الخيط الممدود من الارض الى السماء

بقلم الاب جاك بلانار اليسوعي
مدير مرصد كسليه (لبنان)

من وضع مقادير الارض ان كنت تعلم
ام من مد عليها الخيط ؟ (ايوب ٣٨ : ٥)

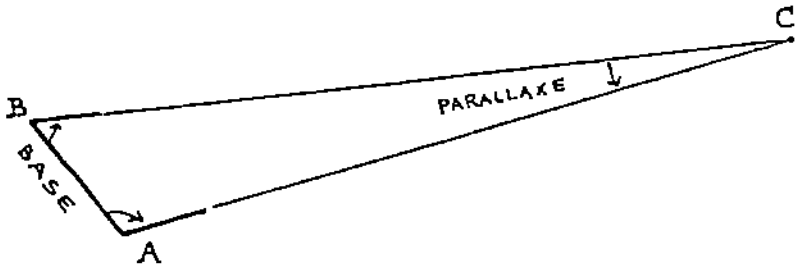
اانت تشد عقد الثريا
ام انت تحلّ نُطُق الجوزاء ؟ (ايوب ٣٨ : ٣١)

صعب على الانسان ان يتحقق عظمة الكون ، ولو في الخيال . والدليل على ذلك ان العلماء ما استقامت لهم فكرة عن العالم في اية مرحلة من مراحل التاريخ الا وكانت ضيقة كل الضيق وفي غاية الضؤولة . هذا هو الحكم الذي انتهى اليه اليوم رواد العالم الطبيعي ، ولاسيما الفلكيون منهم ، فجاء رأيهم مصداقاً لصحة حدس الشاعر الانكليزي شكسبير حيث قال لمعاصريه من العلماء : «ان في السماء والارض اموراً لا تستطيع فلسفتكم الاحاطة بها» . وعلماء اليوم يعرضون علينا نظريات محدودة سوف يراها القرن المقبل قاصرة . غير ان الناس سيخذلون الصلف المتأصل في العقل ويكبحون تبجحه بالالمام بكل شيء ، ما داموا يتذوقون ما ينشأ عن الاكتشافات المفاجئة من لذة وادعة هنيئة . (اللوحة الاولى)

فلننظر اذن كيف توصل الفلكيون متدرجين من مفاجأة الى مفاجأة اخرى ، من فشل الى نجاح ، ومن مشكل حُلّ الى مشكل قام ، الى ان استخدموا الاقيسة الارضية في أبعاد النجوم وكيف مدّوا خيط الرياضيين الاقدمين حتى ابعد السُدُم .

الارض ــ القمر ــ الشمس

يلجأ علماء المساحة اذا ارادوا قياس بعد نقطة لا يبلغ اليها الى طريقة علم المثلثات . وتقوم هذه الطريقة على ان يقيسوا خطاً مستقيماً معلوماً قدره بين نقطتين معينتين يتخذونه قاعدة فيقيسون على طرفيها كلًا من زاويتي المثلث الناشئ من هذه القاعدة ومن النقطة المطلوب معرفة بعدها . فاذا ما حصلوا



الرسم ١ — كيف ان الناظر الواقف تباعاً في موضعين : ا و ب يستطيع ان يقيس المسافة التي تفصله عن موضع ثالث ليس بتناوله : ت .

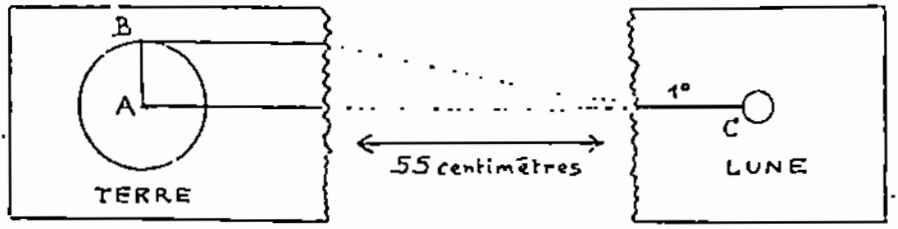
على « طول وزاويتين » امكنهم الوصول باستخدام الحساب الى قياس المسافة الى النقطة المتنع الوصول اليها .

والمهم في عملهم هذا هو مناسبة الاتجاه والطول في القاعدة بحيث لا تكون زاوية المثلث الثالثة صغيرة كل الصغر .

والزاوية التي رأسها في النقطة المسدد النظر اليها تسمى « زاوية الاختلاف » Parallaxe ، وهي الزاوية التي يرى الراصد طرفي القاعدة من خلال فتحتها لو افترضناه يرصد من تلك النقطة .

لقد اتقن الفلكيون هذه الطريقة وبلغوا بها نهاية الكمال حتى يتغلبوا على ما يعترضهم من ظروف معاكسة لان القواعد التي يرتكزون اليها هي في منتهى الصغر . اذ ما قيمة نصف قطر الكرة الارضية وهو اعرض ما يستطيعون اتخاذه قاعدة لهم (٦٣٧٠ كيلومتراً) بالنسبة الى المسافة الفاصلة بين الارض والقمر وهي ٠٠٠ ٣٨٤ ك. م. ؟ فانه لا يكاد يساوي وتر قوس له

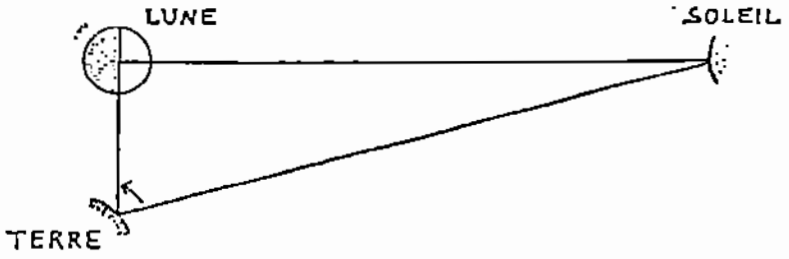
درجة واحدة ! فاذا شئنا في هذه الحالة ان نقيس مثلثاً قياساً دقيقاً احتجنا



الرسم ٢ – « زاوية اختلاف » القمر

اضطررنا الى اقتطاع ٥٥ سنتيمتراً من طول الرسم حتى يتيسر لنا الجمع بين طرفي المثلث ا ب ت

