولقد كتب بعد ذلك معبراً عن مشاعره بكلماته هو تقريباً . لقد كتب إلى « ليل Lyell » أن الانتقام قد استأثر به واجتاحه .
وكان باستطاعة داروين أن يحتفظ بسهولة بالفضل كله . فقد كان معروفاً ومشهوراً ، وكان هناك شهود عديدون بأنه كان في الحقيقة يعمل في مشروعه طوال عقد ونصف عقد ، ولكن داروين على أية حال كان إنساناً بالغ الأمانة والإنصاف ، ولم يحاول على الإطلاق أن يقلل من شهرة والاس . على العكس ، لقد عرض المقال على آخرين وكتب لكي ينشر مع مقال له مشابه ، وفي السنة التالية نشر داروين كتابه .

والسبب الآن في اختياري لهذه الحالة هو أنها تشتمل على رجلين يقومان بواحد من أعظم الاكتشافات في تاريخ العلم ، كل منهما يعمل مستقلاً عن الآخر وفي وقت واحد ، وتحت تأثير نفس المثير على وجه الدقة ، هل هذا يعني أن أي فرد كان يستطيع أن يتوصل إلى نظرية الانتقاء الطبيعي إذا لم يفعل سوى القيام برحلة بحرية ، وجمع بين هذا وبين قراءة مالتس ؟

حسناً ، دعنا نر من أين يبدأ التأمل هنا .

لقد كان كل من داروين واللاس بادئ ذي بدء ذا قدم راسخة في التاريخ الطبيعي ، وقد جمع كل منهما مجموعة هائلة من الحقائق في الميدان

الذي استطاعا فيه أن يعملوا على النفاذ إلى فكرتهما فيه وهذا أمر له مغزاه بالتأكيد .

وكل إنسان في حياته يتجمع حقائق وشذرات من البيانات والمواد ودعنا نسم هذه قطعاً صغيرة : (أ) يقولون فيها اعتقد في نظرية التبليغ (Information theory) وهذه القطع الصغيرة يمكن أن تكون من جميع الأنواع ذكريات شخصية : أرقام تليفونات قنات ، متوسط عدد الضربات للاعب البيسبول ، أحوال طقس الباردة ، الأوزان الذرية للعناصر الكيميائية .
وبطبيعة الحال ، يجمع الأفراد المختلفون أعداداً مختلفة من القطع الصغيرة من الأنواع المختلفة . والشخص الذي جمع عدداً أكبر عن المعتاد من هذه الأنواع التي يصعب الحصول عليها على وجه الخصوص - قل : تلك التي تتعلق بالعلوم والآداب - يعتبر مثقفاً ومتعلماً .

وهناك طريقتان شاملتان يمكن بهما تجميع القطع الصغيرة . فالطريقة الأكثر شيوعاً هذه الأيام هي أن نجد أناساً لديهم قطيعات كثيرة ونجعلهم يتقنون هذه القطيعات إلى عشك في نظام وبأسلوب مهضوم ، ومدارستنا تخصص في هذا النقل لقطيعات والذين يميلون منها منا يتلقون تعليماً نظامياً ؟

والطريقة الأقل شيوعاً هي تجميع هذه القطع الصغيرة مع حد أدنى من المساعدة الحية ويمكن أن يحصلوا عليها من الكتب أو من الخبرة الشخصية ، وفي هذه الحالة يكون التعلم ذاتياً (وكثيراً ما يحدث أن ذا التعلم الذاتي يختلط بمن ليس متعلماً وهذا خطأ ينبغي تجنبه) .

وفي الممارسة الفعلية تبين أن الكشوف العلمية قد بدأت على يد أولئك الذين تعلموا تعليماً نظامياً كما حدث مثلاً على يد كوبرنيك : وعلى يد أولئك الذين علموا أنفسهم : كما في حالة ميخائيل فارادى مثلاً .

ولقد نما بناء العلم بالتأكيد . وأصبح أكثر تعقيداً خلال الأعوام فأصبح استيعاب العدد الضروري من القطع الصغيرة أكثر وأكثر صعوبة بغير توجيه أناس استوعبوها من قبل . إن العبقري الذي تعلم تعليماً ذاتياً قد أصبح إذاً أندر من قبل ، ولو أنه لم يخف بعد .

وعلى أية حال ، فبغير أن نقوم بأى تمييز على أساس الأسلوب الذى تجمعت به القطع الصغيرة دعنا أولاً لنضع الفصيل أو الخلق الأول للابتكار العلمى .

١ - ينبغي أن يمتلك الشخص المبتكر عدداً كبيراً من القطع الصغيرة من البيانات على قدر الإمكان ، أى إنه ينبغي أن يكون معلماً متقناً .

ولا يكفى جمع القطع الصغيرة بطبيعة الحال في ذاته ، فيحتمل أننا جميعاً قابلاً أناساً قد تفقوا ثقافة غزيرة . ولكنهم مع ذلك استطاعوا أن يكونوا أغبياء إلى حد بعيد . فلديهم قطيعات المعرفة ، ولكن هذه القطيعات لا تعمل شيئاً أكثر من أن تقع هناك .

ولكن ما الذى يستطيع الفرد أن يعمل بالقطيعات ؟

يستطيع المرء أن يجمعها في مجموعات مثني وثلاث ورباع أو أكثر ، كل إنسان يفعل هذا وهو مبدأ الخيط على الإصبع . فأنت تقول لتفكك أن تذكر (أ) (أن تشتري خبزاً) حين نلاحظ (ب) (الخيط)

فأنت تعزز ارتباطاً لا يدعك تنسى لأن ب ملحوظة جداً .

وهذا ، بطبيعة الحال ربط صناعى شعورى للقطيعات وأنا أشعر بأن كل عقل يقوم باستمرار بجمع أنواع التوافق بين القطيعات والتبادل بطريقة لا شعورية بدرجات متفاوتة . ويحتمل أن يقوم بهذا خبط عشواء ومصادفة .

وتعمل بعض العقول هذا بسهولة أعظم مما تعمله عقول أخرى ، ولدى بعض العقول قدرة أعظم على صيد التوافق من اللاشعور . ونصح على وصى بها وتكون النتيجة أفكاراً جديدة ونظرات طريفة .

إن القدرة على الربط بين القطيعات بسهولة والإحساس الشعورى المتزايد بالتوافق والعلاقات الجديدة هو كما أريد أن أقترح مقياس ما يطلق عليه « الذكاء » . وعلى أساس هذه النظرة ، فإن من الممكن تماماً أن تكون متقناً ومع ذلك غير ذكى .

وواضح أن العالم المبتكر لا ينبغي أن تتوفر لديه قطيعات المعلومات فحسب ، بل يجب أن يكون قادراً أيضاً على أن يربط بينها في سهولة وعلى نحو شعورى متفاوت ، فداروين لم يلاحظ مواد البحث والبيانات فحسب ، بل استطاع أيضاً أن يقوم باستنتاجات - استنباطات ذكية وبعبدة المدى - ما يلاحظ : أى إنه ربط هذه القطيعات بطرق مثيرة للاهتمام ، واستنتج منها نتائج هامة .

ومن ثم فالخلق أو الفصيل الثانى للابتكار هو :

٢ - ينبغي أن يكون الشخص المبتكر قادراً على الربط بين القطيعات

بسهولة وأن يلاحظ التوافق التي كونها ، أي أن يكون ذكياً .

وتكوين التوافق أو التشكيلات وملاحظتها لا يكفي في ذاته ، فبعض التوافق أو التشكيلات هام وبعضها تافه ، كيف السبيل إلى التمييز بين هذه وتلك ؟ وليس هناك شك في أن الشخص الذي لا يستطيع أن يفرق بينهما سيعمل في ظل نقصية خطيرة . فبينما هو يكذب باحثاً عن كل فكرة جديدة ممكنة ، يضع وقتاً ، وتغضى حياته بغير فائدة .

وليس هناك شك أيضاً في أن هناك أناساً لديهم بعض الموهبة لرؤية النتائج في لحظة خاطفة كما صنع داروين واللاس ، ولديهم الشعور بما يجب أن تكون عليه النتيجة أو الغاية دون المرور بكل خطوة من خطوات الاستدلال والتفكير على نحو شعوري ، وهذا فيما أفرح هو مقياس لما نسميه « الحدس » .

ولعب الحدس دوراً أكبر في بعض فروع المعرفة العلمية أكثر مما يلعب في فروع أخرى . فالرياضيات مثلاً علم استنباطي فيه مبادئ أساسية معينة متى تعلمت تصبح عدد كبير من العناصر المعرفية « واضحة » باعتبارها مجرد نتائج لتلك المبادئ . هذا ومعظمنا بكل تأكيد تنقصه القوى الحديثة لرؤية « الواضح » .

وعلى أية حال فإننا نجد أن العقل الحدسي الحقيقي قادر على تشكيل قليل من القطعيات الضرورية بطريقة بالغة الغنى في نتائجها لأول وهلة وبغير كثير من الثقة يرى هذه النتائج جميعاً أو بعضها أفكاراً لم يستطع

رؤيتها من سبقوه^(١) .

ويحتمل أن علوم الرياضيات لهذا السبب والقيز بقاء الرياضية قد رأت حالات متكررة للنفاذ إلى أفكار من الطراز الأول على يد الشباب ، فلقد توصل افاريسست جالويس Evariste Galois إلى نظرية المجموعات في الحادية والعشرين ، وتوصل إسحاق نيوتن إلى التكامل والتفاضل في الثالثة والعشرين ، ونشر ألبرت أينشتاين نظرية النسبية في السادسة والعشرين وهكذا .

وفروع العلم الأكثر استقرارية والتي تتطلب عدداً أكبر من القطعيات لبدء فيها ، تجد أن متوسط عمر العلماء في وقت نفاذهم إلى أفكار جديدة أكبر ، فنجد أن داروين كان في التاسعة والعشرين في الوقت الذي حقق ومضته العقلية ، وكان والاس في الخامسة والثلاثين .

ولكن في كل علم ، مهما كان استقرارياً يلزم الحدس للإبتكار ، وعلى هذا :

٣- ينبغي أن يكون الشخص المبتكر قادراً على رؤية نتائج التشكيلات الجديدة للقطعيات التي كونها مع أقل تأخير ممكن ، أي ينبغي أن يكون حدسياً .

ولكن دعنا ننظر الآن إلى تشكيل القطعيات أو الشذرات في تفصيل أكبر ، فهذه القطع الصغيرة على مسافات متفاوتة الواحدة منها بالنسبة للأخرى ، وكلما ارتبطت اثنتان منها ارتباطاً وثيقاً كان الفرد أكثر استعداداً

(١) لقد قال عالم الرياضيات السويسري ليونهارد أولر : إن عالم الرياضيات الحق يتضح له مباشرة أن $1 - \infty = \infty$.

لأن يتذكر إحداها بواسطة الأخرى ، ولأن يعمل هذا التشكيل أو الربط . ويتوصل نتيجة لذلك إلى الفكرة الجديدة التي تنبعث من هذا الربط بسرعة . وهي نتيجة طبيعية لفكرة أقدم ، وهي فرع عنها وتترتب عليها بطريقة واضحة .

وربط قطيعات أقل اتصالاً يؤدي إلى فكرة أكثر إدهاشاً إن لم يكن لأى سبب آخر ، غير أن هذا الربط أو التشكيل أو التوفيق يتطلب وقتاً أطول ليم ، بحيث إن الفكرة الجديدة تكون بناء على ذلك أقل وضوحاً . ولكي يحدث التفاد العلمي لفكرة من الطراز الأول ، ينبغي أن يتم ربط بين قطيعات بعيدة جداً بعضها عن بعض . بحيث تكون فرصة الربط بينها عشوائية ضئيلة بالضرورة ، وإلا لَمْ هذا التوصل واعتبر نتيجة لبعض أفكار سابقة ، وسوف تعتبر عندئذ نقاداً .

