بسائط علم الفلك

(٤)

رأينا مما تقدم في هذا الموضوع ان الشمس وكل السيارات التي تدور حولها والارض منها وكل الاقمار التي تدور حول السيارات — هذه الاجرام كلها كبيرها وصغيرها معلقة في الفضاء على لا شيء فما هي القوة التي تحفظها في الفضاء وما هي القوة التي تديرها

يقال ان الفيلسوف اسحق نيوتن كان مرة يفكر في هذا الموضوع فرأى تفاحة وقعت من شجرة فقال في نفسه ان الذي اوقعها الى الارض يجب ان يكون قوة في الارض جذبتها اليها وان كانت الارض تجذب التفاحة فهي تجذب كل ما عليها وكل ما حولها ولا بد من انها تجذب القمر ايضاً . ثم اخذ يفكر فيما يمنع وقوع القمر عليها ويبقيه في فلكه دائراً حولها فاستنتج بعد إعمال النظر ان القمر تحت سلطة قوتين الاولى تجعله يسير في خط مماس لدائرة فلكه حول الارض والثانية تجذبه نحو مركز الارض فيسير بين هاتين القوتين مثل كل الاجسام التي تدفعها قوتان في جهتين مختلفتين ولذلك يدور حول الارض كما اذا ربطت تفاحة بخيط وامسكت بطرفه وادرتها بسرعة حول يدك فانها تدور حولها في دائرة الحبل نصف قطرها ولا تستطيع الافلات لان الحبل يربطها بيدك مع انها تحاول ذلك كما يظهر لك من شدها بالخيط ولا تقع على يدك لان حركتها السريعة تضطرها الى الابتعاد عن يدك . ولكن اذا انقطع الخيط ابتعدت عن يدك بعيداً واذا قلّت حركة الادارة وقعت على يدك او على الارض . وكذلك القمر فانه مدفوع بقوة شديدة والارض تجذبه اليها بقوة الجاذبية فيسير بين هاتين القوتين فاذا ضعفت قوة الدفع وبقيت جاذبية الارض على حالها سقط على الارض واذا زالت الجاذبية او ضعفت وبقيت قوة الدفع على حالها سار في الفضاء مبتعداً عن الارض . ولما ثبت له ذلك بالبرهان الهندسي ورأى انطباقه على سير القمر اطلق هذا التعليل على دوران الارض وسائر السيارات حول الشمس ودوران الاقمار حول سياراتها فوجده منطبقاً بنوع عام . ومن ثم فالجاذبية ناموس عام يشمل الكون كله

ومن يطلع على الادلة الحسابية والهندسية التي استدل بها السر اسحق نيوتن على صحة هذا التعليل واثبات هذه الحقائق يعجب من سمو عقله وبعد نظره وقال مع القائلين انه اكبر فيلسوف رياضي قام في المسكونة . وهذا هو المراد من اكتشاف الجاذبية فانه يراد به

اكتشاف نواميسها وتعليل حركات الكواكب بها لا مجرَّد القول بان التفاحة تسقط على الارض بجذب الارض لها

ولم يكتشف العلماء حتى الآن حقيقة هذه الجاذبية ولا فرضوا لتعليلها فرضاً ينطبق على كل افعالها . اما حركة السيارات والاقمار التي فُرض انها تفعل مع الجاذبية في جعل هذه الاجرام تدور في دوائر فالمظنون ان سببها كون كل جرم منها انفصل عن الجرم الذي يدور حولهُ بقوة دافعة يقال لها قوة التباعد عن المركز فصار تحت سلطة قوتين القوة الدافعة والقوة الجاذبة التي هي من الجاذبية العمومية

والجاذبية غير مقصورة على جذب الجسم الكبير للصغير بل هي عامَّة فالصغير يجذب الكبير كما يجذب الكبير الصغير اي هي تجاذب بين الاجسام ومقدارها مناسب لاجرام الاجسام اي لمادتها او لثقلها . وما الثقل الاَّ نتيجة من نتائج الجاذبية