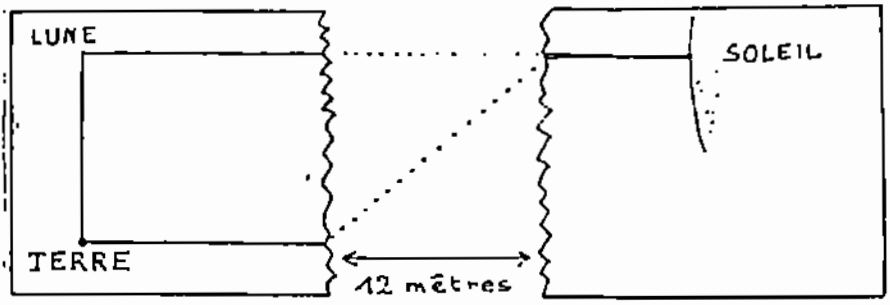
الى مقاييس دقيقة محكمة . واذا عرفنا ان زاوية الشمس الاختلافية اقل من درجة واحدة ، فانا نفهم لِمَ اعتم الفلكيون منذ القديم لايجاد قاعدة تكون في غير الارض . واول من فكر في قياس اضلاع المثلث المكون من الشمس والقمر والارض في ربعي القمر الاول والاخير هو اريستارك من جزيرة ساموس (Aristarque de Samos) الذي قام بتجاربه في الاسكندرية حوالى سنة ٢٨٠ ق . م. ولقد اتخذ قاعدة له المسافة بين الارض والقمر وكان بوسعه قياس الزاوية التي رأسها بالارض على حين ان التي رأسها بالقمر كانت زاوية قائمة . وهذه الطريقة وان كانت سليمة في حد ذاتها



رسم ٣ – كيف حاول اريستارك ان يقيس المسافة بين الارض والشمس باتخاذه المثلث بين الارض والقمر قاعدة للمثلث : الارض – الشمس – القمر (لم تراع سلم الابعاد في الرسم)

فكانت تنقصها الدقة ، اذ نراه استنتج ان بُعد الشمس عنا عشرون ضعفاً اكثر من بُعد القمر ، بينما هو في الحقيقة ٤٠٠ ضعف . ومهما يكن من ضآلة هذه الارقام فانها نقلت حدود الكون الى اوسع مما كانت عليه في نظر معاصريه. على انهم لما رأوه يجرؤ ويقول ان الارض تسير في الفضاء حول الشمس على

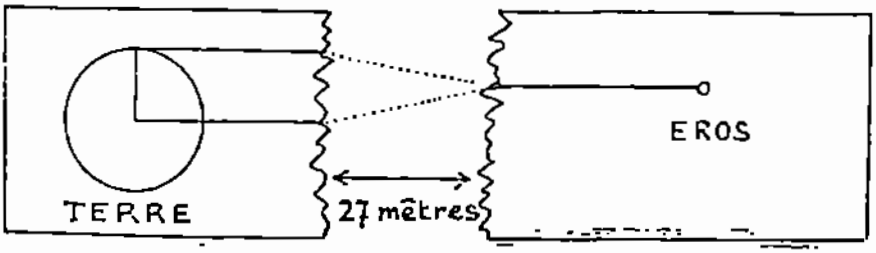
دائرة نصف قطرها الطول المذكور امتنعوا عن التسليم بقوله . وكان تعليلهم ان المسافر الذي يقطع احدى الغابات يرى اشجارها تتغير هيئتها كلما توغل



الرسم ٤ – المثلث : الشمس – الارض – القمر . (قد حُذف منه ١٢ متراً) .

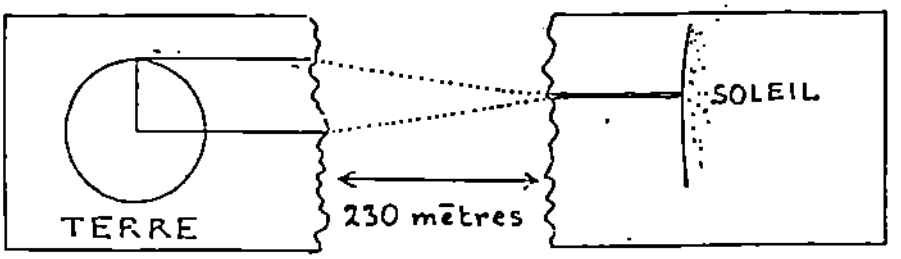
فيها ، فكيف يمكنه التصور ان الارض تسير بين النجوم مساراً على هذا القدر من الاتساع ولا يطرأ على هيئة مجموع « الثوابت » ادنى تغيير ؟ ! فبدا لهم ان ثبات آلاف من النجوم في مواضعها لا تتزحزح عنها خير شاهد على ثبات الارض وعدم تحركها .

وعندما جاء كوبرنيك وغاليله واكتشفا حركة الارض في الفضاء من جديد بعد ثمانية عشر قرناً اصطدما بالاعتراض المبني على ثبات النجوم وكان زاده احراجا العلم بان بُعد الشمس عن الارض وبالتالي دورة الارض حول الشمس اكبر جداً مما ظنه اريستارك . وذلك ان كبلر استنبط طريقة تمكن الفلكيين من قياس هذه المسافة التي ندعوها « الوحدة الفلكية » قياساً اشد دقة . فانه بعد ان اهتدى الى استخراج نِسَب بسيطة بين افلاك السيارات استطاع ان يستعيض عن حساب البُعد بين الارض والشمس بحساب البعد بين الارض وسيارة



الرسم ٥ – زاوية اروس الاختلافية

اخرى اقرب . ثم ما انفك هذا القياس يزداد اتقاناً وتحسناً قرناً بعد قرن : ففي القرن الـ ١٧ اتخذوا سيارة المريخ (Mars) واسطة لهذا القياس . وفي الـ ١٨ و ١٩ الزهرة (Vénus) وفي الـ ٢٠ النجم الصغير آروس (Eros) الذي مرّ في سنة ١٩٠١ وفي سنة ١٩٣١ قريباً جداً من الارض اذ دنا منها على بعد ١٧ مليون كيلومتر لا غير (!) . وكان مرور آروس في سنة ١٩٣١ على مقربة من الارض مدعاة للقيام باقيسة وحسابات طويلة افضت نتيجتها في سنة ١٩٤٢ الى ان البعد



الرسم ٦ – زاوية الشمس الاختلافية .

بين الشمس والارض يبلغ ١٤٩ ٦٧٥ ٠٠٠ ك . م . بحال الخطأ فيها لا يعدو ٢٠ ٠٠٠ ك. م. وان زاوية اختلاف الشمس ثماني ثوانٍ (٨″)

قفزة الى النجوم

ويمكننا الآن ان نتخذ قاعدةً بُعد الشمس عن الارض وهو عملياً قطر فلك الارض (دائرة سيرها) اي ضعف المسافة الفاصلة بين موقعَين من مواقع الارض يفصل بينهما ستة أشهر .

وادرك الفلكيون بادئ بدء صعوبة هذه القضية لانه لو كانت الارض تتحرك حقاً يوجه النجوم لظهر لنا ان النجوم هي ايضاً تتحرك : اي لبدت في مسار اهليلجي الشكل وهو ارتسام فلك الارض على سطح يتقاطع بالنجم . على انه قد انقضت آلاف السنين ولم يُتح لاحد ان رأى النجوم تتحرك في « قبة السماء » وانما تبدو لهم كانها مسامير ذهب في كرة بلورية شُدّت على حواشي الارض . واسافنا القول ان ثبات النجوم البادي كان بدا دليلاً على ثبات الارض ودُفعت به آراء اريستارك وكوبرنيك .