ولكن إذئذ ، يمكن أن يحدث بسهولة أن القطعتين الصغيرتين اللتين تبعد الواحدة منهما عن الأخرى بعداً يمكن من حدوث التفاد بارتباطهما لا توجدان في نفس العقل . فلم يمتلك داروين ولا والاس مع تعليمهما ودكايتهما وحدهما القطع الصغيرة الضرورية التي تعتبر بمثابة مفتاح للتوصل إلى نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي . تلك القطع التي كانت ملفقة في كتاب مالطس وكان على كل من داروين واللاس أن يجدها هناك .

ولكى يصلح هذا كان عليهما أن يقرأ الكتاب . ويفهماه ويقدراه وباختصار ، كان عليهما أن يكونا على استعداد لاستيعاب شذرات

أو قطيعات الآخرين ، وأن يعاملاهما باليسر الذي يعاملا به ما لديهما من قطيعات .

وبكلمات أخرى لو أكدنا على التعليم على حساب شموله فإننا نغرقل الابتكار ، ومن الضار أن تحدد طبيعة القطيعات وتقيدها إلى درجة أن القطعتين الصغيرتين لا توجدان في نفس العقل . ومن الخطأ القاتل أو المردى أن نشكل العقل إلى درجة أن يعجز عن تقبل القطيعات الغريبة . واعتقد أنه ينبغي علينا أن تراجع القيد أو الخلق الأول للابتكار بحيث يقرأ :

ينبغي أن يتوافر لدى الشخص المبتكر عدد كبير من القطع بقدر الإمكان ، من أنماط متنوعة على قدر الإمكان ، أى ينبغي أن يعلم ويشقف ثقافة عريضة .

وكلمة تزايد تراكم المقدار الكلى للقطيعات مع تقدم العلم ، تزايدت صعوبة تجميع قطيعات كافية في ميدان عريض شامل على نحو كاف . وعلى هذا فقد أصبحت ممارسة تفاعل العقل ممارسة شائعة ، أى فكرة تجميع عدد من المفكرين في جماعات آمليين أن الواحد منهم سيخصب الآخر ، بحيث يتم التوصل إلى أفكار نافذة جديدة مدعشة .

في ظل أى الظروف يمكن أن يُلْقَ هذا ثمره ؟ وفضلاً عن ذلك فأى شيء يستثير الابتكار والخلق له أهمية عظيمة للإنسانية ؟

وستجد بادئ ذي بدء أن مجموعة من الناس لديهم قطيعات أكثر مما يتوافر لدى أى عضو من المجموعة بمفرده طالما أن كل فرد يحتمل أن

يكون لديه قطيعات لا يمتلكها الآخرون .

وعلى أية حال فإن تزايد القطع لا يتناسب مباشرة مع تزايد عدد الرجال وذلك لأنه لا بد من وجود تداخل كبير . وكلما تزايد أعضاء الجماعة نقص مقدار ما يقدمه كل عضو يضاف من قطيعات جديدة تماماً ، وقلت قيمتها إذا نظرنا إلى التواترات التي تخلفها وتضيفها الأعداد المتزايدة ، وإلى طول انتظار العضو ليتكلم ، وإلى ازدياد احتمال مقاطعته وعلم جراً ، وأنا أضمن على أساس حدسي أن خمسة أعضاء هو أكبر عدد يستطيع الإنسان احتماله في مثل هذا المؤتمر .

ومن بين المحركات الثلاثة التي ذكرتها حتى الآن أشعر (حدسيًا) أن الحس أقلها شيوعاً ، ومن المحتمل جداً ألا يوجد واحد في الجماعة لديه حدس ، وهذا الاحتمال أكبر من احتمال عدم وجود شخص واحد بينهم ذكي أو مثقف . فإذا لم يكن أحد في الجماعة حدسياً فلن تكون الجماعة بروماً حدسية ، فأنت لا تستطيع أن تضيف حدساً إلى لاحدس لتحصل على حدس .

وأما إذا كان أحد أفراد الجماعة حدسياً فيكون بالتأكيد غالباً ذكياً ، ووفقاً على السواء ، وإلا لما طلب إليه أن يشترك وينضم إلى الجماعة في المقام الأول . وباختصار لكي تقلب عقول جماعة حتى تصبح مبتكرة يجب أن تكون صغيرة تماماً ، وأن تشتمل على الأقل على فرد خلاق مبتكر ، ولكن هل يحتاج الفرد في هذه الحالة إلى الجماعة ؟ حسناً ، سأعود إلى هذا فيما بعد .

ولماذا عمل داروين أربعة عشر عاماً يجمع أدلة وبراهين على نظرية لا بد أنه كان مقتنعاً بأنها صحيحة منذ البداية ، ولماذا أرسل والاس مخطوطه إلى داروين بدلاً من تقديمه للنشر مباشرة ؟

ويبدو لي بالضرورة أنهم تحقّقوا وأدركوا أن أية فكرة تقابل بمقاومة من المجتمع العام غير المبتكر قبل كل شيء ، وكلما كانت الفكرة الجديدة متطرفة ازداد عظم ما تثيره من كره وعدم ثقة ، ويبلغ هذا الكره وعدم الثقة الذي تثيره فكرة نافذة من الدرجة الأولى من الكبر والعظم ما يوجب على المؤلف أن يهيئ نفسه لما يترتب عليها من نتائج غير سارة (في بعض الأحيان للنيل من الوسط العلمي وعدم الاحترام ، وفي أحيان أخرى وفي بعض المجتمعات للموت) .

وكان داروين يحاول أن يجمع براهين كافية ليحمي نفسه بإقناع الآخرين عن طريق فيضان من الاستدلال الواضح ، وأراد والاس أن يحد داروين في جانبه قبل أن يتقدم .

وأنت في حاجة إلى شجاعة لكي تعلن نتائج ابتكارك . وكلما زاد الابتكار زادت الشجاعة اللازمة بدرجة تزيد على أن تكون نسبة الزيادة فيها واحدة . وفضلاً عن ذلك ، لاحظ أنه كلما كانت الفكرة النافذة أكثر عمقاً ازدادت الآراء السابقة صلابة وجوداً ، وكلما بدا الاكتشاف الجديد أكثر مخالفة للعقل ، كان مضاداً للسلطة التي يعترضها .

وعادة ما يعتبر الشخص الذي يكون لديه من الشجاعة ما يكفي لكي يكون عبقرياً في الناحية العلمية شاذاً وغريباً ، ومع ذلك فالرجل الذي

لديه شجاعة كافية أو عدم تبجيل للعقول أو السلطة بحيث يعارضهما يجب أن يكون شاذاً غريباً إذا عرفنا الشاذ بأنه مخالف لمعظم الناس « وإذا كان شجاعاً وغير مبجل في مثل هذا الشيء الضخم العظيم ، فإنه سيكون شجاعاً بالتأكيد وغير محترم في كثير من الأشياء الصغيرة بحيث أن كونه غريباً في ناحية يجعله معرضاً لأن يعتبر شاذاً في النواحي الأخرى . وصفة القول سوف يبدو أنه غير متكرر ، وسيجمع من حوله من الناس على أنه شخص « كالإناء المتصدع » .

وعلى هذا فليدبرنا التوصل أو المحك الرابع :

٤ - ينبغي أن يكون لدى الشخص المتكرر شجاعة (وقد يبدو للجمهور العام نتيجة لذلك إناء متصدعاً) .

وكما يحدث فإن من أكثر الأشياء الملاحظة فيما يتعلق بالفرد الخلاق المتكرر هذه الخاصية من التصدع . ومن الشخصيات الشائعة في القصص الخيالية شخصية الأستاذ الشاذ الداهل . والعبارة « عالم مجنون » تكاد تكون راسخاً (كليشياً) .

(وبلاحظ أني لم أسأل قط من أين أجيء بأفكارى المشوقة أو الفعالة أو الذكية أو الساحرة ، إذ أنى دائماً أسأل من أين أجيء بأفكارى الجنونية) وبطبيعة الحال لا يترتب على ذلك أنه لما كان الفرد المفكر عادة إناء فخارياً متصدعاً ، فإن أى « إناء متصدع » يعتبر على نحو آلى عبقرياً لم ينته إليه الناس - ففرص حدوث ذلك قليلة بالضرورة والإخفاق في ملاحظة أن القضية لا يمكن أن تعكس مثاراً لقدر كبير من الصعوبات

وإذن فلما كنت أعتقد أن تشكيلات القطيعيات يحدث على نحو عشوائى تماماً في العقل الباطن ، فإنه يترتب على ذلك أن من الممكن تماماً أن شخصاً قد تتوافر لديه المحكات الأربعة التي ذكرتها بمقادير كبيرة وبوفرة ، ومع هذا فلم يحدث له مطلقاً أن عمل التشكيلات الضرورية . ومع ذلك فهب أن داروين لم يقرأ « الناس هل كان باستطاعته على الإطلاق أن يفكر في الانتقاء الطبيعي ؟ ما الذى جعله يلتقط نسخة من الكتاب ؟ ماذا كان يحدث لو أن إنساناً لقيه في اللحظة الحاسمة وقاطعه ؟ ومن ثم فهناك فيصل أو محك خامس لم أستطع أن أصوغه على أى نحو آخر سوى بالعبارة :

٥ - الشخص المتكرر ينبغي أن يكون محظوظاً .

ولكى نلخص ما أسلفنا :

الشخص المتكرر ينبغي أن يكون (١) متفقاً ثقافة واسعة (٢) وذكياً (٣) وصاحب بدنية أو حنس (٤) ومحظوظاً .

كيف إذن يسر المرء نحو تشجيع الابتكار العلمى ؟ لأننا الآن ينبغي أن نفعل هذا أكثر من أى وقت مضى في تاريخ الإنسان ، وسوف تتزايد الحاجة إلى ذلك باستمرار في المستقبل . ويبدو لى أن هذا يتحقق بزيادة حدوث المحكات المختلفة بين أفراد المجتمع عامة .

ولا نستطيع أن نتحكم في المحك الخامس (الحظ) من بين هذه المحكات الخمسة ، ونستطيع أن نأمل فقط على الرغم من أننا يجب أن

تذكر أيضاً عبارة لويس باستير المشهورة « إن الحظ يحايي ويناصر العقل المستعد » ولكن من المفترض أنه لو أن لدينا ما يكفي من المحركات الأربعة الأخرى فإننا سنجد ما يكفي من المحك الخامس بالمثل .

المحك الأول (تعلم وتنقيف) شامل في بد نظامنا التعليمي ويعمل كثير من المربين يجد لكى يجدوا طرقاً لزيادة كيف وكم التعليم بين الجمهور .

وينبغي أن يشجعوا ليستمروا في عملهم هذا .

والمحك الثاني (الذكاء) والثالث (الحس) فطريان ، ولا يمكن زيادة حدونهما بالطريقة العادية ، ويمكن على أية حال أن يلاحظ بكفاءة وأن يستخدما . وأحب أن أرى طرقاً توضع للكشف عن الذكى ومن عنده حلس (وخاصة من عنده الصفة الأخيرة) في وقت مبكر من الحياة ، وأن يعاملوا بعناية خاصة ، ويتم بهذا الأمر أيضاً المربون .

ويبدو لي من هذا أن المحك الرابع (الشجاعة) هو الذى يلقى أقل اهتمام ، وقد يكون المحك الذى تقدر على تناوله بسهولة أكبر . وربما يكون من الصعب أن نجعل شخصاً أكثر شجاعة مما هو عليه ، ولكن هذا ليس ضرورية لازب . وسوف يكون الأمر فعلاً بنفس القدر لو أننا جعلنا قديراً متواضعاً من الشجاعة كافياً . وذلك بتبنيها واتخاذنا اتجاهها قوامه أن الابتكار نشاط جائز ومتاح .

هل يعنى هذا تغيير المجتمع أو تغيير الطبيعة الإنسانية ؟ لا اعتقد ذلك ، أرى أن هناك طرقاً لتحقيق الغاية التى لا نستلزم تغييراً هائلاً في

كل شيء ، وهنا يكون لتفاعل العقول أعظم مغزى وأكبر أهمية .

