بسائط علم الفلك

(٢)

ذكرنا في الجزء الماضي مذهب بطليموس في هيئة الفلك وخلاصتهُ ان كرة الارض قائمة في مركز الكون وان الشمس والقمر والنجوم السيَّارة وغير السيَّارة تدور حولها دورة كاملة كل يوم من الشرق الغرب كما يظهر لعين الناظر

وقد يظن لاول وهلة ان الذين قالوا بهذا المذهب من علماء الفلك اليونان والرومان والعرب كانوا مثل العامَّة في هذا العصر الذين لم يدرسوا علم الفلك او لم يقفوا على تفاصيل المذهب الجديد الذي يجعل الشمس مركز النظام الشمسي ويثبت ان الارض والسيارات تدور حولها . وانهم كانوا مثل العامَّة يحسبون الشمس قرصاً صغيراً كراحتي اليد والقمر مثلها او اصغر قليلاً والكواكب والنجوم نقطاً منيرة في الفلك . وليس الامر كذلك بل ان جمهور المتعلمين حتى رجال الادب كانوا يعلمون ان الشمس والقمر والنجوم كبيرة جدًّا لا كما ترى بالعين . قال ابو العلاء المعري

والنجمُ تصغر الابصار صورتهُ والذنب للطرف لا للنجم في الصغر

اما علماء الفلك فعرفوا ان الشمس والقمر والكواكب والنجوم كبيرة جدًّا قبل بطليموس وبعدهُ ولم يكتفوا بهذا القول المجمل بانين اياهُ على الظن بل قاسوا اجرام الشمس والقمر والنجوم بطرق هندسية حسابية وعرفوا مقدارها بما يقرب من الحقيقة وقاسوا ايضاً ابعادها عن الارض وسعة الافلاك التي تدور فيها وشكلها . والنتائج التي وصلوا اليها مبنيَّة على مقدمات صحيحة في الغالب ولم تأتِ مطابقة للواقع لان آلات الرصد التي صنعوها لم تكن دقيقة

فعرفوا ان الارض كرة من شكل ظلها المتديرعلى القمر وقت خسوفهِ ووجدوا بالقياس ان قطرها نحو ثمانية آلاف ميل من اميالنا وقالوا ان الشمس اكبر منها نحو ١٦٦ مرة وان قطرها اطول من قطر الارض خمس مرات ونصف مرة وان بعدها عن الارض يبلغ نحو ٩٣٠٠٠٠٠٠ ميل . وان القمر اصغر من الارض فان قطرهُ ٢١٦٠ ميلاً فقط وبعدهُ عن الارض نحو ٢٤٣٠٠٠ ميل . وعطارد اصغر من الارض ايضاً لكنهُ ليس نقطة في السماء بل هو اكبر من القمر وقطرهُ ٣٠٨٠ ميلاً وبعدهُ عن الارض ٦٦٤٠٠٠٠٠ ميل . والزهرة اكبر منهُ ولكنها اصغر من الارض وقطرها ٧٢٢٠ ميلاً وبعدها عن الارض

٠٠٠ ٤٧٣ ٢ والمريخ اكبر منها وقطره ٤٥٩١ ميلاً وبعده عن الارض ٠٠٠ ٨٨ ٠ ٣٢ ميل والمشتري اكبر منهُ كثيرٌ ومن الارض ايضاً وهلمَّ جرًّا. وهاك جدولاً اثبتنا فيهِ اقطار هذه الاجرام وابعادها عن الارض حسب ما وجدهُ المتقدمون قبل بطليموس وبعدهُ الى ان صنع التلسكوب وآلات الرصد الجديدة. واقطارها وابعادها عن الشمس كما عُرفت الآن