... عليه وهو اشد ... الانتصار لنظريات ريتارث وكوبرنيك قد اكتشف منظارًا فلكيًا يعين موقع النجوم بدقة اوفى . فانكب معاصروه على الرصد وبادروا في التدقيق على امل العثور على «اختلاف» في الزاوية يمكنهم من احتساب البُعد ومن اقامة الدليل القاطع على صحة نظريتهم . وقدّر لاملهم هذا ان يبوء بخيبة طويلة .

وقبل غاليله كان تيخو براهي (Tycho-Brahé) قام بابحاث في هذا الحقل ولم يفلح . وقام بعد غاليله كاسيني[1] (وهو الاول من حاملي هذا الاسم) ولم يكن اكثر حظًا . وعقب انقضاء قرن من الزمن وُفق الانكليزي برادلي (Bradley) في رصده ورأى ان بعض النجوم ترسم في مدى سنة بالضبط على القبة السماوية (القبة الظاهرة) اهليلجاً نصف قطره[2] الرئيسي ٢٠٫٥ من الدرجة . لكنه لاحظ ان كل نجم من النجوم يرسم اهليلجاً له نفس المحور الاكبر كأن النجوم كلها متساوية في البُعد . اذن لم يعثر على « الاختلاف » المنشود بل كان ما رآه خداعاً يعود الى ظاهرة انحراف الضوء في النجوم وظاهرة تمايُل (او كبو) محور الارض اثناء حركتها . وان لم يفت برادلي ومعاصريه ما في اكتشافهم من جليل الفائدة لدعم نظرية كوبرنيك ، فانه لم يحصل على ما كان ينشد .

وفي سنة ١٧٨٢ استطاع هرشل (Herschel) ان يكشف بقرابه (او تلسكوبه) ذي المرآة المقعرة بقطرطوله ١٫٢٢ متر حركة اخرى في بعض النجوم شكلها خط منحنٍ ومُقفل حول مركز لا يُرى فيه شيء . لكن تلك المنحنيات ما كانت تُقفل الا بعد انقضاء سنوات عديدة : فمنحنى « الذراع » (Castor) مثلاً يقتضي ٣٤٢ سنة ! بينما تُتم الشِعرى (Sirius) دورتها بسرعة اكبر ، في ١٤٧٩ سنة .

فلم يتوصل اذن هرشل الى اكتشاف ما كان يسعى الفلكيون لاكتشافه لكنه توفق الى اكتشاف ذي بال ، اكتشف النجوم المزدوجة المسماة «بالثنائية» كالذراع المبسوطة والشِعرى فان لكل منها جارًا او « رفيقًا » تدور حوله . واذا

١) يوحنا عبد الأحد كاسيني وُلد في ابطالية واستقدمه لويس الرابع عشر الى فرنسة . وكان اول مدير لمرصد باريس المؤسس سنة ١٦٦٧ .

٢) استخدمنا كلمة نصف القطر الرئيسي للدلالة على نصف القوس الكبرى الاهليلجية .

كل ضوء الرفيق غائرًا او خافتًا بحيث لا تراه العين والحركة التي يبعثها في النجم المشرق تشعرنا بوجوده وتساعدنا على قياس كتلته .

واخيرًا في سنة ١٨٣٨ اي بعد غاليه بقرنين اكتشف الفلكي الالماني بسّل (Bessel) بمدينة كونسبرغ (Koenigsberg) حركة نجمية لم تكن ناتجة عن ظاهرة انحراف النور ولا هي دورة نجم حول آخر بل هي حركة زاوية اختلاف حقة تتبع مسارًا اهليلجيًا ينتقل في مدى سنة بالضبط وبالاستطاعة تعيينها بالمقارنة بينها وبين النجوم الضئيلة النور في جوارها والتي هي لا تتحرك بتاتًا . والعلماء الذين تقدموا بسل معذورون اذا هم لم يتوصلوا الى اكتشاف هذا الاهليلج لانه في منتهى الصغر فلا يعدو نصف قطره الزيدي ٠٫٣٠ من الدرجة .

لو فرضنا اننا نريد فرش مساحة القمر ليلةَ تمامه باهليلجات بكبر هذا الاهليلج لافتقرنا الى عشرة ملايين منها نلصقها بها ككريات على لوح الزجاج . ويفيد هذا ان فلك الارض حول الشمس (ونذكر انه ٢٩٩ ٣٥٠ ٠٠٠ ك.م.) يبدو لراصده من هذا النجم هنة حقيرة اذ لا يكون الا جزءًا من عشرة ملايين جزء من قرص القمر ! !

ففي مقدورنا الآن قياس هذه المسافة . لكن الكيلومتر وحدة صغيرة جد الصغر فلا بد من اعتماد مقياس آخر ، وليكن سرعة النور . فالنور يقطع ٣٠٠ ٠٠٠ ك. م. في الثانية . فيصل

من القمر الى الارض ، بثانية وثلث : ١٫٣ ثانية

ومن الشمس الى الارض ، بثماني دقائق : ٨ دقائق

ومن بلوطون ابعد السيارات ، بخمس ساعات : ٥ ساعات

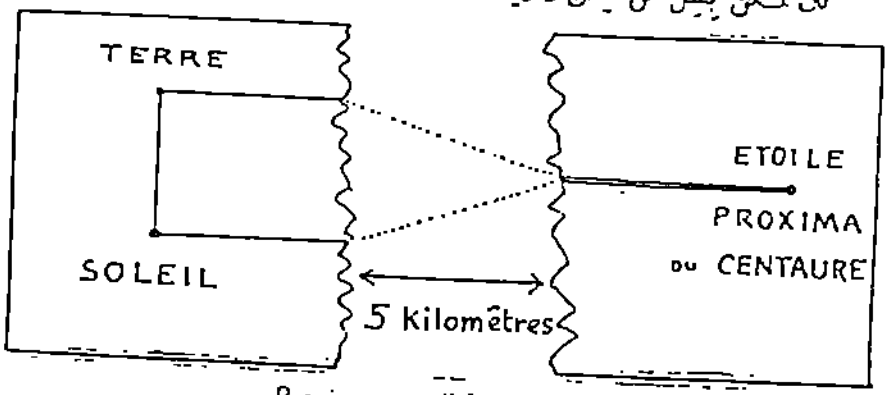
ومن النجم ٦١ من الدجاجة (Cygne) باحدى عشرة سنة : ١١ سنة

وسنعتمد فيما يلي « السنة النورية » وحدةً لقياس المسافات وتساوي السنة النورية المسافة التي يقطعها النور في سنة واحدة اي ما يعادل تسعة آلاف واربعمائة مليار كيلومتر (٩ ٤٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ك. م.) .