ومما اكتشفهُ السر اسحق نيوتن واثبتهُ ان الجاذبية تقل بالابتعاد عن الجسم الصادرة منهُ على نسبة مربع البعد . فاذا كانت جاذبية جسم تساوي مئة رطل على بعد مترين منهُ صارت عشرة ارطال فقط على بعد اربعة امتار . واذا كانت جاذبيتهُ تعدل ثلاثة ارطال على بعد ثمانية امتار صارت ٢٢ رطلاً على بعد مترين . اي ان الجاذبية تنقص كمربع البعد او تتغير كمربع البعد بالقلب حسب اصطلاح الرياضيين . ولو دنا القمر من الارض حتى صار على نصف بعده الحالي عنها لتغلَّب جذبها عليهِ فوقع عليها . ولو ابعد عنها كثيراً لضعف جذبها لهُ فاندفع في الفضاء ووقع على الشمس او انجذب الى سيار آخر من سياراتها

وهذا التفاعل بين الاجرام السموية الذي يطلق عليهِ اسم الجاذبية العمومية انتبه لهُ بعض العلماء من قديم الزمان فاشار اليهِ بطليموس صاحب كتاب المجسطي حاسباً انهُ هو الذي يجعل الاجسام تقع على الارض متجهة نحو مركزها وهو الذي يربط كواكب السماء بعضها ببعض . ويقال ان موسى بن شاكر[1] المهندس الذي نشأ في اوائل القرن الثالث الهجري انتبه لهُ ايضاً وقال بهِ . ثم لا يظهر ان احداً التفت الى هذا الموضوع الى ان قام

(١) قال ابن القفطي في كتابهِ اخبار العلماء والحكماء « ان موسى بن شاكر كان مهندساً مشهوراً من منجمي المأمون وكان بنوهُ الثلاثة محمد واحمد والحسن من اجمع الناس باهندسة وعلم الحيل وهم من تعاهي في طلب العلوم القديمة ونقل لهما الرشاشب وانفذ الى بلاد الروم من اخرجها اليهم فاحضروا النقلة من الاصقاع والاماكن بالبذل السني وكان الغالب عليهم من العلوم الهندسة والحيل والمحركات والموسيقى والنجوم » . الاَّ ان ابن العبري قال ان موسى بن شاكر لم يكن من اهل العلم بل كان في حداثتهِ حرامياً يقطع الطريق وان اولادهُ الثلاثة هم الذين اشتهروا بالعلم لكن يظهر لنا ان ما قالهُ ابن القفطي اصح

كيلوس اغريبا في اواسط القرن السادس عشر لميلاد فاشار الى الجاذبية العمومية وتبعهُ كبلر الفلكي فقال ان السيارات تدور في افلاكها بقوة تصلها من الشمس . ومن الغريب ان القوانين الثلاثة التي حلل بها كبلر حركات السيارات تستلزم معرفة الجاذبية وانها لثقل كريم البعد ولكنهُ لم ينتبه لهذا الناموس فبقي مجهولاً الى ان كشفهُ اسحق نيوتن

ذكرنا في مقتطف يناير ان ابعاد السيارات عن الشمس تقاس بملايين الاميال . وقد لا يتصور القارئ مقدار هذه الابعاد لاننا اعتدنا ان نقيس الابعاد الارضية بالشبر والقدم والذراع والمتر والميل ونصل في قياسنا الى مئات الاميال والى الوفها على الاطول فنقول ان طول قاعدة الهرم الاكبر ٧٥٥ قدماً وطول نهر النيل نحو ٣٤٠٠ ميل ومحيط الكرة الارضية نحو ٢٥ الف ميل ولكننا لم نعتد قياس ملايين الاميال . فاذا التفتنا الى بعد الارض عن الشمس وهو ٩٣ مليون ميل واردنا تصوُّرهُ او مقايكتهُ بما هو مألوف لدينا وفرضنا ان طائراً طار من الارض الى الشمس بسرعة مئة ميل في الساعة (وهي اعظم من سرعة الطير ومثل سرعة الطيارات الحربية) واستمرَّ سائراً نهاراً وليلاً صيفاً وشتاءً من غير انقطاع ومن غير ان يقلل سرعتهُ فانهُ لا يصل الى الشمس في اقل من مئة سنة وست سنوات ونحو سبعة اشهر