	حسب القياس القديم		حسب القياس الحديث	
	القطر	البعد عن الارض	القطر	البعد عن الشمس
عطارد	١٤٨٠	٦٦٤ ٠٠٠	٢٩٧٤ ميلاً	٣٦ ٠٠٠ ٠٠٠ ميل
الزهرة	٣٣٢٠	٣ ٤٧٣ ٠٠٠	٧٦٩٢ »	٦٧ ٠٠٠ ٠٠٠ »
الارض	٧٨٥٠		٧٩٠٧ »	٩٣ ٠٠٠ ٠٠٠ »
المريخ	٤٥٩١	٣٢ ٠٨٨ ٠٠٠	٤٣٠٦ »	١٤٢ ٠٠٠ ٠٠٠ »
المشتري	٣٤٦٦٦	٥١ ٦٩٦ ٠٠٠	٨٦٣٥٩ »	٤٨٤ ٠٠٠ ٠٠٠ »
زحل	٢٩١٦٦	٧٢ ٣٧٦ ٠٠٠	٧٢٧٧٢ »	٨٨٧ ٠٠٠ ٠٠٠ »
الشمس	٤٤٠٠٠	٤٨٠ ٠٠٠ ٠٠٠	٨٦٦٠٠٠ »	

ورب قائل يقول كيف قاس القدماء قطر الارض واقطار هذه الكواكب وابعادها ولم يكن لديهم شيء من آلات الرصد المستعملة الآن

والجواب ان علماء الفلك المشار اليهم كانوا يعرفون من علم الهندسة وحساب المثلثات ما مكنهم من ذلك وهو مما لا يعرفهُ العامة في عصرنا ولا اكثر الخاصة ولذلك يصعب علينا ان نشرح لجمهور القراء كل الاساليب التي جروا عليها شرحاً يفهمهُ الذين لم يدرسوا علم الهندسة وعلم حساب المثلثات على الاقل ولكن ما لا يدرك كلهُ لا يترك كلهُ

اما قطر الارض اي الخط الوهمي المستقيم المرسوم في قلب الارض من طرف الى طرف مارًّا بمركزها فقد يظهر لاول وهلة ان معرفة طوله ضرب من المحال ولكن اذا قسنا محيط الارض اي الخط الذي يدور حولها ويقسمها قسمين متساويين (وسمي عند علماء الهندسة بالدائرة العظيمة) عرف طول قطر الارض من غير ان نقيسهُ لان القطر نحو ثلث المحيط او اقل من الثلث بقليل. وقياس المحيط كلهِ ليس في الامكان ولا يخطر ان يتوخاهُ احد ولكن اذا تعذر علينا قياس خط طويل مثل هذا يمر حول البحار والجبال والوهاد لم يتعذر علينا ان نقسمهُ الى مئة قسم او الف قسم متساوية فاذا قسنا قسماً واحداً منها عرفنا

قياسها كلها والدائرة تقسم اصطلاحاً الى ٣٦٠ قسماً متساوية تسمّى درجات فاذا قسنا طول درجة واحدة من محيط الارض عرفنا طول محيطها كلهِ . وهذا فعلهُ علماء الفلك من اليونان قبل بطليموس ومن العرب بعدهُ

اما اليونان فيقال ان عالماً منهم اسمهُ ارانوستنس Eratosthenes ولد في القيروان سنة ٢٧٦ قبل المسيح ودرس في الاسكندرية واثينا ثم دعي الى الاسكندرية سنة ٢٣٤ فاقام فيها الى ان ادركتهُ الوفاة سنة ١٩٤ قبل المسيح . هذا الرجل الّف كتاباً في معرفة حجم الارض وقال ان الشمس تكون عمودية فوق الارض في مدينة اسوان وقت الانقلاب الصيفي فاذا نُصب عمود في الارض هناك لم يظهر لهُ في الظهيرة ظلٌّ ممتد شمالاً واذا نصب عمود آخر مثلهُ في الاسكندرية ظهر لهُ ظل شماليٌّ في تلك الدقيقة عينها واذا رسم خط من اعلى العمود الى طرف الظل وجدت الزاوية التي تكون بينهُ وبين الظل سبع درجات وخمس درجة . فهي درجات المسافة بين الاسكندرية واسوان . والمسافة من الاسكندرية الى اسوان يسهل قياسها والظاهر انها كانت مقيسة حينئذٍ فاذا قسمت على سبع درجات وخمس درجة عرفت حصّة الدرجة من الارض فتضرب بثلاثمائة وستين درجة فيعرف محيط الارض . ويقال ان المسافة بين الاسكندرية واسوان ٥٠٠٠ ستاديوم فمحيط الارض ٢٥٠٠٠٠ ستاديوم لان السبع الدرجات والخمس تساوي جزءاً من خمسين من المحيط . والستاديوم يعادل ١٥٧ متراً ونصف متر او ٥١٦ قدماً ونحو ثلاثة ارباع القدم وعليهِ فمحيط الارض حسب ما وجدهُ هذا العالم ٢٤٦٦٢ ميلاً وقطرها ٧٨٥٠ ميلاً . والمعروف الآن ان قطر الارض القطبي اي الخط الممتد من احد قطبيها الى الاخر طولهُ ٧٩٠٠ ميل