وكان من الحظ ان عالج بسّل نجمًا من مجموعة هي اقرب مجموعات النجوم منا . ولكن الحظ لكان اوفر لو رصد الشعرى وهي على بُعد ٨ سنوات نور او لو رحل الى قطب الجنوب يرصد « الفا قنطورس » (α du Centaure)

على بعد ٤ سنوات نور فقط، ونجم آخر على مقربة من هذا يسمى « قريبة قنطورس » (Proxima du Centaure) على بعد ٤ سنوات نور ايضاً وهذه « القريبة » هي ادنى النجوم كلها الى الارض كما يدل عليها اسمها .

لكن تمكن بتيل من قياس زاوية اختلاف لها ٠٫٧٣٠ من الدرجة فان نجاحه ليُعد



الرسم ٧ – زاوية النجم « Proxima »

نجاحاً خارقاً ما كان من السهل ان يتجدد (اللوحة الثانية). ولكن من حسن الحظ ان لم تمض خمسون سنة حتى استطاع العلماء تطبيق التصوير الشمسي على علم الفلك فسهل عملهم واستغنوا به عن ان يقيسوا باوقات مختلفة من السنة صعود النجم المستقيم او ميله. فاصبح يكفيهم ان يصوروا في كل مرة المنطقة الفلكية التي يشعّ النجم فيها ثم يظاهروا بين الكليشيات (لوحات التصوير الفوتوغرافي) بحيث تستقر الثوابت العديدة التي لا زاوية اختلاف لها في مواضعها فتبرز عندئذ بينها على اللوحة مواقع النجوم المرصودة موقعاً تلو موقع . ولدينا الآن جدول « الاختلافات » الذي وضعه فرنك شليزنجر (Schlesinger) . وهو يطلعنا على ابعاد ٥٠٠٠ نجم.

فالشعرى الشامية (Procyon)	بعدها	١١ سنة نور .
والنسر الطائر (Altaïr)	〃	١٦ 〃
والنسر الواقع (Véga)	〃	٢٦ 〃
والسماك الرامح (Arcturus)	〃	٤٠ 〃
ومنكب الجوزاء (Bételgeuse)	〃	١٩١ 〃
ونجم القطب (Polaire)	〃	٦٠٠ 〃
ومثلها النجم الوهاج رجل الجبار (Rigel)	〃	٦٠٠ 〃

وهذا الاخير راوية اختلافه ٠٠٠٥ر٠ من الدرجة وهي اصغر راوية يستطاع قياسها بدون تهور مفرط في الخيال . ولكن اليس من وسيلة تمكننا من الذهاب الى ابعد من ذلك ؟

القياس الطيفي

التحليل الطيفي هو الوسيلة المنشودة . انا مدينون بهذه الوسيلة الجديدة للفيزيائيين الالمانيين فرونهوفر (Fraunhofer) وكيرشوف (Kirchhoff) استنباطاها حوالي سنة ١٨٢٠ وتقوم طريقتها على تحليل شعاعة نور مركبة الى عناصرها : وذلك ان اشعة النور اذا انكسرت في موشور او انعكست عن مرآة محززة تسمى « شبكة » ، فانها تتفرق في اتجاهات مختلفة فترسم على لوحة التصوير خطوطاً متوالية وفقاً لطول الموجة . وحوالى سنة ١٨٥٠ اخذ الاب سيكي (Secchi) اليسوعي يستخدم هذه الطريقة في علم الفلك ولاسيما في دراسة النجوم.

وبديهي ان المنظار اذا وضعنا فيه موشوراً او « شبكة » رأينا فيه سلسلة نقاط متعددة الالوان بدلاً من نقطة واحدة كما انه اذا سُلّط على صفيحة التصوير وتحرك النجم اثناء انطباع الصورة حصلنا على سلاسل بدلاً من النقط وصارت سلسلة السلاسل وشاحاً شبيهاً بما يحصل في المختبرات عندما يُطلقون شعاعاً من مصدر محجوب خلال خرق ضيق . (اللوحة الثالثة)

قال النبي قديماً :« النجم يمتاز عن النجم في البهاء » .

فتحليل طيف النجوم يؤيد هذا التباين في النجوم . فمنها ما هو احمر او اصفر او ابيض . ومنها ما يمكن قياس حرارتها بالاستناد الى بعض ميزات الطيف . كما يمكن قياس قوة اشراقها الخاصة بالاستناد الى ميزات اخرى (كتنوع بعض الخطوط او قُتمة خطوط الامتصاص). لان ما يُقال في الناس يصلح ان يقال في النجوم : فالجابرة منها وان بعدت وظهرت بمظهر الوهن فلها ابداً مزايا الجابرة . والاقزام منها وان قربت (كالشمس مثلاً التي هي من الاقزام) فلها ميزات الاقزام : وهذا لا يخفى قط عن الاخصائيين . (اللوحة الرابعة)

ويمكن هؤلاء ان يعينوا الاشراق الخاص بكل نجم بالاستناد الى بعض

اوصاف طيفه، (اللوحة الخامسة)، كما ان المتخصص بدراسة الخطوط ينبئك عن خلقك وقوة مزاجك بالاستناد الى بعض خطوط كفك . ويكفي بعد ذلك ان نقارن نوع اشراق النجم باشراقه الظاهر حتى نستنتج بُعد موقعه منّا. ولئن كنا وقفنا في قياس ابعاد للنجوم عند حد الـ ٦٠٠ سنة نورية فانا نستطيع الآن ان نواصل السير الى الامام وان نقيم على طريقنا معالم اخرى تنتقل بنا الى مراحل جديدة تقاس بآلاف من السنين النورية ، تقارب الـ ١٠٠٠٠ سنة نور .

والنور الذي نريد تحليله، اي تفريق نقطة منه الى الف نقطة على الشاشة ، يجب ان يكون على جانب قوي من الاشراق. وعدد كبير من النجوم ولاسيما في المجرة كثافة نورها تمكننا من رؤيتها ولكنها لا تمكننا من تحليلها ، كما لو جزأنا جوهرة صغيرة فلن نعود نرى اجزاءها . (اللوحة السادسة)

عربة النجوم القيفاوية (Céphéides)

وقاطفة ثمارها الرشيقة

ومن الحظ ان يخف لارشادنا مرشد ثالث اجرأ من انكبوا على تدوين اختلافات الزوايا او على تأويل الاطياف فيعرض علينا ان نقوم معه برحلة جديدة . وهذا المرشد هو الآنسة الاميركية لفيت (Miss Leavitt) التي قامت برصد بعض نجوم متغيرة تدعى القيفاويات او نجوم قيفاوس .