افترض أن لدينا جماعة من خمسة تشمل على فرد خلاف مبتكر ودعا نسال مرة أخرى ما الذى يستطيع أن يتلقاه هذا الفرد من الأربعة غير المبتكرين ؟

والإجابة عندي تبدو أنها : التوزيع والإجازة .

ينبغي أن يتحوا له أن يتنكر وينبغي أن يجيزوه في أن يفضى قديماً حتى لا يكون إثناء متصدعاً^(١) .

كيف يمنع هذا الإذن أو تم هذه الإجازة ؟ هل يستطيع أربعة في جوهرهم غير مبتكرين أن يجعلوا في أنفسهم ما يمكنهم من منع هذا الإذن ؟ وهل يستطيع الشخص المبتكر أن يجد في وسعه ما يمكنه من تقبل هذه الإجازة ؟

لا أعرف . ويبدو لي هنا أننا في حاجة إلى التجريب وربما إلى نوع من التفاضل الحلال في تفكيرنا في الابتكار ومن تعلمنا ما يكفي عن المسألة كلها - فن يدرى - قد أتوصل إلى أصل تلك الأفكار الخيرية .

(١) يداناً مع الإحباط بطبيعة الحال بحيث يلقى ابتكار الإله المتصدع إلى نتائج تنق وتكت بعد الفحص الصعب الدقيق . وهل الزم من أن كثيراً من نتائج المبتكرين يبدو أنه متصدعاً أولاً ، إلا أن قليلاً من المبتكرات التى تبدو متصدعة ، تصبح بعد كل شيء نتائجاً مبرهنة . وسوف أتناول هذا الجانب من المسألة في الفصل التالي .

لقد أثبتت ذات مرة حديثاً أمام جمهور صغير من غير العلماء، ولكنه كان جمهوراً متنفذاً. وكان موضوع هذا الحديث هو: «ما هو العلم؟» وتحدثت في جد وأمل أن يكون بذكاء.

وبعد أن أتممت حديثي، حانت فترة الأسئلة، ولم يغب ظني. رفعت فتاة حستان يدها الصغيرة الجميلة. وكانت في مقعدة الجالسين وحركت يدها تجاهي مسائلة، ولم يكن سؤالها سؤالاً جاداً عن طبيعة العلم، بل كان: «دكتور أسيموف، هل نؤمن بوجود الأطباق الطائرة؟» ولقد بدأت أجيبها عن سؤالها وبإسامة على وجهي. إجابة أدليت بها بعناية بعد كل محاضرة ألقيتها. قلت: «لا، يا آنسة، لا أعتقد، وأرى أن أي فرد يعتقد في وجودها ما هو إلا إنسان أخرق، كالإتنام المتصدع».

فظهرت الدهشة على وجهها.

وكل إنسان يسلم فيما يبدو لي، أي ما دمت أكتب أحياناً قصصاً خيالية علمية، فلا بد أني أعتقد بوجود الأطباق الطائرة. وبوجود الاتلانتيس^(١) والكشف الصوفي والاستطارة ونبوءات الهرم الأكبر. وعلم

(١) الاتلانتيس - جزيرة خيالية أو قارة يفترض أنها وجدت في غرب جبل طارق، وأنها غرقت نتيجة لحفوت زلزال. (الترجم)

التنجيم. ونظريات «فورث» وبالإدعاء بأن «يكون» هو الذي كتب روايات شكبير.

ولا يستطيع إنسان أن يعتقد على الإطلاق أن الشخص الذي يكتب القصص الخيالية للأطفال في السنوات السابقة على التحاقهم بالمدرسة يعتقد حقيقة أن الأرواح تستطيع الكلام. وأن كاتب القصص البوليسية الجامد القامس يعتقد أن إنساناً يستطيع أن يشرب لترين من الخمر المعتق في خمس دقائق. وأن يغازل فتاتين في خمس دقائق أخرى تليها. أو أن الكاتب الذي يكتب لحيات السيدات يعتقد حقيقة أن الفضيلة دائماً تنتصر وأن «السكرتيرة» تنزوج دائماً المدير - ولكن كاتب القصص الخيالية العلمية ينبغي أن يعتقد فيما يظهر بوجود الأطباق الطائرة.

حساً، أنا لا أعتقد بوجودها.

لقد كتبت بالتأكيد ذات مرة قصة عن الأطباق الطائرة. شرحت فيها وجودها بطريقة منطقية جداً. وكتبت في وقت ما أيضاً قصة لعبت الاستطارة دوراً فيها.

وإذا كان باستطاعتي أن أكون رقيقاً لهذه الأفكار فترة كافية بحيث أكتب عنها قصصاً رصينة معقولة، فلماذا إذن أرفضها في الحياة الواقعية رفضاً باتاً؟

ويمكن أن أوضح هذا بذكر واقعة. لقد أتفق صديق عزيز لي ذات مرة وقتاً طويلاً جداً محاولاً إقناعي بصدق ما اعتبرته قطعة من العلم الكاذب

بل وقطعة رديئة منه أيضاً . وقد جلست أنصت له في صلابته . ولم يكن لأى من الشواهد والأمثلة والبراهين التى ساقها أدنى أثر على .

وفى النهاية قال السيد لى . وهو متضائق جداً « يا لعنة يا إسحق ، المشكلة معك هى أن الشك يجرى في عروقك .

وكانت الإجابة الوحيدة التى أستطيع أن أرى طريقى إليها وأشعر بها من قلبي هى « شكراً لله » .

وإذا كان لدى العالم جانب من التأهب المراجعى الطبيعى فمن الأساسى فى عمله أن يكون لديه شك راسخ وينبغى أن يشك قبل أن يعمل أى شئ . آخر ، ويجب أن يشك فيما يخبره به الآخرون ولما يقرأ من مراجع ، وأن يشك أكثر من هذا فيما تدل عليه تجاربه . وفيما يتشكى إليه تفكيره واستدلالة .

وينبغى أن يوجد هذا الشك بطبيعة الحال ، بدرجات متفاوتة فمن المستحيل ومن غير العمل بل ومن غير المفيد أن تكون شكاكاً كبيراً في جميع الأوقات . فلا يستطيع الفرد (بل لن يرغب) أن يراجع كل رقم وكل ملاحظة في كتيب أو في بحث ، قبل أن يجرى به . ثم يعضى مراجعاً إياه ومعيداً مراجعته حتى يموت . . ولكن إذا حدثت صعوبة ولم يبد أن هناك شيئاً آخر خطأ فيجب أن يكون المرء مستعداً لأن يقول في نفسه : حساً . والآن أنا أتساءل وأتعجب عما إذا كانت البيانات والمعلومات التى حصلت عليها من « الكتاب العلمى المصنوع الموثوق به » قد لا تكون أخطاء مطبعية .

ولكى تشك عن فهم . فإن الأمر يتطلب عندئذ تقديراً تقريبياً لدى ما يحمله المصدر من ثقة . ويتطلب أيضاً تقوياً إيجابياً لطبيعة القضية . فإذا أخبرنى أن لديك زجاجة تحتوى على رطل من أوكسيد التيتانيوم الذى فسأجيبك « حساً » وأطلب منك أن تقرضنى بعضاً منه إذا احتجت إليه . ولن أفحصه . وسأقبل نقاءه على أساس ما أخبرنى به (حتى لاحظ ما يعارض ذلك على أية حال) .

وإذا أخبرنى أن لديك زجاجة تحتوى على رطل من أكسيد التليوم وهو معدن نادر فسأسأل بدهشة كبيرة : هل هى لديك ؟ وأين هى ؟ وإذا احتجت إلى استخدام المادة . فلا بد أن أجرى بعض الاختبارات عليها . وأن أمرها في عمود تبادل أيونى قبل أن أستخدمها .

وإذا قلت لى إن لديك زجاجة تحتوى على رطل من أكسيد الأميرسيوم . قلنى أقول « لك مجنون » وأبتعد عنك . أنا أسف ولكن وفى تخمين وليس هناك احتمال أن تكون عاترتك صادقة بحيث تبرر ذهلى إلى الحجرة المجاورة لأفحص الزجاجة .

إن ما أحاول أن أقوله هو أن الشك أكثر أهمية لتقديم العلم من الاعتقاد والتصديق . وفضلاً عن ذلك فإن الشك عمل جاد يتطلب تدريباً طويلاً يؤدى على نحو سليم . والناس ما لم يتدربوا على أى ميدان معين فإنهم لا يعرفون ما يشكون فيه . وما لا يضعونه موضع الشك . أو لكى تصوغ هذه العبارة بطريقة عكسية نقول إنهم لا يعرفون ما يعتقدون وما لا يعتقدون . وأنا أسف أن أكون غير ديمقراطى ولكن رأى فرد لا يبلغ حتماً من الجودة

ما يبلغه رأى القرد الذى يليه .

وأنا أشعر بالخرج بكل تأكيد مما يبدو على من الخضوع والإذعان للسلطة على هذا النحو . وفصلاً عن ذلك فأنتم تعرفون جيداً أمثلة كانت السلطة فيها خاطئة . بل بالغة الخطأ وسوف تقولون انظر إلى كويليس وجاليليو .

وأنا أعرفهما ، وأعرف آخرين أيضاً وأستطيع كشتغل في تاريخ العلم أن أعطى أمثلة مفرقة يحتمل أنك لم تسمع بها من قبل . فاستطيع أن أفتسح حالة العالم الألماني رودلف فيرشو الذى كان مسئولاً في منتصف القرن التاسع عشر عن تقدم هام في الأنثروبولوجي والذي أسس من الناحية العملية علم الباثولوجي . وكان الرجل الأول الذى اشتغل في البحث في السرطان على أساس علمي . وعلى الرغم من هذا فقد عارض معارضة شديدة نظرية الجراثيم في الأمراض حين قدمها باستير . كما عارضها آخرون . ولكن يتكاثر الشواهد والبراهين لمنع الخصوم عن المعارضة واحداً بعد واحد . ولكن فيرشو لم يجد عن موقفه على أية حال حتى أجبر على أن يسلم بأنه كان مخطئاً . وأن باستير كان مصيباً . وترك فيرشو العلم كلية واشتغل بالسياسة .

ما أكثر الخطأ الذى يمكن أن تقع فيه السلطة العبيدة ؟

ولكن هذه حالة استثنائية جداً . دعنا ننظر إلى مثال عادي طبيعي من أمثلة أخطاء السلطة .

وهو مثال خاص بتلميذ سويدي شاب يدرس الكيمياء يسمى

سافانت أوجت أرهنيوس وكان يعمل للحصول على دكتوراه الفلسفة في جامعة أوبسالا في الثلاثينيات من القرن التاسع عشر - وكان مهتماً بدرجة تجمد المحلولات بسبب ما ظهر له من نقاط شاذة معينة فيما يتصل بهذا الموضوع .

إذا ذاب السكروز (وهو سكر الطعام العادي) في ماء ، تصبح نقطة تجمد المحلول أقل من نقطة تجمد الماء النقي . ولو ازداد مقدار السكروز المذاب انخفضت نقطة التجمد بدرجة أكبر . وتستطيع أن تحسب عدد جزيئات السكروز التي أذيت في كل سنتيمتر مكعب من الماء لكي تحقق انخفاضاً معيناً في نقطة التجمد . وقد اتضح أن نفس عدد الجزيئات من الجلوكونز (سكر العنب) ومن مواد أخرى كثيرة قابلة للذوبان . تحقق نفس الانخفاض . فليس من المهم أن يبلغ جزيء السكروز من الكبير ضعف جزيء الجلوكونز . فالذى يهم هو عدد الجزيئات لا حجمها .

ولكن إذا أذيت كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في الماء ، فإن نقطة التجمد تنخفض مع كل جزيء ضعف الانخفاض في الحالة العادية . وينطبق هذا على مواد أخرى أيضاً . مثلاً حين يذوب كلوريد الباريوم يحقق انخفاضاً في نقطة التجمد يبلغ ثلاثة أمثال الانخفاض العادي تقريباً .