ثم ان قبة السماء المقابلة للارض مثل نصف كرة مجوفة واذا توهمنا وجود خط عليها من اقصى الشمال الى اقصى الجنوب فذلك الخط نصف دائرة وفيهِ ١٨٠ درجة وفي جهة الشمال من السماء نجم يسمى نجم القطب يظهر كأن النجوم كلها تدور حولهُ والحقيقة انهُ مقابل القطب الارض الشمالي اي على طرف محورها الذي تدور عليهِ في دورتها اليومية فيظهر لنا نحن الذين على سطحها كأن نجوم السماء هي التي تدور حول نجم القطب هذا لانهُ مقابل لطرف محور الارض . ونجم القطب يعلو عن الافق في القاهرة نحو ٣٠ درجة وفي بيروت نحو ٣٤ درجة وفي اسوان نحو ٢٣ درجة اي كلما ابعدنا عن القاهرة درجة شمالاً رأينا ارتفاع نجم القطب عن الافق الشمالي يزيد درجة وكلما ابعدنا عن القاهرة

درجة جنوباً وجدنا ارتفاعهُ عن الافق ينقص درجة وعلى هذا المبدإ قاس علماء العرب طول الدرجة ومحيط الارض . وهاك ما ذكرهُ ابو الفداء في جغرافيته المسماة تقويم البلدان

قال « ان الارض كرية وانها في الوسط فسطح الارض وهو محدبها موازٍ لمقعَّر السماء فالدوائر العظام التي على سطح الارض موازية لعظام الفلكية وتنقسم كانقسامها على ثلثمائة وستين درجة فاذا سار سائر على خط نصف النهار وهو الخط الواصل بين القطبين الشمالي والجنوبي في ارض مستوية خالية من الوهدات عرية عن الربوات على استقامة من غير اعوجاج اصلاً حتى يرتفع لهُ القطب او ينخفض درجةً فالقدر الذي سارهُ من تلك الدائرة يكون حصة درجة واحدة منها وتكون تلك الدائرة الارضية ثلثمائة وستين مرة مثل ذلك القدر . وقد قام بتحقيق ذلك طائفة من القدماء كبطليموس صاحب المجسطي وغيره فوجدوا حصة الدرجة الواحدة من الدائرة العظيمة المتوهمة على الارض ستة وستين ميلاً وثلثي ميل . ثم قام بتحقيقهِ طائفة من الحكماء المحدثين في عهد المأمون وحضروا بأمره في برية سنجار وافترقوا فرقتين بعد ان اخذوا ارتفاع القطب محرراً في المكان الذي افترقوا منهُ اخذت احدى الفرقتين في المسير نحو القطب الشمالي والاخرى نحو القطب الجنوبي وساروا على اشد ما امكنهم من الاستقامة حتى ارتفع القطب للسائرين في الشمال وانحط للسائرين في الجنوب درجة واحدة ثم اجتمعوا عند المفترق وتقابلوا على ما وجدوهُ فكان مع احداهما ستة وخمسون ميلاً وثلث ميل ومع الاخرى ستة وخمسون ميلاً بغير كسر فاخذ بالاقل وهو ستة وخمسون ميلاً » اه . ولم يذكر ابو الفداء الاَّ عملاً واحداً والحال انهما عملان جريا في آنٍ واحد احدهما في برية سنجار من بلاد ما بين النهرين والآخر الى الشمال من بلد الشام بين تدمر والفرات وقد اثبتهما ابن يونس وهو من نقول علماء الهيئة الذين نبغوا في عصر الخلفاء العباسيين وكانت وفاتهُ سنة ١٠٠٨ للميلاد . قال سناد بن علي امرني المأمون ان احقق وخالد بن عبد الملك درجةً من الدائرة العظيمة على سطح الارض فذهبنا لذلك وسار عليّ بن عيسى الاسطرلابي وعلي بن البحتري في طريق اخرى اما نحن فتوجهنا الى ان وصلنا بين انامية وتدمر فوجدنا الدرجة ٥٧ ميلاً ووجدها كذلك علي بن عيسى وعلي بن البحتري و بعثنا بالخبر فوصل في آنٍ واحد . وذكر ابن يونس رواية احمد بن عبد الله الملقب بحبش في كتابهِ مطالع الارصاد وحاصلها ان العلماء ساروا في برية سنجار وتحققوا الدرجة فوجدوها ستة وخمسين ميلاً وربع ميل والميل اربعة آلاف ذراع هاشمية والذراع الهاشمية