ولو فرضنا انهُ قصد زحل وطار اليهِ بهذه السرعة لما بلغهُ في اقل من ١٠١١ سنة اما الوصول الى السيَّار نبتون بهذه السرعة فيقتضي ٣١٨٦ سنة . واذا اراد ان يقطع فلك هذا السيار من طرف الى طرف اي عرض النظام الشمسي المعروف اقتضى لهُ ٦٣٧٢ سنة اي لو اخذ في هذا السير من حين جُبل آدم على ما جاء في التوراة او من حين بني الهرم الاكبر من اهرام الجيزة على ما في الآثار المصرية لما اتمَّ سيرهُ الآن

ولكن ما هو نظامنا الشمسي اي الشمس والارض وسائر السيارات واقمارها في جنب هذا الفلك الدوار وما فيهِ من النجوم الظاهرة التي كلها شموس اكبر من شمسنا ونقاس ابعادها بملايين الملايين من الاميال

ويسهل ادراك المراد بمليون المليون اذا قيل ان مساحة الهرم الاكبر من اهرام الجيزة نحو مليوني متر مكعب فاذا قطعنا من جبل المقطم مليون مليون حجر مساحة كلٍّ منها متر مكعب اي طولهُ متر وعرضهُ متر وعلوهُ متر فانها تكفي لبناء خمسماية الف هرم مثل الهرم الاكبر من اهرام الجيزة

اذا اجتزنا النظام الشمسي كلهُ ونظرنا الى قبة السماء شرقاً وغرباً شمالاً وجنوباً في ليلة صافية الاديم وجدناها مرصعة بنجوم كثيرة وما شمسنا الا نجم من هذه النجوم لان كل نجم منها شمس مثل شمسنا نورهُ ذاتي مثل نورها . ولعل شمسنا اصغر الشموس كلها او من اصغرها . ويستدل بقياس التمثيل ان لكل شمس منها نظاماً مثل نظامنا الشمسي بسياراته واقماره

وهذه الشموس او النجوم ليست على بعد واحد منا بل هي متفرقة في الفضاء على ابعاد مختلفة تفوق ابعاد السيارات حتى ان اقيستنا السابقة من نحو الاميال والوف الاميال وملايين الاميال لا تصلح لقياس ابعادها فنضطر ان نقيس البعد بين شمس وشمس بملايين الملايين من الاميال . فان كان الطائر الذي ذكرناهُ قبلاً يقطع مئة ميل في الساعة ومليون ميل في نحو ٤١٦ يوماً فهو لا يقطع مليون مليون الميل الا في اكثر من مليون سنة . واقرب هذه النجوم الينا نجم الكاس في صورة القطورس بعدهُ عنا ٢٥ مليون مليون ميل فلا يصل اليهِ الطائر الا في اكثر من ٢٥ مليون سنة

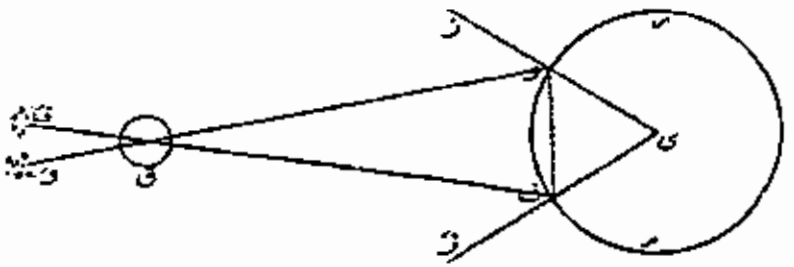
ولذلك فقياس ابعاد النجوم بالاميال او ملايين الاميال لا يفي بالمراد فاتفق الفلكيون على مقياس آخر نقاس بهِ هذه الابعاد الشاسعة وهو المسافة التي يقطعها النور في سنة من الزمان فانهُ يقطع نحو ٨٦٠٠٠ ميل في الثانية من الزمان ويصل من الشمس الينا في نحو ثماني دقائق لان بعدها عنا ٩٣٠٠٠٠٠٠ ميل فيقطع في السنة من سنينا ٥٨٦٥٤٩٦٠٠٠٠٠٠ ميل او نحو ستة ملايين مليون ميل . فهذا هو المقياس الذي نقاس بهِ ابعاد النجوم . فاذا قلنا ان النجم الفلاني يبعد عنا اربع سنوات نورية عنينا انهُ يبعد عنا اربعة اضعاف المسافة المذكورة آنفاً او نحو ٢٤ مليون مليون ميل ولذلك فنجم الكاس يبعد عنا نحو اربع سنوات نورية وربع سنة لان بعدهُ عنا نحو ٢٥ مليون مليون ميل اي ان النور الذي يصدر منهُ اليوم لا يصل الى ارضنا الا بعد اربع سنوات وثلاثة اشهر مع انهُ يسير اكثر من ١١ مليون ميل كل دقيقة من الزمان . واذا أطفئ هذا النجم الآن او زال من الوجود بسبب من الاسباب فاننا لا ننفك عن رؤيتهِ في المحل الذي كان فيهِ مدة اربع سنوات وربع سنة وبعد ذلك يختفي حالاً