وليكن معلوماً ان بين النجوم من هنّ متغيرات متقلبات فصار من المحظور تعيير القمر ومعارضة تغيراته بثبات ضوء النجوم وكان الفلكيون قد لاحظوا تغيرات رأس الغول من صورة فرساوس (Persée) ، وتغيرات العجيبة من صورة الحوت (« Mira » de la Baleine) ، لكن النجم ذلتا هُ من مجموعة قيفاوس لفت نظر العالمة لفيت لما رأت اشراقه يتغير تارة بالتزايد وتارة بالنقصان كما رأت اوصاف طيفه تتغير ايضاً .

في الواقع هذا النجم عرضة لتغيرات طورية فينتقل من الحرارة الى البرودة ومن الانكماش الى التمدد ؛ وهذه التغيرات يُطلق عليها اسم « النبضان ». ولقد

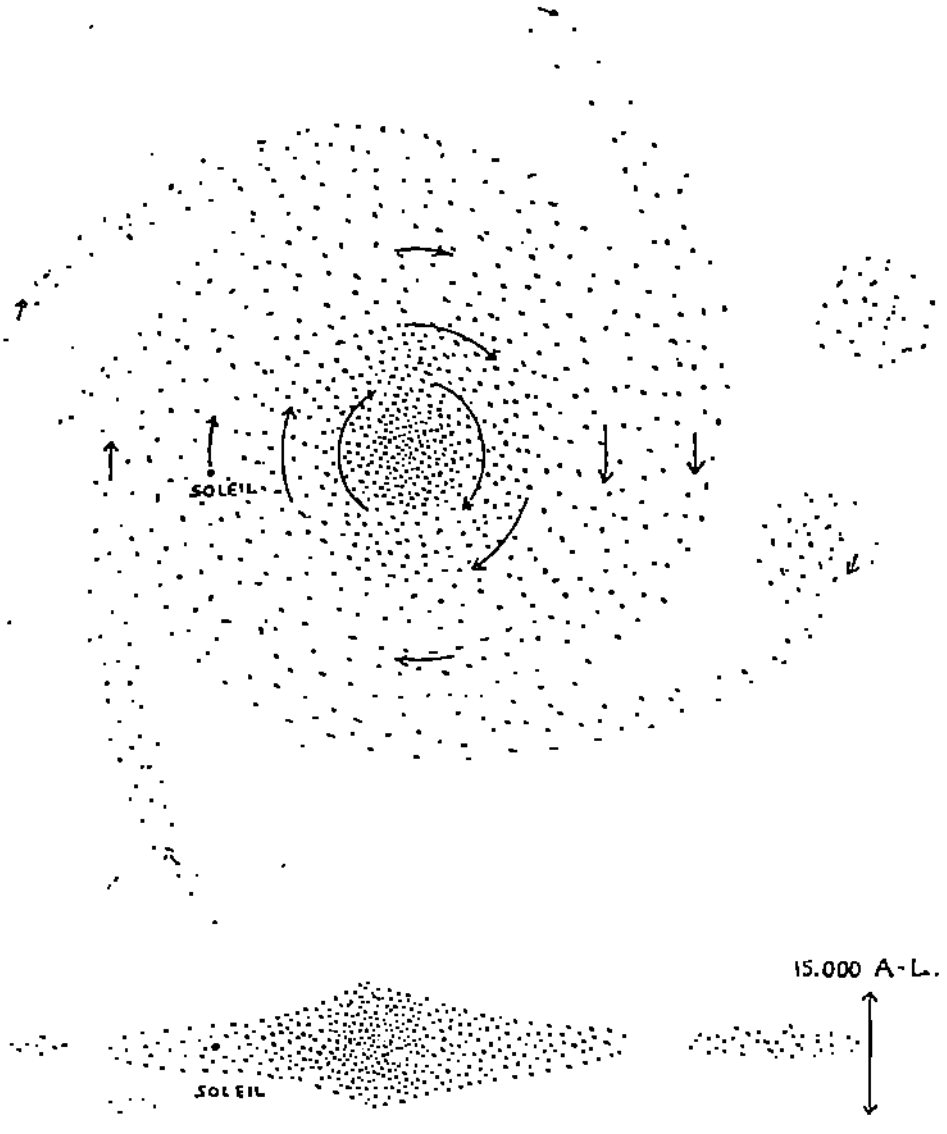
خلعت السيدة لقيت اسم القيفاويات على هذه النجوم بعد ان عثرت على عدد كثير منها. واستطاعت ان تتحقق ان مدة « نبضانها » تطول بقدر ما يكون اشراق النجم شديداً وتقصر في عكس ذلك . فالنسبة بينهما مضبوطة ضبطاً لا بأس به، والنظريات الفيزيائية تعللها تعليلاً كافياً يخولنا تعميم هذا الناموس المستمد من رصد القيفاويات القريبة المعروفة زاوية اختلافها على القيفاويات البعيدة .

واذا كان ثمة بين النجوم البعيدة التي يُرى اختلاف زاويتها ولا يُنظر طيفها نجوم اخرى تتغير كالقيفاويات فما على الفلكي الا ان يعين النهاية الكبرى والنهاية الصغرى من تغيرها وبعد ما بينهما من الايام ليعرف مبلغ ضوئها الخاص بها ، ثم يقارن هذا الاشراق الحقيقي بالاشراق الظاهر فيحصل له بُعدهـا . هذه ثمار المعرفة التي اقتطفتها الآنسة لقيت من حديقة القيفاويات ولا شك انها لا تقل قيمة عن الثمار الذهبية التي طالما حلم الاغريق في اساطيرهم باقتطافها من جنة « الهسپريد » وهن بنات اطلس وهسپريس الثلاث .

من فوائد هذه الطريقة انها جعلت في متناولنا قياس ابعاد من ١٠ و ٣٠ و٦٠ الف سنة نورية ونيف . وهنا يجدر ان نتوقف لحظة لنحصي ونحقق ما قد كسبنا . لانا قد بلغنا حدود مجموعة كبيرة من النجوم ندعوها المجرة (Galaxie) .