ولقد تساءل أرهنيوس عما إذا كان هذا يعنى أنه حين يذوب كلوريد الصوديوم ، ينقسم كل جزيء منه إلى قسمين . وبهذا يخلق من الذرات

ضعف ما يوجد من جزيئات ، ومن ثم يصاعف الانخفاض في درجة التجمد . وقد ينقسم جزء كلوريد الباريوم إلى ثلاث دقائق . ولما كان جزء كلوريد الصوديوم يتكون من ذرة صوديوم . ومن ذرة كلور . ولما كان كلوريد الباريوم يتكون من ذرة باريوم وذرة كلور فإن الخطوة المنطقية التالية هي أن تلك الجزيئات المينة انقسمت إلى ذرات فردية . ثم كانت هناك حقيقة مشوقة أخرى . وهي أن المواد التي حققت انخفاضاً عادياً في نقطة التجمد مثل السكر والخلوكوز لم تحدث تياراً كهربياً في المحلول . أما المواد الأخرى التي أظهرت انخفاضاً هائلاً شاذاً في نقطة التجمد مثل كلوريد الصوديوم ، وكلوريد الباريوم ، فقد أحدثت هذا التيار .

ولقد تساءل أرهنيوس عما إذا كانت الذرات التي انقسمت إليها الجزيئات في المحلول . حاملة لشحنات كهربية موجبة وسالبة . فإذا كانت ذرة الصوديوم تحمل شحنة موجبة مثلاً فإنها ستجذب إلى شحنة كهربية سالبة . وإذا كانت ذرة الكلور تحمل شحنة سالبة فإنها ستجذب إلى ذرة موجبة . وسوف تتحول كل منهما في اتجاهها . والنتيجة النهائية هي أن هذا المحلول سوف يولد تياراً كهربياً . ولقد نبى أرهنيوس اسم فارادى أيونات من كلمة يونانية تعني متجولاً ليطلفها على هذه الذرات المشحونة المتجولة .

وفضلاً عن ذلك فإن الذرة المشحونة ، أو الأيون ، لن تكون لها صفات ذرة غير مشحونة ، فذرة الكلور المشحونة لا تصبح غازاً يخرج

كفقاعة من المحلول . وذرة الصوديوم لن تتفاعل مع الماء لتكون إيدروجين . وهذا السبب لا يظهر ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) خواص فلز الصوديوم ، أو غاز الكلور . ولو أنه يتكون من هذين العنصرين .

وفي عام ١٨٨٤ ، أعد أرهنيوس ، وكان في الخامسة والعشرين عندئذ ، نظرياته في شكل أطروحة ، وعرضها كجزء من رسالته للدكتوراه . وجلس الأساتذة المستحقون معروضين عليها اعتراضاً بارداً قاسياً ، فلم يسمع أحد من قبل على الإطلاق بلبات مشحونة كهربياً . لقد كان ذلك معارضاً لجميع المعتقدات العلمية في ذلك العصر ، ولقد لجأ الأساتذة إلى الشك الراسخ في نفوسهم واعتمدوا عليه .

ولقد حاول أرهنيوس مدافعاً عن قضيه بوضوح كبير ، واستطاع فيما يتصل بالافتراض أو المسلم الوحيد الخاص بدويان الجزيئات وانقسامها إلى ذرات محملة ، أن يشرحه شرحاً وافياً دقيقاً بحيث إن الأساتذة مع ما بداخلهم من شك لم يصلوا إلى درجة الاحتداد ونزيب الشاب ، فأجازوه ، ولكن بأقل درجة ممكنة للنجاح .

ولكن بعد عشر سنوات ، اكتشف الإلكترون المشحون سلبياً . ووجد أن الذرة ليست بالشيء الذي لا يقبل الانقسام كما اعتبرت من قبل ، بل مجموعة مركبة من الدقائق الصغرى . وفجأة أصبح لفكرة الأيونات باعتبارها ذرات مشحونة معنى . فإذا فقدت ذرة إلكترون واحد أو اثنين ، فإنه يبقى فيها شحنة موجبة ، فإذا استعادته فلها شحنة سالبة . وفي العقد التالي ، أنشئت جوائز نوبل ، ومنح أرهنيوس عام ١٩٠٣

جائزة نوبل في الكيمياء على الرسالة نفسها التي استطاع بها قبل ذلك بتسعة عشر عاماً أن ينال درجة الدكتوراه في الفلسفة بأقل درجة نجاح ممكنة .

هل أخطأ الأستاذ ؟ يمكننا بعد نظرة إلى الوراء أن نقول إنهم أخطأوا . ولكن في عام ١٨٨٤ لم يكونوا على خطأ ، فقد فعلوا الشيء الصائب تماماً . وخدموا العلم خدمة طيبة ، ولابد أن كل أستاذ كان يصغى ويزن عشرات من الأفكار الجديدة كل عام . ولابد أنه قابل كلا منها بقدر من الشك . مع أن خبرته وتدريبه يدلان على أن الفكرة ذات قيمة .

ولقد لقيت فكرة أرهنيوس القدر المناسب من الشك . ولقد بلغت درجة من التطرف بحيث توضع على مبعده ذراع . ولكن مع ذلك بدا أن لها من الميزة ما يكفي لمعلها تستحق الالتفات والتقدير . ولقد منحه الأستاذ الدكتوراه في الفلسفة مع ذلك . ولقد التفت العلماء الآخرون إلى فكرته . وفكروا فيها ، ففكر فيها أستاذ عظيم اسمه استفالد تينكر كأفيا جعله يقدم لصاحبها وتليفة حسنة .

وعندما توافرت البراهين المناسبة تفهقر الشك وتراجع وتضام إلى حده الأدنى ، وشرف أرهنيوس نشره عظيمياً .

ماذا كنت تتوقع أفضل من هذا ؟ هل كان ينحتم على الأستاذة أن يتأفوا على أرهنيوس وعلى نظريته بمجرد عرضها عليهم ؟ وإذا كان الأمر كذلك فلماذا لم يتأفوا على تسع وأربعين نظرية جديدة عرضت عليهم ذلك العام . ولم تبد أية واحدة منها أقل احتمالاً من نظرية أرهنيوس

وقد بدا بعضها أكثر احتمالاً منها ؟ ولو أن العلماء قبلوا النظرية الأيونية قبولا ساذجاً وبتصديق زائد لتطلب إثبات حصنها وقتاً أطول ، ولأدى هذا بهم إلى كثير من المرات المعلقة ، وكم يكون حينئذ عدد العلماء الذين يضعون أفكار أرهنيوس موضع التحقيق والبحث ؟

إن الطاقة البشرية العلمية محدودة جداً بحيث لا تستطيع أن تبحث كل شيء بحث لكل فرد . وستبقى دائماً محدودة جداً . ويتوقف تقدم العلم على بقاء العلماء عامة ، وبرسوخ وحزم في الاتجاه الذي يحقق أعظم غائد ممكن . والوسيلة الوحيدة التي تبقيهم في هذا الاتجاه هي الشك ، والشك الذي ينبعث من شاك واسع نشيط سليم .

ولكن تستطيع أن تقول إن هذا يفوت النقطلة الأساسية . هل لا يستطيع الإنسان أن يلتقط ويختار ويعزل ما هو ذكي عما هو غبي ، ويقبل الأول مباشرة وبعمادة ، ويرفض الباقي رفضاً تاماً ؟ ألا يوفر مثل هذا السبيل عشر سنوات مما أنفق في الأيونات دون مضية الوقت الذي يبعثر في الحصول على أفكار أخرى ؟

هذا صحيح بالتأكيد لو أمكن عمله ، ولكنه من غير المستطاع . إن القوة الحارقة التي تقدر على أن تميز الطيب من الخبيث والنافع من الضار ، والصحيح من الخاطئ مباشرة وعلى نحو تام تملكها الأكمة وليس البشر .

دعني أقتبس جاليليو كثالاً ، الذي كان واحداً من أعظم العلماء

العبارة في جميع العصور - والذي اخترع العلم الحديث في الحقيقة والذي تعرض بالتاكيد للاضطهاد وعداوة السلطة .

وكان جاليليو بالتاكيد من بين الناس قاطبة ، ذكياً ذكاً ، بكنى لأن يعرف الفكرة الطيبة - بن براها ، وكان ثورياً بما يكفي لعمله لا يثنى عنها لأنها متطرفة .

حسناً دعنا نوضح هذه النقطة . نشر جاليليو عام ١٦٣٢ العمل الذي نوج به حياته العلمية وهو « محاور في النظامين الأساسيين للعالم » *Dialogue on the Two Principal Systems of the world* وكان هذا هو نفس الكتاب الذي أوقعه في مشكلة حقيقية أمام محكمة التفتيش . وقد عالج ، كما يبين العنوان ، المذهبين الأساسيين مذهب بطليموس الذي يرى أن الأرض مركز الكون ، وأن الكواكب والشمس والقمر تدور بنظم معقدة في دوائر داخل دوائر . ونظام كوبرنيكس الذي يرى أن الشمس في المركز . وأن الكواكب والأرض والقمر تدور حولها بنظم معقدة في دوائر داخل دوائر .

ولكن جاليليو لم يذكر منهجاً ثالثاً ، هو مذهب كبلر ، الذي يرى أن الشمس في مركز الكون . ولا يقلل الكلام عن دوائر داخل دوائر ، إذ يرى بدلاً من ذلك أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات بيضية وتقع الشمس عند مركز من مراكز المدار البيضي . ولقد كان مذهب كبلر هو المذهب الصحيح . والحقيقة أن هذا المذهب لم يتغير مع الزمن الذي انصرم منذ ذلك الحين ، لما إذا إذن تجاهل

جاليليو هذا المذهب كلية ؟

هل يرجع الأمر إلى أن كبلر لم يكن قد توصل إلى مذهبه بعد ؟ لم يكن الأمر كذلك حقيقة فإن آراء كبلر عن المسألة نشرت عام ١٦٠٩ ، أي قبل كتاب جاليليو بسبعة وعشرين عاماً .

هل كان السبب أن جاليليو لم يسمع به ؟ كلام غير صحيح . لقد كان جاليليو وكبلر يرأسلان وكانا صديقين . وعندما صنع جاليليو تلسكوبات إضافية أرسل واحداً لكبلر . وحين كان كبلر يتوصل إلى أفكار جديدة كان يكتب عنها لجاليليو .

المشكلة أن كبلر كان مقبداً بأفكار العصور الوسطى الغامضة . كان يقرأ الطالع وينجم لمشاهير الرجال . لقاء أجر ، وعمل يجد ، وبذلك جهداً في التنجيم . وقد أتفق أيضاً وقتاً ليتوصل إلى النوتة الموسيقية التي تشكلها الكواكب المختلفة لتخلق موسيقى الأجرام السماوية . وأبرز أن « نوتة » الأرض هي مي فا مي *Mi Fa Mi* وهي ترمز للتعاسة *Misery* والحاجة *Famine* والنعاسة *Misery* . ولقد صاغ نظرية تفسر المسافات النسبية بين الكواكب السائرة والشمس بتنظيم الأجسام الصلبة الخمسة المتظمة الواحد داخل الآخر ، واستنتاج ما يترتب على هذا التنظيم .

ولم يسمع جاليليو الذي سمع بكل هذا والذي ليس لديه أفكار غامضة عن نفسه ، إلا أن انتهى إلى أن كبلر على الرغم من أنه فني طبيب ورميل ذكي ، ومراسل سار ، إلا أنه شاذ غريب تماماً . وأنا متأكد أن جاليليو سمع عن الزمن الذي انصرم منذ ذلك الحين ، لما إذا إذن تجاهل

حسباً ، كان كبير حقاً شاذاً غريباً ولكن حدث أنه كان على صواب
وكان مستبراً في بعض الأحيان أيضاً ، ولكن جاليليو من بين الناس
جميعاً لم يستطع أن يلتقط الجوهره من وسط الحصى .