وسائر النجوم ابعد عنا من هذا النجم ولعلَّ النور الواصل من بعضها الينا اليوم اخذ في السير منها منذ مئات بل الوف من السنين كما سيجيء

ولا بدَّ من ان يقف القارئ هنا ويقول كيف عُرفت ابعاد هذه النجوم وكيف قيس

بعد الشمس والقمر والسيارات والنجوم القريبة منا

والجواب ان اقياس المسافات طرقاً مختلفة اشهرها طريقتان الاولى الذرع البسيط بذراع او متر أوسلسلة . وهذه الطريقة لا تستعمل الا في المسافات القصيرة كما لا يخفى . والثانية قياس الزوايا فاذا اردنا ان نعرف بُعد شيح عنا نظرنا الى نقطة منهُ من مكانين مختلفين وقسنا الزاوية بين خطي النظر وطول الخط الذي بين المكانين فيعلم بُعد الشيح بحساب المثلثات بسهولة . فاذا كان الشيح قريباً لا يزيد بعدهُ على اميال قليلة يكفي ان يكون البعد بين المكانين مئات من الاقدام . واذا كان بعيداً كالقمر وجب ان يقيس هذه الزاوية اثنان على سطح الارض بينهما الوف من الاميال



لنفرض ان الدائرة مرن تمثل كرة الارض وي مركزها وف وو مكانان على سطحها بينهما مسافة طويلة جداً يمكن قياسها من معرفة الفرق بين عرضي المكانين . والدائرة الصغيرة ق تمثل القمر فاذا نظر اليهِ الراصد من و رآهُ بين النجوم عند وَ واذا نظر اليهِ من ف رآهُ بين النجوم عند فَ . وبين فَ ووَ قوس صغيرة يسهل قياسها في الفلك بالدرجات والدقائق والثواني وهي قياس الزاوية التي في مركز القمر وتسمى زاوية الاختلاف . ففي المثلث وق ف تعرف الزوايا والضلع ف و فيعرف بعد القمر عن الارض بسهولة . واذا كان الشيح من السيارات فسطح الارض او نصف قطرها لا يكفيان لذلك فنقاس الزاوية المشار اليها من موقعين مختلفين تكون فيها الارض وهي دائرة حول الشمس احدهما بعيد عن الآخر بضعة ايام . واذا كان احد النجوم الثوابت فلا بدَّ من الاعتماد على اطول مسافة يمكننا قياسها وجعلها قاعدة لحسابنا وهي قطر فلك الارض كلهِ البالغ نحو ١٨٦ مليون ميل ومع ذلك فهذه القاعدة الطويلة لم يظهر منها اختلاف الا في موقع ٤٣ نجماً من كل النجوم الثوابت ولم يظهر هذا الاختلاف الا بعد تقريب تلك النجوم باقوى النظارات وهي النجوم التي عرفت ابعادها حتى الآن ومتى عرف بعد الجسم سهلت معرفة قطرهِ او جرمهِ بحساب المثلثات