لم يتفق الفلكيون في شأن ابعاد المجرة واتساع مداها الا من زمن قريب اي في سنة ١٩٣٧ . فالبعض منهم قالوا برأي مبالغ فيه جداً وهو امر يندر وقوعه في علم الفلك . لانهم لم يستطيعوا ، وهم يظنون ان الفضاء بين النجوم صاف شفاف، ان يعللوا ضعف الاشراق الظاهر في البعض من النجوم الا بقولهم بان هذا البعض بعيد جداً . على ان الواقع يثبت ان الفضاء بين النجوم ليس شفافاً ولاسيما في نطاق مجموعة المجرة . فان هذا الفضاء مشتمل على شبه غبار وسحابات كثيفة كما سيأتي في كلامنا . ويقول الفلكيون ان شكل المجرة كرة مسطحة غاية التسطيح تشبه قرصاً او خذروفاً افطح ، وان قطرها ثمانون الف سنة نورية وسماكتها الكبرى خمسة عشر الف سنة نورية . وتقع منها شمسنا وسيارتها بين المركز والطرف . ثم يقدرون مسا فيها من

النجوم بـ ٣٠ مليارًا لم يُظهر لنا منها اعظم ما لدينا من تلسكوبات الا مليارًا واحدًا . . . لكن ينبغي علينا ان لا نغفل المليارات الباقية لا سيما الشاحبة النور منهـا اي الاقزام الحمراء التي تخفت وتفور ولو على بُعد قليل نسبيًا .



الرسم ٨ – صورة تقريبية للمجرّة وضواحيها
(سطح فوق ، وقطع تحت)

وتتشكل المجرة على شكل منتشرة وسحب شفافة واسعة الرقعة (ويرصدون النجوم من خلالها كانها سحب من بخار) : ونجوم هذه السحب بعضها منير وبعضها تنعكس عنه الانوار والبعض الآخر قاتم خافت. لكن يُستنتج وجود الخافيات مما يطرأ على الضياء في بعض نواحيه من ظلام غير منتظر يُحدث في المجرة جيوباً سوداء او « اكياس فحم » . ولقد اخذ العلماء اليوم يتحققون من وجودها ويعينونها بدقة متزايدة معوّلين على ما ينبعث عنها من موجات كهرطيسية تستطيع التقاطها جهازات الرادار التي تم صنعها اثناء الحرب الاخيرة . وتنطلق هذه المجموعة مندفعة في حركة سريعة وتدور على ذاتها كالإعصار . فشمسنا تجرنا خلفها بسرعة ٢٧٥ كم في الثانية في دورة لا تستطيع اتمامها الا في ٢٢٠ مليون سنة . والنجوم القريبة من مركز المجرة سرعة دورانها الذاتي ازيد فهي تدور على شاكلة دقائق الماء والهواء في الاعاصير البحرية والجوية . اما النجوم التي على الحاشية فسرعتها الذاتية اخف ويبدو بعضها كانه يحاول الابتعاد عن المركز « والتسلص » .

ضاحية المجرة وطرفانها الواسعة

وعلى جوانب المجرة وخارجاً عنها حيث لا يتجاوز بعد النجوم الست او السبع سنوات نور نجد الاشعة قد طال مداها لان كثافة الذرات المنتشرة في الفضاء تقل الف ضعف عن كثافة مصابيحنا المفرغة من الهواء . لكننا نعثر ايضاً على بعض نجوم كبار او جبارة بل على كتل من الجبابرة ليس بعضها الا صورة مصغرة للمجرة . فمنها ما يشبه جماعات نحل صغار تدور مطنطنة حول الثول الكبير ومنها ما يستطيل بشكل قطارات تعطف موازية لمدارات افلاك نجوم المجرة فهي جزء من المجرة كما ان شوارع الضواحي جزء من المدينة مكبر لوحتها (اللوحة السابعة) . وهي تضفي على مجموع المجرة شكل لولب او شكل شمس تنطلق عن محيطها اسهم نارية . اشهر هذه الكتل صورة هرقل او الجاثي وقد تدعى ايضاً مسيه ١٣ (Messier 13) : لقد احصي فيها ٤٠٠٠٠ الف نجم كبير واضح تمام الوضوح ، ولا يماري احد ان الوضح العريض الممتد وسطها يحوي عدداً اكبر . .

ويحسن ان نذكر « مدينتين » في الناحية على وجه التخصيص لانهما صورة مصغرة للمجرة ولانهما اثارتا العجب والدهش عندما ذهب الملاحون يجوبون المحيطات في القرن السادس عشر فاطلتا عليهم وكان لسان حالهما يهزج بقول الشاعر : « في سماء مجهول ، من اعماق المحيط ، طلعت عليهم نجوم جديدة » . واطلقوا عليهما اسم اكبر مشاهيرهم فدعوهما سحابة « مجلان » الكبرى وسحابة « مجلان » الصغرى . هما على بعد ١٠٠٠٠٠ و ٩٥٠٠٠ سنة نورية . وانا نجد في الكبرى اشد النجوم المعروفة اشراقاً وهو النجم « ابو سيف » او S الدورادو (S de la Dorade) . وقوة اشراقه تعادل اشراق ٣٥٠٠٠٠ شمس .

بطاح اللولبيات

ويكشف لنا التلسكوب وراء الـ ١٠٠٠٠ سنة نورية عن اشياء جديدة هي كُلَف صغراء مضيئة تستطيع العدسات المكبرة ان توسعها على حين ان آلة لم تستطع حتى اليوم تكبير صورة نجم ما . وحوالى سنة ١٧٨٠ وضع العالم الفرنسي مسيه (Messier) جدولاً باسماء هذه الكلف وقد دعاها « السُدُم » لانه لم يميز بينها وبين السحب البخارية المضيئة تلك التي اشرنا اليها في داخل المجرة .

واستطاع هرشل ان يرصدها بتلسكوبه الكبير رصداً افضل من مسيه فقال ولم يمكنه دعم قوله بدليل بانها كتل نجوم ابعد من كل التي ظهرت بالرصد من قبل . ثم جاء اللورد روس (Ross) سنة ١٨٤٠ بتلسكوب اكبر من تلسكوب هرشل فرأى انها لولبية الشكل . وظل رأي هرشل فرضاً معلقاً حتى قيض للاميركان واقاموا صنع تلسكوب مونت ولسون الكبير في كاليفورنيا (الولايات المتحدة) . فهذا التلسكوب المزود بمرآة شلجمية قطرها مترات ونصف المتر والمصبوب في مصانع سان كوبان (Saint Gobain) قد مكن الفلكي الاميركي هوبل (Hubble) سنة ١٩٢٥ من التوصل الى « تفصيل » بعض هذه السدم اللولبية ، اي انه استطاع ان يأخذ لها صوراً فوتوغرافية رأى فيها انها مكونة من نقاط نورية منفصل بعضها عن بعض فاستنتج انها كتل من نجوم . ومن الواضح الجلي

ان هذه النقاط المنيرة المتميزة بعضها عن بعض ليست سوى نجوم « جبارة » . واذ كان بعضها من النجوم المتغيرة ، خلص الى انهـا على شاكلة القيفاويات تنطبق عليها قاعدة السيدة لڤيت . وهكذا استطاع علماء الفلك اقامة معالم جديدة تساعد على مواصلة السعي في ارتياد السماء .