هل نستعزى بجاليليو لهذا السبب ؟

أو يجب أن نكون شكورين بدلا من ذلك . لأن جاليليو لم يهتم
بالمدارات البيضية وبالتنجيم وباستقرار الجمارات العادية وبموسيقى الأجواء ،
ألم يكن التصديق مؤدياً به إلى تصحيح مواهبه . مما كان يؤكد الأجيال
التالية حسارة عظيمة ؟

وما لم تساعدنا قوة خارقة غير طبيعية لتبين لنا الصواب من الخطأ
فإننا كبشر سوف نتعثر ونخطئ بقدر ما نستطيع . والشك الراسخ الذي
لجده عند العالم المدرب هو الملاذ الآمن الوحيد لنا .

إن تنظيم الخطوات العلمية ، الذي يتكون خلال الأعوام ببطء ،
يشجع على الشك ويضع العقبات في طريق الأفكار الجديدة ، ولا يعزى
الفضل في اكتشاف فكرة جديدة لمن توصل إليها إلا إذا نشرها على
الناس جميعاً ليروها ويتقدها . ومن الإجراءات التي ينصح باتخاذها أن
تعلن الأفكار في أبحاث يقرؤها الزملاء في اجتماعات عامة بحيث يستطيعون
أن يحكموا آراء المتحدث ويتقدها وجهاً لوجه .

ولا يمكن قبول أية ملاحظة حتى بعد الإعلان أو النشر كي يعضدها
ملاحظ مستقل ويشبها . ولا تعتبر أية نظرية في أفضل الأحوال ، أكثر
من مجرد تأملات مشوقة حتى يعضدها البرهان التجريبي الذي يشبها

ويحققها على نحو مستقل ، وحتى تصمد أمام شكوك الآخرين العاملين
في الميدان .

ولا يعني هذا كله أكثر من إيجاد طريقة للانتقاء الطبيعي تميز
المناسب من غير المناسب وتفصلهما في مجال الأفكار بطريقة تماثل
مفهوم داروين عن التطور . وقد تكون العملية مثيلة ومتعة كالتطور
ذاته ولكنها ترقى أعظم النتائج في المدى الطويل . كما يحقق التطور ذاته
هذا ، وفصلا عن ذلك فأننا لا نستطيع أن نرى أن من الممكن أن نجد
بديلاً لهذا .

والآن دعني أتناول نقطة ثانية : إن مدى الشدة التي ينشط إليها
الشاك ذو الشك الراسخ ويشتار ، محكومة أيضاً بمدى تناسب الملاحظة
الجديدة ، وانساقها مع البناء العلمي المنظم . فإذا كانت متسقة انساقاً طيباً
معه ، فإن الشك يمكن أن يكون ضئيلاً . أما إذا كان انساقها رديئاً ضئيلاً فقد
يكون الشك شديداً . وإذا كانت تهدد بقلب البناء العلمي قلياً تاماً ،
فإن الشك فيها يكون شكاً لا يغلب ولا يقهر . وينبغي أن يكون كذلك .

والسبب في هذا هو أنه الآن بعد أن مضى ثلاثمائة وخمسون عاماً على
تأسيس جاليليو للعلم التجريبي أصبح بناؤه الذي تكون وتما قطعة قطعة
على يد اثني عشر جيلاً من العلماء ، من الثبات والرسوخ بحيث إن قلبه
كلية أصبح ضئيلاً الاحتمال جداً .

ولست في حاجة إلى أن تشير إلى النسبية كثنال لثورة قلبت العلم
رأساً على عقب . فآينشتاين لم يقلب البناء بل أقامه وسعه وحسنه فحسب ،

وهو لم يبرهن على خطأ نيوتن، بل دلت على أن أفكاره غير كاملة فحسب. فذهب أينشتاين عن العالم يشتمل على مذهب نيوتن، كحالة خاصة وكذهب صالح لو لم يكن حجم الفضاء كبيراً جداً ولو أن السرعة لم تكن بالغة الشدة.

وفي الحقيقة ينبغي أن أقول إنه منذ زمن كبلر في علم الفلك، وعصر جاليليو في الفيزياء، وأيام لافورييه في الكيمياء، ومنذ عصر داروين في البيولوجي، لم يظهر اكتشاف أو نظرية، مهما بدت ثورية، قلبت فعلاً بناء العلم أو أي نوع كبير فيه. إن ما حدث في البناء العلمي ليس إلا تحسباً وتبليهاً وتنقيحاً.

إن أثر الكشف العبدية منذ ذلك الوقت شبيه برصف الطريق وتوسيعه وإضافة للقاطعات مغطاة بالحشائش، وإقامة رادار لمنع زيادة السرعة. ويلاحظ أنه لا شيء من هذه الأشياء يساوي إغلاق الطريق وبناء طريق آخر في اتجاه جديد.

ولكن دعنا ننظر في عدد قليل من الأمثلة المخصوصة المستفاد من الحياة المعاصرة. منذ عدة سنوات بدأ فريق من البيولوجيين من جامعة كولومبيا يرتادون ويدرسون شكل قاع المحيط. ولقد وجدوا شقاً أو صدعاً في مركز حافة وسط الأطلسي (سلسلة من الجبال تسير أسفل المحيط الأطلسي بطوله) وهو صدع عميق. وأكثر من هذا يحيط هذا الصدع بأفريقيا ويطوقها ويخرج منه فروع يتجه إلى المحيط الهندي وخلال شرق أفريقيا

ويتمجه صوب المحيط الهادى ماراً بساحل كاليفورنيا وهو يشبه شقاً كبيراً يحيط بالأرض.

ويمكن قبول الملاحظة ذاتها. فقد قام بها متخصصون مدبرون ذوو خبرة، وإثباتها وتأييدها متوافران.

ولكن لماذا يحدث الصدع ؟ لقد اقترح أحد البيولوجيين حديثاً وهو بروس هيزن، أن الكسر قد يرجع إلى تمدد الأرض.

وهذا بالتأكيد أحد الاحتمالات. فإذا كان باطن الأرض يتمدد يبطء، فإن القشرة الرقيقة سوف تضغط وتتصدع مثل قشرة البيض.

ولكن لماذا ينبغي أن تتمدد الأرض ؟ وإذا حدث هذا ففوق تكون أكثر تفككاً وأقل كثافة، ولابد أن تنتشر ذراتها قليلاً.

ويرى هيزن أن إحدى الطرق التي قد يحدث بها كل هذا، هي أن قوة جاذبية الأرض كانت تضغط ببطء شديد جداً مع مضى الزمن، وبناء على ذلك تخفت الضغوط المركزية وتنتشر ذرات باطن الأرض المضغوطة. يبطء.

غير أننا نسأل لماذا ينبغي أن تنقص جاذبية الأرض، ما لم تكن قوة الجاذبية في كل مكان تتناقص ببطء شديد مع الزمن ؟ وهذا يستحق قدراً كبيراً من الشك، لأنه لا يوجد شيء في بناء العلم يشير إلى أن قوة الجاذبية يجب أن تتناقص مع الزمن، وعلى أية حال، فمن الحق أن نفهم أنه ليس هناك في بناء العلم ما يشير إلى أن قوة الجاذبية قد لا تتعرض

للتقصان بمعنى الزمن^(١).

خذ حالة أخرى : لقد اطلعت حديثاً على قصاصة من جريدة تتحدث عن تلميذ في السنة الثانية من المدرسة الإعدادية يحب كاليفورنيا زرع أربع مجموعات من البقول ووضعها تحت قنينات زجاجية ، وظلت إحدى المجموعات تحت هذه القنينات طول الوقت دون تغيير . أما الثلاث الأخرى فقد أزيلت عنها القنينات ساعة كل يوم لتعرض للضوء . تعرضت إحدى المجموعات للموسيقى الجاز ، بينما تعرضت الأخرى للموسيقى كلاسيكية حادة ، وتعرضت المجموعة الثالثة للضوء شديدة صادرة عن آلات سيارات سباق . وكانت مجموعة النباتات الوحيدة التي نمت نمواً كبيراً هي تلك التي تعرضت للضوء والسيارات .

وكان عنوان رأس العمود في الجريدة : حبات البقول تستطيع السمع ، وهي تفضل ضوءاً السباق على الموسيقى .

ويحرك الشك الراسخ بداخلي ، على نحو آلى وبأقصى سرعة مثائلاً : هل القصة الصحفية الموهبة ؟ ليس هذا مستحيلاً ، فتاريخ الألعاب الصحفية بطبيعته يقع المرء بسهولة أن أبة صحيفة لا تنشر شيئاً يمكن أن يكون صادقاً .

ولكن دعنا نفترض أن القصة صحيحة . لو افترضنا هذا لكان السؤال

(١) والحقيقة أن هناك تأملات كونية (ولو أنها في رأيي ليست مقننة جداً) تتضمن القول بنقص منظم ويطلى . جداً في التاب الحاذق ، وهناك أيضاً نظرية كتاب التي وصفها من قبل في الكتاب ، والتي تستلزم ندقاً في قوة الحاذية الأرضية ، دون أن تتناول التاب الحاذق .

التالي الذي تسأله هو : هل كان الفني يعرف العمل الذي يقوم به ؟ هل لديه خبرة كافية تجعل طبيعة الضوء هي التفسير الوحيد ؟ هل كان هناك فرق في التربة أو في مقدار ماء الري ، أو في أي مسألة أخرى صغيرة أهلها نتيجة لعدم خبرته ؟

وحتى أو قبلنا أخيراً صحة التجربة فما الذي تبرهن عليه حقيقة ؟ إن المقال يبرهن دون شك في نظر كاتب المقال وبالنسبة لكل قارئ آخر تقريباً على أن النباتات تستطيع أن تسمع . وأن لها تفضيلات وأنها ترفض النمو إذا شعرت بالوحدة والإهمال .

وهذا يخالف إلى حد بعيد البناء العلمي الزاهي . بحيث إن ما بداخلي من شك راسخ يرفضه رفضاً باتاً ويصممه أو يختمه بكلمة « تجاهله » . والآن ، ما هو التفسير البديل الذي يناسب بناء العلم ويتسق معه على نحو معقول ؟ إن الصوت ليس مجرد شيء يسمع فهو شكل من أشكال الذبذبة أو الاهتزاز . فهل من الممكن أن تثير اهتزازات الصوت دقائق التربة الصغيرة وتيسر للنبات امتصاص الماء ، أو توفر أيونات أكثر في متناول النبات بتحسين الانتشار ؟ وهل الضوء الطليعية التي تحيط بالنبات تعمل على هذا النحو لتحسين النمو ، وهل أفادت ضوءاً محرك السيارة أفضل من غيرها النباتات التي تعرضت لها ساعة كل يوم ، لأنها كانت أعلى فأحدثت أشد اهتزاز وذبذبة ؟

ويشعر أي عالم (أو تلميذ في الصف الثاني من المدرسة الإعدادية)

في مثل هذا الموقف بأن عليه أن يجري تجارب أخرى . يجب أن يحارب اللذبات التي لا تحدث صوتاً مسموعاً . كالدذبات فوق السمعية الالتراسونيك Ultrasonic والاهتزازات الميكانيكية وهكذا ، أو قد يحاول أن يعرض النبات نفسه للذبات من جميع الأنواع ، عازلاً التربة والعكس بالعكس .

وهذا يؤدي في في النهاية إلى الأطباق الطائرة وتحضير الأرواح وما شابه ذلك ، والأمثلة التي أسألت لنفسى هي : ما طبيعة السلطات التي تنشر هذه الآراء وغيرها من هذا النوع ؟ وما مدى اتساق الملاحظات والنظريات مع بناء العلم الراسخ ؟

ولإجابتي عن هذين السؤالين هي على التوالي : ضعيفة جداً ، صبي جداً .

وهذا يجعلني غير تادم غاماً فيها يتصل بدوري المزيج في الحياة . فإذا توصلت إلى فكرة راقية تستلزم وجود أطباق طائرة ووجدت نفسي في حالة مزاجية تدعيني لأن أكسب قصصاً خيالية علمية فأسأفل مسروراً . وأسأضي في عدم تصديق لها بفسوخ وثبات في الحياة الحقيقية ، وإذا كان هذا بعد انقساماً في الشخصية أو فصاماً فيها فاستفد منه إلى أقصى حد ممكن .