وضعوا المأمون وهي $\frac{٥٤}{١٠٠٠}$ من المتر فالميل العربي يعدل ٢٠٦٤ متراً والدرجة من ٥٦ ميلاً وربع الميل اي ١٢١٧٣٥ متراً

اما ابعاد الشمس والكواكب عن الارض فاول من حاول معرفتها بطريقة علمية ارسترخس الذي نشأ سنة ٢٨١ قبل المسيح فانهُ راقب البعد بالدرجات بين الشمس والقمر حينما يكون القمر في التربيع اي حينما يكون نصف وجههِ المتجه الينا منيراً وقاس الزوايا الحاصلة من رسم ثلاثة خطوط بين الشمس والارض والقمر واستنتج منها ان بعد الشمس عن الارض يجب ان يكون بين ثمانية عشر وعشرين ضعف بعد القمر عن الارض. والنتيجة خطأ ولكن الطريقة صحيحة. وقد اخطأ في النتيجة لانهُ اخطأ في قياس الزوايا. وحاول معرفة بعد الشمس عن الارض من معرفة عرض ظل الارض الذي يمرُّ فيهِ القمر حينما يخسف والطريقة صحيحة وظل معمولاً بها ١٦٠٠ سنة ولكن النتيجة التي وصل مستعملوها اليها غير صحيحة لانهم لم يستطيعوا ان يقيسوا زاوية اختلاف الشمس بالتدقيق

ويقال ان هبَّرخس الفلكي المشهور اعتمد على هذه الطريقة فوجد ان جرم الشمس يعادل ١٠٥٠ جرماً مثل جرم الارض اي ان قطرها مثل قطر الارض عشرمرات وسدس مرة وان نسبة قطر القمر الى قطر الارض كنسبة ١ الى $\frac{٢}{٥}$ ٣ وان بعد القمر عن الارض يساوي $\frac{١}{٢}$ ٦٠ مرة قطر الارض وبعد الشمس عن الارض يساوي ٢١٠٣ مرة قطر الارض لكن ثيون الاسكندري قال ان هبَّرخس وجد ان الشمس أكبر من الارض ١٨٨٠ مرة وان قطرها اكبر من قطر الارض $\frac{١}{٢}$ ١٢ مرة وبعدها عن الارض ٢٥٥٠ مرة قطر الارض. واما قطر القمر فيساوي $\frac{٢}{٣}$ من قطر الارض وبعدهُ عنها $\frac{١}{٢}$ ٦٠ مرة قطرها

فما وجدهُ القدماء من جهة قطر القمر وبعدهِ قريب من الحقيقة واما ما وجدوهُ عن اقطار الشمس والسيارات وابعادها فاقل من الحقيقة كثيراً كما تقدَّم. ولم يكن في الامكان معرفة الاقطار الحقيقية والابعاد الحقيقية الاَّ بعد اكتشاف التلسكوب

وقد حاول القدماء معرفة اقدار النجوم الثوابت وابعادها ايضاً فقال البتاني في زيجهِ ان النجوم التي من القدر الاول يبلغ بعدها عن الارض ٧٦ مليون ميل وقطر كل منها نحو ٤٠ الف ميل واكثر ما قالهُ في هذا الباب تحكُّم

ولكن الذي يقضي بالعجب هو الاستمرار على القول بان الارض واقفة في مركز الكون والشمس والنجوم كلها تدور حولها مع ما عرفوهُ من اقدارها وابعادها ولذلك تقوَّض مذهبهم حالما ظهر المذهب الجديد كما سيجيء