واقرب هذه « اللولبيات » منا لولبية « المرأة المسلسلة » (Spirale Andromède) المرئية بالعين المجردة اذا ما كان الجو صافياً . وهي تشغل درجتين من دائرة الفلك اي ما يعادل اربعة اضعاف قطر القمر متى كان في تمامه . والأولى ان يقال انها كانت تشغلها قبلَ ٧٥٠ ٠٠٠ سنة . لان النور الواصل الينا منهـا قد استغرق هذا الزمن حتىّ وصل الينا . اما عرضها المرئي فهو ٢٥ ٠٠٠ سنة نورية ، على حين ان عرضها الحقيقي اكبر من ذلك كما يُستدل من دراسة صورها . فهو زهاء ٨٠ ٠٠٠ سنة نورية . فهي ضنو مجرتنا ونظيرتها .

ثم هناك خمس لولبيات اخرى هي « اللولبيات الموضعية » (Groupe Local) تبدو على بُعد لا يزيد كثيراً عن مليون سنة نورية . فاذا يكون للمجرة فضلاً عن الضاحية المشار اليها منطقة « ريف » .

وعلينا ان نتوغل في بحثنا الى ابعد من هذا لان العلماء قد احصوا ٤٤ ٠٠٠ من هذه اللولبيات ويقدّرون ان تلسكوب مونت بالومار سيمكنهم من رؤية ٦٠ مليوناً منها . على انهم لم يستطيعوا حتى الان ان « يفصّلوا » منها اي ان يميزوا نجومها نجماً نجماً ، الا ١٥٠ لولبية . ولذا لم يتح لهم ان يجنوا عدداً كبيراً من القيفاويات من تلك الحدائق النائية .

المناظر الاخيرة

قد يتفق لنا احياناً ان نرى في المجرة نجماً جديـداً ، وهو في الواقع نجم من النجوم غير المرئية او من النجوم الضئيلة النور اخذ يحترق وفي بضعة ايام ازداد اشراقه ١٠ ٠٠٠ ضعف . ثم مـا هو الا بعض الوقت حتى يأخذ نوره في التضاؤل شيئاً فشيئاً فيعود النجم الى حالته الاولى ويلبس شكله السابق . ومنذ شرع الفلكيون يرصدون هذه الاشتعالات وجدوا انها تحدث مراراً

عدة كل سنة ، لكنها لا تتناول الا طائفة معلومة من النجوم وما برح تعليل هذه الظاهرة فيزيائياً في عالم الغيب . وما لا شك فيه هو ان هذا الاحتراق يبدّل حالة النجم فتنجُم عنه قوة لا يعطي انفجار القنبلة الذرية الا فكرة ضيقة كل الضعف عنها . وشوهد في العصور القريبة اغرب من ذلك ولكن مرتين لا غير اذ ظهر في السما. في سنة ١٥٧٢ وسنة ١٦٠٤ نجمان لا من نوع « الجديد » فحسب بل من نوع « فوق الجديد » .

وعامة المعلومات التي لدينا عن اللولبيات الخارجة عن نطاق مجرتنا تيسر لنا مشاهدة هذه الظاهرات في هذه وفي تلك . وظهر منها في « المجموعة الموضعية » عدد وافر حتى ان العلما. وجدوا من المفيد القيام بدراسة احصائية لها . فاستخلصوا انا لا نخطئ كثيراً اذا قدّرنا بالاستناد الى هذه الدراسة ان قوة الاشراق في النجم « الجديد » تعادل ٦٠ ٠٠٠ مرة اشراق الشمس وان الاشراق في النجم « فوق الجديد » يعادل ٦٠ ٠٠٠ ٠٠٠ مرة الوحدة نفسها . فحسبنا اذن ان نُفاجأ في احدى اللولبيات السدمية النائية بظهور نور غير مألوف حتى نقول بظهور نجم جديد او فوق جديد . ثم نجعل منه مقياساً جديداً للمسافات بالاستناد الى قوة اشراقه البادي ودلالتها على قدر البُعد . وما هذه الانفجارات الهائلة في نظر الفلكيين الا مناثر تنبئ بوجود عوالم بعيدة .

فاصبحنا نعلم بالاعتماد على هذه الطريقة ان مجموعة من اربع لولبيات تقع وراء برج « الاسد » على بُعد مقداره ٧ ملايين سنة نورية . وعلى البعد نفسه نشهد وراء برج « العذرا. » ٥٠٠ لولبية . ونشهد وراء صورة «الفرس» ١٠٠ لولبية على بُعد ٢٥ مليون سنة نورية .

وبما ان جميع هذه اللولبيات لها اشراق واحد مساوٍ لاشراق نجم « فوق جديد » في اشد درجات احتراقه فاننا نستطيع بتعميم قاعدة التناسب القائمة بين قوة النور البادي وبين بُعد مصدر النور ان نقيس بُعد اللولبيات النائية جداً قياساً مأموناً لا يتجاوز مجال الخطأ فيه اكثر من ٢٠ ٪ . وبما ان هذه اللولبيات تبدو لنا كتلاً فمن الممكن ان نعاود قياس المسافة نفسها مرات متوالية فنستخرج منها معدّل البعد العام .

ويرى الفلكيون ان في كتلة «شعر برنيقا» ٨٠٠ لولبية على بعد ٥٣مليون سنة نورية. وان في «الاكليل الشمالي» ٤٠٠ لولبية على بُعد ١٢٥ مليون سنة نورية . وان في كتلة «فرساوس — المسلسلة» ١٨٠٠ لولبية . . . الخ. وابعد اللولبيات التي كشف عنها تلسكوب مونت ولسون يبدو لشراقها مساوياً لاشراق نجم حجمه في المرتبة الـ ٢٠ وهي على بعد ٣٥٠ مليون سنة نورية (الكتلة X ٩٢ = Amas X. 92)

وتلسكوب مونت ولسون ومداه ٥٠٠ مليون سنة نورية لم ينته من استنفاض عجائب السماء التي يبلغ اليها ، على ان الصدارة انتقلت الى تلسكوب مونت بالومار وبه مرآة مقعرة قطرها ٥ امتار وستكون قوته ضعفي السابق اي ان الفلكيين سيقيسون بواسطته مسافات على بُعد مليار سنة نورية . واولى التجارب التي اجروها لاختبار قوته مكنت الراصدين من رؤية سدم لولبية لم يتفق لهم قط ان رأوها حتى الآن . ولكن...

الهرب في المجهول

هنا مفاجأة جديدة يفاجئنا بها الاب العالم لومتر (Lemaitre) احد اساتذة لوفين والعالم هوبل في مرصد مونت ولسون . فانهما اكتشفا ، عن غير تواطؤ بينهما ، الاول بواسطة حساباته والثاني بكليشيهاته ظاهرة غريبة سمياها «ظاهرة الهرب» . فقد لاحظا ان اللولبيات البعيدة حيثما اتفق ظهورها هي في هرب متصل لا تنفك تبتعد عنا كأنها تبحث عن فضاء جديد وكأن عالمنا آخذ بالاتساع كالبارود الذي ينفجر .