١٧ - معركة العقل الغربية

بعد أن أرسل الاتحاد السوفيتي الاسبيونتك الأول إلى المدار في ٤ أكتوبر ١٩٥٧ . اكتسب الروس ذوو العقيلة الغربية (وهو لفظ أطلقه عليهم ذوو عقلية جامدة مغلقة) احتراماً مفاجئاً غير معتاد في الولايات المتحدة . وفجأة بدأ كل فرد ينظر إلى الاتجاه الأمريكي المضاد للعقل للعقل بازعاج شديد :

ولقد أثار غروري وعجبي دائماً أني كتبت مقالاً أتأسف وأرقى الانجاء المضاد للعقل في أمريكا الذي برز قبل أن يظهر الاسبيونتك الأول بعام ونصف عام^(١) .

وفي هذا المقال عارضت بشدة تلك العوامل التي توجد في الثقافة الأمريكية والتي فيها يبدو ل أنها تعبر النقض في التعليم فصيحة . وبهذا تجعل من الصعب على البشر أن يظهروا ذكاءهم دون أن يتعوضوا لتعاقب من أجل ذلك .

لقد قلت هذا دون أن أذكر الصواريخ أو الأقمار الصناعية . ودون أن أتحدث عن « السابق العلمي » مع أي أمة . وألحق أني لم أذكر قط الاتحاد السوفيتي وكذا قلت كان هذا قبل الاسبيونتك الأول بعام ونصف عام . وقبل ظهور طوفان الكتيبات الصغيرة التي نشرت بعد الحدث

The By-Product of Science — Fiction, Chemical and Engineering News, August 13, 1956.

مباشرة وإلى عاجلت إطلاق الاسبونتك الأول معالجة جادة .

وينبغي بتطبيعة الحال ، أن أرفض بسرعة القول بأن أحاول أن أقرر ضمناً أني أكثر ذكاءً من يائس من الإملاء ، أو أكثر منهم قدرة على التدبر . فأننا لم أتنبأ بالاسبونتك الأول ، ولقد حذرني عالم فلك في ربيع عام ١٩٥٧ من أن الاتحاد السوفيتي سيتصدر علمياً في هذا المجال ، وقد ضحككت من أعماق قلبي وثيقة قائلا : لن يحدث هذا قط .

وهذا يعني أني لم أعتقد قط أن الذكاء هام لأننا نريد فحسب أن نظل متقدمين على الاتحاد السوفيتي بل اعتقدت بأهمية الذكاء لأسباب وجيهة ومتشعبة أخرى ، وقد دقت الطبول مدافعاً عنه حتى حين كنت مقتنعاً بأن الولايات المتحدة كانت متقدمة تقدماً كافياً عن جميع الأمم في فروع العلم كافة .

ولمنا فبعد أن أفقت من دهمسي في ذلك اليوم من أكتوبر جلست أتعجب للشهرة المفاجئة التي أصابها العقول ، وعجبت لشهد أعضاء الكونجرس الذين يتأفشون الطيران في الفضاء في ثقافة ، كما لو أنهم كانوا يقومون عن العلم منذ أن قبلوا طفولتهم الأولى . وقد بدا لي الأمر ، للحظة ، أن العقول حازت من الاحترام قدراً يجعلني أجد رجال الكونجرس يحاولون التحدث متبعين قواعد النحو ، حتى ولو غنى ذلك فقدمهم للخصائص التي تميز بها أجدادهم الذين كانوا يصارعون الطبيعة في عنف وجلد .

وفي تلك الأيام تحدثت كل فرد عن مراجعة نظامنا التعليمي وعن

تعديله وإدخال نظام ثوري يشجع التلاميذ الأذكياء فعلاً ، ويوجه بعض الانتقادات إليهم .

ولكن سرعان ما تلاشى الرعب الذي ظهر في البداية وتلاه هدوء وأرسلنا عدداً من الأقمار الصناعية وأصبحت عبارة « الأمريكيون يعرفون كيف يعملون » عبارة تستحوذ على ألباننا مرة أخرى . ولقد أفسح هذا المجال قبل كل شيء لفكرة هي أن العمل على إيجاد مدارس أفضل يكلف مالا ، ومن الذي في إمكانه أن يغير التقويم ، يدفع مرتبات كبيرة للمدرسين كمرتبات حراس المنازل ؟

وقضلا عن هذا فهناك أمر آخر يتصل بالموضوع . وهو أن الاقتصاد المزيف ليس مما يثير العجب عند المرء ، ولو فعل هذا عند شخص لكان من الأفضل بالنسبة له أن يلجأ إلى حاسه الناقلة حتى يتوصل إلى نظام اقتصادي أكثر كفاءة ووضوحاً وحسناً للأمور .

والشيء « الآخر » الذي أشير إليه والذي يصلحني هو ما يظهر من هجوم مضاد واضح لإزاء أي تغيرات في فلسفتنا التربوية الأساسية وتجاه فكرة زيادة الاهتمام بالعلم برمتها . من جانب بعض قوى العقول الجامدة أنفسهم .

ومع ذلك فهناك ذوو عقول غربية بأجناس وأنواع شتى متباينة ويمكننا أن نضع تصنيفاً غريباً على أية حال ، ونقسمهم إلى إنسانيين وعلماء (وهذا لا يعني . بطبيعة الحال ، أن شخصاً لا يمكن أن يكون عضواً في كلتا الفئتين) .

وهناك ترفع بين المثقفين . ولقد وجد هذا الترفع بينهم دائماً . فبعد وقت
سحق من أيام الإغريق القدماء ، شعر الفلاسفة العظام أنهم متأكلون
تماماً بأن دراسة الطبيعة عن طريق الفكر المجرد العميق أسى بكثير من
البحث التجريبي وأنبأ منه . ولقد شعروا أن الانبهاج بجمال الكون المنظم
ساحر من التقدير المجرد للتواهي الجمالية ، وأرفع من الاهتمام بالرعة
في تطبيق قوانين الكون واستخدامها في الحياة اليومية .

ويعتدل أن يكون السب في هذا أن المجتمع اليوناني كان قائماً على
العبودية الإنسانية وبعبث ظهر أن في العمل اليدوي ما يشين . ولقد كان
التجريب فضلاً عن ذلك نوعاً من العمل البدوي . ولهذا ناسب العبيد
وخدمهم في الواقع . ولقد عنى العلم التطبيق إحناء جلال الكون وأعماده لتلك
الأشياء التي ينبغي أن تثير اهتمام العبيد . والتعبير « الآداب والفنون »
Liberal arts مشتق من الكلمة اللاتينية *liberi* وهي تعني « رجالاً »
أحراراً ، والآداب والفنون النظرية تناسب الأحرار . أما الفنون الميكانيكية
والتقنية فتناسب العبيد .

ولم يستطع مفكر عظيم مثل أرسطيدس أن يقاوم إغراء الاشتغال
بالعلم التطبيق (والعمل فيه يتفوق رائع أيضاً) . ومع هذا فقد كان عجلاً
من نفسه . ونشر إنتاجه النظري وحده .

وبناء على هذا كان على العلم التجريبي أن ينتظر ألفين من السنين
حتى يولد .

وما برح هذا الاتجاه موجوداً إلى اليوم حتى بين العلماء التجريبيين

أنفسهم . فكلما ازداد العلم في تجريده ارتفعت قيمته طبقاً للسلم الاجتماعي
للعلماء . والنظام الهرمي التزوي للعلم هو : العلوم الرياضية ، وعلم الفلك ،
والفيزياء ، والكيمياء ، وعلم الأحياء ، وعلم الاجتماع . وهناك أقسام متدرجة
داخل كل علم يمكن أن تعامل بالطريقة نفسها على أساس محتواها
النظري ، ففي الكيمياء مثلاً يكون التدرج الهرمي التزوي هو : الكيميائي
الفيزيائي ، والكيميائي العضوي ، والكيميائي الحيوي . والكيميائي الهندسي .
ومن الشائق أن نجد العلوم المختلفة الهامة قد أمنت عنايتها الحديثة وتطورتها
حسب ترتيب وضعها في النظام الهرمي . كما لو كان المفكرون قد
استغرقوا وقتاً أطول فأطول لكي يبدعوا رويداً عن المثل الأعلى الإغريقي .

فلم يصبح علم الاجتماع الحديث علماً ، حتى جاء القرن العشرون
(ويعتدل أنه - حتى الآن - لم يقف على قدميه ولم يبعد عن الأرض) .
وعلم الأحياء الحديث من صنع القرن التاسع عشر بما فيه من نظرية
الخلية ، ونظرية الجراثيم في الأمراض ، ونظرية التطور بالانتقاء الطبيعي ،
والكيمياء الحديثة من خلق لافورزييه والقرن الثامن عشر ، والفيزياء من خلق
جاليليو والقرن السابع عشر ويرجع علم الفلك الحديث إلى كوبرنيكس
والقرن السادس عشر .

وفي النهاية نجد الرياضيات ، وهي نظرية بالغة التجريد حتى إن
الإغريق تفضلوا بابتكارها بالمعنى الحديث ، وفضلاً عن ذلك فإنها لم تمت
كلية في قرون الفلام بعد ذلك ، وما إن جاء القرن الخامس عشر . حتى
بدأت الرياضيات تظهر علامات لا تخطئ عن حيورتها المتجددة التي

لم تفتر ولم تلو منذ ذلك الحين قط .

ولكن ما الذى يقع وراء العلوم الرياضية والقرن الخامس عشر ؟ وما الذى نقله فى الحياة الحديثة تقديراً عظيماً وظهر إلى الوجود فى القرن الرابع عشر ؟ الجواب عن هذين السؤالين هو : الإنسانيات .

ويجمع المشتغلين فى جميع العلوم شعور مشترك بالوعى أو باللاوعى بأنهم أقل ثقافة من المتخصصين فى الإنسانيات . ويستجيب المشتغلون بالإنسانيات لهذا الموقف بالشعور بالترفع والخيلاء إزاء العلماء . ولما كانوا بطبعهم ذوى بيان فإنهم أقنعوا الجمهور عامة بهذا الاتجاه .

وعندما يفكر أى واحد منا فى الثقافة فإنه يفكر فى الأدب والفن والموسيقى والفلسفة واللغة اللاتينية واليونانية وما يشابه ذلك . والحقيقة أن تلك الأشياء قد بلغ من تحريم نفسها أنى أصبحت حين أبدأ فى مناقشة بقصد تحطيم أصنامها وفضح أباطيلها أشعر كما لو أنى مقدم على فضح ومهاجمة الحب الأسمى ، أو رفض تحية العلم أو شئ يساوى هذين فى الشاعرة والقطعة .

والآن ، ما هى « الإنسانيات » على أية حال ؟ يقول وبستر إنها (فروع التعلم المزود المذهب باعتبارها تزدى أساساً إلى الثقافة وهى خاصة الكلاسيكيات القديمة ، والفنون الرفيعة والآداب . وهى شئ دنيوى باعتباره متميزاً عن التعلم اللاهوتى) .

والجزء الأول من التعريف يجعل الإنسانيات تبدو وكأنها نوع من التعلم الخالص المجرد ليس مهياً ولا معداً للتطبيق على مشكلة الحياة اليومية ،

أى ليس متعلقاً بكسب العيش . وهى دراسة مثالية لشغل وقت الفراغ وبالنسبة لأولئك الذين لديهم وقت فراغ .

ومن الأمور الإنسانية أن يقع الإنسان فى مغالطة هى أن يستنتج أنه « إذا كان يتضمن ب . فإن ب يتضمن أ » . فإذا لم يكن لأفضل أمثلة للإنسانيات أى تطبيق على فإن الدراسات التى ليست لها تطبيقات عملية تعتبر أمثلة طيبة للإنسانيات . وبالعكس الدراسة التى لها تطبيق على ليست مثلاً طيباً للإنسانيات . وليست نوعاً من التعلم المذهب . إنما لا تزدى إلى الثقافة .