ويمكننا اذا شئنا البحث في هذه اللولبيات ان نعود الى طريقة التحليل الطيفي التي انصرفنا عنها عند تخطينا حدود المجرة لما اصبح نور النجوم المنفردة ضئيلاً . الحق يقال اننا لا نتوقع البتة ان نجني اموراً مدهشة من فحص طيوف عادية مبتذلة قد تخالطت فيها اشعة مليارات من النجوم . ومع ذلك فان هذه الاشعة قد طرأ عليها تغير ملحوظ في طيفها وهو انحراف في خطوط الكلسيوم H و K . وليس التغير الطارئ على هيئة الطيف بانتقال احد الخطوط عن مواقعها

المألوفة مدعاة للاستغراب . لان النور اشبه شيء بصفير القطار . فهذا حادّ صاعد اذا ما كان القطار مقترباً ، وثقيل هابط اذا ما ابتعد القطار . فكذلك يتقبض طول موجة النور اذا كان مصدره قريباً وتطول اذا كان مصدره بعيداً . فاذا حصل انحرافٌ في الطيف كان ذلك دليلاً على اقتراب النور او ابتعاده .

وفي الواقع اطياف اللوليبات تبدو فيها علامات الهرب المتسارع بازدياد البعد . ولا يُستثنى منها الا لوليبات « المجموعة الموضعية » فهي وحدها لا تهرب منا كأن الجاذبية تشدها والمجرة داخل منطقة قطرها مليون سنة نورية . بيد ان سائر اللوليبات هاربة جادة في الهرب كلما بعدت الشقة بينها وبيننا . ونسبة السرعة الى المسافة كما يلي : كلما قطعنا مسافة مليون سنة نورية ازدادت سرعة الهرب ١٦٠ ك.م. في الثانية .. حتى نصل الى كتلة « التوأمين » التي مسافتها ١٣٠ مليون سنة نورية فتبتعد عنا بسرعة ٢٠ ٠٠٠ ك.م. في الثانية .

فلوليبات الكتلة X ٢٢ وهي اضأل من ان يظهر لها طيف يترجح ان تكون سرعة هربها ٦٠ ٠٠٠ ك.م. في الثانية . هنا يعترضنا سؤال :

اذا توصل الفلكيون الى رؤية نجوم بعيدة عنا مليار سنة نورية بواسطة تلسكوب بالومار (Palomar) المدشن حديثاً أفينبغي ان تكون سرعة هربها ١٦٠ ٠٠٠ ك.م. في الثانية ؟ هذا الارجح . اذ لو كان الامر على خلاف ذلك لوجب التسليم بان الكون يتمدد في مركزه ويتكتل على جوانبه ، كأنه محصور ضمن جدران مرصوصة . غير ان هذا الافتراض بعيد عن المعقول . ونتساءل : لئن اوصلت تلسكوبات الاجيال المقبلة الانسانَ الى رؤية نجوم على بعد مليارين من السنوات النورية عنا فماذا سوف يرى فيها ؟

هذا سؤال لا يتصدّى احد للجواب عليه لان القاعدة التي وضعها لومتر وهوبل تفيد ان سرعة هرب تلك النجوم ينبغي ان تكون ٣٢٠ ٠٠٠ ك.م. في الثانية وبما انها تفوق سرعة النور ، فما من احد يجرؤ ان يتصور جسماً مادياً يسير بسرعة اعظم من سرعة النور . حتى ان اينشتين (Einstein) جعل من هذه الاستحالة دستوراً اساسياً ترتكز عليه نظريته الخاصة .

لذلك مهما كان مبلغ دهشتنا حيال المعلومات التي قد حصلنا عليها فانه يجب علينا ان نكون على استعداد لا اقول لمواجهة اكتشافات معينة قد يعز علينا التكهن بها ، بل لمواجهة مفاجآت جديدة قد تقضي منا العجب . وهذا هدف جدير بالاجتهاد والايغال في البحث فيه .

في زرقة السماء . . . ابونا

ايها الاخوان في زرقة السماء

اتخذ ابونا مقامه

طأطئوا الهامَ يا ابناءَ البشر

واعلموا ايها الناس ان يملك الرب ».

(تبلر : انشودة الفرح)

وعلى انتظار ما يحمله الغد في ثناياه من مدهشات لا يدري احد ما ستكون فلنتوقف قليلاً عند اكتشاف لومتر الذي جعل من هملت شكسبير درساً مليئاً بالعبر نستطيع ايجازه بالكلمة التالية : « ان الكون ليعظم في هذه اللحظة التي اخاطبكم فيها ويكتسب أفضاء اوسع من هذا الحيز الذي تقضون فيه ايامكم » ولئن كبر الكون مع الزمن فهذا يعني انه كان اصغر شأنا هو في الماضي . وكلما كبر الكون في المستقبل صغر وضؤل حجمه في الماضي . الى ان نرجع به القهقرى الى الانفجار الاول الذي تقذف في الفضاء المجموعات اللولبية بانجمها وسياراتها . وبما انه يستحيل الرجوع الى الوراء رجوعاً لا نهاية له فيلزم عن ذلك ان العالم ليس سرمدياً . فالصمد السرمد الواجب الوجود لا يجوز ان يكون هذا الكون ولا هذا الهباء المتوهج ولا هذه العجائن المتقدة او تلك الغازات المنحلة ، وانما شيء مغاير لهذا العالم هو ما نسميه الله .

فمن خلال الافتراض الشديد الاحتمال الذي اتحفنا به لومتر وهوبل ومآله ان العالم آخذ بالاتساع ، ارى الله السرمدي الفرد الذي فطر العوالم . ولقد عرفناه واقررنا بوجوده لكن علوم الفلك وسائر العلوم البشرية تساعد على اكتشافه روحاً مبدعاً قد جعل بين العالم المادي وعقل الانسان عروة اتصال وتكامل .

من الاكيد ان عالم النجوم لم يخلقه عقل الانسان كما زعم بعضهم على سبيل المجاز في القول ، وكيف يخلق العقل عالماً يستعصي عليه تفهمه ويحيره . ومع هذا فالعالم من مقتضيات التفكير الانساني ، العقل يغزو العالم ويتفهمه والعالم يتفتح للعقل ولا يمتنع عليه .

ففي نهاية هذه الطريق المزدرعة نجوماً والتي نحن فيها ماضون وجدنا شيئاً آخر غير الفضاء والذرات . لان الفرض الجري الذي ما زال قيد المناقشة وان كان يتوطد يوماً بعد يوم يرينا الله في اصل كل الاشياء . كما ان ازدياد المعرفة الانسانية يرينا اللهَ مصدرًا واحدًا للاشياء وللعقول .