والآن ، لا يمكن أن تتجنب العلوم المختلفة ما لها من استخدمات عملية . فالعلوم تبدأ برجال مهذبين هواة ولكنها تنهى دون تغيير الإنسان فى معمل فى مكان ما . وقد علته برتبة أقدار .

من الذى يحاول عندئذ أن يقول إن السيد المذهب الذى بلغ فى تثقيفه وتعليمه حداً كبيراً . مع ما لديه من معرفة واسعة شاملة بالإنسانيات تجعلها طوع بئانه . ومع جهله التام بالعلم ليس أكثر ثقافة من ذلك الذى يعمل فى المعمل . ولديه معرفة تفصيلية بالعلوم . ولكنه عاجز عن التمييز بين بيكاسو وبيزيكاتو .

وهناك قصة على سبيل المثال . هى أن أعضاء هيئة التدريس بمعهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا اجتمعوا ذات مرة ليراجعوا الدرجات النهائية للمنتخرجين مراجعة نهائية . ولقد وجدوا طالباً يدعى شيرتون رأسياً فى اللغة اللاتينية فذات عنهم ضحكة اشتركوا فيها جميعاً دون استثناء .

من الذي لا يعرف . مهما يكن تخصصه أن ماركوس تليوس
شيشرون كان أعظم خطباء الرومان وكاتب أنقى ما سطر على الورق
من عينات للأسلوب اللاتيني ؟ وإذا كنت لا تعرف هذا فأنت غف
غير متعلم . وسوف يحس عالم الفيزياء وعالم الكلاسيكيات على السواء
بالخجل من جهلهم لهذا .

ثم تبع ذلك عندئذ وفي نفس الاجتماع هيئة التدريس حالة تعليم
آخر يدعى جاوس . رسب في الرياضيات وحدث ضحكة اشترك فيها
هذه المرة أعضاء الأقسام العلمية المختلفة . أما أعضاء أقسام الإنسانيات
فقد ظلوا صامتين بغير فهم .

لأنهم لم يعرفوا أن كارل فريدريك جاوس كان واحداً من ثلاثة
أو أربعة هم أعظم علماء الرياضيات في التاريخ . ولو أن هذا وضع
فهم فإنهم لن يروا بغير شك لماذا ينبغي أن يتوقع منهم أن يعرفوا ذلك،
ويحتمل ألا يكتفوا بجهلهم . وقد تظهر لديهم كل التوليا بأنهم لن يحاولوا
أن يعرفوا مثل هذه الحقائق في المرة القادمة على أية حال .

ومع ذلك ، سيحجل أى عالم من أن يرفع رأسه عن أدواته ليقول:
« أنا لا أستطيع هذا الأدب الخيالي المشوش ، فأنا أقرأ الكتب المضحكة
وحدها » وقد يكون هذا صدقاً ولكنى ألفت نظرك . إلى أنه سيحجل من
قوله هذا . ويشعر بالخرى .

وأستطيع بسهولة - على أية حال - أن أتخيل إنساناً يقرر في هدوء أنه
لا يعرف شيئاً عن الرياضيات ، وأنه لا يستطيع أن يجمع عموداً من الأعداد

ليفتد حياته . وليس هناك شين أو خزي في هذا وأنا أعتقد وقد أكون
وهاً ، أن عالم الإنسانيات المتمكن قد يشعر بفخر قليل لأنه لا يفهم
الرياضيات أو العلوم فهذا الجهل علامة على الاستقرار العقلية الحققة
وبين كيف أنه يتقف ثقافة تامة .

والآن . انظر إلى الموقف الذي وجد فيه الإنسانيون أنفسهم دون توقع
بعد ذلك اليوم الأسود من أكتوبر عام ١٩٥٧ . فقد كان الجمهور
الأمريكي ومن يتحدث عنه يصرخون فجأة طالبين تعليمًا أكثر . ولكنهم
كانوا يتحدثون عن تعليم العلوم . فقد اكتشف الزعماء البارزون في جميع
نواحي الحياة فجأة أن الناشئة لم يتعلموا علماً كافياً .

تخيل المستقبل الممكن الذي يواجه الإنسان المتقف ثقافة تامة .
وهل جاء الوقت الذي يعتبر فيه الإنسان مثقفاً أو متعلماً لأنه يسامته
يفهم معادلات التفاضل - فليقلنا الله - وهل ينظر إلى الكيميائي بأصابعه
وما يعلموها من آثار أحماض كبريت مثقف بسبب هذه الحقيقة ذاتها ؟
وما الذي يحدث لإنسان - إنسان مثقف حقيقة قرأ براوست في
الأصل لقريسي ، ورستويانسكي في الأصل الروسي (دروبي قيصري
بطبيعة الحال) . ولكنه لم يلبث نفسه بحساب التفاضل والتكامل
وبالبروتونات وأشياء مشابهة . هل بعد مجرد رجل من العامة ؟ أو أنه
شخص تعلم تعليماً من الدرجة الثانية ؟

وعارض كثير من علماء الإنسانيات طبيعة الحال مثل هذا الاتجاه،
وهذا أمر طبيعي . مثله مثل صاحب المصنع ذى العربة والحصان الذي

كان بحارب هنرى فورد .

وكانت النتيجة هجوماً مضاداً متفقاً ضد زيادة تأكيد العلم والاهتمام به لأسباب متنوعة ، بعضها أجده أكثر إسقاماً من بعض .

وكثيراً ما أسمع إحدى النقط . وهى أننا نفسح المجال لنجاح الاتحاد السوفيتى فى ميدان الصواريخ . لكنى يدفعنا إلى تنافس مع مجتمع مخالف مجتمعنا . بتخريب علماء ومهندسين ، وأنتا ينبغي لنا بدلا من ذلك أن تتبع طريقنا فى الحياة ، طريقاً يغلب عليه الاتجاه الروحى . وينبغى ألا نحاول أن نهزم نظاماً يبنى الملامح الواضحة لنفس الشيء الذى نحاربه .

بطبيعة الحال ، إن من السخف والرياء أن نحاول أن نجعل الأمر يبدو كما لو كنا فخورين بدرجة تمنعنا من التنافس مع الاتحاد السوفيتى على أساس مادى . ولم تقض سنوات طويلة منذ الوقت الذى قلنا فيه بصوت عال ، إن كل ما علينا أن نعله هو أن نسقط كتالوج « سيرز روباك » فى جميع أنحاء الاتحاد السوفيتى حتى يثور السكان ويتمرد أولئك المحكومون بالضغط والقمع حين يعلمون بالغنى والمائل والثروات التى يمكن تحقيقها بواسطة نظامنا الرأسمالى .

ولقد برهنا على تفوقنا على الشيوعية المرة بعد المرة . بعملية بسيطة هى مقارنة أرقام السيارات والتليفونات وآلات الغسيل وما يماثلها . وكل شخص يشاهد التليفزيون يعرف أن اقتصادنا (الأمريكى) يقوم على زيادة مستمرة فى عدد ممتلكاتنا المادية ، وأن كل الإجراءات الشديدة قد اتخذت لتشجيع هذا . وإذا اكتشفت طريقة تمكن المذيع من أن

يخرج من جهاز التليفزيون ويجبرنا على استخدام الصابون أو دواء الصداع أو خليط الكعك ، أو شراء سيارة تحت تهديد السلاح فإن ناشرى الإعلان سوف يصطفون بغير شك صفلاً مزدوجاً طويلاً جداً ينتظرون دورهم ليحدثوا حقوه .

والآن ، وبعد أربعين عاماً من الإصفاء لهذا ، يتمتع الاتحاد السوفيتى ويزداد ذكاء ويقول : « حسناً ، سننتصر عليكم فى مستوى المعيشة ودعنا نبدأ الآن بتقدير من المتفوق على أساس عدد الصواريخ وعدد العلماء . » وإذا كنا نستطيع استجابة لهذا أن نعغم قائلين : « حسناً ، إن كل هذا لا يهم وإن القيم الروحية هى الشيء الذى يعد ويقدر على أية حال ، فإنى أستطيع أن أقول إن هذه المناقشة متأخرة جداً بحيث لا تقنع أحداً . وإنما سنخسر تلك المعركة المشهورة لعقول الرجال .

وأنا أيضاً ، خائف من هذا النوع المريع من التفكير الذى يميل إلى جعل الأمر يبدو كما لو أن تعليم عدد أكبر من العلماء هو على نحو ما اتجاه نحو الشيوعية ، ونسوية العلم بالشيوعية انتحار واضح لأى مجتمع غير شيوعى . وبصراحة لو أن الدفاع عن علم أفضل وأكثر وعلماء أفضل وأكثر يعتبر اتجاهاً شيوعياً ، فأنا على استعداد لأن أدين نفسى الآن مباشرة .

هل نفترض أننا لن نكون فى حاجة عندئذ إلى العلم أو العلماء . وأنتا نستطيع أن لجلس مستريحين ونضغى إلى كونسرتو برامز أو تسجيل لألفيز بريزلى (كل فرد حسب ذوقه) ونترك العلم لعدد قليل من الشواذ والأغراب لديهم اهتمام بالعلم مغروس فيهم ولا يمكن إشباعه أو إسكاته ؟

إننا لا نستطيع ذلك . ولو كان بسبب تلك المجموعة التي لديك من الأعمال الأدبية العظيمة في جميع العصور . لأن لدينا عدواً يبلغ في قيمته عشرة أمثال الاتحاد السوفيتي وسمى - التزايد المائل في السكان ، ولدينا عدو آخر يساويه في قهره وخطره وهو : الموارد المتناقصة . ولدينا مجموعة من السكان إما أنهم توصلوا إلى مستوى معيشة مرتفع ويريدون المزيد منه ، أو لم يحققوا مثل هذا المستوى المعيشي المرتفع . وقد صمموا على أن يفعلوا هذا .

وليس من الضروري أن أتناول هذه المسائل بالتفصيل . ولكني أود أن أشير باختصار فحسب إلى أننا إذا كنا نتوقع أن نحقق حياة أبسر لعدد أكبر من الناس مما يبق لدينا من كوكبنا المسلوب ، فإن علينا أن نبحث عن طرق لبلوغ هذا ، فالأعمال الأدبية والفنية قد تلهمنا في هذا البحث ، وتحفزنا عليه . ولكن الإجابات الفعلية إن وجدت لا يد أن تتمخض عن العلوم .

وسوف نحتاج إلى علماء ومهندسين لأشياء أكثر من الصواريخ والأقمار الصناعية . سوف نقتر إلىهم لأشياء بسيطة كذلك التي نلقاها في حياتنا اليومية كالبحث عن الطعام والماء النقي والغذاء غير الملوث .

وسوف نحتاج في الحقيقة إلى علماء بدرجة أكبر إذا اختفى الاتحاد السوفيتي . لأنه بينما توجد هناك دائماً إمكانية لإفساد جميع الأعمال والمنشآت بقيام حرب ذرية شاملة لا تبقى ولا تترك ، واعتقد أن نحتاج إلى علم على الإطلاق لفترة ، أوحى لن نحتاج إلى الكثير من أي شيء آخر .

ويمكن أن نبين بالتأكيد أن كثيراً من المشكلات الحديثة لم تكن لتوجد بغير العلم ، وأفضل مثال لهذا خطر الحرب الذرية . وتقدم الطب الحديث أيضاً يعتبر أحد العوامل التي وراء تزايد السكان المائل في الوقت الحاضر .

ومهما يكن من شيء . فإن العلم لم يتخرب ولم يخلق المشكلات ، فقد وجدت بكثرة في العصور غير العلمية وجعلت الاختراعات غير العلمية أكثر تعاسة من مجتمعاتنا في كثير من النواحي وأقل أملاً منها في الخلاص فالخضرة المثالية للإنسان تلك التي ازدهرت في عهد بركليس الأثيني قامت على عيوديته الإنسان واستمرت جيلاً واحداً ثم حطمتها الحروب (التي كانت مزمنة في تلك العصور وبالتأكيد لم تكن ناتجة عن العلم) والوباء (الذي كان مزمناً وكان مسبباً بالاعلم) .

واعتقد أن أي فرد يصبو إلى مجتمع رعى أبسط من مجتمعتنا ، وثقافة بدائية أبوية فاضلة بعيدة عن جنون الحياة الحديثة ، إنما يتوق إلى شيء لم يحدث ولم يوجد قط .

قد تكون نزعاً مادية لدى . ولكني أحس بشعور حار من الراحة والأمن حين أفكر في أشياء مثل التخدير والمواد المضادة للجراثيم antibiotics والصابون وملايين الأشياء الأخرى التي لم تتوافر عند « دافنيس » « وشلو » وما يعرفان على الزمار عرقاً متصلاً لشباههما وحملتهما المتوترة . وما الذي حدث لدافنيس في اعتقاده على أية حال ، إذا فاجأته نوبة التهاب زائدة دودية حادة ؟ إنه لم يصرخ إلى ما لا نهاية بطبيعة الحال ، وإنما

صرخ حتى وقع في غيبوبة ومات.

وهناك خوف آخر كثيراً ما عبرنا عنه فيما يتصل بالاهتمام الزائد والممكن بالعلم ، وهو أننا قد نتحول إلى أمة من «الروبوت العلمى» أى من علماء آليين . وذلك لأن من المهم مع هذا أن نرى أننا ذوى ثقافة عريضة متكاملة .

وهذا جهل ، وهو أمر سيئ ، أو رياء ، وهو أمر أسوأ ، قوامه التلويح بشيخ خطر مفزع لا يوجد ولا يمكن أن يوجد . ودعنا نفترض أن الأمريكيين يريدون أن يخرجوا أمة من العلماء الآليين ، وأن التعليم الأمريكى قبل التحدى . ومضى في أمانة يعمل تجاه ذلك الهدف . هل ينجح ؟ بالطبع لا .

إن الغالبية العظمى من النوع الإنسانى ليسوا مهيبين لكى يصبحوا علماء أذكاء أكثر من نيتهم واستعدادهم لأن يكونوا نجومًا في لعبة كرة القدم ، وفي ظل أفضل الظروف والجهود والمقاصد في علمنا نستطيع أن نحول أقلية من الجزء الموهوب من الإنسانية إلى فئة راقية ممن يسبرون غور أسرار الطبيعة .

إن لفظ عالم آلى رِبُوتَ scientific robot الذى كثيراً ما يستخدمها المشتغلون بالإنسانيات لفظة تدل على ترفع وخيلاء عقلية لا مبرر لها ، فيها يشاركون غير المتعلمين عامة في تقبل تعميم جامد كاذب عن العالم باعتباره إنساناً ضائعاً بين أنابيب الاختبار وأجهزة تسجيل ذبذبات التيار الكهربى وعاجزاً عن تقدير الأشياء الرفيعة الراقية في الحياة .

وعلى الرغم من معرفتى العريضة بالبدان فأنا أعرف عدداً قليلاً من العلماء ضالعين في أنابيب الاختبار أو في أجهزة تسجيل ذبذبات التيار الكهربى ولدى معظم العلماء اهتمامات أخرى ومن بينها الإنسانية . ويعتقد أغلبهم أن الإنسان يصبح علماً أفضل إذا اهتم بالإنسانيات وتعترف بناء على اعتقاده فيها . وقد حدث أنى أعرف إنساناً قرأ براوست في الأصل الفرنسى وديستوفسكى في الأصل الروسى . وهذا الإنسان عالم كيمياء حيوية .

ورثة فائق عظيم آخر يتصل بتدريس العلوم تدریاً مركزاً . وهو : افترض أنك قررت بناء على حافظ قوى ومستمر أن تبحث عن طلاب قادرين على العمل العلمى وأن تنميه . ألسنت عندئذ تحطم حق الطلاب في أن يوجهوا حياتهم ويختاروا ما يثير اهتمامهم ؟ افترض أن طالباً يستطيع أن يكون علماً ولا يرغب في ذلك ؟ أليس في جعله علماً على أية حال عمل مضاد للديمقراطية ؟ أليس هذا عملاً ديكتاتورياً ؟ أليس في هذا ما يتعارض مع الكرامة الإنسانية والقدرة التى كالمح العالم الغربى كفاً شاقاً للحفاظ عليها ؟

والإجابة عن كل سؤال من هذه الأسئلة هى نعم . وإذا وجد لدى الطالب اتجاه قوى معارض لأن يكون علماً . فإننا لا يمكن أن نجعل منه علماً . مهما كان مهلاً في النواحي الأخرى ، والشئ الوحيد هو أن من الأفضل بالنسبة لنا أن نتأكد من أن لديه اتجاهاً قوياً مضاداً يمنعه من أن يصبح علماً . ومن الأفضل بالنسبة لنا أن نتيج له كل إغراء وإسمالة

تدعوته لأن يصبح عالماً .

وأنا أذكر الأيام الساذجة الحافلة التي سبقت بيرل هاربور حين أثير سؤال ينصل بالنعمة العسكرية ونهضت بعض العقول العظيمة في ردهات الكونجرس لتقول إن النعمة العسكرية غير ضرورية ، وذلك لأنه عند أول إشارة أو دلالة على الغزو سيقفز مليون أمريكي إلى أسلحتهم مثل المخابرين القدماء الذين كانوا دائماً على أهبة الحرب .

وبالتأكيد سيرعون إلى أسلحتهم .

لقد تناول المخابرون القدماء بنادق الصيد المعلقة على الحائط وخرجوا ليصويها نحو ذوى المعاطف الحمراء الذين لم يكن لديهم أية بندقية يستطيعون أن يستخدموها بنصف مهارتهم . والمفروض أن الأمريكيين عام ١٩٤١ سوف يهرعون إلى ذبايبهم وطائراتهم المستندة إلى الحائط ويسرعون بها نحو العدو .

ولحسن الحظ توصل أغلبية قادتنا النبلاء في مجلس شيوخ بصوت واحد في غموض إلى حقيقة هي أن الأسلحة الحديثة لا يمكن استخدامها عند أول نظرة إليها . وأن هناك أشياء تقتضيها الحرب هذه الأيام أكثر من جذب إنقاذ . وعلى هذا تمت النعمة العامة . واحتجنا لكي نستعد للحرب عندما قامت إلى ستة شهور إضافية فحسب .

والآن لقد أصبحت النعمة العامة ديكتاتورية تهدم الاستقلال الفردي . فلا يسأل المتحد إذا كان يفضل أن يكون جندياً أو ثرى حرب . وأسماه إن الضرورة مع ذلك تسود الموقف .

والواقع أننا في حرب الآن ، لا مع الاتحاد السوفيتي فحسب . بل مع الكون . ولقد كنا دائماً في حرب معه . ولقد تم التقدم الإنساني - أو ما يسمون أن نطلق عليه تقدماً - نتيجة للانتصارات على الكون . فقد حدث اكتشاف النار . واختراع العجلة وتطوير التعدين وترويض الحصان نتيجة لذلك .

وبعد عام ١٥٠٠ اخترعت طريقة منظمة لمحاربة الكون . وجمبت العلم التجريبي ، وبعد عام ١٧٥٠ زادت سرعة هذه الطريقة . وحتى عام ١٩٥٠ لم تتعد الحرب ضد الكون نطاقاً ضيقاً يمكن الاضطلاع بها بواسطة جيش من المتطوعين بكمية معقولة .

ولكن الحالة لم تعد كذلك ، فزيادة السكان مضافاً إليها استهلاك الطاقة على نطاق واسع . وهذا أمران أمكن تحقيقهما بالانتصارات العلمية المبكرة . جعلتا الحركة تزداد تعقيداً باستمرار . وتزيد خطورة ما يسبب عن المراتبة من كثرة (حتى ولو كانت هزيمة مؤقتة) .

ولم يعد يكفي جيش من المتطوعين . فنحن في حاجة إلى نعمة عامة في شكل نظام تعليمي منفتح ومهذب ومحسن . وإلى ما يضمن أن كل إنسان ملأه الاستعداد لأن يكون عالماً من الناحيتين العقلية والنفسية سوف يصبح واحداً . ونحن في حاجة إلى أن نتأكد من أن كل علم منفتح لا يفسح على الإنسانية لأسباب تافهة .

ودعنا نقل الخطوة وغلظة أريد أن أجد حداً للهوية في مسائل العقل ونهاية لها . ونهطم الإغريق للفن من أجل الفن حسن طاملاً أن هذا لا يفسر

يعني أن استخدام الفن لتحقيق خير الإنسانية تحقير له .

وأقول دعنا ننظر إلى الجزء الثاني من تعريف وبستر للإنسانيات الذي ينص على أنها « دنيوية » باعتبارها متميزة عن التعلم اللاهوتي .

ولقد ابتكرت الإنسانيات بالمعنى الحديث خلال عصر النهضة . في ذلك الوقت حين كان التعليم متركزاً منذ وقت طويل حول علم اللاهوت . اكتشف الأساتذة الإيطاليون من جديد الأدب الديني الإغريقي والروماني ، أدب اهتم لا بالجنة والجحيم فحسب ، بل بأشياء هذه الأرض جميعاً ، وكان لقدعاء نظرة إلى الحياة تناولت الإنسان وعلاقته بالإنسان وكان هذا أمراً جديداً ثورياً بالنسبة لثقافة اهتمت طوال ألف عام بالله وبعلاقته بالإنسان .

ولكن إذا كانت هذه هي الطريقة التي بدأت بها الإنسانيات ، فليس معنى هذا أن تنهى أن تنهى بنفس الطريقة .

والإنسانيات تعلم دنيوية ، فهي دراسة هذا الذي يهم الإنسان ويتعلق به . ولقد اهتم الإنسان بأشياء جديدة في القرون التي تلت عصر النهضة ، فهل تبقى الأشياء الجديدة في مجال اهتمام الإنسان غير ممثلة ؟ إن العلم الحديث من خلق عصر ما بعد النهضة ، وهل جهل فرانيسكو بيراكا بالعلم يوجب علينا أو يسوغ لنا ألا نعرف عنه شيئاً بالمثل ؟

ويلعب العلم في العالم الحديث . دوراً حيويّاً في جميع نواحي حياة الإنسان ، فتحن نعيش من الرأس إلى أخمص القدم ومن العقل إلى البطن محاطين بالعلم وشربين به وبمنتجاته ، ومن المستحيل أن نشمر لأية فترة

أخرى في عزل الإنسان عن العلم . أو فصل العلم عن الإنسان دون أن تحدث كارثة لا يمكن تخيلها .

وعلى هذا فالرجل الذي يدعو نفسه إنسانياً . ولكنه يبقى جاهلاً بالعلم ليس حقيقة إنسانياً ، لأنه قد عزل نفسه عن قصد متفاوت الدرجة عن واحد من أهم اهتمامات الإنسانية الحديثة .

ولا يعني هذا أن الإنسان ينبغي أن يكون في الوقت الحاضر عالماً مهنيّاً متخصصاً بالطبع لا . فلا أحد يتوقع منه أن يكون روائياً عظيماً ، أو أن يؤلف سوناتا . أو أن يرسم « سكتشا » ميدعاً ، ولكن المتوقع منه على أية حال أن يعرف شيئاً عن الآداب والموسيقى والفن وأن يقدرها ويتبعى أن يتوقع منه أيضاً أن يفهم شيئاً عن العلم وأن يقدر ذلك .

وإذا قبل هذا الاتجاه . فإننا نستطيع أن نلحق جماعة جديدة من إنساني القرن العشرين . أناس يستطيعون أن يتناولوا نظريات القرن الخامس عشر الإيطالية في الأدب والفن وشخصياته ويشاركوا بقيتنا ويلحقوا بنا هنا في الحاضر . وبهذه النظرة الحديثة قد لا يفرح الإنسان فرحاً شديداً غير معقول من حاجتنا الحديثة لأن نزيد من اهتمامنا بتعليم العلوم ، وربما عندئذ نستطيع بتقدمنا تحت شعار « نقابة العقول الغربية » أن نحضي في إحراز انتصارات لا تنهى أبداً على الكون .